



INTERNATIONAL YOUTH SCIENTIFIC ENVIRONMENTAL FORUM

“ECOBALTICA”

Grodno, Belarus,

24 – 27 August, 2017

Editors: Alexey Glynushkin, William Hogland, Vasiliy Rud’

BOOK OF PROCEEDINGS

**Republic of Belarus
2017**

УДК 502
ББК 20.1
М 43

INTERNATIONAL YOUTH SCIENTIFIC ENVIRONMENTAL FORUM
“ECOBALTICA”.
Book of Proceedings.

Editors: Alexey Glynushkin, William Hogland, Vasiliy Rud’

МЕЖДУНАРОДНЫЙ МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ "ЭКОБАЛТИКА": Сборник трудов –
Гродно: Изд-во Гродн. Гос. Аграрн. Ун-та, 2017 – 429 с.

ISBN 978-5-9901423-8-1



© ВНИИФ 2017

**SPONSORS AND
SUPPORTING INSTITUTIONS:**

The Federal Agency for Scientific Organizations (FASO Russia)
Russian Scientific Foundation, Russia
Russian Foundation for Basic Research, Russia
Moscow State University named by M. V. Lomonosov, Federal state
budgetary scientific institution "All-Russian research Institute of
Phytopathology", Grodno State Agrarian University (Grodno, Belarus),
Peter the Great St.-Petersburg Polytechnic University, Orel State
Agrarian University them. N. In. Parahina, Gorsky State Agrarian
University, Novosibirsk State Agrarian University, Russian State Agrarian
University -MAA named after. G. A. Timiryazev , and Kalmar
Municipality (Sweden), Swedish International Development Cooperation
Agency - Baltic Sea Unit (Sida), Sweden
The Swedish Royal Academy of Engineering Sciences (IVA), Sweden
AB Gustaf Kahr, Sweden
The Regional Council of Kalmar County, Sweden
Linnaeus University, Sweden
The Swedish Institute, Sweden





The Federal Agency for Scientific Organizations (FASO Russia) is a federal executive body responsible for legal regulation and provision of public services in the sphere of activities carried out by subordinate organizations, including those in the field of science, education, health and agriculture, as well as federal property management of organizations subordinate to the Agency.

The Agency carries out the functions and exercises the powers of the founder and owner of federal property assigned to its subordinate organizations.

The Government of the Russian Federation supervises the activities of the Federal Agency for Scientific Organizations.

Head of the Federal Agency for Scientific Organizations shall be appointed by the Government of the Russian Federation in agreement with the President of the Russian Federation.

Federal Agency for Scientific Organizations is guided by the Constitution of the Russian Federation, federal constitutional laws, international treaties of the Russian Federation, federal legislation, acts of the President of the Russian Federation and the Government of the Russian Federation, as well as the RF Government Decree, dated October 25, 2013 No 959.

Federal Agency for Scientific Organizations operates directly through its territorial bodies, as well as through subsidiary organizations in collaboration with other federal executive bodies, other state bodies, executive bodies of regions of the Russian Federation, local authorities, the Federal State Institution “Russian Academy of Sciences” and its regional offices, public associations and other organizations.



Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии является ведущим научным институтом России по фитопатологии и защите растений. Он расположен в 43 км от Москвы в одном из красивейших уголков Подмосковья, недалеко от жемчужины средней полосы России г.Звенигорода. Институт был организован в 1958 году. Основное направление научно-исследовательской и опытно-производственной деятельности ВНИИФ – разработка теоретических основ, проведение и координация исследований по созданию эффективных систем, методов и технологий защиты основных сельскохозяйственных культур от наиболее опасных болезней, вредителей и сорных растений.

Общая численность сотрудников института 285 человек, в том числе 187 исследователя, из них 82 кандидата наук, 43 докторов наук. Научными направлениями руководят члены Российской академии наук (РАН): академики Санин С.С., Спиридонов Ю.Я., Соколов М.С., Каракотов С.Д., члены-корреспонденты РАН Завриев С.К., Коршунов А.В., Терентьев А.О. (так же профессор РАН).

В институте работают ученые сделавшие открытия в мировой науке, имеющие международное и Российское признание в том числе по оригинальным методикам работы, инновациям, фундаментальным направлениям фитопатологии, микологии, патофизиологии, молекулярной биологии, энтомологии, гербологии, токсикологии и др. дисциплин, научных направлений.

Доктора наук: Глинушкин А.П., Рудь В.Ю., Темирбекова С.К.,Филлипчук О.Д., Кислов А.В., Сениговец М.Е., Умнов А.М., Тропова Е.Ю., Левицкий Д.О., Бородин А.И., Лысенко Н.Н. и др., кандидаты наук: Филиппов А.В., Щербакова Л.А., Кузнецова М.А., Джавахия В.Г., Макеев А.М, Коломиец Т.М., Ибрагимов Т.З., Яковлева И.Н., Рудаков В.О., Серая Л.Г., Жемчужина Н.С., Плыгун С.А., Лиманцева Л.А., Стацюк Н.В., Карташов М.И., Арсланова Л.Р., Сычева И.И., Приданников М.В., Подковыров И.Ю., и др. Своими трудами коллектив закладывают научные основы фитосанитарного благополучия полей и садов России.



All-Russian research Institute of Phytopathology is the leading scientific Institute of Russia of Phytopathology and plant protection. It is located 43 km from Moscow to one of the most beautiful corners of Moscow suburbs, close to the pearl of Central Russia, Zvenigorod. The Institute was established in 1958. The main direction of scientific research and experimental production activities, vniif – development of theoretical foundations, implementation and co-ordination of researches on creation of effective systems, methods and technologies of protection of major crops from the most dangerous diseases, pests and weeds.

The total number of employees of the Institute 285 people, including 187 of the researcher, 82 candidates of science and 43 doctors of science. Research areas led by members of the Russian Academy of Sciences (RAS): academics Sanin S. S., Spiridonov Yu. Ya., Sokolov M. S., Karakotov S. D., corresponding members of RAS Zavriev S. K., Korshunov A. V., Terent'ev A. O. (also Professor of the Russian Academy of Sciences).

The Institute employs scientists who made discoveries in the world of science, with Russian and international recognition including the original methods of work, innovation, fundamental areas of Phytopathology, Mycology, pathophysiology, molecular biology, entomology, Herbology, toxicology and other disciplines, scientific fields.

The doctors of sciences: Glynushkin A. P., Rud ' V. Yu., Temirbekova S. K., Filipchuk O. D., Kislov A. V., Senigovets M. E., Umnov A. M., Tropova E. Yu., Levitsky, D. O., Borodin A. I., Lysenko N. N. etc.,

candidates of Sciences (PhD): Filippov A. V., Shcherbakova L. A., Kuznetsova M. A., Djavakhia V. G., Makeev, A. M., Kolomiets T. M., Ibragimov, T. Z., Yakovleva I. N., Rudakov V. A., Seraya L. G., Zhemchuzhina N., Plygun S. A., Lymanseva L. A., Stetsuk N. In. Kartashov I. M., Arslanov R. L., Sycheva I. I., Pridannikov M. V., Podkovyrov I. Y., etc.

For his works team lay the scientific foundations for phytosanitary well-being of the fields and gardens of Russia.

HISTORICAL BACKGROUND

This Conference continues a long history of the forum ECOBALTICA. Now we celebrate 20 years anniversary of Forum ECOBALTICA, The purpose of ECOBALTICA is to unit efforts of scientists managers, engineers and to unit their experience and knowledge for Baltic environmental problem solving. Current ECOBALTICA presented new scientific ideas in various fields for environmental safety of agribusiness. The Organeezing Committee has selected the best student and young researcher contribution, and has invited leading experts from Brazil, Finland, Latvia, Lithuania, Poland, Republic of Belorussia, Ukraine, Estonia, Sweden and Russia.

*Great thanks for sponsors and institutes: **The Federal Agency for Scientific Organizations (FASO Russia), Russian Research Institute for Phytopathology (VNIIF), Grodno State Agrarian University (GSAU, Belarus) Swedish International Developement Cooperation Agency - Baltic Sea Unit (Sida), Linnaeus University, The Swedish Royal Academy of Engineering Sciences (IVA), Sustainable Sweden South East (SSSE), Kalmar Energi, AB Gustaf Kahr, The Swedish Institute , The Regional Council of Kalmar County, Linnaeus University.***

*Special thanks are directed to the **Mr. Michail Kotyukov, who is the supervisor of The Federal Agency for Scientific Organizations (FASO Russia).***

*Alexey Glynushkin,
William Hogland
Vasilii Rud'*

Grodno, August, 2017

PRESIDIUM OF FORUM

Chairmen

Alexey Glynushkin	Prof., Dr.Sc., All-Russian Research Institute for Phytopathology (VNIF), Russia
Yury Vasilyev	Academician of Russian Academy of Sciences, research supervisor of Peter the great Saint-Petersburg Polytechnical university, Russia
Peter Aronsson	Prof., Rector of Linnaeus University, Kalmar, Sweden
Vitold Pestis	Prof., Dr. Sc., an Associate Member of Belarussian National Academy of Sciences, Rector of GSAU, Belarus
Ivan Savchenko	Academician of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
Ivan Esipov	Mr.Sc., The Chair of Eurasian Youth Assembly, Russia
Dmitry Ivanov	Dr.Sc., Prof., an Associate Member of Russian Academy of Sciences, prorector in Volga State University of Technology , Russia
Stanislav Stepanov	Rector of International Independent University of Ecology-and-Political Science, Prof. , Moscow, Russia
Vladimir Litvinenko	President of St.-Petersburg State Mining Institute (Technical University) by the name of G.V. Plekhanov, Prof., Russia
Michael Fiodorov	Academician of Russian Academy of Sciences, President of Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnical University, Russia
Andrzej Kuczumow	Dziekan Prof. dr hab., Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II
Mikhail Balzannikov	Rector of Samara State University of Architecture and Civil Engineering, Prof., Russia
Serguey Chulkin	Dr.Sc., Professor, St. Petersburg state marine technical University, Russia
Ilia Ilyin	Dr.Sc., Professor, Moscow State University named by M.I. Lomonosov

THE INTERNATIONAL DIRECTORATE OF FORUM

Vasilii Rud'	Dr. Sc, Prof., head of ecology department of All-Russian Research Institute for Phytopathology (VNIIF), Russia
William Hogland	Prof., International Director of Forum, Linnaeus University, Sweden
Yuri Spiridonov	Academician of Russian Academy of Sciences (RAS), the head of herbology department.
Michael Sokolov	Academician of RAS. Scientific supervisor
Rūta Bendere	Dr.phys., Institute of Physical Energetics, La5tvia
Ivan Savchenko	Academician of RAS. Scientific supervisor
Valeriy Glazko	Foreign member of RAS, Scientific consultant
Alexey Andreev	Dr., Moscow State university named by M.V. Lomonosov, Russia
Ivan Esipov	M.Sc., Eurasian Youth Assembly
Andrey Peleshok	PhD. in Medicine, Russia.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель Глинушкин Алексей- д.с.-х.н., директор ФГБНУ ВНИИФ
Ученый секретарь Дюльдин Максим- к. т. н., СПбПУ.
Заместители председателя: Соколов Михаил Сергеевич- академик РАН - научный консультант ВНИИФ; Есипов Иван- Президент Евразийской молодежной Ассамблеи Давыдов Вадим Владимирович-к.ф.-м. н. СПбПУ Члены оргкомитета: Муравьев Владимир Александрович- ТПП РФ: Главный эксперт Департамента содействия инвестициям и инновациям, Москва, Россия Серый Федор Георгиевич- к.э.н., ФГБНУ ВНИИФ, Россия Черемисин А.В.- к. т. н., СПбПУ; Тарасенко С.А. - к. с.-х. н., проректор ГГАУ Мухин В.М. - д.т.н., профессор отдел Герботологии ВНИИФ; . Овсянкина Алла - начальник отдела управления сельскохозяйственных наук ФАНО; Янош Молнер - PhD независимый консультант министерства сельского хозяйства Венгрии. Пешко Валентин Валентинович – ГГАУ Шешко Павел Славомирович – ГГАУ Щербович Тадеуш Казимирович –ГГАУ Вовенда Алексей- канд. полит. наук. ФМО СЗИУ РАНХиГС Таранда Николай Иванович- к.б.н.,доцент ГГАУ

СЕКЦИЯ 1
ЭКОЛОГИЯ ТЕПЛИЧНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ОВОЩЕЙ И
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

SECTION 1
ECOLOGY GREENHOUSE SPACE VEGETABLES AND
ENVIRONMENTAL FACTORS IN THE PRODUCTION OF
ECOLOGICAL FOOD

УДК 631.147:635.615

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ОВОЩНЫХ, ПРЯНОАРОМАТИЧЕСКИХ, ЛЕКАРСТВЕННЫХ
КУЛЬТУР И КАРТОФЕЛЯ В РЕЖИМЕ ОРГАНИЧЕСКОГО
ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЭКОЛОГИЗАЦИИ ИНТЕНСИВНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

А.А. Аутко, С.Г. Яговдик, Э.В. Заяц, А.И. Филипов, А.В. Зень,
Н.И. Таранда, С.Н. Волосюк

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008, г.
Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** пестициды, экологическое земледелие, специализированные машины.*

***Аннотация.** В материале представлен комплекс специализированных машин, обеспечивающих возделывание овощных, бахчевых, пряноароматических, лекарственных культур и картофеля в режиме органического и экологизированного земледелия. Показана эффективность производства кассетной рассады различных культур, как фактора, позволяющего снизить пестицидную нагрузку при их возделывании. Представлены рассадопосадочные машины нового плана, обеспечивающие образование для каждого растения лунки в почве и локально-дозированную подачу воды с одновременным внесением биологических препаратов и удобрений. Изложена информация об универсальном агрегате, который обеспечивает формирование гребней и узкопрофильный трапецевидных гряд с одновременным внесением в почву биопрепаратов, биоорганических удобрений в жидком и гранулированном виде, а также обеспечивает*

механическое уничтожение сорной растительности в предпосевной, предпосадочный, послепосадочный (картофель) и вегетационный периоды. Создана модификация агрегата, осуществляющая транспортирование рабочих в процессе ручной прополки сорных растений, а также машина для посадки пророщенных клубней картофеля. Применение созданного комплекса машин позволяет исключить или существенно снизить пестицидную нагрузку при возделывании сельскохозяйственных культур.

COMPLEX MECHANIZATION OF VEGETABLE, STRAIN, DRUG CROPS CULTIVATION AND POTATOES IN THE REGIME OF ORGANIC FARMING AND INTENSIVE TECHNOLOGIES ECOLOGIZATION

A.A. Autko, S.G. Yagovdik, E.V. Zayats, A.I. Filipov, A.V. Zen, N.I. Taranda, S.N. Volosiuk

EI “Grodno State Agrarian University”, Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova St. e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: *pesticides, ecological farming, specialized machines.*

Summary. *A complex of specialized machines providing vegetable, melon, spicy-aromatic, medicinal crops and potatoes cultivation in the regime of organic and ecological farming is presented in this material. The efficiency of cassette seedlings production of various crops as a factor allowing to reduce the pesticide filling during their cultivation is shown. Seed lifters of the new type, which ensure the formation of wells for each plant in the soil and locally dosed water supply with the simultaneous biological preparations and fertilizers introduction are presented. The information about the universal aggregate that provides the formation of crests and narrow profile trapezoid ridges with the simultaneous introduction into the soil of biological products, bioorganic fertilizers in liquid and granular form, and also provides mechanical destruction of weed vegetation in the presowing, pre-plant, post-planting (potato) and vegetative periods is presented. An aggregate modification which realizes the workers transportation in the process of manual plants weeding and also a machine for planting potatoes tubers sprouted have been created. The usage of the created complex of machines allows to exclude or substantially reduce the pesticide filling during the agricultural crops cultivation.*

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. В течение одного поколения человечество перешло с экологического земледелия к химизированным технологиям возделывания сельскохозяйственных культур, при которых вносятся большое количество пестицидов. Это влияет на экологическую безопасность продуктов питания, а впоследствии и на здоровье людей. В этой связи одной из доминирующих тенденций современности является динамическое развитие процессов перехода к новой парадигме природопользования. В сельском хозяйстве это выражается в активном и масштабном освоении экологически безопасных технологий производства продукции. Они, во-первых, позволяют получать продукты, адекватные нормам здорового питания, что является неременным условием повышения уровня качества жизни и благополучия людей. Во-вторых, производство экологически безопасной продукции выступает сегодня как важнейший фактор ее рыночной конкурентоспособности, а, следовательно, эффективного функционирования и устойчивого развития товаропроизводителей. В-третьих, экологизация агротехнологий минимизирует негативные последствия антропогенного воздействия на почву, воду, воздух, флору и фауну, природу в целом.

Особо негативные последствия на получение качественной продукции и сохранение окружающей среды оказывает применение пестицидов при возделывании сельскохозяйственных культур.

Только при однократном внесении пестицидов происходит загрязнение воздушной среды в объеме 7 тыс. куб. м., в результате уничтожаются насекомые-опылители. Около 80% всех цветковых растений опыляются насекомыми – пчелами, шмелями и др. Пестициды являются главной причиной резкого сокращения популяции медоносных пчел. Их внесение также отпугивает пчел от медоносных растений. Происходит снижение микробиологической активности почвы и ее плодородия, загрязняются поверхностные и грунтовые воды. При неблагоприятных погодных условиях снижается эффективность действия пестицидов. Отдельные препараты отрицательно действуют на последующие культуры в севообороте. Пестициды обладают высокой селективной токсичностью и для культурных растений, создается ростблокирующий эффект, который замедляет рост и развитие растений, ингибируется фотосинтез жиров, аминокислот, пигментов, нарушается клеточное деление и разрушаются мембраны клетки. Снижается иммунитет растений и создается возможность наличия остаточных количеств пестицидов в растениях, вырабатывается устойчивость сорных растений. Болезней и вредителей к пестицидам. В растениеводстве в настоящее время наблюдается

глобальная химизация производства, ведущая к деградации почвы, вследствие чего происходит деградация ее биологической активности. Это приводит к снижению процессов минерализации за счет гибели полезной микрофлоры, нарушаются физиологические функции растений, увеличивается патогенная активность и распространяются болезни, уменьшается углерод, необходимый для почвенной биоты.

Кроме этого, при применении пестицидов снижается изначальная устойчивость растений к заражению патогенными организмами.

Многие пестициды изменяют пищевую ценность растений. Получая каждый день какую-то, хоть и небольшую дозу пестицидов, человек это не ощущает, но накапливаясь в организме, ведут свою разрушительную работу.

В этой связи, в агротехнологии является снижение или исключение использования пестицидов на основе применения комплексной механизации, обеспечивающей максимальное механическое удаление сорняков, эффективное использование биоактивных удобрений и биопестицидов, что обеспечит интенсивный рост и развитие растений, повысит их иммунитет, естественную защиту от болезней и вредителей. Это отмечали ведущие ученые в области экологического земледелия [1-6, 9,10].

Цель и задачи исследований. Цель исследований – разработка комплекса специализированных машин для максимальной механизации технологических процессов возделывания овощных, пряноароматических, лекарственных культур, в режиме органического и экологизированного земледелия.

В этой связи предусматривалось решение следующих задач:

- создание технологической линии производства кассетной рассады;
- разработка технологической оснастки производства пластиковых кассет для выращивания рассады;
- создание агрегатов для профилирования поверхности почвы в предпосевной и предпосадочный период;
- разработка рассадопосадочных машин и агрегатов для укрытия посевов;
- создание технических средств для обработки почвы в период вегетации растений.

Комплексного решения по механизации технических процессов при возделывании указанных культур недостаточно в плане снижения трудозатрат и выполнении всех агротехнических мероприятий в режиме экологизации их возделывания [7-8]. Производство рассадных сельскохозяйственных культур через кассетную рассаду, является очень эффективным агроприемом. Посадка кассетной рассады создает

возможность максимального применения механических способов уничтожения сорной растительности в междурядьях и рядах возделываемых культур, за счет ускоренного роста культурных растений. Исключается или существенно снижается гербицидная нагрузка на почву, растение и воздушную среду. Создается возможность организации централизованного производства рассады в рассадных комплексах для специализированных хозяйств и населения. У кассетной рассады сохраняется целостная корневая система, что обеспечивает полную приживаемость, повышается устойчивость к болезням, создается возможность выращивания культуры с длительным периодом вегетации и т.д.

В связи с этим была разработана технологическая оснастка для производства пластиковых кассет. В настоящее время организовано серийное производство пластиковых кассет на «Белвторполимер» г. Гродно, в количестве около 700 тыс. штук для хозяйств и населения.

Для механизации технологического процесса производства кассет была разработана технологическая линия, работающая в полуавтоматическом режиме и выполняющая более 20 технологических операций. Она состоит из трех модулей, включая сепаратор, смеситель торфа, бункер накопитель с дозирующим устройством и установку высева семян.

На базе данного потенциала имеется возможность в настоящее время создать рассадные комплексы и начать производство кассетной рассады для всех потребителей и, особенно, для тех, кто занимается экологическим производством.

Следующим этапом технического обеспечения высокоэффективного производства, явилась качественная посадка рассады. В связи с этим было создано несколько модификаций рассадопосадочных машин. В их основу был заложен способ формирования лунки для каждой высаживаемой рассады, в которую локально подается дозированное количество воды, с растворенными в ней биопрепаратами и удобрениями. Затем, сажальщиком размещается корневая система рассады в водный раствор, находящийся в лунке и засыпается почвой, которая в увлажненном состоянии плотно прилегает к корневой системе рассады. Это исключает посадочный стресс для растения. Обеспечивается полная приживаемость в послепосадочный период, а также интенсивный рост и развитие растений.

Рассадопосадочные машины имеют возможность высаживать рассаду под пленку и одновременно укладывать орошающие рукава для капельного полива.

Мульчирование почвы полимерными материалами обеспечивает интенсивное развитие почвенной микрофлоры, сохранение в почве влаги и сохранение первоначально созданного оптимального уровня физических свойств почвы, повышается ее температурный режим, ускоряется плодоношение и повышается урожайность возделываемых культур.

Созданная техника обеспечивает расстил полимерных материалов по ровной поверхности почвы или по профилированной в виде гребней при возделывании картофеля. Агрегат позволяет впоследствии осуществить и снятие укрывных материалов в виде сматывания их в рулон.

Для возделывания овощных, бахчевых, пряноароматических, лекарственных культур и картофеля в режиме органического и экологизированного земледелия разработан агрегат универсальный АУ-М-1/2/3 в трех модификациях. Применение агрегата обеспечивает профилирование узкопрофильных трапцевидных гряд с различными параметрами, с одновременным локальным внесением в грядку растворимых гранулированных минеральных и органических удобрений и биопрепаратов. Его применение обеспечивает механическое уничтожение сорных растений в предпосевной, предпосадочный и послепосадочный периоды. В период возделывания культур, имеется возможность осуществлять обработку междурядий возделываемых растений и ленточным способом вносить различные препараты на почву и растения.

Для прополки сорных растений, появляющихся в период вегетации культур, разработан агрегат-платформа АУ-М4, на которой располагаются рабочие и осуществляют удаление сорных растений, что также исключает применение гербицидов и засорение почвы семенами сорных растений.

Для возделывания раннего картофеля создана сажалка пророщенных клубней картофеля СПК-2/4/6, что ускоряет на 10-15 дней поступление ранней продукции.

Для механического уничтожения сорных растений в междурядьях и, частично, в рядах разработан прополочный агрегат АПУ-1,5/4,2.

Производство разработанного комплекса машин осуществляется на ПООО «Техмаш» в г. Лида, Гродненской области.

Заключение. Таким образом, применение созданного комплекса машин позволяет значительно снизить трудозатраты на производство экологически безопасной продукции овощных, пряноароматических, лекарственных культур и картофеля.

Применение предлагаемого комплекса машин с учетом экологических технологий позволит более интенсивно осваивать производство экологически чистой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко, А.А. Повышение уровня экологической безопасности производства овощей и картофеля / А.А. Аутко, Г.И. Гануш // Белорусское сельское хозяйство: Ежемес. науч.-произ. журнал для работников АПК. – 2017. – №2. – С. 22-25.
2. Валько, В. П. Особенности биотехнологического земледелия / В. П. Валько, А. В. Щур. – Минск : БГАТУ, 2011. – 196 с.
3. Войтка, Д.В. Роль биологического метода защиты растений в органическом сельском хозяйстве / Д.В. Войтка. // Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития : материалы международной научно-практической конференции, Минск, 21 августа 2012 г. / учреждение «Центр экологических решений»; сост.: Н.И. Поречина. – Минск: Донарит, 2012. – С. 19-22.
4. Гануш, Г.И. Адаптивные агроэкосистемы как приоритетное развитие «зеленой» экономики в Республике Беларусь / Г.И. Гануш, В.Н. Синельников // Материалы научно-практической конференции «Зеленая» экономика: проблемы и пути развития», Минск, 2017.– С. 30.
5. Добровольский Г.В. Экологические функции почвы / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 137 с.
6. Довбан, К.И. Экологически ориентированное земледелие и перспективы его развития в Беларуси в контексте «зеленой» экономики / К.И. Довбан // Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития : материалы международной научно-практической конференции, Минск, 21 августа 2012 г. / учреждение «Центр экологических решений»; сост.: Н.И. Поречина. – Минск: Донарит, 2012. – С. 23-28.
7. Заяц, Э.В. Анализ технологических операций и изыскание рабочих органов культиватора для ухода за картофелем при экологическом земледелии. – Э.В. Заяц, А.А. Аутко, А.И. Филиппов, В.Н. Салей, П.В. Заяц // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сборник научных трудов / УО «Гродненский государственный аграрный университет» ; науч. ред. В. К. Пестис. – Гродно, 2017. – С. 160-166.
8. Киселев, С.Н. Ротационные машины в экологическом земледелии / С.Н Киселев, Н.В. Перевозчикова // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». – Москва, 2008. – С. 67-69.
9. Михальчик, В.Т. Применение защитно-стимулирующего препарата НРК-микрогель для повышения урожайности картофеля / В.Т. Михальчик, С.Г. Широков // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XVIII Международной научно-практической конференции / Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно: ГГАУ, 2015. – [Вып.] : Агрономия. Защита растений. Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. – С. 161-163.
10. Практические рекомендации по ведению экологически чистого сельского хозяйства в Республике Беларусь : разработаны в рамках Программы поддержки Республики Беларусь Правительством ФРГ / Белорусско-германское совместное благотворительное предприятие "Надежда-XXI век"; сост. Тарасенко С.А., Свиридов А.В. – Минск, 2006. - 296 с.

**АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ СНИЖЕНИЯ
ЧИСЛЕННОСТИ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
АРБУЗА (CITRULLUS LANATUS (THUNB.) MATSUM. & NAKAI)
В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

С.Н. Волосюк

УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»
г. Брест, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 224016, г. Брест,
бульвар Космонавтов, 21; e-mail: box@brsu.by)

Ключевые слова: арбуз, сорные растения, агроприемы, экологическое земледелие.

Аннотация. Разработаны агроприемы, обеспечивающие эффективное уничтожение сорных растений в предпосевной и вегетационный периоды возделывания арбуза без применения гербицидов. Установлено, что наибольшее количество семян сорных растений прорастает в почвенном слое 0-3 см. Показано, что уплотнение почвы способствует увеличению дружности всходов сорных растений на 86-98 %. Применение данного агротехнического приема в предпосевной период позволяет добиться максимальной всхожести сорных растений для их последующего уничтожения. Выявлено, что ветвление главного корня арбуза начинается на глубине 4-5 сантиметров независимо от способов возделывания. Установлена высокая эффективность применения агрегата универсального в модификации возделывания бахчевых культур АУ-М 3 со щеточным барабаном в снижении численности сорных растений при возделывании арбуза.

**AGROTECHNICAL METHODS OF WEEDS NUMBER
REDUCTION AT WATERMELON CULTIVATION (Citrullus
lanatus (Thunb.) Matsum. & Nakai) IN ECOLOGICAL FARMING
SYSTEM**

S.N. Volosiuk

Educational Establishment "Brest State University named after A.S. Pushkin"
(Belarus, Brest, 224016, 21 Kosmonavtov Boulevard;
e-mail: box@brsu.by)

Keywords: watermelon, weeds, agrotechnical methods, ecological farming.

Summary. Agricultural methods that ensure effective destruction of weed plants in the presowing and vegetative periods of the watermelon cultivation without herbicide using have been developed. It is established that the greatest amount of weed seeds germinates in the soil layer at 0-3 cm. It is shown that soil compaction help to increase contemporary emergence of weed plants by 86-98 %. This agrotechnical method application in the presowing period allows us to achieve maximum germination of weed plants for their subsequent destruction. It is revealed that the watermelon main root branching begins at the depth of 4-5 centimeters, regardless of the cultivation methods. The high efficiency of the universal aggregate in the modification of the melon crops cultivation AU-M 3 using brush drum which reduces weed number during the melon growing period is established.

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Возделывание арбуза в Республике Беларусь является актуальным и перспективным направлением сельского хозяйства. Этому способствует существенное потепление климата [1-4], в результате чего сформировались благоприятные условия для импортозамещения продукции арбуза в Беларуси [5]. Арбуз столовый является ценным продуктом питания, обладает лечебно-профилактическими свойствами. [6-9]. При возделывании арбуза важным является уничтожение сорных растений, потенциальные потери урожая от которых могут составлять 35-95 % [10]. Эффективность уничтожения сорняков снижается в силу их биологических особенностей. Недружность всходов позволяет им в виде семян «пережить» неблагоприятные условия, связанные с деятельностью человека по снижению их численности. Для повышения эффективности уничтожения сорных растений необходимо разработать агротехнические приемы, которые позволили бы добиться максимальной всхожести их семян в предпосевной период. В вегетационный период, кроме уничтожения сорняков, важным является применение агроприемов, которые бы позволили снизить прорастание их семян.

В настоящее время в Беларуси развивается направление экологического сельского хозяйства, одним из принципов которого является отказ от использования химических средств защиты растений. Применение гербицидов не только ухудшает качество сельхозпродукции, но и негативно влияет на почвенную микрофлору [11]. Российскими учеными показано, что механизированная обработка междурядий и рядков растений арбуза по эффективности близка действию к гербицидов. При этом минимизируется отрицательное воздействие на

окружающую среду, а также улучшается качество арбуза, снижаются совокупные затраты, повышается рентабельность производства более чем на 20 % [12-4].

Цель работы: разработать эффективные агроприемы снижения численности сорных растений при возделывании арбуза без использования гербицидов.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Определить количество всходов и проростков семян сорных растений на разной глубине почвы;
2. Изучить влияние уплотнения почвы на всхожесть сорных растений;
3. Выявить особенности строения корневой системы арбуза для установления оптимальной глубины обработки почвы в период ухода за посевами;
4. Оценить эффективность применения агрегата универсального в модификации возделывания бахчевых культур АУ-М 3 при снижении численности сорных растений.

Материал и методика исследований.

Исследования проводились на базе ОАО «Черняны» Малоритского района Брестской области и УП «Агрокомбинат «Ждановичи» Минского района в 2015-2017 годах под руководством А.А. Аутко, доктора сельскохозяйственных наук, профессора. При разработке агроприемов снижения численности сорных растений важным является определение глубины, на которой в почве прорастают их семена. Для этого при помощи учетной рамки $0,2 \times 0,5$ м проводили подсчет численности всходов сорных растений, а также послойно, до глубины 4 см извлекали почву. Толщина извлекаемого слоя почвы – 1 см. После этого подсчитывали количество проросших семян сорных растений в каждой слое почвы. Повторность опыта четырехкратная. Нами было замечено, что дружность всходов сорных растений возрастает при уплотнении почвы, в связи с чем был заложен опыт по изучению влияния этого агроприема на прорастание семян сорных растений. На учетных площадках уплотнение почвы составляло $0,1 \text{ кг/см}^2$, $0,2 \text{ кг/см}^2$, $0,3 \text{ кг/см}^2$, контроль – без уплотнения. Размещение площадок рандомизированное, повторность четырехкратная. Морфологию корневой системы арбуза изучали траншейным методом [15]. В течение периода от посева до плодоношения арбуза нами проводился учет численности сорных растений в посевах арбуза площадью 10 га [16]. Статистическую обработку результатов проводили с использованием в том числе методики Б.А. Доспехова [17], а также пакета программ статистической обработки данных MS Excel.

Результаты исследований и их обсуждение.

В результате учета численности всходов и проростков семян сорных растений в различных по глубине слоях почвы, было установлено количественное соотношение между этими показателями (рисунок 1).

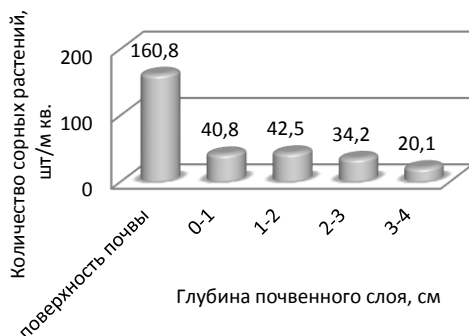


Рисунок 1 – Количество всходов и проростков семян сорных растений на разной глубине почвы, 2015-2016 гг.

Наибольшее количество семян сорных растений прорастает в почвенном слое 0-3 см. На глубине более 3 см количество проростков сорных растений значительно снижается.

Было установлено, что уплотнение почвы способствует увеличению дружности всходов сорных растений на 86-98 % (таблица 1). Тенденция увеличения численности сорняков в результате уплотнения почвы сохранялась независимо от погодных условий на протяжении всего опытного периода. По мере естественного уплотнения почвы, всхожесть семян сорных растений на контрольных площадках увеличивалась. Таким образом, использование агроприема уплотнения почвы в предпосевной и предпосадочный период позволяет добиться максимальной всхожести сорняков для их последующего уничтожения. Применение рыхления почвы в период вегетации способствует снижению прорастания семян сорных растений, находящихся в верхнем слое почвы.

Таблица 1. Динамика численности сорных растений в зависимости уплотнения почвы, 2016-2017 гг.

Закладки опыта	Даты учета	Уплотнение почвы, кг/см ²			
		без уплотнения, контроль	0,1	0,2	0,3

		Численность сорных растений, шт/м ²			
1	30.06.16	44,0	113,3	110,7	102,7
2	12.08.16	40,0	52,0	50,7	60,0
3	10.06.17	48,1	81,3	93,3	98,9
Среднее		44,0	82,2	84,9	87,2
1	08.07.16	48,0	132,0	130,7	125,5
2	19.08.16	292,0	436,0	356,0	380,0
3	22.06.17	102,3	395,1	422,5	394,2
Среднее		147,4	321,0	303,1	299,9
1	19.07.16	96,0	157,3	148,0	138,7
2	02.09.16	382,7	365,3	434,7	449,3
3	02.07.17	147,4	321,0	303,1	299,9
Среднее		208,7	281,2	295,3	296,0
1	29.07.16	92,1	176,2	182,0	164,3
2	30.09.16	396,3	525,3	478,7	532,0
3	12.07.17	152,3	431,1	502,8	501,1
Среднее		213,6	377,5	387,8	399,1

Использование агроприема уплотнения почвы статистически значимо увеличивает численность сорных растений по сравнению с вариантами без его применения ($p < 0,05$).

При проведении агротехнических мероприятий по снижению численности сорных растений важно учитывать биологические особенности культуры, в частности, строение корневой системы. В результате проведенного исследования установлено, что ветвление главного корня арбуза начинается на глубине 4-5 сантиметров независимо от способов возделывания. Основная масса боковых корней расположена в пахотном горизонте на глубине 4-15 сантиметров.

Учитывая особенности строения корневой системы арбуза и глубину прорастания семян сорных растений, возникла необходимость обработки поверхности почвы на глубину до 4 сантиметров. Решением данной задачи стало создание агрегата универсального в модификации возделывания бахчевых культур АУ-М 3. При движении агрегата включается система гидропривода щеточного барабана, а установленные лапы бритвы подрезают сорные растения, ротационная зубчатая боронка рыхлит поверхность почвы, щеточный барабан при вращении осуществляет вычесывание на установленную глубину сорных растений, находящихся в почвенном слое.

Нами была разработана схема расположения щеточных дисков на барабане в зависимости от фаз развития растений арбуза. В предпосевной период на щеточном барабане в зоне ранее

спрофилированных узкопрофильных гряд устанавливаются щеточные диски с меньшим диаметром, соответствующее ранее образованному профилю поверхности почвы (рисунок 2, а).

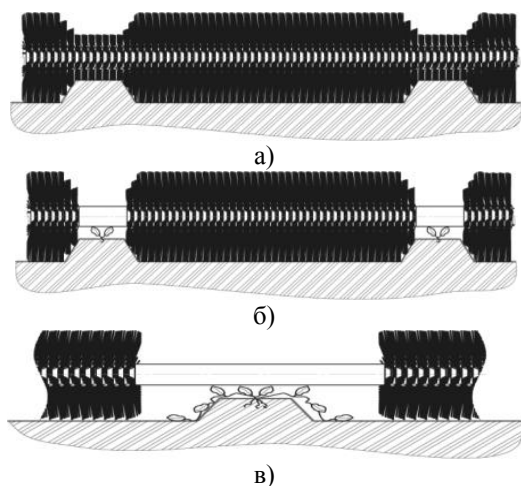


Рисунок 2 – Обработка поверхности почвы при возделывании арбуза агрегатом универсальным с применением щеточного барабана:

а) предпосевная сплошная; б) послевсходовая; в) в период вегетации

При появлении всходов арбуза или после посадки рассады на барабане снимаются щеточные диски в зоне расположения узкопрофильных гряд, и по мере появления сорных растений осуществляется междурядная обработка почвы (рисунок 2, б). В процессе вегетации, когда растение достигает длины 30-40 см, агрегат универсальный перестраивается на однорядную обработку. Для этого технологического процесса щеточные диски с середины снимаются на расстоянии 60-70 см (рисунок 2, в).

Применение данного агроприема при возделывании арбуза возможно до момента разрастания плетей, что позволяет регулировать численность сорных растений в междурядьях без применения гербицидов большую часть периода вегетации. После смыкания плетей обработку почвы не проводили. Сильное развитие вегетативной массы арбуза создает затенение, препятствующее возобновлению сорных растений. Следовательно, агроприемы, способствующие увеличению листовой поверхности растений арбуза (например, внекорневые подкормки биопрепаратами), можно рассматривать как способы борьбы с сорной растительностью.

Проведенные исследования показали эффективность применения агрегата универсального в модификации возделывания бахчевых культур АУ-М 3 со щеточным барабаном в снижении численности сорных растений при возделывании арбуза (таблица 3).

Таблица 3. Численность сорных растений при возделывании арбуза, 2015-2016 гг.

Уничтожено сорных растений								
в предпосадочный период, шт/м ²			в послепосадочный период, шт/м ²				всего, шт/м ²	в предпосадочный период, %
учеты		всего	учеты			всего		
1	2		1	2	3			
УП «Агрокомбинат «Ждановичи», Минский район								
558	328	886	118	85	77	280	1166	86
ОАО «Черняны», Малоритский район								
243	143	386	93	54	34	181	567	68

В условиях Минского района в предпосадочный период было уничтожено 886 шт/м² сорных растений, а в послепосадочный 280 шт/м². Применение новых технических средств в виде агрегата универсального обеспечивает значительное снижение засоренности в предпосадочный период, в который было уничтожено 86 % сорняков за период учета. Более низкая засоренность была характерна для Малоритского района, где в предпосадочный период было уничтожено 386 шт/м², а в послепосадочный 181 шт/м² сорных растений. Всего за учетный период было уничтожено 567 шт/м² сорняков, из них 68 % в предпосадочный период.

Выводы.

1. Наибольшее количество семян сорных растений прорастает в почвенном слое 0-3 см. На глубине более 3 см количество проростков сорных растений значительно снижается.

2. Уплотнение почвы способствует увеличению дружности всходов сорных растений на 86-98 %. Использование этого агротехнического приема в предпосевной и предпосадочный периоды позволяет добиться максимальной всхожести сорных растений для их последующего уничтожения.

3. Ветвление главного корня арбуза начинается на глубине 4-5 сантиметров независимо от способов возделывания, поэтому рыхление почвы при обработке междурядий необходимо осуществлять не глубже 4 сантиметров.

4. Применение агрегата универсального в модификации возделывания бахчевых культур АУ-М 3 со щеточным барабаном является высокоэффективным агроприемом уничтожения сорных растений, позволяющем снизить численность сорняков в предпосадочный период на 68-86 %. При использовании агрегата производится одновременное рыхление почвы, что в дальнейшем снижает прорастание семян сорных растений в период вегетации.

Данные агротехнические приемы позволяют исключить применение гербицидов при возделывании арбуза и получать высококачественную продукцию в системе экологического земледелия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Логинов, В. Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины, последствия и адаптация хозяйственной деятельности / В.Ф. Логинов // География и природные ресурсы. – 2014. – № 1. – С. 13–24.
2. Логинов, В. Ф. Многолетние сезонные изменения температуры воздуха в Беларуси и пространственно-временные особенности формирования засух / В. Ф. Логинов, Ю. А. Бровка // Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата: материалы Международной науч. конф., 5 – 8 мая 2015 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: П. С. Лопух (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – С. 17–19.
3. Логинов, В. Ф. Сезонные особенности изменения климата Беларуси / В. Ф. Логинов, Ю. А. Бровка // Природопользование. – 2014. – Вып. 25. – С. 16–22.
4. Мельник, В.И. Изменение климата и меры адаптации сельского хозяйства к этим изменениям в Республике Беларусь / В.И. Мельник // Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции; сост.: Н.И. Поречина. – Минск: Донарит, 2012. – С. 57–60.
5. Аутко, А.А. Стратегия производства арбуза в Беларуси / А.А. Аутко, С.Н. Волосюк, И.Н. Путырский // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – №12 (176). – С. 24–27.
6. Аутко, А. А. Арбуз и дыня в Беларуси / А. А. Аутко. – Минск : Белорусский дом печати, 2015. – 128 с.
7. Белик, В. Ф. Бахчеводство / В. Ф. Белик. – М. : Колос, 1982. – 175 с.
8. Филов А. И. Бахчеводство. – М. : Колос, 1969. – 263 с.
9. Коршиков, Б.М. Лекарственные свойства сельскохозяйственных растений / Б.М. Коршиков, Г.В. Макарова, Н.Л. Налетько; под общей редакцией Борисова М.И. и С.Я.Соколова. 2-е издание, переработанное и дополненное. Минск, Ураджай 1985 г. – 272 с.
10. Байрамбеков, Ш. Б. Борьба с сорняками овощебахчевых культур / Ш. Б. Байрамбеков, З. Б. Валеева, О. Г. Корнева // Защита и карантин растений. – 2012. – № 3. – С. 22–24.
11. Чуркина, Г.Н. Влияния многолетнего применения глифосатсодержащих гербицидов на микробоценоз южных черноземов / Чуркина Г.Н. // Матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Напрями розвитку сучасних систем землеробства», присвяченої 110-річчю від дня народження професора С.Д. Лисогорова: наукове видання. – Херсон: ВЦ «Колос», 2013. – С. 591–595.
12. Москвичев, А.Ю. Агротехнические и химические способы борьбы с засоренностью и болезнями посевов арбуза / А.Ю. Москвичев, Т.М. Конотопская, М.А.

Девятаев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2009. – № 2 – С. 3–10.

13. Москвичев, А.Ю. Эффективность средств защиты растений, обработки почвы и удобрения при возделывании столового арбуза в зоне темно-каштановых почв Волгоградской области / А.Ю. Москвичев, Т.М. Конотопская, М.А. Девятаев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – №1 (17). – С. 34–42.

14. Девятаев, М.А. Агротехнические приемы повышения продуктивности столового арбуза в подзоне южных черноземов Волгоградской области –: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук : специальность 06.01.01 Общее земледелие.

15. Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве: [Сборник статей] / Под ред. д-ра с.-х. наук В. Ф. Белика ; Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. Науч.-исслед. ин-т овощного хоз-ва МСХ РСФСР. - Москва : 1970. – 211 с.

16. Шпанев, М.А. Новые подходы к методике учета сорных растений / Н.А. Шпанев, П.В. Лекомцев // Защита и карантин растений. – 2012. – № 8. – С. 38-41.

17. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 351 с.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5

tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24, fax: (498) 694-09-02

E-mail: vniif@vniif.ru

www.vniif.ru

ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА КАЧЕСТВО ЛЕКАРСТВЕННОГО СЫРЬЯ КАЛЕНДУЛЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Е.И. Дорошкевич, С.Ю. Родионова, И.Н. Дорошкевич

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: календула лекарственная, минеральные и органические удобрения, регуляторы роста растений, гербициды, качество лекарственного сырья, экстрактивные вещества, флавоноиды, зольность.

Аннотация. Применение средств химизации (органических и минеральных удобрений, регуляторов роста растений и гербицидов) при возделывании календулы лекарственной не ухудшает биохимические показатели качества лекарственного сырья, они соответствуют требованиям фармакопеи. Содержание экстрактивных веществ в лекарственном сырье календулы в большой степени зависит от применения органических и органо-минеральных удобрений, на фоне которых этот показатель составляет 48,8 и 52,2% по сравнению с 45,3% в варианте без удобрений. Содержание флавоноидов в пересчете на рутин показывает, что их количество в лекарственном сырье календулы изменяется от 1,39 до 1,46%. Применение гербицида Стомп, 33% к.э. в дозе 3,0 л/га (после посева календулы до всходов культуры) и обработка растений календулы в фазу бутонизации регуляторами роста растений не оказывает существенного влияния на содержание экстрактивных веществ, флавоноидов и зольность лекарственного сырья.

IMPACT OF CHEMICALS ON QUALITY OF MEDICINAL RAW MATERIAL OF CALENDULA OFFICINALIS IN CONDITIONS OF THE WESTERN PART OF THE REPUBLIC OF BELARUS

A. Darashkevich, S. Radionova, I. Darashkevich

EI “Grodno State Agrarian University”, Grodno, Republic of Belarus
(Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova St. e-mail:
ggau@ggau.by)

Keywords: medicinal herbs, mineral and organic fertilizers, contamination, medicinal herbs quality, *Calendula officinalis*.

Summary: The use of chemicals (organic and mineral fertilizers, plant growth regulators and herbicides) for the cultivation of *Calendula officinalis* does not impair the biochemical indicators of the quality of medicinal raw materials, they still comply with the requirements of the pharmacopeia. The content of extractives in the medicinal raw material of *Calendula officinalis* is highly dependent on the use of organic and organic-mineral fertilizers. The amount of extractives is between 48.8 and 52.2%, compared with 45.3% in the variant without fertilizers. The content of flavonoids in terms of routine indicates that their amount in the calendula's raw material varies from 1.39 to 1.46%. Application of herbicide Stompe, 33% in a dose of 3.0 l per ha (after seeding of calendula before crop emergence) and treatment of calendula plants in the budding phase by plant growth regulators does not significantly affect the content of extractives, flavonoids and ash content of medicinal raw materials

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Лекарственному растениеводству, как эффективной и импортозамещающей отрасли сельскохозяйственного производства в современных условиях развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь уделяется особое внимание, так как на мировом фармацевтическом рынке лекарственное растительное сырьё пользуется повышенным спросом. Среди большого разнообразия лекарственных растений, широко произрастающих в условиях Беларуси, календула лекарственная (ноготки) - *Calendula officinalis* L. занимает одну из лидирующих позиций [1,2].

В условиях нашей республики календула может успешно культивироваться, о чём свидетельствует опыт выращивания данной культуры. Объем производства календулы лекарственной в Беларуси в последние годы составляет более 15,3 тонн [3, 4]. В этой связи мы можем отнести ее к числу промышленных лекарственных растений.

Лекарственным сырьем календулы являются цветки (соцветия), поэтому при ее возделывании важно получить высокий урожай цветков.

Технология возделывания календулы лекарственной предусматривает обеспечение растений необходимыми элементами питания. Многолетний опыт выращивания данной культуры на

дерново-подзолистой почве позволил нам определить положительное влияние органических и минеральных удобрений на интенсивность цветения и урожайность календулы. Установлено, что органические и минеральные удобрения, применение которых является обязательным приемом для получения высоких урожаев цветков календулы лекарственной, оказывают непосредственное влияние на побегообразование, образование бутонов и цветение культуры, что приводит к повышению ее продуктивности и увеличению сбора лекарственного сырья. Оптимальными дозами удобрений под календулу лекарственную являются навоз 40 т/га + N₉₀ P₁₂₀ K₉₀ и навоз 80 т/га + N₆₀ P₉₀ K₆₀, обеспечивающие 14,4 -14,6 ц/га сухих цветков [5, 6].

Помимо элементов питания на растения календулы лекарственной значительное действие оказывают регуляторы роста растений. Так, под их влиянием урожайность цветков возрастает на 10,7 – 11,5 %. Положительное действие Оксидата торфа является более стабильным. Он повышает продуктивность календулы на 0,8-1,4 ц/га, в то время как Эпин на 0,4-1,2 ц/га [7]. Применение регуляторов роста Эпин и Оксидат торфа при возделывании календулы лекарственной достаточно эффективно отражается на ее устойчивости к возбудителю мучнистой росы, что в свою очередь повышает урожайность лекарственного сырья *Calendula officinalis* [8].

В последние годы для борьбы с сорняками при промышленном возделывании лекарственных растений в агроценозах стали более широко применяться гербициды [9].

Таким образом, при выращивании календулы лекарственной активно используются средства химизации (удобрения, регуляторы роста растений, гербициды), повышающие выход продукции. В то же время важным моментом является влияние этих веществ на качество лекарственного сырья.

Цель работы: изучить влияние средств химизации (удобрений, регуляторов роста растений и гербицидов) на качество лекарственного сырья календулы. Задачи исследований: определить содержание золы, экстрактивных веществ и флавоноидов в лекарственном сырье календулы и сравнить показатели с требованием фармакопеи.

Материалы и методика исследований. Исследования проводились в условиях западной части Беларуси на опытном поле Гродненского государственного аграрного университета в 2014-2015 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на песчанистой связной супеси, подстилаемой с глубины 0,5 метра моренным суглинком, характеризовалась средним уровнем плодородия.

Механический состав почвы и ее агрохимическая характеристика соответствовали биологическим особенностям изучаемой культуры.

Схема опыта включала варианты с применением органических и минеральных удобрений (40 т/га навоза; 40 т/га навоза + высокий уровень минерального питания - $N_{90}P_{120}K_{90}$), гербицидов и регуляторов роста растений. Контролем служил вариант без применения средств химизации (без удобрений, ручная прополка), фоном – вариант с применением органических и минеральных удобрений.

В качестве регуляторов роста применяли Эпин, Гидрогумат и Оксидат торфа. Препараты вносили вручную ранцевым опрыскивателем в третью декаду июня в фазе начала бутонизации в следующих дозах: Эпин - 50 мл/га, Гидрогумат - 1,5 л/га, Оксидат торфа – 0,3 л/га. Норма расхода рабочего раствора – 200 л/га.

Календулу (сорт Махровая 2000) высевали в 1 декаде мая в предварительно нарезанные гребни. Норма высева 10 кг/га семян, глубина заделки семян 2-3 см. Ширина междурядий 70 см. Общая площадь делянки 35 м², учетная - 17,5 м². Повторность – четырехкратная. Предшественником во все годы исследований были однолетние травы.

Основная и предпосевная обработка почвы проводилась в соответствии с регламентами, как для пропашных культур и в соответствии с общепринятой технологией для условий Гродненской области.

В начальный период роста уход за растениями состоял из ручной прополки сорняков и двух междурядных обработок. Гербицид Стомп, 33% к.э. в дозе 3,0 л/га применяли после посева календулы до всходов культуры. Норма расхода рабочего раствора гербицидов 300 л/га.

Уборка соцветий проводилась вручную в фазе раскрытия не менее половины язычковых цветков. За сезон проведено 6 учетов. Для определения качества лекарственного сырья составлялся средний образец.

Результаты исследований и их обсуждение. В связи с тем, что такие показатели качества как остатки цветоносов, корзинки с полностью осыпавшимися язычковыми и трубчатыми цветками, побуревшие корзинки, органические и минеральные примеси, влажность зависят в первую очередь от качества сбора и сушки, которые в нашем опыте были одинаковыми по всем вариантам, они обсуждаться не будут.

Качество лекарственного сырья мы оценивали по нормативным биохимическим показателям, обязательным для проверки - это содержание флавоноидов в пересчете на рутин, содержание

экстрактивных веществ и золы. Полученные результаты мы сравнивали с требованиями фармакопеи. Результаты приведены в таблице.

Исследованиями установлено, что содержание веществ вторичного происхождения в цветках календулы и их зольность в большой степени зависит от агротехники возделывания, в частности от применения удобрений.

Таблица - Влияние средств химизации на качество цветков календулы лекарственной, (среднее за 2014-2015 гг.)

Варианты опыта	Содержание флавоноидов в пересчете на рутин, %	Содержание экстрактивных веществ, %	Зола общая, %
Контроль - без удобрений (ручная прополка)	1,40	45,3	6,80
Контроль - без удобрений (гербицид)	1,40	45,5	6,78
40 т/га навоза	1,44	48,8	7,86
Фон – 40 т/га навоза + N ₉₀ P ₁₂₀ K ₉₀	1,46	52,2	8,64
Фон + эпин	1,46	52,6	8,75
Фон + гидрогумат	1,42	52,4	8,79
Фон + оксидат торфа	1,42	52,4	8,54
<i>Требования фармакопеи</i>	<i>Не менее 0,6</i>	<i>Не менее 35</i>	<i>Не более 11</i>

Полученное в наших опытах лекарственное сырье содержит 45,3% экстрактивных веществ на контроле и 48,8 и 52,2% - при применении органических и органо-минеральных удобрений (таблица), что в 1,3 -1,5 раза выше требований фармакопеи (35%). Применение удобрений повысило данный показатель в 1,1-1,2 раза по сравнению с контрольным вариантом.

Обработка растений календулы в фазу бутонизации регуляторами роста не оказала существенного влияния на этот показатель. Содержание экстрактивных веществ в зависимости от вида регулятора роста изменялось лишь в пределах 0,2-0,4 п.п. (процентных пункта).

Содержание общей золы (зольность) в вариантах с применением средств химизации составило 8,54-8,79 % (изменение в пределах 0,25 п.п.) и также было практически вне зависимости от использования регуляторов роста. На зольность сырья календулы (цветков) оказали

влияние только органические и минеральные удобрения. Однако ни по одному из вариантов ее содержание в лекарственном растительном сырье не превысило допустимого уровня (11%).

Содержание флавоноидов в пересчете на рутин показывает, что их количество изменялось от 1,39 до 1,46% и более чем в 2 раза превысило регламентируемый минимум, что является положительным результатом. Применение органических, а также на их фоне высокой дозы минеральных удобрений стимулировало синтез флавоноидов и их количество увеличилось на 0,04-0,06 процентных пункта.

При применении гербицида Стомп, 33% к.э. в дозе 3,0 л/га (после посева календулы до всходов культуры) изучаемые показатели качества лекарственного сырья календулы практически не изменялись по сравнению с вариантом без применения средств химизации.

Заключение. Таким образом, применение средств химизации при возделывании календулы лекарственной в агроценозе не ухудшает нормативные биохимические показатели качества лекарственного сырья, они соответствуют требованиям фармакопеи. При применении органических (40 т/га навоза) и органо-минеральных удобрений (40 т/га навоза + высокий уровень минерального питания - N90P120K90) содержание экстрактивных веществ в лекарственном сырье повышается в 1,1 -1,2 раза, зольность в 1,2-1,3 раза, содержание флавоноидов в пересчете на рутин незначительно повышается по сравнению с вариантом без удобрений.

Применение гербицида Стомп, 33% к.э. в дозе 3,0 л/га (после посева календулы до всходов культуры) и обработка растений календулы в фазу начала бутонизации регуляторами роста эпин, гидрогумат и оксид торфа не оказывает существенного влияния на содержание экстрактивных веществ, флавоноидов и зольность лекарственного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Darashkevich Ivan. The sources for medicinal herbs supply in Belarus // *Problemy rolnictwa swiatowego*. Tom XII.- С.III i IV.- Warszawa: SGGW, 2004.- P. 231-236.
2. Шкляров, А.П. Календула лекарственная. / А.П.Шкляров, А.В. Хоменков, В.С. Кринулевич/ Белорусское сельское хозяйство: Ежемесячный научно-производственный журнал для работников АПК. 2005 – № 11.-С 56-57.
3. Дорошкевич И.Н. Лекарственное растениеводство: тенденции и перспективы // Изв. НАН Беларуси. Сер. аграр. наук.-2010.-№1.-С 71-76.
4. Леванов, С.Ю. Экономические аспекты лекарственного растениеводства КСУП «Совхоз «Большое Можейково» / С.Ю. Леванов, И.Н. Дорошкевич, О.Ю. Яскевич // Лекарственные растения: биоразнообразие, технологии, применение : сборник научных статей по материалам I Международной научно-практической конференции (Гродно, 5-6 июня 2014 года) / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики

Беларусь, Учреждение образования "Гродненский государственный аграрный университет". - Гродно : ГГАУ, 2014. - С. 229-232.

5. Дорошкевич, Е. И. Особенности роста и развития календулы лекарственной в зависимости от условий питания растений / Е. И. Дорошкевич, С. Ю. Родионова // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы : сборник научных трудов : в 4 т. / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования "Гродненский государственный университет". - Гродно, 2006. - Т. 1: Сельскохозяйственные науки (Агрономия). - С. 157-162

6. Дорошкевич, Е.И. Урожайность и качество цветков календулы лекарственной в условиях различной обеспеченности элементами питания / Е. И. Дорошкевич // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы : сборник научных трудов : в 4 т. / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования "Гродненский государственный университет". - Гродно, 2006. - Т. 1: Сельскохозяйственные науки (Агрономия). - С. 300-305.

7. Действие физиологически активных веществ на рост и развитие календулы лекарственной / Е. И. Дорошкевич [и др.] // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы : сборник научных трудов в двух томах / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования "Гродненский государственный университет". - Гродно, 2010. - Т. 2: Агрономия. Ветеринария. - С. 42-49.

8. Влияние регуляторов роста на болезнеустойчивость *Calendula officinalis* L. и урожайность лекарственного сырья / Е. И. Дорошкевич [и др.] // Лекарственные растения: биоразнообразие, технологии, применение : сборник научных статей по материалам I Международной научно-практической конференции (Гродно, 5-6 июня 2014 года) / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования "Гродненский государственный аграрный университет". - Гродно : ГГАУ, 2014. - С. 217-219.

9. Якимович, Е.А. Снижение вредоносности многолетних сорных растений в посевах календулы лекарственной и ромашки аптечной / Е.А. Якимович // Земледелие и защита растений, №1.- Минск, 2016, -С.33-38.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district,

B. Vyazemy, 5

tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24, fax:

(498) 694-09-02

E-mail: vniif@vniif.ru

www.vniif.ru

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ПЕСТИЦИДНОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

М.А. Калясень, Г.А. Зезюлина, С.С. Зенчик

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008, г.
Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: fita@ggau.by)

Ключевые слова: яровая пшеница, протравители семян, фунгициды, фитозэкспертиза семян, болезни листового аппарата, корневые гнили, биологическая и хозяйственная эффективность.

Аннотация. В статье приведены результаты испытаний нового протравителя семян яровой пшеницы Систива в 2014-2015 гг. Установлено, что испытываемый протравитель Систива в дозировке 0,75 л/т положительно повлиял на всхожесть культуры, увеличил длину и массу корневой системы, снизил развитие корневых гнилей в начальный период роста культуры. Все предложенные фунгицидные схемы (Иниур Перформ+Систива – Осирис; Иниур Перформ – Адексар Осирис; Иниур Перформ – Капало – Осирис) показали высокую биологическую эффективность против болезней листового аппарата, колоса и корневых гнилей и обеспечили за счет этого достоверную величину сохраненного урожая от 9,4 до 11,3 ц/га. При этом максимальная урожайность была получена при применении баковой смеси протравителей Систива + Иниур Перформ и однократным применением Осириса. Полученные данные позволяют рекомендовать данную схему для использования в производственных условиях, что позволит сохранить урожай и снизить пестицидную нагрузку при выращивании яровой пшеницы.

WAYS OF DECREASE IN PESTICIDE LOAD SPRING WHEAT CULTIVATION

M.A. Kalyasen, G.A. Zezyulina, S.S. Zenchik

IE "Grodno State Agrarian University", Grodno, Belarus (Republic of
Belarus, 230008, Grodno, ul Tereshkova, 28; e-mail: fita@ggau.by)

Keywords: spring wheat, seed disinfectants, fungicides, phyto-examination seeds, foliage diseases, root rot, biological and economic efficiency.

Abstract. The paper presents the results of testing a new seed dressing of spring wheat in 2014-2015, Sistiva. Mouth- the tested Sivta etchant at a dosage of 0.75 l / t positively influenced the germination capacity of the crop, increased the length and weight of the root system, reduced the development of root rot in the initial period of cultivation. All the proposed fungicidal schemes (Insour Perform + Sistvia - Osiris, Inshur Perform - Adexar Osiris, Inshur Perform - Kapalo - Osiris) showed high biological efficiency against diseases of the leaf apparatus, ear and root rot and thus ensured the reliable value of the preserved yield from 9, 4 to 11.3 c / ha. At the same time, the maximum yield was obtained by using a tank mixture of Sistvia + Inshur Perform dressing and one-time application of Osiris. The data obtained make it possible to recommend this scheme for use in production conditions, which will allow to save the crop and to reduce the pesticide load during the cultivation of spring wheat.

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Почвенно-климатические условия Беларуси благоприятны для возделывания зерновых культур. В последние годы отмечается рост посевных площадей под яровую пшеницу. Однако получению потенциального урожая высокого качества препятствует ежегодное развитие ряда вредоносных заболеваний корневой системы, листового аппарата и колоса. Поэтому в современном земледелии при ее выращивании активно используются препараты фунгицидного действия. Традиционная система защиты посевов яровой пшеницы от болезней предполагает двукратное применение препаратов в фазу флаг листа и колошения культуры (при пороге вредоносности 5%) на фоне протравливания семян. При этом их применение должно быть высокоэффективным относительно патогенов, рентабельным с экономической точки зрения и максимально безопасным для окружающей среды. Добиться этого можно, используя фунгициды с новыми действующими веществами и формуляциями, что позволяет повысить их биологическую эффективность; либо применять фунгициды – аналоги оригинальных дорогостоящих препаратов; либо препараты с длительным защитным действием, что позволит сократить первую фунгицидную обработку.

В последние годы на рынке средств защиты растений появился новый фунгицидный протравитель Систива. Это первый листовой фунгицид, применяемый методом протравливания для защиты зерновых

культур, позволяющий оптимизировать затраты на фунгицидную защиту растений и снизить пестицидную нагрузку. Он защищает семена, всходы, а также молодые растения, начиная с момента протравливания (стадия прорастания) и заканчивая стадией колошения. При его применении отпадает необходимость в обычном применении фунгицидов для защиты зерновых в стадии кущения — выход в трубку — флаг лист (ст.25-39). Фунгицидную обработку по листу можно перенести на протравливание семян.

На базе Агроцентра УО «ГГАУ», был испытан и рекомендован для включения в «Государственный реестр средств защиты растений Республики Беларусь...» новый протравитель фирмы «БАСФ» Систива.

Цель работы – оценка биологической и хозяйственной эффективности нового протравителя семян яровой пшеницы Систива в условиях опытного поля УО «ГГАУ». Оценка различных схем фунгицидной защиты в посевах яровой пшеницы.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в 2014 – 2015 гг. в условиях опытного поля УО «Гродненский государственный аграрный университет» на агродерново-подзолистой связносупесчаной почве (гумус – 1,82%; pH – 6,05; P_2O_5 – 225 мг/кг; K_2O – 187 мг/кг). Предшественник яровой пшеницы – картофель. Сорт яровой пшеницы – Дарья. Обработка почвы – вспашка на глубину – 20 – 22 см, весеннее закрытие влаги – культивация на глубину 10 – 12 см, предпосевная обработка почвы АКШ – 3,6. Внесение удобрений: основное - аммофос (90 кг Р по д.в.), хлористый калий (120 кг К по д.в.), карбамид (50 кг N по д.в.); подкормка – карбамид (50 кг N по д.в.) в фазу кущения культуры. Срок посева: 08.04 2014 г., 14.04 2015 г.; норма высева семян – 5 млн. шт./га; способ сева - рядовой с шириной междурядий 12,5 см. Мероприятия по уходу за посевами: прополка посевов Серто плюс (0,2 кг/га), применение ретарданта Терпал (1 л/га), использование инсектицида при ЭПВ вредителей БИ – 58 новый (1,5 л/га).

Вид опыта: полевой мелкоделяночный; площадь общей и учетной деланки – 25 м²; количество повторностей – 3. Семена обрабатывались протравочной машиной Fagment для мелких партий семян. Норма расхода рабочей жидкости – 10 л/т. Схема опыта:

1. Иншур перформ (0,5 л/т) – протравливание.
2. Систива 0,75 л/т + Иншур перформ (0,5 л/т) – протравливание; 51 ст. – Осирис (1,5 л/га)
3. Иншур перформ (0,5 л/т) - протравливание; 37 ст. Адексар (1,0 л/га); 51 ст. Осирис (1,2 л/га).

4. Иншур перформ (0,5 л/т) - протравливание; 37 ст. – Капало (1,5 л/га); 51 ст. – Осирис (1,2 л/га).

Фитоэкспертиза семян проводилась после посева культуры методом закладки рулонов; учет сопутствующих заболеваний - в стадию флага листа и колошения яровой пшеницы по общепринятым в фитопатологии методикам с определением распространенности, развития заболеваний и биологической эффективности препаратов. Учет урожайных данных, развития корневых гнилей и болезней колоса проводился после уборки культуры.

Метеорологические условия вегетационного периода 2014 года характеризовались достаточно комфортными условиями для роста и развития яровой пшеницы. В начале вегетации пшеницы были благоприятные погодные условия, что способствовало дружному появлению всходов[1-4]. Умеренная температура и повышенная влажность воздуха способствовали активному развитию мучнистой росы в июне и септориоза в июле. В целом метеорологические условия вегетационного сезона в 2014 году были благоприятны для яровой пшеницы и для развития патогенов, что позволило провести исследования на естественном инфекционном фоне.

В условиях 2015 года всходы культуры появлялись в менее комфортных условиях, так как наблюдалось майское похолодание (-1,2° от среднеклиматической нормы) с большим количеством холодных дождей ливневого характера (135 % от нормы). Это несколько угнетало основные культуры севооборота (замывало всходы) и одновременно способствовало развитию болезней. В июне и июле осадки выпадали в виде кратковременных дождей (26% и 76% от нормы), температура при этом находилась в пределах среднеголетних показателей. Это способствовало дальнейшему ослаблению культур (на фоне засухи) и резкому повышению количества вредных организмов, в том числе и сорняков. Август месяц оказался рекордным по температуре (+3,6° от среднеголетних показателей) и по количеству осадков 7% от нормы. В таких условиях [5-8], на всех культурах наблюдалось остановка роста, увядание, подсыхание, отмирание отдельных органов или всего растения, что в дальнейшем резко снизило показатели урожайности и качества получаемой продукции. Проявлялась конкуренция за воду и элементы питания между культурными и сорными растениями. В целом 2015 вегетационный период можно считать экстремальным для роста и развития сельскохозяйственных культур и для развития патогенов. Высокая температура и низкая влажность воздуха в июне – июле ограничивали развитие возбудителей мучнистой росы и септориоза на яровой пшенице. Болезни развивались депрессивно; их симптомы

практически не обнаруживались на флаговом листе, что повлияло на урожайные данные.

Результаты исследований и их обсуждение. Оценка влияния протравителей на формирование растений яровой пшеницы была проведена в ходе фитоэкспертизы семян (таблица 1). Рулоны закладывались в трехкратной повторности.

Таблица 1 – Влияние фунгицидов на развитие яровой пшеницы при прорастании семян (лабораторный опыт, УО «Гродненский государственный аграрный университет», 2014 – 2015 гг.)

Вариант	Количество растений в пробе, шт.	Количество не взошедших семян, шт.	Длина ростков, см	Длина корней, см	Масса корней, г	Количество больных растений, шт.
Иншур Перформ (0,4 л/т)	50,0	3,0	14,5	12,0	5,7	2,0
2. Иншур Перформ (0,4 л/т) + Систива (0,5 л/т)	50,0	2,0	14,8	11,8	7,6	1,0
НСР0, 05					1,1	

В ходе опыта было установлено, что оба варианта протравливания семян яровой пшеницы достаточно эффективны, т.к. обеспечили высокую лабораторную всхожесть культуры, позволили растениям сформировать здоровую вегетативную массу и корневую систему, обеспечив высокий уровень биологической эффективности против обыкновенной корневой гнили. Мы отметили, что добавление Систивы было более эффективно относительно варианта с чистым препаратом Иншур Перформ, т.к. уменьшило количество не взошедших семян, увеличило длину ростков, уменьшило длину корней при увеличении ее массы и уменьшило количество больных растений в пробе.

Доминирующими заболеваниями яровой пшеницы на листовом аппарате в годы исследований в условиях 2014-2015 года были мучнистая роса и септориоз. На момент проведения первой обработки фунгицидами в 37 стадию развития культуры (23.05.2014 г.) основным заболеванием в посевах яровой пшеницы была мучнистая роса. Болезнь обнаруживалась на 40% растений на нижних листьях с развитием болезни в 1 балл.

Промежуточный учет, проведенный 06.06.2014 г. спустя две недели после первой обработки фунгицидами показал, что единственным заболеванием в посевах яровой пшеницы была мучнистая роса (таблица 2.3.2). Ее развитие было отмечено на третьем и втором ярусах культуры в контрольном варианте со степенью развития болезни 21,3 и 10%, соответственно ярусам. Все схемы обеспечили 100%-ную эффективность против данной болезни. Развитие септориоза в этот период не отмечалось.

К моменту следующей обработки фунгицидами в 51 стадию развития культуры (16.06.2014 г.) мучнистая роса в контрольном варианте была обнаружена на всех ярусах. При использовании схемы Адексар – Осирис была получена биологическая эффективность на уровне 60,9 – 100%; Капало – Осирис – 88,3 – 100%. Максимальную защиту обеспечило использование протравителя Систива с фунгицидом Осирис (биологическая эффективность – 100%). Повышенная влажность воздуха и достаточно высокие дневные температуры в данный период способствовали появлению септориоза в посевах культуры. В варианте без применения фунгицидов во время вегетации на третьем листе болезнь развивалась со степенью развития 18%, на втором – 3,8%, на флаг листе – 2,5%. Схема Иншур Перформ - Капало – Осирис против мучнистой росы и септориоза обеспечила биологическую эффективность на уровне 72,2 – 100%; Систива – Осирис – 72,2 – 100%. Применение схемы Иншур Перформ – Адексар – Осирис предотвратила прорастание конидий возбудителя септориоза на листьях всех ярусов (биологическая эффективность – 100% и практически подавила развитие возбудителя мучнистой росы (Б. эф. – 96,4%). Таким образом, в данный период против мучнистой росы максимальный защитный эффект был отмечен в варианте с использованием Систива – Осирис, против септориоза – Иншур Перформ – Адексар – Осирис.

Последний учет заболеваний листового аппарата был проведен 10.07.2014 г. Нами было отмечено, что применение всех схем фунгицидов позволило растениям яровой пшеницы дольше вегетировать, чем в варианте без фунгицидной защиты, о чем говорят данные отмирания листового аппарата третьего яруса. В контрольном варианте оно составило 80%, в остальных - 30 – 45%, причем более здоровый листовый аппарат был в вариантах Систива – Осирис и Иншур Перформ – Капало – Осирис. Все фунгицидные схемы обеспечили достаточно высокий уровень биологической эффективности против мучнистой росы и септориоза на листьях второго яруса (59,3 – 72,0% и

67,6 – 80,6%, соответственно заболеваниям) и на флаг листе (80,3 – 83,2% и 82,6 – 91,3%, соответственно).

В 2015 году на момент проведения первой обработки фунгицидами в 34-37 стадию развития культуры (09.06.2015) основным заболеванием в посевах яровой пшеницы была мучнистая роса. Во всех вариантах болезнь обнаруживалась на нижних листьях с развитием болезни в 1-2 балла (развитие болезни – 3,2 – 25%).

К моменту следующей обработки фунгицидами в 51 стадию развития культуры (22.06.2015) складывались благоприятные условия для развития мучнистой росы. Все предложенные схемы фунгицидных обработок практически одинаково сдерживали развитие патогена, останавливая его развитие на уровне 0,2 – 37,4%. Биологическая эффективность в опыте составила 69,8 – 100% - в варианте с Систивой, 81 – 100% - в варианте Адексар – Осирис и 80 – 95% - в варианте Капало – Осирис.

Последний учет заболеваний листового аппарата был проведен в 71 стадию развития культуры. Нами отмечено предотвращение появления мицелия мучнистой росы на листьях верхнего яруса в варианте с использованием нового протравителя Систива и колосового препарата Осирис. В двух других вариантах на некоторых флаговых листьях обнаруживались единичные подушечки мицелия возбудителя мучнистой росы. Развитие болезни на этом этапе на листьях 1 – 3 яруса было в пределах 4– 35,5%. В данный период нами обнаруживались признаки септориоза на листьях нижних ярусов со степенью развития болезни 0,3 – 29,4%. Биологическая эффективность против мучнистой росы во всех вариантах была на одинаковом уровне 53 – 88%, против септориоза – 86 – 97%.

Таким образом, мы установили, что использование фунгицидной схемы Иншур Перформ+ Систива – Осирис было одинаково эффективным против болезней листового аппарата с двукратным применением фунгицидов Адексар – Осирис и Капало - Осирис на фоне протравителя Иншур Перформ.

В ходе опыта нами оценивалось влияние различных схем применения фунгицидов на развитие корневых гнилей и болезней колоса. В 2014 году все фунгицидные схемы повлияли на предуборочное развитие корневых гнилей (биологическая эффективность – 61,9 – 74,6%). При этом максимальные показатели отмечены в вариантах с применением схемы Систива – Осирис. В условиях умеренного развития фузариоза и септориоза колоса все схемы фунгицидной защиты обеспечили эффективность на уровне 66,7 – 73,6 и 62,5 и 76,9%, соответственно заболеваниям.

В 2015 году нами отмечено, что в условиях данного вегетационного периода болезни колоса развивались умеренно-депрессивно. Развитие фузариоза было на уровне 6,5- 23%; септориоз колоса был остановлен на уровне развития болезни 4,5 – 18%. Биологическая эффективность во всех вариантах против фузариоза колоса была на уровне 66 -72%, против септориоза – 70 – 75%.

Все схемы практически одинаково повлияли на предуборочное развитие корневых гнилей (развитие болезни – 5,8 – 27%, биологическая эффективность – 68 – 79%). При этом максимальные показатели отмечены в варианте с применением схемы Иншур Перформ+Систива - Осирис.

Таким образом, относительно болезней корневой системы и колоса схема с применением протравителя Систива была одинаково эффективной со схемами, включающими двукратное применение фунгицидов во время вегетации.

Влияние испытываемых схем применения фунгицидов на структуру урожая отражено в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние фунгицидов на структуру урожая яровой пшеницы (мелкоделяночный опыт, УО «Гродненский государственный аграрный университет», 2014 г.)

Вариант	Количество колосьев на 1 м ² , шт.		Масса одного колоса, г		Масса 1000 зерен, г		Биологическая урожайность, ц/га	
	шт.	+/-к контролю	г	+/-к контролю	г	+/-к контролю	ц/га	+/- к контролю
1.Иншур Перформ (0,5 л/т)	523	-	0,90	-	40,4	-	47,2	-
2. Систива 0,75 л/т + Иншур Перформ (0,5 л/т) 51 ст. – Осирис (1,5 л/га)	536	+13	1,09	+0,19	46,5	+6,1	58,5	+11,3
3.Иншур Перформ (0,5 л/т)	528	+5	1,09	+0,19	45,8	+5,4	57,4	+10,2

37 ст. Адексар (1,0 л/га) 51 ст. Осирис (1,2 л/га)								
4.Иншур Перформ (0,5 л/т) 37 ст. – Капало (1,5 л/га) 51 ст. – Осирис (1,2 л/га)	519	-4	1,09	+0,19	44,6	+4,2	56,6	+9,4
<i>HCP_{0,05}</i>	8,40	-	0,10	-	3,30	-	3,90	-

Использование нового протравителя Систива повлияло на количество сформированных продуктивных стеблей. В этом варианте было получено максимальное количество колосьев с единицы площади в опыте (536 шт.).

Применение всех схем фунгицидов [9-12]. повлияло также на формирование колосьев. Во всех вариантах опыта была получена достоверная прибавка массы 1000 зерен в пределах +4,2 - +6,1 г, биологической урожайности (+11,3, +10,2, +9,4 ц/га, соответственно вариантам). При этом максимальная урожайность была отмечена в варианте с использованием баковой смеси протравителей Систива + Иншур Перформ и однократным применением Осириса (+11,3).

Влияние испытываемых схем применения фунгицидов на структуру урожая яровой пшеницы в 2015 году отражено в таблице 3.

Таблица 3– Влияние фунгицидов на структуру урожая яровой пшеницы (УО «Гродненский государственный аграрный университет», 2015 г.)

Вариант	Количество колосьев на 1 м ² ,		Масса одного колоса, г		Масса 1000 зерен		Биологическая урожайность	
	шт.	+/- к контр олю	г	+/- к контр олю, г	г	+/- к контр олю, г	ц/га	+/- к контр олю, ц/га
1.Иншур Перформ (0,5 л/т)	492	-	0,76	-	31,5	-	37,5	-
2. Систива 0,75 л/т + Иншур Перформ (0,5 л/т)	544	+52	1,10	+0,34	40,6	+9,1	47,4	+9,9

51 ст. – Осирис (1,5 л/га)								
3. Иншур Перформ (0,5 л/т) 37 ст. Адексар (1,0 л/га) 51 ст. Осирис (1,2 л/га)	527	+35	1,10	+0,34	41,2	+9,7	47,9	+10,4
4. Иншур Перформ (0,5 л/т) 37 ст. – Капало (1,5 л/га) 51 ст. – Осирис (1,2 л/га)	534	42	0,88	+0,12	40,9	+9,4	47,5	+10,0
<i>HCP_{0,05}</i>	47,0	-	0,10		1,40	-	2,10	-

Использование протравителей Систива и Иншур Перформ позволило растениям яровой пшеницы сформировать 492 – 544 продуктивных стеблей с 1 м². Масса одного колоса в опытных вариантах была на уровне 0,76 – 1,1 г; масса 1000 зерен составила 31,5 – 41,2 г; биологическая урожайность – 37,5 – 47,9 ц/га. Все показатели находились в пределах ошибки опыта.

Заключение. Таким образом, в условиях вегетационного периода 2014 -2015 годах все предложенные схемы применения фунгицидов в посевах яровой пшеницы Систива 0,75 л/т + Иншур Перформ (0,5 л/т) – протравливание; 51 ст. – Осирис (1,5 л/га). Иншур Перформ (0,5 л/т) - протравливание; 37 ст. - Адексар (1,0 л/га); 51 ст. - Осирис (1,2 л/га). Иншур Перформ (0,5 л/т) - протравливание; 37 ст. – Капало (1,5 л/га); 51 ст. – Осирис (1,2 л/га) показали высокую биологическую эффективность против болезней листового аппарата, колоса и корневых гнилей и обеспечили за счет этого достоверную прибавку урожая от 9,4 до 11,3 ц/га. При этом максимальная урожайность была получена при применении баковой смеси протравителей Систива + Иншур Перформ и однократным применением Осириса. Полученные данные позволяют рекомендовать данную схему для использования в производственных условиях, что позволит сохранить урожай и снизить пестицидную нагрузку при выращивании яровой пшеницы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комаров В.И., Калинина З.Т., Гришина А.В. Динамика агрохимических показателей плодородия почв пахотных угодий и объемов применения средств химизации

во Владимирской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т.30. №11. С. 17-23;

2. Торопова Е.Ю., Казакова О.А., Селюк М.П. Мониторинг септориоза яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т.30. №11. С. 33-35

3. Krasnitsky V.M., Schmidt A.G. Dynamics of Fertility of Arable Soils in Omsk Region and Efficiency of Use of Means for Its Increase under Modern Conditions. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. V.30. No.7. Pp. 34-37 (in Russ.).

4. Е.А. Фёдорова, Е.П. Авгуль, О.В. Илюшкина. Состояние почвенного плодородия, динамика применения минеральных и органических удобрений, баланс элементов питания и гумуса в северной зоне Омской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т.30. №7. С. 38-40.

5. С.Г. Котченко, А.Я. Воронин. Динамика плодородия пахотных почв Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т.30. №7. С. 41-43

6. Gradoboyeva N. A., Elizaryev V. V., Sireneva N.V. Monitoring of Soil Fertility of Arable Lands in the Republic of Khakassia. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. V.30. No. 7. Pp. 44-47 (in Russ.).

7. Ryabets V.K., Mironova O.Yu. Condition of Soil Fertility in Khabarovsk Krai. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. V.30. No. 7. Pp. 48-52 (in Russ.).

7. Chekmarev P.A., Siskevich Yu.I., Brovchenko N.S., Gasiev K.N., Nikulova V.A. Monitoring of Agrochemical Characteristics of Soils in Lipetsk Region. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. V.30. No. 8. Pp. 9-16 (in Russ.).

8. Е.В. Антоненко, Т.А. Сибилева. Динамика изменения показателей плодородия почв центральной и северной сельскохозяйственных зон Амурской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т.30. №8. С. 17-21

Antonenko E.V., Sibileva T.A. Dynamics of Changes in Indicators of Soil Fertility in the Central and Northern Agricultural Zones of Amur Region. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. V.30. No. 8. Pp. 17-21 (in Russ.).

9. Komarov V.I., Kalinina Z.T., Grishina A.V. Dynamics of Agrochemical Indicators of Fertility of Arable Land and Volumes of Application of Chemicalization Means in Vladimir Region. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. V.30. No. 11. Pp. 17-23 (in Russ.).

10. Chekmarev P.A., Prudnikov P.V. Agrochemical and Agroecological State of Soils, Efficiency of Application of Chemicalization Means and New Complex Fertilizers in Bryansk Region. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. V.30. No. 7. Pp. 24-33 (in Russ.).

11. Lukin S.V., Selyukova S.V. Agroecological Assessment of the Influence of Organic Fertilizers on the Microelement Composition of Soil. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. V.30. No. 12. Pp. 61-65 (in Russ.).

12. Masyutenko N.P., Chuyan N.A., Kuznetsov A.V., Breskina G.M., Masyutenko M.N. For improvement of theoretical basis of the formation of ecologically balanced agricultural landscapes Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2015. V. 29. No. 8. Pp. 10-14 (in Russ.).

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИТОСАНИТАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕПЛИЧНОГО ОВОЩЕВОДСТВА

М.В. Маслова, Е.В. Грошева

ФГБОУ ВО Мичуринский государственный аграрный университет,
Тамбовская обл., г. Мичуринск, Россия (Тамбовская обл., 393760,
г. Мичуринск, ул. Интернациональная, 101, e-mail:
marinamaslova2009@mail.ru, ekaterina2687@mail.ru)

Ключевые слова: тепличное овощеводство; фитосанитарный мониторинг; химические, биологические и физические средства защиты растений.

Аннотация. Тестирование овощных культур защищенного грунта на наличие эндофитной, эпифитной, воздушной микробиоты выявило патогенные бактерии родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas* и некротрофные грибы. Проведена оценка эффективности экологически безопасных методов защиты растений: биологического (биофунгициды: Гамаир и Алирин); химического (препарат Intra Hydrocare), физического (лазерное излучение). Отмечено, что для уменьшения ущерба, наносимого патогенами, наиболее перспективным является использование системы защиты растений, предполагающей интеграцию различных методов борьбы с болезнями овощных культур.

MODERN METHODS OF PROVIDING PHYTOSANITARY SAFETY OF GREEN VEGETABLE

M.V. Maslova, E.V. Grosheva

Federal state budgetary educational institution of higher education
(Michurinsk State Agrarian University, Russia, Michurinsk, 393760, 101
International st.; e-mail: marinamaslova2009@mail.ru,
ekaterina2687@mail.ru)

Key words: hothouse vegetable growing; phytosanitary monitoring; chemical, biological and physical means of plant protection.

Summary: Testing of vegetable crops protected ground for the presence of endophytic, epiphytic, aerial microbiota revealed the presence of

pathogenic bacteria of the genera Bacillus, Pseudomonas, Xanthomonas and fungi, mostly belonging to necrotrophs. Due to the fact that in the greenhouse industry are of particular importance ecologically safe methods of protection of plants, to assess the efficiency of chemical preparation Intra Haydrokea, biologics Gamair and the Alirin and laser irradiation in the fight against diseases of vegetable plants. It is revealed that in order to reduce the damage caused by pathogens is necessary to integrate chemical, biological, physical and other methods of monitoring the phytosanitary state of plants.

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Одной из первостепенных проблем тепличного овощеводства для получения продукции высокого качества является подбор экологически безопасных защитных мероприятий, основанный на прогнозировании фитосанитарного состояния, анализе качественного и количественного состава патогенов, взаимодействующих с растением-хозяином, их распространенности, агрессивности и чувствительности к защитным препаратам. В целях снижения ущерба, наносимого фитопатогенами, особое значение придается четкой организации системы защиты растений, предполагающей интеграцию химических, биологических, физических и других методов борьбы.

Целью работы являлось проведение фитосанитарного мониторинга в условиях защищенного грунта для выявления наиболее вредоносных патогенов и оценка эффективности экологически безопасных химических, биологических и физических средств защиты растений от болезней.

Материал и методика исследований. Работа выполнена на базе учебно-исследовательского тепличного комплекса и научно-исследовательской проблемной лаборатории биофотоники ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ».

Диагностику фитосанитарного состояния овощных растений проводили методами визуального обследования, микроскопирования, а также использовали выделение микроорганизмов на питательные среды для последующего изучения их биологических особенностей [3, 9].

Эффективность средств борьбы с болезнями овощных культур оценивали по характеру их воздействия на патогены, а также по общему состоянию растений после проведения санитарно-гигиенических мероприятий. В исследования были включены экологически безопасные методы защиты растений: биологический (биофунгициды, содержащие живые структуры бактерии *Bacillus subtilis* – Алирин,

Гамаир); химический (препарат Intra Hydrocare, созданный на основе 50% раствора перекиси водорода и коллоидного серебра); физический (лазерное излучение).

Антифунгальную способность биоагентов, входящих в состав биопрепаратов, определяли методом двойных культур, т.е. совместного культивирования бактерии-антагониста и гриба-тестера. Посев культур проводили в чашки Петри точкой на расстоянии 3 см. Учитывали размер колоний гриба-тестера. По степени снижения скорости линейного роста колонии гриба судили о фунгицидной активности бактериальных токсинов, которые диффундировали в среду.

Для оценки влияния когерентного света на состояние проростков и плодов огурца, микроорганизмов из биопрепаратов облучение объектов проводили с использованием лазерной установки ГН – 40 (длина волны 632,8 нм, плотность мощности – 2 Вт/м², экспозиция облучения 120 с, 240 с). Семена огурца проращивали в условиях *in vitro* на среде MS, в последствие учитывали морфометрические параметры проростков.

Результаты исследований и их обсуждение. Грамотно выбранный способ фитосанитарного мониторинга овощных культур защищенного грунта позволит принимать адекватные решения по контролю болезней. Особый научный интерес представляют механизмы взаимодействия растений с микроорганизмами. При этом большое значение имеют бактерии и грибы, входящие в состав эндофитной, эпифитной, воздушной микробиоты.

Из воздушной среды и с поверхностей конструкций тепличных отделений после культивирования томата были изолированы патогенные (*Cladosporium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Botrytis*) и сапротрофные (*Penicillium* и *Aspergillus*) грибы. В воздушной микробиоте их средняя частота тестирования составила 55,5%, показатель развития микромицетов на поверхностях – 42,2%.

После культивирования огурца при оценке состава воздушной и поверхностной микробиоты установлено, что уровень накопления грибной инфекции был ниже, чем в отделениях с томатом. Частота тестирования грибов, которые были представлены родами *Cladosporium*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Trichoderma* и красно пигментными дрожжами, составила 13,1% в воздухе и 36,3% на поверхностях.

В состав бактериальной воздушной микробиоты входили представители рода *Bacillus*, их процент тестирования имел достаточно высокие значения и составил 77,9%. Также установлено наличие бактерии рода *Xanthomonas* (частота тестирования – 4,1%).

Тестирование на наличие эндофитной микробиоты овощных растений (огурец, томат) позволило установить присутствие в их внутренних тканях бактерий и грибов. Средняя частота тестирования бактериальной микробиоты у огурца и томата составила 48,4% и 86,7% соответственно. Для грибных патогенов данный показатель был равен 26,0% по огурцу и 3,9% по томату.

При посеве смывов с поверхности испытуемых растений отмечено, что во всех вариантах опыта наблюдался выход бактериальной микробиоты. Грибы тестировались в 61,8% случаев.

Проведенная оценка фитосанитарного состояния овощных культур в условиях теплицы на основе тестирования эндофитной и эпифитной микробиоты растений позволила выявить преобладание бактериальной микробиоты и условно-патогенных грибов. Выделенные бактерии отнесли к родам *Bacillus* и *Pseudomonas*. Грибная микробиота была представлена некотрофами родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*. На листьях и стеблях растений томата также были обнаружены бактерии *Clavibacter* и гриб *Botrytis*, а на листьях огурца выявлено наличие спор гриба *Ascochita*.

Установлено, что возросла паразитическая активность условно-патогенных грибов из родов *Alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium*. Довольно частым становится явление образования комплексов микроорганизмов и ассоциативного поражения растений микробиотой, что является причиной корневых гнилей, усыханий и увяданий не только отдельных органов, но и всего растения в целом. Подобные явления также отмечены в литературе [4, 7].

Перспективное направление в борьбе с фитопатогенами, получившее широкое развитие в связи с необходимостью реализации концепции интегрированной защиты растений, представляет разработка и внедрение в сельскохозяйственную практику средств биологического контроля возбудителей болезней овощных культур.

В качестве основы полифункциональных биопрепаратов для растениеводства перспективными являются культуры бактерий из рода *Bacillus* [2, 6, 13]. При совместном культивировании биоагента (бактерии *B. subtilis* из препаратов Гамаир и Алирин-Б) и микробов-тестеров (*Fusarium oxysporum*, *Clavibacter michiganensis*, *Pseudomonas syringae*) отмечалось подавление роста патогена в результате действия токсинов бактерии-антагониста, которые диффундировали в среду. Объем биомассы гриба *F. oxysporum* в вариантах с использованием *B. subtilis* в среднем снижался на 76,6 % по сравнению с контролем. Площадь колоний возбудителей бактериальных болезней растений *C. michiganensis* и *P. syringae* при совместном культивировании с

биоагентом из препаратов была меньше на 67,5 % по сравнению с данным показателем в контрольном варианте.

Для экологически безопасной борьбы с патогенной микробиотой целесообразно использовать химический препарат Intra Hydrocare. Мощная окислительная способность перекиси водорода, входящей в состав препарата, обеспечивает её бактерицидное и фунгицидное действие. В результате контакта клеток патогенных грибов и бактерий с выделяемым активным кислородом происходит их окисление, что приводит к гибели микроорганизмов. Данное свойство перекиси водорода широко применяется в разных сферах для достижения эффекта дезинфекции. В последнее время в литературе широко освещается вопрос использования перекиси водорода в малых концентрациях в качестве регулятора роста растений, способного вызвать эффект иммунизации [5, 8]. Серебро, входящее в состав препарата, стабилизирует перекись водорода и обеспечивает более длительный эффект, что позволяет предотвратить формирование устойчивых к пероксиду водорода штаммов микроорганизмов, а также способствует усилению дезинфицирующего действия.

Посев суспензии клеток *C. fulvum*, *F. oxysporum*, *C. michiganensis* на твердые питательные среды показал их полную гибель после обработки Intra Hydrocare, при этом в контрольном варианте наблюдалось формирование колоний исследуемых грибов и бактерий.

Применение лазерного облучения открывает широкие перспективы в области стимуляции роста и развития растений [1, 10, 11, 12]. Обработка семян огурца когерентным светом в условиях воздействия токсина *F. solani* способствовала увеличению главного корня проростков на 8,0% и более интенсивному формированию корней второго порядка, а так же на 28,2 % увеличило длину стебля проростка по сравнению с вариантами без облучения. Обработка плодов огурца когерентным светом на начальной стадии поражения грибом *F. oxysporum* снижало интенсивность развития болезни на 17,9 %.

Воздействие когерентного света способно существенно и статистически достоверно повысить жизнеспособность бактериальных клеток, входящих в состав биопрепаратов, а значит и их эффективность. Экспериментально доказано, что лазерное облучение позволяет увеличить биомассу колоний биоагентов в среднем на 16,0% и число колониеобразующих единиц (КОЕ) в 1 мл рабочего раствора на 50,4% по сравнению с необлученным контролем.

Заключение. Проведенные исследования позволили выявить состав патогенных микроорганизмов, взаимодействующих с растением, а также оценить эффективность химических, биологических и

физических средств борьбы с возбудителями болезней сельскохозяйственных культур. Важно отметить, что в целях снижения ущерба, наносимого фитопатогенами, первоочередное значение необходимо придавать четкой организации системы защиты растений, предполагающей интеграцию различных методов борьбы с учетом особенностей региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будаговский А.В., Будаговский О.Н., Мищенко А. Лазерные технологии для растениеводства / А.В. Будаговский, О.Н., Будаговский, А. Мищенко. // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2014. – Т. 51. – С. 207-214.
2. Влияние бактерий рода *Bacillus* на возбудителя бактериального рака томатов / А. Рой, Л. А. Пасичник, Л. С. Церковняк, С.Ф. Ходос, И.К. Кудиш // Микробиол. журнал. – 2012. – Т. 74. – № 5. – С. 74-80.
3. Дудка И.А., Вассер С.П., Элланская И.А., Коваль З.Э. и др. Методы экспериментальной микологии / И.А. Дудка, С.П. Вассер, И.А. Элланская, З.Э. Коваль и др.. Киев: Наукова думка, 1982. – 551 с.
4. Игнатов А.Н. Бактериозы в России: угроза реальна / А.Н. Игнатов Режим доступа к журн. URL: <http://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii> (дата обращения: 08.10.2012).
5. Маслова М.В., Грошева Е.В. Эффективность экологически безопасного дезинфектанта Интра Хайдрокеа в условиях защищенного грунта / М.В. Маслова, Е.В. Грошева // Теплицы России. – 2016. – №4. – С. 46-50.
6. Новикова Н.Н. Полифункциональные биопрепараты для защиты растений от болезней / Н.Н. Новикова // Защита и карантин растений. – 2005. – № 2. – С. 22-24.
7. Смольякова В.М., Пузанова Л.А., Якуба Г.В. Оптимизация структуры патосистем и регулирования численности вредных организмов в плодовом агроценозе / В.М. Смольякова, Л.А. Пузанова, Г.В. Якуба // Садоводство и виноградарство. – 2008. – №5. – С. 15-18.
8. Сравнительная оценка H_2O_2 -разлагающей активности агрессивных и неагрессивных штаммов *Septoria nodorum* / Н.Б. Трошина, О. Б. Сурина, Е.А. Черепанова, Л.Г. Яруллина, И. В. Максимов // Микология и фитопатология. – 2010. – Т.44. Вып. 3. – С. 273-279.
9. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева М.: Дрофа. – 2004. – 256 с.
10. Effect of seed stimulation on germination and sugar beet yield / U. Prośba-Białczyk, H. Szajsner, E. Grzyś, A. Demczuk, E. Sacała, A. Bąk // International Agrophysics. – 2013. – V. 27. – N 2. – P. 195-201.
11. Effect of spatial coherence of light on the photoregulation processes in cells / A. V. Budagovsky, N. V. Solovykh, M. B. Yankovskaya, M. V Maslova, O. N. Budagovskaya and I. A. Budagovsky // Physical Review E. – 2016. – Vol. 94, 012411. – P. 1-5.
12. Hakki S. S., Bozkurt S. B. Effects of different setting of diode laser on the mRNA expression of growth factors and type I collagen of human gingival fibroblasts / S.S. Hakki, S.B. Bozkurt // Lasers in medical science. – 2012. – Т. 27. – N 2. – P. 325-331.
13. Peng Hao-wen, LI Qi-qin, meng Jiao-rong, tang Zhao-lei, Lin Wei Charac-terization of antagonistic protein from *Bacillus sp.* B (11) and its mechanism against *Fusarium oxysporum* on water melon/ Peng Hao-wen, LI Qi-qin, meng Jiao-rong, tang Zhao-lei, Lin Wei // Plant Protection. – 2003. – N 5. – P. 15-26.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ВАЛЕРИАНЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А.А. Регилевич¹, Г.М. Милоста¹, П.Т. Богушевич¹, В.Н. Шнигирь²

¹ УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь,
230008 г. Гродно, ул. Терешковой, 28, ggau@ggau.by)

² КФХ «Агролектрав» Республика Беларусь (Республика Беларусь,
Гродненская обл., Дятловский р-н, Дворецкий с/с, д. Ивезь, ул.
Центральная, shnigir@rambler.ru)

Ключевые слова: валериана, качество, экстрактивные вещества, урожайность, обработка почвы.

Аннотация. В условиях западного региона Республики Беларусь изучена возможность получения корневищ валерианы лекарственной без применения химических средств защиты растений. В результате проведенных исследований установлено, что можно отказаться от применения химических средств защиты растений. Для борьбы с вредителями и болезнями использовались профилактические мероприятия: вспашка с оборотом пласта, соблюдение севооборота и подбор предшественника. Для борьбы с сорняками использовались также профилактические мероприятия – подбор полей, чистых от многолетних сорняков и агротехнические мероприятия – 3-4 междурядные культивации и 2-3 ручные прополки.

Урожайность валерианы лекарственной без применения химических средств защиты растений составила в 2015 г. – 15 ц/га (экстрактивность 25,9%), а в 2016 г. – 20,0 ц/га (экстрактивность 46,1%).

ECOLOGICAL ASPECTS OF GROWING OF VALERIANA OFFICINALIS IN THE WESTERN PART OF THE REPUBLIC OF BELARUS

A.A. Rehilevich¹, H.M. Milosta¹, P.T. Bohushevich¹, V.N. Shnigir²

¹ Ei “Grodno State Agrarian University» Grodno, Republic of Belarus
(230008 Grodno, 28, Tereshkova St., zeml@ggau.by)

² Farm enterprise “Agrolektrav” Republic of Belarus (Republic of Belarus, Grodno region, Dziatlov district, rural council Dvoreckii, v. Ivez, Centralnaya Str., shnigir@rambler.ru)

Key words: valeriana, quality, extractives, yield, soil cultivation.

Аннотация. *The possibility of getting rootstock of Valeriana officinalis without chemical crop protection products application have been studied in the conditions of the western part of the Republic of Belarus. The results of undertaken studies determined that there is a possibility to refuse to apply chemical crop protection products. Preventive measures such as real tillage, keeping of crop rotation and selection of forecrop have been used to control pests and diseases. To control weeds the preventive measures such as selection of fields, which are clean from perennial weeds as well as agrotechnical measures such as 3-4 inter row cultivations and 2-3 hand weedings have been used.*

Valeriana officinalis yield without application of chemical crop protection products contained 15 dt/ha in 2015 (extra activity 25,9%), in 2016 – 20.0 dt/ha (extra activity 46,1%).

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Наступивший новый век требует от всех государств решать две взаимоувязанные глобальные проблемы: первая – обеспечение постоянно растущего населения Земли продовольствием; вторая – сохранение биоразнообразия нашей планеты, которое необходимо для поддержания устойчивого состояния биосферы. Именно эти два направления взаимоотношения живой и неживой природы будут оказывать огромное влияние на дальнейшее развитие человеческого сообщества [4].

Актуальная на сегодняшний день для сельскохозяйственного производства проблема сохранения и повышения плодородия почвы путем применения новых средств биологизации современных систем земледелия. Это позволяет уменьшить объем используемых минеральных удобрений, пестицидов и других энергетических средств неприродного происхождения, нарушающих экологическую безопасность агроландшафта и агроэкосистем в целом. Одно из таких средств - организация системы севооборотов с использованием однолетних и многолетних лекарственных трав, которые являются универсальными предшественниками практически для всех сельскохозяйственных культур и уникальными восстановителями почвенного плодородия и оздоровления почвы. Кроме того,

лекарственные растения являются ценными культурами для животноводства, ветеринарии и медицины [3].

Валериана лекарственная распространена в Андах Южной Америки, в умеренной зоне Северной Америки и по всей Евразии. В России произрастает в европейской части страны до Урала. Приспособлена к разнообразным экологическим условиям, и эта способность поселяться и существовать в различных условиях, поистине удивительна [9].

Исследования онтогенетических особенностей валерианы лекарственной в условиях культуры показало, что при выращивании данной культуры необходимо своевременно проводить агротехнические мероприятия, обеспечивающие максимальную реализацию указанных онтогенетических этапов [10].

Почвенно-климатические условия нашей республики соответствуют биологическим особенностям валерианы лекарственной, поэтому введение ее в культуру привело к необходимости проведения ряда исследований, направленных на изучение отношения растения к условиям произрастания и минеральным удобрениям [8].

Основной лекарственной культурой в КСУП «Совхоз «Большое Можейково» Щучинского района, приносящей прибыль, является валериана лекарственная. В то же время динамика структуры прибыли указывает на снижение удельной доли валерианы в общей структуре прибыли в условиях стабильного развития финансовой системы. Значение сырья валерианы резко возросло в 2012 г., когда вслед за инфляцией выросла закупочная цена. В настоящий момент в среднем за последние 3 года структура прибыли от лекарственного растениеводства сложилась следующим образом: валериана – 75,3%; ромашка – 18,5%; ноготки – 1,9%; пустырник – 4,3% [5].

Проведенные исследования указывают на возможность использования экологических методов возделывания календулы и ромашки аптечной, что позволяет за счет отсутствия расходов на приобретение и внесение средств химизации на 40% снизить затраты и повысить рентабельность производства по сравнению с применением традиционных технологий возделывания этих лекарственных культур в условиях региона [6].

Цель работы – изучить возможность получения корневищ валерианы лекарственной без применения химических средств защиты растений.

Материал и методика исследований. В последние годы практика стран западной Европы показывает, что в обозримом будущем высоким спросом будет пользоваться продукция органического земледелия. Посещая выставку продуктов органического происхождения в

Германии, нами была отмечена следующая закономерность: если в хозяйстве производится экологическая продукция, то обязательно найдется рынок ее сбыта, однако для этого необходимо иметь соответствующие документы, подтверждающие происхождение и качество полученной продукции.

Проанализировав технологию возделывания валерианы лекарственной в КФХ «Агролектрав», мы пришли к выводу о том, что при возделывании данной культуры можно отказаться от применения средств защиты растений, а также минеральных удобрений тем самым сделать шаг к возможности получения экологической продукции валерианы лекарственной в будущем.

Полевые производственные опыты проводились в 2015-2016 гг. в КФХ «Агролектрав» Дятловского района Гродненской области Республика Беларусь. Объектом исследований являлась валериана лекарственной сорта Маун. Валериана высаживалась рассадным способом в предшествующий уборке год. Под валериану вносили минеральные удобрения $N_{100}K_{200}$. Предшественником валерианы лекарственной были промежуточные культуры.

Результаты исследований и их обсуждение. В течение вегетации растения валерианы могут поражаться тлей, совками, луговым мотыльком и другими вредителями. Однако, в большинстве случаев, численность вредителей в посадках культуры не превышает экономический порог вредоносности, что достигается за счет соблюдения севооборота и правильного выбора предшественника. В связи с этим, при возделывании валерианы лекарственной, можно полностью отказаться от применения инсектицидов без существенного снижения ее урожайности, а также без ухудшения качества получаемой продукции.

Из болезней валерианы лекарственной наиболее часто встречаются: корневая гниль, ржавчина и мучнистая роса. В качестве профилактических мероприятий, направленных на снижение распространенности возбудителей данных болезней валерианы лекарственной, проводилась вспашка с оборотом пласта и соблюдение принятого в хозяйстве севооборота. Следует отметить, что корневая гниль данной культуры вызывается неблагоприятными почвенно-климатическими условиями и поврежденные растения необходимо удалять при прополке. Таким образом, если соблюдать данные профилактические мероприятия, при возделывании валерианы лекарственной, также можно отказаться от применения и фунгицидов. Тем более что, при возделывании валерианы лекарственной с

использованием фунгицидов, затраты на их приобретение и внесение получались выше, чем сохраненная прибавка урожая валерианы.

Один из важнейших элементов систем земледелия – борьба с сорняками. Сорняки – это растения, засоряющие сельскохозяйственные угодья, и наносящие вред сельскохозяйственным культурам [7].

Как показывает опыт лекарственного растениеводства, степень сопротивления лекарственных культур влиянию сорняков зависит как от исходного уровня засоренности почвы и посевов, так и от динамики развития культур в процессе вегетации. Конкурентоспособность культур, прежде всего, зависит от скорости, с которой лекарственные растения накапливают вегетативную массу и распределяют ее по площади междурядий [2].

Как показывают исследования, производственная технология требует большого количества затрат ручного труда при возделывании лекарственных растений [5].

Для высадки валерианы лекарственной подбирались участки, чистые от многолетних сорняков. На посадках валерианы наиболее часто встречались следующие виды сорных растений: марь белая, дрема белая, щирица, звездчатка средняя, фиалка полевая, ярутка полевая, горец птичий и шероховатый.

Для борьбы с сорняками использовались агротехнические мероприятия. С осени после высадки валерианы по мере появления сорняков проводились 1-2 окучивания, весной также 1-2 окучивания и ручная прополка 2-3 раза.

Урожайность валерианы лекарственной без внесения химических средств защиты растений, с применением профилактических и агротехнических мероприятий, составила в 2015 г. – 15 ц/га (экстрактивность 25,9%), а в 2016 г. – 20,0 ц/га (экстрактивность 46,1%).

В 2015 году урожайность и экстрактивность валерианы лекарственной была ниже по сравнению с 2016 годом, что в первую очередь, обусловлено погодными условиями, т. к. температура вегетационных периодов возделывания культуры превышала средние многолетние показатели и в некоторые дни достигала до 35⁰С, также в течение полутора месяцев не отмечалось выпадения осадков. В 2016 году сложились более благоприятные погодные условия для роста и развития валерианы лекарственной и, соответственно, был получен более высокий урожай культуры.

Под действием органических удобрений (40, 80, 120 т/га навоза) на посадках валерианы лекарственной сбор экстрактивных веществ вырос в 1,3, 2,0, 2,4 раза соответственно. Действие минеральных удобрений было менее эффективным, обеспечивая увеличение сбора в 1,2-1,5 раза.

Наиболее существенно количество экстрактивных веществ увеличилось от совместного применения органических и минеральных удобрений (в 1,6-3,3 раза), а при дополнительном применении эпина и гидрогумата в 3,4-3,8 раза [1].

Исследования, проведенные С.В. Брилевой, указывают на то, что использование органических удобрений в повышенных дозах (80-120 т/га) было более эффективным по сравнению с применением только минеральных удобрений. При этом был обеспечен больший сбор экстрактивных веществ.

Таким образом, при возникновении необходимости получения экологически чистой продукции валерианы лекарственной в будущем, можно полностью отказаться от применения средств защиты растений, а также минеральных удобрений и заменить их повышенными дозами органических. При этом уменьшится химическая нагрузка на почву и окружающую среду, а плодородие почвы будет сохраняться и повышаться. Однако для того чтобы получать экологически чистую продукцию необходимо, чтобы на законодательном уровне были прописаны преимущества, которые будут получать производители.

Заключение. В результате проведенных нами производственных исследований и изучении научной литературы по данной теме можно сделать вывод о том, в западном регионе Республики Беларусь можно получать экологически чистую продукцию валерианы лекарственной с хорошими показателями качества.

Отказавшись от применения химических средств защиты растений и минеральных удобрений в технологии возделывания валерианы лекарственной, можно значительно уменьшить химическую нагрузку на почву и окружающую среду, и тем самым сохранить и повысить плодородие почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брилева, С.В. Сбор физиологически активных веществ валерианы лекарственной и пустырника пятилопастного в условиях Гродненской области / С.В. Брилева, О.А. Белоус // Лекарственные растения: биоразнообразие, технологии, применение. – Гродно: ГГАУ, 2014. – С. 211-214.
2. Загуменников, В.Б. Оптимизация культивирования лекарственных растений в Нечерноземной зоне России / В.Б. Загуменников. – М.: РАСХН ВИЛАР, 2006. – 76 с.
3. Зими́на, Ж.А. Биологическое значение лекарственных растений в системе севооборота / Ж.А. Зими́на. – Астрахань: Естественные науки. – 2009. – №2 (27). – С. 95-98.
4. Кайшев, В.Г. Экология, природопользование, биоразнообразие в концепции устойчивого развития аграрной экономики / В.Г. Кайшев, С.Н. Серегин // Пищевая промышленность. – М.: Пищевая промышленность, 2017. – №5. – С. 8-14.
5. Леванов, С.Ю. Экономические аспекты лекарственного растениеводства КСУП «Совхоз «Большое Можейково» // С.Ю. Леванов, И.Н. Дорошкевич, О.Ю. Яскевич //

Лекарственные растения: биоразнообразие, технологии, применение. – Гродно: ГГАУ, 2014. – С. 229-232.

6. Никитина, З.В. Производство и переработка экологического лекарственного растительного сырья в Псковской области / З.В. Никитина. – М.: Аграрная наука. – 2005. – №5 – С. 23-25.

7. Регилевич, А. А. Влияние времени анаэробного сбраживания органических отходов в биогазовой установке на жизнеспособность семян осота полевого и подорожника ланцетолистного / А. А. Регилевич, В. А. Сатишур, А. Г. Вакульчик // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы : сборник научных трудов / Учреждение образования "Гродненский государственный аграрный университет". - Гродно, 2014. - Т. 24: Агрономия. - С. 197-204.

8. Регилевич, А. А. Динамика накопления биомассы валерианы лекарственной / А. А. Регилевич, А. Г. Ничипорук // XV международная научно-практическая конференция "Современные технологии сельскохозяйственного производства": материалы конференций (Гродно, 18 мая 2012 года): в двух частях / Учреждение образования "Гродненский государственный аграрный университет". - Гродно, 2012. - Ч. 1: Агрономия, защита растений, зоотехния, ветеринария. - С. 81-82

9. Терехин, А.А. Технология возделывания лекарственных растений / А.А. Терехин, В.В. Вандышев. – М.: РУНД, 2008. – 201 с.

10. Флоря, В.Н. Особенности онтогенеза *Valeriana officinalis* L. культивируемой в условиях Республики Молдова / В.Н. Флоря, Н.Е. Машенко // Лекарственные растения: биоразнообразие, технологии, применение. – Гродно: ГГАУ, 2014. – С. 70-72.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5
tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24, fax: (498) 694-09-02
E-mail: vniif@vniif.ru

www.vniif.ru

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР В ПРОИЗВОДСТВЕ КРУПЯНЫХ И ПРЯНО- АРОМАНИТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР

С.Н.Шиш¹, Н.А. Еловская², Ж.Э. Мазец², А.Г. Шутова¹,
Ю.С. Горгун², А.А. Матус²

¹ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»

г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220012, г. Минск,
ул. Сурганова, 2в; e-mail: svetlana.shysh@gmail.com

²УО «Белорусский государственный университет имени Максима
Танка»

г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220050, г. Минск,
ул. Советская, 18; e-mail: tytsi_92@mail.ru)

Ключевые слова: электромагнитное излучение, предпосевная
обработка, гречиха посевная, чернушка посевная, всхожесть,
продуктивность, элементы структуры урожая.

Аннотация: статья посвящена изучению влияния
низкоинтенсивного электромагнитного излучения (ЭМИ) на элементы
продуктивности гречихи посевной (*Fagopyrum sagittatum gilib*) и
чернушки посевной (*Nigella sativa* L.). Объекты исследования *Fagopyrum*
sagittatum gilib и *Nigella sativa* L. широко используются в пищевой и
медицинской промышленности, однако имеют низкие показатели
урожайности на территории Республики Беларусь. Выявлена видо- и
сортоспецифическая реакция двух тетраплоидных сортов гречихи
посевной и чернушки посевной на различные по частоте и времени
режимы ЭМИ. Под влиянием режимов ЭМИ отмечены
разнонаправленные сдвиги во всхожести, формировании элементов
структуры урожая и продуктивности относительно контроля.
Определен режим предпосевого электромагнитного воздействия,
оказывающий позитивное влияние на рассматриваемые параметры
гречихи тетраплоидной сортов Анастасия и Александрина и чернушки
посевной.

**ELECTROMAGNETIC RADIATION AS AN ENVIRONMENTAL
FACTOR IN THE MANUFACTURE OF GROATS AND SPIRITUAL
AROMANICAL CROPS**

Shysh S.N.¹, Yalouskaya N.A.², Mazets Z.E.², Shutava H.G.¹,
Gargun J.S.², Matus A.A.²

¹ Central Botanical Gardens, NAS of Belarus

Minsk, Belarus (Belarus, 220012, s. Minsk, st. Surgsnova, 2v; e-mail: svetlana.shysh@gmail.com)

² Belarusian State Pedagogical University named after M. Tank

Minsk, Belarus (Belarus, 220050, Minsk, st. Sovetskai, 18; e-mail: tytsi_92@mail.ru)

Key words: *Electromagnetic radiation, pre-sowing treatment, buckwheat sowing, black cumin sowing, germination, productivity, the crop structure elements.*

Summary: *The article is devoted to the study of the low-intensity electromagnetic radiation effect on the productivity elements of buckwheat sowing (*Fagopyrum sagittatum gilib*) and black cumin sowing (*Nigella sativa* L.). The research objects *F. sagittatum gilib* and *N. sativa* are widely used in the food and medical industry, but they have low yields on the territory of the Republic of Belarus. The species-and variety-specific reaction of two tetraploid varieties of buckwheat and black cumin sowing for various frequency and time modes of electromagnetic radiation has been revealed. Under the influence of the EMR regimes multidirectional shifts of the field germination, formation of elements of the crop structure and productivity relative to control were noted. The regime of presowing electromagnetic influence has been determined, which has a positive effect on the parameters of the tetraploid varieties of the buckwheat *Anastasia* and *Alexandrina* and black cumin sowing.*

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Основные тенденции развития сельского хозяйства определяются ростом населения и поиском инновационных подходов при решении продовольственных и экологических проблем. Рост производства и применения удобрений, химических средств защиты растений на протяжении ряда лет привели к возрастанию экологической нагрузки. Поэтому современное сельское хозяйство должно претерпеть определенные изменения для того, чтобы увеличить эффективность работы и, соответственно, продуктивность, а также снизить риск загрязнения сырья и окружающей среды. В настоящее время необходим переход к технологиям, максимально учитывающих биологические особенности культур и экологические требования агроэкосистем.

Одним из путей является разработка и активное внедрение современных ресурсосберегающих и экологически чистых технологий производства растениеводческой продукции [1].

С этой целью успешно могут использоваться физические методы предпосевного воздействия, вследствие их положительного воздействия на растительные организмы, меньшей затратности и отсутствием потенциального вредоносного действия.

Наиболее актуальным в последние десятилетия направлением исследований является изучения электромагнитного излучения (ЭМИ) СВЧ и КВЧ-диапазона [2–5]. Известно, что ЭМИ способны воздействовать дистанционно на живые организмы как в целом, так и на уровне клетки или отдельных органов [6–10]. На сегодняшний день этот вид обработки является наиболее экологическим и безопасным биофизическим методом. В основе этого метода лежит резонансное воздействие электромагнитным полем на каждое семя. При воздействии внешним электромагнитным полем с частотой близкой к резонансной частоте обрабатываемых семян происходит преобразование внешнего излучения в собственные колебания белковых молекул, поскольку клеточная мембрана представляет собой кольцевой диэлектрический резонатор, которому присущи определенные для семян каждой культуры линейные размеры и резонансная частота. Это позволяет ускорять биохимические реакции, влияя на ферментативную активность семян, повышая их качественные характеристики [11–12].

Цель работы: изучить влияние различных режимов ЭМИ на элементы продуктивности гречихи посевной (*Fagopyrum sagittatum gilib*) и чернушки посевной (*Nigella sativa* L.).

Материал и методика исследований. В качестве объекта исследования была выбрана гречиха посевная тетраплоидная двух сортов Анастасия и Александра белорусской селекции, занесенный в Государственный реестр и возделываемые на территории Республики Беларусь. А также перспективная для возделывания в Беларуси пряно-ароматическая культура *N. sativa*, интродуцированная в Центральном ботаническом саду Беларуси. Обработка семян низкоинтенсивным электромагнитным излучением СВЧ-диапазона производилась в НИУ Ядерных проблем БГУ в пяти режимах: Режим 1 (P1) и 1.1 (P1.1) (частота обработки 54–78 ГГц; время обработки 20 минут и 12 минут соответственно); Режим 2, 2.1 и 2.2 (частота обработки 64–66 ГГц; время обработки 20 мин, 12 мин и 8 мин соответственно) (P2, P2.1, P2.2). В ходе исследования оценивалось влияние физической предпосевной обработки на элементы продуктивности выбранных культур.

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что сорта гречихи Анастасия и Александрина характеризуются достаточно высокими показателями полевой всхожести в отличие от чернушки посевной (рис.1).

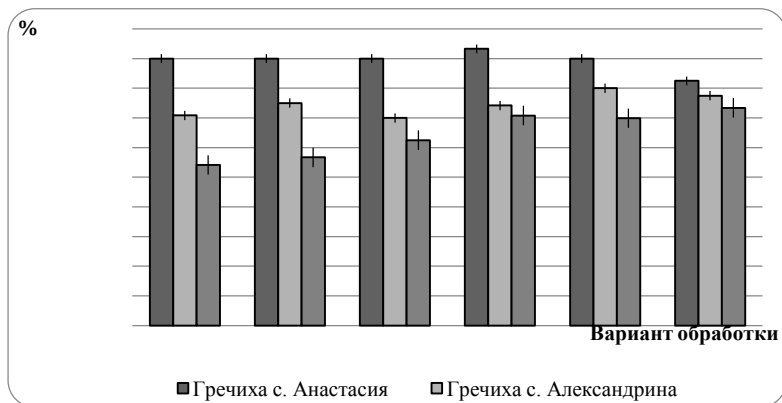


Рисунок 1 – Влияние режимов ЭМИ на полевую всхожесть тетраплоидных сортов гречихи и чернушки посевной (2016 г.)

Отмечено, что все изучаемые режимы повышают всхожесть чернушки посевной, однако максимальный стимулирующий эффект относительно контроля отмечен в узковоловном диапазоне, увеличение составляет 29–35% в зависимости от экспозиции.

На всхожесть растений гречихи ЭМИ оказывало неоднозначное сортоспецифичное влияние, так у с. Анастасия под действием P1, P1.1 и P2.1 показатели полевой всхожести были на уровне контрольных значений, снижение – отмечено под действием P2.3 (на 8,4%) и незначительное повышение при обработке P2 (на 3,7%). У с. Александрина под действием 4-х режимов (P1, P2, P2.1 и P 2.2) отмечено повышение полевой всхожести на 5.9; 4.7; 12.9 и 9.4% соответственно. Тенденция к незначительному снижению полевой всхожести выявлена после воздействия P1.1.

Также изучено влияние ЭМИ на формирование элементов продуктивности объектов исследования, так как целевым продуктом у гречихи и чернушки посевной являются семена.

В ходе исследования у с. Анастасия показатель массы 1000 незначительно отклонялся от контрольных значений под влиянием режимов ЭМИ (рис. 2А). У с. Александрина данный показатель

достоверно возрастал под действием P2 и 2.2 на 7,95 и 7,6% соответственно. У с. Анастасия снижение массы семян с одного растения отмечено при действии P1.1, P2, P2.1 и P2.2 на 62; 61; 4,2 и 8,7% и увеличение при действии P1 на 15,8% соответственно (рис. 2Б). У с. Александрина все исследованные режимы снижают массу семян с одного растения на 31,7; 61,2; 58,2; 1,4 и 5,8% соответственно.

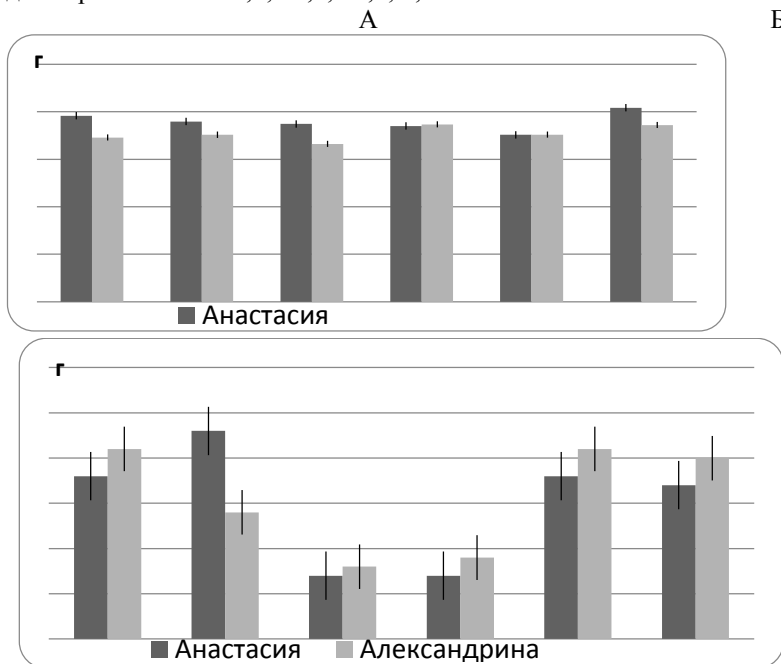


Рисунок 2 – Влияние режимов ЭМИ на массу 1000 семян (А) и массу семян с растения (Б) гречихи посевной двух сортов

Выявлены сортоспецифические сдвиги в формировании семян под влиянием режимов ЭМИ в зависимости от яруса. Это важный показатель для гречихи, характеризующейся разновременным созреванием семян и их гетерогенностью. Установлено, что режимы ЭМИ у с. Анастасия в различной степени стимулировали прирост массы семян 1-го и 2-го яруса, а с 3-го яруса начинает наблюдаться разнонаправленный эффект в зависимости от режима (табл.1). Масса семян 3-го яруса снижалась под действием P1 на 12% и увеличивалась под действием P1.1, P2, P2.1 и P2.2 на 17,9; 370,9; 27 и 17,8% соответственно. Увеличение продуктивности четвертого яруса выявлено при обработке P1, P2.1 и P2.2. Данные режимы увеличивали

массу семян по сравнению с контролем на 55,5; 47,5 и 81,5% соответственно. Под действием P1 и P2.2 идет формирование 5-го и 6-го яруса и снижение массы семян с них относительно контроля. У с. Александрина отмечен позитивный эффект под влиянием всех режимов на массу семян 1-го яруса (табл.1). У с. Анастасия под действием P1.1, P2 и P2.1 отмечено редукция ярусов (4-6, 5-6, 4-6 соответственно) по сравнению с контролем), под действием P2.2 отмечено образование 7-го яруса (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние ЭМИ на массу семян с одного яруса тетраплоидных сортов гречихи посевной

Сорт	Вариант обработки	Масса семян, собранных с определенного яруса						
		1 ярус	2 ярус	3 ярус	4 ярус	5 ярус	6 ярус	7 ярус
Анастасия	Контр.	0,083	0,105	0,175	0,194	0,429	0,440	–
	Режим 1	0,118	0,114	0,154	0,302	0,317	0,228	–
	Режим 1.1	0,190	0,271	0,489	–	–	–	–
	Режим 2	0,213	0,268	0,824	–	–	–	–
	Режим 2.1	0,142	0,117	0,223	0,287	–	–	–
	Режим 2.2	0,170	0,110	0,206	0,352	0,110	0,044	0,457
Александрина	Контроль	0,119	0,182	0,264	0,279	0,503	0,919	–
	Режим 1	0,206	0,154	0,219	0,367	0,51	0,551	1,273
	Режим 1.1	0,208	0,308	–	–	–	–	–
	Режим 2	0,254	0,268	0,246	–	–	–	–
	Режим 2.1	0,134	0,208	0,271	0,923	0,575	–	–
	Режим 2.2	0,141	0,196	0,172	0,426	0,403	0,712	–

У с. Александрина снижение числа ярусов отмечено под действием P1.1, P2 и P2.1 и образование дополнительных ярусов под действием P1. Начиная со второго яруса снижение или повышение массы семян с них зависело от режима. Максимально негативный эффект режимов ЭМИ на массу семян отмечен на третьем ярусе.

Таким образом, наиболее уязвимым звеном в этой реакции было количество ярусов и масса зерна с них, что определяет урожайность гречихи. Установлено, что у гречихи с. Анастасия под действием P1 и P2.1 урожайность увеличивалась на 3,75 и 9,63% и уменьшалась на 58,75; 62,25 и 14,75% под действием P1.1, 2 и 2.2. У с. Александрина урожайность возросла только под влиянием P2.1 на 9,5% и уменьшалась на 25,6; 96,6; 58,7 и 5,75% под действием P1, P1.1, P2 и P2.2.

Отмечено, стимулирующее влияние ЭМИ на продуктивность растений чернушки посевной. Влияние стимуляторов роста на урожайность растений чернушки посевной проявляется через

изменение количества побегов и соплодий на растении, а также за счет увеличения массы соплодия и количества семян в них [13].

Так увеличение соплодий на растении составляет от 27 до 60 % в зависимости от режима. Количество семян в соплодии и их масса изменяется от 5 до 24%, наилучший синергичный эффект по всем показателям отмечен при обработке Р2.2.

Таблица 2 – Влияние ЭМИ на некоторые элементы продуктивности *Nigella sativa* L.

Вариант опыта	Кол-во побегов 1-го порядка, шт	Кол-во соплодий на растении, шт	Масса 1-го соплодия, мг	Кол-во семян в соплодии, шт	Масса 1000 семян, г	Урожайность, ц/га
Контроль	3,6±0,9	4,0±0,02	193,6*	73,6*	2,42±0,06	3,7*
Режим 1	4,3±0,9	5,4±1,2	200,6*	77,90*	2,45±0,02	7,8*
Режим 1.1	3,3±0,6	5,3±1,1	241,8*	88,5*	2,72±0,06	9,2*
Режим 2	3,6±0,6	5,3±1,1	205,4*	79,5*	2,50±0,15	8,3*
Режим 2.1	3,8±0,9	5,1±1,2	232,9*	90,9*	2,61±0,12	9,4*
Режим 2.2	3,6±0,8	6,4±1,3	230,1*	84,3*	2,76±0,1	10,8*

*Ошибка среднего не превышает 20%

Таким образом, ЭМИ СВЧ-диапазона повышает продуктивность растений чернушки посевной в 2–2,9 раза. Наилучший эффект отмечен в узковолновом диапазоне. Однако, следует отметить что значительную прибавку к урожаю дает и высокий показатель всхожести у обработанных растений.

Заключение. В ходе исследования выявлено, что в результате ЭМИ воздействия происходили видо- и сортоспецифические сдвиги в продуктивности изучаемых растений. Для сортов гречихи тетраплоидной наиболее уязвимым звеном в этой реакции было количество ярусов и масса зерна с них. Оптимальным для обработки ЭМИ гречихи является Р 2.1. Он стимулирует полевую всхожесть и увеличивает массу семян с определенного яруса, а также урожайность у исследованных сортов гречихи. ЭМИ стимулирует полевую всхожесть и продуктивность чернушки посевной во всех изучаемых режимах, однако максимальный стимулирующий эффект отмечен при узковолновом воздействии (режимы 2, 2.1., 2.2).

Таким образом, считаем, что ЭМИ в изученном диапазоне волн может рассматриваться в качестве экологически безопасного, экономически-эффективного способа повышения продуктивности растений с пищевой и фармакологической ценностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев, Ю. А. Методологические и агробиологические основы предпосевной биоактивации семян сельскохозяйственных культур потоком низкотемпературной плазмы: автореф. дис. ... доктора биол. наук: 06.01.03/ Ю.А. Гордеев; Агрофизический научно-исследовательский институт Российской академии сельскохозяйственных наук. – Смоленск, 2012. – 46 с.
2. Чёрная, М. А. Биофизический анализ воздействия информационного электромагнитного поля на биологические объекты/ М. А.Чёрная, Н. Г. Косулина – [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: <https://www.google.ru/url> – Дата доступа: 25.10.2016
3. Петров, И.Ю. Изменение потенциалов плазматических мембран клеток листа зеленого растения при электромагнитном облучении / И.Ю. Петров, О.В. Бецкий // ДАН СССР. –1989. – Т. 305. – №2. – С. 474-476.
4. Петров, И.Ю. Стимуляция процессов жизнедеятельности в растениях микроволновым излучением / И.Ю. Петров, Э.В. Морозова, Т.В. Моисеева // Сб. докл. «Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине и биологии». – М.: ИРЭ АН СССР. –1991. – Т. 2. – С. 502-504.
5. Режим доступа: <http://vseovode.com/content/kak-voda-hranit-i-peredaet-informaciju/>. Мосин О.В. Воздействие электромагнитных волн низкой интенсивности на воду и биологические объекты. Дата доступа: 21.04.2015.
6. Пресман, А.С. Электромагнитные поля и живая природа / А.С. Пресман. –М.: Наука, 1968. – 287 с.
7. Бецкий, О.В. Вода и электромагнитные волны / О.В. Бецкий // Биомедицинская радиоэлектроника. – 1998. – №2. – С. 3 – 6.
8. Бецкий, О.В. Электромагнитные волны и живые организмы / О.В. Бецкий, Н.Д. Девятков // Радиотехника. – 2000. – №9. – С. 4-11.
9. Бецкий, О.В. Электромагнитная биотехнология / О.В. Бецкий, Н.Н. Лебедева, Т.И. Котровская // Биомедицинские технологии и электроника. – 2002. – №10. – С. 42-48.
10. Бецкий, О.В. Миллиметровые волны и живые системы / О.В. Бецкий, В.В. Кислов, Н.Н. Лебедева. – М.: САЙНС-ПРЕСС, 2004. – 272 с.
11. Пушкина, Н.В. Модифицированный метод предпосевной микроволновой обработки семян / Н.В. Пушкина, Н.В. Любецкий, В.А. Карпович // Новости науки и технологий. - № 2 (21). – 2012. – С. 36 – 40.
12. Мазец, Ж.Э. Особенности реакции сельскохозяйственных и лекарственных растений на предпосевное электромагнитное воздействие на ранних этапах онтогенеза / Ж.Э. Мазец, И.И. Жукова, С.Н. Шиш, [и др.] // Развитие фундаментальной науки в БГПУ: материалы науч.-практ. конф. г. Минск, 19 ноября 2015 г / Белорус. гос. ун-т им. М. Танка. – Минск: БГПУ, 2016. – С. 37-54.
13. Шах, С.Х. Влияние опрыскивания кинетином на рост и продуктивность растений *Nigella sativa* / С.Х. Шах // Физиология растений. – № 5 (54). – 2007. – С. 790-793.

СЕКЦИЯ 2
СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ ГЛОБАЛИЗАЦИИ: БАЛТИЙСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ.
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ Н. И. ВАВИЛОВА

SECTION 2
SOCIO-ECOLOGICAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF
GLOBALIZATION: BALTIC DIMENSION. THE NEW ECOLOGY
IN THE WORKS OF N.I. VAVILOV



Посвящается 130-летию выдающегося ученого-генетика
Николая Ивановича Вавилова
(25 ноября 1887 г. – 26 января 1943 г.)

Dedicated to 130 anniversary
of the outstanding geneticist
Nikolai Ivanovich Vavilov
(November 25 1887 – January 26, 1943)

УДК 633:635:631.52

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ Н.И. ВАВИЛОВА И СОВРЕМЕННОСТЬ

Савченко И.В.

Главный научный сотрудник ФГБНУ ВИЛАР, академик РАН.
117216, г. Москва, ул. Грина, д. 7 стр.1 vilarr@yandex.ru

Ключевые слова: *Н. И. Вавилов, растительные ресурсы, генофонд, селекция, отбор, экспедиции, центры происхождения видов, закон гомологических рядов, образцы.*

Аннотация. *Краткий Хронологический истории самый талантливый ученый-биолог XX века Н. И. Вавилов, который впервые создал крупнейшую генофонда культурных растений дано. Также он открыл закон гомологических рядов и установил центры происхождения культурных растений.*

Environmental heritage of Russian Academician N. I. Vavilov and modernity

I.V. Savhenko

All – Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants
117216, Moscow, ul Grina, d. 7 p. 1vilarr@yandex.ru

Key words: *N.I. Vavilov, vegetable resources, gene pool, breeding, selection, expedition, centers of the origin of species, law of a homologous series, exemplar.*

Summary: *Short chronological history of the most talented scientist-biologist of the XX century N.I. Vavilov who first-ever created the largest genetic bank of cultural plants is given. Also he opened the law of a homologous series and established the centers of an origin of cultural plants.
(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)*

В этом году исполняется 130 лет со дня рождения выдающегося учёного современности Николая Ивановича Вавилова.

Н.И. Вавилов естествоиспытатель, эколог, ботаник, интродуктор, географ, агроном, генетик. Он внес выдающийся вклад в экологизацию сельского хозяйства, изучение мировых растительных ресурсов,

иммунитет растений, происхождение, систематику и географию культурных растений, ботанико-географические и экологогенетические основы селекции и земледелия, осеверенение земледелия, заложивший основы сортоиспытания сельскохозяйственных культур, всё это необходимо учитывать в современных условиях при глобальном и локальном изменении климата, а также для решения продовольственной безопасности.

Н.И. Вавилов родился 25 ноября 1887 г. в Москве в семье богатого купца. Из этой семьи вышло два будущих президента: Н.И. Вавилов – президент ВАСХНИЛ, его брат С.И. Вавилов – президент АН СССР. Он окончил Московское коммерческое училище. Отец надеялся, что Н.И. Вавилов станет коммерсантом, его приемником, но сын поступил (1906 г.) в Московский сельскохозяйственный институт (ныне РГАУ-МСХА). В студенческие годы им была выполнена первая научная работа «Голые слизни (улитки), повреждающие поля и огороды в Московской области», посвящённая проблемам защиты растений, которая получила высокую оценку среди преподавателей, удостоена специальной премии и издана.

После окончания института Н.И. Вавилова оставили для подготовки к профессорскому званию по кафедре земледелия, которой руководил Д.Н. Прянишников. Работая у Д.Н. Прянишникова, Н.И. Вавилов одновременно стал учеником основоположника отечественной селекции Д.Л. Рудзинского. Здесь Н.И. Вавилов сделал первые шаги в изучении иммунитета культурных растений к паразитным грибам.

С 1911 г. Н.И. Вавилов работает практикантом в Бюро прикладной ботаники (Санкт-Петербург) под руководством Р.Э. Регеля, где прошел практику по фитопатологии и основательно изучил ботанику растений. В 1912 г. опубликовал статью «Генетика и её отношение к агрономии», где впервые показана роль генетики в создании новых сортов культурных растений. В 1913 г. Н.И. Вавилов командирован за рубеж (Англия, Франция, Германия), где изучает иммунитет растений.

В 1914 г. возвращается в Россию, работает в Московском сельскохозяйственном институте и преподаёт на Высших Голицынских женских сельскохозяйственных курсах. По результатам собственных исследований и обобщения материала заграничной командировки (1913 г.) в Западную Европу им была представлена диссертация «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям» которая получила высокую оценку. Молодой учёный быстро завоевал известность. В 1916 г. Н.И. Вавилов совершил первое крупное путешествие в Азию (Северный Иран, Фергана и Памир). В Иране он нашел причину массового отравления в русских войсках хлебом, вызванного пьянящем плесем

Lolium temulentum L и грибом *Stromantinia temulenta*. В Азии им были собраны обширные коллекции семян культурных растений, которые легли в основу всей его последующей работы по сбору генресурсов.

С 1917 г. по 1921 гг. работает в Саратове. В различных должностях: преподавателем, профессором, зав. кафедрой на Саратовских высших сельскохозяйственных курсах, которые затем преобразовывают в Саратовский СХИ, а затем Саратовский госуниверситет. Именно здесь им был открыт закон гомологических рядов в наследственной изменчивости организмов, что позволяло предсказывать, находить и создавать новые формы растений. Об этом им было доложено на III Всероссийском съезде селекционеров в 1920 г. Этот закон ученые ставят в один ряд с периодической системой элементов Д.И. Менделеева. Благодаря этому закону селекционеры могли уже целенаправленно вести селекционную работу. Впоследствии гомологические ряды были найдены в мире животных и микроорганизмов. Закон служит методологическим инструментом построения модели наследственных изменений.

В 1921 г. Н.И. Вавилов переезжает в Петроград и возглавил, после смерти Р.Э. Регеля, отдел прикладной ботаники и селекции, который в 1925 г. был преобразован в Институт прикладной ботаники и новых культур, а в 1930 г. – в ВНИИ растениеводства. В 1929 г. был создан ВАСХНИЛ, Н.И. Вавилов становился её первым президентом. Среди зарубежных коллег Н.И. Вавилов пользовался большим авторитетом: он был избран членом Лондонского Линнеевского общества, Испанского общества испытателей природы, Почетным членом Американского ботанического общества, членом Индийской академии наук. В 1932 г. Н.И. Вавилов избран вице-президентом VI Международного конгресса по генетике (США).

В 1933 г. он создает Институт генетики АН СССР. Он был академик ВАСХНИЛ и АН СССР. В 1927-1935 г. избирается членом ЦИК СССР. Н.И. Вавилов публикует в 1934 г. книгу «Селекция как наука», которая до настоящего времени является настольной книгой селекционеров. По результатам географических исследований им были установлены две группы растений: короткого и длинного дня. Н.И. Вавилов основоположник продвижения земледелия в новые неосвоенные районы (север, полупустыня, высокогорье). Он инициатор интродукции новых культур: цитрусовые, джут, различные каучуконосы, эфиромасличные и др.

Н.И. Вавилов организатор и участник многочисленных экспедиций по сбору семян и плодов культурных растений, по изучению очагов земледельческой культуры (1921-1922 гг. – США, Канада, Англия,

Франция, Германия, Швеция, Голландия; 1924 г. – Афганистан; 1925 г. – Средняя Азия; 1926 – 1927 гг. – Средиземноморье, Абиссиния; 1929 г. – Китай, Япония, Тайвань, Корея; 1930 г. – США, Центральная Америка, Мексика; 1932 – 1933 гг. – Перу, Бразилия, Боливия, Чили, Аргентина, Куба). Многие из экспедиций Н.И. Вавилова, особенно в Афганистане и в Эфиопии, были связаны с риском для жизни. Так в 1923 г. он писал «... мне не жаль отдать жизнь ради самого малого в науке... Бродя по Памиру и Бухаре, приходилось не раз бывать на краю гибели, было жутко не раз». В результате анализа различных видов культур, полученных в многочисленных экспедициях, им была выдвинута теория о мировых центрах происхождения культурных растений. Изучение закономерностей в географическом распределении растительных ресурсов земли, выявление большого внутреннего разнообразия у большинства культур позволило Н.И. Вавилону определить не только место, но и возможность судить о времени происхождения культурных растений. Метод дифференциальной систематики многих сотен культурных растений дал возможность Н.И. Вавилону проследить за их перемещением, выявить их эволюцию и на этой основе выделить центры происхождения культурных растений. Число центров менялось от 3 (1924 г.) до 8 (1934-1935 гг.) и снова семь (1940 г.) По богатству культурной флоры на первом месте оказался Китайский и Индостанский очаги. Рассматривая мировые очаги происхождения растений Н.И. Вавилов отметил центры фотмообразований зерновых и зернобобовых культур в Китайском центре (соя, гречиха, просо), Индийским (рис, ряд зернобобовых культур), Среднеазиатском (мягкие пшеницы, конские бобы, горох, чина), Преднеазиатском (ди-и тетраплоидные виды пшениц, рожь, ячмень). В Северной Мексике и Центральных районах Северной Америки расположен центр происхождения кукурузы. Из рассмотренных И.И. Вавиловым 650 видов культурных растений около 77% имеют азиатские происхождение. В 1926 г. Н.И. Вавилов установил, что Среднеземноморская область имеет тенденцию к образованию крупноплодных, крупносеменных, крупноцветковых форм, а Юго-Западная Азия, Афганистан, Туркестан и Перединдийские районы характеризуются мелкосемянными, мелкоплодными и мелкоцветковыми формами. Развитие экономически важных родов (*Triticum* L., *Secale* L., *Hordeum* L., *Beta* L., *Brassica* L., *Daucus* L., *Linum* L., *Pisum* L., *Melilotus* Adans и многих других) наиболее интенсивно происходило в Передней и Средне-Юго-Западной Азии.

С середины тридцатых годов Н.И. Вавилов и его сотрудники были вовлечены в дискуссии по проблемам генетики и селекции, которые в конце концов свелись к травле ученого и его коллег. С 1934 г. ему было запрещено выезжать за рубеж. В экспедиции по Западной Украине 1940 г. (6 августа) Н.И. Вавилов арестован. Как писал Н.И. Вавилов «Этот арест – одно из больших ошибок власти с государственной точки зрения». В 1941 г. приговорили к расстрелу, а впоследствии заменили 20 годами лишения свободы. Сидел в Саратовской тюрьме. Умер от дистрофии 26 января 1943 г. Место захоронения не установлено.

Парадокс – человек, который мечтал накормить мир, умер от дистрофии. Открытый им закон гомологических рядов работает и пронизывает все организации биологической системы: молекулярной, клеточный, организменный, популяционный, фитоценотический, биоценотический.

Признаем заслуг Н.И. Вавилова перед научным сообществом служит тот факт, что по его предложению планировалась в 1937 году провести в Ленинграде и Москве VII Международный генетический конгресс. В письмах к зарубежным коллегам Н.И. Вавилов отмечал, что большое значение на конгрессе будет уделено селекции растений, «больше чем обычно уделяется на международных генетических конгрессах». В СССР конгресс был запрещен и VII генетический конгресс открылся 23 августа 1938 г. в Эдинбурге, российские учёные в нём не участвовали, а место председателя, предназначенное Н.И. Вавилову, организаторы конгресса оставили не занятым.

Все ресурсоведы и интродукторы мира работают сейчас по вавиловским центрам происхождения растений. Организация и работа генных банков в мире признаётся приоритетной задачей фундаментальной науки, особенно при глобальном и локальном изменении климата, новых экологических угрозах человечества. Первый в мире генный банк был создан Н.И. Вавиловым в России. Россия обладатель 370 тысяч уникальных образцов сельскохозяйственных культур, из которых 328 тысячи хранятся в ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова, а остальные в институтах. Одной из уникальных генетических коллекций является биокolleкция лекарственных и ароматических растений хранящихся во Всероссийском НИИ лекарственных и ароматических растений (г. Москва), биокolleкция насчитывает около 1700 видов лекарственных и ароматических растений. В Ботаническом саду института содержится в живом виде 1272 вида лекарственных и ароматических растений из 93 семейств, в том числе 256 видов древесно-кустарниковых. В оранжерейно-тепличном комплексе сохраняется 373 вида тропических

и субтропических растений. Имеется семенной коллектор, где хранятся более 2000 образцов семян, ведётся обмен с ботаническими садами и учреждениями из 52 стран мира. В институте собран уникальный гербарий, где представлено около 100 тысяч образцов растений из различных регионов мира. Ежегодно учеными России для пополнения генбанков проводится 12-20 экспедиций в разных зонах страны, в т.ч. за рубежом. Так только ВИЛАР за 85 лет было проведено более 600 экспедиций по изучению и сбору генресурсов. С использованием коллекций ежегодно учеными России создаются и передаются в Государственное испытание 260-350 сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, устойчивых к различным неблагоприятным факторам.

И.И. Вавилов опубликовал более 500 научных работ, он участник 56 экспедиций, в течении всей жизни Н.И. Вавилов никогда не брал отпуск. В честь Н.И. Вавилова учреждена золотая медаль РАН. В Россельхозакадемии была учреждена золотая медаль Н.И. Вавилова, его имя присвоено ряду научных учреждений и названы улицы в городах, в том числе в Москве. Н.И. Вавилов – учёный энциклопедист, национальная гордость России, внесший неоценимый вклад в решении продовольственной безопасности мира, при любых сценариях изменения климата.

ОСОБЕННОСТИ КАРДИОАКТИВНОСТИ ДВУСТВОРЧАТЫХ
МОЛЛЮСКОВ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

Смирнов И.С., Шаров А.Н., Холодкевич С.В.

Санкт-Петербургский государственный университет.

г. Санкт-Петербург, 199034 Университетская наб., 7-9

(email: smirnov-ilia1996@yandex.ru, tel: +79811928373)

THE PARTICULARITIES OF THE BIVALVE MOLLUSCS'
CARDIAC ACTIVITY IN THE EASTERN PART OF THE GULF OF
FINLAND

Smirnov I.S., Sharov A.N., Kholodkevich S.V.

SPBU, Saint-Petersburg, 199034 Universitetskaya embankment, 7-9

Key words: molluscs, cardiac activity, the Gulf of Finland, pollution
bio-indication, ecotoxicology.

Abstract

Work investigates the problem of pollution of the Gulf of Finland (the eastern part), and non-invasive methods for indicating this phenomenon. The goal was the detection of dependence between the time of restoration of mollusks' cardiac rhythms to the baseline values, and such indicators as size and age of the organisms. The objective has been set to constitute statistical grading of the age groups of mollusks to determine the optimal parameters of the test-organism for application in 8-channel laser fiber optic installation used for bioindication at SRCES Saint-Petersburg. The methodology was based on making short-term hyperosmotic effects (salinity changes) on Anodonta anatina, the subsequent measurement of fluctuations of cardioactivity - reactions to it, and the recovery time to the initial values of the organisms' cardiac rhythms. The work was also done on the analysis of the obtained data and the determination of important correlation dependencies of the mollusks' vital activity indicators.

Ключевые слова: моллюски, кардиоактивность, Финский залив, загрязнение, биоиндикация, экотоксикология.

Аннотация

Данная работа затрагивает такие актуальные вопросы, как загрязнение восточной части финского залива, и неинвазивные методы биоиндикации данного явления. Целью работы было выявление зависимости времени восстановления кардиоритмов моллюсков к исходным значениям (до воздействия) от таких показателей, как размер и возраст особей. Были поставлены задачи по составлению статистической градуировки возрастных групп моллюсков для выявления оптимального размера и возраста тест организма для использования в 8ми канальной лазерной волоконнооптической установке, применяемой для биоиндикации

загрязнителей в НИЦЭБ РАН г. Санкт-Петербург. За основу исследования была взята методология, предусматривающая краткосрочные гиперосмотические воздействия на гидробиотические организмы (моллюсков Анодонта анатина), последующее измерение амплитуды колебаний кардиоактивности - реакции на данные скачки солености (создание стрессовых условий) и измерение времени восстановления к исходным значениям кардиоритмов животных. Так же была проделана работа по анализу полученных данных и выведению ряда важных корреляционных зависимостей показателей жизнедеятельности моллюсков.

Введение

Двустворчатые моллюски широко распространены в экосистеме Невской губы и восточной части Финского залива, будучи одними из фильтраторов взвешенных веществ, играют важную роль в самоочищении поверхностных вод. Двустворчатые моллюски выступают как биофильтраторы, очищающие водоёмы от органического загрязнения. Кроме того, они поглощают и накапливают в своём теле тяжёлые металлы, тем самым способствуя очищению водоёмов от химического загрязнения. Их фильтрующая активность довольно велика — в среднем 1 л воды в час (Шарова, 2002).

На основании лабораторных и полевых экотоксикологических исследований было предложено использовать эти характеристики: $T_{\text{восст}}$ и $CV_{\text{чСС}}$, в качестве биомаркеров при оценке функционального состояния морских и пресноводных животных и на основе этого проводить оценку экологического состояния акваторий. Приспособление организма к изменившимся условиям среды обитания требует от организма дополнительных энергетических затрат на их осуществление, в ряде случаев к гиперкомпенсации этих затрат и к сопровождающим их функциональным сдвигам.

Оценка физиологического состояния моллюсков проводилась с помощью функциональных нагрузок — дополнительных кратковременных воздействий экологических факторов, вызывающих усиление физиологических функций. Диагностика функционального состояния моллюсков проводилась путем анализа характеристик сердечной активности, измеряемых оригинальным волоконно-оптическим методом.

Животные на повышение солености воды реагируют быстрым закрытием створок, что характерно для двустворчатых моллюсков при том или ином источнике опасности. При закрытых створках они переходят на анаэробный обмен, сопровождающийся снижением

ЧСС. Количественные оценки функционального состояния моллюсков в соответствии с рекомендациями [1] проводятся на основе измерения времен восстановления ЧСС ($T_{\text{восст}}$), а именно, промежутка времени между моментом восстановления исходной солености воды до наступления отсутствия достоверных отличий ЧСС от фоновых значений, имеющих место до повышения солености воды.

Целью настоящего исследования было изучить зависимость времени восстановления ЧСС после гиперосмотического тест-воздействия (кратковременного повышения солености воды) от размера и возраста моллюсков, а также от фоновых значений ЧСС. Результаты исследований необходимы для обоснования выбора животных, обитающих в Невской губе, для их использования в качестве тест-организмов в биоэлектронных системах.

Материалы и методы

Для неинвазивной регистрации кардиоактивности тестируемых животных с внешней стороны их жесткого наружного покрова (без его повреждения), над местом расположения сердца приклеивают специальный миниатюрный держатель, в котором затем фиксируют волоконно-оптический датчик (общий вес не превышает 2 г) [2]. Датчик не оказывает влияния на нормальную жизнедеятельность ни ракообразных, ни моллюсков. Животные с закрепленным датчиком могут много месяцев подряд находиться в нормальном физиологическом состоянии: питаться, передвигаться по дну аквариума, осуществлять иные поведенческие реакции. На рис. 1 представлен пример наблюдения *in situ* за кардиоактивностью пресноводных двустворчатых моллюсков — беззубок. Разработанный инструментальный метод и аппаратное обеспечение позволяют регистрировать и анализировать в режиме *on line* сократительную активность сердца (далее —



Рис. 1. Моллюски беззубки с закрепленным на одной из створок волоконно-оптическим датчиком для измерения кардиоактивности

кардиоактивность) животного и в многомесячных фоновых наблюдениях, и при токсикологических экспериментах.

Формируемый в фотоплетизмографе инфракрасный луч миниатюрного полупроводникового лазерного диода при помощи световода направляется к раковине животного, проникает через нее, обеспечивая, таким образом, облучение области сердца диффузно-рассеянным светом. Оптический сигнал, отраженный от сердца и содержащий информацию о периодических изменениях объема сердца, направляется обратно (по второму волокну) в лазерный волоконно-оптический фотоплетизмограф (ЛВОФ). После соответствующего усиления, оптический сигнал преобразуется в аналоговый электрический ($x = f(t)$), который поступает в 14-битный многоканальный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и далее через USB-порт - в персональный компьютер (ПК) для дальнейшей обработки. Оригинальная программа (VarPulse) [3] автоматически определяет длительность каждого кардиоинтервала и затем вычисляет все необходимые статистические характеристики фотоплетизмограммы в режиме реального времени, с возможностью архивации полученных данных.

Программа позволяет одновременно регистрировать и проводить анализ не менее чем на 8 животных. Пример установки для многоканальной регистрации кардиоактивности группы животных представлен на рис. 1. Использование в экотоксикологических экспериментах одновременно двух 8-канальных установок позволяло нам регистрировать сигналы одновременно от 16 животных, тем самым позволяя обеспечивать достаточную статистическую достоверность получаемых данных.

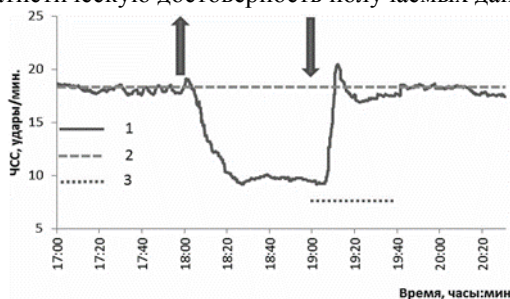


Рис. 2. Изменение ЧСС пресноводного моллюска *Anodonta* ($n=8$) при изменении солёности воды (NaCl 6 г/л) в течение 1 часа (T 20° C): 1 — ЧСС до, во время и после воздействия нагрузки, 2 — усредненная величина ЧСС фона, 3 — время восстановления ЧСС после возвращения к исходной солёности. Стрелками обозначены моменты времени повышения (стрелка вверх) и восстановления начальной солёности воды (стрелка вниз)

По ряду гидробиологических и гидрохимических показателей акваторию в районе парка «Дубки» можно считать условно фоновой для эстуария Невской губы. Поэтому эксперименты проводились на двустворчатых моллюсках, отобранных на мелководье ряда акваторий Курортного района (г. Сестрорецк, Парк «Дубки» 60.089618° с. ш., 29.918753° в.д.). В течение 1-3 часов после сбора пресноводные моллюски доставлялись в лабораторию в пластиковых изотермических контейнерах объемом 10 л. В лаборатории на створки моллюсков в область сердца наклеивались миниатюрные волоконно-оптические датчики. После этого моллюски помещались в аквариум с природной водой из места отбора животных при ее постоянной аэрации. Через несколько часов, после стабилизации ЧСС на уровне, соответствующем состоянию фильтрации (раскрытые створки) проводилось тестирование функционального состояния моллюсков по методу функциональной нагрузки, описанном в [4]. Аналогично данной работе оценка состояния моллюсков проводилась на основе анализа их реакций на функциональную нагрузку — кратковременное повышение солености воды в экспериментальном аквариуме до 6‰ (путем добавления раствора NaCl в аквариум до концентрации 6 г/л).

Отбор организмов осуществлялся вручную в прибрежной зоне на глубине 0.5 – 1 м. В группу тест-организмов попали особи разного возраста (от 2 до 9 лет) и размера (от 35 до 81 мм). Всего было собрано и протестировано 74 моллюска. ЧСС моллюсков варьировало от 3,6. уд./мин до 18,7 уд./мин. Время восстановления ЧСС ($T_{\text{восст}}$) моллюсков после тест-нагрузки изменялось от 25 мин. до 225 мин. В качестве функциональной нагрузки использовался разработанный в НИЦЭБ РАН метод, заключающийся в быстром повышении солености воды из места их обитания до 6 ‰ на 1 час, с последующим восстановлением первоначальной солености воды. На основании полученных данных исследовались зависимости таких параметров, как ЧСС и $T_{\text{восст}}$ от размера и возраста моллюсков.

13 Июля 2016 года, была совершена поездка на побережье вдоль парка Дубки на северном побережье восточной части Финского залива. В ходе поездки были пойманы/отобраны 90 особей из местной популяции моллюсков Anodonta (76 из которых дожили до конца экспериментов и были учтены в итоговых статистиках и выводах) для проведения исследования, о котором идет речь в данной работе.

Животные были отловлены и затем переправлены в лабораторию НИЦЭБ РАН в ведрах с привычной для них водой, а затем помещены в более просторные емкости, для удобства смены в них воды.

Во время эксперимента животным подавался кислород, однако их не кормили. Перед каждым тестом у отобранных экземпляров измерялась длина, и находился приблизительный возраст, это фиксировалось в полевом дневнике и затем животных подключали к аппарату считывания ЧСС, с программой вариационной пульсометрии – VarPulse, для определения показателя ЧСС/мин и проведения экспериментов по помещению моллюсков в раствор NaCl 6%, для измерения времени восстановления от данного воздействия, после возвращения их в привычную воду, посредством построения графиков иллюстрирующих поведение каждого животного подключенного к аппарату в течение суток.

Опыты продолжались с 14.07.2016 по 19.07.2016. В ходе них выяснились некоторые закономерности, а так же были вычислены многие параметры жизнедеятельности моллюсков.

После определения размера и возраста, к каждому участвующему в эксперименте животному был прикреплен оптоволоконный датчик, для снятия показателей в режиме онлайн. Датчики крепились к моллюскам с помощью седла, которое было установлено на каждого моллюска в районе нахождения сердечной мышцы. Это способствовало более чистому снятию сигнала и снижала риск появления отдельных шумов не относящихся к исследованию.



Рис 3. Территория отбора организмов для исследования

Анализ полученных результатов выявил корреляционные зависимости:

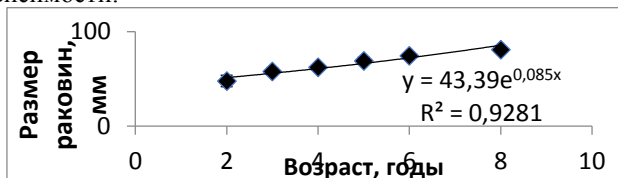


Рис 4 Зависимость размера раковин моллюсков *Anodonta anatina* от возраста

На данном графике можно проследить прямую зависимость между увеличением размеров раковин моллюсков *Anodonta* с течением времени (с увеличением их возраста)

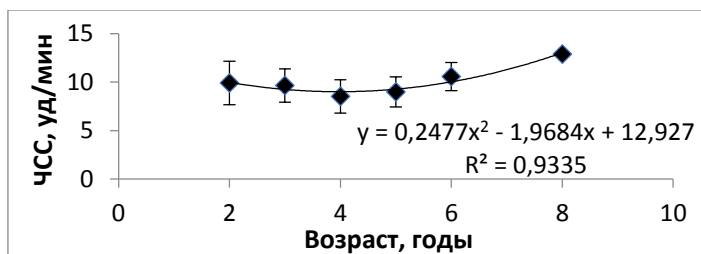


Рис. 5. Зависимость ЧСС *Anodonta anatina* от возраста моллюсков

На рисунке 6 показана зависимость между ЧСС и возрастом моллюсков. Известно, что ЧСС моллюсков зависит от размеров раковин (Шаров, Холодкевич, 2015). У более крупных особей ЧСС ниже по сравнению с мелкими. Однако нами ну была обнаружена прямая зависимость ЧСС моллюсков от их возраста.

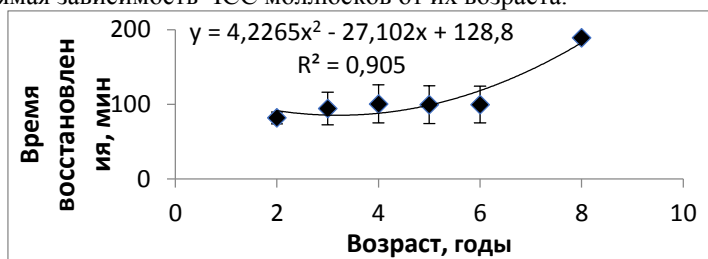


Рис 6. Зависимость $T_{\text{восст}}$ моллюсков *Anodonta anatina* от возраста

На этом графике также выявленная зависимость $T_{\text{восст}}$ от возраста моллюсков, а то есть чем старше моллюск, тем ему больше требуется времени на восстановление после стресс-воздействия.

В результате проведенных исследований была обнаружена корреляция показателей кардиоактивности $T_{\text{восст}}$ моллюсков и их возраста ($R = 0.829$, $p = 0.042$). Значительной корреляции между возрастом и фоновым ЧСС выявлено не было ($R = 0.487$, $p = 0.329$).

Установлено, что для возраста от 2 до 6 лет отличия $T_{\text{восст}}$ этих групп моллюсков статистически не значимы, а также, что индивидуальные значения ЧСС фона моллюсков разных возрастов не влияет на $T_{\text{восст}}$. Напротив, моллюски старше 6 лет резко отличаются от моллюсков возрастной категории от 2 до 6 лет.

Выводы

Важной практической значимостью полученных результатов является то, что на их основе могут быть разработаны обоснованные рекомендации по выбору особей моллюсков с оптимальными параметрами для их использования в биоэлектронных системах.

Таким образом, в настоящей работе на основе экспериментального изучения времени восстановления ЧСС после функциональной нагрузки до фоновового уровня у пресноводных двустворчатых моллюсков (*Anodonta*), отобранных из условно чистой (фоновой) акватории Невской губы и восточной части Финского залива, установлено, что животных старше 6 лет не целесообразно использовать в биоэлектронных системах в качестве тест-организмов.

Литература

1. Холодкевич С. В., Иванов А. В., Трусевич В. В., Кузнецова Т. В. Новые физиологические биомаркеры для оценки качества вод, состояния водных организмов и экосистем в условиях антропогенной нагрузки». В двух частях. Часть I. (Борок, 24–29 сентября 2011 г.). Борок, 2011. С. 224–227.
2. Bamber S. D., Depledge M. H. Evaluation of changes in the adaptive physiology of shore crabs (*Carcinus maenas*) as an indicator of pollution in estuarine environments // *Mar. Biol.* 1997. Vol. 129. No. 4. P. 667–672.
3. Kholodkevich S. V., Fedotov V. P., Ivanov A. V., Kuznetsova T. V., Kurakin A. S., Kornienko E. L. Fiber-optic remote biosensor systems for permanent biological monitoring of the surface waters quality and bottom sediments in the real time, <http://www.ices.dk/products/CMdocs/cm-2007/I/I-2007.pdf>
4. С. В. Холодкевич, А. Н. Шаров, Т. В. Кузнецова. Перспективы и проблемы использования биоэлектронных систем в мониторинге состояния экологической безопасности акваторий Финского залива. Региональная экология, № 2 (37), 2015
5. Шаров А.Н., Холодкевич С.В. О некоторых особенностях использования пресноводных двустворчатых моллюсков при проведении экотоксикологических исследований на основе мониторинга их кардиоритма волоконно-оптическим методом // Принципы экологии. 2015. Т. 4. № 2. С. 23–30.
6. Федотов В. П., Холодкевич С. В., Строчило А. Г. Изучение сократительной активности сердца раков с помощью нового неинвазивного метода // Ж. эвол. биохимии и физиологии. 2000. Т. 36. № 3. С. 219–222
7. Borcharding J. Ten Years of Practical Experience with the Dreissena-Monitor, a Biological Early Warning System for Continuous Water Quality Monitoring // *Hydrobiologia* — The Hague; 556, 1. P. 417–426.
8. Холодкевич С. В., Иванов А. В., Корниенко Е. Л., Куракин А. С. Способ биологического мониторинга окружающей среды (варианты) и система для его осуществления. Бюл. изобр., 2007. № 29. Патент РФ № 2308720 С1, МПК G01N 33/18 (2006.01); G01N 21/17 (2006.01). Приоритет от 20.06.2006 г.
9. Шарова И. Х. Зоология беспозвоночных. — М.: Владос, 2002. — 592 с..
10. Depledge M. H., Andersen B. B. 1990. A computer-aided physiological monitoring system for continuous, long-term recording of cardiac activity in selected invertebrates // *Comp Biochem Physiol.* 96A(4). P. 473–477

РОЛЬ ГУМУСА ПОЧВЫ В АДАПТАЦИИ АГРОСФЕРЫ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА ЗЕМЛИ

Соколов М.С.¹, Глинушкин А.П.¹, Соколов М.А.²

¹ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии» (ВНИИФ), Россия, 143050, Московская область, Одинцовский район, р.п. Большие Вяземы, ул. Институт, владение 5; sokolov34@mail.ru; glinAle@mail.ru

² Московский университет лингвистики; mishanya02@inbox.ru

Ключевые слова: парниковый эффект, «парниковые» газы, дегумусирование, обезлесение, секвестрация атмосферной углекислоты, органическое земледелие, пермакультура, здоровая почва.

Аннотация: Обсуждаются проблема и последствия парникового эффекта для агроферы. Здоровая почва агроценозов рассматривается как источник и сток атмосферной углекислоты. Для минимизации негативных последствий аридизации агроферы необходимо: 1) прекратить вырубать леса на Евразийском континенте; там, где это ещё возможно, следует восстанавливать лесные биомы с им присущими экосистемными функциями; 2) для обеспечения максимальной секвестрации атмосферной углекислоты почва агроценозов должна быть здоровой и высокогумусированной; только такая почва способна выступать в качестве бассейна для стока атмосферной углекислоты.

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

«Глобальное потепление — проблема, которую создали мы сами» R. Pierrehumbert [2004]

Актуальность проблемы. Почва — бесценный, облигатный компонент биосферы, образующий вместе с автотрофами циклическую, самовоспроизводящуюся глобальную экосистему. Содержание углерода в этом уникальном резервуаре превышает аналогичное во всей земной растительности и атмосфере [www//ecois.net/upravlenie-rochvoj]. Как справедливо полагают [1], современные почвы агроферы находятся в критическом состоянии: масштабы их резко сокращаются, экосистемные и продукционные функции неуклонно снижаются. Три

основные причины способствуют этому: *отчуждение, загрязнение и дегумификация*.

В работах [1, 2] обстоятельно проанализированы первые две причины потерь и ухудшения мировых почвенных ресурсов. Полагаем, что необходимо, по возможности, более детально рассмотреть роль и значение для устойчивого функционирования почвенной экосистемы её *органического вещества*. В популярной литературе её обычно сводят к оптимизации питания растений, плодородия почвы, её физико-химических свойств и режимов. Это справедливо, но совершенно недостаточно. Действительно, в формировании питательного режима, особенно *азотного*, гумус почвы играет первостепенную роль, поскольку в составе органического вещества содержится 98% общего N почвы, 40-50% P, около 80% серы, а также важнейшие зольные макро- и микроэлементы – K, Ca, Mg, Si и др. [3]. Несомненно также, что гумус – это основа жизни почвенных микроорганизмов и беспозвоночных животных.

Оптимизация гумификации. Гумификация – процесс образования качественно новых веществ из мортмассы и органических продуктов вследствие биохимического окисления, поликонденсации, полимеризации и микробного метаболизма. Большая часть гумусовых соединений (85-90%) – коллоиды [3]. Приёмы воспроизводства гумуса в агроценозах должны основываться на глубоком знании *приходных и расходных* составляющих его баланса. Пока что на практике подобные балансы не составляются. В то же время отмечено [[www|agroflora.ru/organicheskoe-veschestvo](http://www.agroflora.ru/organicheskoe-veschestvo)], что в российских чернозёмах, где в течение 100 лет травосеяние не применялось и органические удобрения не вносились, содержание гумуса сократилось на 30% [1]. Несомненно, что именно систематическая утрата почвой гумуса, усугубляющая её непрерывную деградацию, уже сегодня нарушает устойчивое обеспечение пищей социума.

Негативные экологические последствия утраты почвенного гумуса. Дегумусирование почвы – следствие антропогенного нарушения *биогеохимического цикла углерода*. Это одна из причин надвигающихся общепланетных природных катаклизмов, связанных, в частности, с активно и повсеместно обсуждаемыми негативными последствиями парникового эффекта [3-9]. Во всём мире интенсивное преобразование естественных лугопастбищных и лесных угодий в пахотные земли и пастбища привело к потере запасов почвенного углерода. Так, только за последние 50 лет (1965-2015) объём выбросов «парниковых» газов, связанных с агропромышленной деятельностью, увеличился почти вдвое. Отмечено [www.fao.org/soils-2015], что

нерациональные методы использования почвы и её обработки непрерывно увеличивают эмиссию почвенного углерода в атмосферу.

Итак, в современной агросфере из-за постоянного дефицита почвенного гумуса экосистемные и продукционные функции почвы существенно нарушены. Тактика традиционного землепользования неизбежно приводит к обеднению и/или невосполнимой утрате разнообразия геобионтов, а в конечном счёте – к дегумификации, разрушению наземно-почвенной экосистемы, непрерывному снижению продуктивности почвы. Полагают, что при существующих темпах дегумусирования современные почвы агросферы смогут удовлетворительно функционировать лишь в течение нескольких десятилетий [1].

Феномен парникового эффекта. Выделение с земной поверхности газов, создающих парниковый эффект (диоксид углерода, метан, закись азота и др.) именуется *эмиссией парниковых газов*. Эмиссия углекислого газа с поверхности почвы включает в себя: а) дыхание почвенной биоты, б) дыхание корней растений. Продукция углекислого газа – это его образование в результате почвенных *биогенных* и *абиогенных процессов*. *Дыхание почвы* – суммарная продукция углекислого газа, включающая дыхание почвенных микроорганизмов (и педофауны), а также корней растений.

Соотношение между количеством $C-CO_2$, выделяемом при дыхании почвы и ассимилированном автотрофами углеродом, именуют ***чистой первичной продукцией*** (NPP). По этому показателю прогнозируют изменение концентрации углекислого газа в атмосфере [10]. Накопление в почве в процессе разложения органики соединений с ароматическими и алифатическими функциональными группами, образующимися посредством утилизации микроорганизмами легко доступных органических компонентов, именуют *избирательным сохранением почвенного органического вещества*.

Наибольшее количество углерода (1 млрд Гт) содержит литосфера Земли преимущественно в виде керогена, рассеянного в осадочных породах. Прочие общепланетарные запасы углерода (в атмосфере, Мировом океане, ископаемом топливе, растениях и почве) разные авторы оценивают суммарной величиной порядка 44÷53 тыс. Гт (по [3]):

Мировой океан	38000-40000
Ископаемое топливо	4000-10000
Почва	1200-1600
Атмосфера	750-805
<u>Растения</u>	<u>560-610</u>

И т о г о :

44000÷53000

Вероятные причины парникового эффекта. На наш взгляд, большинство сторонников Киотского протокола ошибочно полагает, что первопричиной парникового эффекта является эмиссия в атмосферу антропогенного CO₂ и других «парниковых» газов. На самом деле их избыток (включая метан, закись азота, пары H₂O и др.) – это следствие **форсированного антропогенного обезлесения территории Евразии**, других континентов Земли в последние 10-20 веков н.э. Ещё 2000 лет назад леса – постоянные акцепторы углекислоты – покрывали 80% площади Европы (сегодня – лишь 34%). Они были способны легко компенсировать парниковый эффект при любых изменениях концентрации CO₂ [7]. В течение XX века площадь пашни в Европе выросла на 80 млн га, в то время как леса местами исчезли почти полностью. 10 лет назад площадь лесов в мире составляла ~6 млрд га – 45% суши! Сегодня скорость обезлесение >7 млн га/год, что по площади соответствует современной Ирландии [www.bioticregulation.ru].

Итак, согласно концепции российских учёных (В.Г. Горшков, А.М. Макарьева) [Леса как гаранты существования русских рек и жизни на суше. 05.05.2006. www.bioticregulation.ru; Альтернативный взгляд на проблему изменения климата на планете – перетягивание каната в природе. www.bioticregulation.ru], а также американских и бразильских исследователей *главную роль в поддержании макроэкосистемных функций биосферы* – оптимизации климата и гидрологического режима, обеспечении оптимального почвенного плодородия и биоразнообразия суши – на протяжении *доантропогенной истории* Земли выполнял лесной покров нашей планеты. Сегодня лесные биомы уже не господствуют в Евразии. Повышение содержания CO₂ в атмосфере, зарегистрированное в XIX–XXI вв. – это результат уменьшения его акцепции ключевыми автотрофами-эдификаторами из-за повсеместного уничтожения древесно-кустарниковых насаждений [www.bioticregulation.ru]. Дополнительное поступление CO₂ из *вод Мирового океана* (из-за повышения их температуры), а также вследствие усиливающегося *таяния вечной мерзлоты* [8] ещё более усугубят негативные последствия «парникового эффекта».

Итак, уже в XX в. изменения в землепользовании и осушение почв стали причиной дополнительной эмиссии в атмосферу ~10% всех выбросов «парниковых» газов. Если не противодействовать этому, то к 2050 году она возрастет ещё на 30%.

Решение проблемы парникового эффекта – секвестрация атмосферной углекислоты. В отличие от поддающихся контролю

индустриальных выбросов, почва – трудно регулируемый, опосредованный источник и акцептор C-CO₂. Поэтому согласно [6] при попытках их регулирования предпочтительнее *не ограничивать эмиссию CO₂ из почвы*, а *«...увеличивать содержание в почве органического углерода преимущественно в защищённом от разложения состоянии»* [3]. Иными словами, рекомендуется систематически, по возможности повсеместно (локально и глобально!) осуществлять **«почвенную секвестрацию углерода»**. Это связано с тем, что среднее время существования углерода в атмосфере – 5 лет, в связанной растениями форме – 10 лет, в почве – 30 лет.

Хотя атмосферный пул углерода многократно меньше литосферного *«... диоксид углерода и метан атмосферы иницируют развитие парникового эффекта, в конечном счёте влияя на климатическую систему Земли»* [3]. Относительно небольшая доля атмосферного углерода делает его более чувствительным к сбоям и колебаниям, вызванным изменениями величины углеродного обмена с другими пулами. Считается, что превышение в атмосфере доиндустриального содержания C-CO₂ (560 Гт) вдвое – до 1000 Гт (именуемого «углеродным бюджетом человечества») приведёт к повышению глобальной температуры на 2°C. **Вследствие этого изменения климата могут стать необратимыми и во многом катастрофическими для человечества.**

Устойчивая интенсификация продуктивности агроэкосистем, их качественное совершенствование, адаптация к изменениям климата возможны, в первую очередь, при их систематическом обеспечении органическим веществом. Полагаем, что средством спасения наших почв от деградации, а планеты от парникового эффекта должно стать строгое следование скорректированному постулату «закона минерального питания» Ю.И. Либиха: ***в почву необходимо ежегодно возвращать не только отчуждённые макро- и микробиофильные элементы, но и утраченное органическое вещество, которые не могут быть извлечены из воздуха.*** Поскольку практически все культивируемые почвы характеризуются повышенной ёмкостью секвестрации углерода, их продукционный процесс при этом также будет оптимизирован.

В условиях изменения климата Земли три важнейшие мероприятия будут способствовать снижению эмиссии «парниковых» газов в атмосферу. Во-первых, максимальное закрепление органического углерода в почве, то есть её гумификация, во-вторых, защита почвенного органического вещества от деструкции и, наконец, улучшение водно-физического и питательного режима почвы,

обеспечивающего оптимальную продуктивность и/ли максимальную биопroduкцию наземно-почвенной экосистемы.

Особо подчеркнём, что традиционные и инновационные системы земледелия должны обязательно содержать приёмы, способствующие повышению содержания органического вещества почвы, увеличению её гумусового горизонта. В почвах агроценозов новообразование гумусовых веществ, их *стабильных* и *лабильных* форм происходит за счёт гумификации растительных остатков, мортмассы и органических удобрений. На этот процесс существенно влияют севооборот, минеральные удобрения, мелиоративные мероприятия, другие элементы агротехнологий. Экологи, почвоведы, агрохимики, землепользователи должны корректно оценивать баланс *эмиссии* и *стока* парниковых газов. Это позволит получать объективный ответ на вопрос о том, как органическое удобрение влияет на функционирование локальной почвенной экосистемы, обеспечивающей эти важнейшие глобальные природные процессы. Полагают, что системное восстановление деградированных земель и оздоровление дегумусированных почв может привести к изъятию из глобальной атмосферы 51 Гт углерода [www//ecois.net/upravlenie-pochvoj].

Внесение органических удобрений – обязательный приём регулирования содержания гумуса во всех без исключения почвах. Их дозы, поддерживающие бездефицитный или положительный баланс гумуса, зависят от типа почвы, климатических условий, севооборота и ряда других факторов. Лечение и восстановление деградированных почв, рациональные агротехнические методы и приёмы – севооборот, минимальная и нулевая обработки почвы, ресурсосберегающее агропроизводство, агролесоводство, системы *агроэкологии* (то есть экологическое сельское хозяйство) – всё это, способствуя связыванию атмосферного углерода, смягчает последствия изменения климата и обеспечивает множество дополнительных преимуществ, в частности, ежегодное увеличение производства продуктов питания на 17 млн. тонн [www//ecois.net/upravlenie-pochvoj].

С антропогенных позиций здоровая почва традиционно рассматривается как исключительно важный, незаменимый, практически невозобновимый стратегический ресурс человечества, обеспечивающий, в основном, его продовольственную и экологическую безопасность. В то же время, здоровая, плодородная почва – это самодостаточная и самовоспроизводимая экологическая система. Обязательное условие реализации разнообразных функций культивируемой почвы – обеспечение оптимального уровня содержания её органического вещества. Только в этом случае здоровая

почва сможет в полной мере реализовать присущие ей *экологические, агропроизводственные и биогеохимические функции*.

Впечатляющим примером управления плодородием и здоровьем почвы могут служить **органическое земледелие** и **пермакультура** [9]. В органическое сельское хозяйство интегрированы земледелие, кормопроизводство и животноводство. Подобный подход обеспечивает получение не только экологичной первичной продукции, но и незагрязнённых удобрительных продуктов жизнедеятельности домашних животных – навоза, помёта и др. Их систематический возврат в почву (в форме биогумуса, вермикомпоста, перегноя) обеспечивает сохранение и баланс почвенного органического вещества. Сбережение гумуса обеспечивают также различные виды органики, однолетние и многолетние травы, послеуборочные остатки сидеральных, поукосных, промежуточных, уплотнительных и пожнивных культур, растительная мульча, минимизация аэрирования и обработка почвы без оборота пласта.

При пермакультуре в местах проживания землепользователей непрерывно культивируются преимущественно многолетние травянистые и древесно-кустарниковые растения – плодовые и декоративные, а почва систематически удобряется органикой. Благодаря этому, а также рациональному обустройству селитебная территория становится круглогодично оптимально комфортной для проживания. Основная задача участника пермакультуры – управление и наблюдение за взаимосвязями в природе, обеспечение содружества растений с остальной биотой, получение высококачественной продукции, а в конечном счёте – оптимизация условий проживания и повышение качества жизни землепользователей.

Оптимизация здоровья почвы. Наиболее значимые, апробированные мероприятия и агроприёмы по оздоровлению почвы включают [2]:

- плодосмен с прерыванием возделывания восприимчивых к вредным агентам культур и сменой растений-хозяев;
- фитосанитарные предшественники, элиминирующие в почве инокулюм фитопатогенов и семена сорняков;
- системное подавление сорных растений;
- органические удобрения, сидераты, улучшающие питательный режим почвы, повышающие её супрессивность, гумусированность, снижающие численность фитофагов, фитопатогенов и сорняков;
- сбалансированное (в строгом соответствии с показателями фитосанитарных почвенных картограмм) внесение минеральных удобрений;
- устойчивые к фитопатогенам сорта (!);

- минимальные рыхлящие обработки почвы, препятствующие её дегумификации, сохраняющие влагу, своевременно элиминирующие или подавляющие фитопатогены, фитофаги и сорняки;
- ускоренное разложение послеуборочных растительных остатков (опад, стерня), удобрение почвы соломой (в сочетании с биопрепаратами) и перегноем.

Итак, *гумусному статусу почвы, поддержанию её здоровью* долгое время специалисты не уделяли должного внимания. Мало кто задумывался о связи этих характеристик с производством продовольствия, с биологическим разнообразием и жизнью, с состоянием климатического и водного режимов агрорегионов, наконец, со стабилизацией глобального климата. Пришло время (пока ещё не поздно!) нарушить эту консервативную тенденцию. Здоровые почвы – крупнейшие хранилища углерода земной коры. Почвенные ресурсы агро сферы играет важную роль в мерах по её адаптации к изменению климата. Именно они являются необходимым условием обеспечения экологической, продовольственной, водной и энергетической безопасности человечества [5].

Выводы

1. Атмосферная функция почвы напрямую связана с состоянием её органического вещества – уникальным источником, резервуаром, стоком и депо углерода. Даже небольшое увеличение эмиссии углерода почвой или, напротив, акцепция его автотрофами из атмосферы и последующая секвестрация почвой могут привести к росту или снижению *атмосферного пула* диоксида углерода. Хотя рост концентрации CO₂ в атмосфере в определённых пределах индуцирует продуктивность C₃-растений, однако он может стать триггером глобального потепления климата с катастрофическими последствиями для населения Земли

2. Эксперты-экологи и землепользователи (*«думающие глобально и действующие локально»*) для предотвращения дальнейшей аридизации агро сферы должны идти двумя путями. *Во-первых*, в отсутствие лесовосстановительных работ должна быть *повсеместно запрещена вырубка леса*. Там, где это ещё возможно, следует восстанавливать древесно-кустарниковые биомы с присущими им экосистемными функциями ключевых автотрофов. Эти мероприятия должны выполняться на *локальном и общепланетном* уровнях. *Во-вторых*, почвы агроценозов для обеспечения *максимальной секвестрации атмосферной углекислоты* должны быть здоровыми, что может быть обеспечено их систематическим удобрением *органикой*, шадящей обработкой, а также плодосменом (севооборотом).

ЛИТЕРАТУРА

1. Керженцев А., Кузьменчук Ю. Как остановить лавину потерь почвенных ресурсов? // Информационное агентство REGNUM. 17.04.2017. 11с.
2. Глинушкин А.П., Соколов М.С., Торопова Е.Ю. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве. М.: Агрорус. 216. 288 с.
3. Семёнов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС. 2015. 233 с.
4. Степанов А.Л. Образование и превращение парниковых газов в почвах / В 89Н. Почвы в биосфере и жизни человека. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ. 2012. С. 118-134.
5. Pierrehumbert, R.T. Warming the world: Greenhouse effect: Fourier's concept of planetary energy balance is still relevant today // Nature. 2004. No 432. P. 677.
6. Paustian K., Six J., Elliot E.T., Hunt H.W. Management option for reducing CO2 emissions from agricultural soils // Biogeochemistry. 2000. V. 48. P. 147-163.
7. Soils help to combat and adapt to climate change by playing a key role in the carbon cycle. FAO.org/soils-2015.
8. Соколов М.С., Глинушкин А.П. Биотическая регуляция – реальный фактор деаридизации агрофосферы // Вестник Орловского ГАУ. 2017 (в печати)
9. Шур Т. Прогноз для вечной мерзлоты // В мире науки. 2017. № 1-2. С. 167-172.
10. Кудеяров В.Н., Соколов М.С., Глинушкин А.П. Современное состояние почв агроценозов России, меры по их оздоровлению и рациональному использованию // Агрохимия. 2017. № 6. С. 3-11.
11. Соколова Г.Д., Глинушкин А.П. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ К ИНФИЦИРОВАНИЮ КОЛОСА FUSARIUM GRAMINEARUM Микология и фитопатология. 2016. Т. 50. № 4. С. 207-218.
12. Glinushkin A.P., Beloshapkina O.O., Solovykh A.A., Sudarencov G.V., Molnár J. BACTERIAL DISEASES OF WHEAT IN THE SOUTHERN URAL: MANIFESTATIONS, BIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND MONITORING FEATURES Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica. 2016. T. 51. № 1. С. 57-67.
13. Glinushkin A.P., Batmanova A.A., Sudarencov G.V., Molnár J., Beloshapkina O.O., Solovykh A.A., Lukyantsev V.S. BACTERIAL DISEASES OF WHEAT CAUSED BY XANTHOMONAS SP. IN THE SOUTHERN URAL: IDENTIFICATION ISSUES. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica. 2016. T. 51. № 2. С. 171-182.
14. Kiseleva M.I., Ovsyankina A.V., Kolomiets T.M., Zhemchuzhina N.S., Glinushkin A.P. SOME ASPECTS OF THE DISTRIBUTION OF FUSARIUM ON CEREALS OF RUSSIA Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica. 2016. T. 51. № 2. С. 183-192.
15. Kudryashova I.S., Rud V.Y., Glinushkin A.P., Shpunt V.C., Rud Y.V. RED PHOTOLUMINESCENCE OF LIVING SYSTEMS AT THE ROOM TEMPERATURE : MEASUREMENTS AND RESULTS Journal of Physics: Conference Series. 2016. T. 741. № 1. С. 012106.
16. Bashkirev A.P., Pimenov N., Laishevchev A., Semykin V., Pigorev I., Shvarch A., Mohammad A.Sh., Glinushkin A.P. FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF PULSED LIGHT TECHNIQUE IN FOOD PRESERVATION: MINI REVIEW Entomology and Applied Science Letters. 2016. T. 3. № 3. С. 47-49.

СЕКЦИЯ 3
НЕТРАДИЦИОННЫЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ
ЭНЕРГИИ (ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ, НОВЫЕ МЕТОДЫ
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ, АККУМУЛИРОВАНИЯ И ПЕРЕДАЧИ
ЭНЕРГИИ) И ВТОРИЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

SECTION 3
NONTRADITIONAL RENEWABLE ENERGY SOURCES
(DEVICES, MATERIALS, NEW METHODS OF
TRANSFORMATION, ACCUMULATION AND TRANSMISSION
OF ENERGY) AND SECONDARY ENERGY SOURCES

УДК 626/627;504.05

ЭКОСИСТЕМА МАЛОЙ РЕКИ ПОМОРЯ ЕЕ ГЭС И КАЧЕСТВО
ВОДЫ

Францишек Свитала

Люблинский Католический Университет Польша
Aleje Racławickie 14, 20-950 Lublin, Poland

ECOSYSTEM OF A SMALL RIVER POMORA HER HPP AND
WATER QUALITY

Franciszek Switala

Catholic University Of Lublin Poland
Aleje Racławickie 14, 20-950 Lublin, Poland
(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Согласно приказу Евросоюза в общем количестве потребляемой электроэнергии членов безусловно должна участвовать электроэнергия получаемая из возобновляемых источников, а ее количество к 2020 году в Польше должно достиг 20% . Этими источниками с очень большой динамикой ввода установленной мощности являются ветровые установки, фотовольтаические установки и биогазовые. Более полное использование действующих ресурсов какие имеют реки очень затруднено из-за больших капиталовложений и экологов.

Использование возобновляемых источников энергии какой является энергия малых рек происходит с древних времен. В малых реках накоплен очень значительный энергетический потенциал который можно использовать тоже для производства электроэнергии. Инженерные аспекты строительства и эксплуатации малых ГЭС не новы, поскольку развитие гидроэнергетики повсеместно начиналось с таких ГЭС. Самые хорошие традиции в этом направлении были созданы на территории Поморя , где были давние традиции и богатый опыт строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений. Поморе в Польше является третьим местом которые имеет хорошие условия для использования энергии малых рек. Примером такой реки является река Лупава

Река Лупава - одна из шести самых больших рек польского побережья Балтийского моря. Водосбор находится на территории с абсолютными высотами 100-200 м.н.у.м.

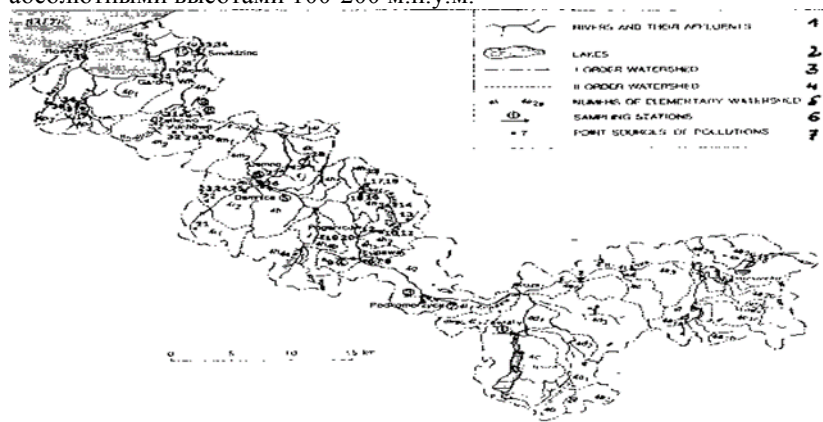


Рис. 1. Водосбор реки Лупава

Длина реки Лупава 98,7 км, средний уклон изменяется от 3 промилей до 1,8, уменьшаясь с приближением к морю. Среднегодовое количество осадков на водосборе 720 мм. На территории водосбора реки Лупава находятся многочисленные озера, суммарная площадь которых составляет 4045,8 га. Наибольшим среди них является озеро Гардно, площадь которого достигает 2468,1 га.

В работе [1] отмечено, что на водосбор реки Лупава характеризуется интересной особенностью, касающейся величины подземной миграции грунтовых вод. Практически на всей территории водосбора эта величина составляет от 10,1 – 11,7 л/с/км², то есть меняется весьма незначительно (таблица 1).

Таблица 1. Показатели расхода и подземной миграции вод на реке Лупава.

	Название места	расстояние	водосбор	расход	подземная миграция грунтовых вод
		км	км ²	м ³ /с	л/с/км ²
1.	Завяты	81,9	78,3	0,92	11,7
2.	Лупава	58,8	441,3	4,46	10,1
3.	Дамно	38,1	676,3	6,87	10,2
4.	Смолдзино	13,3	804,6	8,17	10,2

Осовоеение реки Лупава было начато достаточно давно. Еще в начале XIX на ней были построены гидротехнические сооружения, которые использовались для орошения лугов. Гидроэнергетическое освоение реки было начато в 1907 году, когда на 24,4 км от устья была построена гидроэлектростанция Желького. Первоначально на ГЭС был установлен один гидроагрегат мощностью 340 кВт, а в 1911 г. конструкция была дополнена генератором, получавшим питание от паровой машины мощностью 120 кВт. После модернизации на ГЭС Жельково работают две гидротурбины с синхронными генераторами, общей мощностью 460 кВт.

Следующая гидроэлектростанция Джезнего была построена на 36 км реки в 1922 году. Данная ГЭС имела турбину мощностью 110 кВт. Поперечный разрез здания ГЭС приведен на рисунке 2.

В 1932 году на 52,1 км реки построена гидроэлектростанция Лебень с установленной мощностью 50 кВт при напоре 2,3 м. А в 1988 году дополнительно на отводящем канале была создана еще одна ГЭС ЛебеньII с установленной мощностью 45кВт с целью наиболее полного использования расходов воды.

В 1937 г. на 13 километре реки на месте бывшей мельницы построена ГЭС Смолдзино с радиально-осевой турбиной, которая приводила в движение генератор электрического тока мощностью 66 кВт. Затем в 1957 году на ГЭС установили второй гидроагрегат, при этом суммарная мощность ГЭС достигла 200 кВт.

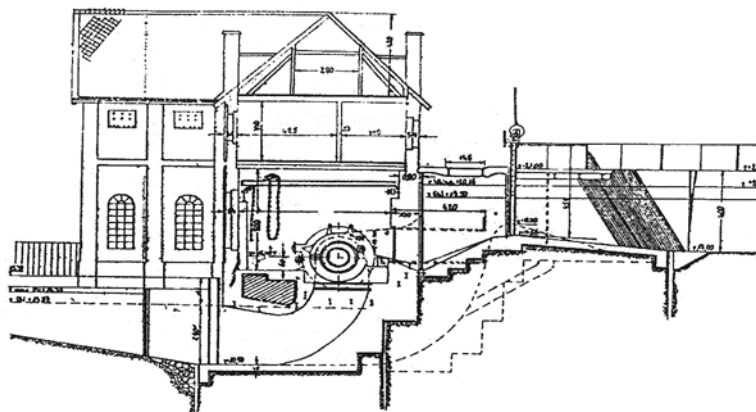


Рис. 2. Поперечный разрез гидроэлектростанции Джезного.

В 1938 году на 54,4 км реки была создана малонапорная гидроэлектростанция Поганице. Данная ГЭС Поганице работает при напоре 2 м, а ее мощность составляет 50 кВт.

Последней из гидроэлектростанций каскада является ГЭС Лупава построенная на 58,8 км реки вместо старой мельницы. Эта ГЭС запущенная в работу в 1942 году имеет радиально-осевую турбину мощностью 50 кВт.

Энергетические показатели гидроэлектростанций каскада за последние 5 лет представлены в Таблице 2.

Таблица 2. Выработка электроэнергии каскада ГЭС на реке Лупава в выбранных годах.

	Название ГЭС	Единицы	Год				
			2001	2002	2003	2004	2005
1	Лупава	МВтч	435,7	526,6	421,5	522,5	529,9
2	Поганице	МВтч	536,4	517,8	484,4	497,2	437,7
3	Лебень1	МВтч	335,3	355,6	284,3	342,4	301,7
4	Лебень2	МВтч	294,1	290,1	275,6	291,1	280,9
5	Джезного	МВтч	1050,7	1092,6	956,9	1067,6	1031,8
6	Желького	МВтч	2603,6	3048,1	2547,4	2817,9	2738,5
7	Смолдзино	МВтч	1236,8	1216,5	1077,8	1206,3	1371,4
8	Суммарное производство		6492,6	7047,3	6047,9	6745,1	6691,9

На водосборе реки Лупава существуют множество источников загрязнения, которые оказывают влияние на качество воды, это и скотобойни в Рокицинах, и водочный завод в Кражницы, и рыбоводческие хозяйства в Дамницы, Желькове, и т.д. Однако основными источниками загрязнений реки Лупавы являются сточные воды деревень и поселков, размещенных на ее берегах, а также дождевые стоки, поступающие с территории водосбора подверженного активной сельскохозяйственной деятельности.

Значительный вклад в загрязнение реки Лупава вносят воды ее притоков. При этом самыми загрязненными притоками являются река Буковина, в которую поступает 506 м³/сутки коммунально-бытовых сточных вод, и ручей Оскув - 86,4 м³/сутки.

Исследования качества воды, проведенные в 1991 году [4], показали, что из-за высокой концентрации соединений фосфора река относится ко II-му, а местами к III-му классу чистоты. Загрязнение воды соединениями фосфора и азота вызвано интенсивной применением удобрений на полях предназначенных под выращивание картофеля

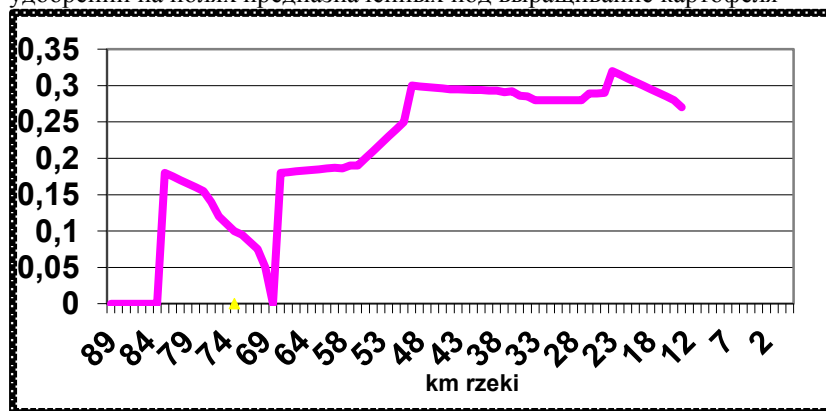


Рис. 3. Среднегодовая концентрация фосфатов в реке Лупава [5].

Концентрация фосфатов в реке Лупава представлена на рис. 3. Основное влияние на эту величину оказывают рыбоводческие хозяйства. После впадения в Лупаву притоков, на которых выращивают форель, концентрация фосфатов резко возрастает (рис. 3). Рыбоводческие хозяйства приводят также к значительному возрастанию концентрации взвешенных веществ в реке.

Надо отметить, что работающие до настоящего времени гидроэлектростанции каскада способствуют уменьшению уровня загрязнения воды в реке Лупава органическими веществами за счет

аэрации потока. Так, например, показатель БПК₅ по всей длине реки не превышает допустимой, для второго класса чистоты, величины 8 мгО₂/л (рис. 4).

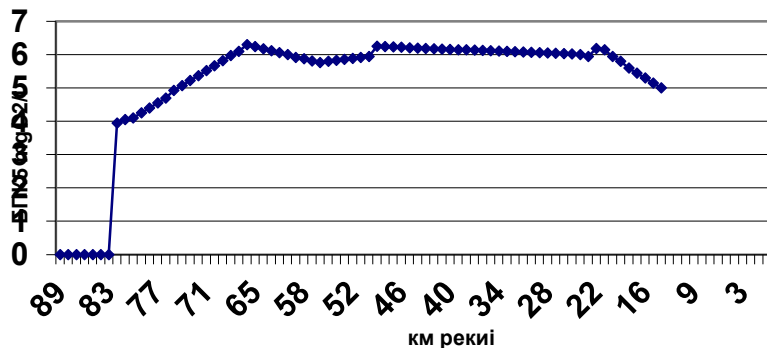


Рис. 4. Среднегодовая величина БПК₅ в реке Лупава [5].

Однако, обращая внимание на качество воды в реке необходимо также контролировать качество и других компонентов окружающей среды, так как водосбор является целостной экосистемой.

Как отмечено в работе [6] разнообразие экосистем водосбора малой реки в значительной мере определяет его устойчивость к антропогенным воздействиям. Происходит это согласно принципу экологической комплементарности (дополнительности), который гласит, что никакая функциональная часть экосистемы (в данном случае водосбора малой реки) не может существовать без других функционально дополняющих ее частей.

Для анализа экологического состояния водосбора реки Лупава была использована методика, изложенная в работе [6]. В ней для оценки степени техногенной нагруженности территории используется следующий критерий:

$$H_a \leq k_{\max} \times H_n$$

H_n – компонента разнообразия естественных экосистем;

H_a – компонента разнообразия антропогенно-модифицированных экосистем;

$k_{\max}$ – предельно-допустимый показатель соотношения компонент разнообразия антропогенно-модифицированных и естественных экосистем.

Компоненты разнообразия антропогенно-модифицированных и естественных экосистем H_n и H_a в сумме дают общий показатель разнообразия экосистем водосбора, который может быть определен по формуле Шеннона [1]. Значение предельно-допустимого показателя соотношения компонент разнообразия антропогенно-модифицированных и естественных экосистем для территории северной части Польши составляет по экспертным оценкам 0,75 – 0,80.

При использовании данного критерия предполагается, что все экосистемы водосбора могут быть отнесены только к двум типам: естественные (функционирующие долгое время без вмешательства человека) или антропогенно-модифицированные (существование которых не возможно без дополнительных вложений человеком вещества и энергии). Естественные экосистемы представлены: лесом и лесопосадками, лугами и пастбищами, водотоками, болотами и озерами. К антропогенно-модифицированным относятся территории населенных пунктов, пашни, промышленная застройка, коммуникации, подсобные хозяйства и садоводства, вырубки леса, осушенные болота, торфоразработки и карьеры.

Что касается водосбора реки Лупава, то наибольшую площадь здесь занимает лес – 37,3 %. Значительная площадь – 34,78 % отведена под выращивание сельскохозяйственных культур. Площадные характеристики остальных экосистем водосбора представлены в таблице.3.

Таблица 3. Параметры для расчетов для водосбора

Параметр	единица	величина
Площадь водосбора	км ²	1495,1
леса	%	37,3
луга	%	15,1
водотоки	%	0,58
болота	%	0,03
озера	%	3,36
населенные пункты	%	3,89
пашни	%	34,78
промышленная застройка	%	0,2
коммуникация	%	0,67
подсобные хозяйства	%	1,0
садоводство	%	0,5
осушенные болота	%	2,59

Проведенные расчеты показали, что на 2017г. соотношение компонента разнообразия на водосборе реки Лупава не превышает предельно-допустимую величину, однако близко к ней (см. рис. 5). Это позволяет нам сделать вывод о том, что антропогенная нагрузка на данном водосборе близка к критической и следует предусмотреть природоохранные мероприятия для ее снижения в будущем.

Стабилизации экологического состояния водосбора реки Лупава можно достигнуть путем увеличения доли площадей, занимаемых естественными экосистемами и, в первую очередь, лесом. Этому способствуют новые директивы Евросоюза, которые предусматривают финансирование мероприятий по увеличению площади лесных насаждений в странах новых членах ЕС (в том числе и в Польше). В прогнозной модели первоначально было принято предположение об ежегодном увеличении доли лесных насаждений на водосборе реки Лупава на 1 % (от общей площади водосбора) в течение 5 лет.

В итоге общее увеличение площади леса составит 5 %, а доля лесных насаждений на водосборе достигнет 42,3%.

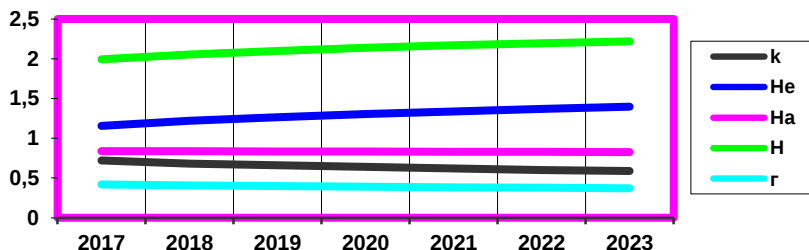


Рис. 5. Результаты расчетов.

Как следует из полученных результатов моделирования (рис. 5) со временем текущее соотношение компонент разнообразия уменьшается. Это, безусловно, приведет к улучшению экологической ситуации на водосборе реки Лупава в целом.

Для того чтобы не только стабилизировать экологическую ситуацию на водосборе, но и получить дополнительный источник «зеленой» энергии автором предлагается использовать для целей облесения иву [salix spp]. В этом случае каждые 4 года мы получаем около 25 тонн/га сухой массы. В таблице 4 представлен расчет количества биотоплива, которое мы сможем получить в случае выращивания ивы на площади предназначенной под дополнительное облесение.

Табл.4.

Год насаждений	Площадь насаждений	Вид энергетического растения
	га	Ива, тонн сухой массы
2017	1495	
2018	2990	
2019	4485	
2020	5980	33375
2021	7475	33375
2022	8970	33375
2023	10465	66750
сумма		166875

Если местные муниципальные власти учтут наши рекомендации, то к 2020г. они: во-первых, значительно улучшат экологическое состояние водосбора, а во-вторых, получают дополнительно 166 875 тонн сухой массы калорийностью около 18-20 кДж/кг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cyberski J. Zasoby wodne zlewni rzecznych. W Pobrzeże. Wrocław-Warszawa
2. Friedrich M. Charakterystyka hydrologiczna dorzecza Łupawy .IMGW.Oddział w Słupsku. Maszynopis.
3. Materiały sesji. Stosunki wodne w zlewniach rzek Przymorza i dorzecza Dolnej Wisły ze szczególnym uwzględnieniem gospodarki wodnej jezior. Słupsk 1980.
4. Zlewnia przymorskiej rzeki Łupawy i jej jeziora. WSP Słupsk 1992.
5. Zubrycka K. Komunikat o stanie czystości rzeki Łupawy w 1985 roku. Słupsk
6. М.В.Романов Термодинамический подход для обеспечения устойчивого развития природо-хозяйственных систем. Санкт-Петербург Издательство СПбГПУ 2003
7. Stolarski. Pelety z biomasy wierzby i słazowca Czysta energia/ czerwiec 2005 str36-38
8. S.Larsson. Wierzba energetyczna w Europie. Czysta energia. luty 2005 str14-15
9. Елистратов В.В. Возобновляемая энергетика ю Санкт-Петербург 2016 стр241
10. Бальзанников М.И., Елистратов В.В.. Возобновляемые источники энергии . Аспекты комплексного использования. Самара 2008 стр329
11. Бальзанников М.И., Евдокимов С.В., Михасек А.А. Инновационные решения гидротехнических сооружений конкурсных выпускных работ // Научное обозрение. 2014. № 5. - С. 92-100
12. Balzannikov M.I., Vyshkin E.G. Hydroelectric power plants reservoirs and their impact on the environment // Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 8-th International Scientific and Practical Conference. Vol. 1. Rezeknes Augstskova, Rezekne, RA Izdevnieciba. 2011. - Pp. 171-174.
13. Бальзанников М.И. Особенности применения малых, мини- и микрогидроэлектростанций // Природоохранные и гидротехнические сооружения: проблемы строительства, эксплуатации, экологии и подготовки специалистов: Материалы Международной научно-технической конференции. – Самара: СГАСУ. 2014. - С. 43-45.
14. Бальзанников М.И. Энергетические установки на основе возобновляемых источников энергии и особенности их воздействия на окружающую среду // Вестник

Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. 2013. Вып. 31(50). Ч. 1. - С. 336-342

15. Malcherek A., Kulisch H., Maerker C.: Die Steffturbine – eine auf einem Umlaufband beruhende Kleinwasserkraftanlage. WasserWirtschaft 10 | 2011, pp. 30–33.

Generator with permanent magnets in the design of a small turbine with a vertical axis using the energy of flowing water.

Новая конструкция турбины использующей скорость воды с генератором о постоянных магнитах.

Франтишек Свитала, Томаш Барчевский, Томаш Мореловский

Люблинский Католический Университет, Польша

Каэтан Свитала

Природный Университет. Люблин, Польша

It is presented the concept of energy fence, thanks to the Krzyżanowski's old construction and permanent magnet generator. The generator is located on the axis of the turbine, the axis is plunged into the bottom of the river and under the influence of flowing water are rotating spins of two or three blade turbine segment. Visualization presents a project that can be used in lowland rivers where there is no possibility of building reservoirs.

О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ В КОНТЕКСТЕ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Д.В. Стефанишин ¹, Д.Э. Бенатов ²

¹ д.т.н, доцент, Национальный университет водного хозяйства и природопользования (ул. Соборная, 11, г. Ровно, Ровенская область, 33000, Украина, e-mail: d.v.stefanyshyn@gmail.com)

² к.т.н., старший преподаватель, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. И. Сикорского» (пр. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина, e-mail: daniel@benatov.kiev.ua)

Ключевые слова: возобновляемая энергетика, гидроэнергетика, гидроэнергетический потенциал, риск.

Аннотация. Проанализированы проблемы и перспективы развития гидроэнергетики в Украине с учетом мировых тенденций и условий, сложившихся в стране. Рассмотрены основные риски нового гидроэнергетического строительства. Обосновывается необходимость пересмотра основных принципов оценки гидроэнергетического потенциала и планов ввода новых мощностей гидрогенерации.

AS TO THE PERSPECTIVES OF THE UKRAINIAN HYDROENERGETIC COMPLEX DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT GREENING

D.V. Stefanyshyn ¹, D.E. Benatov ²

¹ Doctor of Science, Associate Professor, National University of Water Management and Natural Resources (11 Sobornaya Str., Rivne, Rivne Region, 33000, Ukraine, e-mail: d.v.stefanyshyn@gmail.com)

² Ph.D., senior lecturer, National Technical University of Ukraine "Igor Skorsky Kyiv Polytechnic Institute" (Pobedy ave, 37, Kiev, 03056, Ukraine, e-mail: daniel@benatov.kiev.ua)

Key words: *renewable energy, hydroenergetics, hydroenergetic potential, risk.*

Abstract. *The problems and prospects of Ukrainian hydroenergetics within frame of the world and local trends are subject of the paper. The main risks of new hydropower construction are considered. It is pointed out that basic principles of hydroenergetic potential assessment and plans for launching new hydro-generation capacities should be revised profoundly.*

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение

Гидроэнергетика – одна из традиционных и наиболее испытанных временем технологий получения электроэнергии. Используя возобновляемые источники энергии и обладая высокой маневренностью, гидроэнергетика одновременно способствует:

- решению сложных задач обеспечения устойчивости и живучести объединенных энергосистем (ОЭС) в условиях резкопеременных графиков нагрузок;

- повышению безопасности и эффективности работы атомных и тепловых электростанций, а также альтернативных технологий получения электроэнергии (на ветровых, солнечных электростанциях и т.п.) [1-3].

Трудно переоценить вклад гидроэнергетики в индустриализацию и социально-экономическое развитие государств [1, 4]. Так, в Украине гидроэнергетические мощности формируют практически единственный аварийный резерв ее ОЭС, поддерживающий электроэнергетическую безопасность страны [2, 3].

Перспективы развития гидроэнергетики принято оценивать по так называемому «экономическому гидроэнергетическому потенциалу» (ЭГЭП). В ряде стран он уже практически исчерпан или его использование сознательно ограничивается в связи с развитием альтернативной энергетики и повышенным вниманием к экологическим проблемам. Например, в Германии уровень освоения ЭГЭП к 2000 г. достиг 86%, в Италии – 95,6%, в Швейцарии – 97,2%, во Франции – 100% [4-6]. В США при уровне ЭГЭП 82% действует мораторий на строительство новых гидроэлектростанций (ГЭС).

В Украине уровень освоения ЭГЭП оценивается в 61-64% [1, 6, 7], что ниже среднеевропейского уровня этого показателя (71,8%). В условиях стремительного увеличения энергопотребления на передний план выходит решение проблем дальнейшего его повышения, а следовательно возникает необходимость в анализе целесообразности и

возможности строительства новых ГЭС в стране. Однако при этом проектировщикам следует учитывать негативный характер большинства так называемых «побочных эффектов», сопровождающих строительство и эксплуатацию ГЭС [1, 8, 9], которые в разной степени проявились при строительстве и эксплуатации практически всех отечественных объектов гидроэнергетики.

Общий обзор текущих проблем

Социально-экологические проблемы, сопровождающие строительство и эксплуатацию ГЭС, достаточно хорошо изучены [1, 8, 9]. В мировой практике наметилась четкая тенденция их максимально возможного учета, в том числе и в экономических оценках [9-11]. Однако в Украине, как показывает практика, этим проблемам все еще не уделяется достаточное внимание.

В частности, оценки ЭГЭП, которыми сейчас пользуются отечественные гидроэнергетики, были выполнены в 70-80 гг. прошлого века и уже не могут считаться корректными, т. к. в контексте плановой экономики СССР представляется сомнительной оценка экономической составляющей социально-экологических последствий строительства ГЭС. За прошедшее с момента распада СССР время изменились экологические требования к качеству окружающей среды и существенно усовершенствовались альтернативные технологии использования возобновляемых источников энергии, что также должно быть учтено при оценке ЭГЭП.

Наглядным примером игнорирования негативных экологических последствий гидроэнергетики в отечественной практике является противоречивое решение о восстановлении малой гидроэнергетики под лозунгом «зеленой» энергетики с предоставлением владельцам малых ГЭС прав на так называемый «зеленый тариф».

Следует заметить, что более высокий, «зеленый» тариф был введен в Украине для стимулирования альтернативной энергетики, использующей возобновляемые источники энергии, с целью содействия привлечению в этот сектор частных инвестиций.

Распространение «зеленого» тарифа на малую гидроэнергетику позволило обеспечить рентабельность генерации электроэнергии на ГЭС малой мощности, что, конечно, заинтересовало частных инвесторов. Последние, как показала практика, в погоне за прибылью не всегда обращали внимание на социально-экологические последствия своих решений и часто выходили за рамки не только разумного, но и дозволенного. Иногда инвестору достаточно было посулить общине ремонт детского сада или школы, чтобы потом полностью изувечить

местную реку. При этом то, что строилось на малых реках, часто даже трудно назвать гидросооружениями (рис. 1).

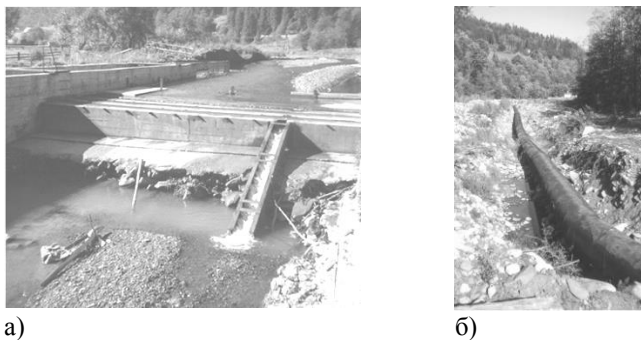


Рис. 1 – Примеры гидросооружений на недавно построенных «малых ГЭС»:

- а) водозаборное сооружение с «рыбоходом»;
- б) «деривационный тракт»

В этой ситуации настораживает и то, что нет примеров негативных заключений государственной экологической экспертизы по проектам строительства или восстановления малых ГЭС, о которых бы сообщалось в прессе или в научных публикациях. Напротив, мы видим примеры откровенно непрофессиональной государственной экспертизы технико-экономического обоснования подобных проектов [12]. В результате, серьезный ущерб наносится не только собственно экологии малых рек, но и интересам местных сельских общин, жизнедеятельность которых связана с малыми реками и их поймами [13].

Старые подходы к развитию гидроэнергетики любой ценой при наличии благоприятных створов в последнее время в разной степени проявляются во всех инициативах, программах и законодательных актах по развитию отечественной энергетики [7, 14-16]. Нашли они свое отражение и в амбициозной Программе правительства Украины по развитию гидроэнергетики Украины до 2026 г. [17].

Во всех этих документах не принимается во внимание то, что нельзя использовать для современных реалий оценку ЭГЭП, осуществленную еще во времена УССР. Ведь в то время сопутствующие социальные проблемы решались в административном порядке, а переселение людей из зон затопления водохранилищами, пожалуй, напоминало

депортации. Кроме того, при принятии решений экологические проблемы гидротехнического строительства вообще или еще не были столь актуальными. Не было в те годы и общественных слушаний, обсуждений в прессе и тому подобное.

Анализ Программы [17] вызывает острую обеспокоенность планами строительства каскада из шести новых ГЭС на Днестре в пределах Днестровского каньона между с. Устье (Черновицкая обл.) и с. Вистря (Тернопольская обл.). Как известно, на этом участке реки располагаются не только населенные пункты, сельскохозяйственные угодья и т. п., которым грозит попадание в зону затопления и подтопления [18], но и национальные природные парки [19, 20]. При этом если социальные проблемы, которые, безусловно, возникнут в связи с гидроэнергетическим строительством в каньоне, еще могут быть предметом для обсуждения в местных общинах, то наличие в зоне затопления национального парка, который по результатам всеукраинского интернет-опроса в 2008 г. был признан одним из 7 природных чудес Украины, на наш взгляд, чрезвычайно усложняет поиск рационального компромиссного решения.

Некоторые актуальные замечания и обобщения

На современном этапе большинство проблем развития гидроэнергетики, в том числе и в нашей стране, кроется в нежелании специалистов признавать факты и использовать богатый мировой опыт.

В истории гидроэнергетики хорошо известны «побочные эффекты», которые иногда приобретают характер экологических катастроф. И виноваты тут не глобальные климатические изменения, а «безответственность» и популизм экологов, а также «эгоизм» обывателей. Просто отечественная гидроэнергетика остановилась в развитии где-то в начале 90-х и теперь ей трудно избавиться от плохой репутации и начать претендовать на статус экологически безопасной энергетики.

Чтобы понять, почему в развитых странах мира нет такой жесткой обструкции этой отрасли со стороны экологических активистов, широкой общественности и местного населения, стоит внимательно посмотреть на географические карты этих стран (особенно показательной здесь является Франция, с ее 100% использованным ЭГЭП, на пример которой так любят ссылаться ведущие украинские гидроэнергетики). В этих странах практически нет грандиозных по площади водохранилищ – одного из неотъемлемых атрибутов наиболее известных украинских ГЭС (табл. 1).

Практически все украинские ГЭС размещаются на территориях, которые могли бы урбанизироваться, использоваться в сельском

хозяйстве и тому подобное. При этом несмотря на большие объемы аккумуляирования воды в отечественных водохранилищах (полный объем которых достигает 55,3 км³, что в целом превышает формирующийся на ее территории в средние по водности годы сток рек (52,4 км³), [21, 22]), Украина остается не только наименее обеспеченной европейской страной по количеству пресной воды на душу населения, но и страной, в которой водный дефицит с годами усиливается, сочетается с ростом паводковой опасности, катастрофическим загрязнением поверхностных вод, деградацией рек и приречных территорий.

Гигантские водохранилища Днепровского каскада заболочены из-за обширных мелей. Они слабо используются для рекреации и ведения сельского хозяйства, а судоходное русло р. Днепр практически утратило свое значение в качестве водного пути для перевозки грузов и пассажиров [26].

Табл. 1. Параметры водохранилищ наиболее крупных ГЭС Украины

№	ГЭС	Расположение (область)	Река	F при НПУ км ²	W при НПУ, млн. м ³	N, МВт	F/N, км ² / МВт
1	Каховская	Херсонская	Днепр	2155	18200	351	6,14
2	Кременчугская	Кировоградская	Днепр	2250	13520	625	3,60
3	Киевская	Киевская	Днепр	922	3730	364	2,54
4	Днепровская	Запорожская	Днепр	410	3300	1538	0,27
5	Каневская	Черкасская	Днепр	675	2500	444	1,52
6	Днепро- дзержинская	Днепро- петровская	Днепр	567	2460	352	1,61
7	Днестровская	Черновицкая	Днестр	142	3000	702	0,20

F – площадь водного зеркала водохранилища, W – его объём, НПУ – нормальный подпорный уровень; N – установленная мощность ГЭС

Анализ данных, представленных в табл. 1, показывает значительные удельные потери территорий в результате затопления (в случае ГЭС – это отчужденные земли) на единицу установленной мощностей ГЭС (F/N). Для сравнения, на недавно введенной в эксплуатацию солнечной электростанции (СЭС) «Озерная» (Львовская обл., Украина) удельные

потери территорий, отведенных под электростанцию (в отличие от ГЭС – это земли, взятые в аренду), составляют лишь 0,015 км²/МВт [23].

Считаем, что без установления реальной цены на электроэнергию, производимую ГЭС, решение проблемы корректного оценивания ЭГЭП с учетом социально-экологических факторов невозможно. Самая низкая цена за дорогую электроэнергию, производимую ГЭС, или наоборот завышенный «зеленый» тариф заставляет гидроэнергетиков манипулировать фактами при определении ЭГЭП, невзирая на возможные ущербы для окружающей среды.

При оценке гидроэнергетических сооружений следует принимать во внимание и то, что негативные социально-экологические последствия принятых решений будут необратимыми. Строительство ГЭС, как правило, требует значительных средств [17] и, как показывает отечественная практика, может затянуться на десятилетия (Днестровская ГАЭС, например, строится более 25 лет [24]). Очень трудно спрогнозировать, каким образом вполне реальное в наших условиях увеличение продолжительности строительства ГЭС повлияет на экологическое состояние рек и, в конце концов, на социально-экономическое развитие страны в целом. Напорные гидросооружения ГЭС относятся к потенциально опасным объектам. Аварии на таких объектах критической инфраструктуры могут обернуться тяжелыми экологическими и социальными катастрофами [9, 25]. Кроме того, существует опасность, что увеличение количества таких объектов в тех социально-экономических и экологических условиях, которые сложились в нашей стране, может привести к росту риска чрезвычайных происшествий и аварий, а значит, к усилению уже существующих в Украине техногенных угроз.

Отдельно следует уделить внимание чрезвычайно серьезной проблеме с обеспечением гидроэнергетической и водохозяйственной отрасли квалифицированными кадрами, прежде всего инженерами-гидротехниками. К сожалению, сегодня эти инженерные профессии не считаются престижными из-за низких социальных гарантий и отсутствия перспектив роста для молодых специалистов.

Выводы

1. Гидроэнергетическая область является перспективным направлением в контексте развития стратегии энергонезависимости Украины.

2. Как показывает практика, в последние годы в нашей стране имеют место отдельные случаи принятия решений, касающихся природопользования, которые трудно назвать обоснованными. В регионах возникают потенциально опасные социально-экологические

ситуации, являющиеся уже не просто противоречивыми, а конфликтными, в том числе и опасными для жизни и здоровья людей, состояния окружающей среды – ситуации, угрожающие социальной стабильности и экологическому равновесию. Значительное количество таких проблем связано с гидроэнергетикой. При этом если проектировщики и управленцы считают, что, прикрываясь благими намерениями получить дешевые киловатты, они имеют право пренебрегать принципами рационального природопользования, национальными интересами и т.д., то это, безусловно, ошибочная позиция, которая не будет способствовать развитию гидроэнергетики в стране, а лишь нанесет вред ее репутации.

3. Первоочередное внимание в контексте видения перспектив развития гидроэнергетики в Украине следует уделить переоценке ЭГЭП, критерии определения которого должны зависеть не только от наличия гидроресурсов, доступности створа, благоприятных инженерно-геологических условий, дешевой рабочей силы, местных строительных материалов и т.п., но и от экологической ситуации в регионе строительства, а также изменений в приоритетах социально-экономического развития страны. Строительство новых ГЭС на заповедных территориях должно быть запрещено.

4. Электроэнергия, которую производят украинские ГЭС, должна иметь высокую стоимость, что обусловлено не только ее недостаточностью на рынке, но и большими социально-экологическими потерями при генерации. До тех пор, пока это обстоятельство не будет отражено в соответствующих изменениях в тарифном регулировании и в оценках ЭГЭП, у гидроэнергетики Украины будет сложное и неопределенное будущее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hidroenergetika i okružajushhaja sreda/ Pod obshh. red. Ju. Landau i L.A. Sirenko. – K.: Libra, 2004. – 484 s. (in Russian)
2. Shidlovs'kij A.K. Nadijni gidroelektrostantsii – garant tehnologichnoi bezpeki ta efektyvnoi ekspluatatsii AES ta TES / A.K. Shidlovs'kij, S.I. Potashnik, G.M. Fedorenko // Hidroenergetika Ukrainy, 2005. № 1. – S. 8-11. (in Ukrainian)
3. Rozvitok teploenergetiki ta gidroenergetiki / C.T. Bazecev, B.D. Bileka, C.P. Vasil'ev ta in.; nauk. red. V.M. Klimenko, Ju.O. Landau, I.Ja. Sigal. 2013. – 399 s. (<http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-2/section-2/2-8>). (in Ukrainian)
4. Bartle A. Hydropower potential and development activities / A. Bartle. Energy Policy, 2002. Vol. 30. Issue 14. – P.P. 1231–1239.
5. Hydropower and Dams. 2001. World Atlas and Industry Guide. Aqua-Media International, UK.
6. Stefanishin D.V. Pro perspektivi gidroenergetiki v Ukraïni ta vibir variantu rozvitku Dniprovs'kogo kaskadu z vrahuvannjam riziku / D.V. Stefanishin // Hidroenergetika Ukrainy, 2010. №3. – S. 5-11. (in Ukrainian)

7. Landau Ju.A. Osnovnye tendencii razvitiya gidrojenergetiki Ukrainy / Ju.A. Landau // *Tehnogenna bezpeka*, 2012. Tom 53. Vip. 40. – S. 82-86.8. Environmental experience gained from reservoirs in operation. Trans. of the 18-th Int. Cong. on Large Dams. Vol. 2. Q.69. Durban-South Africa, 1994. – 780 p.

9. Veksler A.B. Nadezhnost', social'naja i jekologicheskaja bezopasnost' gidrotehnicheskikh obektov: ocenka riska i prinjatije reshenij / A.B. Veks-ler, D.A. Ivashincov, D.V. Stefanishin. – SPb.: VNIIG im. B. E. Vedeneeva, 2002. – 591 s. (in Russian)

10. Berens V. Rukovodstvo po ocenke jeffektivnosti investicij / V. Be-reus V., P.M. Havranek. JuNIDO. Per. s angl. – M.: AOZT «Interjekspert», «INFRA-M», 1995. – 528 s. (in Russian)

11. Peshnin A.G. Jekologicheskie i resursnye sostavljajushhie jekonomiche-skoj ocenki obektov jelektrojenergetiki / A.G. Peshnin, V.V. Volshanik i dr. // *Gidrotehnicheskoe stroitel'stvo*, №9, 2002. – S. 31-34. (in Russian)

12. Stefanishin D.V. Pro negativni naslidki budivnictva maloï gidro-elektrostantsii na r. Sluch bilja s. Gubkiv / D.V. Stefanishin // *Perspektivi rozvitku sil'skogo ta ekologichnogo turizmu v Ukraïni. Zbirk tez i Mizhnarodnoi nauk.-prakt. konf. – Berezne, 20-21 travnja 2016 r.; «Rivnens'-kij centr marketingovih doslidzen'»*. – Rivne: Vidavec' Oleg Zen', 2016. – S. 145-147. (in Ukrainian)

13. Stefanishin D.V. Social'no-ekologichni problemi vidnovlennja ta mo-dernizacii malih gidroelektrostantsij v Ukraïni / D.V. Stefanishin // *Gidroe-nergetika Ukraïni*, 2015. № 1-2. – S. 18-22. (in Ukrainian)

14. Energetichna strategija Ukraïni na period do 2030 roku // *Tekst zatver-dzheni Kabinetom Ministriv Ukraïni 24 lipnja 2013 r.* (in Ukrainian)

15. Stan i perspektivi rozvitku vidnovnoi energetiki v Ukraïni: analitichna dopovid' / O.M. Suhodolja, A.Ju. Smenkovs'kij ta in; za red. O.M. Suhodoli. – K.: NISD, 2013. – 104 s. (in Ukrainian)

16. Zakon Ukraïni «Pro elektroenergetiku». V red. vid 01.01.2015 r. (in Ukrainian)

17. Programa rozvitku gidroenergetiki na period do 2026 roku. Shvaleno rozporjadzhennjam Kabinetu Ministriv Ukraïni vid 13 lipnja 2016 r. № 552-r. (<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/552-2016-%D1%80#n7>). (in Ukrainian)

18. <http://te.20minut.ua/Podii/yaki-sela-mozhe-pidtopiti-na-dnistri-cherez-ghes-10477435.html>.

19. http://gazeta.dt.ua/business/ges-na-dnistri-ek-onomich-na-vigoda-i-ekologich-ne-liho-_.html.

20. http://teren.in.ua/2016/01/04/kaskad_hes_na_dnistri_buty_chy_ne_buty_foto/

21. Vodne gospodarstvo v Ukraïni / Za red. A.V. Jacika, V.M. Horeva. – K.: Geneza, 2000. – 456 s. (in Ukrainian)

22. Jacik A.V. Ekologichna bezpeka v Ukraïni / A.V. Jacik. – K.: Geneza, 2001. – 216 s. (in Ukrainian)

23. http://press-centr.com/ua/news/24144_Na-Lvivshchini-vidkrili-sonyachnu-elektrostantsiyu-FOTO.

24. Dnistrovs'ka gidroakumuljujuča elektrostancija: riziki proektu. Do-povid' pidgotovlena Nacional'nim ekologichnim centrom Ukraïni / N. Shev-chenko, V. Mel'nichuk, O. Pasjuk // CEE Babkwatch Network, 2006. – 33 s. (<http://www.necu.org.ua/upl/dniestrstudykr-fi.pdf>). (in Ukrainian)

25. Stefanishin D.V. Metodologichni pidhodi do ocinki ta vrahuvannja riziku v zadachah zabezpechennja nadijnosti i bezpeki grebel' / D.V. Stefanishin, O.M. Trofimchuk // *Koncepcija zahistu kritichnoi infrastrukturi: Stan, problemi ta perspektivi ii vprovadzhennja v Ukraïni. Zb. mat. mizhnarodnoi nauk.-prakt. konf. (7-8.11.2013 r., Kiïv-Vishgorod) Nacional'nij institut strategichnih doslidzen'.* Serija «Nacional'na bez-peka». Vip. 5. – K.: 2014. – S. 88-98. (in Ukrainian)

**СЕКЦИЯ 4
ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, ОТХОДЯЩИХ
ГАЗОВ И ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ**

**SECTION 4
WASTE WATER PURIFICATION TECHNOLOGIES, EFFLUENT
GASES AND SOLID WASTE HANDLING**

**PLATFORM FOR TRIPLE HELIX COOPERATION BASED ON
THE INTEGRATED APPROACH FOR INDUSTRIAL
WASTEWATER AND STORMWATER MANAGEMENT IN WOOD-
INDUSTRY SECTOR (2008-2013):
THE WINNER OF SWEDEN IMPACT OF SCIENCE 2017:
PHYSICAL SCIENCES AND ENGINEERING**

Marcia Marques¹ & William Hogland²

¹ Project Scientific Coordinator (2008-2013, Visiting Prof. at Linnaeus University/Sweden, Professor at the Department of Sanitary & Environmental Engineering-Rio de Janeiro State University-UERJ/Brazil marcia@marques.pro.br

² Project Leader, Professor at the Department of Natural Sciences, Linnaeus University-LNU/Sweden william.hogland@lnu.se

Keywords: *co-production; process water; wood floor industry; biological treatment; sorption processes; advanced oxidation processes; ecotoxicity tests.*

Abstract. *This paper describes a successful strategy applied to conceive, develop and conclude a research project in co-production with a group of industries associated to the wood sector having as a common goal to develop new treatment schemes to deal with the low volumes of highly polluted wastewater generated intermittently after cleaning/washing surfaces and machinery in a wood floor industry and also the large volume of leachate produced after irrigation of logs open doors. The project was the winner of the Sweden Impact of Science 2017 within the category Physical Sciences and Engineering.*

Project's justification and relevance: Whereas the pulp and paper industrial sector - considered the second highest industrial consumer of freshwater in Europe - has already been provided with proper wastewater characterization and treatment technologies, other wood-based industries (e.g. furniture, wood-floor), which do not use water in their manufacturing processes, generate intermittently low volumes of highly polluted wastewater streams after cleaning/ washing: (1) machinery that applies adhesives and coatings onto wood surfaces; (2) machinery that applies specific products for the curing phase of adhesives; (3) sharp planar blades used for the sawn process and to prepare wood surfaces for the adhesive application; (4) floors and surfaces; (5) trucks and vehicles. The dilution of these wastewaters before discharging into the municipal sewerage had been practised for a long time, but such strategy was no longer accepted when the project was conceived. There was a need for innovative on-site treatment options, since conventional treatment technologies available in the market were not suitable to treat these types of industrial wastewater.

Besides the cleaning wastewater streams generated indoors, very high volumes of polluted waters generated after irrigation of logs in storage areas demanded proper handling and treatment. Worsening the scenario were the facts that: (1) the consumption of large volumes of clean water for irrigation added a pressure on the local water resources and; (2) the polluted stormwater runoff was discharged into recipient water bodies with no previous treatment.

Both cleaning/washing wastewater streams generated indoors and the large volumes of runoff from logs storage areas outdoors required proper characterization and demanded the development of cost-effective one-site treatment options to meet the increasing demands from the environmental authorities.

Project's design in co-production with industries in the region: Keeping in mind the above-mentioned context, from Jan/2008 to Dec/2010 (Phase I) and from Jan/2011 to Dec/2013 (Phase II), the *Environmental Science & Engineering Research Group-ESEG* at Linnaeus University carried out the project "*Development of an Integrated Approach for Industrial Wastewater and Stormwater Management in the Wood-Industry Sector*" with financial support from KK-Stiftelsen (Knowledge Foundation) in co-production with four Swedish companies from the wood sector located in southern Sweden. **Figure 1** shows the role played by the different actors. A four-year PhD scholarship given by the Brazilian Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (**CAPES**) to a PhD student was also added as financial contribution to the project. The companies that participated in the co-production were either those that use wood (logs and wood residues) to produce wood-floor and wood-based energy (AB Gustaf

Kähr and Kalmar Energi respectively) or those that supply the wood floor and furniture industry with chemicals (Akzo Nobel-Casco Adhesives and Becker Acroma). When the application for Phase II (2011-2013) was approved by KK-Stiftelsen, a new company Revatec AB joined the project with the responsibility of scaling up selected treatment techniques for both cleaning/washing wastewater generated indoors and stormwater runoff generated outdoors.

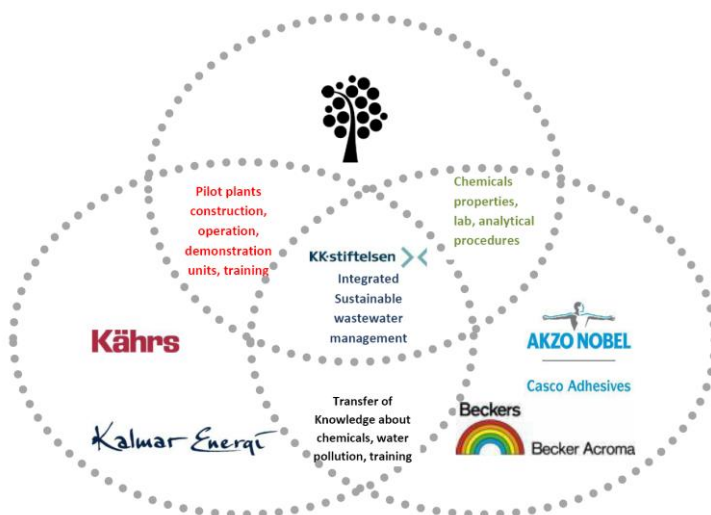


Figure 1. Shared interests among three groups of participants: Project Phase I.

Organizational Structure: The project organization included a Steering Group formed by three professors from different universities and one senior engineer project manager Åke Erlandsson from AB Gustaf Kähr. The following up of the project was guaranteed by regular meetings including the project research team, representatives from the companies and the steering group.

Scientific, educational and social components: In short, the investigation has focused on (Figure 3): (i) physical chemical and ecotoxicological characterization of five different wastewater streams and stormwater runoff generated after precipitation and irrigation of logs; (ii) treatability studies using a wide range of technologies and strategies including separate and combined physical, chemical (adsorption with

unconventional and commercial adsorbents, advanced oxidation processes) and biological processes, (iii) focus on the development cost-effective and easy to operate on-site treatment options to meet increasing environmental regulatory demands; (iii) training MSc students to work in the environmental engineering market; (iv) produce scientific publications to disseminate innovative approaches and contribute to the scientific knowledge within the field; (v) produce PhD theses and doctors to work in research and education, as well as in the wastewater treatment field; (vi) disseminate in the society awareness regarding the relevance of on-site treatment of pollution to protect the water cycle and water resources.

Final products: The investigations ended up in 26 scientific papers in peer-reviewing journals, 6 PhD theses, 5 MSc theses, more than 23 papers in international conferences, a large number of articles in local and regional Swedish newspapers, some international awards, demo-plants for treatment of wastewater and stormwater at Kährs, and many lessons learned. The methodological approach developed in Kalmar region crossed the ocean and are currently applied, for instance, in research projects to treat other types of wastewaters at Rio de Janeiro State University (UERJ) in Brazil and universities in other countries.

Improvements in the wastewater/stormwater handling: By the end of the project the earlier primitive handling of the wastewaters at AB Gustaf Kähr had stopped and dilution 100-150 times with drinking water before discharging into municipal sewerage was no longer carried out. About 20 tons of hazardous sludge is currently taken away from the wastewater streams with the treatment process installed at AB Gustaf Kähr. The stormwater is currently treated in a wetland system outdoors and a couple of years more will be required to estimate properly the pollutants removal, since this aquatic constructed ecosystem requires some time for acclimatization and full-establishment. Environmental risks for rivers and the Baltic Sea have been reduced as well as the risk for the treatment performed by the municipal wastewater treatment that does not receive any longer the pollutant load from the wastewaters. Reduction of health risks due to the reduction of polluted wastewater that might come in contact with the food web shall be considered.

Sweden Impact of Science 2017 Award: During the event *Building Alliances for synergy between world class science and societal impact* (Stockholm June 12-13, 2017), organized by AESIS in Stockholm, the project was announced among the final three nominees after competing with several projects representing different Swedish universities in the category “Physical Sciences and Engineering”. The main criteria to define the project as the winner, according to the international committee, was the fact that besides producing science of high quality with high productivity, the project

demonstrated how to apply the results and improve the daily practices at the wood floor industry.



Figure 2. (a),(b) Earlier handling of cleaning/washing wastewater streams at AB Gustaf Kährs and (c) polluted water runoff (leachate) after irrigation of logs, rainfall or snowmelt.



Figure 3. Wood floor industry AB Gustaf Kährs. (a) Part of the demo plant constructed to treat the wastewaters generated indoors; (b) sludge/solid waste removed from the wastewater streams with the new treatment; (c) demo plant for stormwater treatment.

REFERENCES

AESIS Network. Network for Advancing and Evaluating the Societal Impact of Science. Link: <http://aesisnet.com/>

BHATNAGAR, A.; KACZALA, F.; HOGLAND, W.; MARQUES, M.; PARASKEVA, C. A.; PAPADAKIS, VAGELIS G.; SILLANPÄÄ, M. Valorization of solid waste products from olive oil industry as potential adsorbents for water pollution control-a review. *Environmental Science and Pollution Research International*, v. 21, p. 268-298, 2013.

BHATNAGAR, A.; HOGLAND, W.; MARQUES, M.; SILLANPÄÄ, M. An overview of the modification methods of activated carbon for its water treatment applications. *Chemical Engineering Journal* (1996), v. 219, p. 499-511, 2013.

HANSSON, H.; MARQUES, M.; LALHAPRAPANON, S.; HOGLAND, W. Electrocoagulation coupled to activated carbon sorption/filtration for treatment of cleaning wastewaters from wood-based industry. *Desalination and Water Treatment (Print) JCR*, v. 1, p. 1-9, 2013.

HANSSON, H.; SVENSSON, B-M. ; HOGLAND, W. ; MARQUES, M. Acute Toxic Effects Caused by Leachate from Five Different Tree Species on *Artemia Salina* and *Vibrio Fischeri*. *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*, v. 6, p. 214-220, 2012.

HANSSON, H., SVENSSON, H., HOGLAND, W. Combined Ozone and Biological Treatment of Oak Wood Leachate. *CLEAN - Soil Air Water* 43(4):598-604, 2015.

HANSSON, H.; KACZALA, F.; AMARO, A.; MARQUES, M.; HOGLAND, W. Advanced Oxidation Treatment of Recalcitrant Wastewater from a Wood-Based Industry: a Comparative Study of O₃ and O₃/UV. *Water, Air and Soil Pollution (Print)*, v. 226, p. 229-2240, 2015.

HANSSON, H.; KACZALA, F.; MARQUES, M.; HOGLAND, W. Photo-Fenton and Fenton Oxidation of Recalcitrant Wastewater from the Wooden Floor Industry. *WATER ENVIRONMENT RESEARCH*, v. 87, p. 491-497, 2015.

HANSSON, H.; KACZALA, F.; MARQUES, M.; HOGLAND, W. Photo-Fenton and Fenton Oxidation of Recalcitrant Industrial Wastewater Using Nanoscale Zero-Valent Iron. *International Journal of Photoenergy (Print)*, v. 2012, p. 1-11, 2012.

KACZALA, F.; MARQUES, M.; HOGLAND, W. Lead and vanadium removal from a real industrial wastewater by gravitational settling/sedimentation and sorption onto *Pinus sylvestris* sawdust. *Bioresource Technology*, v. 100, p. 235-243, 2009.

KACZALA, F.; MARQUES, M.; HOGLAND, W. Settling/Sedimentation Followed by Sorption with *Pinus sylvestris* Sawdust as -Green- Sorbent: On-Site Treatment of a Real Industrial Wastewater. *Journal of Environmental Protection (Online)*, v. 05, p. 368-375, 2014.

KACZALA, F.; MARQUES, M.; VINROT, E.; HOGLAND, W. Stormwater run-off from an industrial log yard: characterization, contaminant correlation and first-flush phenomenon. *Environmental Technology*, v. 33, p. 1615-1628, 2012.

KACZALA, F. ; SALOMON, P.S.; MARQUES, M.; GRANÉLI, E.; HOGLAND, W. Effects from log-yard stormwater runoff on the microalgae *Scenedesmus subspicatus*: Intra-storm magnitude and variability. *Journal of Hazardous Materials (Print)*, v. 185, p. 732-739, 2011.

KACZALA, F.; MARQUES, M.; HOGLAND, W. Biotreatability of wastewater generated during machinery washing in a wood-based industry: COD, formaldehyde and nitrogen removal. *Bioresource Technology*, v. 101, p. 8975-8983, 2010.

KUMAR, E.; BHATNAGAR, A.; HOGLAND, W.; MARQUES, M.; SILLANPÄÄ, M. Interaction of anionic pollutants with Al-based adsorbents in aqueous media - A review. *Chemical Engineering Journal (1996)*, v. 241, p. 443-456, 2013.

KUMAR, E.; BHATNAGAR, A.; HOGLAND, W.; MARQUES, M.; SILLANPÄÄ, M. Interaction of inorganic anions with iron-mineral adsorbents in aqueous media - A review. *Advances in Colloid and Interface Science (Print)*, v. 2013, p. 11-21, 2013.

LAOHAPRAPANON, S.; MARQUES, M.; HOGLAND, W. Removal of Organic Pollutants from Wastewater Using Wood Fly Ash as a Low-Cost Sorbent. *Clean (Weinheim. Print)*, v. 38, p. 1055-1061, 2010.

LAOHAPRAPANON, S.; KACZALA, F.; SALOMON, P. S.; MARQUES, M.; HOGLAND, W. Wastewater generated during cleaning/washing procedures in a wood-floor industry: toxicity on the microalgae *Desmodesmus subspicatus*. *Environmental Technology JCR*, v. 33, p. 2439-2446, 2012.

LAOHAPRAPANON, S.; MARQUES, M.; KACZALA, F.; HOGLAND, W. Packed-Column of Granular Activated Carbons for Removal of Chemical Oxygen Demand from Industrial Wastewater. *Clean (Weinheim. Print)*, v. 41, p. 244-250, 2013.

LAOHAPRAPANON, S.; MARQUES, M.; HOGLAND, W. Anaerobic baffled reactor coupled with chemical precipitation for treatment and toxicity reduction of industrial wastewater. *Environmental Technology*, v. 35, p. 1-9, 2013.

SVENSSON, H.; MARQUES, M.; KACZALA, F.; HOGLAND, W. Leaching patterns from wood of different tree species and environmental implications related to wood storage areas. *WEJ (Hertford)*, v. 28, p. n/a-n/a, 2013.

SVENSSON, H.; MARQUES, M.; SVENSSON, B-M.; MÅRTENSSON, L.; BHATNAGAR, A.; HOGLAND, W. Treatment of wood leachate with high polyphenols content by peat and carbon-containing fly ash filters. *Desalination and Water Treatment (Print) JCR*, v. 1, p. 1-8, 2013.

SVENSSON, H., HANSSON, H., HOGLAND, W. Determination of nutrient deficiency in stormwater from the wood industry for biological treatment. *CLEAN - Soil Air Water JCR* 43(1):38-43, 2015.

SVENSSON, H.; EKSTAM, B.; MARQUES, M.; HOGLAND, W. Removal of organic pollutants from oak leachate in pilot scale wetland systems: How efficient are aeration and vegetation treatments? *Water Research (Oxford)*, v. 84, p. 120-126, 2015.

SVENSSON, H.; JANI, Y.; HOGLAND, W.; MARQUES, M. Particle size characterization of oak wood leachate: chemical oxygen demand and toxicity distribution within different fractions. *Water Science and Technology*, v. 70, p. 502-509, 2014.

VIANNA, M.T.G.; MARQUES, M.; BERTOLINO, L.C. Sun coral powder as adsorbent: Evaluation of phosphorus removal in synthetic and real wastewater. *Ecological Engineering*, v. 97, p. 13-22, 2016.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5

tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24, fax: (498) 694-09-02

E-mail: vniif@vniif.ru

www.vniif.ru

WASTE MANAGEMENT IN THE MEKONG DELTA - CHARACTERISATION AND EVALUATION OF ORGANIC WASTE

**Daniel Andersson, William Hogland, Nguyễn Trần Thiện Khánh,
Juris Burlakovs**

Linneaus University, Nygatan 18B, 392 34 Kalmar, Sweden
da222hm@student.lnu.se

Organization:

This project investigated landfills that takes care of municipal solid waste in an area around the Mekong delta, namely An Giang province, Vietnam. The main objective for this study was to provide basic work to create a discussion to separate the household's food waste from the rest. Therefore, it aims to illuminate and give knowledge for improvements in questions regarding efficiency, organisation, participation, recycling and opportunities associated with an efficient waste management system. Since a significant percentage of the household waste generated in Long Xuyen City, An Giang are organic, the opportunity to convert organic waste into soil amendments was examined and proved to be promising. Leachate from one of the landfills in the area was also analysed to get further understanding for its composition, focusing on organic parameters. The leachate results show that vast improvements can be made without lavished equipment for it to become much cleaner.

Introduction and objectives

Växjö Municipality and An Giang People's Committee started a collaboration in 2015, attempting to formulate a waste management plan for Long Xuyen City and it was completed in the first quarter of 2017 (People's Committee of An Giang province, 2017). Authorities in An Giang has knowledge in waste management and therefore, this study aims to provide additional information by foremost data collection to create groundwork for fresh ideas regarding further improvements.

The main goal for this project was to identify problems and inaccuracies that are done with today's waste management, with focus on organic waste. Viable solutions and suggestions should be presented to local stakeholders through this paper. The following were sub goals: 1. Perform field experiments to analyse compost and leachate characteristics. 2. Analyse the composition of leachate to provide groundwork for investigating the potential of taking care of it in a wetland or waste water treatment plant. 3. Compile

and compare data by monitoring leachate and compost. In addition, compare waste management processes such as leachate treatment, composting etc.

Relevance of the investigation

Experiments together with observations composes the groundwork for this study's quantitative analysis and in the next step enables correlation between new and old data. The study composes a limited part in finding ways to prevent or treat the various pollutions that are generated by the waste. The municipal solid waste in Long Xuyen city is neither sorted or taken care of in a way sustainable now or in the near future. Measurements needs to be taken foremost by identifying problems and then transmit observations and knowledge to the parties. From rural and urban citizens to the people's committee, the whole rank can benefit from fresh knowledge for several reasons. Through collaboration it is possible to improve not only the waste management itself but also to create a better living standard for citizens.

Methods

To answer what can be done with the large fraction of organic waste generated and how to treat its leachate, field studies were done. Composting and leachate experiments was carried out in both field and laboratory environment, to draw conclusions on the waste characteristics. As a complement to this study, literature about reigning circumstances in An Giang and some reports regarding the background, materials used and the results were considered. However, the choice of materials and methods were determined after dialogues with this study's mentioned supervisors – considering local conditions such as supply and easy access. The program used to handle all data was Microsoft Excel 2016.

Leachate from the stacked waste runs to several natural ponds within the landfill Binh Duc. However, there is a risk that leachate enters the ground water underneath and transports into the agricultural land. Therefore, it is important to know the properties of the leachate and treat it before it spreads. Important properties of leachate include parameters such as: TN (Total Nitrogen), ammonia (N-NH_4^+), TP (Total Phosphorus), phosphate (P-PO_4^{3-}), TOC (Total Organic Carbon), BOD_5 (Biochemical Oxygen Demand – 5 days of incubation) and TVS (Total Volatile Solids). To analyse these specific parameters was determined after consulting Swedish standard (IVL, 2000) and having a dialogue with instructor and Ingrid Palmblad Örlander from the Water and Sewage Department in Växjö. The samples were brought to the Monitoring center and technical Resources Environmental An Giang for analysis.

There are several treatment methods for leachate and one of them is pond treatment (Khánh, 2017). Three kinds of plants - *Dracaena braunii*, *Cyperus alternifolius* and *Pandanus amaryllifolius*, were put into 12 plastic buckets

together with four different concentrations of diluted leachate. were bought from local landowners and used in the pond treatment experiment. These plants were chosen partly because they grow naturally around Binh Duc landfill, partly because they are somewhat easy to obtain. The pilot experiment was carried out for ten consecutive days to select the most suitable plant for the upcoming pond treatment. Wooden planks, some wire and HDPE (High-Density Polyethylene) film was constructed into a 0.495m³ pond. Leachate was then collected from Binh Duc landfill and diluted with fresh water before being poured into the self-built pond, adding up to 33 % of its total volume. Afterwards, the best surviving plant species was put into the pond - pH and temperature of the water mix was then monitored for 12 consecutive days. Finally, samples were taken to a laboratory for analysis. Analytical methods for the parameters were conducted through both American standard methods for the examination of water and wastewater (SMEWW) found in (Bridgewater et al., 2012) and Vietnamese standard TCVN.

For the compost, vents were made in each one of nine frigidite bins with a volume of 100.8 dm³ each. Their content, the most recently thrown away vegetable waste, was collected from Mỹ Long food market in Long Xuyen. The waste was mixed with a regular shovel and then weighted into 10 kg fractions before being allocated into polystyrene foam bins. Next, 600 g of *Trichoderma* was divided on three bins (marked “T_{1,2,3}”) and 400 g of EMUNIV, marked EM_{1,2,3} divided on three other bins while three additional bins were left without any microorganisms (marked “B_{1,2,3}”). The bins were then placed in three lines, depending on content, before being covered with polyethylene film to contain energy from the sun and keep out rainwater. On the fourth day, all nine bins had their content mixed every day henceforth until 30 days had passed. During the mixing, humidity was checked and temperature was noted. The second phase in the composting process started after 16 days, putting up four additional bins formed in the same way as previous ones. However, this time 150 g of *Trichoderma* and 1l of H₂O was added to each of three of the new compost bins (marked “Bima_{1,2,3}”) while the last one was left without any added microorganisms (marked “Blank”). To keep the moisture content stable, 1 kg of sawdust was mixed together with each one of the old composts and 3.6 kg of sawdust was mixed with the four new composts. On the 30th day, three samples from the old nine compost bins were collected and brought to the laboratory to analyse potassium, nitrogen, phosphate and carbon. Two additional samples from the new composts were analysed 17 days after (Bima₁ and Blank). Choosing which samples to analyse was determined by degradation.

Results

Table 1: Compost samples Bima₁, T₁, B₃, EM₃, Blank

Parameter	Unit	Samples				
		Bima ₁	T ₁	B ₃	EM ₃	Blank
N	mg/g	22.7	14.8	13.3	10.5	10.9
P	%	0.216	0.419	0.293	0.268	0.206
K	mg/kg	7 070.7	13 103.6	9 359.8	7 435.6	7 125.2
TOC	%	44.6	39.6	38.3	16.8	58.2

Samples L1 and L2 were taken directly from two different ponds at Binh Duc landfill and were analysed according to the methods listed in table 2.

L3 samples were taken day one, divided into four sub-samples; dilution 100 %, 75 %, 50 % and 25 % (presented in table 3). L3 and L4 samples involved all three different plants: *Dracaena braunii*, *Cyperus alternifolius* and *Pandanus amaryllifolius*. L4 is the sample that was taken after ten days, from one of the buckets with 50 % leachate concentration. The last sample in table 3, L5, represents this study's treated leachate after having 350 *Dracaena braunii* planted in a pond with 50 % diluted leachate for 12 consecutive days. However, sampling of L5 for analysis of TSS (Total Suspended Solids), COD (Chemical Oxygen Demand) and BOD5 was done twice and therefore, the mean values of the sample are presented in table 3.

Table 2: Leachate samples L1, L2, L4 and L5

No.	Parameter	Unit	Analytical standard method / instrument	Samples			
				L1	L2	L4	L5
01	BOD ₅	mg/l	SMEWW 5210B:2012	3 737	3 624	1 510	1 523
02	TN	mg/l	TCVN 6638:2000	1 483	1 370.2	-	372.7
03	TP	mg/l	SMEWW 4500-P-B,E:2012	66.4	261.0	-	9.85
04	NH ₄ ⁺	mg/l	TCVN 5988:1995	1 615.0	1 324.5	-	436.6
05	PO ₄ ³⁻	mg/l	SMEWW 4500-P-E:2012	17.6	19.0	-	7.81

06	Condu-ctivity	mS/cm	PCD 650	30.6	30.7	-	11.8
07	TOC	mg/l	SMEWW 5310B:2012	1 346	1 359	-	481.3
08	TVS	mg/l	SMEWW 2540D:2012	12 188	12 740	-	513.5
09	TSS	mg/l	SMEWW 2540D:2012	-	-	237	234.5
10	COD	mg/l	SMEWW 5220C:2012	-	-	2 328	2 368
11	pH	-	Universal pH-paper	-	-	-	7.8

Table 3: Leachate samples L3

No.	Parameter	Unit	Analytical standard method	Samples L3			
				100 %	75 %	50 %	25 %
01	BOD ₅	mg/l	SMEWW 5210B:2012	4 530	1 787	856	594
02	COD	mg/l	SMEWW 5220C:2012	7 020	2 776	1 308	900
03	TSS	mg/l	SMEWW 2540D:2012	308	242	214	209

Discussion

All samples were taken for occasional characterization because of the time limit but also to evaluate the treatment methods used. If and when new emissions develop on Binh Duc landfill, the data gathered from the samples may help in upcoming risk assessments. The samples parameter results presented in table 1-3 provides a general background for characterisation (IVL, 2000). These data may also provide groundwork in upcoming studies for evaluation of effects in recipients and what sealing and barrier to choose. However, repeatability is important for this type of sampling method and sampling needs to be done continuously throughout an extended time interval to enhance the credibility of the results. Extended sampling and analysis

during the field study was simply not possible because of both time limitation and financial issues.

To apprehend the data presented above, comparisons were done between results from three different landfills in Sweden and Binh Duc landfill. The results are presented in table 4, where Binh Duc leachate parameters from samples L1 and L2 are the ones compared to the newest results found for landfills in Sweden. IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd. (2000) developed a characterisation methodology in which general characterisation of leachate from landfills is included. In table 4, the mean values of the general characterisation table in (IVL, 2000) are listed as well.

Table 4: Comparison between leachate parameters

Parameter	Unit	Samples					
		L1	L2	Annelund	Tveta	Hovgården	IVL
BOD ₅ / BOD ₇	mg/l	3 737	3 624	1 875	-	3.7	28
TN	mg/l	1 483	1 370.2	2 263	160	-	360
TP	mg/l	66.4	261.0	54	4.2	0.07	1.3
NH ₄ ⁺	mg/l	1 615.0	1 324.5	-	-	1.2	370
TOC	mg/l	1 346	1 359	2 672	71	39	260

Annelund, a landfill in Enköping, Sweden generated 40 533 m³ leachate in 2015 (VafabMiljö, 2015) and the organic parameters TN and TOC exceeds those from leachate from Binh Duc landfill. Data of Annelund is available from 2014 and 2015 but only the results from 2015 are compared in table 4. Tveta Återvinningsanläggning, located in Södertälje, Sweden generated 85 000 m³ in 2012 and have data results available every year from 2007-2012. All except for one (TP) of the newest comparable parameter values are lower than the ones from 2007 (Telge Återvinning AB, 2012). Hovgården, located in Uppsala, Sweden presents their results in flow weighted values but the total measured water flow from emission point A1 in 2014 was roughly 204 000 m³ (Uppsala Vatten och Avfall AB, 2014). Further comparison may be done, pointing out standard values for emissions to fresh water recipients. Such information is provided by (Naturvårdsverket, 2008) and are the following (mg/l): TN – 10-40, TOC – 30-130, TP – 0.05-0.4.

As for BOD, BOD₅ is still the standard parameter in An Giang, Vietnam while BOD₇ is the standard parameter in Sweden. Therefore, to at least show comparison between available data, BOD₇ is presented for Annelund and Hovgården. Phosphate (PO₄³⁻), TVS and conductivity data was not available at all and were therefore left out from table 4.

Even though the results from samples taken in Vietnam shows vast differences before and after pond treatment as shown in table 2, more work would be needed to clean the leachate further; waste water treatment plants (WWTP:s) or nearby wetlands could prove useful.

Comparison of compost data was done with the only current SPCR 152 certified composting facility in Sweden, namely Sysavs Grönkompost – Spillepeng. Sydsåns avfallsaktiebolag (SYSAV) oversee Spillepeng and they have some data available that are comparable to the compost results from Mý Long food market (table 1). All Spillepengs data are presented in kg/tonne (SYSAV, 2016) but converted accordingly. However, TOC data are not available and thus not comparable.

Table 5: Comparison between compost parameters

Parameter	Unit	Samples					
		Bima ₁	T ₁	B ₃	EM ₃	Blank	Spillepeng
N	mg/g	22.7	14.8	13.3	10.5	10.9	14.25
P	%	0.216	0.419	0.293	0.268	0.206	0.21
K	mg/kg	7 070.7	13 103.6	9 359.8	7 435.6	7 125.2	0.00721

Unfortunately, there are no standard limiting values in Sweden for the compost parameters included in this analysis, instead there are limiting values for metal substances. Additional analysis on lead (Pb), cadmium (Cd), copper (Cu), chromium (Cr), mercury (Hg), nickel (Ni) and zinc (Zn) could therefore be relevant for comparison with SPCR 152 limiting values (Avfall Sverige, 2017).

The arid soil surrounding Binh Duc landfill has a soil quality which is comparable to silt (2 µm - 63 µm), or even clay (≤ 2 µm). Characteristic for this type of soil with small particles is that nutrients and water are easily held, meaning good mineralogy. Binh Duc landfill lacks sanitation which also includes the lack of sealing. It remains uncertain if sealing is necessary to prevent leachate from penetrating deep into the soil and eventually leak into the groundwater. Therefore, it would be interesting to further analyse the soil's properties and especially its conductivity.

It could be considered unfair to compare results from Swedish landfills with one in Vietnam because an extended time interval has been used in all cases for sampling leachate at the Swedish sites. Not only the time interval itself is an issue when comparing the results, but also variation in probability since only the mean values of the Swedish samples are presented and it

remains unknown how many samples were taken – not taking IVL results into account. Except for that, variables such as local conditions – both abiotic and biotic, varies tremendously between Sweden and Vietnam.

It was clear after Våxjö municipality and An Giang people's committee's workshop that attendants requested concrete information on how to implement and conduct strategies for waste handling. Våxjö municipality's representatives presented several strategies on how to raise people's awareness through communication in theory and practice, how recycling works in Sweden, how planning is established but also what roles and responsibilities different instances and citizens have. Furthermore, the key role of childrens education and their actions was presented. A lot of innovative initiatives for waste management are already being carried out around the world and mentioning them all would undermine this report's limitations. However, it seemed that some of the workshop's attendants were not quite satisfied with the possibilities presented to them. Therefore, presenting additional suggestions and possible solutions to local stakeholders was one of the objectives for this report.

In Dakar, Senegal a landfill named Mbeubeuss receives more than 1 000 tonnes of waste per day (Delannoy, Carot, Van & Arthus-Bertrand, 2009) while Binh Duc landfill receives averagely 15 % of that per day (Research center for rural development, 2015). The difference is huge but one interesting fact is that Mbeubeuss has over 1 200 employees to sort the waste fractions and they get decent salaries, something that scavengers working on Binh Duc landfill lacks. The "informal collectors" or the scavengers reuse dumped material and sells it further to produce new items which makes them play a significant role in solving the waste issue.

Ensuring separation of the inorganic fraction from the organic fraction in an early stage is critical because it would most likely reduce the cost for treatment and separation later. Investing in proper public waste bins and educating managers and/or workers at the markets about the importance of waste separation are useful approaches. Additionally, these new waste bins could be equipped with separate containers and simple signs for each container - displaying a picture of vegetables etc. One additional step could be to implement biodegradable sacks for organic waste and another to have assorted colours of the waste bags depending on the type of waste – enabling options such as optical sorting.

One topic on the agenda in Sweden now is collection of material and packaging in material flows. Waste collection in material flows should be considered because it means a more comprehensible ground for separation, enabling easier sorting of especially plastics and metals (Naturvårdsverket, 2007). In other words, a possible change of collection systems should be

considered primarily for the educational benefits. Material collection would adapt collection systems to the household's perception of how they should be designed. Some important conditions have been identified so that collecting in material flows could work and the problems that may arise in such a system would be solvable: Correct information to consumers, proper knowledge of the quality for the new factions, new solutions for collecting larger items, financing. Even though there is a distinct difference between the available amount and what could actually be sorted out, sorting in material flows may prove to make a significant difference and worth investigating further.

Conclusions

This study has primarily provided data, suggestions towards working with waste management but also some groundwork for further studies. Waste management involves a broad spectrum from administration to experiments and this study's objective was not to dig too deep into any part, but to present a fair number of theoretical tools for upcoming work. Additionally, it has provided new data to show what to expect result-wise after treatment. The leachate's compared results can then be correlated to limited or standard values towards for example fresh water and the compost results gives an idea of what quality it may provide in terms of soil conditioning and enabling comparison with commercial soil amendments.

A basic principle - to choose materials that are available to the common people and to consider local supply and easy access, played a key role in this study because it shows that some treatment methods does not have to be technically advanced or costly. Considering this together with prevention, re-use and recycling, the room for improvements are even bigger. The local people's approach regarding solid waste management may slowly change if stakeholders presents solutions that are available to everyone, even though it probably will take some time to adapt.

The waste management plan established by the People's committee of An Giang province is detailed and covers social, economic and environmental aspects through its sub-goals and different strategies. The goals, including policies, are also budgeted – which further proves the plan's thoroughness. If the People's committee manage to implement their strategies and continuously work towards their goals, a lot of them will most likely be accomplished.

REFERENCES

- Avfall Sverige. (2017). 2017 Certifieringsregler för KOMPOST SPCR 152. Malmö: Avfall Sverige.
- Bridgewater, L., Rice, E. W., Baird, R. B., Eaton, A. D., Clesceri, L. S., American Public Health Association, American Water Works Association & Water Environment Federation. (2012). Standard methods for the examination of water and wastewater. 22 ed. / prepared and published jointly by American Public Health Association, American Water Works Association,

Water Environment Federation; joint editorial board, Eugene W. Rice ... [et al.] ; managing editor, Laura Bridgewater. Washington, D.C.: American Public Health Association.

Delannoy, I. (Author), Carot, D. (Author), Van, Y. L. (Author), & Arthus-Bertrand, Y. (Director). (2009). Home [Film]. France: Elzevir films/Europacorp.

IVL. (2000). Handbok för Lakvattenbedömning - Metodik för karakterisering av lakvatten från avfallsupplag. Stockholm: IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd.

Khánh, T. T. N. (2017). Thuyết Minh Đề Tài Khoa Học Và Công Nghệ Cấp Trường (Trường Đại Học An Giang Đơn Vị: Khoa Ktcnmt, TMDT01). Long Xuyên city: An Giang University - Department of Science, Technology and Environment.

Naturvårdsverket. (2007). Materialströmmar – ett bättre sätt att samla in hushållsavfall?. Stockholm: The Swedish Environmental Protection Agency.

Naturvårdsverket. (2008). Lakvatten från deponier. Stockholm: The Swedish Environmental Protection Agency.

People's Committee of An Giang province. (2017). Waste Management Plan Long Xuyen city, An Giang province, Vietnam 2017– 2022. Long Xuyen city: Department of Natural Resources and Environment.

SYSAB. (2016). Sysabs Grönkompost Miljö- och kvalitetscertifierad enligt SPCR 152. Malmö: SYSAB.

Telge Återvinning AB. (2012). Telge Återvinning Miljörapport 2012. Södertälje: Telge Återvinning AB.

Research center for rural development. (2015). Knowledge, attitude, and practice (kap) toward domestic solid waste management status in long xuyen city, An Giang province, Vietnam: a case study of my long ward and my hoa hung commune. Long Xuyen city: Research Center for Rural Development, An Giang University.

Uppsala Vatten och Avfall AB. (2014). Miljörapport 2014 Hovgårdens avfallsanläggning. Uppsala: Uppsala Vatten och Avfall AB.

VafabMiljö. (2015). Miljörapport 2015 Textdel Annelunds avfallsstation. Enköping: VafabMiljö.

WASTE AS ENERGY SOURCE IN EU ACTION PLAN FOR THE CIRCULAR ECONOMY

D. Arina, R. Bendere

“Institute of Physical Energetics”

Riga, Latvia (Latvia, LV-1006, Riga, 11 Krivu st.; e-mail: bendere@edi.lv)

Key words: *Waste to Energy, Circular Economy, Waste Characterization*

Summary: *Investigations presents that changes in municipal solid waste composition and properties correlates with the size and density of municipal solid waste type, that mechanical pre-treatment including separation by weight and size can be useful for preparation of Refuse Derived Fuel (RDF) material and Solid Recovered Fuel (SRF) used for energy recovery. The authors determined the parameters of separated components of coarse fraction (lower heating value, moisture, ash content, carbon, nitrogen, hydrogen, sulphur, chlorine, metals), and assess their viability for the preparation of alternative fuel.*

Introduction. Closing the loop - European Union (EU) action plan for the Circular Economy for the first time was proposed by European Commission to European parliament in the December 2015 [1]. Now the European Commission adopted Circular Economy Package, which includes revised legislative proposals on waste [2]. The legislative proposals on waste, adopted together with action plan, include long-term targets to reduce landfilling and to increase preparation for reuse and recycling of key waste streams such as municipal waste and packaging waste:

- EU target for recycling 65% of municipal waste by 2030;
- EU target for recycling 75% of packaging waste by 2030;
- A binding landfill target to reduce landfill to maximum of 10% of municipal waste by 2030;
- A ban on landfilling of separately collected waste and main tools how to reach those targets.

When waste cannot be prevented or recycled, recovering its energy content is in most cases preferable to landfilling it, in both environmental and economic terms. ‘Waste to energy’ can therefore play a role and create synergies with EU energy and climate policy, but guided by the principles of the EU waste hierarchy [3].

The use of separated organic part as a fuel can be considered as one of the solutions to reduce amount of the landfilled waste. Scientific research on alternative and renewable resources, including the use of waste for energy

production has over the past 15 years been developing rapidly worldwide [4-8]. Investigations presents that changes in municipal solid waste composition and properties correlates with the size and density of municipal solid waste type, that mechanical pre-treatment including separation by weight and size can be useful for preparation of Refuse Derived Fuel (RDF) and Solid Recovered Fuel (SRF) material used for energy recovery.

Solid Recovered Fuel is a fuel produced from non-hazardous waste in accordance with EU standards for SRF, especially EN15359. It is typically produced from municipal solid waste (MSW), industrial and commercial waste or Construction & Demolition Waste (C&DW). As RDF is a non-defined term and refers to waste that has not undergone proper processing and is not standardised than SRF is sampled and tested according to EU standards [9].

The objective of the report is to evaluate the mechanical pre-treatment technology for unsorted municipal solid waste in Latvia and opportunities for the preparation of alternative fuel as RDF or SRF by carrying out the analysis of waste composition and properties. The authors determined the parameters of separated components (lower heating value, moisture, ash content, carbon, nitrogen, hydrogen, sulphur, chlorine, metals), and assess their viability for the preparation of alternative fuel.

Materials and methods. Since municipal solid waste including household waste is heterogeneous, selective waste sampling was used to obtain a reliable sample that would be representative of the average waste composition: each of the random truckloads specifically selected from known waste producers in a specific territory was selected at a landfill in a specific waste accumulation period. For samples taken selectively, it is considered that these samples are fully representative of the population, and the samples include all types of waste characteristic of the specific population. The waste sampling method was appropriate for the assessment of the morphological composition of municipal solid waste and was tested using the Standards LVS EN 14899:2011; LVS CEN/TR 15310-1:2007 [10]. The samples were taken during the fourth seasons analysing the waste collection routes so as to select a waste load (3 loads) that would be representative of the average waste composition in the territory. Each load was weighed and a representative waste sample was taken from each load with the grab method – approximately 20 % of the load. Each sample was screened for an experimental study in special movable (reciprocating motion) screening equipment that consists of three screens placed horizontally. The screen mesh size (d) of the upper screen is 300x300 mm, middle screen – 150x150 mm, and the bottom screen – 70x70 mm.

The experimental truckloads of the collected municipal waste were treated using two different separation lines - the linear star screen and the rotating drum screen sorting line. There are facilities for mechanical shredding, screening and the separation of metal in mechanical Pre-treatment Centre using linear star screen equipment. The separation and reloading waste station with rotating drum screener is equipped with a mechanical pre-shredder, drum screener, magnetic separator of metal, manual sorting line, and cutting mill.

The method of waste sampling after the separation of waste using mechanical sorting lines was selected in order to study the quantity, composition and properties of the sorted waste fractions, to assess their viability for RDF or SRF production.

To predict the waste composition after the use of waste screening equipment and to recover secondary-use materials and materials for RDF or SRF production, the following parameters for examples of Coarse fraction from both lines were determined using the Standards [11]:

- Moisture content (%) – LVS EN 15414-3:2011;
- Net calorific value ($\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$) – LVS EN 15400:2011;
- Chlorine content (%) – LVS EN 15408:2011;
- Sulphur content (%) – LVS EN 15408:2011;
- Ash content (%) – LVS EN 15403:2011;
- Content of trace elements (As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, V and Zn) – LVS EN 15411:2012;
- Content of major elements (Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, Si, Ti) – LVS EN 15410:2012;
- C, H, N content (%) – LVS EN 15407:2011;
- Degradable organic carbon (DOC) (%) – LVS EN 13137:2005

Results. The average data on the content of municipal waste entering two selected sorting lines and after the sorting – content of Coarse fractions are presented in the Table 1.

The pre-treatment using automatic separation lines are reducing inorganic components of coarse fraction as metals, glass and stones and rising organic part as paper, plastics, textile, rubber and leather. The separated fractions have lower moisture content and higher heating value. The main properties of coarse fractions from both lines are presented by Table 2.

Such materials after drying and crashing can be used as energy source in cement kilns (Table 3) or as energy source for co-incineration plants using biomass and SRF. The nature of SRF is summarized in three parameters: mercury (indicating environmental impact), chlorine (indicating technical behaviour) and nett calorific value (indicating the performance) (Table 4).

Table 1. Content of municipal solid waste (mass %) entering the sorting equipment and after treating by drum screener and disc screener (Coarse fractions)

Type of waste	Entering drum screener, %	Entering disc screener, %	Coarse fraction after pre-treatment by drum screener, %	Coarse fraction after pre-treatment by disc screener, %
Biological and fine (<20 mm)	59.0	69.8	26.6	3.9
Paper	5.7	2.7	25.8	39.5
Cardboard	4.3	3.4		
Plastic	11.5	10.1	24.8	38.7
Textile, rubber, leather	4.4	4.7	12.8	10.6
Other	1.7	0.8	2.7	4.1
Wood	2.2	0.25	5.3	1.1
Glass	5.5	5.4	0.4	0.2
Metal	1.3	1.3	0.7	1.5
Aluminium	2.3	0.4		
Tin	0.3	0.4		
Inert	1.9	0.9	1.3	0.4

Table 2. The mean values of the parameters of Coarse fractions after drum screener and disc screener

Fraction	Moisture, %	Q_{net} , MJ*kg ⁻¹	Ash, %	Cl, %	S, %	N, %	C, %	H, %
Coarse fraction after drum screener	33	14	13	0.7	0.4	0.3	46.1	5.9
Coarse fraction after disc screener	34.7	15	13.2	0.95	0.2	0.2	4.8	7.1

Table 3. Material properties used as energy source for Broceni Cement kiln

Parameter	Unit	Value	Standards
Upper Heating Value UHV (dry basis)	MJ/kg	>22	CEN/TS 15400
Lower Heating Value LHV (as received)	MJ/kg	>16	CEN/TS 15400
Lower Heating Value LHV (dry basis)	MJ/kg	>20	CEN/TS 15400
Moisture (as received)	M.-%	< 25	CEN/TS 15414
Ash content (dry basis)	M.-%	< 15	CEN/TS 14775 CEN/TS 15403
Sulphur (dry basis)	M.-%	<1.0	CEN/TS 15408
Chlorine (dry basis)	M.-%	<0.8	CEN/TS 15408
Particle size	mm	50 x 50 x 5	CEN/TS15415
Bulk density (as received)	t/m ³	>0.180	

Table 4. The system of Solid Recovered Fuel classification

Classification characteristic	Statistical measure	Unit	Classes				
			1	2	3	4	5
Net calorific value (NCV)	Mean	MJ/kg	≥25	≥20	≥15	≥10	≥3
Chlorine (Cl)	Mean	%	≤0.2	≤0.6	≤1.0	≤1.5	≤3
Mercury (Hg)	Median 80th percentile	Mg/MJ	≤0.0	≤0.0	≤0.0	≤0.1	≤0.5
		J	2	3	8	5	0
		Mg/MJ	≤0.0	≤0.0	≤0.1	≤0.3	≤1.0
		J	4	6	6	0	0

The additional restrictions limiting the use of waste material for co-incineration kilns are connected with the ash content. The ash from biomass burning can be used as fertilizer, taking in account its content, but adding the waste or RDF, the content of heavy metals and other pollutants can overcome the stated limits. The analyses of ash from separated Coarse fractions are presented by Table 5.

Table 5. Chemical content of ashes for Coarse fractions after screeners

Element	Unit	The mean values of Coarse fraction after disc screener	The mean values of Coarse fraction after drum screener
Hg	mg kg ⁻¹	0.495	0.40
Cd	mg kg ⁻¹	0.82	0.66
Tl	mg kg ⁻¹	0.34	0.26
Br	M.-%	0.008	0.002
I	M.-%	0.0008	0.001
Sb	mg kg ⁻¹	8.62	2.90
As	mg kg ⁻¹	0.58	0.40
Cr	mg kg ⁻¹	13.37	23.76
Co	mg kg ⁻¹	6.02	6.60
Cu	mg kg ⁻¹	37.87	26.4
Pb	mg kg ⁻¹	21.46	9.24
Mn	mg kg ⁻¹	129.87	136
Ni	mg kg ⁻¹	9.79	5.28
Sn	mg kg ⁻¹	5.54	108
V	mg kg ⁻¹	14.42	13.2

Characterization of alternative fuel derived from municipal solid waste

To improve the properties of sorted material according the demands for usage as fuel for cement kiln, the mechanically sorted material was mixed with manually sorted material. The figures a-d (Fig. 1) for six mixed samples (1-6) represented the data from samples prepared by adding separately collected plastic and textiles and output sample from Coarse fraction (7). The analyses of the main parameters indicated that the moisture content can be improved and the heat of combustion values can be increased by adding dry organic material.

The ash content meets the requirements of a high quality fuel only in some cases (examples 4 and 6) . The chlorine content corresponds to the limits for high quality fuel both in the Coarse fraction and in the supplemented samples, except for the sample 3 (exceeds the limit by 0.1%).

Conclusions

The content of organic material in the mixed household waste can be raised by mechanical separation with disc or drum screeners. The Coarse fraction after the separation process with drum screener contains 25,8 % paper and cardboard (10 % in the mixed waste), 24,8% of plastic (11,5% in

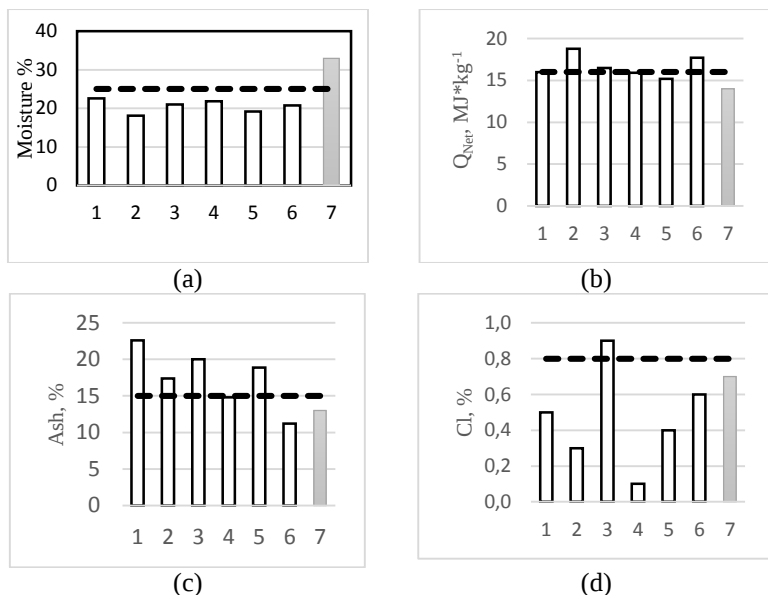


Fig.1. Comparison of six mixed samples (1-6) and coarse fraction sample (7) compared with the requirements for alternative fuel for cement kiln

the mixed waste) 12,8 % of textile, rubber and leather (4,4% in the mixed waste). The Coarse fraction after the separation process with disc screener contains 39,5 % paper and cardboard (6,1 % in the mixed waste), 38,7% of plastic (10,1% in the mixed waste) 10,6% of textile, rubber and leather (4,7% in the mixed waste).

1. The mean energetic parameters for pre-treated mechanically sorted municipal waste responds to limits stated for 3th class of SRF. They are not available for cement kilns as content of moisture is too high and net calorific value is too low.

2. To improve the main characteristics for waste material after the separation of municipal waste on mechanical lines, the manually sorted plastic and textile material can be added.

3. Biologically degradable waste separation at source and avoiding of hazardous materials containing chlorine and heavy materials is necessary to lower moisture, ash and chlorine content of potential fuel produced from waste.

REFERENCES

1. European Commission, Closing the loop - an EU action plan for the Circular Economy. Available: http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/implementation_report.pdf
2. European Commission, Circular economy package, Four legislative proposals on waste Briefing
EU Legislation in Progress, January 2016 Available: <http://www.europarl.europa.eu/EPRS/EPRS-Briefing-573936-Circular-economy-package-FINAL.pdf>, 26.1.2017
3. The role of waste-to-energy in the circular economy. Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Available: <http://ec.europa.eu/environment/waste/waste-to-energy.pdf>
4. Beckmann, M., Pohl, M., Gebauer, K., Ncube, S., Spiegel, W., Müller, W. Characterisation of Refuse Derived Fuels in view of the corrosion potential, In: International Conference on Incineration and Thermal Treatment Technologies - IT3, 18-22 May, 2009, Cincinnati, USA, Proceedings. Paper 69, 11 p.
5. Sharma, M., McBean, E. Strategy for use of alternative waste sort sizes for characterizing solid waste composition, Waste Management & Research, 2009, 27, p.38-45.
6. Pohl, M., Bernhardt, D., Ncube, S., Beckmann, M., Spiegel, W., Müller, W. Diagnostic methods into the Corrosion Potential of Alternative Fuels i.e. Biomass and Refuse Derived Fuels. In: The Conference on Impact of Fuel Quality on Power Production and Environment, 29 August-3 September, 2010, Saariselkä, Finland.
7. Rotter, V.S., Lehmann, A., Marzi, T., Möhle, E., Schingnitz, D., Hoffmann, G. New techniques for the characterization of refuse-derived fuels and solid recovered fuels, Waste Management & Research, 2011, 29(2), 229-236.
8. Vounatsos, P. Refuse Derived Fuels (RDF) Sampling and Analysis at the „EMAK” MBT Plant in Athens, Greece – Proposals for Process and Fuel Quality Optimization. 2012. In: ISWA congress. Proceedings USB.
9. European Recovered Fuel Organization, The role of SRF in a Circular Economy. Available: <https://www.erfo.info>
10. Arina, D., Orupe, A. Characteristics of Mechanically Sorted Municipal Wastes and Their Suitability for Production of Refuse Derived Fuel. Environmental and Climate Technologies, 2012, N 8, 18-23 p.
11. Arina, D., Orupe, A., Comparison of Municipal Solid Waste Characteristics after Separation by Star and Drum Screen Systems, in Proceedings of the International Scientific Conference Civil Engineering `1

РАЗВИТИЕ НИТЧАТЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В АКТИВНОМ ИЛЕ АЭРОТЕНКОВ ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Г.Г. Юхневич, В.А. Кирей

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230022, Гродно,
ул. Ожешко, 22; e-mail: kaf_ekolog@grsu.by)

Ключевые слова: городские очистные сооружения канализации, аэротенк, активный ил, нитчатые микроорганизмы, нитчатое вспухание.

Аннотация. Установлено, что нитчатое вспухание активного ила является характерной проблемой городских очистных сооружений канализации. Площадь хлопьев активного ила аэротенков очистных сооружений г. Гродно составляет 250–202500 мкм², Численность нитчатых микроорганизмов в активном иле колеблется от 15,7 до 148,6 тыс. экз/см³, среди которых преобладают особи с длиной нитей в диапазоне 0–50 мкм (60 %–74 %).

В разных по технологическому режиму аэротенков выявлены отличия в иловом индексе, площади хлопьев активного ила, количестве и размерах нитчатых микроорганизмов. По комплексу биологических показателей активного ила установлена наименьшая вероятность протекания нитчатого вспухания в аэротенках с мелкопузырчатой придонной аэрацией через дисковые диффузоры с выделением аноксидной зоны. В аэротенках со среднепузырчатой аэрацией через трубчатые диффузоры, расположенные по всему днищу с вынесенным в центр плечом аэратора, выявлена нестабильность функционирования активного ила.

THE DEVELOPMENT OF FILAMENTOUS MICROORGANISMS IN ACTIVATED SLUDGE AERATION TANKS OF MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANTS

G.G. Yukhnevich, V.A. Kirej

EI «Yanka Kupala State University of Grodno» (Belarus, Grodno, 230022, Ozheshko, 22; e-mail: kaf_ekolog@grsu.by)

Key words: urban sewage treatment plants, aeration tank, activated sludge, filamentous microorganisms, filamentous bulking.

Summary: It is established that filamentous bulking is a characteristic problem of urban sewage treatment facilities. The area of the flakes of activated sludge aeration tanks of sewage treatment plants in Grodno is $250\text{--}202500\text{ }\mu\text{m}^2$, the Number of filamentous microorganisms in activated sludge ranges from 15,7 to 148,6 thousand ind./cm³, which are dominated by specimens with a length of thread in the range of $0\text{--}50\text{ }\mu\text{m}$ (60 % – 74 %).

In a different technological mode of aeration differences in sludge index, square flakes of activated sludge, the number and size of filamentous microorganisms. The complex biological parameters of activated sludge installed the smallest probability of occurrence of filamentous bulking in the aeration tanks with small bubble bottom aeration through disc diffusers with the release of anoxic zone. In aeration tanks with medium bubble aeration through the tubular diffusers, located around the bottom posed in the center of the shoulder of the aerator, instability of operation of the activated sludge revealed.

(Поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Биологический метод очистки с использованием активного ила в условиях аэротенка относится к наиболее универсальным, широко применимым при обработке городских сточных вод. Метод заключается в минерализации органических загрязнений сточных вод при помощи аэробных биохимических процессов с участием микроорганизмов и гидробионтов. Непременным условием эффективности биологических процессов метаболизма в аэротенке является обеспечение их растворенным в воде кислородом, что достигается аэрацией и перемешиванием смеси воды и активного ила [1, 2].

В настоящее время наиболее распространенной в мировой практике патологией биологической очистки сточных вод является нитчатое вспухание ила, представляющее собой увеличение его объема при сохранении или уменьшении его биомассы в результате массового развития организмов с нитчатой структурой [3].

Нитчатые организмы активного ила практически постоянно присутствуют в нормально функционирующем активном иле. При превышении порога стрессирующего антропогенного воздействия численность флокулообразующих бактерий сокращается до минимума, а более устойчивые к неблагоприятным факторам нитчатые организмы (хламидобактерий, цианобактерий, гифомицетов и др.) занимают их

экологическую нишу. Развитие нитчатых микроорганизмов сильно ограничивает гидравлический потенциал вторичного отстойника и может привести к выходу активного ила в природную среду [4].

К подобным нарушениям седиментации активного ила могут приводить как изменение (часто скачкообразное) химического состава сточных вод, удельной нагрузки на ил, соотношения важнейших компонентов сточных вод, в том числе токсичных для микроорганизмов активного ила, так и особенности аэрационного режима сооружений [5, 6].

Цель работы – изучение развития нитчатого вспухания активного ила при различных технологических режимах работы аэротенков городских очистных сооружений канализации.

Материал и методика исследований. На очистных сооружениях канализации г. Гродно предусмотрена типовая схема очистки сточных вод: механическая очистка на решетках, песколовках и первичных отстойниках и биологическая очистка в системе четырехкоридорный аэротенк – вторичный отстойник. Для исследований отбиралась иловая смесь из 4-х коридоров разных типов аэротенков (2, 4, 6-А) с интервалом две недели. Аэротенки 2 и 4 относятся к сооружениям I–II очереди и составляют единый технологический комплекс. В аэротенке 2 обеспечивается мелкопузырчатая придонная аэрация через дисковые диффузоры с выделением аноксидных зон (во второй половине 1-го коридора и первой половине 2-го коридора установлены по три горизонтальные погружные мешалки). В аэротенке 4 обеспечивается среднепузырчатая пристенная аэрация через трубчатые диффузоры. Аэротенк 6-А относится к сооружениям III очереди с системой среднепузырчатой аэрации через трубчатые диффузоры, расположенные по всему днищу (плечо аэратора вынесено в центр).

В пробах активного ила аэротенков определяли его концентрацию и иловый индекс [7]. Из каждой тщательно перемешанной пробы иловой смеси объемом 0,1 см³ готовили препараты «раздавленная капля» в 3-х повторностях, которые просматривали по диагонали при увеличении микроскопа 10х40, определяли численность и размеры нитчатых микроорганизмов [8, 9]. Площадь хлопьев активного ила находили математическим методом палетки на основе фотографий активного ила с использованием программы Adobe Photoshop [10].

Результаты исследований и их обсуждение. Поскольку успешная очистка сточных вод активным илом заключается не только в разрушении органических загрязнений, но и в отделении ила от очищенной воды, в практике аэробной очистки пользуются показателями илового индекса. Для очистных сооружений с

аэротенками оптимальные значения илового индекса находятся в пределах от 80 до 120 см³/г [6]. Иловый индекс во всех исследуемых аэротенках очистных сооружений канализации г. Гродно имеет близкие к неудовлетворительным значения (таблица 1). Активный ил аэротенка 4 обладает наиболее выраженными седиментационными свойствами. В аэротенке 2 иловый индекс наибольший, однако с наименьшим диапазоном изменения данного показателя, что характерно для стабильно функционирующего активного ила, в то время как в аэротенке 6-А наблюдается нестабильность значений илового индекса.

Таблица 1 – Изменение илового индекса при различных технологических режимах работы аэротенков городских очистных сооружений канализации, см³/г

Проба	Аэротенк 2	Аэротенк 4	Аэротенк 6-А
1	178	154	171
2	177	149	179
3	171	155	123
4	170	144	165
5	199	173	171
6	179	154	194
7	178	137	193
8	169	147	187
среднее значение	178	152	173

Размер хлопьев активного ила зависит от видового состава микроорганизмов, наличия и характера загрязнений, температуры среды, гидродинамических условий в аэрационном сооружении и других факторов. В умеренно-нагруженном активном иле при средних органических нагрузках формируются компактные, средних размеров хлопья. К увеличению величины хлопьев активного ила приводит развитие в нем нитчатых микроорганизмов, что часто сопровождается вспуханием ила [7, 8].

Площадь хлопьев активного ила аэротенков городских очистных сооружений канализации колеблется в широких пределах от 250 до 202500 мкм² (таблица 2).

Таблица 2 – Площадь хлопьев активного ила в аэротенках городских очистных сооружений канализации, мкм²

Пробы	Аэротенк 2	Аэротенк 4	Аэротенк 6-А
1	<u>39821</u> 1875–125000	<u>25813</u> 2500–120000	<u>19962</u> 2500–100000
2	<u>16132</u> 500–105000	<u>10010</u> 500–95000	<u>28848</u> 1250–137500
3	<u>13911</u> 500–77500	<u>15160</u> 1250–105000	<u>15188</u> 1250–87500
4	<u>12078</u> 750–82500	<u>23182</u> 750–105000	<u>15668</u> 750–90000
5	<u>30319</u> 1875–150000	<u>27616</u> 1875–195000	<u>32500</u> 2250–187500
6	<u>29000</u> 1071–202500	<u>20902</u> 1071–187500	<u>45166</u> 2250–87500
7	<u>12100</u> 250–72500	<u>15188</u> 500–100500	<u>25350</u> 2500–90000
8	<u>10643</u> 250–40000	<u>30200</u> 750–80000	<u>32750</u> 750–87500
среднее значение /min-max	<u>20501</u> 250–202500	<u>21009</u> 500–195000	<u>26929</u> 750–187500

Примечание: над чертой – среднее значение, под чертой – минимальное и максимальное значения соответственно.

Самые мелкие компактные флокулы активного ила формируются в аэротенке 2. Это определяет наибольшую площадь поверхности ила и, как следствие, его высокую адсорбционную способность в данном аэротенке.

Высокая нагрузка на ил городских очистных сооружений канализации г. Гродно благоприятствует развитию в нем нитчатых микроорганизмов. Их численность в разных аэротенках при поступлении отличающихся по составу сточных вод колеблется в широких пределах – от 15,7 до 148,6 тыс экз/см³ (таблица 3).

Таблица 3 – Количество нитчатых микроорганизмов активного ила аэротенков городских очистных сооружений канализации, экз/см³

Пробы	Аэротенк 2	Аэротенк 4	Аэротенк 6-А
1	40218	47212	64698
2	26229	52458	61201
3	15737	24480	22732
4	40218	48961	47212
5	83932	148630	76938
6	99669	50709	83932
7	31475	75189	78686
8	55955	52458	110161
среднее значение	49179	62512	68195

Минимальное количество микроорганизмов с нитчатой структурой наблюдается в аэротенке 2, что связано с особенностями технологического режима аэротенка. Мелкопузырчатая придонная аэрация, с точки зрения интенсивности степени растворения кислорода, является наиболее эффективной. Она способствует равномерному распределению воздуха в толще воды, тем самым способствует благоприятному режиму функционирования дыхательных ферментов флокулообразующей микрофлоры [4]. Максимальная численность нитчатых микроорганизмов выявлена в аэротенке 6–А (пробы 1,2,7,8), что свидетельствует о протекающих процессах нитчатого вспухания активного ила.

Длина отдельных нитей микроорганизмов активного ила аэротенков городских очистных сооружений г. Гродно также значительно различается (от 7 до 327 мкм). Среди нитчатых микроорганизмов преобладают особи с длиной нитей в диапазоне 0-50 мкм, составляющие в аэротенке 2 – до 65 %, в аэротенке 4 – до 74 %, в аэротенке 6-А – до 60 % экземпляров (рисунок 1). Количество особей с длиной 301–350 мкм минимально в аэротенках 2 и 4 – до 0,3 %, тогда как в аэротенке 6-А их встречаемость достигает 1,9 % экземпляров.

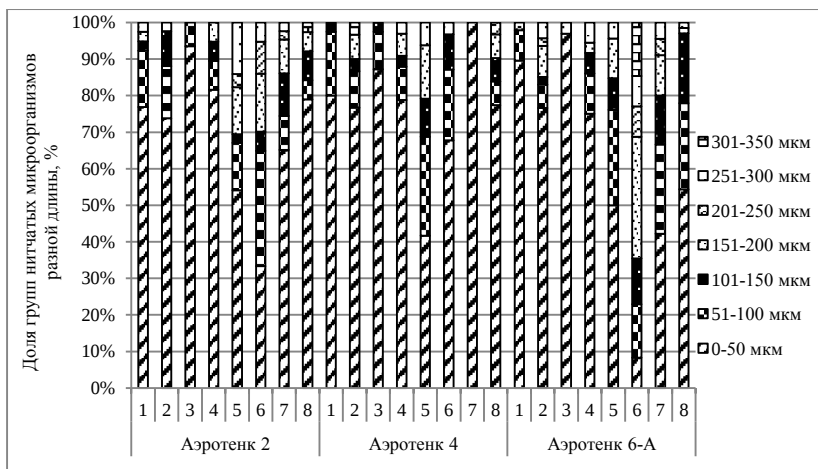


Рисунок 1 – Доля групп нитчатых микроорганизмов активного ила аэротенков городских очистных сооружений канализации

Рассчитаны коэффициенты корреляции Спирмена между биологическими показателями активного ила разных по технологическому режиму аэротенков очистных сооружений канализации г. Гродно и исходными показателями поступающих на очистку городских сточных вод. Наибольшее количество прямых тесных корреляционных связей установлено между содержанием нитчатых микроорганизмов в аэротенке 6-А и концентрациями хлоридов ($r=0,78$), фосфатов ($r=0,84$) и СПАВ анионактивных ($r=0,71$) в сточных водах, что указывает на склонность к нитчатому вспуханию при данном типе аэрации в условиях колебания состава сточных вод.

Заключение

Нитчатое вспухание активного ила является характерной проблемой городских очистных сооружений канализации. Выявленные отличия в площади хлопьев активного ила, количестве и размерах нитчатых микроорганизмов в разных по технологическому режиму аэротенков доказывают, что повышение аэробности в аэротенках является обязательным условием в профилактике и борьбе с нитчатым вспуханием ила при очистке городских сточных вод со сложным химическим составом и высокой концентрацией легкоокисляемых органических веществ.

По комплексу биологических показателей активного ила установлена наименьшая вероятность протекания нитчатого вспухания

в аэротенках с мелкопузырчатой придонной аэрацией через дисковые диффузоры с выделением аноксидной зоны (аэротенк 2).

В аэротенках со среднепузырчатой аэрацией через трубчатые диффузоры, расположенные по всему днищу с вынесенным в центр плечом аэратора (аэротенк 6-А), выявлена нестабильность функционирования активного ила, склонность к нитчатому вспуханию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жмур, Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротехниками / Н.С. Жмур. – М.: Акварос, 2003. – 512 с.
2. Карманов А.П. Технология очистки сточных вод / А.П. Карманов, И. Н. Полина. – Сыктывкар: Изд-во СЛИ, 2015. – 207 с.
3. Tandoi, V. Activated Sludge Separation Problems: Theory, Control Measures, Practical Experiences / V Tandoi, D Jenkins, J Wanner. – 2006. – 340 p.
4. Плотников, М.В. Дисфункционирование сооружений аэробной биологической очистки сточных вод : автореф. дис. канд. биол. наук : 03.01.06 / М. В. Плотников ; ФГБНУ «Всероссийский научно-издательский и технологический институт биологической промышленности» ФАНО России – Щелково, 2014. – 29 с.
5. Харьковина, О.В. Проблемы эксплуатации сооружений очистки сточных вод и их решения: вспухание и пенообразование активного ила / О.В. Харьковина, С.В. Харькин // Справочник эколога. – 2015. – № 2. – С. 85–96.
6. Fourest, E. Occurrence and control of filamentous bulking in aerated wastewater treatment plants of the French paper industry / E. Fourest, D. Craperi, C. Deschamps – Roupertetal. // WaterSciTechnol., 2004. – Vol. 4. – № 50 (3). – P. 29–37
7. Жмур, Н. С. Комплект методик по гидрохимическому контролю активного ила: определение массовой концентрации активного ила, илового индекса, зольности сырого осадка, активного ила, прозрачности надиловой воды / Н. С. Жмур. – М.: АКВАРОС, 2008. – 39 с.
8. Рекомендации по проведению гидробиологического контроля на сооружениях биологической очистки с аэротенками: метод. пособие – Пермь : ОГУ "Аналитический центр", 2004. – 52 с.
9. Jenkins, D. Manual on the causes and control of activated sludge bulking, foaming, and other solids separation problems / D. Jenkins, M.G. Richard, G.T. Daigger. – 3rd edition. – Lewis publishers, 2003. – 260 p.
10. Болтянский, В. Г. О понятиях площади и объёма / В. Г. Болтянский // Квант. – 1977. – № 5. – С.2–9.

**IMPACT OF COOPERATION BETWEEN ACADEMIA AND
INDUSTRY**
**(Waste water purification technologies, effluent gases and solid waste
handling)**

Åke Erlandsson
AB Gustaf Kähr Sweden.

Keywords: industry, cooperation, projects, impact, waste water

This paper is based on experiences from a long-term cooperation between the Linneaus University and the industrial partner Kährs Group, a Swedish wooden floor producer.

Authority demands on Kährs to minimize the polluted waste water in Sweden, triggered an open network discussion between Professor William Hogland and environmental manager Åke Erlandsson at Kährs Group. The cooperation started with shorter student projects/master thesis projects and followed with 5 PhDs. The scientific involvement enabled early ideas on treatment methods, to be developed via laboratory studies, pilot setups, to full scale. For Kährs, the impact of the cooperation was two-fold. First, a full-scale treatment plant, where process waste water from the production is sedimented and ozone-treated. Secondly, Installation of a vegetatible sedimentation filter for storm water and leakage water from oak logs. From the years of cooperation with Linneaus University, Kährs concluded a few key-factors of success:

- A substantial challenge is needed
- All stakeholders have benefits/interests
- The industrial partners must accept time-scale of the scientific method
- Active communication among all stakeholders
- In-person interaction with the different competences throughout the project

СЕКЦИЯ 5
МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ. ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ
СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ПЕРСПЕКТИВЫ
ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
АГРОТУРИСТИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ

SECTION 5
METHODS FOR ENVIRONMENTAL QUALITY MANAGEMENT.
PHYSICAL METHODS OF DIAGNOSTICS OF A CONDITION OF
THE ENVIRONMENTAL. PROSPECTS OF APPLICATION OF
PHYSICOCHEMICAL METHODS OF RESEARCH FOR THE
DESIGN OF AGRO-TOURISM ROUTES

УДК 519.711.3

МЕТОД РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАВОДКОВЫХ РАСХОДОВ
ГИДРОУЗЛАМИ С ВРЕМЕННО ЗАТАПЛИВАЕМЫМ
ВОДОХРАНИЛИЩЕМ

Р.В. Давыдов

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
г. Санкт-Петербург, Россия (Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, ул.
Политехническая, 29; e-mail davydovroman@outlook.com)

Ключевые слова:

наводнения; гидросистемы; математическое моделирование

Аннотация:

В работе предложена математическая модель для расчета параметров гидроузла с временно затопливаемым водохранилищем с целью регулирования паводковых расходов. Модель позволяет указать различные параметры для нескольких типов гидроузлов и, учитывая конструкцию гидроузла и данные из ГИС систем, может быть использована для расчета оптимального уровня паводковых расходов для рек для минимизации негативных последствий после наводнения. Возможно исследование как конкретных конструкций, так и поиск их оптимальных параметров на основе данных о расходах.

FLOOD MANAGEMENT METHOD BY HYDROSYSTEMS WITH TEMPORARILY FLOODED RESERVOIRS

R.V. Davydov

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University (Russia, 195251,
St.Petersburg, Polytechnicheskaya, 29; e-mail:
davydovroman@outlook.com)

Key words:

floods; hydro systems; mathematical modeling;

Summary:

The mathematical model for calculating the parameters of a hydro system to control flood waterflows is proposed. This model allows to specify the parameters of several types of anti-flood hydro systems, and, considering the design of the hydro system and data from the GIS systems, can be used to calculate optimal level of flow rates for rivers to minimize negative effects after floods. It is possible to study specific designs of anti-flood hydro systems or search optimal parameters for them based on waterflow data.

(Поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Актуальность работы

В настоящее время во многих странах мира остро стоит вопрос защиты от наводнений, которые всегда считались значительной природной опасностью с точки зрения экологических и экономических потерь. Наблюдаемое изменение климата привело в различных регионах мира к резкому увеличению частоты крупных наводнений, которые сопровождаются значительным экономическим ущербом и большим числом пострадавших. Около одной пятой части европейских городов (с населением более 100 тыс. в каждом) уязвима для внезапных наводнений, вызванных экстремальными осадками [1-4].

Защита территории от наводнений в настоящее время осуществляется как инженерными, так и другими (хозяйственно-административными и др.) методами [5], которые ориентированы на сложившуюся ситуацию и не учитывают ее развития в перспективе — рост урбанизации, изменение климата и структуры землепользования и пр. В результате дорогостоящие мероприятия оказываются малоэффективными.

С учетом этих обстоятельств меняется концепция борьбы с наводнениями — от локальных мероприятий по защите в конкретном месте к управлению риском наводнения всего речного бассейна [6-9].

Проблема наводнений существует и в России, а вследствие климатических изменений предполагается ее дальнейшее обострение [10]. С учетом размеров экономических потерь наиболее остро проблема паводков проявляется в Дальневосточном регионе. Так наводнение 2013 г., случившееся в результате продолжавшихся около двух месяцев интенсивных дождей, затопило огромные территории Дальнего Востока и Северо-Восточного Китая [11].

Эффективным мероприятием по борьбе с наводнениями является регулирование паводкового стока гидроузлами. В России, как и в других странах мира, распространенным и эффективным способом борьбы с наводнениями является регулирование максимального стока комплексными гидроузлами с крупными противопаводковыми емкостями [12]. Размещаемые на основной реке, они защищают земли, расположенные ниже по течению. Кроме того, на боковых притоках размещаются противопаводковые гидроузлы, которые оказываются крайне полезными в случае увеличения водности реки при климатических изменениях, когда их форсированного объема гидроузлов на основной реке оказываются недостаточно для аккумуляирования паводков.

Цели и задачи работы

Наиболее надежные и безопасные в эксплуатации противопаводковые гидроузлы – это гидроузлы, имеющие нерегулируемые донные водопропускные сооружения и нерегулируемые поверхностные водосливы. Конструкция такого гидроузла представлена на Fig. 1.

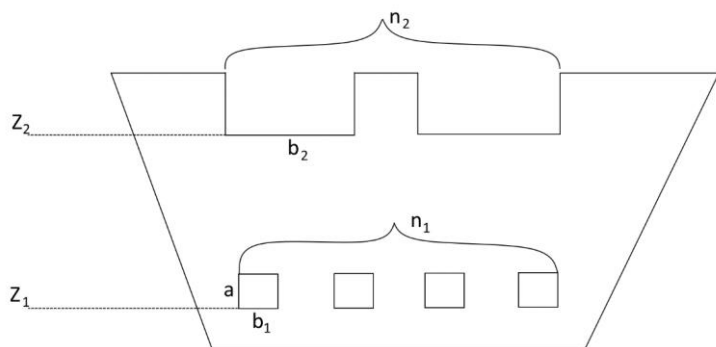


Рис. 1. Схема размещения водопропускных отверстий в противопаводковом гидроузле.

Целью работы является разработка математической модели работы такого гидроузла с учетом различных вариантов его конструкции и режимов работы.

В предложенной в работе модели расчет объема паводковых вод, аккумулирующихся в водохранилище в момент времени t , производится балансовым методом

$$V(t) = V_{stor}(t - \Delta t) + (Q_{in}(t) - Q_{reg}(t) - Q_{evap}(t) - Q_{filt}(t)) \Delta t \quad (1)$$

где:

$Q_{in}(t)$ – расход воды, поступающей в водохранилище;

$Q_{evap}(t)$ – потери воды на испарение с поверхности водохранилища;

$Q_{reg}(t)$ – расход воды в нижнем бьефе;

$Q_{filt}(t)$ – фильтрационный расход воды;

t – текущее время.

К управлению паводковыми расходами на боковых притоках предъявляются следующие требования:

- поддержание расходов в нижнем бьефе в рамках требований охраны окружающей среды:

$$Q_{reg}(t) \geq Q_{env} \quad (2)$$

где Q_{env} – расход в реке, обеспечивающий ее природоохранный паводково-пойменный режим.

- не превышение максимально допустимой отметки верхнего бьефа с целью минимизации затопления земель для сохранения природной среды:

$$Z(t) \leq Z_{max} \quad (3)$$

где $Z(t)$ – уровень воды в водохранилище.

Расход воды в нижнем бьефе высчитывается в зависимости от режима работы сооружения:

1) в неподтопленном режиме сооружение обеспечивает свободное, близкое к естественному, прохождение расходов воды через донные отверстия. Для расчета пропускной способности сооружения используется формула течения воды через водослив с широким порогом (подпор со стороны нижнего бьефа не учитывается) [13]:

$$Q_{reg}(t) = n_1 m b_1 \varepsilon \sqrt{2g} (Z(t) - Z_1)^{3/2} \quad (4)$$

где m – коэффициент расхода, b_1 – ширина донных отверстий, ε – коэффициент бокового сжатия, Z_1 – отметка дна донных отверстий, n_1 – количество донных отверстий.

2) в паводковый период водопропускное сооружение работает в режиме затопленного отверстия с переменным напором. Учитывая

возможность засорения частично или полностью донных отверстий, дополнительно предусматривается наличие поверхностных отверстий. В случае, когда $Z(t) \leq Z_2$, где Z_2 – отметка дна поверхностных водопропускных сооружений, расход воды в нижнем бьефе рассчитывается по следующей формуле [14]:

$$Q_{reg}(t) = n_1 \mu \omega \sqrt{2g(Z(t) - Z_1 - a/2)} \quad (5)$$

где μ – коэффициент расхода донных отверстий, ω – площадь отверстия, a – высота отверстия. В случае, когда $Z(t) > Z_2$, расход воды в нижнем бьефе рассчитывается как:

$$Q_{reg}(t) = n_1 \mu \omega \sqrt{2g(Z(t) - Z_1 - a/2)} + n_2 m b_2 \varepsilon \sqrt{2g(Z(t) - Z_2)^{3/2}} \quad (6)$$

где n_2 – количество поверхностных отверстий, b_2 – ширина поверхностных отверстий

Предложенная модель реализована в виде компьютерной программы с возможностью задания конструкции гидроузла и использования различных исходных данных.

Результаты исследований и их обсуждение

Для проверки возможностей математической модели были использованы данные по противопаводковому гидроузлу на реке Нора (приток реки Селемджа). Произведен поиск подходящих конструкций гидроузлов на основе данных о расходах воды. Результаты представлены на Рис. 2 и Рис. 3.

Найдено несколько подходящих наборов параметров для гидроузла, для которых максимальный расход при паводке 1% обеспеченности снижается с 4450 м³/с до 2990-3030 м³/с. Это примерно соответствует естественному расходу 10% обеспеченности, что позволяет обеспечить паводко-пойменные процессы.

Кроме того, найдена конструкция гидроузла (соответствует жирной черной линии на Рис. 2 и Рис. 3), который затопливается кратковременно, а после самоопорожнения в остальное время (до следующего паводка) остается в неподтопленном режиме и не мешает свободному проходу рыбы [15].

Заключение

Разработанная математическая модель для регулирования паводковых расходов гидроузлами с временно затопливаемым водохранилищем успешно использована для подбора подходящих параметров Норского гидроузла. Возможно исследование как конкретных конструкций гидроузлов, так и подбор оптимальных на основе данных о расходах воды. Использование этой модели совместно с моделью водохранилища с ГЭС позволит значительно снизить риск от наводнений всего речного бассейна при минимальном воздействии на природную среду.

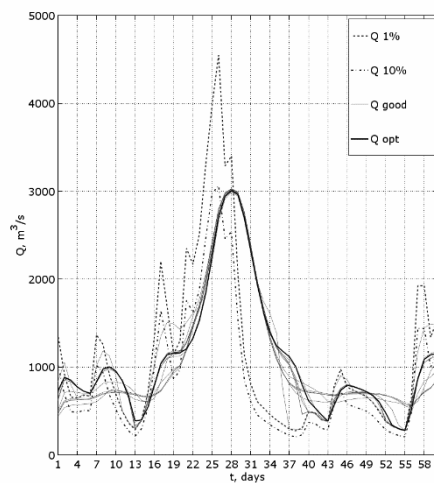


Рис. 2. Изменение расходов воды в нижнем бьефе для различных параметров Норского гидроузла.

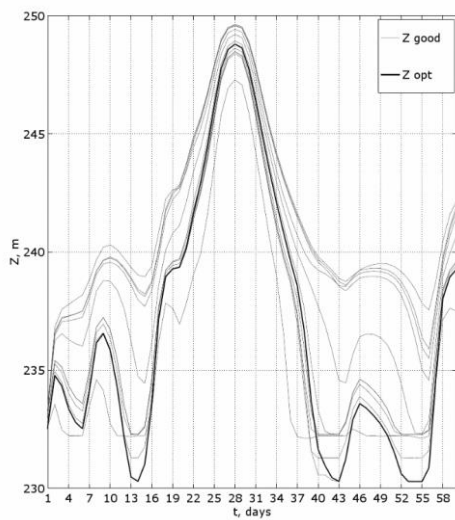


Рис. 3. Изменение уровня воды в верхнем бьефе для различных параметров Норского гидроузла.

REFERENCES

1. United Nations Office for Disaster Risk Reduction, The human cost of weather-related disasters 1995 – 2015, (2015).
2. Climate Service Centre Report No. 12. The European Floods Directive and Opportunities offered by Land Use Planning, (Hamburg, Germany, 2016).
3. L. Alfieri, L. Feyen, P. Salamon, J. Thielen, A. Bianchi, F. Dotto-ri, P. Burek, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 16, 1401 – 1411 (2016).
4. A. K. Jha, R. Bloch, J. Lamond, Cities and flooding: A guide to integrated urban flood risk management for the 21st century (Washington, World Bank Publications 2012).
5. А. Б. Авакян, М. Н. Истомина, Вестник РАН, 72(12), 1059 – 1068 (2002)
6. Ä. Lange, G. Metz Innovative Bauverfahren beim Bau von Hochwasserrückhaltebecken. 35 Dresdner Wasserbaukolloquium 2012 “Staubauwerke – Planen, Bauen, Betreiben”, Technis-che Universität Dresden – Fakultät Bauingenieurwesen, Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik, 493 – 502 (2012).
7. М. П. Федоров, В. И. Масликов, Известия Российской академии наук. Энергетика, 4, С. 47 – 52 (2013)
8. A.H. Thieken, H. Kreibich, M. Müller, B.Merz, Hydrological Sciences Journal, 52, 1016-1037 (2007)
9. M. Guan, N. Sillanpää, H. Koivusalo, Hydrological Processes, 29, 2880-2894 (2015)
10. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации в составе основного тома, технического резюме и общего резюме. – М.: Росгидромет, 2014.
11. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2013 году / МЧС России. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС(ФЦ), 2014. – 344 с
12. Реки и озера мира: Энциклопедия. - М.: ООО Издательство “Энциклопедия”, 2012. - 928 с.
13. Р. Р. Чугаев, Гидравлика (Ленинград, Энергоиздат, 1982)
14. П. Г. Киселев Справочник по гидравлическим расчетам (Москва, Энергия, 1974)
15. N. Vatin, N. Lavrov, N. Korzhavin, Applied Mechanics and Materials, 641 – 642, 353 – 358 (2014).

Started from 1996



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5

tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24, fax:

(498) 694-09-02 E-mail: vniif@vniif.ru

www.vniif.ru

**МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НА ОСНОВЕ
РЕЗУЛЬТАТОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ТРАВЯНОЙ МУКИ**

**С.Э. Логунов¹, В.В. Давыдов^{1,2}, В.Ю. Рудь², М.С. Мазинг¹,
Т.И. Давыдова¹**

¹ ФГАОУ ВО «Санкт – Петербургский политехнический университет
Петра Великого»
195251, г. Санкт – Петербург, ул. Политехническая, 29; e-mail: [sema-
logunov@ya.ru](mailto:sema-logunov@ya.ru)

² Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
143050, Московская область, Одинцовский район, р.п. Большие
Вяземы, ул. Институт, владение 5

***Ключевые слова:** сельскохозяйственные угодья, экологический мониторинг, электромагнитная сепарация, зерновые культуры, магнитное поле, металлические частицы, камни, инородные предметы.*

***Аннотация.** В работе рассмотрены причины появления в собранном урожае зерновых культур или травяной муке металлических элементов различной формы. Отмечено, что данные элементы почти не извлекаются из сельхозпродукции при просеивании, сортировке по весу и т.д. Рассмотрены различные методы (магнитный, ядерно-магнитный, рентгеновский и т.д.) определения их наличия в данной продукции с определением относительных концентраций. Предложена методика, позволяющая установить состояние загрязнения сельскохозяйственного угодья различными инородными элементами на основе результатов электромагнитной сепарации продукции с данной территории.*

**THE METHOD OF AGRICULTURAL LANDS CONDITIONS
DETERMINED ON BASIS OF ELECTROMAGNETIC
SEPARATION RESULTS FOR CEREAL CROPS AND HERBAL
FLOUR**

S.E. Logunov¹, V.V. Davydov^{1,2}, V.Yu. Rud², M.S. Mazing¹, T.I. Davydova¹

¹ Peter the Great Saint – Petersburg Polytechnical University
195251, 29 Polytechnicheskaya str, e-mail: sema-logunov@ya.ru

² All Russian Research Institute of Phytopathology
143050, Moscow Region, Odintsovo district, B.Vyazyomy, Institute str.,
ownership 5

Key words: agricultural grounds, environmental monitoring, electromagnetic separation, cereal crop, magnetic field, metal particles, stones, foreign objects.

Summary: In article the appearance reasons of metal different forms elements in assembled crop of cereals or herbal flour are considered. It's noted that these elements are almost not extracted from agricultural products by screening, sorting by weight, etc. The different methods (magnetic, nuclear-magnetic, X-ray, etc.) for presence determined of metal particles in this product with relative concentrations determined. A method is proposed which on basis of electromagnetic separation of these products allows us to establish of agricultural land pollution state of different foreign elements.

(Поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение.

Пищевая и перерабатывающая промышленность — одно из приоритетных направлений экономики России. В условиях увеличения численности населения, а также различных неблагоприятных климатических факторов, влияющих на процессы созревания и уборки урожая, постоянно ощущается необходимость в качественном его сборе, переработке, хранении и рациональном использовании [1-5]. Последнее очень сильно зависит от переработки. Существует множество способов переработки различной сельхозпродукции. Но в каждом из них присутствуют процессы сепарации, направленные на выделение из неё инородных частиц, представляющих опасность, как для живых организмов при её потреблении после переработки, так и для машин, используемых на перерабатывающем производстве [5 – 7].

Наиболее сложным является переработка травяная муки и различных зерновых культур по причине процессов многоступенчатой их сепарации. Это связано с тем, что при уборке урожая на полях присутствуют камни, различные металлические предметы (например,

гайки и ключи от машин и механизмов, пластиковые бутылки, древесина и т.д.) [5, 7, 8]. При их взаимодействии с механизмами уборочной техники образуются металлические частицы, которые по размеру и весу соответствуют компонентам собираемого урожая. Кроме того, они достаточно плотно в нем располагаются.

Первичное просеивание, которое происходит при сборе данной продукции на уборочной технике не позволяет их извлечь. И они отправляются с собранным урожаем на дальнейшую переработку. Более крупные металлические элементы, а также камни, раздробленный пластик, древесина и прочие в большинстве случаев при просеивании выбрасываются на поле [7].

Одна из задач, которая возникает перед проведением посевных работ – это оценка степени загрязнения поля. Поэтому показателю можно определить наличие нарушения экологического баланса и необходимость проведения экологического мониторинга состояния поля, который является достаточно затратным мероприятием. По результатам которого будет определен комплекс работ по очистке сельхоз угодья от мусора и т.д.

Нами предлагается один из возможных вариантов оценки загрязнения поля по результатам электромагнитной сепарации, собранной с данного поля сельхозпродукции зерновых или травяной муки. Проведенные многочисленные исследования показали, что от качества электромагнитной сепарации сельхозпродукции зависит очень многое.

Поэтому целью данной работы является определение наиболее эффективной конструкции электромагнитного сепаратора для данных типов сельхозпродукции, а также разработка простого и надежного метода настройки в реальном времени его магнитной системы при длительной эксплуатации сепаратора. Также в цель работы входит разработка методики оценки загрязнения сельскохозяйственных полей по результатам сепарации, собранного с них урожая.

1. Электромагнитная сепарация сельхозпродукции.

Проведенные нами исследования, а также анализ опыта работы сельскохозяйственных производств в обрабатывающем цикле которых используются различные процессы сепарации сельхоз продукции, показали, что наиболее рациональным и эффективным для зерновых культур и травяной муки является тип электромагнитной сепарации, в которой сельхоз продукция проходит через магнитное поле под действием силы тяжести (сверху вниз). На рис. 1 представлена конструкция одной из моделей данного типа сепараторов для травяной муки.

В сепараторных устройствах данного типа, как показали проведенные нами эксперименты, для каждого вида, как зерновой продукции, так и травяной муки подбирается расстояние между полюсами электромагнита, значение индукции B_0 магнитного поля в межполюсном пространстве, а также неоднородность поля в зазоре между полюсами.



Рис. 1 Сепаратор для травяной муки.

На рис. 2 представлена схема движения металлической частицы в магнитном поле сепаратора.

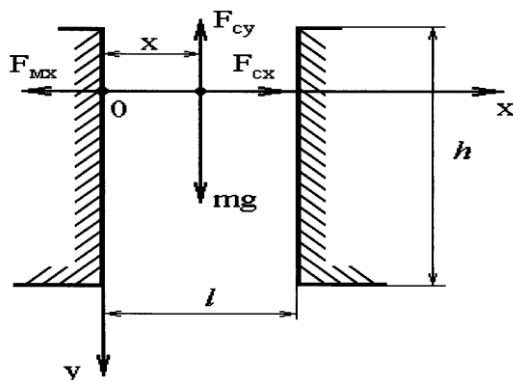


Рис. 2 Силы, действующие на магнитную частицу в электромагните сепаратора, где F_{mx} – магнитная сила, действующая на частицу по оси OX; F_{cx} – сила сопротивления движению частицы в среде материала; F_{cy} – сила, действующая на частицу оси OY (аэродинамическая сила – сопротивление движению частицы в воздушной среде); $mg = F$ – вес частицы.

Проведенные нами исследования показали, что процесс сепарации частицы по отклонению из потока зерновой культуры или травяной муки возможен только в том случае, если время движения частицы t_1 по оси OX от её местонахождения в потоке до магнитного полюса незначительно больше времени движения частицы t_2 по диаметру полюса электромагнита h (по оси OY). Металлические частицы в магнитной системе сепаратора будут изменять свою траекторию движения по осям OX и OY, таким образом, что после выхода из электромагнита, они уже будут находится на расстоянии не меньше 15 см от края струи потока зерновой культуры. Дальше под действием силы тяжести они упадут в специальное отделение, расположенное на дне сепаратора. Очищенный от них поток зерновой культуры будет направлен в другое отделение, расположенной по направлению его первоначального движения.

Решая систему дифференциальных уравнений для представленных на рис. 2 сил относительно координаты магнитной частицы по оси OX, можно при заданном значении индукции поля B_0 , начальной скорости, например, зерна, и прочих параметров, установить, что степень неоднородности магнитного поля по оси OX должна быть не хуже 10^{-3} см^{-1} . Данное значение неоднородности магнитного поля обеспечить в электромагнитной системе при длительной её эксплуатации достаточно сложно. Кроме того, на полюсах электромагнита будут постепенно скапливаться часть металлических частиц, для которых $t_1 > t_2$. Это постепенно будет ухудшать как значение величины B_0 , так и степень

неоднородности магнитного поля. Проведенные эксперименты показали, что наиболее целесообразным является эксплуатация электромагнитного сепаратора в течении двух часов с последующем выключением напряжения на обмотках электромагнита. После отключения напряжения питания, через некоторое время все металлические частицы с полюсов электромагнита упадут в специальный бункер, где уже находятся подобные частицы, попавшие туда при работе сепаратора с включенным электромагнитом. В отличие от сепараторов с постоянными магнитами, процесс очистки полюсов магнита занимает не более 10 минут. За это время обмотки электромагнита остывают от перегрева и электромагнит сепаратора опять готов к работе. Так как напряжение в силу большого омического сопротивления обмоток электромагнита выставляется с определенной погрешностью и при включениях и выключениях могут быть другие сбои, то степень неоднородности магнитного поля необходимо проверять простым и надежным способом, который позволял бы в случае необходимости настраивать магнитную систему в реальном времени.

2. Метод контроля параметров магнитного поля сепаратора

В настоящее время для контроля состояния магнитного поля разработана несколько различных методов, наиболее распространенный из них это с использованием тонкой магнитной пленки. Но в межполюсном пространстве он мало эффективен. Метод основанный на использовании матрицы состоящей из датчиков Холла [9, 10], размещенных на фиксированном расстоянии друг от друга при больших габаритах магнитной системы, также неэффективен. Кроме того, возникают проблемы с его креплением при измерениях в межполюсном пространстве и фиксированием с необходимой точностью расстояния при его перемещении между полюсами. Разработанный нами метод контроля параметров магнитного поля на основе регистрации дифракционного изображения, прошедшего через феррофлюидную ячейку лазерного излучения достаточно прост в эксплуатации и надежен в применении [10]. На рис. 3 в качестве примера представлена дифракционная картина (после компьютерной обработки) от прошедшего через ячейку лазерного излучения в направлении перпендикулярном индукции магнитного поля B_0 .

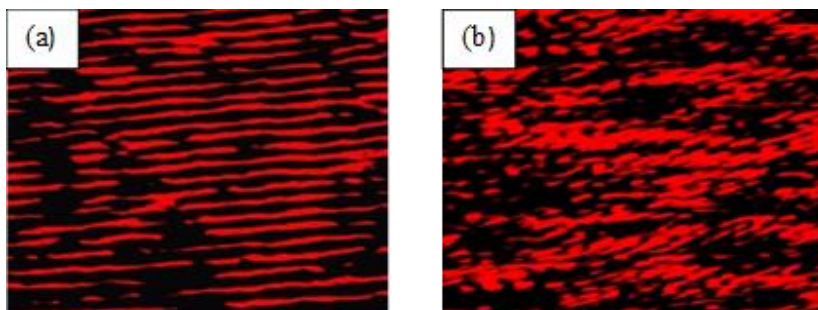


Рис. 3 Дифракционная картина лазерного излучения в случае размещения феррофлюидной ячейки с магнитной жидкости: (а) в однородном магнитном поле; (b) в неоднородном магнитном поле.

Полученное изображение позволяет по расстоянию между максимумами определять степень неоднородности, а также настраивать магнитную систему при включенном питании электромагнита в реальном времени, так как данное изображение может быть сохранено, например, в памяти ноутбука. С определением расстояния также не существует проблем, так как феррофлюидная ячейка размещается на подвижном столике из немагнитного материала, подставка которого перемещается в двух плоскостях.

3. Результаты исследований и их обсуждение

Экспериментальные исследования по сепарации трех образцов сухой смеси травяной муки, собранной на нескольких полях Ленинградской области, проводились на лабораторной установке. Собранные после сепарации смеси с каждого поля металлические частицы взвешивались и проводилась их визуальная оценка по размерам.

Из сепарированной смеси травяной муки (по каждому полю) отбиралось по 10 проб, которые проверялись на наличие в них металлических частиц методом ядерного магнитного резонанса и рентгеновской спектроскопии.

Также были получены данные о состоянии полей, на которых проводилась уборка трава для из которой изготовлена травяная мука. Состояние двух полей по наличию на них мусора и камней было примерно одинаково, отличие в уборке составлял срок эксплуатации сельхоз техники. Для третьего поля уборочная техника была достаточно новая, но загрязнение данного поля по сравнению с двумя другими было значительное (в несколько раз).

Проведенные исследования контрольных образцов проб смесей травяной муки после её сепарации показали отсутствие в них металлических частиц, что подтверждает высокое качество проведенной сепарации.

Полученные результаты по количеству металлических примесей показывают на необходимость срочного проведения экологического обследования состояния поля с последующей его очисткой, так как при уборке урожая происходит значительный износ сельскохозяйственной техники.

Заключение

Предварительный анализ полученных результатов показывает, что предложенная нами методика по оценки состояния сельхозугодий по результатам электромагнитной сепарации собранного урожая работоспособна [11– 13]. По результатам электромагнитной сепарации, как показывают следующие исследования можно даже в большинстве случаев без дополнительных затрат и досконального (с точностью до года) срока эксплуатации сельхоз техники определять степень загрязнения поля и необходимость проведения на нем экологического мониторинга.

The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research under the project 15-29-05893.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова, В.Б. Определение загрязнения в окружающей среде с помощью пчел. / В. Б. Смирнова, М. Х. Мукбиль, Р. У. Тутаева // The 11th International environmental Forum of Baltic region countries «ECOBALTICA - 2015». - St – Petersburg. 1 - 5 December 2015. Russia. - Thesis of book. - P. 56.
2. Смирнова, В.Б. Особенности влияния на продуктивность смешанных посевов взаимодействия их видов и сроков посадки. / К.И. Егоров, А.Х. Абу-Хаттаб, А.В. Орлова, В.Б. Смирнова, Т.И. Давыдова // The international science environmental conference «ECOBALTICA - 2016». 20 – 26 October 2016. - Moscow region. Russia. - Book of proceeding. - No 1. - P. 59 – 62.
3. Rud', V.Yu. The control in the express mode status of water used in sustainable agribusiness. / V.Yu. Rud', A.P. Glinuchkin, V.V. Davydov, N.S. Myazin // The 10th International Conference on the Establishment of Cooperation between Companies and Institutions in the Nordic Countries, the Baltic Sea Region and the World «Linnaeus Eco – Tech - 2016». 21 – 23 November 2016. - Kalmar. - Sweden. - P. 259 – 261.
4. Davydov, V.V. The new control method of the state of agricultural areas in express mode. / V.V. Davydov, N.S. Myazin, O.A. Novikova // The international science environmental conference «ECOBALTICA - 2016». 20 – 26 October 2016. - Moscow region. - Russia. - P. 52 – 55.
5. Давыдова, Т.И. О необходимости использования статистических моделей для экологического мониторинга в экспресс – режиме сельскохозяйственных угодий методом ядерной магнитной спектроскопии. / Т.И. Давыдова, В.В. Давыдов, А.П. Глинушкин, С.Н. Андреев, В.Ю. Рудь // Biotika. - 2017. - Т. 8. - № 1. - С. 37 – 44.

6. Зуев, В.С. Электромагнитные сепараторы: теория, конструкция / В.С. Зуев, В.И. Чарыков. – Курган: Зауралье, 2002. – 178 с.

7. Вопросы теории и инновационных решений при конструировании электромагнитных железоотделителей: моногр. / В.И. Чарыков [и др.]. – Курган: КГУ, 2010. – 238 с.

8. Электромагнитные железоотделители для агропромышленного комплекса / В.И. Чарыков, И.И. Копытин, А.А. Евдокимов, А.А. Митюнин // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 6. – С. 168–174.

9. Тимофеев, С.С. Система измерения и визуализации магнитного поля / С.С. Тимофеев, М.А. Турубанов // Датчики и системы. – 2016. – № 1 (199). – С. 45-50.

10. Logunov, S.E. Visualizer of magnetic fields. / S.E. Logunov, A.Yu. Koshkin, V.V. Davydov, A.A. Petrov // Journal of Physics: Conference Series. – 2016. – Vol. 741. – P. 012092.

11. Kiseleva M.I., Ovsyankina A.V., Kolomiets T.M., Zhemchuzhina N.S., Glinushkin A.P. SOME ASPECTS OF THE DISTRIBUTION OF FUSARIUM ON CEREALS OF RUSSIA Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica. 2016. T. 51. № 2. C. 183-192.

12. Kudryashova I.S., Rud V.Y., Glinushkin A.P., Shpunt V.C., Rud Y.V. RED PHOTOLUMINESCENCE OF LIVING SYSTEMS AT THE ROOM TEMPERATURE : MEASUREMENTS AND RESULTS. Journal of Physics: Conference Series. 2016. T. 741. № 1. C. 012106.

13. Bashkirev A.P., Pimenov N., Laishevchev A., Semykin V., Pigorev I., Shvarch A., Mohammad A.Sh., Glinushkin A. FUNDAMENTAL PRINCIPLES OF PULSED LIGHT TECHNIQUE IN FOOD PRESERVATION: MINI REVIEW Entomology and Applied Science Letters. 2016. T. 3. № 3. C. 47-49.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5

tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24, fax: (498) 694-09-02

E-mail: vniif@vniif.ru

www.vniif.ru

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Т.П.Марчик, А.Н.Ходунай

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» г.Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230023, г. Гродно, ул. Ожешко, 22, tme105@yandex.by)

Ключевые слова: санитарно-защитная зона, животноводческий комплекс, предельно-допустимые концентрации, загрязняющие вещества

Аннотация. Для минимизации производственного воздействия на среду обитания и здоровье человека устанавливается специальная территория с особым режимом использования – санитарно-защитная зона предприятия (СЗЗ), размеры которой необходимо подтвердить в проектной документации при строительстве новых или реконструкции действующих предприятий. В работе представлен пример разработки СЗЗ для свиноводческого комплекса мощностью 75 тысяч голов в год. Установлено, что в атмосферный воздух выбрасывается 34 загрязняющих вещества общей массой 186,79 т/год, максимальные приземные концентрации которых не превышают 0,58 ПДК на границе СЗЗ; уровень физического воздействия также соответствует санитарно-гигиеническим нормативам, вследствие чего базовый размер СЗЗ (1000 м) достаточен для объекта.

TO THE QUESTION ABOUT THE DEVELOPMENT OF THE PROJECT OF SANITARY PROTECTION ZONE OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

T.P.Marchyk, A.N.Khodynai

EI «Yanka Kupala State University of Grodno » (Belarus, Grodno, 230023, 22 Ozheshko st.; e-mail: tme105@yandex.by)

Key words: sanitary protection zone, livestock complex, the maximum permissible concentrations, pollutants

Summary: *To minimize the industrial impact on the environment and human health establishes a special territory with special regime of use – sanitary-protective zone of the plant (SPZ), the size of which needs to be confirmed in the project documentation in the construction of new or reconstruction of existing enterprises. The paper presents an example of the development of sanitary protection zone for cattle-breeding complex by capacity of 75 thousand heads per year.*

It is identified that the 34 pollutants with the total amount of 186.79 t/y are emitted to air. The ground level concentrations of the harmful substances do not exceed 0.58 of MPC at the SPZ boundary; the level of the physical impact is also corresponded to the sanitary-hygienic standards and therefore the basic size of SPZ (1000m) is enough for facility.

(Поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. При размещении зданий, сооружений и иных объектов должны быть выполнены требования архитектурно-строительного, природоохранного и санитарно-гигиенического законодательства Республики Беларусь. Для обеспечения достаточного уровня безопасности здоровью населения от вредного воздействия производственных и иных объектов устанавливается территория с особым режимом использования – санитарно-защитная зона (СЗЗ). Базовые размеры СЗЗ устанавливаются в Санитарных нормах и правилах «Требования к организации санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и иных объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду» [1]. В некоторых случаях (при нахождении в базовой СЗЗ нормируемых объектов согласно пункту 22 главы 3 [1]; невозможности определения базового размера проектируемого объекта вследствие малоизученной, уникальной технологии; реконструкции и модернизации действующего предприятия вследствие увеличения его мощности или увеличении выбросов загрязняющих веществ, уровня физического воздействия, обусловленные проектными решениями) необходима разработка в составе проектной документации проекта СЗЗ – документа, в котором расчетным путем будут определены количественные показатели выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) от объекта, максимальные приземные концентрации ЗВ в атмосферном воздухе для определения размера СЗЗ и установления ее границ.

Цель работы: разработать проект СЗЗ с обоснованием границ в составе комплекта проектной документации для планируемого свиноводческого комплекса мощностью 75 тысяч голов в год с

определением предельно допустимого выброса и максимальных приземных концентраций ЗВ в атмосферном воздухе.

Материал и методика исследований. Основным нормативным документом, применяемым при разработке проекта СЗЗ, кроме Санитарных норм и правил [1], является Инструкция по применению «Гигиенические требования к составу проекта санитарно-защитной зоны» [2], в которой регламентирован состав проекта СЗЗ, состоящий из пояснительной записки, табличных и графических материалов.

Пояснительная записка включает общие сведения о предприятии, анализ функционального использования территории в районе расположения предприятия, краткую характеристику природно-экологических особенностей территорий, расчет СЗЗ по фактору загрязнения атмосферного воздуха, по фактору шумового воздействия, обоснование границ СЗЗ по совокупности показателей и др. В виде табличных материалов представляются баланс территории предприятия, перечень ЗВ, обусловленных выбросами объекта в атмосферный воздух, анализ результатов расчетов рассеивания выбросов ЗВ в атмосферном воздухе с учетом фоновых концентраций, концентрация ЗВ в расчетных точках (на границах СЗЗ, за ней, в жилой застройке), перечень объектов и рекомендуемый ассортимент деревьев для озеленения СЗЗ, план-график мероприятий по сокращению негативного воздействия на окружающую среду, мероприятий по организации, благоустройству и озеленению территории, а также программа производственного лабораторного контроля качества атмосферного воздуха на границе СЗЗ и на территории прилегающей жилой зоны (разрабатывается согласно [3]).

В составе проекта СЗЗ представляются следующие графические материалы со схемами размещения источников выбросов и загрязнения атмосферного, источников шума, вибрации, ЭМИ, радиации и зоны их воздействия (существующее положение и прогноз), установления границы СЗЗ, планировочной организации СЗЗ, размещения постов производственного контроля, план благоустройства и озеленения СЗЗ.

Исходными данными для разработки проекта СЗЗ для свиноводческого комплекса являлись следующие разделы проектно-сметной документации по данному объекту: «Технологические решения», «Генеральный план, благоустройство», «Отопление и вентиляция», «Водоснабжение и канализация», «Архитектурные решения»; разрешительные документы на проектирование объекта, актуальная ситуационная карта-схема размещения объекта. Решение поставленных задач осуществлялось с использованием действующих

нормативно-правовых, технических нормативно-правовых актов Беларуси и разрешенных к применению расчетных методов.

Результаты исследований и их обсуждение. Проектируемый свиноводческий комплекс включает в себя три отдельно расположенные площадки. Площадки № 1 и № 2 расположены на расстоянии около 500 м друг от друга (около 2 км от жилой застройки). С западной стороны расположены пахотные земли, с остальных – лесной массив (эксплуатационные леса II группы). С восточной стороны от площадки № 1 расположен карьер песчано-гравийной смеси и песка (месторождение категории В+С1). Площадка № 3 расположена на расстоянии около 1 км от площадок №№ 1, 2 в северо-восточном направлении, в 700 м до жилой застройки, находящейся в юго-восточном направлении. На северо-востоке находятся пахотные земли, по остальным направлениям – лесной массив. Площадки объекта находятся на достаточном удалении от гидрологических объектов, не пересекают их, и располагаются за пределами водоохранных зон. На территории застройки поверхностные водные источники отсутствуют. В зоне зооветеринарных разрывов других объектов агропромышленного комплекса не располагается.

На площадке № 1 находится комплекс зданий для репродукторного выращивания, включающий в себя 4 свинарника для ремонтных свинок, свиноматок, опоросов. Площадка № 2 предназначена для выращивания поросят-отъемышей и молодняка.

Площадки репродуктора и откорма рассматриваются, как одна ферма, имеющая общие транспортные связи. Запроектированы подъездные “чистая” и “грязная” дороги, которые не пересекаются. По первой осуществляется вывоз готовой продукции, движение животных согласно технологической схемы на внутрифермерском транспорте, а также движение другого обслуживающего и служебного транспорта. По “грязной” дороге планируется осуществлять вывоз фракций из проектируемых емкостей навозных стоков, вывоз золы и трупов животных. С целью обеспечения санитарного контроля на подъездных путях к ферме находятся КПП со шлагбаумом. Предусмотрено строительство санпропускников для дезинфекции кормовозов и другого обслуживающего транспорта, работающего в «серой» зоне. Зона расположения свинарников характеризуется, как «чистая», и ограждается сплошным забором высотой с контролем через проектируемые дезблоки. Также в этой зоне размещены котельные и кормосмесительная.

Дополнительно на участках репродуктора и откорма предусмотрено строительство зданий вскрытия и утилизации трупов, которые

производства, влияющие на компоненты окружающей среды и здоровье людей: химический фактор (выбросы ЗВ в атмосферный воздух, сброс производственных сточных вод, отходы жизнедеятельности животных) и физический фактор (шум).

Источниками воздействия на атмосферный воздух на проектируемом объекте являются животные (свины), топливосжигающие установки, бункера для комбикормов, автотранспорт, вспомогательное оборудование (рисунок 2). Объект имеет 67 стационарных, 7 неорганизованных источников загрязнения атмосферы.

Расчет выбросов ЗВ от свиноводческого комплекса проводился по всем нормируемым веществам. Расчет выбросов ЗВ от животных проведен в соответствии с [4], от топливосжигающих установок – по [5–7], от механических транспортных средств и дизель-генераторов – по [8], пыли комбикормовой по [9].



Рисунок 2 – Источники образования загрязняющих веществ на свиноводческом комплексе. В атмосферный воздух выбрасывается 34 ЗВ всех классов опасности, с преобладанием веществ 3 класса и без класса опасности. Согласно расчетам, выброс от проектируемого свиноводческого комплекса составит всего 186,79 т/год, с максимальными выбросами метана и аммиака (82%).

Оценка влияния выбросов ЗВ на атмосферный воздух выполнена на основании расчетов рассеивания ЗВ в приземном слое атмосферы. Расчеты рассеивания выполнялись для расчетных точек на границе

базовой СЗЗ и ближайшей жилой застройки от объекта. Территория комплекса рассматривалась как промышленная площадка, на которой расположены источники выбросов, расчет проводили без учета и с учетом фона для площадки 1600 м x 1600 м программой УПРЗА «ЭКОЛОГ» (версия 3.0) как для отдельных веществ, содержащихся в выбросах комплекса, так и для групп суммации [10].

Анализ этих расчетов показывает, что максимальные приземные концентрации ЗВ на границе базовой СЗЗ свиноводческого комплекса не превышают 0,58 долей ПДК (аммиак) по всем веществам без учета и с учетом фона и в близлежащей жилой зоне – 0,44 ПДК (аммиак), по группам суммации (333, 303) – 0,97 ПДК с учетом фона и не имеют превышения ПДК. Можно сделать вывод, что состояние атмосферного воздуха соответствует установленным в Республике Беларусь нормативами качества атмосферного воздуха [11].

На проектируемом участке отсутствуют источники инфразвука, ультразвука, вибрации, электромагнитных полей, неионизирующей и ионизирующей части спектра, расположенные вне зданий в непосредственной близости от жилой застройки, которые могли бы оказать неблагоприятное воздействие на здоровье населения, вследствие чего расчет СЗЗ по физическим факторам включал оценку только шумового воздействия. Источниками производственного шума на объекте являются вентиляторы в системах вытяжной вентиляции свинарников, электродвигатели насосов станций навозных стоков и автотранспорт, обслуживающий СТК, с уровнями звуковой мощности 70 – 78 дБа. Полученные расчетные величины звукового давления в расчётных точках (суммация уровней звуковой мощности источников шума) на границе базовой СЗЗ и на территории, непосредственно прилегающей к жилым домам, не превышает 33 дБа; в жилых помещениях во всех направлениях от свинокомплекса не превышает 10 дБа. Можно сделать выводы, что, согласно расчетных уровней шума на границе базовой СЗЗ, жилой зоны и в жилых помещениях, нет превышения допустимых уровней от технологического и вентиляционного оборудования в дневное и ночное время.

Заключение. Таким образом, на основе полученных расчетных показателей максимальных приземных концентраций ЗВ и уровней физического воздействия размер базовой СЗЗ для проектируемого свиноводческого комплекса является достаточным, на границе СЗЗ и в ближайшей жилой застройке нет превышений санитарно-гигиенических нормативов.

После ввода объекта в эксплуатацию необходимо организовать систему производственного контроля с размещением постов на границе

СЗЗ и подтвердить расчетные параметры результатами аналитического (лабораторного) контроля ЗВ и измерений физических факторов, что позволит так же откорректировать количество загрязняющих веществ в таблице предельно-допустимых выбросов в атмосферу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Требования к организации санитарно-защитных зон предприятий, сооружений и иных объектов, являющихся объектами воздействия на здоровье человека и окружающую среду [Электронный ресурс]: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 15 мая 2014 г., N 35 // М-во здравоохранения Респ. Беларусь. - Режим доступа: http://minzdrav.gov.by/dadvfiles/000180_127855_Post11_Sanpin.doc. - Дата доступа: 15.05.2017.
2. Инструкция по применению «Гигиенические требования к составу проекта санитарно-защитной зоны», утв. Главным гос. санитар. врачом Респ. Беларусь от 24.12.2010 №120-1210. - Минск, 2010. – 6 с.
3. Инструкция по применению «Метод аналитического (лабораторного) контроля загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной и жилой зоны», утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 25.03.14 - Минск: РУП «Научно-практический центр гигиены», 2014. – 13 с.
4. Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов от животноводческих комплексов, звероферм и птицефабрик: ТКП 17.08-11-2008. – Введ. 01.03.09. – Минск: М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды, 2009. – 42 с.
5. Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью до 25: ТКП 17.08.01–2006. – Введ. 28.02.06. – Минск: М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды, 2006. – 58 с.
6. Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов стойких органических загрязнителей: ТКП 17.08.13–2011. – Введ. 19.08.11. – Минск: М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды, 2011. – 44 с.
7. Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов тяжелых металлов: ТКП 17.08.14–2011. – Введ. 12.12.03. – Минск: М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды, 2003. – 26 с.
8. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников автотранспортных предприятий: РД РБ 0212.2–2002. утв. постановлением М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь 28.05.02: Введ. 01.10.02. – Минск : Транстехника, 2004. – 95 с.
9. Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от неорганизованных источников выделения пыли на зерноперерабатывающих предприятиях и элеваторах: РД 0212.4-2002. утв. постановлением М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь 28.05.02: Введ. 01.10.02. – Минск : НИПТИхлебпродукт, 2002. 95 с.
10. Гигиенический норматив содержания загрязняющих химических веществ в атмосферном воздухе, обладающих эффектом суммации [Электронный ресурс] /утв. М-вом здравоохранения РБ 30.03.2015 № 33 // М-во здравоохранения Респ. Беларусь - Режим доступа: http://minzdrav.gov.by/dadvfiles/000352_241962_Gigiena_2164B_2006.doc. - Дата доступа: 15.12.2016 г.

11. Об утверждении нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и ориентировочно безопасных уровней воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения и признании утратившим силу постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 июня 2009 г. № 75 [Электронный ресурс]: постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 30.12.2010г. № 186 // М-во здравоохранения Респ. Беларусь. - Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by/ru/static/acts/tehnicheskie/teksty/vozduh> - Дата доступа: 15.06.2017.



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5
tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24, fax: (498) 694-09-02
E-mail: vniif@vniif.ru
www.vniif.ru

СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА В ПОЧВЕ ($N_{\min}$), КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА ЗДОРОВЬЕ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ (ZEA MAYS L.)

Петр Шульц

Университет естественных наук в Познани,
Проезд 11, 60-632 Познань, Польша, pszulc@up.poznan.pl

Ключевые слова: кукуруза, болезни, вредители, азот, $N_{\min}$

Аннотация. Строгие полевые исследования проводились на кафедре агрономии Университета естественных наук в Познани в 2012-2014 годах. Изучалось влияние вид азотного удобрения и содержания $N_{\min}$ в почве перед посевом на здоровье растений кукурузы сорта Fortran (FAO 210-220) фирмы Euralis Semences. В полевых исследованиях было установлено наличие таких вредителей, как овсяная шведская муха (*Oscinella frit* L.), огнёвка кукурузная (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) и пьявица красногрудая (*Ouleta melanopus* L.). В случае заболевания зафиксировано возникновение фузариозов (*Fusarium* spp.) и пузырчатой головки (*Ustilago maydis* Corda). Было показано, что погодные условия в вегетативных периодах роста и развития существенным образом влияют на возникновение агрофагов на кукурузе. Установлено, что внесение полной дозы азота удобрений (N_f) при выращивании кукурузы повышает процент растений, пораженных и поврежденных агрофагами, по сравнению с дозой азота, образовавшейся путем ее балансировки с учетом содержания минерального азота ($150-N_{\min}$).

SOIL CONTENT IN MINERAL NITROGEN ($N_{\min}$) AS A FACTOR AFFECTING THE HEALTH OF MAIZE PLANTS (ZEA MAYS L.)

Piotr Szulc

Poznań University of Life Sciences
Dojazd 11, 60-632 Poznań, Poland, pszulc@up.poznan.pl

Key words: maize, health of maize plant, nitrogen, $N_{\min}$,

Summary: Close field experiments were held at the Department of Agronomy, Poznań University of Life Sciences in 2012-2014. The effect of the type of nitrogen fertilizer and the content of $N_{\min}$ in soil in early Spring on the health of maize plant variety was studied of Euralis Semences named Fortran

(FAO 210-220). Field crops were found to contain pests such as *Oscinella frit* L., *Ostrinia nubilalis* Hbn. and *Oulema melanopus* L. *Fusarium* diseases (*Fusarium* spp.) and tuberous disease (*Ustilago maydis* Corda) have been reported. There has been shown that meteorological conditions in the growing and development seasons significantly influence the occurrence of pests on maize. There has been found that the application of a full dose of nitrogen in the form of mineral fertilizer (N_f) in maize cultivation increases the percentage of plants infected and damaged by pests, relative to the nitrogen dose generated by its mineral nitrogen balance ($150-N_{min}$).

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Кукуруза в период вегетации подвергается непрерывной атаке со стороны двукрылых овсяной шведской мухи, которые разрушают конусы роста и зачатки листьев, что приводит к чрезмерной кустистости растений, а также к пожелтению и скручиванию центральных листьев. Сильный охват растений пузырчатой головней вызывает повреждения листьев, что может привести к снижению урожая и ухудшению его качества. Очень опасным вредителем кукурузы является также огнёвка кукурузная, чьи личинки повреждают стебли и початки. Поражение мест кормления грибами рода *Fusarium* может вызывать образование крайне опасных для здоровья людей и животных химических веществ (микотоксинов) [4, 5, 10]. Проведение химических обработок против болезней и вредителей затруднено и может повлиять на качество полученного зерна [9]. Таким образом, важным элементом агрономической работы является поиск альтернативных методов снижения вредного воздействия болезней и вредителей [3]. Одним из таких методов является рациональное применение азота при выращивании этого вида.

Цель работы. Гипотеза исследования предполагала, что размер дозы азота и содержание $N_{мин}$ весной в почве перед посевом кукурузы, а также типа зотного удобрения, влияют на здоровье растений кукурузы. В связи с этим были проведены полевые исследования, направленные на оценку влияния величины дозы азота рассматриваемой на фоне содержания $N_{мин}$ в зависимости от расположения в профиле почве, а также оценку влияния типа азотного удобрения на здоровье растений кукурузы, выращиваемой на зерно.

Материал и методика исследований. Полевые опыты проводились на кафедре агрономии Университета естественных наук в Познани, на полях опытно-учебного предприятия в Свэдзиме в 2012-2014 годах.

В процессе опыта изучалось влияние четырех азотных удобрений (аммиачная селитра, мочеви́на, сульфат аммония, кальциевая селитра),

двух доз азота (150 кг N на га и 150 кг N на га за вычетом содержания $N_{\text{мин}}$ в почве) и содержания $N_{\text{мин}}$ в пробах почвы (0-0,3 м; 0-0,6 м; 0-0,9 м), на урожайность и структуру урожая зерна кукурузы. Для всех опытных объектов предполагается одинаковый уровень удобрения фосфором и калием в дозах: 70 кг P_2O_5 на га и 130 кг K_2O на га.

Для проведения опыта использовался сорт компании Euralis Semences под названием Fortran (FAO 210-200; простой гибрид S. С.; тип зерна flint). На протяжении двух лет исследований содержание в почве основных макроэлементов (P, K, Mg) было на среднем уровне, в то время как ее pH (KCl) колебалась от 5,4 в 2012 году до 6,0 в 2014 г. В работе регистрировалось только число растений, поврежденных вредителем или пораженных патогеном, а результат выражался в процентах. Повреждение растений кукурузы огнёвкой кукурузной было определено в фазе восковой спелости гранулема (BVCH 85), овсяной шведской мухой и пьявицей красногрудой - в фазе BVCH 15/16, а распространенность фузариозов и пузырчатой головни кукурузы была определена перед сбором урожая кукурузы.

Результаты исследований и их обсуждение. Температурные условия и уровни влажности во время вегетации кукурузы в годы проведения исследований были весьма разнообразными для роста и развития этого растения (таблица 1).

Таблица 1. Температурные условия и условия влажности в вегетационных периодах кукурузы

Год	Температура [°C]							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Средняя
2012	9,3	16,3	17,0	20,0	19,8	15,0	8,6	15,4
2013	8,9	15,6	18,4	22,0	20,2	13,2	10,8	15,6
2014	11,4	14,6	17,9	23,2	18,8	16	11,2	16,1
Год	Осадки [мм]							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Средняя
2012	17,4	84,4	118,1	136,2	52,7	28,4	36,4	473,6
2013	10,5	95,5	114,9	52,9	32,4	75,9	15,3	397,4
2014	50,3	80,7	44,6	51,5	56,5	39,2	29,0	351,8

Сумма осадков в период IV-X месяцев составила 473,6 мм в 2012 г., 397,4 мм в 2013 г., 351,8 мм в 2014 г. Средняя суточная температура воздуха, измеренная на высоте 2 м, колебалась от 15,4 °C в 2012 году до 16,1 °C в 2014 году. В целом можно сделать вывод, что в двух вегетативных сезонах, т. е. в 2012 и 2013 годах, температурные условия и уровень влажности для роста и развития кукурузы были благоприятными. В третьем году исследований (2014) из-за меньшей

суммы атмосферных осадков в вегетационном периоде условия влажности для кукурузы были хуже. Это привело к более сильному воздействию болезней и вредителей на кукурузу (таблица 2).

Таблица 2 - Среднее поражение или повреждение растений кукурузы в вегетационных периодах

Болезнь, вредитель	Год полевых исследований		
	2012	2013	2014
Шведская муха овсяная [<i>Oscinella frit</i> L.]	-	1,04	4,08
Пьявица красногрудая [<i>Oulema melanopus</i> L.]	-	2,25	4,87
Пузырчатая головня [<i>Ustilago maydis</i> (D.C.) Corda]	1,25	0,56	2,01
Огнёвка кукурузная [<i>Ostrinia nubilalis</i> Hbn.]	3,40	3,69	13,93
Фузариозы [<i>Fusarium</i> spp.]	0,31	10,51	10,21

Влияние суммы атмосферных осадков в вегетационный период на процент растений, пораженных пузырчатой головней, фузариозами и поврежденных огнёвкой кукурузной представлено на рисунке 1.

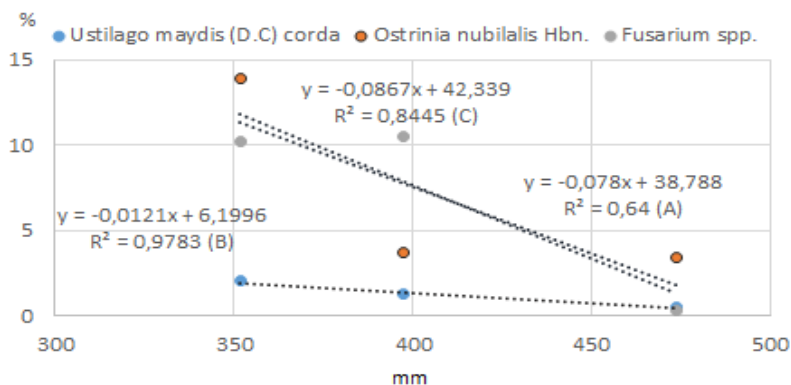


Рисунок 1. Влияние суммы осадков на процент растений, поврежденных огнёвкой кукурузной (А), а также пораженных пузырчатой головней (В) и фузариозами (С)

Представленная на рисунке 1 зависимость описана уравнением первой степени (1°).

С увеличением суммы атмосферных осадков, здоровье растений кукурузы было выше. Это свидетельствует о том, что преждевременно засыхание растений кукурузы в результате дефицита воды увеличивает воздействие болезней и вредителей на кукурузу. Процент растений, пораженных фузариозами и пузырчатой головней, в собственных исследованиях существенным образом зависел от дозы азота (таблица 3).

Таблица 3. Процент растений, пораженных заболеваниями (2012-2014 г.г.)

Фактор – Уровни фактора		Фузариозы [<i>Fusarium</i> spp.]	Пузырчатая головня [<i>Ustilago maydis</i> (D.C.)Corda]
		%	
Вид азотного удобрения	Аммонийная селитра	6,53	1,26
	Мочевина	7,25	1,18
	Сульфат аммония	6,81	1,23
	Кальциевая селитра	7,47	1,41
НСР_{0,05}		н.р.	н.р.
Доза N кг/га	150	7,39	1,61
	150 – N _{мин}	6,64	0,93
НСР_{0,05}		0,532	0,567
Содержан ие N _{мин} кг/га	0-0,3 м	7,28	1,35
	0-0,6 м	7,01	1,25
	0-0,9 м	6,75	1,20
НСР_{0,05}		н.р.	н.р.
Средняя		7,01	1,27
Контроль 0 кг N/га		6,51	0,75

Существенно меньший процент растений, пораженных этими заболеваниями был отмечен для дозы азота 150-N_{мин} кг/га, по сравнению со 150 кг N/га. Источником инфекции *Fusarium* spp. считается посевной материал, почва и, так называемые, резервуарные растения - сорняки, на которых они развиваются бессимптомно, не

теряя патогенности [11]. Трудности при борьбе с этими грибами связаны с тем, что эти организмы хорошо приспособлены к меняющимся атмосферным и почвенным условиям, имеют высокую толерантность к факторам окружающей среды. Следует отметить, что грибы рода *Fusarium* spp. Вырабатывают вторичные метаболиты, называемые микотоксинами. По мнению Пленсковской [6] содержание микотоксинов в пораженном растительном материале в наибольшей степени зависит от факторов внешней среды, взаимодействующих с генотипом растений. В собственных исследованиях это были вид и доза азотного удобрения. Появление пузырчатой головни в представленных исследованиях было незначительным. В каждом году исследований объем поражения растений этим патогеном, независимо от исследуемых факторов исследования, не превышал 2% (таблица 3). Спекер [7] отмечает, что много новых гибридов кормовой кукурузы имеет определенную сопротивляемость головне кукурузы, но ни один из них не является абсолютно невосприимчивым. Процент растений, поврежденных овсяной шведской мухой и пьявицей красногрудой, существенным образом зависит от типа азотного удобрения и дозы азота (таблица 4).

Согласно Бересю [2], наличие повреждений овсяной шведской мухой зависит от погодных условий, существующих в начале весны. Также другие авторы [3] утверждают, что влажная и прохладная весна в начальных стадиях развития кукурузы увеличивает повреждение растений овсяной шведской мухой, что также было показано в собственных исследованиях. Процент растений, поврежденных огнёвкой кукурузной, существенным образом был обусловлен только дозой азота (таблица 4.) Существенно меньший процент растений, поврежденных овсяной шведской мухой наблюдался в случае использования кальциевой селитры, по сравнению с остальными азотными удобрениями.

Для пьявицы красногрудой эта зависимость была иной. Существенно меньший процент растений поврежденных этим вредителем был зафиксирован для аммиачной селитры, мочевины и кальциевой селитры, по сравнению с сульфатом аммония (таблица 4), для которого процент поврежденных растений был значительно больше (4,20%).

При рассмотрении дозы азота было показано, что доза азота, сбалансированная на основе содержания в почве минерального азота ($150-N_{\text{мин}}$), уменьшает воздействие вредителей на растении кукурузы, по сравнению с исключительной дозой минерального удобрения.

Таблица 4 - Процент растений, поврежденных вредителями (2012-2014 г.г.)

Фактор – Уровни фактора		Шведская муха овсяная [<i>Oscinella frit</i> L.]	Пьявица красногрудая [<i>Oulema melanopus</i> L.]	Огнёвка кукурузная [<i>Ostrinia nubilalis</i> Hbn.]
		%		
Вид азотного удобрения	Аммонийная селитра	2,87	3,21	6,70
	Мочевина	2,80	3,29	6,95
	Сульфат аммония	2,91	4,20	7,18
	Кальциевая селитра	1,66	3,52	7,21
НСР_{0,05}		0,974	0,655	н.р.
Доза N кг/га	150	2,80	3,68	7,68
	150 – N _{мин}	2,32	3,43	6,34
НСР_{0,05}		0,321	0,199	1,09
Содержание N _{мин} кг/га	0-0.3 м	2,57	3,22	6,96
	0-0.6 м	2,63	3,63	7,27
	0-0.9 м	2,48	3,82	6,80
НСР_{0,05}		н.р.	н.р.	н.р.
Средняя		2,56	3,56	7,01
Контроль 0 кг N/га		1,16	1,69	5,02

Об этом свидетельствует меньший процент растений, поврежденных овсяной шведской мухой, пьявицей красногрудой и огнёвкой кукурузной (таблица 4). Эта разница составила соответственно: 0,48 п.п.; 0,25 п.п. и 1,34 п.п. (таблица 4). Результат, полученный в собственных исследованиях, подтверждает более ранние сообщения в литературных источниках, говорящие о том, что с увеличением дозы азота повреждения кукурузы, вызванные огнёвкой кукурузной и другими вредителями также увеличиваются [8]. Также Бартос и Михальски [1] показали, что, увеличение уровня использования азота влияло на увеличение числа растений кукурузы, поврежденных огнёвкой кукурузной.

Заключение. Погодные условия в вегетативных периодах роста и развития существенным образом влияют навозникновение агрофагов

на кукурузе. Дефицит атмосферных осадков в вегетационный период повышает воздействие пузырчатой головни, фузариозов и огнёвки кукурузной на растения кукурузы. Применение кальциевой селитры при выращивании кукурузы снижает воздействие овсяной шведской мухи, по сравнению с аммонийной селитрой, мочевиной и сульфатом аммония. В свою очередь, внесение минерального удобрения, содержащего азот и серу (N+S), повышает воздействие пьявицы красногрудой на растения кукурузы. Учет в алгоритме расчета дозы азота удобрений составляющей, содержащейся в почве ($N_{\text{мин}}$) существенно улучшает здоровье растений кукурузы, что очень важно в интегрированном растениеводстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Bartos M., Michalski T. 2006.** Nasilenie objawów żerowania omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbb.) na kukurydzy w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 46 (1): 284–290.
2. **Bereś P.K., 2011.** Usefulness of selected seed dressing insecticides for integrated maize (*Zea Mays* L.) protection against frit fly (*Oscinella frit* L.). Acta Sci. Pol., Agricultura 10 (4): 15–23.
3. **Bocianowski J., Szulc P., Tratwal A., Nowosad K., Piesik D., 2016.** The influence of potassium to mineral fertilizers on the maize health. Journal of Integrative Agriculture. 15 (6): 1286–1292.
4. **Golinski P, Waskiewicz A, Wisniewska H, Kiecana I, Mielniczuk E, Gromadzka K, Kostecki M, Bocianowski J and Rymaniak E. 2010.** Reaction of winter wheat (*Triticumaestivum* L.) cultivars to infection with *Fusarium* spp.: mycotoxin contamination in grain and chaff. *Food Additives and Contaminants* 27 (7):1015–1024.
5. **Irzykowska, L., Bocianowski, J., Waśkiewicz, A., Weber, Z., Karolewski, Z., Goliński, P., Kostecki, M., Irzykowski, W. 2012.** Genetic variation of *Fusarium oxysporum* isolates forming fumonisin B₁ and moniliformin. *Journal of Applied Genetics* 53, 237–247.
6. **Pląskowska E. 2010.** Charakterystyka i taksonomia grzybów z rodzaju *Fusarium*. Mikologia Lekarska 17 (3): 172–176.
7. **Specker D., 1993.** Common smut on corn. Walking Your Fields & Pioneer Agronomy, Department. Ithaca, NY.
8. **Szulc P., Waligóra H., Skrzypczak W. 2008.** Susceptibility of two maize cultivars to diseases and pests depending on nitrogen fertilization and on the method of magnesium application. Nauka Przyr. Technol. 2, 2 # 11.
9. **Szulc P., Bocianowski J., Kruczek A., Waśkiewicz A., Beszterda M., Goliński P., 2015.** Profile of *Fusarium* mycotoxins in various maize (*Zea mays* L.) hybrids. Polish J. of Environ. Stud. Vol.24, No. 2: 707–715.
10. **Waskiewicz A, Golinski P, Karolewski Z, Irzykowska L, Bocianowski J, Kostecki M and Weber Z. 2010.** Formation of fumonisins and other secondary metabolites by *Fusarium oxysporum* and *F. proliferatum*: a comparative study. *Food Additives and Contaminants* 27(5):608–615.
11. **Wit M., Waśkiewicz A., Goliński P., Chelkowski J., Warzecha R., Ochodźki P., Wakuliński W., 2010.** Występowanie fumonizyny w ziarniakach i rdzeniach kolb kukurydzy inokulowanych *Fusarium verticillioides*. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 50 (4): 1832–1836.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУЛЬЧИНСКОГО ПОЛИГОНА ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

А.С. Шолохова, В.П. Михайленко

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
г. Киев, Украина (Украина, г. Киев, проспект акад. Глушкова 2а, e-mail:
geography@univ.kiev.ua)

Ключевые слова: полигоны твёрдых бытовых отходов, бассейновый подход, ландшафтно-геохимический подход, расчёт эмиссии биогаза

Аннотация. В работе проанализировано влияние Тульчинского полигона твердых бытовых отходов (ТБО) на окружающую среду и здоровья людей с использованием системного геэкологического подхода основанного на ландшафтно-геохимическом представлении и бассейновом принципе миграции загрязнений. Установлены направление миграции химических элементов в составе фильтрационных вод с территории полигона ТБО, определены ландшафтно-геохимические барьеры, как предположительные места аккумуляции химических загрязнений и предпочтительные для фиторемедиации территории. Для оценки влияния полигона на атмосферу были рассчитаны выбросы свалочных газов. Предложенный подход может стать эффективным инструментом для оценки опасности других полигонов Украины. Это позволит взвешенно подойти к планированию мероприятий при рекультивации свалок.

GEOECOLOGICAL CHARACTERISTIC OF TULCHIN LANDFILL

A.S. Sholokhova, V.P. Mykhaylenko

Taras Shevchenko National University of Kiev
Kiev, Ukraine (Ukraine, Kiev, 2a Glushkov Avenue, e-mail:
geography@univ.kiev.ua)

Keywords: solid waste, landfills, basin approach, landscape-geochemical approach, calculation of biogas emissions

Summary: *This study aimed at analyzis of the impact of Tulchinsky MSW landfill on the environment and human health by means of geo-ecological method based on the landscape-geochemical approach and basin-based migration of pollutants The direction of migration of chemical elements in the composition of filtration waters from the landfill area has been established, landscape-geochemical barriers have been identified, as presumed places of accumulation of chemical contamination and preferable for phytoremediation of the territory. To estimate the effect of the landfill on the atmosphere, emissions of landfill gases were calculated. The proposed approach can be an effective tool for assessing the dangers of other landfills in Ukraine. This will allow a balanced approach to the planning of measures for the reclamation of landfills.*

(Поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение: Ландшафты Украины страдают от чрезмерного воздействия отходов производства и потребления. Проблема отходов в Украине отличается особой масштабностью вследствие доминирования ресурсоемких и энергозатратных технологий, а также из-за отсутствия стратегии обращения с отходами, адекватно реагирующей на вызовы глобализации. Наиболее распространенной практикой обращения с твёрдыми бытовыми отходами (ТБО) в Украине является размещение отходов на полигонах и стихийных свалках без соответствующей предварительной обработки. Согласно данным Министерства регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины, в Украине функционируют более 6000 легальных полигонов и 32000 нелегальных свалок. Такая практика не требует значительных капиталовложений, однако не обеспечивает защиту населения и окружающей среды от вредного воздействия ТБО.

Подписав директиву ЕС 75/442 / ЕЕС, Украина взяла на себя обязательства до 2018 года паспортизовать более 2000 официально зарегистрированных полигонов ТБО. В течение 2015 года удалось паспортизовать всего 446 объектов, в связи с чем разработка эффективных и малозатратных инструментов оценки влияния полигонов на окружающую среду и здоровье населения представляется актуальной задачей. Геоэкологический анализ стационарных источников загрязнения территорий позволит получить информацию для составления приоритетного списка полигонов, которые требуют немедленного закрытия и рекультивации.

Цель работы: демонстрация возможностей геоэкологического (системного) анализа Тульчинского полигона ТБО, Винницкой области для оценки его влияния на состояние окружающей среды .

Задачи: охарактеризовать угрозы полигона ТБО для окружающей среды и населения на основании физико-географической характеристики региона с учетом рельефа, бассейнового принципа формирования водотоков, численности населения, проживающего вблизи объекта, оценить распространение загрязнённых вод и защитные функции ландшафтно-геохимических барьеров, провести анализ влияния свалочных газов на воздушную среду.

Материал и методика исследований. Для данного исследования были использованы ландшафтно-геохимический и бассейновый подходы, а также методики расчёта выбросов биогаза и загрязняющих веществ в атмосферу. Ландшафтно-геохимический (пространственно-системный) подход позволяет определить степень загрязнённости, видовой состав загрязнений, их миграционные способности в зависимости от химического состава и физико-химических свойств компонентов геосистем, вероятность и возможность места накопления загрязняющих веществ, геохимическую способность ландшафтов к самоочищению от загрязнений. Внимание в данном исследовании было уделено выделению латеральных ландшафтно-геохимических барьеров, основываясь на данных кислотности почв и их составе.

Бассейновый подход основывается на идее переноса продуктов техногенеза согласно законам гравитации в соответствующие базисе денудации - от водоразделов к устьевым областям водосборов. Водные объекты являются путями распространения антропогенного загрязнения и их аккумуляции. В данном исследовании бассейн рассматривается в качестве основной единицы для расчетов балансов загрязняющих веществ, самоочищения природных сред, миграции токсичных элементов.

Результаты исследований: Вследствие работы в архивах было выяснено, что Тульчинский полигон был основан в 1990 году. Он принимает муниципальные отходы из города Тульчин (16 700 жителей) и троих соседних деревней: Мазуровка, Нестерварка и Суворовское. Общий объем отходов, поступающих на полигон, составляет 8 500 кг в год. На данный момент наполненность полигона составляет 100%. Согласно с проектной документацией полигон должны были закрыть в 2006 году, но он до сих пор функционирует.

Поверхность полигона имеет равнинный характер с небольшим уклоном на юг. Абсолютные высоты колеблются в пределах от 264,5 до 269,5 м. Климат территории умеренно-континентальный с мягкой непродолжительной зимой и теплым летом, характерный для правобережной лесостепной зоны. Количество атмосферных осадков в среднем 589мм.

Одним из главных путей распространения загрязнения с территории складирования отходов является фильтрат. Фильтрат - сложная по химическому составу коричнево-бурая жидкость с ярко выраженным неприятным запахом биогаза, образующегося на полигоне при захоронении ТБО с влажностью более 55% и в результате атмосферных осадков, объем которых превышает количество влаги, испаряющейся с поверхности полигона. В состав фильтрата входит широкий спектр опасных химических соединений. Фильтрационные воды могут содержать такие опасные элементы как ртуть, кадмий, кобальт, молибден, алюминий.

По данным инженерно гидрологических изысканий Подольской гидрогеологической партии полигон расположен почти на водонепроницаемых породах (суглинок лессовидный и суглинок тяжелый). Это означает, что объем фильтрата, который просачивается в грунтовые воды, минимален. Большая часть фильтрата стекает вниз по склону к ближайшему водоему.

Направление миграции фильтрата определяет бассейновая структура территории, поэтому, используя данные ЦМБ SRTM, в программном обеспечении SAGA были построены водосборные площади, определены водотоки, местные водоемы, водосборные бассейны со всеми элементами бассейновой структуры. Гидрологическое строение представлено на рис.1.

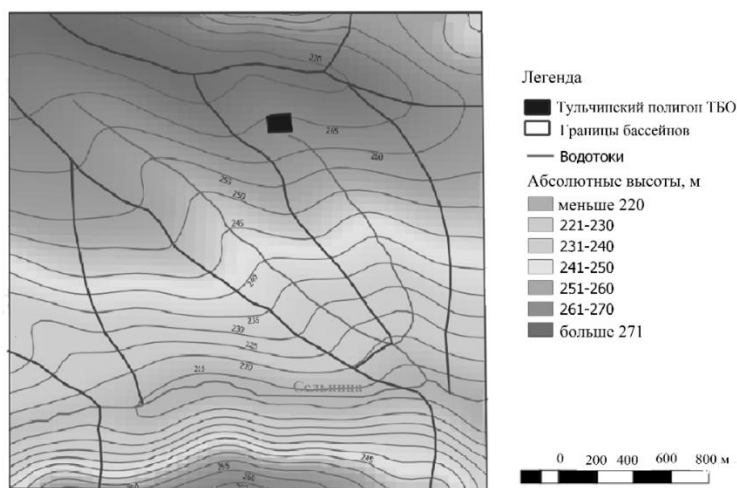


Рис.1. Гидрологическое строение

Согласно этому анализу, ливневые и талые воды с полигона стекают вниз по склону и попадают в реку Сельница, которая относится к бассейну Южного Буга.

Подвижность химических элементов в составе фильтрационной вод с территории полигона к реке зависит от ландшафтно-геохимических условий территории. Для данной работы были использованы данные крупномасштабного обследования почв Суворовского сельсовета Винницким научно-исследовательским и проектным институтом землеустройства.

Установлено, что подвижность основных химических элементов и их соединений меняется в зависимости от кислотности. Кислотность почв территории представлена на рис.2

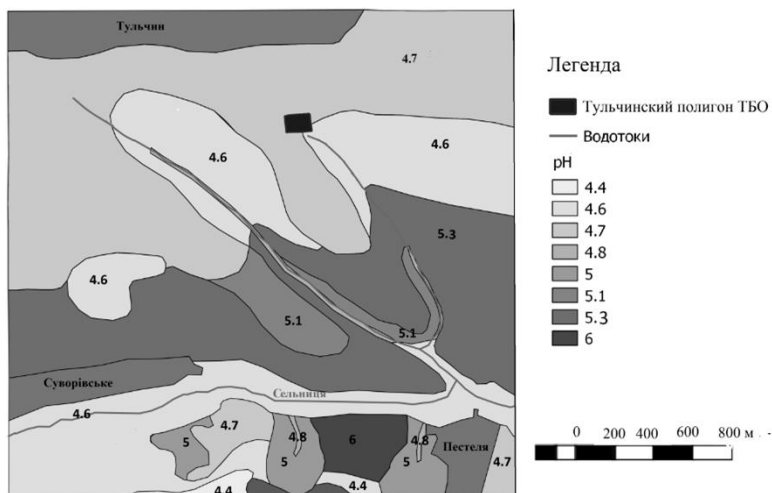


Рис.2 Кислотность почв

Различные вещества и элементы по-разному реагируют на кислотность почвы. Катионогенные элементы наиболее подвижны в кислой среде, а аниогенные элементы - ванадий, селен, молибден, германий - в щелочных. Изменение кислотности приводит к накоплению элементов или, наоборот, к переходу их в подвижное состояние. Например, двухвалентное железо выпадает в осадок при pH - 5.5. Зависимость миграционного поведения элементов от pH среды представлена на таблице 1.

Таблица 1. Зависимость миграционного поведения элементов от pH

Металлы	Значение pH									
	2,5- 2,7	2,8- 3,2	3,3- 3,7	3,8- 4,2	4,3- 4,7	4,8- 5,2	5,3- 5,7	5,8- 6,2	6,3- 6,7	6,8- 8
Cd	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,5	4	4,5	5
Mn	0	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4,5	5	5
Ni	0	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4,5	5	5
Co	0	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4,5	5	5
Zn	0	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4,5	5	5
Al	1	1,5	2	3	3,5	4,5	5	5	5	5
Cu	1	1,5	2	3	3,5	4,5	5	5	5	5
Cr (III)	1	1,5	2	3	3,5	4,5	5	5	5	5
Pb	1	2	3	4	5	5	5	5	5	5
Hg	1	2	3	4	5	5	5	5	5	5
Fe (III)	1,5	2,5	3,5	5	5	5	5	5	5	5

Согласно бассейновому принципу территория влияния Тульчинского полигона на окружающую среду в первую очередь ограничивается бассейном местного водотока. В пределах бассейна кислотность почв изменяется от 4,6 до 5,3. Используя таблицу 1 и карту кислотности (рис.2) можно сделать выводы, что в пределах бассейна такие элементы как Pb Hg, Fe (III) при прямом поступлении в почву перейдут в неподвижную форму и аккумулируются. Также, основываясь на исследованиях Малышевой, в пределах бассейна было выделено 2 ландшафтно-геохимических барьера: сорбционно-щелочной и сорбционно-кислый барьеры. Для данного исследования интерес представляет первый, сорбционно-щелочной барьер, так как элементы, которые могут аккумулироваться на сорбционно-кислой барьере задерживаются выше по течению. На этом барьере аккумулируются Fe (III), Cu, Cr (III) и Al и частично задерживаются Ca, Mg, Mn, Zn, Ni, Co, Pb, Cd. Ландшафтно-геохимические барьеры представлены на рис.3. Элементы, которые не задерживаются или частично задерживаются ландшафтно-геохимическими барьерами, мигрируют вниз по склону и попадают в р.Сельница. Для детальной оценки влияния действующего полигона на водную среду необходимо провести ряд анализов проб грунтовых вод возле полигона с фоновых скважин и скважин, которые находятся под непосредственным влиянием полигона. Такие анализы проведены не были, поэтому

детальный анализ влияния полигона на водную среду в данный момент провести невозможно.

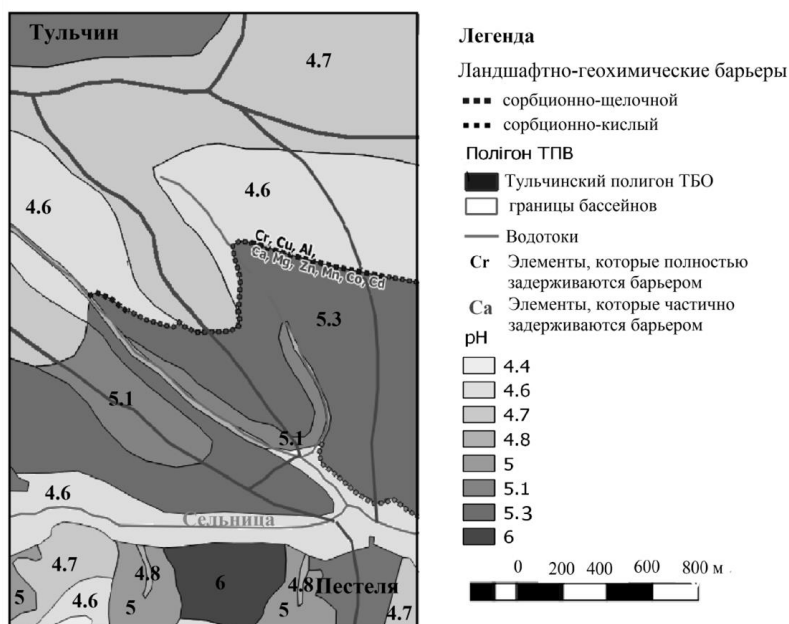


Рис.3 Ландшафтно-геохимические барьеры

Ландшафтно-геохимические барьеры является местом накопления в значительном количестве опасных химических соединений, поэтому важным является исследование природопользования территории, прежде всего в местах образования ландшафтно-геохимических барьеров. Природопользование территории представлено на рис.4 Согласно карте природопользования в пределах ландшафтно-геохимических барьеров данного бассейна выращивают сельскохозяйственные культуры. Растения поглощают и усваивают некоторые опасные элементы. Употребление таких растений в пищу опасно для здоровья людей. Для уменьшения негативного влияния на здоровья людей, рационально изъять эти земли из сельскохозяйственного пользования и провести фитомелиоративные действия. Фитомелиорация позволит изъять опасные химические элементы из земли и предотвратить их последующую миграцию.

Тульчинский полигон ТБО имеет также значительное влияние на климатическую систему и атмосферный воздух. Каждая свалка ТБО представляет собой огромный биореактор, в недрах которого,

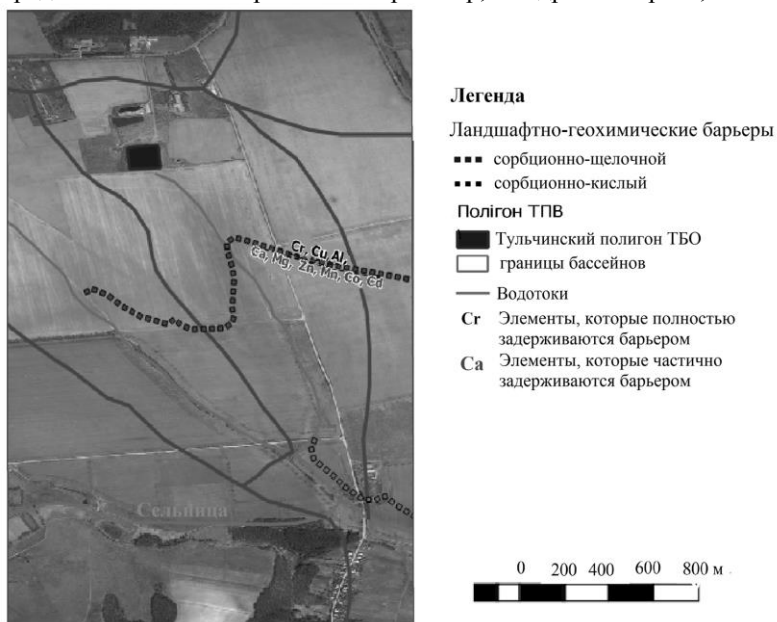


Рис.4. Природопользование

вследствие анаэробного разложения отходов органического происхождения образуется биогаз, или, как его еще называют, свалочный газ. Биогаз на 55-75% состоит из метана, потенциал которого в 21 раз превышает CO_2 . Для расчета выбросов парниковых газов с Тульчинского полигона ТБО была использована методика ООН AMS-III.G.:Landfill methane recovery. В качестве данных морфологического состава использовались результаты исследования проекта DESPRO. Расчеты проводились для периода 1990 года по 2030 год. Результаты представлены на рис. 5

На графике видно, что к концу 2017 году выбросы метана постепенно будут расти, в 2017 году по прогнозу объем выбросов составит 1602,3 т CO_2 эк.

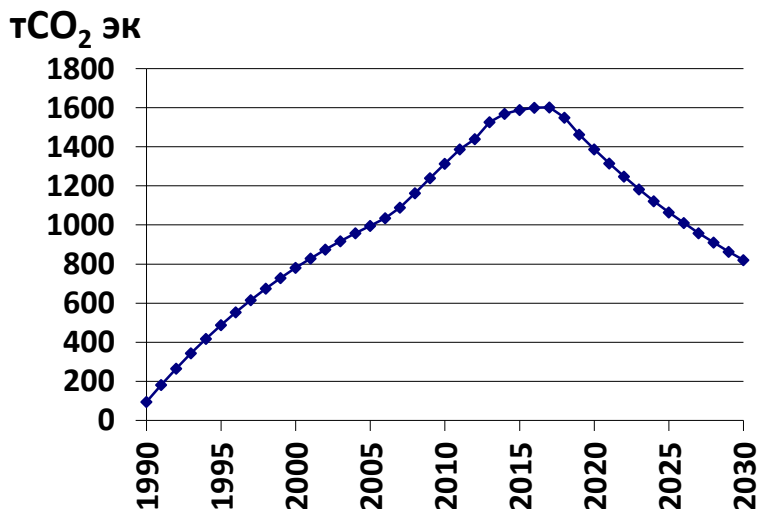


Рис. 5. Эмиссии метана, тСО₂ эк.

После закрытия полигона и его рекультивации, выбросы метана не исчезнут, так как отходы на полигоне разлагаются десятки лет.

Для расчета максимальных разовых и валовых выбросов загрязняющих веществ полигоном твердых бытовых отходов была использована методика расчёта количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов и соответствующая формула:

$$Q_w = 10^{-6} R (100 - W) (0,92Ж + 0,62 + 0,34Б),$$

- удельный выход биогаза (в кг от одного кг отходов) за период активного его выделения - Q_w

- содержание органической составляющей в отходах - $R = 57\%$
- содержание жироподобных веществ в органике отходов - $Ж = 2\%$
- содержание углеводородных веществ в органике отходов - $В = 83\%$
- содержание белковых веществ в органике отходов - $Б = 15\%$
- средняя влажность - $W = 47\%$

Результаты расчетов согласно этой методике представлены в табл.2

Таблица 2. Эмиссии компонентов биогаза

Компонент биогаза	т/год
Метан	718,271
Толуол	9,841

Амиак	7,235
Ксилол	5,877
Углерода оксид	3,421
Азоту диоксин	1,507
Формальдегид	1,303
Этилбензол	1,289
Ангидрид сернистый	0,95
Сероводород	0,353

Следовательно, каждый год в атмосферу с территории полигона выбрасывается огромное количество загрязняющих веществ, таких как метан, толуол, аммиак, ксилол, азот диоксида, формальдегид, этилбензол и др. Эмиссия данных химических веществ негативно влияют на состояние окружающей среды и здоровье человека. Они поражают печень и почки человека, влияют на нервную систему, раздражают кожные покровы, слизистые оболочки глаз и дыхательные пути и вызывают высокий уровень заболеваемости населения, проживающего вблизи полигона.

Заключение. Основными направлениями воздействия полигонов ТБО на окружающую среду являются миграция химических элементов в составе фильтрационных вод и выброс токсичных газов. Поэтому, согласно результатам исследования, эффективным геоэкологическим инструментом для оценки воздействия полигонов ТБО на окружающую среду могут стать бассейновый и ландшафтно-геохимический подходы. Их использование позволяет проследить направление движения фильтрата и миграцию химических элементов в его составе, определить возможные места аккумуляции химических элементов, ландшафтно-геохимические барьеры. Полученная информация может быть полезной для планирования восстановительных мероприятий, например фиторемедиации загрязненных территорий. Для оценки влияния полигона ТБО на атмосферу целесообразно использовать известные методики, которые позволяют определить ежегодную эмиссию биогаза, а также валовые выбросы загрязняющих веществ с территории полигонов ТБО. Перспективы дальнейших исследований заключаются в проведении анализа загрязнения грунтовых вод, полного ландшафтно-геофизического анализа территории, составлении ландшафтно-геохимической карты.

ЛИТЕРАТУРА

1. AMS-III.G.: Landfill methane recovery-Version 9.0. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/QPVDNPHDG8302KQ5EPGD3OC57KVA3Q>
2. Kasting.U. Reinigungsleistung von zentralen Anlagen zur Behandlung von Abflüssen stark befahrener Straßen. Dissertation, Universität Kaiserslautern. - http://deposit.-ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=966330110&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=966_330110.pdf
3. Аналіз стану сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2016 рік: статистична інформація Міністерства регіонального розвитку, будівництва і житлово-комунального господарства України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua>
4. Ашихмина Т. В. Геоэкологический анализ состояния окружающей среды и природоохранные рекомендации в районе расположения полигонов ТБО Воронежской области : дис. канд. геогр. наук : 25.00.36 / Ашихмина Татьяна Валентиновна – Воронеж, 2014. – 187 с. [1]
5. Волков С.С. Збір та утилізація метану з полігону твердих побутових відходів в м.Луганську / С.С.Волков, А.В. Гриценко, О.С.Северин [та ін.]. – Х.,2012. – 9 с.
6. ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування».
7. Ерошина Д.М., Ходин В.В., Зубрицкий В.С., Демидов А.Л. Экологические аспекты захоронения твердых коммунальных отходов на полигонах. Мн.: РУП «БелНИЦ «Экология», 2010. – 152с.
8. Зозуля І.І. Шляхи вирішення проблем Львівського полігону твердих побутових відходів / І.І. Зозуля, А.М. Гайдін, В.О. Дяків // Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист. — 2010. — Вип. 1. — С. 106-112 Попович О. Р.
9. Малишева Л.Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану територій: Монографія – К.: РВЦ “Київський університет”, 1997 – 264 с
10. Методика расчёта количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов. М.: 2004 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: aquagroup.ru/normdocs/140
11. Мирзеханова З. Г. Экологический каркас территории в стратегии устойчивого развития: пример практической реализации // География и природные ресурсы. — 2001. — № 3. — С. 23–28.
12. Озелдинова Ж. О., Мукаев Ж. Т. Применение геосистемно-бассейнового подхода при разработке оптимальной структуры природопользования [Текст] // Науки о Земле: вчера, сегодня, завтра: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Москва, июнь 2016 г.). — М.: Буки-Веди, 2016. — С. 35-38.
13. Санітаро-технічний паспорт полігону твердих побутових відходів м.Тульчин – Тульчин, 1990. – 34 с.
14. Технічний звіт по коректуванню матеріалів крупномасштабного обслідування ґрунтів КСП ім.Леніна с.Суворівське та земель запасу Суворовської сільської ради – Вінниця: Українська академія аграрних наук, 1994. – 168 ст.

**ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА
(на примере ОАО «Красносельскстройматериалы»)**

Е.А. Самусик¹, С.Е. Головатый¹, С.Н. Анучин², С.С. Ануфрик²

¹ УО «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова БГУ» г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220070, г. Минск, ул. Долгобродская, 23/1; e-mail: e.samusik@mail.ru)

² УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы» г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230023, г. Гродно, ул. Ожешко, 22; e-mail: fxmioos@mail.ru)

Ключевые слова: цементная промышленность, CO₂, загрязнение, цементная пыль, тяжелые металлы, почва.

Аннотация. Рассмотрены комплексные проблемы взаимосвязей цементной промышленности с эволюционирующей окружающей средой с учётом загрязняющих факторов, формируемых цементным производством. Проведенные исследования по изучению содержания тяжелых металлов в почвах, прилегающих к предприятию ОАО «Красносельскстройматериалы», позволили оценить степень загрязнения почв следующими элементами - Ni, Cu, Zn, Pb, Cr, Ti, Hg, Ba.

**TECHNOGENIC SOIL POLLUTION IN THE ZONE OF
INFLUENCE THE CEMENT INDUSTRY
(for example of OJSC "Krasnoselskstroymaterialy")**

E.A. Samusik¹, S.E. Golovaty¹, S.N. Anuchin², S.S. Anufrik²

¹ EI «Belarussian State University, ISEI BSU» (Belarus, Minsk, 220070, 23/1 Dolgobrodskaya st.; e-mail: e.samusik@mail.ru)

² EI «Yanka Kupala State University of Grodno» (Belarus, Grodno, 230023, 22 Ozheshko st.; e-mail: fxmioos@mail.ru)

Key words: cement industry, CO₂, pollution, cement dust, heavy metals, soil.

Summary. The article describes complex problems of intercommunications between cement sector and evolving environment taking into account polluting factors, forming by cement industry. Conducted study of heavy metals contamination of soils the territory OJSC “Krasnoselskstroyaterialy” allowed to get information of their bulk concentration of insufficiently known heavy metals – Ni, Cu, Zn, Pb, Cr, Ti, Hg, Ba.

(Поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Современное индустриальное производство оказывает значительное воздействие на природу в глобальных масштабах. Загрязнение природной среды промышленными выбросами негативно влияет на здоровье людей и на состояние окружающей среды [1].

В структуре производства строительных материалов предприятиями Минстройархитектуры Республики Беларусь цемент занимает первое место с долей около 30% всего объема производства.

В настоящее время в Беларуси производством цемента занимается три государственных предприятия: ОАО «Красносельскстройматериалы» (г. Волковыск, Гродненская обл.); ПРУП «Белорусский цементный завод» (г. Костюковичи, Могилевская обл.); ОАО «Кричевцементношифер» (г. Кричев, Могилевская обл.) [2].

Глобальная роль цементной промышленности обусловлена портландцементом, который в обозримом будущем останется основным строительным материалом для планет земного типа, так как содержит главные элементы литосферы Земли – O, Si, Al, Fe, Ca, составляющие 92,6% её массы [3, 4].

Годовое потребление цемента на душу населения в Беларуси составляет 470 кг, что является довольно высоким показателем по сравнению с такими странами, как Россия, Украина, страны Балтии. Среди стран СНГ Беларусь по этому показателю сопоставима с Казахстаном (около 470 кг). С 2008 по 2014 год объем внутреннего потребления цемента вырос с 4058 до 4540 тыс. тонн [2].

По данным CPCB (*Central Pollution Control Board*) цементная промышленность входит в число 17 наиболее вредных для окружающей среды производств. Основные вредные воздействия на окружающую среду при производстве цемента вызваны следующими факторами:

1. Пыль (выбросы из труб и быстроиспаряющиеся компоненты);
2. Газообразные выбросы в атмосферу (CO_2 , SO_2 , NO_x , диоксины, фураны, летучие органические соединения, тяжелые металлы);

3. Другие виды загрязнений (шум и колебания, запах, техническая вода, отходы производства и т.д.);

4. Потребление ресурсов [1].

Производство цемента является источником значительных объемов выбросов углекислого газа – около 5% мировых выбросов. Это вызвано декарбонизацией известняка, использованием ископаемого топлива в обжиговых печах и высоким уровнем потребления электроэнергии оборудованием на предприятиях (рисунок).



Рисунок – Эмиссия CO₂ мировой и цементной промышленностью (июнь 2005 г.) [5]

Цементное производство относится к энергозатратным и предполагает добычу невозобновляемых минеральных ресурсов, что может повлечь за собой загрязнение поверхностных и грунтовых вод.

Предприятиями цементной промышленности в окружающую среду выделяется ежегодно более 27 млн. т пыли [6] из частиц цемента, асбеста, гипса, кварца и других вредных веществ, образующие зоны максимального загрязнения окружающей среды радиусом до 2 км. Количество пыли, ежегодно осаждающейся на поверхности почв, может достигать 10% от всего производства цемента и составлять до 150 т на 1 км² [7].

Цементная пыль воздействует на все компоненты природной среды. Одним из таких негативных преобразований в экосистеме является загрязнение почвенно-растительного покрова отходами цементного производства.

Представляющими серьезную опасность для состояния почвенного покрова, являются физико-химические нарушения, связанные с загрязнением почв соединениями тяжелых металлов. Эти вещества, накапливаясь, способны существенно изменять свойства почв: снижать численность микроорганизмов, интенсивность микробиологических процессов, активность почвенных ферментов, кислотность среды, что приводит к снижению биохимической активности почвенных ферментов, замедляет процессы их самоочищения, и заканчивается частичной или полной утратой биопродуктивности [8].

Цель работы: изучить профильное распределение тяжелых металлов (ТМ) в почвах и оценить степень загрязнения ими земель.

Объект исследования: почвы в зоне влияния цементного производства (на примере ОАО «Красносельскстройматериалы»).

Материал и методика исследований. Почвенно-экологическое обследование земель проводили в апреле-мае 2017 г. Полевые исследования проводили посредством отбора почвенных образцов, согласно методическим указаниям [9]. Пробы почвы отбирали с помощью тростевого бура на глубине 0–10 см; 10–20 см; 20–25 см, путем формирования объединенной пробы из 5 точечных уколов тростевым буром на расстоянии 20 м друг от друга.

Все химико-аналитические исследования почв проводили по гостированным и общепринятым методикам: кислотность обменная – потенциометрически, в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26483-85); химико-аналитическое исследование отобранных образцов почв на валовое содержание тяжелых металлов (Ni, Cu, Zn, Pb, Cr, Ti, Hg, Ba) с использованием рентгенофлуоресцентного метода.

Результаты исследования и их обсуждение. Исследования показали, что преобладающим типом почвы в зоне проведения экспериментов были дерново-подзолистые супесчаные и суглинистые. Кислотность этих почв колебалась в среднем в пределах pH 7,5-9,0 и в среднем составила – pH 8,4.

Никель. В почвах Республики Беларусь в среднем содержится 20,0 мг/кг никеля [10]. Гигиенические нормативы для концентраций никеля следующие: ПДК (ОДК) для песчаных и супесчаных почв – 20 мг/кг, для суглинистых и глинистых почв – 80 мг/кг [11].

Наши исследования показали, что среднее содержание никеля в отобранных образцах в горизонте 0-10 см составляет 40,46 мг/кг, в

горизонте 10-20 см – 41,42 мг/кг, в горизонте 20-25 см – 44,78 мг/кг. Полученные данные свидетельствуют, что содержание этого элемента в исследуемых почвах превышает геохимический фон, коэффициент концентрации этого элемента составляет (K_c) = 1,2-3,2.

Медь. В почвах Беларуси содержание меди составляет 13,0 мг/кг [10]. ПДК (ОДК) в песчаных и супесчаных почвах для меди составляет 33,0 мг/кг, для суглинистых и глинистых почв – 132 мг/кг [11].

Средневзвешенное содержание валовых форм Си в отобранных образцах в горизонте 0-10 см составляет 22,9 мг/кг, в горизонте 10-20 см – 28,4 мг/кг и горизонте 20-25 см – 27,6 мг/кг, что превышает геохимический фон с коэффициентом концентрации (K_c) = 1,2-2,8.

Цинк. Среднее содержание цинка в почвах Беларуси составляет 35,0 мг/кг [10]. Для песчаных и супесчаных почв ПДК (ОДК) для цинка равна 55,0 мг/кг, для суглинистых и глинистых почв – 220 мг/кг [11]. В щелочных средах Zn образует металлоорганические комплексы и поглощается почвой.

Среднее содержание цинка в отобранных образцах почвы в горизонте 0-10 см составляло 52,49 мг/кг, в горизонте 10-20 см – 60,24 мг/кг и горизонте 20-25 см – 63,47 мг/кг соответственно. В результате эксперимента установлено, что содержание цинка в почвах ниже существующего ПДК (ОДК), но превышает региональный кларк с K_c = 1,2-2,5.

Свинец. Региональный кларк Pb составляет 12 мг/кг [10]. Гигиенические нормативы для концентраций Pb в почве - 32 мг/кг [11].

Анализ содержания валового Pb в почвах отобранных образцов показал, что его концентрации превышают фоновый уровень, или региональный кларк на юго-востоке территории предприятия в радиусе 1 км, где содержание элемента выше нормативного уровня с K_c = 1,3-4,0. Только источником Pb здесь является автомобильный транспорт.

Хром. Региональный кларк Cr составляет 36 мг/кг [10]. Гигиенические нормативы для концентраций Cr в почве – 100 мг/кг [11].

Анализ данных, полученных в результате исследования, свидетельствует о том, что средневзвешенное содержание валовых форм Cr в отобранных образцах в горизонте 0-10 см составляет 128,15 мг/кг, в горизонте 10-20 см – 107,14 мг/кг и горизонте 20-25 см – 139,87 мг/кг, что превышает геохимический фон с коэффициентом концентрации (K_c) = 1,1-7,3.

Титан. В почвах Республики Беларусь в среднем содержится 1562 мг/кг титана [10]. Средневзвешенное содержание валовых форм Ti в исследуемых почвах в среднем составляет 1964,4 мг/кг, что превышает геохимический фон с K_c = 1,1-2,6.

Ртуть. Средневзвешенное содержание валовых форм Hg в почвах исследуемой территории в среднем составляет 1,69 мг/кг. Отмечается превышение геохимического фона содержания этого элемента с $K_c = 1,2-1,4$.

Барий. Кларк бария в земной коре составляет 370 мг/кг [10]. Содержание Ba в почвенных образцах в среднем составляет 1144,3 мг/кг, что превышает геохимический фон с $K_c = 1,1-3,4$.

Заключение. Почвенно-экологическое исследование почв территорий, прилегающих к предприятию ОАО «Красносельскстройматериалы», свидетельствует о тенденции аккумуляции валовых форм следующих приоритетных химических элементов – Cr, Ni, Zn, Pb и Ba.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исабекова, В.Ш. Влияние производства цемента на окружающую среду / В.Ш. Исабекова, А.К. Бекболотова, Г.А. Мамбетова // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – 2014. – № 33. – С. 485-486.
2. ЗАО Инвестиционная компания «Юнитер» (Цементная отрасль) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uniter.by/>. – Дата доступа: 14.11.2016.
3. Касимов, Н.С. Экогеохимия городских ландшафтов / Н.С. Касимов. – Москва: МГУ, 1995. – 336 с.
4. Mortvedt, J.J. Plant uptake of heavy metals in zinc fertilizers made from industrial byproduct / J.J. Mortvedt // J. Environ. Qual. – 1985. – V. 14. – P. 424-427.
5. Co-processing waste in the cement industry: a solution to natural resource preservation and total emission reduction / Anna Dekeukelaere // Международное аналитическое обозрение АЛТИТинформ «Цемент. Бетон. Сухие смеси». – 2010. – № 1 (13). – С. 41-45.
6. Зубченко, М.П. Современные направления технических решений при проектировании пылеулавливающих систем цементного производства / М.П. Зубченко, Н.С. Филиппова // Экологические проблемы технологии цементного производства. – Москва, 1990. – Вып. 102. – С. 3-11.
7. Рэуце, К. Борьба с загрязнением почвы / К. Рэуце, С.М. Кырстя. – Москва: Агропромиздательство. – 1986. – 221 с.
8. Колесников, С.И. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами / С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков. – Ростов н/Д: СКНЦ ВШ, 2000. – 232 с.
9. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственной и продукционной растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992. – 61 с.
10. Петухова, Н.Н. К кларкам микроэлементов в почвенном покрове Беларуси / Н.Н. Петухова, В.А. Кузнецов // Докл. АН Беларуси. – 1992. – Т. 26. – № 5. – С. 461-465.
11. Гигиенические нормативы 2.1.7.12-01-2004. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве / М-во здравоохранения Республики Беларусь. – Минск, 2004. – 45 с.

**СЕКЦИЯ 6
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

**SECTION 6
MONITORING THE ENVIRONMENTAL QUALITY OF
AGRICULTURAL PRODUCTS PROMISING METHODS**

УДК. 631.171

**БЕСКОНТАКТНЫЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ЖИДКОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ В
АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

Н.М. Гребеникова¹, В.В. Давыдов^{1,2}, В.Ю. Рудь²

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29; e-mail:
nadyagrebenikova@mail.ru

² Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
143050, Московская область, Одинцовский район, р.п. Большие
Вяземы, ул. Институт, владение 5

Ключевые слова: непрерывный контроль, определение состояния среды, текущая среда, жидкость, показатель преломления, концентрация, полное внутреннее отражение.

Аннотация: На больших потоковых производствах продуктов сельскохозяйственной продукции при непрерывном контроле технологических процессов можно использовать рефрактометры, обеспечивающие непрерывную регистрацию показателя преломления в потоках текущих сред (например, соков).

Для поддержания концентрации соков на определённом уровне необходимо через определённые промежутки времени брать пробу сока. Преимуществом использования рефрактометра является безинвазивное вмешательство в процесс производства.

Принцип действия рефрактометров, предназначенных для непрерывной регистрации состава сока, основывается на использовании оптического явления полного внутреннего отражения

света в оптической призме, которая находится в контакте с исследуемым раствором.

NON-CONTACT QUALITY CONTROL OF LIQUID AGRICULTURAL PRODUCTS IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

N.M. Grebenikova, V.V. Davydov^{1,2}, V.Yu. Rud²

¹ Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University.
195251, St.Petersburg, Polytechnicheskaya, 29; e-mail:
nadyagrebenikova@mail.ru

² All Russian Research Institute of Phytopathology
143050, Moscow Region, Odintsovo district, B.Vyazyomy, Institute str.,
ownership 5

Key words: rapid monitoring, determination of the medium state, current environment, liquid, index of refraction, concentration, total internal reflection.

Summary: On large flow production of agricultural products, with continuous monitoring of technological processes, refractometers can be used to ensure continuous recording of the refractive index in current flows (for example, juices).

To maintain the concentration of juices at a certain level, it is necessary to take a juice sample at regular intervals. The advantage of using a refractometer is without invasive interference in the production process.

The principle of operation of refractometers intended for the continuous registration of juice composition is based on the use of the optical phenomenon of total internal reflection of light in an optical prism that is in contact with the solution being studied.

(Поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение.

Экспериментальные и теоретические исследования движения потоков жидкостей являются одной из актуальных задач физики [1-3]. В настоящее время существует постоянный рост конкуренции на рынке пищевой промышленности, которая требует от производителя высокого качества выпускаемой продукции, и при этом одновременного снижения затрат, связанных с её производством.

Снижение затрат на изготовление жидкой сельскохозяйственной продукции на крупных производствах пищевой промышленности обеспечивается в основном за счет автоматизации технологического процесса и обеспечения его непрерывности [4-7]. Поэтому к приборам контроля состояния текущей среды (продукции производства, например, сок, масло, вино и т.д.), которые входят в общую систему контроля технологического процесса производства, в отличие от других случаев предъявляют дополнительные требования. Надежности работы в течении длительного периода времени, независимости точности результатов контроля состояния среды от температуры окружающей среды и самой жидкости, контроль состояния среды в реальном времени, простота конструкции и невысокая стоимость [8-10]. Последнее особенно важно, как показывает опыт производства жидкой пищевой продукции, контроль её качества необходимо осуществлять на различных её стадиях производства для оперативного устранения сбоев и нарушений технологии производства.

Большинство, успешно применяемых для решения задач по контролю состояния текущей среды измерительных приборов в различных других областях и сферах промышленного производства, не смогли удовлетворить поставленным дополнительным требованиям. Исключение составили ядерно – магнитные спектрометры, но они стоят достаточно дорого, даже при оптовой покупке (более 10 приборов) [2].

Из вышесказанного следует, что поиск решения данной задачи является достаточно актуальным и востребованным. Поэтому целью данной работы является рассмотрение одного из возможных вариантов решения задачи без инвазивного контроля качества жидкой сельскохозяйственной продукции с использованием новой разработанной конструкции оптического рефрактометра.

Методика контроля состояния потока жидкой среды

Метод рефрактометрии позволяет проводить исследования жидких, находящихся, как в стационарном, так и в текущем состоянии, измеряя их показатели преломления n . Используя соотношения рефракции, по результатам проведенных измерений n , можно квалифицировать химические соединения, определять физико-химические параметры различных сред, проводить структурный и количественный анализ.

Структурная схема оптической части рефрактометра и принцип его работы

Для контроля состояния текущих жидких, производимых из сельскохозяйственной продукции, разработано большое число различных моделей рефрактометров. Проведенные исследования, а также обзор научных публикаций показали, что наиболее

рациональным при проведении исследований потока жидкой сельскохозяйственной продукции является использование оптического явления полного внутреннего отражения света в оптической призме, которая находится в контакте с исследуемым раствором.

Конструкция оптической части рефрактометра представляет собой сапфировую призму в форме трапеции с углом у нижнего основания $\beta=60$ градусов, у верхнего основания $\alpha=120$ градусов. Углы призмы были рассчитаны, так, чтобы обеспечить максимальный контраст границы свет/тень, регистрируемой в фотоприемнике. А также максимальный динамический диапазон регистрации смещения границы свет/тень, как в случае увеличения n , так и при его уменьшении. В разработанной конструкции рефрактометра источник лазерного излучения устанавливается перпендикулярно основанию призмы, таким образом, чтобы лучи достигали границы раздела призмы и текущей среды под различными углами. Для этого используется дополнительная оптическая система, расширяющая пучок лазерного излучения. Часть лучей, угол падения которых больше критического, полностью отражается от внутренней поверхности призмы и, выходя из нее, формирует светлую часть изображения на фотоприемнике. На рис. 1 представлена структурная схема разработанной оптической части конструкции рефрактометра.

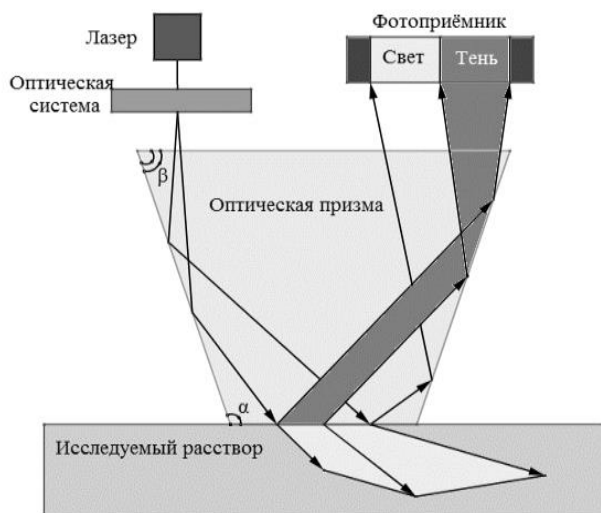


Рис.1 Структурная схема оптической части рефрактометра

Часть лучей, угол падения которых меньше критического, частично преломляется и проходит в раствор, частично отражается и формирует темную часть изображения на фотоприемнике (рис. 1). Положение границы раздела между светом и тенью зависит от соотношения коэффициентов преломления материала, из которого изготовлена оптическая призма, и исследуемого раствора, а также длины волны излучения источника света. При изменении состава жидкой среды, изменяется её показатель преломления n и смещается граница свет/тьнь, регистрируемая фотоприемником.

Также на основе трапециевидной призмы была разработана структурная схема промышленного рефрактометра (рис. 2).

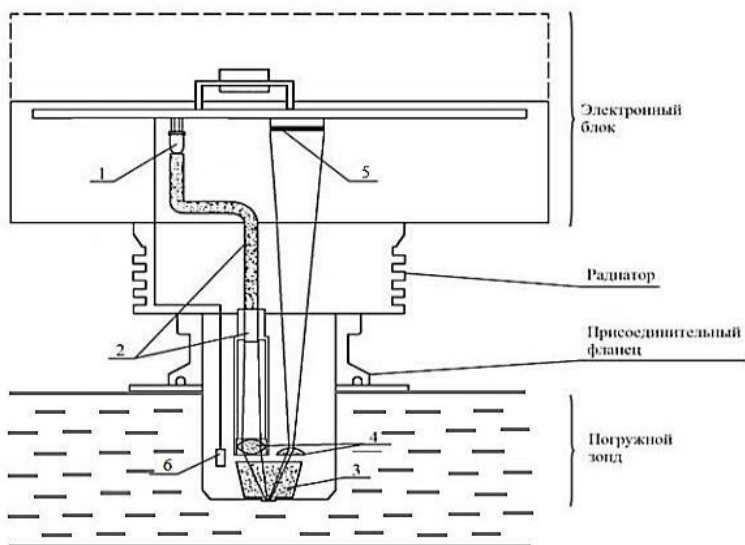


Рис. 2 Структурная схема промышленного рефрактометра: 1 – источник излучения, 2 – осветительный волоконно-оптический жгут, 3 – оптическая призма, 4 – объектив, 5 – линейка ПЗС, 6 – термодатчик

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных экспериментов было установлено, что в разработанной конструкции рефрактометра существует исключительная особенность, которая связана с тем, что в основе работы его оптической схемы лежит использование отражения и

прохождения света только внутри рабочей призмы. Поэтому некоторые факторы, такие как прозрачность текущей среды, или наличие в ней рассеивающих свет нерастворимых элементов, газовых пузырьков, а также скорость текущего потока не влияют на результаты измерения, в отличие от других методов, применяемых для контроля состояния среды в текущем потоке. Граница свет/тень смещается только при изменении n . Это позволяет безошибочно определять наличие изменений в составе текущей среды. Разработанный рефрактометр также позволяет проводить исследования показателя преломления текущей среды от концентрации m растворенных в ней компонент. На рис. 3 в качестве примера представлены исследования водных растворов различных сред.

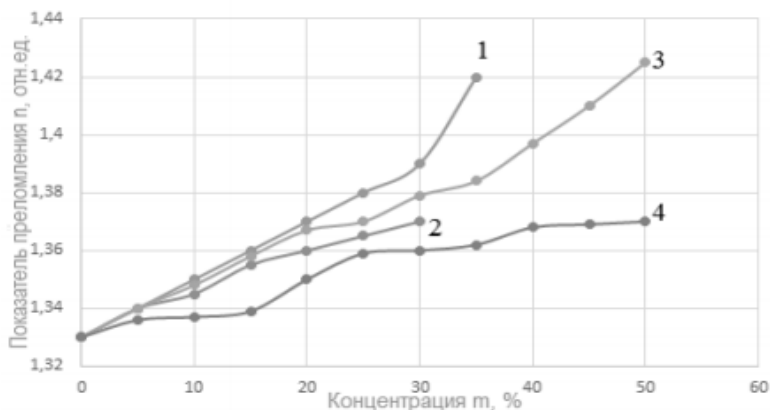


Рис. 3. Зависимость показателя преломления водных растворов некоторых веществ от концентрации: 1 – желатин, 2 – лимонная кислота, 3 – сахароза, 4 – этиловый спирт

В ходе экспериментов было установлено, что наиболее сильное влияние на измерение величины показателя преломления исследуемой жидкости оказывает температурный фактор. Также установлено, что влияния температуры T на показатель преломления среды n носит нелинейный характер. На рис. 4 в качестве примера представлены экспериментальные зависимости изменения относительной плотности водного раствора в единицах Брикс с добавлением сахара в различных концентрациях от температуры T . За точку отсчета изменения относительной концентрации принято значение $\Delta m = 0$ в точке соответствующее $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

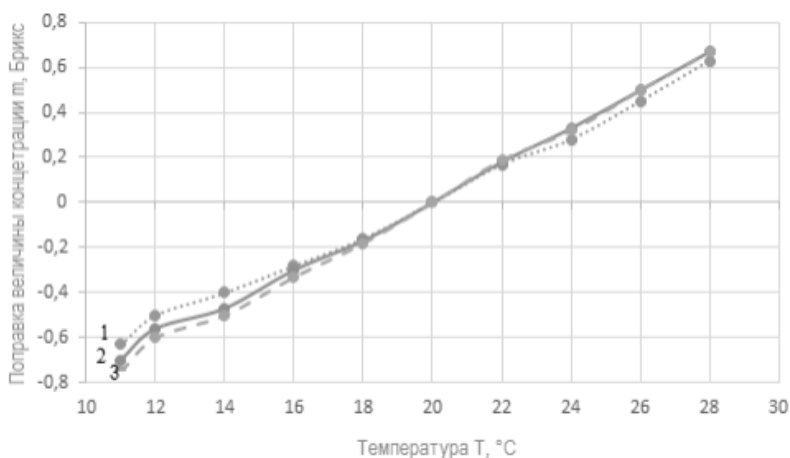


Рис.4 Температурные поправки на величину концентрации водных растворов сахарозы: 1 –10%, 2 –30%, 3 –60%

За точку отсчета изменения относительной концентрации принято значение $\Delta m = 0$ в точке соответствующее $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Установлено, что единственным фактором в разработанной конструкции рефрактометра, который может внести ошибки при определении состояния среды, является температура. Для учета влияния изменения температуры жидкой сельскохозяйственной продукции на результаты контроля её состояния, в текущем потоке перед призмой в трубопроводе устанавливается датчик температуры. На основе показаний этого датчика учитывается поправка в смещении границы свет/тень с помощью градировочных таблиц. Несоответствие величины смещения границы с данными таблицы означает наличие дополнительных изменений в состоянии среды, которые не связаны с изменениями температуры T .

Заключение

Проведенные эксперименты показали, что для повышения точности измерений необходимо для каждого сорта жидких сред в зависимости от их возможного диапазона изменения показателя преломления подбирать соответствующую длину волны и мощность лазерного излучения, при которой контраст границы свет/тень будет максимальный, что в некоторых случаях может ограничить возможности применения рефрактометра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Popovac, M. Compound wall treatment for RANS computation of complex turbulent flows and heat transfer / M. Popovac, K. Hanjalic // *Flow, Turbulence and Combustion*. - 2007. - V. 78. - No 2. - P. 177 – 184.
2. Давыдов, В.В. Особенности применения метода ядерно – магнитной спектроскопии для исследования потоков жидких сред / В.В. Давыдов, В.И. Дудкин, В.А. Вологин, А.Ю. Карсеев // *ЖПС*. - 2015. - Т. 82. - № 6. - С. 898 – 902.
3. Розанов, Н.Н. Параметрический эффект Доплера при отражении света от движущейся плавной неоднородности среды. / Н.Н. Розанов // *Оптика и спектроскопия*. 2012. -Т. 113. - № 5. - С. 613.
4. Бороздова, М.А. Метод анализа лазерного доплеровского анемометра для измерения скорости течения крови / М.А. Бороздова, И.В. Федосов, В.В. Тучин // *Квантовая электроника*. - 2015. - Т. 45. - № 3. - С. 275 – 282.
5. Alekseenko, S.V. Application of a high-speed laser-induced fluorescence technique for studying three-dimensional structure of annular gas-liquid flows / S.V. Alekseenko, A.G. Cherdantsev, V.M. Dulin, Yu.S. Kozorezov, D.M. Markovich // *Exp. Fluids*. - 2011. -V.53. - No 3. - P. 37 - 43.
6. Артемьев, В. В. Измерение плотности растворов природных солей промышленным рефрактометром / В.В. Артемьев, Н.П. Белов, Т.И. Рутковская, А.В. Смирнов, В.И. Тимофеев, А.Д. Яськов // *Обогащение руд*. – 2013. № 1. – С. 31-36.
7. Соболев, В.С. Максимально правдоподобные оценки частоты и других параметров сигналов лазерных Доплеровских измерительных систем, работающих в режиме одночастичного рассеяния / В.С. Соболев, М.Н. Прокопенко // *Квантовая электроника*. - 2000. -Т. 30. - № 12. - С. 1109 - 1114.
8. Иоффе, Б.В. Рефрактометрические методы химии / Б.В. Иоффе. -Ленинград: Химия, 1974. – 399 с.
9. Тартаковский, Д. Ф. Метрология, Стандартизация и технические средства измерений / Д.Ф. Тартаковский, А.С. Ястребов. - Москва: Высшая школа, 2002, - 205 с.
10. Гребеникова, Н.М. Рефрактометр для контроля состояния текущей жидкой среды / Н.М. Гребеникова // *Труды XXIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по фундаментальным наукам «Ломоносов – 2017»*. Россия. – Москва. – 2017. - С. 409-411.

ХЕЛАТНЫЕ УДОБРЕНИЯ КАК ФАКТОР УПРАВЛЕНИЯ УРОЖАЕМ И КАЧЕСТВОМ КАРТОФЕЛЯ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

А.В. Коршунов ¹, М.Ю. Гаитов ²

¹ ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха
Московская область, Российская Федерация (Российская Федерация, 140051, Московская область, Люберецкий район, пос. Красково, ул. Лорха, 23, e-mail: agroapk@mail.ru)

² ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
Московская область, Российская Федерация (Российская Федерация, 143050, Московская область, Одинцовский район, р.п. Большие Вяземы, ул. Институт, владение 5, e-mail: agroapk@mail.ru)

Ключевые слова: хелатное удобрение, опрыскивание клубней и ботвы, сорта картофеля различных сроков созревания, экологически-безопасный эффект, Нечерноземная зона, Среднее Поволжье.

Аннотация. Представлены результаты полевых опытов по разработке элементов сортовой агротехники сортов картофеля различных сроков созревания российской и зарубежной селекции. Выявлены оптимальные концентрации растворов минеральных удобрений в хелатной форме – Акварин-12 при опрыскивании ботвы; в сочетаниях обработка клубней + опрыскивание ботвы; кратность опрыскивания ботвы в зависимости от группы созревания сорта. Сравнение - с теми же приемами, но при использовании растворов нитроаммофоски. Оптимальными концентрациями раствора Акварин-12 оказались: 0,3% - на пойменной почве, а для выщелоченного чернозема – 0,4%. На сортах среднеспелой группы созревания оправданным было проведение и повторного опрыскивания. В то время как на раннеспелых сортах повторное опрыскивание не обеспечило дополнительного прироста урожайности вследствие укороченного периода вегетации. При использовании растворов нитроаммофоски для тех же целей, хотя и обеспечивало повышение урожайности клубней, но оно значительно уступало по эффективности Акварину-12.

Результаты для 2-х почвенно-климатических условий (пойменные – ЦРНЗ, выщелоченные черноземы – Среднее Поволжье).

CHELATE FERTILIZERS AS A FACTOR OF POTATO YIELD AND QUALITY CONTROL IN EUROPEAN RUSSIA

A.V. Korshunov¹, M.Yu. Gaitov²

¹ A.G. Lorkh All-Russian Research Institute of Potato Farming
Moskovskaya obl., Russian Federation (Russian Federation, 140051,
Moskovskaya obl., Lyuberetskii r-n, pos. Kraskovo, ul. Lorkha, 23)

² All-Russian Research Institute of Phytopathology
Moskovskaya obl., Russian Federation (Russian Federation, 143050,
Moskovskaya obl., Odintsovskii r-n, r.p. Bol'shie Vyazemy ul. Institut, vl.5)

Keywords: *chelate fertilizer, spraying of tubers and tops, potato varieties of different terms of ripening, environmentally safe effect, Non-Black Soil zone, Central Volga region.*

Abstract. *It is presented the results of field experiments on the development of elements of varietal agrotechnics for potato varieties of different terms of ripening of Russian and foreign breeding. It is revealed the optimal concentrations of solutions of a mineral fertilizer in the chelate form (Akvarin-12) at top spraying; in the combination of tuber processing with top spraying; the multiplicity of top spraying depending on the ripeness group of a variety. We compared these variants with the same methods, but with the use of nitroammophoska solutions. The optimal concentrations of Akvarin-12 were 0.3 % for floodplain soil and 0.4 % for leached chernozem. For mid-season varieties the repeated spraying was justified. At the same time the repeated spraying of early-maturing varieties did not ensure the yield increase due to a short period of vegetation. The use of nitroammophoska solutions for the same purposes ensure the increase in tuber yield, but it was significantly low than in the case of Akvarin-12. The results are presented for two soil and climatic conditions (floodplain – the central regions of the Non-Black Soil zone, leached chernozem – the Central Volga region).*

(Поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Сорт и удобрения являются одними из главных элементов системы земледелия. Наивысшую продуктивность новые интенсивные

сорта могут показать только при сочетании оптимального уровня внесения удобрений, при рациональных сочетаниях макро- и микроэлементов, при поддержании оптимальной влагообеспеченности почвы.

При корневом питании растения поглощают из почвенного раствора большое количество элементов (более 70). На практике чаще всего растения обеспечиваются тремя основными макроэлементами (N, P и K) и недооценивается важность своевременного внесения микроудобрений из-за их отсутствия, дороговизны, неотработанности доз и соотношений. В настоящее время, когда резко снизились объемы внесения органических и минеральных удобрений, фосфоритования и известкования, а, следовательно, обеспеченности растений доступными формами макро- и микроэлементов. Недостаток микроэлементов приводит не только к снижению урожая, вызывает ряд болезней у растений, а иногда и их гибель, но и снижает качество пищи человека и животных. Медициной установлено, что заболевания людей связаны с недостаточным содержанием в продуктах железа, меди, цинка, кобальта, молибдена, йода и других элементов. Микроэлементы являются активными центрами ферментов, улучшающими обмен веществ в растительных и животных организмах. Поэтому проблема снабжения растений микроэлементами имеет общебиологическое значение.

По применению микроэлементов Россия существенно отстает от Западных стран. За последние 30-40 лет практически во всех развитых странах отмечается устойчивая тенденция увеличения производства и расширения ассортимента микроудобрений. В нашей же стране ранее выпускались минеральные удобрения с добавкой одного, реже нескольких микроэлементов: нитроаммофоски с добавлением в отдельности марганца, бора и молибдена, карбоаммофоски с добавлением марганца и бора, борный и цинковый аммофос, азотно-калиево-медное удобрение и некоторые другие.

По содержанию в растениях микроэлементы можно расположить в следующем убывающем ряду: *марганец > цинк > медь > бор > молибден > кобальт*.

Одним из путей решения дальнейшего совершенствования технологии возделывания картофеля с одновременным повышением качества продукции является использование новых комплексных органо-минеральных и минеральных удобрений, которые содержат в себе не только три основных элемента питания (NPK), но и целый арсенал микроэлементов (Cu, Mo, Mn, Zn, B, Se), а также мезоэлементов – S, Fe, Mg, и Ca. Оптимизация минерального питания растений картофеля и повышение эффективности использования удобрений

связаны с обеспечением оптимального соотношения макро- и микроэлементов.

Считается доказанным, что для нормального роста и развития микроэлементы должны вводиться в растения в активной форме. К наиболее перспективным биологически активным соединениям относятся хелаты микроэлементов. В земледелии наиболее широко применяются соли микроэлементов с органическими кислотами: ДТПА - диэтиленetriамин-пентауксусной; ЭДТА - этилендиаминтетрауксусной и ОЭДФ - оксизитинидендифосфоновой. Оригинальность действия их состоит в том, что они активизируют деятельность ферментов, воздействуют на биохимические процессы, происходящие в клетках, стимулируют рост и развитие растений (Дятлова Н.М., Теличкина В.Я., Попов К.И., 1988).

Задачи по увеличению урожайности картофеля, улучшению качества клубней в значительной степени могут быть решены за счет выявления рациональных сочетаний хелатов микроэлементов с приемами борьбы с заболеваниями картофеля. Хелаты, содержащие медь, могут содействовать снижению поражаемости ботвы и клубней фитофторой и, как следствие, – уменьшению потерь продукции в период осенне-зимнего хранения.

Наряду с термином «хелаты», употребляется термин «**комплексонаты**», предложенный в 1945 г. профессором Герольдом Шварценбахом (1904-1978) для органических лигандов группы полиаминополиуксусных кислот (Дятлова Н.М. и др., 1988).

В настоящее время этим термином определяется широкий круг молекул, в состав которых входит большое число основных и кислотных донорных центров, расположенных таким образом, чтобы при их взаимодействии с катионами металлов замыкались не менее 2-х циклов, обеспечивающих образование высокоустойчивых комплексных соединений.

С 1950 г. в США, Японии, Франции, ФРГ и других странах ведутся работы по созданию и применению в сельском хозяйстве хелатов. Установлено, что в земледелии можно эффективно использовать следующие хелаты: комплексонаты Co, Mo, Cu, Fe и Zn и ДТПА – диэтиленetriаминпентауксусной кислоты – $(\text{HOOCCH}_2\text{C})\text{N}(\text{CH}_2)_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2$; ОЭДФ – гидроксизитинидендифосфоновой кислоты – $\text{H}_3\text{CO}(\text{OH})[\text{P}(\text{O})(\text{OH})_2]_2$; НТФ – нитрилтриметилфосфоновой кислоты – $\text{N}(\text{CH}_2)_3[\text{P}(\text{O})(\text{OH})_2]_3$ (Голубков С.В., 1984).

За рубежом исследования по использованию хелатов ведутся широким фронтом, причем наблюдается рост числа патентов по отношению к научным сообщениям. В США уже в 1961 г. использовали

13,5 тыс.т. хелатов в качестве микроудобрений, в настоящее время эта цифра возросла в несколько раз. В сельском хозяйстве США 85% используемых микроэлементов относятся к хелатным соединениям, 29 крупнейших зарубежных фирм выпускают хелаты и композиции на их основе (Смирнова Н.Н., Карцева Л.Н., Потатуйева Л.Ю., 1985; Дятлова Н.М. и др., 1988).

Ранее во ВНИИ картофельного хозяйства проводили исследования эффективности комплексонов металлов на дерново-подзолистых супесчаных почвах, торфяниках, а также на предкавказских карбонатных черноземах и выщелоченных черноземах Среднего Поволжья (Уртаев О.А., 1992; Коршунова Н.А., 1997; Коршунов А.В. и др., 2009, 2011, 2013, 2014)

По данным Буйского химического комбината, производимые им в различных марках Акварины и реализованные сельхозпредприятиям России, Украины, ряду Средне-Азиатских стран применялись на площади свыше 4 млн. га. В основном, на посевах сахарной свеклы, садах, виноградниках, овощных культурах.

Хелаты микроэлементов обладают целым рядом преимуществ: не обладают кумулятивными свойствами, высокоэффективны в малых дозах; растворимы в воде; устойчивы к разрушению почвенной микрофлорой; устойчивы к гидролизу в широком диапазоне значений pH; по элементарному составу близки к эндогенным соединениям растений; продукты разложения не токсичны; хорошо усваиваются как через корневую систему, так и через листья. Хелаты используются:

- 1) в качестве умягчителей воды и средств удаления накипи и солевых отложений в энергетическом оборудовании;
- 2) в качестве удобрений в сельском хозяйстве;
- 3) для выведения из организма человека радиоактивных изотопов;
- 4) для диагностики в медицине;
- 5) для ингибирования солевых отложений в нефтедобывающем и энергетическом оборудовании.

В США и Англии запатентованы изобретения (патент США №498454 и №107064 и патент Англии №47101 (74), согласно которым при обработке почвы и клубней картофеля хелатами Fe, Co, Cu, Zn и др. повысилась урожайность и качество картофеля, снизилось поражение растений болезнями.

Природа этих соединений, методы получения и использования основательно отработаны в институте ИРЭА (г. Москва).

Цели и задачи работы: 1. Дать сравнительную оценку действия растворов Акварин-12 и нитроаммофоски в равных концентрациях при

опрыскивании ботвы на величину урожая и качество клубней – на сортах 2-х групп созревания.

2. Выявить оптимальные концентрации раствора Акварин-12 при опрыскивании ботвы по действию на величину урожая и качество клубней.

3. Установить эффективность повторного опрыскивания применительно к сортам различных сроков созревания.

Условия, материалы и методы. Исследования - применительно к 2-м почвенно-климатическим условиям (пойменные почвы Центрального Нечерноземья; выщелоченные черноземы Среднего Поволжья). Влажность почвы во время вегетации поддерживалась на оптимальном уровне 75-85% от ППВ через проведение поливов (в Среднем Поволжье в зависимости от условий года от 4 до 7 поливов, оросительная норма от 2000 до 3500 м³/га).

Схемы опытов (концентрации препаратов, кратность обработки растений, группы созревания сортов приведены в таблицах 1 и 2.

Акварин-12 содержит: азота - 12, фосфора -12, калия – 35; а также набор микроэлементов в форме хелатов Fe(ДТПА) – 0,054%, Zn (ЭДТА) – 0,014%, Си (ЭДТА) – 0,01%, Мп (ЭДТА) – 0,042%, Мо – 0,042%, В – 0,02%.

Результаты и обсуждение.

1. На пойменных почвах Центрального Нечерноземья

Урожайность картофеля в зависимости от некорневых подкормок растворами Акварина-12 и нитроаммофоски и кратности обработок на пойменной почве ЗАО «Чулковское» Московской области. По трехлетним данным информация сводится к следующим положениям – по сорту Крепыш при однократном опрыскивании максимальная урожайность получена при обработке 0,3% раствором Акварин-12 – 33,6 т/га; прибавка к контролю 10,6 т/га (табл.1).

Таблица 1. Урожайность картофеля в зависимости от опрыскиваний растений картофеля растворами Акварин-12 и нитроаммофоски. Пойменные почвы Центрального Нечерноземья.

Варианты опыта	Урожайность (среднее за 3 года), т/га							
	Сорт Крепыш				Сорт Голубизна			
	количество		± к		количество		± к	
	опрыскиваний		контролю		опрыскиваний		контролю	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Вода (контроль)	23,0	23,1	-	-	23,6	24,0	-	-
Акварин, 0,2%	26,9	26,1	3,9	3,0	29,3	29,7	5,7	5,7
Акварин, 0,3%	33,6	30,1	10,6	7,0	31,7	34,1	7,6	10,0

Акварин, 0,4%	32,2	32,2	9,2	9,1	30,9	34,2	7,3	10,2
Нитроаммофоска, 0,2%	26,0	25,8	3,0	2,7	24,7	26,2	1,1	2,2
Нитроаммофоска, 0,3%	29,3	27,2	6,3	4,1	25,9	26,6	2,3	2,6
Нитроаммофоска, 0,4%	26,6	26,3	3,6	3,2	28,2	27,5	4,6	3,5
НСР ₀₅	3,5	1,9	-	-	3,7	2,3	-	-

Несколько ниже урожайность оказалась при обработке 0,4% раствором Акварина-12 - 32,2 т/га (прибавка 9,2 т/га).

При опрыскивании ботвы 0,3% раствором нитроаммофоски урожайность составила 29,3 т/га или прибавка к контролю - 6,3 т/га или 27,4%, т.е. при однократном опрыскивании ботвы раствором Акварин-12 отмечалось отчетливое преимущество перед растворами нитроаммофоски в равных концентрациях. Очевидно, это связано с многосторонним действием микроэлементов, а также самих хелатов, которые резко повышают коэффициент использования макро- и микроэлементов.

Повторное опрыскивание ботвы теми же препаратами и в тех же концентрациях (наложение) выявило четкие различия по сортам различных сроков созревания. Так, по раннему сорту Крепыш отмечалось отсутствие повышения урожайности клубней в сравнении с однократным. Очевидно, это связано с более ранним прекращением вегетации растений.

По среднеспелому же сорту Голубизна повторное опрыскивание ботвы устойчиво повышало накопление урожая. Дополнительный прирост урожая от 0,3% и 0,4% концентрации раствора Акварин-12 составил 2,4 и 3,3 т/га (+7,6% и + 10,7%). Второе опрыскивание раствором нитроаммофоски тоже обеспечило прирост урожая, но он был заметно меньшим – на уровне 0,7-1,5 т/га или +2,7% и +6,7%.

Условно - чистый доход при использовании опрыскивания ботвы растворами хелатного удобрения Акварин-12 был наивысшим: по раннему сорту Крепыш 225,8 тыс. руб/га при концентрации раствора 0,3%, а по среднеспелому сорту Голубизна – 253,8 тыс. руб/га – при концентрации рабочего раствора 0,4%.

Таким образом, на основании проведенных опытов можно сделать вывод о преимуществе применения растворов Акварина-12 для некорневой подкормки растений по сравнению с растворами нитроаммофоски. Наилучшая концентрация раствора Акварин-12 – 0,3% для раннего сорта картофеля при однократном опрыскивании. На среднеспелом же сорте Голубизна преимущество по величине урожая имело не только однократное, но и двукратное опрыскивание раствором Акварина-12 в концентрации 0,3% и 0,4%.

2. На выщелоченных черноземах Среднего Поволжья (при орошении).

На выщелоченных черноземах Среднего Поволжья (ООО «Солана-Агро-Сервис») по раннему сорту Розара отмечено устойчивое положительное влияние всех обработок растворами Акварина-12 и нитроаммофоски на величину урожайности клубней. При опрыскивании раствором Акварина-12 с концентрацией 0,4% прибавки достигли 13,0 т/га – это на 29,5% выше контроля. Тогда как при обработке раствором нитроаммофоски в той же концентрации прибавка составила + 5,5 т/га или + 12,5%. Усредненные данные по Акварину-12 оказались выше по сравнению с данными по нитроаммофоске: +6.6 т/га или +13,7% (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность клубней картофеля (т/га) в зависимости от опрыскивания растворами Акварина-12 и нитроаммофоски. Выщелоченный чернозем Среднего Поволжья.

Варианты опыта	Опрыскивание		Прибавка			
	пер- вое	вто- рое	от контроля		от нитро- аммофоски	
ранний сорт Розара						
Вода (контроль)	44,0	44,0	–	100,0	–	–
Акварин, 0,2%	52,6	53,3	+8,6	119,5	+6,0	112,9
Акварин, 0,3%	54,9	54,7	+10,9	124,8	+3,9	112,7
Акварин, 0,4%	57,0	55,5	+13,0	129,5	+7,5	115,2
<i>Среднее</i>	54,9	54,5	+10,9	124,8	+6,6	113,7
Нитроаммофоска, 0,2%	46,6	47,3	+2,6	105,9	–	–
Нитроаммофоска, 0,3%	48,7	48,2	+4,7	110,7	–	–
Нитроаммофоска, 0,4%	49,5	48,5	+5,5	112,5	–	–
<i>Среднее</i>	48,3	48,0	+4,3	110,0	–	–
среднеранний сорт Зекура						
Вода (контроль)	48,5	48,5	–	100,0	–	–
Акварин, 0,2%	56,6	57,2	+8,1	116,7	+3,8	107,1
Акварин, 0,3%	59,8	60,6	+11,3	123,5	+4,6	108,9
Акварин, 0,4%	65,1	64,9	+16,6	134,2	+8,4	114,8
<i>Среднее</i>	60,5	60,9	+12,0	124,7	+5,6	110,2
Нитроаммофоска, 0,2%	52,8	53,8	+4,3	108,8	–	–
Нитроаммофоска, 0,3%	55,2	53,3	+6,7	113,8	–	–
Нитроаммофоска, 0,4%	56,7	54,3	+8,2	116,9	–	–
<i>Среднее</i>	54,9	53,8	+6,4	113,1	–	–
НСР ₀₅ 2007; 2008; 2009	0,8; 0,5; 0,6		-		-	

Более высокий эффект от использования Акварина-12 в сравнении с нитроаммофоской вызван тем, что в нем кроме макроэлементов содержится полный набор микроэлементов.

Опрыскивание ботвы среднераннего сорта Зекура растворами Акварина-12 и нитроаммофоски приводило к повышению урожайности картофеля: на 8,1 – 16,6 т/га (16,7- 34,2%) и на 4,3 – 8,2 т/га (8,8-16,9%) по сравнению с контролем (фон NPK + вода). Преимущество использования растворов Акварина-12 на сорте Зекура в сравнении с нитроаммофоской сохранялось. Так, абсолютные величины по усредненным данным урожайности оказались выше по Акварину-12: в среднем 60,5 т/га, чем по нитроаммофоске - 54, 9 т/га; преимущество растворов Акварина-12 в среднем для сорта Зекура составило +10,2%.

Сравнение величины прироста урожайности клубней от опрыскивания ботвы растворами оптимальной концентрации Акварина-12 показало, что на более позднем сорте (Зекура) по сравнению с ранним (Розара) достигался больший эффект, как в абсолютных (т/га), так и в относительных (%) показателях.

Максимальный выход валовой энергии (ВЭ) в среднем за годы исследований отмечен по сорту Розара – на варианте с концентрацией акварина 0,4% при однократной обработке (208,6 ГДж/га), по сорту Зекура – также при одной обработке 0,4%-ным раствором акварина (238,3 ГДж/га).

По сорту Розара максимальные условный чистый доход (339 тыс.руб./га) и рентабельность (132,9%); по сорту Зекура соответственно – 388 тыс.руб./га и 173,7% – обеспечил вариант однократной обработки 0,4%-ным раствором Акварина-12.

Заключение.

1. Для получения высоких урожаев картофеля, улучшения качества клубней, снижения распространенности болезней на листьях и клубнях, и снижения фунгицидной нагрузки, целесообразно применять агрохимикаты нового поколения, содержащие макро- и микроэлементы, а также биопрепараты на основе гуминовых кислот.

2. На пойменно-аллювиальных высоко-окультуренных почвах Центрального Нечерноземья для увеличения урожайности, крахмалистости клубней и выхода крахмала при одновременном снижении содержания нитратов, пораженности грибными болезнями, рекомендуется использовать Акварин-12. На раннем сорте применять его путем однократного опрыскивания ботвы в фазу бутонизации с концентрацией 0,3 %, а на среднеспелом сорте с концентрацией 0,4 %. Для достижения наибольшей эффективности на среднеспелых сортах целесообразно провести повторное опрыскивание раствором Акварин-12 в фазу интенсивного клубнеобразования в тех же концентрациях. На

ранних сортах повторное опрыскивание раствором Акварин-12 неэффективно.

3. На черноземах выщелоченных лесостепи Среднего Поволжья при орошении и использовании оптимально-повышенных доз удобрений с целью получения высоких урожаев (40-60 т/га), повышения товарности клубней и содержания крахмала в них на раннем сорте Розара и среднераннем Зекура применять однократное опрыскивание ботвы в фазу бутонизации 0,4% раствором Акварин-12.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дятлова Н.М. Комплексоны и комплексонаты металлов. – М.: Химия, 1988. – 264 с.
2. Смирнова Н.Н., Карцева Л.Н., Потатуева Ю.А. Перспективы применения удобрений в мире // Агрохимия. – 1985. – № 10. – С. 120–127.
3. Уртаев О.А. Влияние комплексонатов металлов в сочетании с различными агроприемами на урожай, содержание нитратов и другие показатели качества картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве: автореф. дис. ... канд. с-х наук. – М., 1992. – 23 с.
4. Коршунова Н.А. Влияние комплексонатов металлов и систем защиты от болезней на продуктивность и качество клубней картофеля: автореф. дисс. ... канд. с-х. наук. – М., 1997. – 22. с.
5. Коршунов А. Результаты чешско-российских исследований по применению лигноуматов и хелатов в картофелеводстве / Я. Чепл, П. Касал, А. Коршунов, В. Климанов, А. Митюшкин, Р. Рахимов // Картофель и овощи. – 2009. – №8. – С.19–20.
6. Коршунов А. Эффективность лигноуматов и комплексного удобрения акварин-12 на культуре картофеля/А. Коршунов, А. Митюшкин, Н. Гаитова, В. Климанов, А. Митюшкин, Р. Рахимов // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №11. – С.17–19.
7. Коршунов А. Результаты чешско-российских исследований по применению лигноуматов и хелатов в картофелеводстве / Я. Чепл, П. Касал, А. Коршунов, В. Климанов, А. Митюшкин, Р. Рахимов // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №4. – С. 36–39.
8. Коршунов А. Эффективность росторегулирующих соединений в сочетании с хелатами в зависимости от способов применения, фона удобрений и сортов картофеля разных сроков созревания // А. Коршунов, А. Митюшкин, К. Птицин, А. Емельянов // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №1. – С.14–16.
9. Коршунов А. Хелаты и лигноуматы в картофелеводстве (характеристика, эффективность, технология применения) / А. Коршунов, Л. Федотова, А. Кравченко. – Saarbrücken: Palmarium Academic publishing, 2012. – 222 pp.
10. Коршунов А. Эффективность приемов сортовой агротехники на новых ранних сортах картофеля российской селекции / А. Коршунов, А. Митюшкин, А. Дорогов, А. Шитикова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – №10. – С.26–28.

ОПТИМИЗАЦИЯ САПРОПЕЛЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ СЫРОГО КУКУРУЗНОГО КОРМА

Е.Г. Кравчик

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008, г.
Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: сырой кукурузный корм, сапропель, сохранность нутриентов сырого кукурузного корма в смеси с сапропелем.

Аннотация: Изучено влияние сапропеля на сохранность нутриентов в сыром кукурузном корме. Доказана целесообразность его применения для повышения сроков использования и улучшения биологической ценности данного корма. Используя сапропель в дозе 15 % от массы сырого кукурузного корма, отмечено незначительное снижение со стабилизацией кислотности, которая составляла на начало исследований 4,8; а через 5 и 10 дней хранения – 4,7 и 4,5 соответственно. В корме, в состав которого был введен сапропель в вышеуказанной дозе, способствовал сохранению обменной энергии. Содержание сырого протеина в сыром кукурузном корме снизилось на 3,4 и 5,9 %, а в смеси содержащей сапропель на 1,2 и 2,7%. Кукурузно-сапропелевый корм обладает высокой биологической ценностью по содержанию обменной энергии, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки и каротина, а внесенный в его состав сапропель препятствует развитию гнилостных процессов, индикатором протекания которых является накопление масляной кислоты.

THE OPTIMIZATION OF THE BIOLOGICAL VALUE OF THE RAW CORN BY SAPROPEL

E. Kravchik

EI «Grodno State Agrarian University» (Belarus, Grodno, 230008, 28
Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: raw corn feed, sapropel, preservation of nutrients of raw corn feed in mixture with sapropel

Summary The effect of sapropel was studied on the preservation of nutrients in raw corn feed. The expediency of its application for increasing the period of use and improving the biological value of this food is proved. Using sapropel at a dose of 15% of the weight of raw corn feed, there was a slight decrease with acidity stabilization, which was 4.8 at the beginning of the studies, and after 5 and 10 days of storage, 4.7 and 4.5, respectively. In the feed, in which sapropel was administered at the above dose, it contributed to the preservation of exchange energy. The content of crude protein in raw corn fodder decreased by 3.4 and 5.9%, and in the mixture containing sapropel by 1.2 and 2.7%. Corn-sapropel feed has a high biological value for the content of exchange energy, crude protein, raw fat, crude fiber and carotene, and the sapropel introduced into it prevents the development of putrefactive processes, the indicator of which is the accumulation of butyric acid.

(Поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Одним из лучших ингредиентов рациона скота по энергетической ценности является зерно кукурузы. С другой стороны, с целью сглаживания сезонности производства крахмала из картофеля в республике налажен выпуск его из зерна кукурузы, в котором содержится до 70 % крахмала, используя в качестве сырья [11].

Процесс переработки кукурузного зерна на крахмал на кукурузокрахмальных предприятиях организован с учетом различия физико-химических свойств отдельных составных частей зерна. Он состоит из следующих основных стадий: замачивание кукурузного зерна; дробление зерна; выделение зародыша; помол кукурузной каши; ситование суспензий; выделение крахмала из крахмало-белковой суспензии; промывание крахмала [11,12].

Из кукурузного зерна, применяя технологические приемы, получают сырой кукурузный крахмал, служащий сырьем для производства сухого крахмала, патоки, глюкозы и других крахмалопродуктов; зародыш, используемый для выработки кукурузного масла, мезгу (крупную и мелкую), используемую в качестве корма для скота; глютен, используемый вместе с мезгой как кормовое средство или являющийся сырьем для получения глютаминовой кислоты; экстракт, который после упаривания нашел применение в производстве сухих кормов или в производстве прессованных дрожжей и антибиотиков. На каждом их этапов появляются вторичные отходы, которые требуют дополнительной утилизации [10-14].

Побочные продукты данного производства апробируются для применения в животноводстве как источники многих незаменимых аминокислот, жира, минеральных веществ, витаминов, однако технология использования этих отходов нуждается в существенном улучшении[2, 3, 5-9, 13].

Состав и питательность сухого кукурузного корма зависит от соотношения составляющих его компонентов. Однако, его производство требует дополнительных затрат, связанных с его сушкой, что ведет к удорожанию такого корма [16]. Все чаще стали использовать сырой кукурузный корм, который используются сразу же после его получения. Показано, что сырой кукурузный корм как высокобелковый корм, может использоваться для вскармливания молочных коров, при этом повышается молочная продуктивность на 9,8-12,1% и молочный белок на 6,9-8,9%. Недостатком этого корма является то, что он плохо хранится, быстро закисает и теряет свои достоинства[9, 13].

Разработка ресурсосберегающей технологии подготовки побочных продуктов переработки кукурузы к скармливанию животным – актуальная задача современного кормопроизводства и предусматривает решение ряд экологических проблем, связанных с утилизацией глютеиновой воды, а также вторичных отходов этого производства.

Разрабатываются подходы для увеличения сроков хранения и сохранения питательной ценности сырого кукурузного корма, используя для увеличения сроков хранения химические консерванты [3,15]. Определенный интерес представляет изучение возможности и целесообразности использования сапропеля с целью повышения питательной ценности и сроков использования сырого кукурузного корма, так как озерные сапропели являются природными антиоксидантами и содержат в своем составе целый комплекс питательных и биологически активных веществ [1,4].

Цель работы: определить питательную ценность и химический состав сырого кукурузного корма в чистом виде и в смеси с сапропелем в зависимости от срока хранения и дозы вносимого сапропеля.

Материал и методика исследований. Были проведены исследования образцов сырого кукурузного корма (СКК), качество которого по содержанию белка, жира, золы и клетчатки закреплено сертификатам РУПП «ЭКЗОН-ГЛЮКОЗА» Драгиченского района Брестской области. Для консервирования сырого кукурузного корма и его обогащения минеральными компонентами применялся сапропель озера Бенин Новогрудского района. По массе он составлял 10,15 и 20% по отношению к СКК и в таком виде представлял кукурузно-сапропелевый корм (КСК). В лабораторных опытах изучалась

сохранность питательных веществ в СКК и его смеси с сапропелем консервирующие свойства, которого известны [1, 4]. Для определения консервирующих свойств сапропеля испытуемые образцы помещали в лабораторные стеклянные сосуды объемом 3 л. В день эксперимента, через 5 и 10 дней в трех пробах контроля (СКК) и 10, 15 и 20% смеси (КСК) определяли содержание сухого вещества, сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира, безазотистых экстрактивных веществ, сырой золы, каротина, кальция, фосфора, сахара, кормовых единиц, ОЭ (МДж), летучих жирных кислот (молочную, уксусную и масляную), общую кислотность (рН). Оценку химического состава и питательной ценности СКК и КСК проводили в лаборатории УО «Гродненский государственный аграрный университет». Дополнительно в этих образцах определяли аминокислотный состав. Статистическая обработка результатов исследований проведена с помощью пакета прикладных программ STATISTIKA for Windows. Результаты экспериментов выражали в виде среднего значения и стандартной ошибки средней величины – $\bar{x} \pm S_x$. Достоверность различий между группами оценивали параметрическим методом с применением t-критерия Стьюдента. Разница между группами считалась достоверной при $P < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. По нашим данным, питательная ценность 1 кг сырого кукурузного корма составляет 0,45 кормовых единиц. По этому показателю он занимает промежуточное место между луговым и бобово-злаковым сеном (0,42 к.ед. и 0,45 к.ед. соответственно), кукурузной соломой и клеверным сенажом (0,38 к.ед. и 0,35 к.ед.) соответственно. В нем содержится как минимум 37,2% сухих веществ, СЗ 24,0 г/кг, СЖ 55,4 г/кг, СКл 26,0 г/кг, сырого протеина 55,1 г/кг из которого переваримый протеин составляет 75,4 %, БЭВ 211,5 г/кг.

Как было показано нами ранее в экспериментах на лабораторных животных, сырой кукурузный корм не вызывает токсического действия в организме [8]. Это объясняется тем, что исходное сырье, а именно зерно кукурузы проходит поэтапную экологическую оценку на присутствие микотоксинов и других токсических соединений по всей технологической цепочке от производителя поставки зерна, отгрузки на склад, перед загрузкой в чаны с последующей переработкой сырья в процессе производства [8,10].

В сыром кукурузном корме содержится в пересчете на сухое вещество (%): лизина - 0,08; треонина -0,26; изолейцина-0,25; лейцина- 0,82; аспарагиновой кислоты -1,80; . глутаминовой кислоты-0,99 ;

серина- 0,30; гистидина-0,31; аргинина-0,17; глицина-0,30; аланина-0,73; тирозина-0,23; валина – 0,36; фенилаланина-0,33; пролина -0,05.

По нашим данным сырой кукурузный корм по своему аминокислотному составу может быть использован в рационах для животных с многокамерным желудком, эндобиоценоз рубца которых участвует в биопревращениях химических веществ белкового, углеводного или липидного обмена, особенно аминокислот, входящих в состав указанного корма.

Однако по своему химическому составу сырой кукурузный корм требует дополнительного введения сырой клетчатки и ряда минеральных веществ, необходимых в рационе лактирующих коров. Для коррекции химического состава СКК мы использовали сапропель, который успешно применяется в кормлении сельскохозяйственных животных [1,4].

В используемом нами сапропеле, в расчете на сухое вещество, содержится органического вещества 458 г, сырого протеина 31,6 г, лизина 3 г/кг и метионина+цистина 2,1 г/ кг., ОКЕ- 0,14 кг, ОЭ- 4,17МДж, сырого жира- 3,12 г, сырой клетчатки – 116 г, что в 4,4 раза БЭВ – 307,2, что в 1,5 раза больше, чем в сыром кукурузном корме. В сапропеле содержится кальция в 132 раза, фосфора в 2,9, магния в 5,5, железа в 100, меди в 1,7 марганца в 3,9, кобальта в 57,5, йода в 132,7 раза больше, а цинка в 3,4 раза меньше, чем в побочном продукте переработки кукурузы на крахмал.

Известно, что сапропель обладает антиоксидантным и консервирующими свойствами. нами были исследованы эти эффекты сапропеля на сохранность химического состава и питательной ценности СКК в динамике хранения, при формировании смеси, содержащей разный процент сапропеля в массе корма. В зависимости от процента сапропеля, вносимого в СКК, количество сухого вещества увеличилось на начало исследования и в течении 10 дней не менялось. Так при внесении сапропеля в расчете 10,15 и 20% количества сухого вещества увеличилось на 5,1; 7,9 и 10,5 % соответственно. Однако внесение сапропеля в сырой кукурузный корм уменьшало количество кормовых единиц в кукурузно-сапропелевом корме на 0,3, 0,4 и 0,5 кг соответственно.

Обменная энергия снижалась в исследуемых образцах как от внесения % сапропеля, так и от времени хранения. На начало исследования количество МДж в кукурузно-сапропелевом корме было меньше на 0,17, 0,26 и 0,33 соответственно при 10%, 15% и 20% содержании сапропеля. Через 5 дней хранения количество ОЭ уменьшилось в сыром кукурузном корме на 0,17, в смеси, содержащем

сапропель уменьшение ОЭ было незначительно и составляло 0,08, 0,05 и 0,22 МДж соответственно при 10%, 15% и 20% содержании сапропеля. При 10-дневном хранении в сыром кукурузном корме ОЭ снизилась на 0,29 на начало исследования и на 0,12 по сравнению с 5-дневным сроком хранения. При содержании в смеси 10% сапропеля обменная энергия снизилась на 0,14 от начала исследований или на 0,06 по сравнению с 5-дневным сроком хранения. При внесении сапропеля (15%) в состав СКК ОЭ снизилась через 10 дней хранения на 0,11 от начала и 0,06 по сравнению с 5-дневным сроком хранения. Внесение в сырой кукурузный корм 20% сапропеля сопровождалось снижением количества ОЭ на 0,28 от начала исследования и на 0,06 по сравнению с результатами, полученными при анализе проб через 5 дней хранения.

Содержание сырого протеина в СКК уменьшалось по мере хранения через 5 и 10 дней на 1,9 и 3,3 г соответственно. В образцах КСК содержащего 10 % сапропеля, уровень сырого протеина снизился на 0,7 г, 15% на 0,6 г и 20% на 0,3 г через 5 дней хранения и на 2,3 ; 4,1 и 0,8 г соответственно через 10 дней хранения, что указывает на меньшие процессы протеолиза в кукурузно-сапропелевой корме по мере его хранения.

Количество сырого жира в сыром кукурузном корме определялось меньше на 1,0 г через 5 дней и на 1,5г через 10 дней хранения. В кукурузно-сапропелевом корме, содержащем 10% сапропеля содержание его было снижено на 0,4 г и на 0,7 г соответственно через 5 и 10 дней хранения. 15% КСК содержал на 0,5г, а через 10дней на 0,9 г меньше СЖ от начала исследования. 20%-ное внесение сапропеля к сырому кукурузному корму сопровождалось также снижением содержания сырого жира на начало исследования. Однако, такое внесение сапропеля сохраняло в большей степени сырой жир, чем 10% и 15% добавка. Так через 5 дней хранения в образцах корма содержащего 20% добавку, количество СЖ снизилось на 0,3 г через 5 дней и на 0,5 г через 10 дней хранения.

Содержание сырой клетчатки зависело от процента внесенного сапропеля в исследуемый корм. На начало исследование в СКК содержалось 26 г сырой клетчатки, при внесении 10% сапропеля количество сырой клетчатки увеличилось на 7,4 г; при 15% на 11,2 г и при 20% на 14,8 г соответственно. Следует отметить, что содержание сырой клетчатки во всех образцах не менялось в течении 10 дней. Можно предположить , что это связано с отсутствием целлюлозолитических микроорганизмов , участвующих в ее разложении.

Внесение сапропеля в дозах 10, 15 и 20 % от массы корма на начало исследований вызывает увеличение содержания БЭВ на 6,1; 9,2 и 13,9 г соответственно. Однако, через 5 и 10 дней хранения нами выявлено снижение БЭВ в смеси на 53,9 ; 71,3 и 93,7 г, и на 47,9; 70,2 и 94,3 г. соответственно для 10, 15 и 20 % смеси сапропеля и сырого кукурузного корма. При мониторинге содержания БЭВ четырех видов кормов, а именно: сырой кукурузный корм и смеси, содержащий разный процент сапропеля, следует отметить, что в сыром кукурузном корме отмечается накопление БЭВ через 5 дней на 2,8 г, 10 дней-4,8г. В сыром кукурузном корме, содержащем 10% сапропеля через 5 дней хранения выявилось снижение содержания безазотистых веществ с последующем восстановлением их содержания через 10 дней хранения. При 15% соотношении исходных веществ в смеси, снижение безазотистых экстрактивных веществ отмечалось только через 5 дней хранения с последующим их накоплением. Аналогичные изменения наблюдались в экспериментальном корме с 20% содержанием сапропеля.

Количество сырой золы в СКК составляло 24 г, что в 2,9; 3,9 и 4,9 раза меньше, чем в корме с 10,15 и 20% содержанием сапропеля соответственно.

Сапропель, внесенный в сырой кукурузный корм, дал возможность повысить содержание кальция в 31; 45,8 и 60,7 раза, то есть в сыром кукурузном корме содержание кальция на 1 кг корма составляло 1,10 г, а при внесении 10, 15 и 20% сапропеля изменялось как общее содержание этого макроэлемента, так и кальциево-фосфорное соотношении. Если в сыром кукурузном корме это соотношение составляло 1:0,3, то при 10, 15, и 20 % содержании сапропеля расчетное соотношение составляло 10:1; 13,6:1 и 16,3:1 соответственно.

Внесение по массе 10, 15 и 20 % сапропеля в СКК позволило увеличить содержание железа в 9,8, 14,2 и 18,5 раза, йода в 14,2; 20 и 26,4 раза и сохранить каротин, а именно содержание каротина на начало исследование было в сыром кукурузном корме в пределах 3,15 мг, в то время как в смеси с 10,15,20 % содержанием сапропеля составляло 4,84; 4,83 и 5,64 мг соответственно. Количество предшественника витамина А в сыром кукурузном корме через 5 и 10 дней хранения снижалось на 31,4% и 50% соответственно, в то время как для смеси, содержащей 10 %, 15 и 20 % снижение было значительно меньше и составляло 22,4 ; 6,8 и 4,3% соответственно.

Основной показатель, характеризующий качество корма, такой как рН менялся как от процента внесения сапропеля, так и в процессе хранения этих кормов. При 5-дневном хранении рН в исследуемых кормах не превышал 5. Однако, 10-дневный срок хранения

сопровождался снижением рН до 3,1 и повышением содержания органических кислот (уксусной, молочной), а в процессе хранения (5-10 суток) и масляной кислоты.

В сыром кукурузном корме в первые сутки рН формируется за счет органических кислот, а именно: молочной, которая составляла 92,2% и уксусной не более 7,8%. Через 5 суток в этом корме была обнаружена масляная кислота в количестве 0,03% от общей суммы органических кислот. При хранении этого корма в течении 5 суток отмечается возрастание количества молочной кислоты на 6,7%. В то время как количество уксусной кислоты возросло в 10 раз, что изменило соотношение этих кислот в корме и как следствие увеличение уксуснокислого брожения, а также нежелательных процессов приводящих к образованию масляной кислоты. Через 10 суток хранения корма в герметических условиях выявлено снижение рН до 3,1 причем процессы брожения сопровождались накоплением лактата, ацетата, бутирата в следующем соотношении: 40,3; 28,8; 30,8 соответственно.

Заключение. Доказана целесообразность применения сапропеля для повышения сроков использования и улучшения биологической ценности сырого кукурузного корма. При внесении сапропеля в дозе 15 % от массы сырого кукурузного корма отмечается незначительное снижение со стабилизацией рН, который составлял 4,8 на начало исследований, 4,7 (5 дней хранения), 4,5 (10 дней хранения). Такой рН среды корма, содержащего сапропель в вышеуказанной дозе, способствовал сохранению обменной энергии. Уменьшение обменной энергии в сыром кукурузном корме было более значительно и через 5 дней хранения снизилось на 3,1% от исходного, а через 10 дней хранения на 5,3% соответственно. Содержание сырого протеина в сыром кукурузном корме снизилось на 3,4 и 5,9 % ,а в смеси содержащей сапропель на 1,2 и 2,7% . Внесенный сапропель повышает биологическую ценность сырого кукурузного корма, а также препятствует развитию гнилостных процессов, индикатором протекания которых является накопление масляной кислоты.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вдовина, Н. Н. Сапропель и сапроверм как стимуляторы физиологических процессов повышения молочной продуктивности коров / Н. Н. Вдовина // Вестник АПК Верхневолжья. – 2013. – № 3. – С. 90–92.
2. Захаров, Л. М. Источник белка в рационе коров голштинской породы / Л. М. Захаров // Комбикорма. – 2015. – № 2. – С. 65–66.
3. Использование кукурузного экстракта в кормопроизводстве / С. В. Бершаков [и др.] // Материалы конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения» : XIV междунар. науч.-произв. конф. (17–20 мая

2010 г.) / М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Белгородская гос. с.-х. акад." ; редкол.: А. В. Турьянский [и др.]. – Белгород, 2010. – С. 107.

4. Использование сапропеля и ламинарии японской в кормлении животных и птицы / В. А. Рыжков [и др.] // Зоотехния. – 2014. – № 3 – С. 21–22.

5. Кравчик, Е. Г. Использование побочных продуктов переработки кукурузы в качестве кормовых добавок для животных / Е. Г. Кравчик // Современные технологии сельскохозяйственного производства : материалы конференций (Гродно, 18 мая 2012 г.) : в двух частях / Учреждение образования "Гродненский государственный аграрный университет"; отв. за выпуск В. В. Пешко. – Гродно, 2012. – Ч. 1 : Агрономия. Защита растений. Зоотехния. Ветеринария. – С. 245–247.

6. Кравчик, Е. Г. Морфологические и биохимические показатели крови коров при использовании в рационе побочного продукта производства кукурузного крахмала / Е. Г. Кравчик // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сборник научных трудов / Учреждение образования "Гродненский государственный аграрный университет"; под ред. В. К. Пестиса. – Гродно, 2015. – Т. 31 : Зоотехния. – С. 76–82.

7. Кравчик, Е. Г. Обогащение рационов протеином – побочным продуктом крахмального производства / Е. Г. Кравчик // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XVIII Международной научно-практической конференции (Гродно, 22,28 мая 2015 г.) / Учреждение образования "Гродненский государственный аграрный университет"; отв. за выпуск В. В. Пешко. – Гродно, 2015. – [Вып.] : Зоотехния. Ветеринария. – С.67–68.

8. Кравчик, Е. Г. Оценка токсичности побочных продуктов переработки кукурузы / Е. Г. Кравчик // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сборник научных трудов / Учреждение образования "Белорусская государственная сельскохозяйственная академия" ; ред. А. П. Курдеко [и др.]. – Горки, 2013. – Вып. 16, ч. 1. – С. 51–56.

9. Кравчик, Е. Г. Побочные продукты производства кукурузного крахмала в аспекте получения кормовых добавок / Е. Г. Кравчик // Материалы XVI международной научно-практической конференции "Современные технологии сельскохозяйственного производства" (Гродно, 17 мая 2013 г.), XIV международной студенческой научной конференции (Гродно, 16 мая 2013 г.) : технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции / Учреждение образования "Гродненский государственный аграрный университет"; отв. за выпуск В. В. Пешко. – Гродно, 2013. – С. 91–93.

10. Лукин, Н. Д. Выход побочных кормовых продуктов при переработке сырья на крахмал / Н. Д. Лукин // Кормопроизводство. – 2010. – № 12. – С. 34–37

11. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев ; Научно-практический центр по земледелию. – Минск : ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.

12. Основные характеристик крахмалов и экструдатов перспективных гибридов кукурузы / В. В. Мартиросян [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – № 1 – С. 23–26.

13. Пестис, В. К. Хозяйственно-полезные показатели коров при использовании в рационах побочных продуктов производства кукурузного крахмала / В. К. Пестис, Е. Г. Кравчик // XVI международная научно-практическая конференция "Современные технологии сельскохозяйственного производства" : агрономия. Ветеринария. Зоотехния : материалы конференции (Гродно, 17 мая, 7 июня 2013 г.) / Учреждение образования "Гродненский государственный аграрный университет"; отв. за выпуск В. В. Пешко. – Гродно, 2013. – С. 401–403.

14. Ресурсы вторичного сырья – источник энергии в рационах крупного рогатого скота / Ш. К. Шакиров [и др.] // Кормопроизводство. – 2011. – № 9. – С. 39–42.

15. Филиппова, К. О. Консервирование подсущенного кукурузного глютена и его использование в рационах поросят на откорме / К. О. Филиппова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1620.

16. Черкашина, Е. С. Ферментативные гидролизаты вторичного растительного сырья: анализ аминокислотного состава и перспективы использования / Е. С. Черкашина, Д. Н. Лодыгин, А. Д. Лодыгин // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2014. – № 3 (42). – С. 112–116.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5

tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24,

fax: (498) 694-09-02

E-mail: vniif@vniif.ru

www.vniif.ru

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ «ЭКОЛИСТ» НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯБЛОНИ

Е.Г. Кравчик, П.С. Шешко, Д.В. Страховский

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008, г.
Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: некорневое питание, урожайность, яблоня, биометрические показатели роста, удобрения «Эколист».

Аннотация: вносимые комплексные удобрения «Эколист» по-разному влияли на ростовые и репродуктивные процессы яблони. Исследования проводились в 2015-16 гг. в яблоневом саду интенсивного типа 2011 года посадки. В качестве объекта исследований использовали деревья яблони сорта Белорусское сладкое, привитого на карликовом подвое М-9. Изучено влияние некорневого применения удобрений «Эколист» на биометрические показатели роста деревьев яблони, их продуктивность, обеспечившее увеличение суммарной длины однолетнего прироста яблони на 9,2%, продуктивности деревьев яблони на 14,06%. Показатель удельной продуктивности штамба является одним из наиболее объективных показателей продуктивности плодовых деревьев, он характеризует потенциальную урожайность плодового дерева. Показатели удельной продуктивности штамба были выше при этапном внесении удобрений «Эколист», разница с контролем составила 36,4%.

THE INFLUENCE OF FOLIAR APPLICATION OF FERTILIZERS "EKOLIST" ON BIOMETRIC INDICATORS OF GROWTH AND PRODUCTIVITY OF APPLE

E.G. Kravchik, P.S. Sheshko, D.V. Strahovsky

"Grodno State Agrarian University"
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,
Tereshkova Street, 28; E-mail: ggau@ggau.by)

Key words: foliar nutrition, yield, Apple tree, biometric indicators of growth, fertilizers "Ekolist".

Summary: complex fertilizers "Ekolist" have a different impact on the growth and reproductive processes of Apple. The studies were conducted in the 2015-16 in the Apple orchard of intensive type 2011 planting, as the object of the studies used the Apple-trees varieties Belarusian sweet grafted on the dwarf rootstock M-9. The influence of foliar application of fertilizers "Ekolist" biometrics growth of Apple trees, their productivity, contributing to the increase in the total length of annual growth of Apple trees by 9.2%, productivity of Apple trees by 14.06%. The increased specific productivity of the trunk is one of the most objective indicators of productivity of fruit trees, he characterizes the potential yield of a fruit tree. Indicators specific productivity of the trunk was higher with milestone fertilizer "Ekolist", the difference with controls was 36.4%.

(Поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Безопасность окружающей среды для растительного и животного мира является актуальной. Общеизвестна роль питательных элементов в регуляции процессов роста и плодоношения плодовых растений. В современном плодоводстве применяется целый ряд средств защиты и комплексных удобрений для повышения урожайности агрокультур, которые в последующем используется в пищевой промышленности, продукция которой после соответствующей переработки поступает как основные нутриенты питания человека для реализации экологической цепи: почва – растение – человек [1].

Доказано, что растения усваивают корнями из почвы минеральные вещества, однако внесение элементов питания в корневую систему проявляется в полной мере только спустя несколько лет, причем часть вносимых веществ могут быть перенесены в более глубокие слои почвы или переходить в недоступные формы [2-5].

Внесение микроудобрений непосредственно в почву имеет ряд недостатков. Прежде всего, малые дозы удобрений затруднительно равномерно распределить в пахотном слое, в связи, с чем большая их часть остается неиспользованной в верхнем слое почвы. Эти недостатки ликвидируются при использовании некорневого внесения минеральных удобрений [7].

С целью обеспечения экологической безопасности для почв и плодовых растений в Республике Беларусь отдается предпочтение малорасходным веществам и препаратам. Для этого применяется способ некорневого внесения макро – и микроудобрений.

Некорневое внесение удобрений в почву может обеспечить надежный эффект поскольку поступление минеральных элементов осуществляется непосредственно к точкам роста, листьям и плодам. Введением этим способом подкормок позволяет сохранить относительное постоянство внутренней водной среды растений и создать защитные механизмы к действию повреждающих факторов [6, 8-11].

Такой способ позволяет осуществлять регуляцию роста и стимулировать развитие растений с учетом метеорологических и почвенных условий. Кроме этого, данный метод позволяет вносить макро- и микроэлементы в точки их максимального потребления с учетом физиологического состояния самих растений [2].

В связи с вышеизложенным, для эффективного и экологически обоснованного внесения удобрений, оптимизации режима минерального питания и совершенствованием агротехники возделывания культуры яблони в условиях Беларуси представляется целесообразным оценить возможность некорневой обработки растений макро-микроэлементными хелатными удобрениями «Эколист».

Цель работы: изучить влияние удобрений «Эколист» на биометрические показатели роста и продуктивность деревьев яблони.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в 2015-16 гг. в яблоневом саду интенсивного типа 2011 года посадки, расположенном на опытном поле учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет». В качестве объекта исследований использовали деревья яблони сорта Белорусское сладкое, привитого на карликовом подвое М-9.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой моренным суглинком с глубины 69 см, связносупесчаная. Почва характеризовалась реакцией раствора, близкой к нейтральной, средним содержанием гумуса и калия, повышенным - фосфора. Содержание в ней кальция и магния – повышенное. По содержанию подвижных соединений микроэлементов почва относится к 1 группе обеспеченности медью, цинком и марганцем (низкая), ко 2 группе (средняя) обеспеченности бором.

Схема опыта, этапы и дозы внесения удобрений «Эколист» указаны в таблице 1.

Рабочий раствор в опыте готовился по физическому объему удобрений «Эколист» для каждого варианта согласно схеме в определенном объеме воды. Некорневые подкормки проводились ранцевым опрыскивателем Ясто в утренние и вечерние часы с расходом

Таблица 1. Схема применения удобрений «Эколист»

Срок обработки	Варианты	
	Фон N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ – контроль	Фон+ «Эколист», л/га
Выдвижение соцветия- обособление бутонов – «Эколист Моно Бор»	-	3,0
Опадение лепестков «Эколист Моно Бор»	-	3,0
Смыкание чашелистиков – «Эколист Моно Цинк»	-	5,0
Плод величиной с лесной орех – «Эколист Сад»	-	5,0
Плод величиной с грецкий орех – «Эколист Сад»		5,0

рабочего раствора 288 мл на одно дерево, исходя из нормы расхода 600 л/га и количества деревьев на 1 га – 2083 шт.

Для создания фона в качестве азотных удобрений вручную вносили карбамид CO(NH₂)₂, содержание N – 46,2%) на площадь учетных делянок из расчета 48 г/дер. до начала цветения и 48 г/дер. через две недели после окончания цветения. Калийные и фосфорные удобрения – калий хлористый (KCl, содержание калия в пересчете на K₂O – 60%) в норме 72 г/дер., аммофос, содержание фосфора в пересчете на P₂O₅ – 50%) - 58 г/дер. вносили во 2-ой декаде октября путем их ручного разбрасывания на площади учетных делянок (приствольная полоса пяти учетных деревьев, ограниченная проекцией их крон).

Количество учетных деревьев в каждом варианте опыта - 3 шт., повторность - четырехкратная, подбор деревьев, учеты и наблюдения в исследованиях проводились по общепринятым в плодоводстве методам и методикам. Между учетными делянками и рядами располагали защитные ряды и деревья, учетные делянки вариантов в опытах размещали согласно конкретных схем опытов. Схема посадки – 4 x 1,2, количество деревьев - 2083 шт./га, система формирования деревьев – стройное веретено.

В ходе изучения влияния некорневого внесения комплексных водорастворимых удобрений на рост и развитие деревьев яблони в плодоносящем саду интенсивного типа проводились соответствующие наблюдения и учеты.

Результаты исследований и их обсуждение. По нашим данным, вносимые комплексные удобрения по-разному влияли на ростовые и репродуктивные процессы яблони. Этапное внесение удобрений Эколист в среднем за 2015-2016 гг. обеспечило достоверное увеличение площади поперечного сечения штамба (ППСШ) на 16,4 % относительно контроля. Достоверной была разница по увеличению однолетнего прироста в длину и составила 7 см., что на 23,3% больше значения контрольного варианта (таблица 2).

Таблица 2. – Биометрические показатели роста яблони в зависимости от некорневого применения удобрений «Эколист» (в среднем за 2015-2016 г.)

Вариант	Прирост площади поперечного сечения штамба, см ²	Длина однолетнего прироста, см	Суммарная длина однолетнего прироста
Фон N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ - контроль	8,5	30,3	939,3
Фон + «Эколист»	7,7	37,3	1025,8
НСР _{0,05}	1,49	5,95	52,10

Суммарная длина однолетнего прироста при этапном внесении хелатных удобрений Эколист была больше на 9,2%.

У яблони сорта Белорусское сладкое интенсивность цветения при внесении хелатных удобрений «Эколист» в среднем за 2015-2016 года была достоверно ниже по отношению к контролю, что возможно связано со значительно более высокой урожайностью в этом варианте в 2015 году (таблица 3).

Таблица 3. – Интенсивность цветения и показатели продуктивности яблони в зависимости от применения удобрений «Эколист» (среднее за 2015-2016 гг.)

Вариант	Интенсивность цветения, балл	Урожайность		Удельная продуктивность штамба, кг/см ²
		кг/дер.	т/га	
Контроль	2,7	19,2	21,3	0,33
Эколист	1,8	21,9	25,3	0,45
НСР _{0,05}	0,53	3,05		

Однако, следует отметить, что несмотря более интенсивное цветение деревьев в контроле, урожайность была выше в варианте, где

применяли удобрения «Эколист» в некорневую подкормку, с достоверной разницей 14,1%.

Показатель удельной продуктивности штамба является одним из наиболее объективных показателей продуктивности плодовых деревьев, он характеризует потенциальную урожайность плодового дерева. Так как плодоносящая площадь кроны дерева пропорциональна сечению его штамба и при высоких коэффициентах корреляции между указанными показателями по ППСШ можно определить урожайность деревьев.

В 2015-16 гг. показатели удельной продуктивности штамба были выше при этапном внесении удобрений «Эколист», разница с контролем составила 36,4%.

Таким образом, этапное внесение хелатных удобрений Эколист оказало положительное влияние на рост и плодоношение деревьев яблони. В основном, ростовые процессы проходили интенсивней при этапном внекорневом внесении хелатных удобрений Эколист.

Выводы. Доказана целесообразность применения некорневого применения удобрений «Эколист». Этапное некорневое внесение «Эколист Моно Бор» (3 л/га) в фазу выдвижения соцветий и опадения лепестков, «Эколист Моно Цинк» (5 л/га) в фазу смыкания чашелистиков, «Эколист Сад» (5,0 л/га) в фазу плодов с лесной и грецкий орех оказывает положительное влияние на ростовые процессы и плодоношение, а именно: суммарная длина однолетнего прироста яблони увеличивается на 9,2%, удельная продуктивность единицы площади штамба – на 36,3 %, урожайность деревьев яблони – на 14,06%.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Влияние минерального питания на фотосинтетическую активность листьев яблони в условиях центрального черноземья / Ю.В. Трунов [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России. –2012. – Т. 35. – С. 187-193.
2. Влияние некорневого внесения водорастворимых комплексных удобрений на рост, физиологическое состояние деревьев и урожайность плодов яблони / С.В. Грицкан [и др.] //Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 275-летию Андрея Тимофеевича Болотова «Современные сорта и технологии для интенсивных садов». редкол.: С.Д. Князев [и др.]. – 2013. – С. 68-70.
3. Влияние некорневых подкормок на биохимический состав плодов яблони / З.Д. Даду [и др.] //Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 275-летию Андрея Тимофеевича Болотова «Современные сорта и технологии для интенсивных садов». редкол.: С.Д. Князев [и др.]. – 2013. – С. 74-76.
4. Влияние некорневых подкормок на обеспеченность яблони фосфором и калием / Е.В. Леоничева [и др.] // Современное садоводство. –2016. – № 4. – С. 53-61.
5. Влияние удобрений на физиологическое состояние растений яблони в условиях средней и южной зон плодоводства / Ю.В. Трунов[и др.]. // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. –2010. – № 2. – С. 15-18.

6. Кузин, А.И. Влияние различных пофазных систем некорневых подкормок на продуктивность и качество плодов яблони / А.И. Кузин, А.А. Лазуткин // Материалы III научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского государственного аграрного университета «Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции» . –Кубань, 2017. – С. 556-565.

7. Оптимизация плодonoшения яблони в среднерослых садах средней зоны садоводства россии на основе применения удобрений / Н.С. Вязьмикина [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России. –2012. – Т. 30. – С. 58-63.

8. Рябцева, Т.В. Эффективность некорневого внесения хелатных удобрений «Комплет» в интенсивном саду яблони /Т.В. Рябцева // Плодоводство и ягодоводство России. –2012. – Т. 29. – С. 133-140.

9. Сортовые особенности калийного питания яблони при некорневых подкормках / Е.В. Леоничева [и др.] // Садоводство и виноградарство. . –2015. – № 5. – С. 35-41.

10. Трунов, Ю.В. Минеральное питание и удобрение яблони / Ю.В. Трунов, А.И. Кузин, О.А. Грезнев // Система производства плодов яблони в интенсивных садах средней полосы России: рекомендации; под ред. Ю.В.Трунова. –Воронеж: Кварта, 2010. –С.245-272.

11. Эффективность некорневых подкормок в орошаемом интенсивном саду в условиях центрального черноземья / А.И. Кузин [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России. –2012. – Т. 30. – С. 64-73.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5
tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24,
fax: (498) 694-09-02
E-mail: vniif@vniif.ru

www.vniif.ru

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПЛОДОВ ЯБЛОНИ КАК ИНДИКАТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НЕКОРНЕВОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Е.Г. Кравчик, П.С. Шешко, Д.В. Страховский

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008, г.
Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail:ggau@ggau.by)

Ключевые слова: некорневое питание, урожайность, яблоня, комплексные удобрения, сухое вещество, титруемая кислотность, аскорбиновая кислота.

Аннотация: В результате проведенных исследований (2015-2016 гг.) установлено, что некорневое применение удобрений «Эколист» оказывает достоверное влияние на увеличение урожайности яблок до 18,7 %, а средней массы плода на 5,5%. Индикаторами экологического благополучия и эффективного применения минеральных удобрений выступают показатели качества плодов, которые также находились в зависимости от некорневого применения удобрений «Эколист». Так, содержание аскорбиновой кислоты в плодах яблони в среднем за 2015-2016 гг. под влиянием изучаемого агроприема было достоверно выше на 14,9%, а содержание сухих веществ достигало 14,8 %, или на 2,1 % выше по сравнению с контролем.

THE INDEXES OF QUALITY APPLE FRUIT AS AN INDICATOR OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF FOLIAR FERTILIZERS

E.G. Kravchik, P.S. Sheshko, D.V. Strahovsky

"Grodno State Agrarian University"
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,
Tereshkova Street, 28; E-mail: ggau@ggau.by)

Key words: foliar nutrition, yield, Apple tree, compound fertilizer, dry matter, titratable acidity.

Summary: As a result of studies (2015-2016) found that foliar application of fertilizers "Ekolist" has a significant impact on the increase in the yield of apples to 18.7 %, and average fruit weight by 5.5%. Indicators of ecological

well-being and effective use of mineral fertilizers are the indicators of fruit quality, which were also depending on foliar application of fertilizers "Ekolist". Thus, the content of ascorbic acid in the fruits of Apple on average for 2015-2016 under the influence of these measures was significantly higher by 14.9% and the solids content reached 14,8 %, or 2.1 % higher compared to the control.

(Поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. В настоящее время яблоне (*Malus domestica* L.) в условиях промышленного садоводства придается большое значение. Изучаются особенности развития, качество продукции и адаптивность данной культуры в различных почвенно-климатических зонах в сопоставлении с количеством минерального питания и уровнем плодородия почв [1-4,13, 15].

Дискутируются вопросы рационального применения удобрений в яблоневых садах, способов и доз вносимых удобрений для увеличения продуктивности. Распространение интенсивных садов на карликовых подвоях требует новый уровень исследований по использованию удобрений для повышения урожайности. Это связано с тем, что в таких садах предусмотрено более плотное размещение деревьев и поверхностное залегание корней [3,4].

Доказано, что применяемая практика ежегодного почвенного внесения высоких доз удобрений в садах экономически не оправдана, так как из сухих минеральных удобрений усваивается лишь 40-60% азота, 20-30% фосфора и 30-50% калия. Оставшаяся часть питательных веществ в результате биопревращений становится в недоступной для растений форме, тем самым загрязняя почву и поверхностные воды, при этом создавая ряд экологических проблем [7-11].

Удобрения используются для сбалансирования минерального питания растений по макро- и микроэлементам. При этом их эффективность зависит от соотношения доз азотных, фосфорных и калийных удобрений. Следует отметить, что при внесении повышенных доз макроудобрений нарушается подвижность и вследствие этого усвоение бора, цинка, марганца, меди, железа и других микроэлементов [3].

Вышеперечисленные соединения необходимы как кофакторы супероксодисмутазы, активность которой повышается вследствие усиленного образования перекисей, которые при высоком их содержании снижают продуктивность, качества плодов, их лёжкость и устойчивость к стрессовым факторам [13].

В настоящее время, адекватное минеральное питание яблони достигается путем использования некорневого внесения растворов минеральных удобрений [2-4]. Многочисленными исследователями установлено, что наиболее активны микроэлементы в форме комплексных солей с органическими кислотами комплексообразователями: диэтиленetriаминпентауксусной, этилендиамин-тереацетатной и оксиэтинидендифосфоновой кислотами. Хелатные формы макро– и микроудобрений или комплексонаты обладают следующими свойствами: хорошо растворимы в воде и адсорбируются на поверхности листьев и в почве, не разрушаются микроорганизмами достаточно длительное время, практически не токсичны.

Несмотря на то, что хелаты микроэлементов водорастворимы, однако диссоциации их на ионы в водных средах обычно не наблюдается. Благодаря чему, они доступны и используются длительное время растениями, повышая урожайности и качества продукции [1-5].

Рациональное внесение минеральных веществ, обуславливает активизацию процессов, ответственных за рост и биопroduкцию растений. Исходя из вышеизложенного в настоящем исследовании приводятся результаты о некорневой обработке деревьев яблони макро-микроэлементными хелатными удобрениями «Эколист».

Цель исследований: изучить влияние некорневого применения удобрений «Эколист» на качество плодов яблони.

Материал и методика исследований. Опыт проводили в 2015-2016 гг. в яблоневом саду интенсивного типа (сорт Белорусское сладкое, схема посадки 4,0 x 1,2м, подвой М-9) 2011 года посадки. Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой моренным суглинком с глубины 69 см, связносупесчаная. Содержание гумуса 2,0 %, K_2O – 149 мг/кг, P_2O_5 – 256 мг/кг. Почва характеризовалась реакцией раствора, близкой к нейтральной. Содержание в ней кальция и магния – повышенное. По содержанию подвижных соединений микроэлементов почва относится к 1 группе обеспеченности медью, цинком и марганцем (низкая), ко 2 группе (средняя) обеспеченности бором.

Схема применения удобрений «Эколист» в опыте

Срок обработки	Варианты	
	Фон $N_{90}P_{60}K_{90}$ – контроль	Фон+ «Эколист», л/га

Выдвижение соцветия-обособление бутонов – «Эколист Моно Бор»	-	3,0
Опадение лепестков «Эколист Моно Бор»	-	3,0
Смыкание чашелистиков – «Эколист Моно Цинк»	-	5,0
Плод величиной с лесной орех – «Эколист Сад»	-	5,0
Плод величиной с грецкий орех – «Эколист Сад»		5,0

Количество учетных деревьев в каждом варианте опыта - 3 шт., повторность - четырехкратная, подбор деревьев, учеты и наблюдения в исследованиях проводились по общепринятым в плодоводстве методам и методикам. Между учетными делянками и рядами располагали защитные ряды и деревья, учетные делянки вариантов в опытах размещали согласно конкретных схем опытов.

Рабочий раствор для опыта готовился в определенном объеме воды по физическому объему удобрений «Эколист» для каждого варианта. Для опрыскивания применялся ранцевый опрыскиватель Јасто. Некорневые подкормки проводились в утренние и вечерние часы с расходом рабочего раствора 288 мл на одно дерево, исходя из нормы расхода 600 л/га и количества деревьев на 1 га – 2083 шт.

Для создания фона в качестве азотных удобрений вручную вносили карбамид $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, содержание N – 46,2%) на площадь учетных делянок из расчета 48 г/дер. до начала цветения и 48 г/дер. через две недели после окончания цветения. Калийные и фосфорные удобрения – калий хлористый (KCl, содержание калия в пересчете на K_2O – 60%) в норме 72 г/дер., аммофос, содержание фосфора в перерасчете на P_2O_5 – 50%) - 58 г/дер. вносили во 2-ой декаде октября путем их ручного разбрасывания на площади учетных делянок.

В ходе изучения влияния некорневого внесения комплексных водорастворимых удобрений на товарное качество плодов яблони в плодоносящем саду интенсивного типа проводились соответствующие наблюдения и учеты.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных исследований (2015-2016 гг.) установлено, что наибольший агрономический эффект был получен в варианте с некорневым применением удобрений «Эколист», в котором урожайность яблони составила 25,3т/га, или на 18,7 % больше по сравнению с контрольным вариантом (таблица 1).

Таблица 1. Урожайность и средняя масса плодов яблони в зависимости от этапного применения удобрений «Эколист» (среднее за 2015-2016 гг.)

№ п/п	Вариант	Урожайность		Средняя масса плода, г
		кг/дер.	т/га	
1.	Фон N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ - контроль	19,2	21,3	165,7
2.	Фон + «Эколист»	21,9	25,3	174,9
	НСР _{0,05}	3,05		3,18

Показатель значения средней массы плодов яблони находился в пределах 165,7-174,9 г, причем максимального своего значения он достигал в варианте с некорневым применением удобрений «Эколист», где значение контрольного варианта было достоверно превышено на 9,2 г.

Известно, что применение некорневого внесения удобрений позволяет регулировать поступление элементов минерального питания деревьев яблони по фазам вегетации и, в свою очередь, оказывать влияние на биохимические реакции, протекающие в растительном организме в тот или иной период его роста и развития.

Использование удобрений «Эколист» в некорневую подкормку оказало достоверное влияние на содержание сухих веществ в плодах яблони, накопление ими органических кислот (таблица 2).

Таблица 2. - Содержание сухих веществ и органических кислот (в сухой массе) в плодах яблони под влиянием некорневого применения удобрений «Эколист» (среднее за 2015-2016 гг.)

Вариант опыта	Сухие вещества,		Органические кислоты			
			титруемые		аскорбиновая	
	%	± к контр.	%	± к контр.	мг /100 г	± к контр.
Фон N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ - контроль	12,7		1,34		87,2	
Фон + «Эколист»	14,8	2,1	1,12	-2,2	100,2	13,0
НСР ₀₀₅	0,04		1,6		1,4	

В результате наших исследований было отмечено достоверное увеличенное содержание сухих веществ под влиянием применения удобрений «Эколист» в некорневую подкормку, достигающее в

среднем за 2015-2016 гг. 14,8 %, или на 2,1 % выше по сравнению с контролем.

Содержание титруемых органических кислот при внесении удобрений «Эколист» достоверно снижалось и составило в среднем за 2015-2016 гг. 1,12 %, или на 0,22% ниже по сравнению с контролем. Однако следует отметить, что содержание аскорбиновой кислоты в плодах яблони опытной группы была достоверно выше. Так в опытном варианте содержание витамина С составило 100,2 мг/100г СВ, что на 14,9 % выше по сравнению с контрольным вариантом.

Заключение. Таким образом, показатели качества плодов яблони могут быть индикаторами эффективного применения хелатных удобрений Эколист. Этапное некорневое внесение удобрений Эколист Моно Бор (3 л/га) в фазу выдвижения соцветий и опадения лепестков, Эколист Моно Цинк (5 л/га) в фазу смыкания чашелистиков, Эколист Сад (5,0 л/га) в фазу плодов с лесной и грецкий орех оказывает положительное влияние на товарное качество плодов. Урожайность яблони при таком внесении водорастворимых хелатных макро-микроудобрений Эколист увеличилась на 18,7 %, а средняя масса плода на 5,5%.

Одним из показателей, характеризующих качество плодов и выступающим индикатором экологического благополучия и оптимального минерального питания является содержание аскорбиновой кислоты в плодах яблони, которое было достоверно выше (на 14,9%) при применении удобрений «Эколист» в некорневую подкормку. Качество плодов яблони подтвердилось также показателями, характеризующими содержание сухих веществ и титруемой кислотностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние некорневого внесения водорастворимых комплексных удобрений на рост, физиологическое состояние деревьев и урожайность плодов яблони / С.В. Грицкан [и др.] //Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 275-летию Андрея Тимофеевича Болотова «Современные сорта и технологии для интенсивных садов». редкол.: С.Д. Князев [и др.]. – 2013. – С. 68-70.
2. Влияние некорневых подкормок на биохимический состав плодов яблони / З.Д. Даду [и др.] //Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 275-летию Андрея Тимофеевича Болотова «Современные сорта и технологии для интенсивных садов». редкол.: С.Д. Князев [и др.]. – 2013. – С. 74-76.
3. Влияние удобрений на физиологическое состояние растений яблони в условиях средней и южной зон плодовогодства / Ю.В. Трунов [и др.]. // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. –2010. – № 2. – С. 15-18.
4. Кузин, А.И. Влияние различных пофазных систем некорневых подкормок на продуктивность и качество плодов яблони / А.И. Кузин, А.А. Лазуткин // Материалы III научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых,

посвященной 95-летию Кубанского государственного аграрного университета «Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции». – Кубань, 2017. – С. 556-565.

5. Методические рекомендации, учёты, наблюдения, анализы, обработка данных в опытах с плодовыми и ягодными растениями / Под. ред. Г.К. Карпенчука и А.В. Мельника. – Умань, 1987. – 116 с.

6. Методы биохимического исследования растений /Под ред. А.И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. Ленинград, 1987. – 430 с.

7. Почвы. Метод определения обменной кислотности: ГОСТ 26484-85. – Введ. 01.07.86. // Определение pH солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО. – М.: изд-во стандартов, 1985. – С. 7-9.

8. Почвы. Методы определения органического вещества. Определение органического вещества по методу Тюрина в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26213-91. – Введ. 01.07.93. – М.: изд-во стандартов, 1993. – 6 с.

9. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26207-91. – Введ. 01.07.93. – М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1992. – 6 с.

10. Почвы. Определение суммы поглощённых оснований по методу Каппена: ГОСТ 27821-88. – Введ. 01.07.90. – М.: изд-во стандартов, 1988. – 6 с.

11. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение pH по методу ЦИНАО: ГОСТ 26483-85. – Введ. 01.07.86. // Определение pH солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО. – М.: изд-во стандартов, 1985. – С. 3-6.

12. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под общ. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орёл: ВНИИСПК, 1999. – С. 114-119.

13. Широко, Т.С. Биохимия и качество плодов / Т.С. Широко, И.В. Ярошевич. – Минск: Наука и техника, 1991. – 294 с.

14. Яблоки свежие для промышленной переработки. Технические условия // Семечковые и цитрусовые плоды: ГОСТ 27572-87. – Введ. 01.07.89. – М.: ИПК изд-во стандартов, 2002. – С. 26-31.

15. Яблоки свежие поздних сроков созревания. Технические условия // Семечковые и цитрусовые плоды: ГОСТ 21122-75. – Введ. 01.07.76. – М.: ИПК изд-во стандартов, 2002. – С. 17-25.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE - INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5
tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24, fax: (498) 694-09-02
E-mail: vniif@vniif.ru
www.vniif.ru

ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ВОДОЁМОВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯВЛЕНИЯ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

Н.С. Мязин¹, В.В. Давыдов^{1, 2}, В.Ю. Рудь²

¹ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург, Россия (Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29; e-mail: myazin.n@list.ru)

² Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
Московская область, Россия (Россия, 143050, Московская область, Одинцовский район, р.п. Большие Вяземы, ул. Институт, владение 5)

Ключевые слова: сельскохозяйственные угодья, водоёмы, экологический мониторинг, ядерный магнитный резонанс, магнитное поле, спектроскопия, экспресс-режим.

Аннотация. В работе рассмотрена методика мониторинга в экспресс-режиме состояния окружающей среды на основе явления ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Контроль в экспресс-режиме является неотъемлемой частью сельского хозяйства, поскольку при работе на фермах или в полях бывают ситуации, когда физически невозможно доставить образцы на исследование в стационарную лабораторию (результаты нужны срочно или образцы могут изменить свои свойства в процессе транспортировки). Проведен краткий обзор существующих методов контроля состояний сред в экспресс-режиме, выявлены их недостатки и предложено новое техническое решение данной проблемы. Для малогабаритного ЯМР-спектрометра разработаны новая магнитная система и схема регистрации сигнала, позволяющая регистрировать сигнал ЯМР на разных частотах, таким образом снимая спектр сигнала. Кроме того, данная конструкция позволяет так же измерять времена продольной и поперечной релаксации среды. С помощью предложенной методики проведены исследования различных сред, представлены результаты этих исследований. Кроме того, проведено сравнение полученных результатов с результатами исследований, проведенных на стационарном релаксометре BRUKER Minispec mq 20.

EXPRESS METHOD OF DETERMINING THE CONDITION OF WATER RESERVOIRS AND AGRICULTURAL LANDS USING THE PHENOMENON OF THE NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE

N.S. Myazin¹, V.V. Davydov^{1,2}, V.Yu. Rud²

¹ Peter the Great Saint Petersburg Polytechnical University (Russia, Saint Petersburg, 195251, 29 Polytechnicheskaya str, e-mail: myazin.n@list.ru)

² All Russian Research Institute of Phytopathology (Russia, Moscow Region, 143050, Moscow Region, Odintsovo district, B.Vyazyomy, Institute str., ownership 5)

Keywords: *agricultural grounds, water reservoirs, ecological monitoring, nuclear magnetic resonance, magnetic field, spectroscopy, express-regime.*

Summary: *Paper discusses the technique of environmental condition monitoring based on the phenomenon of nuclear magnetic resonance (NMR). Express control is an integral part of agriculture, because when working on farms or in fields there are situations when it is physically impossible to deliver samples for research to a stationary laboratory (results are needed urgently or samples can change their properties during transportation). A brief review of the existing methods for monitoring the states of media in the express mode was carried out, their shortcomings were revealed and a new technical solution to this problem was proposed. For a small-sized NMR spectrometer, a new magnetic system and a signal registration circuit have been developed, which makes it possible to detect the NMR signal at different frequencies, thus registering the signal spectrum. In addition, this design also allows measuring the longitudinal and transverse relaxation times of the medium. With the help of the proposed technique, studies of various media have been carried out; the results of these studies are presented. In addition, the obtained results are compared with the results of studies carried out on a stationary relaxometer BRUKER Minispec mq 20.*

(Поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение

В условиях роста населения и сокращения посевных площадей возрастает роль эффективного и рационального использования сельскохозяйственных угодий. Одним из основных элементов при

реализации этой задачи является экологический мониторинг [1-5]. В настоящее время для проведения экологического мониторинга разработано большое число методов и приборов с использованием различных физических явлений [3, 5-7]. Но возникающие новые задачи в процессе проведения экологического мониторинга требуют использования исследований в экспресс-режиме, по результатам которых можно было бы принять решение о состоянии среды, особенно это относится к водным объектам [5, 8, 9]. Для исследований конденсированных сред в экспресс-режиме разработано большое количество приборов, принцип работы которых основан на различных физических явлениях [5-11]. Проведенный нами анализ их технических характеристик показал, что большинство из них могут применяться только для контроля состояния небольшого числа сред или предназначены для решения достаточно узкого круга задач. Например, экспресс-анализатор «ИТ-1» для определения процентного содержания воды в моторном, трансформаторном маслах и дизельном топливе, портативный фотометр rHotoFlex (для определения состояния воды и её кислотности pH), портативный спектрофотометр DR 6000 видимого диапазона (фирмы HACH-LANGE) для контроля состояния жидких сред с мутностью не более 10 FNU и т.д.

Их использование для экологического мониторинга, особенно при проведении работ в труднодоступных местах: лесные массивы, сельскохозяйственные угодья; водные объекты и их прибрежные зоны, где в исследуемых средах могут встречаться различные химические элементы, нецелесообразно. Проведенные исследования с использованием нескольких моделей таких приборов это полностью подтвердили. Одним из решений является использование метода ядерного магнитного резонанса для исследований сред в экспресс-режиме во время экологического мониторинга территорий и водных объектов. В этом случае необходимо измерить константы продольной и поперечной релаксации среды T_1 и T_2 и тогда, сравнив их с базовыми, соответствующими стандартному состоянию исследуемой среды, мгновенно определить степень её отклонения от стандартного состояния [9-11]. Устройства, осуществляющие такой тип контроля, называются ЯМР-релаксометрами [9].

Однако, опыт эксплуатации малогабаритного ЯМР-релаксометра показал, что при проведении экологического мониторинга этого может быть недостаточно для принятия решения на месте по дальнейшему использованию исследуемой среды. Выполненные эксперименты показали, что в водных средах, в зависимости от природных условий, могут содержаться неопасные для живых организмов в небольших

количествах химические элементы (например, фтор, калий и т.д.), наличие и влияние на сигнал которых достаточно трудно спрогнозировать [11]. Эти элементы вызывают значительные изменения T_1 и T_2 , из чего, после измерения T_1 и T_2 , может последовать вывод, что исследуемая среда представляет потенциальную опасность. Таким образом, возможны неправильные действия и решения, а также дополнительная трата средств на исследования проб данной среды в стационарных лабораториях.

В данной ситуации важную роль будет играть метод, который позволит определить наличие этих химических элементов в исследуемой среде. Одним из них может быть ядерный магнитный резонанс. Ядра отмеченных химических элементов, обладают магнитным моментом, что позволяет на их резонансных частотах в магнитном поле регистрировать сигнал ЯМР. В малогабаритной системе при экспресс-контроле индукцию поля менять крайне сложно, поэтому возникла необходимость разработать малогабаритный ЯМР-спектрометр, у которого изменяется частота регистрации сигнала ЯМР в широких пределах, позволяющая решить следующую задачу: регистрировать спектр от ядер с магнитными моментами, содержащимися в исследуемой среде, как в стационарных спектрометрах высокого разрешения. Реализация данного прибора позволит в большинстве случаев решить рассмотренные выше проблемы, возникающие при исследовании сред малогабаритным ЯМР-релаксометром.

Малогабаритный ядерно-магнитный спектрометр

Одна из основных задач, которую пришлось решать — разработка лабораторного макета малогабаритного ядерно-магнитного спектрометра для анализа конденсированных сред, позволяющего (в отличие от ЯМР-релаксометров) регистрировать сигналы ЯМР от различных ядер с магнитными моментами, содержащимися в пробе исследуемой среды. Кроме того, малогабаритный ЯМР-спектрометр должен обладать высокими точностными характеристиками (погрешность измерения не выше 1%), легко транспортироваться, иметь автономное питание (аккумуляторные батареи). Результаты измерений, выполненные этим прибором, после преобразования должны подаваться на вход ноутбука, где происходит их обработка и выдача итоговой информации о состоянии исследуемой среды.

Структурная схема разработанной конструкции малогабаритного ЯМР-спектрометра представлена на рис. 1.

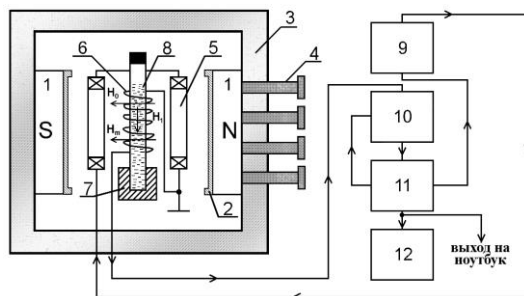


Рис. 1. Малогабаритный ядерно-магнитный спектрометр

- 1 — постоянный магнит; 2 — вставки (шиммы); 3 — нейтраль для размещения и центровки магнитов; 4 — регулировочные винты; 5 — катушки модуляции; 6 — катушка регистрации сигнала ЯМР; 7 — фиксирующее устройство для контейнера с исследуемой средой; 8 — контейнер с исследуемой средой; 9 — радиочастотный генератор; 10 — автодинный детектор; 11 — устройство обработки и управления; 12 — осциллограф

Новая малогабаритная магнитная системы была изготовлена с использованием магнитов из материала NdFeB в форме диска 1 с большой остаточной индукцией. В ней при диаметре полюсов магнита $d_M = 92$ мм и расстоянии между ними $d_z = 16$ мм была обеспечена неоднородность $0.5 \cdot 10^{-3} \text{ см}^{-1}$, индукция $B_0 = 0.134$ Тл. Уменьшение степени неоднородности магнитного поля в новой конструкции магнитной системы удалось достичь размещением на полюсах магнитов вставок 2 в виде ступенок (шиммов) из мягкого магнитного материала (АРМКО-железо). Вес магнитной системы составил 2.84 кг, размер $168 \times 132 \times 114$ мм. Данные параметры позволяют считать изготовленную нами магнитную систему малогабаритной по сравнению с магнитными системами стационарных ЯМР-спектрометров и релаксометров.

Для регистрации сигналов ЯМР в новой конструкции магнитной системы с использованием модуляционной методики был разработан измерительный зонд (рис. 2). В его состав входит катушка регистрации 6, катушки модуляции 5 и устройство для размещения контейнера (кюветы) 7 (рис. 1). Внутренний диаметр кюветы 8 (рис. 1) составляет 3.2 мм, а внешний — 4.8 мм. В ЯМР спектрометрах высокого разрешения минимальные диаметры кювет составляют 3.0 и 4.6 мм.



Рис. 2. Измерительный зонд и контейнер для среды

Для регистрации сигналов от ядер с низкой чувствительностью к методу ЯМР была разработана новая схема автодинного детектора 10 (генератора слабых колебаний) на основе усилительного каскада со стоковым детектированием сигнала ЯМР и последующим его усилением с использованием современных планарных полевых транзисторов. Такое построение схемы позволяет создавать минимальный уровень колебаний в приемно-передающем контуре автодина, в котором размещается проба с исследуемой средой, для получения наибольшей чувствительности (изменение амплитуды генерации в контуре к изменению его добротности) при регистрации сигнала ЯМР.

Для новой конструкции малогабаритного ЯМР-спектрометра также была разработана новая схема АПЧ f_{nmr} на резонанс на базе микроконтроллера STM32 (ядро ARM Cortex M3, STM32F100RBT6B). Кроме того, на базе STM32 были реализованы новые схемы автоподстройки уровня генерации (величины поля H_1) автодинного детектора, частоты f_m и амплитуды H_m поля модуляции B_0 по максимальному отношению S/N и схема накопления сигнала ЯМР.

На

рис. 3 в качестве примера представлены зарегистрированные сигналы ЯМР (изменение напряжения U_s на выходе автодинного детектора 10 от времени t) от водного раствора гидроксида натрия NaOH на резонансной частоте ядер натрия $f_{Na} = 1511146$ Гц. В малогабаритных ЯМР-релаксометрах определять состояние NaOH возможно только по регистрируемому сигналу ЯМР на резонансной частоте протонов $f_p = 2614$ кГц.

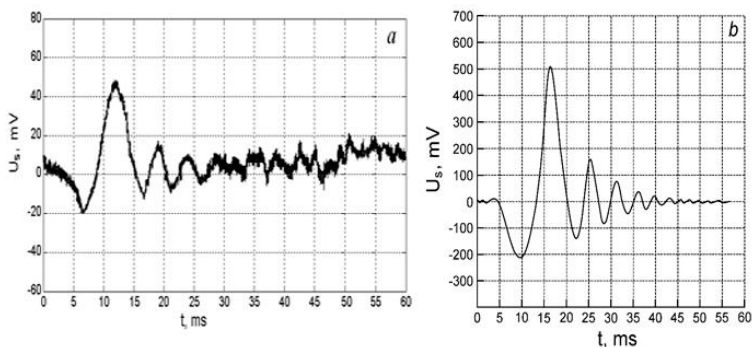


Рис. 3. Регистрируемый сигнал ЯМР от водного раствора гидроксида натрия при $T = 18.3\text{ }^{\circ}\text{C}$:

а) без накопления; б) на выходе схемы накопления

Анализ представленных на

рис. 3 сигналов ЯМР показывает, что при их регистрации на резонансной частоте ядер натрия f_{Na} отношение $S/N > 1.3$. Это позволяет осуществлять АПЧ f_{nmr} на резонанс по ядрам натрия. Но без использования схемы накопления для измерения констант релаксации T_1 и T_2 с погрешностью не выше 1.0% для определения состояния среды не обойтись, так как отношение $S/N < 3.0$ (

рис. 3а). Кроме того, на пиках сигнала ЯМР присутствуют шумы. Последующее накопление сигнала ЯМР позволяет получить отношение $S/N > 10.0$ (

рис. 3б), обеспечивающее измерение T_1 и T_2 с необходимой точностью.

Результаты исследований и их обсуждение

Для подтверждения возможностей использования новой конструкции малогабаритного ЯМР-спектрометра в экологическом мониторинге на

рис. 4 в качестве примера представлены зарегистрированные сигналы ЯМР на резонансной частоте ядер хлора $f_{\text{Cl}} = 582270$ Гц от раствора воды с хлоридом железа(III) при различных концентрациях между ними.

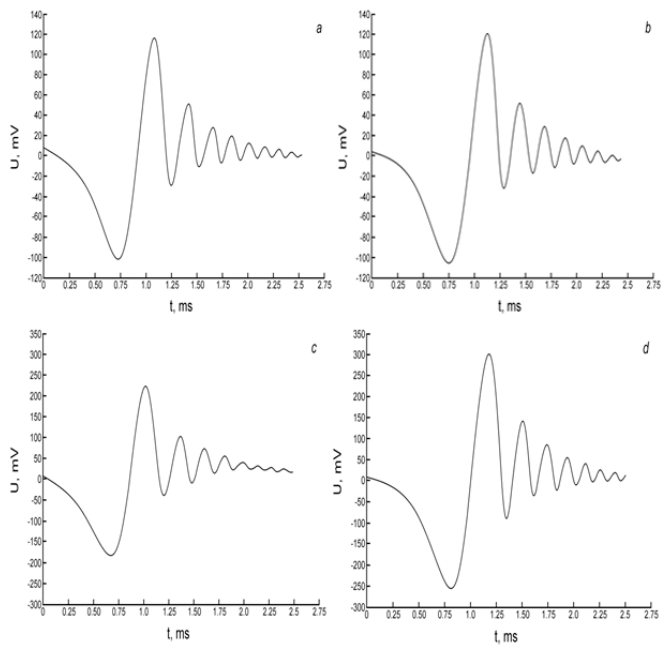


Рис. 4. Регистрируемый сигнал ЯМР при температуре $T = 17.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ от раствора воды с хлоридом железа(III) на выходе схемы накопления: а) смесь воды и хлорида железа(III) в пропорции 95 % к 5 %, б) 90 % к 10 %, в) 85 % к 15 %, д) 80 % к 20 %.

Анализ полученных экспериментальных результатов показывает, что даже незначительное изменение концентрации ядер хлора при изменении соотношения между компонентами в растворе приводит к изменению амплитуды пиков («виглей») в регистрируемом сигнале ЯМР и расстоянию между ними. Это означает, что система АПЧ ЯМР спектрометра произвела точную настройку частоты регистрации сигнала ЯМР на резонанс по ядрам хлора.

Для подтверждения обоснованности выполненных нами разработок и предложенных методик для исследования сред по резонансным частотам различных ядер с магнитными моментами с помощью новой конструкции малогабаритного ЯМР спектрометра, в которой учтены установленные особенности регистрации сигналов ЯМР в слабых полях, было проведено сравнение измеренных констант релаксации исследуемых сред (

рис. 4). В таблице 1 представлены результаты измерения констант релаксации T_1 и T_2 разработанным малогабаритным ЯМР-спектрометром при регистрации сигнала на f_{Cl} и ЯМР-релаксометром Minispec mq 20 (компания BRUKER) на f_p исследуемой среды.

Таблица 1 Времена продольной T_1 и поперечной T_2 релаксации раствора воды с хлоридом железа(III) в различных пропорциях

Раствор воды с хлоридом железа(III) в пропорции между компонентами:	Малогабаритный ядерно-магнитный спектрометр		Ядерно-магнитный стационарный релаксометр Minispec mq 20	
	T_1 , с	T_2 , мкс	T_1 , с	T_2 , мкс
95% / 5%	1.243 ± 0.012	547.19 ± 5.47	1.234 ± 0.003	543.27 ± 1.62
90% / 10%	1.117 ± 0.011	522.34 ± 5.22	1.108 ± 0.003	520.32 ± 1.56
85% / 15%	0.914 ± 0.009	489.63 ± 4.89	0.906 ± 0.003	485.92 ± 1.46
80% / 20%	0.807 ± 0.008	412.59 ± 4.12	0.802 ± 0.002	409.23 ± 1.23

Анализ полученных результатов (таблица 1) ещё раз подтверждает обоснованность предложенных разработок и методик, так как значения T_1 и T_2 совпали в пределах погрешности измерений.

Заключение

Предложенный новый многофункциональный метод с использованием новой разработанной конструкции малогабаритного ЯМР-спектрометра и усовершенствованных методик регистрации сигнала ЯМР позволил существенно расширить возможности экспресс-контроля состояния сельскохозяйственных угодий [12-21] и водоемов, а также решать другие задачи, связанные с экологией.

Помимо упомянутого ранее широкого практического применения в экологическом мониторинге предложенный метод с использованием малогабаритного ЯМР-спектрометра может быть незаменимым инструментом при проведении различных исследований

конденсированных сред (например, сельскохозяйственной продукции) в лабораториях.

Причём, используя впервые зарегистрированный в слабом магнитном поле от малого объёма исследуемой среды спектр поглощения, можно идентифицировать ядра с магнитными моментами, содержащиеся в исследуемой среде (определить среду, если информация о ней была утеряна), вычислить их относительные концентрации и т.д. Таким образом, например, можно проверять продукции на соответствие установленным нормативам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова, В.Б. Определение загрязнения в окружающей среде с помощью пчел. / В. Б. Смирнова, М. Х. Мукбиль, Р. У. Тутаева // The 11th International environmental Forum of Baltic region countries «ECOBALTICA - 2015». - St – Petersburg. 1 - 5 December 2015. Russia. - Thesis of book. - P. 56.
2. Смирнова, В.Б. Особенности влияния на продуктивность смешанных посевов взаимодействия их видов и сроков посадки. / К.И. Егоров, А.Х. Абу-Хаттаб, А.В. Орлова, В.Б. Смирнова, Т.И. Давыдова // The international science environmental conference «ECOBALTICA - 2016». 20 – 26 October 2016. - Moscow region. Russia. - Book of proceeding. - No 1. - P. 59 – 62.
3. Rud', V.Yu. The control in the express mode status of water used in sustainable agribusiness. / V.Yu. Rud', A.P. Glinuchkin, V.V. Davydov, N.S. Myazin // The 10th International Conference on the Establishment of Cooperation between Companies and Institutions in the Nordic Countries, the Baltic Sea Region and the World «Linnaeus Eco – Tech - 2016». 21 – 23 November 2016. - Kalmar. - Sweden. - P. 259 – 261.
4. Davydov, V.V. The new control method of the state of agricultural areas in express mode. / V.V. Davydov, N.S. Myazin, O.A. Novikova // The international science environmental conference «ECOBALTICA - 2016». 20 – 26 October 2016. - Moscow region. - Russia. - P. 52 – 55.
5. Давыдова, Т.И. О необходимости использования статистических моделей для экологического мониторинга в экспресс – режиме сельскохозяйственных угодий методом ядерной магнитной спектроскопии / Т.И. Давыдова, В.В. Давыдов, А.П. Глинушкин, С.Н. Андреев, В.Ю. Рудь // Biotika. - 2017. - Т. 8. - № 1. - С. 37 – 44.
6. Васильев, Н.С. Статистический Фурье – спектрометр для проведения экспресс – анализа химических веществ. / Н.С. Васильев, С.И. Голяк, И.П. Голяк, А.А. Есаков, А.Н. Морозов, С.Е. Табалин // ПТЭ. – 2015. - № 1. - С. 181-185.
7. Боченин, В.И. Количественный рентгенофазовый экспресс-анализ сыпучих сырьевых материалов по регистрации дифракционного и характеристического излучения / В.И. Боченин // Дефектоскопия.- 2007. - № 11. - С. 83-87.
8. Котельников, С.Г., Парайпан М.Г., Тимошенко Г.Н., Трофимов А.С. Портативный автономный многосферный спектрометр нейтронов для измерений в полевых условиях / С.Г. Котельников, М.Г. Парайпан, Г.Н. Тимошенко, А.С. Трофимов // ПТЭ. – 2012. - № 4. - С. 104-109.
9. Давыдов В.В., Дудкин В.И., Карсеев А.Ю. Малогабаритный ядерно – магнитный релаксометр для экспресс – контроля состояния жидких и вязких сред. // Измерительная техника. 2014. № 8. С. 44 – 48.
10. Мязин, Н.С. Особенности экспресс-контроля состояния конденсированных сред методом ядерного магнитного резонанса / Н.С. Мязин, В.В. Давыдов // Сборник тезисов

международного симпозиума «Магнитный резонанс: От фундаментальных исследований к практическим применениям». Россия. – Казань. 21–23 апреля 2016 года. - С. 73–74.

11. Давыдов, В.В., Мязин Н.С., Давыдова Т.И. Неразрушающий метод экспресс-контроля состояния конденсированных сред для экологического мониторинга / В.В. Давыдов, Н.С. Мязин, Т.И. Давыдова // Дефектоскопия. - 2017. - № 7. - С. 52 - 61.

12. Hussain M.B., Ahmad R.S., Waheed M., Rehman T.U., Majeed M., Khan M.U., Shariati M.A., Plygun S.A., Glinushkin A.P. EXTRACTION AND CHARACTERIZATION OF LYCOPENE FROM TOMATO AND TOMATO PRODUCTS Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. T. 63. № 3. C. 195-202.

13. Waheed M., Hussain M.B., Majeed M., Rehman T.U., Khan M.U., Shariati M.A., Plygun S.A., Glinushkin A.P. QUALITY EVALUATION OF CHEESE PREPARED BY PLANT COAGULANTS: CARICA PAPAYA AND MORINGA OLEIFERA LEAVES. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. T. 64. № 4. C. 232-239.

14. Kislov A.V., Glinushkin A.P., Kasheev A.V., Sinigovech M.E., Umnov A.M., Nesvat A.P., Lobkov V.T., Plygun S.A. BIOLOGIZATION AND RESOURCE SAVING - THE MOST IMPORTANT DIRECTIONS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN THE STEPPE CONDITIONS Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 49. № 1. C. 73-78.

15. Plygun S.A., Lobkov V.T., Abakumov N.I., Bobkova Y.A., Zolotuhin A.I., Glinushkin A.P., Polukhin A.A. COMPUTER-AIDED DESIGN OF AGRICULTURAL SYSTEMS AND DEVELOPMENT OF PROGRAM COMPLEXES FOR ENSURING OF ADMINISTRATIVE DECISIONS AT THE ORGANIZING OF AGRICULTURAL PRODUCTION. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 50. № 2. C. 66-81.

16. Semykin V.A., Pigorev I.Y., Tarasov A.A., Glinushkin A.P., Plygun S.A., Sycheva I.I. MICROBIAL PREPARATIONS AND GROWTH REGULATORS AS A MEANS OF BIOLOGIZATION IN AGRICULTURE Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 59. № 11. C. 3-9.

17. Podkovyrov I.Y., Glinushkin A.P., Kostin M.V. INFLUENCE OF ULMUS L. SPECIES' GROWTH CONDITIONS ON RESISTANCE TO DUTCH ELM DISEASE Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 60. № 12. C. 236-240.

18. Sokolov M.S., Glinushkin A.P., Toropova E.Y., Borovaya V.P., Bugaeva L.N. HEALTHY SOIL - PHYTOSANITARY BASIS OF NON-PESTICIDE CROP PRODUCTION Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2015. T. 48. № 12. C. 3-9.

19. Podkovyrov I.Y., Glinushkin A.P., Kostin M.V. INFLUENCE OF ULMUS L. SPECIES' GROWTH CONDITIONS ON RESISTANCE TO DUTCH ELM Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 60. № 12. C. 236-240.

20. Соколов М.С., Санин С.С., Долженко В.И., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П., Каракотов С.Д., Надыкта В.Д. КОНЦЕПЦИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНО-ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ И УРОЖАЯ Агрохимия. 2017. № 4. С. 3-9.

21. Terent'ev A.O., Mulina O.M., Pirgach D.A., Syroeshkin M.A., Nikishin G.I., Glinushkin A.P. ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF SULFONAMIDES FROM ARENESULFONOHYDRAZIDES OR SODIUM P-METHYLBENZENESULFINATE AND AMINES Mendelev Communications. 2016. T. 26. № 6. C. 538-539.

ЗАЩИТА КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ОТ КАГАТНОЙ ГНИЛИ БИОПЕСТИЦИДОМ «БЕТАПРОТЕКТИН», Ж

А.В. Свиридов, В.В. Просвиряков

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: fzr@ggau.by)

Ключевые слова: сахарная свекла, кагатная гниль, патогенность, распространённость, вредоносность, бактерии-антагонисты.

Аннотация: уточнён видовой состав возбудителей кагатной гнили сахарной свеклы. Определена распространённость и вредоносность кагатной гнили в Республике Беларусь.

Впервые в республике разработана методика определения потерь массы корнеплодов и вредоносности кагатной гнили. Для условий Республики Беларусь впервые разработаны, адаптированы к международным требованиям и утверждены методические рекомендации для проведения регистрационных испытаний биологических препаратов, применяемых во время закладки свеклы на хранение против кагатной гнили корнеплодов.

Разработана технология применения Биопестицида «Бетапротектин», ж. для защиты корнеплодов сахарной свеклы от кагатной гнили. Препарат включен в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

PROTECTION OF ROOT OF SUGAR BEETS FROM STORAGE ROT BY BIOPESTICIDE "BETAPROTEKTIN", L

A.V. Sviridov, V. V. Prosvirjakov

EI «Grodno State Agrarian University» (Belarus, Grodno, 230008, 28 Tereshkova st.; e-mail: fzr@ggau.by)

Keywords: sugar beet, storage rot, pathogenicity, extension, injuriousness, bacteria antagonists.

Summary: the specific structure of storage rot agents of sugar beet is specified. Extansion and injuriousness of storage rot in the Republic of Belarus is defined.

For the first time in the republic the technique of definition of root crops weight loss and injuriousness of storage rot is developed. For conditions of the Republic of Belarus for the first time methodical recommendations are developed for carrying out registration tests of the biological preparations applied during beet placement in storage against storage rot are approved and adapted for the international standards.

The technology of application of Biopesticides "Betaprotektin", I. for protection of root crops of sugar beet against storage rot is developed. Preparation are included in the «State register of means of protection of plants (pesticides) and fertilizers allowed for use in the territory of the Republic of Belarus».

(Поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. В последние десятилетия наблюдается тенденция усиления развития грибных заболеваний корнеплодов сахарной свеклы при хранении. Это связано как с постоянно увеличивающимися объемами производства, так и с повсеместным выращиванием гибридов, не предназначенных для длительного хранения. Основным и наиболее опасным заболеванием корнеплодов является кагатная гниль, которая вызывается, в основном, грибами различных родов, а также некоторыми бактериями. Заражение корнеплодов сахарной свеклы патогенами происходит еще в период вегетации. Развитие заболевания продолжается при хранении свеклы в кагатах, вызывая снижение технологической ценности и мацерацию ткани корнеплодов. Для каждой географической зоны видовой состав патогенов существенно отличается. Большое значение для сохранения продукции, имеет подавление развития микроорганизмов, вызывающих гниение корнеплодов. Использование биологических препаратов для контроля фитопатогенов в качестве альтернативы химическому методу призвано обеспечивать эффективную защиту растений сахарной свеклы, способствуя получению экологически безопасной продукции. В связи с этим, разработка отечественных микробных препаратов, технологии их применения с целью защиты корнеплодов сахарной свеклы от кагатной гнили с учетом особенностей видового состава возбудителей является важной задачей.

Цель работы: разработка мероприятий по ограничению вредоносности кагатной гнили корнеплодов сахарной свеклы с учетом

видового состава возбудителей заболевания и их биоэкологических особенностей развития.

Материал и методика исследований. Исследования проведены на кафедре фитопатологии и химической защиты растений и в аналитической лаборатории УО «Гродненский государственный аграрный университет» Полевые опыты были заложены в УО СПК «Путришки», ОАО «Скидельский сахарный комбинат», ОАО «Жабинковский сахарный завод», ОАО «Городейский сахарный комбинат», ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат».

Сохранность корнеплодов рассчитывали по проценту здоровой ткани корнеплодов. Потери массы корнеплодов от болезни устанавливали по коэффициенту вредоносности, предложенной В.В. Просвиряковым (2007) [1].

Видовой состав возбудителей гнилей определен путем микроскопирования и подтвержден методами ДНК-анализа в Институте леса НАН Беларуси. Патогенность выделенных видов определяли путем искусственного заражения корнеплодов сахарной свеклы сорта Белорусская односемянная 69 с последующей реинокуляцией в чистую культуру.

Изучение морфологических и экологических особенностей выделенных патогенов осуществляли по общепринятым в фитопатологии методикам [2, 3].

Корнеплоды, для определения эффективности их обработки биологическими препаратами, затаривали в сетки и располагали в кагатах и буртах по общепринятой методике [4]. В конце хранения определяли распространенность и развитие кагатной гнили по общепринятой методике [5, 6]; показатели технологического качества сахарной свеклы устанавливали с использованием приборов системы «Betalyser». Инвертный сахар выявляли по инструкции химико-технологического контроля и учета сахарного производства [4, 7]. Интенсивность дыхания корнеплодов определяли газометрическим методом по количеству выделяемого ими CO_2 [8]. Биологическую и хозяйственную эффективность вычисляли по общепринятым формулам [6]. Для статистической обработки экспериментальных данных применяли методы дисперсионного анализа с использованием критерия Стьюдента «t» и наименьшей существенной разности «НСР_{0,05}» [9].

Результаты исследований и их обсуждение. Нами из пораженных кагатной гнилью тканей корнеплодов сахарной свеклы, выделены грибы: *A. tenuis*, *S. sclerotiorum*, *Ph. betae*, *B. cinerea*, *P. expansum*, *Fusarium* spp. Более высокую степень агрессивности к корнеплодам

сахарной свеклы проявили *S. sclerotiorum*, *P. expansum* и грибы рода *Fusarium*.

Установлено, что при совместном развитии патогенов кагатной гнили в чистой культуре чаще проявляются антагонистические свойства между возбудителями заболевания. В производственных условиях на хранящихся корнеплодах наблюдается смешанная инфекция (кагатная гниль).

Развитие патогенов в чистой культуре возможно в диапазонах температур от 3 до 35°C. Конидии грибов активнее прорастают в капельножидкой влаге. Начало заражения корнеплодов патогенами происходит при температуре 10°C, за исключением *P. expansum* и *B. cinerea*, которые поражают свеклу уже при 5°C. Оптимальная температура для патологического процесса, вызываемого *B. cinerea*, *Ph. betae*, *A. tenuis* и *S. sclerotiorum* складывается при 20 - 22°C, а для грибов *Fusarium* spp. и *P. expansum* при 22 - 28°C. Возбудители кагатной гнили вызывают интенсивное поражение корнеплодов при наличии механически поврежденных тканей.

Фитопатологическую оценку хранящейся свеклы целесообразно проводить по модифицированной нами 6-балльной шкале. Установлено, что распространенность кагатной гнили в Республике Беларусь за годы проведения исследований находилась в пределах 51,7 - 92,0%, развитие – 13,4 - 44,4%. Более интенсивное развитие заболевания отмечено в кагатах ОАО «Скидельский сахарный комбинат» и составило в среднем 35,1% и ОАО «Жабинковский сахарный завод» -32,5%. (таблица 1).

Таблица 1. Распространенность и развитие кагатной гнили на корнеплодах сахарной свеклы, хранившихся в кагатах

Предприятие	Распространенность, %	Развитие, %
	среднее	
ОАО «Скидельский сахарный комбинат»	82,2	35,1
ОАО «Городейский сахарный комбинат»	70,4	24,3
ОАО «Жабинковский сахарный завод»	81,0	32,5
ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат»	73,2	27,5

Потери корнеплодов сахарной свеклы от кагатной гнили следует определять по разработанной нами методике, основанной на

установлении коэффициента вредоносности (таблица 2) и использовании математической формулы:

$$K_v = \frac{B \cdot n}{M \cdot t}$$

где, B – вредоносность, %; n – количество больных растений в пробе при определенном балле развития болезни, шт.; t – средняя масса корнеплода в пробе, кг.; K_v – коэффициент вредоносности при определенном балле степени поражения ткани корнеплода; M – общая масса корнеплодов в пробе, кг.

Таблица 2. – Шкала учета кагатной гнили корнеплодов свеклы

Балл поражения	Интенсивность поражения корнеплода, %	Загнившая ткань корнеплода, %	Коэффициент вредоносности (K_v)
0	Здоровые корнеплоды	0	0
1	Единичные пятна на поверхности, поражено до 5% поверхности корнеплода	3	0,03
2	до 10% поверхности корнеплода	8	0,08
3	до 25% поверхности корнеплода	20	0,20
4	до 50% поверхности корнеплода	36	0,36
5	до 75% поверхности корнеплода	66	0,66
6	более 75% поверхности корнеплода	87	0,87

Вредоносность кагатной гнили в среднем за годы проведения учетов находилась в пределах 9,1 - 16,3% (рисунок 1).

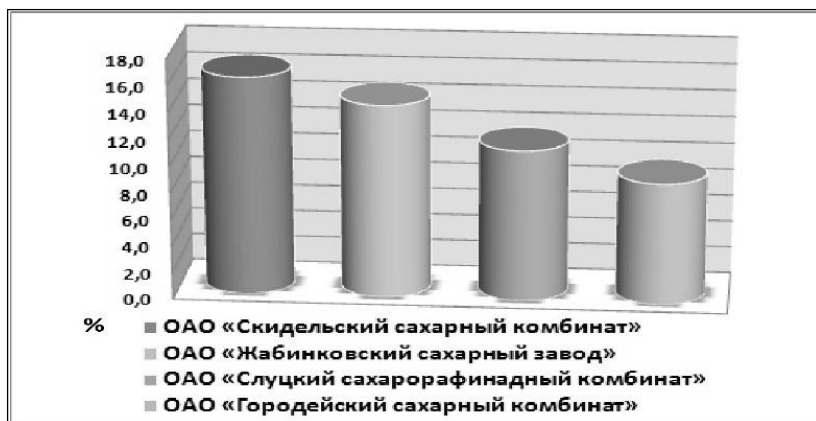


Рисунок 1. Вредоносность кагатной гнили на корнеплодах, хранившихся в кагатах свеклоперерабатывающих предприятий республики

Наибольшие потери от кагатной гнили за годы проведения исследований выявлены на ОАО «Скидельский сахарный комбинат» и ОАО «Жабинковский сахарный завод», которые достигли 16,3% и 14,5 % соответственно.

В условиях *in vitro* были изучены бактерии-антагонисты из родов *Bacillus* и *Pseudomonas*. На основе лучшего штамма бактерий совместно с учеными ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси» был разработан биопрепарат Биопестицид «Бетапротектин», ж. против кагатной гнили корнеплодов сахарной свеклы.

При определении оптимальной нормы расхода биологического препарата в производственных условиях установлено, что с увеличением нормы расхода до 1 л/т корнеплодов отмечается повышение эффективности против кагатной гнили.

Биологическая эффективность применения биопестицида в норме расхода 1 л/т в среднем составила 23,9%. Применение биологического препарата с нормой расхода 0,5 л/т по эффективности действия практически не уступало использованию Биопестицида «Бетапротектин», ж. в норме расхода 1 л/т (рисунок 2).

Установлено, что с повышением нормы расхода рабочего раствора (выше 3 л/т) снижается биологическая и хозяйственная эффективность биопрепарата. Обработка Биопестицидом «Бетапротектин», ж. в норме расхода 0,5 - 1,0 л/т перед закладкой корнеплодов свеклы на хранение улучшала технологические показатели качества. После применения

биопрепарата отмечено снижение интенсивности дыхания корнеплодов на 8,2 - 31,5 мг $\text{CO}_2/\text{кг}\cdot\text{ч}$ и сохранение 0,2 - 0,9% содержания сахара по сравнению с контролем.

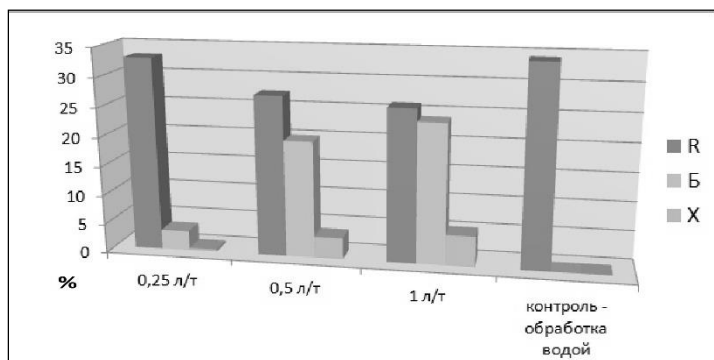


Рисунок 2. – Развитие кагатной гнили корнеплодов сахарной свеклы в зависимости от нормы расхода Биопестицида «Бетапротектин», ж. R - развитие заболевания, %; Б - биологическая эффективность, %; X - хозяйственная эффективность, %.

С целью повышения эффективности действия биопрепарата в производственных условиях мы подогревали Биопестицид «Бетапротектин», ж. до 35°C и выдерживали экспозицию два часа. Выявлено, что эта операция приводит к активизации бактерий-антагонистов и как результат этого повышается биологическая (на 26,7%) и хозяйственная (на 4,0%) эффективность биофунгицида. Также снижается интенсивность дыхания корнеплодов на 8,0 мг $\text{CO}_2/\text{кг}\cdot\text{ч}$, а дигестия становится на 0,5% выше, чем в варианте без подогрева.

Определено, что двукратная обработка корнеплодов: при уборке и повторное опрыскивание биопрепаратом при закладке на хранение, является наиболее эффективной. Биологическая эффективность этого приема составила 42,2%. При этом хозяйственная эффективность достигла 8,7%.

Установлено, что при двукратной обработке корнеплодов сахарной свеклы биофунгицидом – при уборке и при закладке на хранение сахаристость корнеплодов достигла 17,4%, а при однократной обработке – при закладке на хранение в кагаты – 17,3%. В контрольном же варианте этот показатель был на уровне 16,7%.

Препарат включен в «Государственный реестр средств защиты

растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» с нормой расхода 0,5 л/т однократно во время закладки корнеплодов на хранение (или двукратно при уборке и во время закладки на хранение – по 0,5 л/т) при норме расхода рабочей жидкости 3 л/т. Внедрение завершенных разработок по применению Биопестицида «Бетапротектин», ж. против кагатной гнили корнеплодов сахарной свеклы проведено на ОАО «Городейский сахарный комбинат». Биопестицидом было обработано 700 тонн корнеплодов. Биологическая эффективность Биопестицида «Бетапротектин», ж. составила 14,9%, хозяйственная – 8,2%. Сахаристость корнеплодов была на уровне 16,17 - 16,65%, в варианте без обработки – 15,03 - 16,15%. В варианте с применением биопрепарата в корнеплодах отмечена тенденция уменьшения содержания калия, натрия и α -аминного азота.

Обработка корнеплодов сахарной свеклы изучаемым препаратом является экономически целесообразным приемом. В условиях ОАО «Городейский сахарный комбинат» использование Биопестицида «Бетапротектин», ж. позволило получить дополнительный чистый доход около 10 долл. США/т корнеплодов в пересчете на конечную продукцию, что окупало затраты на защиту корнеплодов, в 3,3 раза.

Заключение. Таким образом возбудителями кагатной гнили сахарной свеклы в условиях Республики Беларусь являются грибы: *Alternaria tenuis*, *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phoma betae*, *Penicillium expansum*, *Fusarium* spp. Для установления потерь корнеплодов от кагатной гнили была разработана методика, основанная на определении коэффициента вредоносности. Вредоносность заболевания за годы проведения исследований в кагатах свеклоперерабатывающих предприятий составила 3,3 - 22,6% [10].

Разработана технология применения Биопестицида «Бетапротектин», ж. против кагатной гнили корнеплодов сахарной свеклы. Наиболее эффективным является опрыскивание корнеплодов биопрепаратом двукратно при уборке и во время закладки на хранение по 0,5 л/т при норме расхода рабочей жидкости 3 л/т корнеплодов. С целью повышения эффективности биопестицида необходимо подогревать его до 35°C и выдерживать данную экспозицию два часа перед обработкой корнеплодов. Биологическая эффективность препарата в производственных условиях достигает 51,3% при уровне хозяйственной эффективности 14,1%. Сахаристость корнеплодов в вариантах, где применяли биологический препарат, превышает на 0,2 - 2,2% этот показатель в контроле (без обработки). Разработано

приспособление, позволяющее равномерно наносить биофунгицид на поверхность корнеплодов при закладке в кагаты [11, 12].

Обработка Биопестицидом «Бетапротектин», ж. против кагатной гнили корнеплодов сахарной свеклы является экономически оправданным приемом. Опрыскивание корнеплодов биопрепаратом позволило окупить затраты, связанные с защитой, в 3,3 раза. [13].

ЛИТЕРАТУРА

1. Просвиряков, В. В. Распространенность и вредоносность кагатной гнили сахарной свеклы в Республике Беларусь / В. В. Просвиряков // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы : сб. науч. тр. : в 2 т. / Гродн. гос. аграр. ун-т ; под ред. В. К. Пестиса. – Гродно, 2007. – Т. 1 : Агрономия. Экономика. – С. 143-150.
2. Дудка, И.А. Методы экспериментальной микологии : справочник / И.А. Дудка [и др.] ; отв. ред. В.И. Билай. – Киев : Наук. думка, 1982. – 552 с.
3. Практикум по сельскохозяйственной фитопатологии : учеб. пособие / под ред. К. В. Попковой. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1988. – 335 с.
4. Приемка и хранение сахарной свеклы : Технологический регламент. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – 432 с.
5. Поляков, И. Я. Прогноз развития вредителей и болезней сельскохозяйственных культур (с практикумом) : учеб. пособие / И. Я. Поляков, М. П. Персов, В. А. Смирнов. – Л. : Колос, Ленингр. отд-ние, 1984. – 318 с.
6. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений ; ред.: С. В. Сорока [и др.]. – Минск : Белорус. наука, 2005. – 462 с.
7. Инструкция по химико-технологическому контролю и учету сахарного производства : утв. 27.07.81. – Киев : ВНИИСП, 1983. – 476 с.
8. Тарасенко, С. А. Физиология и биохимия растений : практикум : учеб. пособие / С. А. Тарасенко, Е. И. Дорошкевич. – Гродно, 2004. – 210 с.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Свиридов, А. В. Видовой состав возбудителей кагатной гнили корнеплодов сахарной свеклы / А. В. Свиридов, В. В. Просвиряков // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы : сб. науч. тр. : в 4 т. / Гродн. гос. аграр. ун-т ; под ред. В. К. Пестиса. – Гродно, 2006. – Т. 1 : Сельскохозяйственные науки (Агрономия). – С. 332-336.
11. Оценка эффективности технологии применения Бетапротектина против кагатной гнили сахарной свеклы / Ф. А. Попов, А. В. Свиридов, В. В. Просвиряков, Э. И. Коломиец, О. С. Кильчевская // Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии : материалы VII Междунар. конф. (Минск, 31 мая - 4 июня 2010 г.) / Ин-т микробиологии НАН Беларуси; под ред. Э. И. Коломиец, А. Г. Лобанка. – Минск, 2010. – С. 466-467.
12. Свиридов, А. В. Методические указания по оценке поражения корнеплодов сахарной свеклы кагатной гнилью при хранении : метод. указания / А. В. Свиридов, В. В. Просвиряков. – Гродно, 2009. – 10 с.
13. Просвиряков, В. В. Экономическая эффективность Биопестицида «Бетапротектин» в производственных условиях / В. В. Просвиряков, А. В. Свиридов, В. Н. Купцов // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты : тез. докл. IX Междунар. науч. конф. (Минск, 7-11 сент., 2015 г.). – Минск: Белорусская наука, 2015. – С. 108-110.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5

tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24,

fax: (498) 694-09-02

E-mail: vniif@vniif.ru

www.vniif.ru

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПАТОЛОГИИ СОВРЕМЕННЫМИ МАТЕМАТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

А.Г. Санников, С.Д. Захаров, Д.Б. Егоров, Д.В. Шваб

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет»
Минздрава России
г. Тюмень, Российская Федерация (Российская Федерация, 625000,
Тюменская область, г. Тюмень, ул. Одесская 54; E-mail:
Sannikov@72.ru).

Ключевые слова

Прогнозирование, патология, математическое моделирование, методы авторегрессии и скользящего среднего, ARIMA

Аннотация. *Работа посвящена применению методов прогнозирования временных рядов при изучении развития патологий в различных отраслях науки, в том числе социальной экологии. Показано, что методы авторегрессионных моделей скользящего среднего (ARIMA), совместно с обработкой сезонной и детерминированной компоненты применимы в данных условиях и дают хорошие прогнозы. Показана поэтапная методика расчета характеристик оптимальной математической модели, представлен алгоритм программной реализации. На примере анализа временного ряда совершения общественно опасных действий психически больных с умственной отсталостью продемонстрирована реализация и интерпретация прогноза. Предложенная методика и программный инструмент применимы для решения задач в области общей экологии, фитопатологии, ветеринарии. Перспективными исследованиями являются применение данных методик для анализа показателей популяции.*

PREDICTION OF PATHOLOGY DEVELOPMENT BY MODERN MATHEMATICAL METHODS

A.G. Sannikov, S.D. Zakharov, D.B. Egorov, D.V. Shvab

Tyumen State Medical University
Tyumen, Russian Federation (Russian Federation, 625000, Tyumen region,
Tyumen, st. Odessaya 54; E-mail: Sannikov@72.ru)

Abstract The work is devoted to the application of time series forecasting methods in studying the development of pathologies in various branches of science, including social ecology. It is shown that the methods of autoregressive moving average models (ARIMA), together with the processing of seasonal and deterministic components, are applicable under given conditions and give good predictions. A step-by-step methodology for calculating the characteristics of the optimal mathematical model is shown, an algorithm for software implementation is presented. Based on the analysis of the time series of committing socially dangerous actions of mentally ill people with mental retardation, the implementation and interpretation of the forecast is demonstrated. The proposed methodology and software tool is applicable for solving problems in the field of general ecology, phytopathology, veterinary medicine. Prospective studies are the application of these techniques for the analysis of population indices.

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Актуальность работы.

Современные методы математики создают предпосылки нового подхода к прогнозированию развития патологий. Данное утверждение справедливо для клинической медицины, ветеринарии, патологии растений [1]. Как правило, по всем видам патологических процессов накоплен большой объем данных, в том числе структурированных в базах и банках данных. Главным современным трендом является использование Big Data [5].

Агрегированные данные обычно представляют собой временные ряды. Решение задачи прогнозирования играет важнейшую роль в процессах как стратегического планирования, так и оперативного управления в различных сферах науки и техники.

Прогнозирование временного ряда (или реализации скалярного случайного процесса) является одной из распространенных форм постановки задачи прогнозирования.

Применение каких-либо из существующих в настоящее время математических моделей и методов прогнозирования временных рядов тесно связано со спецификой предметной области и классификацией прогнозируемого временного ряда.

Рассматриваемый в настоящей работе класс временных рядов является весьма распространенным, в частности, для предметных областей, в которых существенно влияние факторов, связанных со временем [2]. Примерами таких рядов являются: данные по развитию эпидемий, процессы заболевания сельскохозяйственных культур и множество других [6]. Таким образом, в силу наличия временных рядов

в самых разных сферах в принципе, решение задачи их прогнозирования является актуальной и важной задачей.

Существует несколько математических моделей и методов, специально разработанных для прогнозирования временных рядов, например, модель сезонного скользящего среднего (Холт и Винтерс, 1950-1960), сезонная модель ARIMA (в русском варианте АРПСС) (Бокс и Дженкинс, 1970), метод сингулярного спектрального анализа, а также ряд нейросетевых алгоритмов прогнозирования, в основном, получившим распространение с середины 90-х годов XX века [7].

Таким образом, актуальной является задача разработки метода прогнозирования временных рядов для увеличения эффективности прогнозирования, а также разработка и реализация формального алгоритма применения метода — для облегчения принятия решения не слишком квалифицированным пользователем.

Подход к анализу данных на основе методик АРПСС развивался с 1927 года, когда впервые была предложена авторегрессионная модель для описания временного ряда годовых чисел солнечных пятен. Были детально разработаны и обоснованы методы выбора оптимальных значений p , d , q , вычисления оптимальных значений параметров и проверки адекватности. Ручные теоретические расчетные процедуры при совершенствовании компьютеров уступали место компьютерным и корректировались.

Компьютерное моделирование эпидемий используется достаточно давно. Можно упомянуть такие программы, как EPIDEM, разработанные для диагностики ранних ожогов картофеля и помидоров в 1969 году.

Целью работы являлось повышение эффективности прогнозирования временных рядов с точки зрения критерия среднего квадрата ошибки.

Методы и результаты исследования

При изучении временных рядов первой естественной попыткой является применение регрессионного анализа. Его модели, особенно линейные, имеют хорошую интерпретацию и позволяют делать надежные выводы о развитии процессов. В случае, когда коэффициенты регрессии получаются значимые и уравнение в целом успешно проходит все тесты Стьюдента и Фишера, это является идеальным вариантом, так как результаты хорошо интерпретируются. К сожалению, оказалось, что требования, изложенные в теореме Гаусса-Маркова, далеко не всегда выполняются при работе с данными, полученными в естественных случаях. Как известно, для надежности выводов необходимо отсутствие автокорреляции,

гетероскедастичности, независимость ошибок, неплохо иметь нормальную распределенность ошибок и т.д. Данные далеко не всегда удовлетворяют этим требованиям. Разработка биометрических методов в течение XX века привела к усовершенствованию и уточнению многих алгоритмов обработки, особенно это связано с развитием вычислительной техники – в работу поступили алгоритмы, ранее недоступные из-за громадной вычислительной сложности. К таким методам относятся и методы обработки временных рядов в условиях авторегрессии и гетероскедастичности. Опыт показал, что, эти данные можно обрабатывать и старыми методами, но оценки параметров получаются смещенными и выводы некорректными.

Поэтому мы обратили внимание на ARIMA – методику (в русском варианте АРПСС). Методика построения ARIMA-модели по временному ряду. Общий подход был предложен Боксом и Дженкинсом. На первом этапе выбираем класс моделей для разработки. В данном случае это класс ARIMA (p,d,q)-моделей.

Второй этап — идентификация модели. Под идентификацией модели понимают определение подкласса моделей, наиболее подходящего для описания процесса, а именно, выбор конкретных значений величин p , d , q . Выбор подкласса осуществляется, главным образом, на основе анализа автокорреляционной (ACF) и частной автокорреляционной (PACF) функций. Опыт показывает, что редко используются модели, для которых хотя бы одна из величин d , q больше 2. Дело в том, что $d=1$ соответствует наличию линейного тренда, $d=2$ – параболического. Если линейный тренд легко объясняется (его присутствие и появление) и трактуется, то парабола уже говорит о том, что данные допустим, сначала растут потом убывают. Хотя это и характерно для развития эпидемий, но, находясь на стадии роста, можно их спрогнозировать и без максимума, например, при помощи логарифма. $d=3$ уже соответствует полиному третьей степени, что совсем трудно интерпретировать. Что касается q , то и в теории, и в практике, это влияние ошибок модели на будущие значения далее второго уровня обычно не распространяется.

Третий этап — оценивание параметров модели. Здесь применяются специальные численные процедуры.

Некоторыми сигналами по ACF являются (усматривается обычно на глаз): экспоненциальный спад - $p = 1$, $q = 0$; если она имеет большое значение при задержке, равной 1, и равна нулю для других значений, то следует использовать $p = 0$, $q = 1$ и т.д. Значения параметров вычисляются на основе принципа максимального правдоподобия,

который приводит в данном случае к нелинейному методу наименьших квадратов.

Четвертый этап — диагностическая проверка модели. На этом этапе выясняется, не имеет ли наблюдаемый ряд каких-либо свойств, противоречащих построенной модели. В данном случае используются критерии AIC, BIC, среднелинейное отклонение. Если диагностическая проверка показала, что модель не адекватна наблюдаемым данным, то, возможно, нужно вернуться к этапу оценивания и использовать другую численную процедуру. Но в работах Бокса Дж., Дженкинса Т., 1974 года показано, что процедура оценивания, применяемая для ARIMA-моделей, эффективно использует данные, поэтому более вероятно, что модель не верно идентифицирована (второй этап) и следует опробовать другие значения параметров p, d, q .

ARIMA-модели оказались достаточно эффективны для описания различных процессов. Они применялись и применяются в технике, метеорологии, экономике, социологии для решения задач прогнозирования и/или управления. Также они могут и должны быть применены в задачах прогнозирования развития патологий, как в медицине, так и в экологии, и в сельском хозяйстве. В настоящее время эти методы уже реализованы в прикладных программах с богатыми графическими возможностями, в частности, в системах SPSS, Statistica. Основным недостатком этих инструментов, кстати, весьма дорогих, является необходимость для пользователя ориентироваться в распечатках программ для принятия решения по выбору наиболее хорошей модели. Мы разработали инструмент, учитывающий основные модели, позволяющий принять решение на основе вышеизложенных критериев.

Прогнозирование на основе регрессионных моделей временных рядов.

Итак, пусть у нас есть временной ряд $X(t)$, $t = 1, \dots, T$.

Общая математическая модель может быть представлена в следующем виде:

$$X(t) = S(t) + T(t) + Y(t), \quad (1)$$

где $S(t)$ – сезонный компонент, $T(t)$ – тренд, $Y(t)$ – стохастическая составляющая.

Внимательно изучая его на графике, можно обнаружить так называемые выбросы - данные, которые выглядят сомнительно. Есть несколько способов обращения с выбросами: исключение, анализ возможной ошибки ввода; когда мы не хотим терять данные, можно применить сглаживание при помощи скользящих средних.

Сезонные компоненты естественно возникают в периодических процессах, например, у больных шизофренией количество обострений увеличивается в осенне-весенний период.

Во-первых, выявить наличие периодичности можно при помощи автокорреляционной функции; во-вторых, при известном периоде процесса есть технология вычисления сезонных компонент [8]. Во второй половине XX века эконометрика предложила изучать этот вопрос при помощи фиктивных переменных [4].

После нахождения сезонных компонент $S(t)$ производим их удаление из исходных данных. Получаем ряд $Z(t) = X(t) - S(t)$.

Изучим его на наличие тренда. Предусмотрены обычные тренды – линейный, квадратичный, логарифмический, степенной и экспоненциальный. При наличии тренда производится его идентификация, затем тренд $T(t)$ вычитается из текущих данных.

Получаем ряд $Y(t) = Z(t) - T(t)$.

Полученный остаток $Y(t)$ моделируем средствами ARIMA-моделей. Рассмотрим прогнозирование на основе модели $ARIMA(k, 0, m)$.

$$Y(t) = \alpha_1 Y(t-1) + \dots + \alpha_k Y(t-k) + \varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \beta_m \varepsilon_{t-m} \quad (2)$$

Пусть μ – математическое ожидание ряда $\mu = \sum Y(t)/T$.

Модель можно переписать в виде

$$Y(t) - \mu = \alpha_1 (Y(t-1) - \mu) + \dots + \alpha_k (Y(t-k) - \mu) + \varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \beta_m \varepsilon_{t-m} \quad (3)$$

Или, вынося μ за скобки,

$$Y(t) = \mu(1 - \alpha_1 - \dots - \alpha_k) + \alpha_1 Y(t-1) + \dots + \alpha_k Y(t-k) + \varepsilon_t - \beta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \beta_m \varepsilon_{t-m} \quad (4)$$

Оценка точечных прогнозов.

Подставляя вместо переменных $Y(T-r)$, ошибок ε_{t-r} и коэффициентов α_i, β_j соответствующие значения и оценки, на основании выражения (4) получаем

$$\hat{Y}(T+1) = (1 - \alpha_1 - \dots - \alpha_k) \bar{y} + \alpha_1 Y(T) + \alpha_2 Y(T-1) \dots + \alpha_k Y(T-k+1) - b_1 e_T - \dots - b_m e_{T-m+1} \quad (5)$$

где $\bar{y} = \frac{\sum Y(t)}{T}$ – оценка математического ожидания процесса $Y(t)$,

Прогнозное значение на s шагов вперед, где $s > m$ вычисляется без учета значений ошибок модели:

$$\hat{Y}(T+s) = M(Y(T+s)) = (1 - \alpha_1 - \dots - \alpha_k) \bar{y} + \alpha_1 \hat{Y}(T+s-1) + \alpha_2 Y(T) \dots + \alpha_k Y(T+s-k) \quad (6)$$

Легко видеть, что для моделей авторегрессии $AR(k)$ выражение (6) определяет прогнозное значение для периода упреждения любой глубины.

Что касается моделей скользящего среднего, ошибка учитывается только в прогнозе на один шаг вперед:

Для модели $MA(1)$ имеем $\hat{Y}(T+1) = \bar{y} - b_1 e_T$, все следующие прогнозы по этой модели рассчитываются по одной и той же формуле ($n = 2, 3 \dots$) $\hat{Y}(T+n) = \bar{y}$.

Отсюда следует, что разработка прогнозов стационарных процессов, описываемых $ARMA(k, m)$ моделями для любого момента упреждения s основана на достаточно несложной итеративной процедуре расчета последовательных прогнозных значений $\hat{Y}(T+1), \hat{Y}(T+2), \dots, \hat{Y}(T+n)$ по построенному варианту модели.

В заключение мы прогнозируем

$$\hat{X}(T+1) = T(T+1) + S(T+1) + \hat{Y}(T+1)$$

Учитывая тот факт, что при временной ряд состоит из трех основных составляющих, а именно, сезонная, трендовая и стохастическая, нами был разработан алгоритм для выбора прогностических математических моделей временных рядов развития патологии.

Алгоритм основан на общей прогностической математической модели (1). На первом шаге подготавливаются исходные данные. Строится график временного ряда, проводится его визуальная оценка, при необходимости сглаживают выброс. Вторым шагом выявляется сезонная компонента и его исключается из временного ряда. Третьим шагом производится качественное и количественное определение детерминирующей составляющей при ее наличии. На четвертом шаге алгоритма анализируется стохастическая составляющая методами $ARIMA$. На пятом шаге проводится качественная и количественная оценка характеристик математических моделей. Шестой шаг предназначен для оценки адекватности предлагаемых математических моделей временных рядов. Критериями выбора являлись такие показатели как минимальная сумма квадратов ошибок и байесовский информационный критерий (BIC) [3]. На седьмом шаге на основе оптимальной математической модели рассчитываются прогностические количественные показатели изучаемого временного процесса и интерпретируются результаты.

Как пример программной реализации данного алгоритма можно рассмотреть разработанную авторами автоматизированную информационную систему «Мониторинг общественно опасных действий психически больных». Программа представляет собой инструмент для социально-экологического прогнозирования количества преступлений, которые могут совершить определенные группы психически больных лиц.

Для примера были взяты амбулаторные судебно-психиатрические экспертизы, проводимые в Тюменской области в период с января 2010 по декабрь 2016 года над лицами в возрасте от 0 до 39 лет с клиническим диагнозом «Умственная отсталость» (шифр по МКБ-10 – F70-F79), совершившие преступления против собственности, жизни и здоровья.

По результатам анализа оптимальной математической моделью оказалась аддитивная модель, содержащая линейную трендовую и стохастическую (ARIMA 2,0,0) составляющие со следующими количественными характеристиками $T(t) = -0,037t + 44,885$

и $Y_t = 0,16Y_{t-1} + 0,001Y_{t-2} + 0,09$ соответственно.

При интерпретации полученного прогноза необходимо отметить, что количество определенных видов преступлений, совершенных умственно отсталыми лицами в возрасте до 40 лет, снижается на территории Тюменской области. Характер данного снижения можно оценить по детерминирующему коэффициенту (-0,037), как постепенное с довольно низкой интенсивностью. Степень зависимости от предыдущих показателей незначительна: 0,16 коэффициент ошибки для предыдущего наблюдения и 0,001 коэффициент ошибки для наблюдения с шагом -2.

Для принятия практического решения на основе прогноза необходимо учитывать, что данные рассчитывались с учетом предположения о наличие определенной закономерности и незначительном изменении совокупности факторов, влияющих на процесс. При отсутствии внешних значительных влияний на данные факторы прогноз может применяться в практической деятельности.

Краткие выводы

Таким образом, на примере исследования показателей экологического мониторинга получены результаты, позволившие прогнозировать с высокой степенью достоверности определенные классы общественно опасных действий психически больных с умственной отсталостью. Предложенная методика и программный инструмент могут быть применены для решения задач в области общей экологии, фитопатологии, ветеринарии, где необходимо иметь надежный прогноз поведения того или иного количественного показателя. Перспективными исследованиями является применение данных методик для анализа показателей популяции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Agrios, George N. Plant pathology / George Agrios. – 5th ed. – Elsevier Academic Press, 2005. – 316 P.
2. Hamilton J. Time Series Analysis / J. Hamilton. – Princeton, 1994. – 407 P.
3. Verbeek M. A Guide to Modern Econometrics. Wiley, 2008.
4. В.П. Тихомиров, Н.П. Дорохина. Эконометрика. М.: Дело, 2003.

5. Майер-Шенберг В., Кукьер К. Big Data: A Revolution that Will Transform How We Live, Work, and Think/ пер. с англ. Гайдюк И.. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013.
6. Ризниченко Г.Ю. Математические модели в биофизике и экологии. – Москва-Ижевск, институт компьютерных исследований, 2003. 184 С.
7. С. Гланц. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. — М., Практика, 1998. — 459 с.
8. Эддоуз, Стэнсфилд. Теория принятия решений. М. ЮНИТИ, 1997.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5
tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24,
fax: (498) 694-09-02
E-mail: vniif@vniif.ru

www.vniif.ru

ПОРТРЕТНЫЙ МЕТОД КАК ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАТОЛОГИИ

Санников А.Г., Скудных А.С., Немков А.Г., Ястремский А.П., Захаров С.Д., Жмуров В.А., Осколков С.А., Шваб С.М.

ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, г. Тюмень, ул. Одесская, 54, тел. - 8 (3452) 20-21-97, E-mail - tgmu@tyumsmu.ru
ФГБОУ ВО Тюменский государственный университет, г. Тюмень, ул. Володарского, 6, тел. – 8 (3452) 208359, t-mail – common@utmn.ru

Ключевые слова: автоматизация диагностики, экспертные системы, система поддержки принятия решения, общая патология

Аннотация: Экспертная система – эффективное средство автоматизированной диагностики заболеваний. Среди различных технологий разработки экспертных систем наименее изученным является портретный метод, первоначально предложенный Е.В. Гублером. Авторами давно и успешно используется портретный метод для формализации медицинской информации при создании экспертных систем для диагностики и дифференциальной диагностики заболеваний. При формировании базы знаний используются клинко-логический, экспертный и клинко-экспертный подход в составлении портрета заболевания. Данная статья посвящена описанию методики применения портретного метода при разработке экспертных систем. Рассмотрены особенности формирования базы знаний и алгоритма работы решателя.

В условиях современного мира остро встает проблема различной патологии среди живых организмов. Болеют растения, животные, люди. При этом зачастую болезни одних являются следствием болезни других. По разным данным, только у возбудителей заболеваний растений, за последние десятки лет расширился ареал обитания, увеличилась численность, вредоносность, но самое главное проявились новые второстепенные виды [4]. Поэтому мы считаем, крайне важно определять патологию не только на более ранних этапах её развития, а также прогнозировать её наступление. В такой диагностике могут помочь различные информационные технологии, в том числе и экспертные системы как представители программ поддержки принятия решения. Экспертные системы - универсальный инструмент для сохранения и передачи опыта специалистов в своей предметной области. Основные цели использования экспертных систем это:

интерпретации результатов исследования, диагностика, мониторинг, прогнозирование и управление. Основной эффект применения таких программных продуктов заключается в использовании различных математических методов, повышающих эффективность диагностического процесса, и как следствие, установления возможной патологии [1, 2]. Строится они могут на различных подходах, начиная от байесового подхода, заканчивая ныне популярными нейронными сетями.

Процесс разработки экспертных систем включает в себя 6 этапов: идентификацию, концептуализацию, формализацию, выполнение, тестирование и опытную эксплуатацию. На этапе “идентификации” определяются задачи, подлежащие решению, цели разработки и определяются эксперты и типы пользователей. Этап “концептуализации” включает в себя детальный анализ предметной области, выделяются основные понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач. На этапе “формализации” выбираются программные средства разработки и определяются способы представления всех видов знаний, а также формализуются основные понятия. Следующий этап “выполнение” представляет собой формирование базы знаний экспертной системы, этот процесс разделяют на три ступени. Первая - извлечение знаний эксперта, вторая - организация знаний, обеспечивающая эффективную работу системы и третья - представление знаний в виде, понятном для экспертной системы. Этот этап является наиболее трудоемким и крайне важным. Процесс приобретения знаний осуществляется инженером по знаниям, на основе анализа деятельности экспертов по решению реальных задач. Этап “тестирования” включает в себя проверку экспертной системы, экспертом и инженером по знаниям с использованием различных диалоговых и объяснительных средств на компетентность. Проверка на пригодность экспертной системы для конечных пользователей определяется на заключительном этапе “опытной эксплуатации”. По результатам этого этапа возможна существенная доработка экспертной системы.

Разрабатывать такие системы мы предлагаем с использованием портретного метода определения патологии. Использование данного метода при создании экспертных систем нами видится одним из перспективных, так как позволяет структурировать и формализовать знания экспертов в области диагностики патологии [3,5]. Так в описании патологии растений можно использовать не только признаки внешнего вида, но и химические признаки, связанные с состоянием почвы растения. Есть несколько подходов к описанию предметной

области. Можно использовать контент-анализ, экспертный подход и комбинированный - контент-анализ с экспертным методом.

Используя только контент-анализ, мы самостоятельно формализуем предметную область. Так, на начальном этапе нами набирается информация, описывающая все признаки патологии, для этого используем различные научные источники, такие как: научные журналы, учебники и учебные пособия, монографии, методические указания и т.д. Из них выписываются все признаки, характерные для данной патологии, начиная с внешних проявлений таких как цвет, форма, размер и т.д., и заканчивая признаками, выявляемыми при помощи различных лабораторных и прочих методов исследования. Далее определяем среди всех признаков патологии какие являются специфичными, типичными или не специфичными, опираясь на то, каким образом тот или иной признак упоминается в источниках информации.

В экспертном методе основная задача по описанию предметной области возложена целиком на эксперта. Мы только ставим перед ним задачу, а он самостоятельно описывает алгоритм её решения, а также дает пояснение своим действиям на каждом этапе решения. Эксперт сам определяет, какими понятиями описывается предметная область, как эти понятия связаны друг с другом, и какие из них являются наиболее важными, а какие являются второстепенными и т.д..

Третий подход - это комбинированный где мы используем контент-анализ совместно с экспертным методом. Здесь мы, как и в первом случае, на начальном этапе набираем информацию, описывающую патологию, а затем передаем её эксперту. Дальше он выбирает те понятия и признаки, по его мнению, которыми описывается предметная область. Полученную выборку признаков группирует, выделяя из них специфичные, типичные и неспецифичные. Каждой группе присваивается свой коэффициент значимости. Например, для специфичных признаков оно может быть равно 5, для типичных 3, а для не специфичных 1 для одного эксперта. Если у нас несколько экспертов, то те признаки, оценка которых будет у них различаться, получают промежуточные значения, в нашем примере 2 и 4. После этого формируется портрет патологии, представленный набором признаков с количественной оценкой их веса.

Еще одним способом формализации предметной области является статистический метод. Используя его, мы на начальном этапе из большого массива информации, описывающего реальные проявления патологии, выделяем те признаки, которыми характеризуется данная патология. Далее они ранжируются по степени или частоте проявления

с помощью методов описательной и сравнительной статистики, тем самым формируя портрет патологии, содержащий признаки, сгруппированных по частоте встречаемости, начиная от самых частых заканчивая теми, которые встречаются крайне редко.

Программирование решателя и редактора базы знаний можно осуществлять при помощи различных инструментальных средств и языков программирования. При этом алгоритм работы решателя заключается в сравнении заложенного в базу знаний портрета патологии с конкретным патологическим случаем, данные по которому в систему вводит пользователь (врач, ветеринар, фитопатолог). Алгоритм примера решателя представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Пример блок-схемы работы решателя

Итогом сравнения является заключение экспертной системы, включающее две основных позиции: 1) набор наиболее вероятных при данном комплексе признаков состояний; 2) степень совпадения с портретом патологии.

Пояснение решение экспертной системы может выдаваться в виде профиля совпадения с портретом патологии, стандарта диагностики, внешнего вида больного или пораженных растений. Для этого экспертная система должна комплектоваться информационно-справочной системой, включающей в себя различные стандарты оказания медицинской помощи, стандарты ведения больных и т.д. Расширение экспертной системы, использующей портретный метод, возможно за счёт интеграции дополнительных баз данных, включающих сведения о тактике и методах лечения, возможном применении лекарственных препаратов. Так, нами в свое время были созданы такие базы данных как фармакологический справочник, содержащий описание лекарственных препаратов и примеры написания рецептов для них, а также справочник взаимодействия лекарственных веществ, справочник «Фитотерапия» включающая описание лекарственных растений, разрешенных к применению на территории Российской Федерации.

Говоря об эффективности экспертных систем, построенных на портретном методе мы можем отметить их применимость в диагностике различной патологии людей. Ранее нами была создана и апробирована в клинике экспертная система “Нефрология”, диагностирующая основные поражения почек у взрослых. На примере 756 клинических случаев, выявленных на амбулаторно-поликлиническом приеме совместно с врачами-нефрологами и терапевтами, а также 348 клинических случаев в условиях приемного отделения и стационара, данная система показала диагностическую компетентность по выявлению заложенной в её базу знаний патологии. При этом среднее соответствие реального клинического случая заложенному в базу знаний портрету заболевания составило $86,4 \pm 2\%$.

Подобный подход нами был использован при создании экспертной системы в неврологии для автоматизации дифференциальной диагностики черепно-мозговой травмы. Для этого, проанализировав 726 клинических случаев, мы ранжировали критерии, определяя шанс наступления события и его относительной частоты. Соотношение вероятности наступления события к тому что оно не произойдет определялось как шанс, а частота рассчитывалась как отношение числа наступления события к общему числу испытаний [6]. Полученные данные сформировали сводную таблицу с описанием признака и его

появления. Пример критерия дифференциальной диагностики ушибов головного мозга (УГМ) и ишемического инсульта (ИИ) у пациентов детского возраста представлены в таблице 1.

Таблица 1. Распределение критериев в зависимости от разности их относительных величин в группах УГМ и ИИ у детей

Признак	Относит частота		
	ИИ	УГМ	R ¹
Гемипарез умеренный или грубый	92,5	0	92,5
Отсутствие изменений на КТ	83,3	4,1	79,2
Парезы конечностей центральные	92,5	17,4	75,1
КТ гиподенсивный очаг	15	0	15
Центральный парез лицевого нерва	10	0	10
Кома	0	1,65	1,65
Сопор	0	2,48	2,48
Оглушение	0	4,96	4,96

¹ Разность относительных величин

Используя эти таблицы экспертным методом были выделены наиболее значимые критерии из числа статистически обоснованных, и для каждого из них было определено значение относительной частоты в соответствующей выборке. На основе этих данных была создана программа дифференциальной диагностики черепно-мозговой травмы и иной патологии.

Также у нас имеется опыт сравнения различных подходов к формированию предметной области при построении экспертной системы. Так, нами были проверены различные подходы к формированию базы знаний и работе решателя, на заболеваниях лор-органов (глотка), при этом использовался единый набор формализованных признаков патологии по итогам анализа 476 случаев заболеваний. Сравнивались байесов подход, портретный метод и нейронная сеть. При оценке эффективности экспертная система, основанная на байесовом подходе, давала ошибку определения патологии в 21-38% испытаний, экспертная система, основанная на портретном методе – в 6-8% случаев, а нейронная сеть, -в среднем 5% ошибочных диагнозов на 476 клинических случаях. Учитывая полученные результаты, можно заключить, что портретный метод формирования базы знаний экспертных систем практически не уступает нейронным сетям.

Подводя итог, мы хотим отметить, что использование портретного метода оценки признаков проявления патологии и формирования предметной области при создании экспертных систем видится одним из наиболее перспективных. Это связано с тем что он опирается на эмпирические знания эксперта, крайне эффективен при анализе больших объемов данных. Позволяет в случае адекватной оценки веса признаков патологии проводить не только диагностику, но и дифференциальную диагностику внесённых заболеваний. Практическая апробация экспертных систем на основе портретного метода, демонстрирует высокую эффективность, независимо от предметной области. Данный подход, при проектировании и программировании таких систем не требователен к высокой квалификации специалистов, не считая экспертов предметной области. В тоже время остается открытым вопрос о сравнении эффективности портретного метода и нейронной сети как средств проектирования систем искусственного интеллекта для распознавания патологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гублер, Е. В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов / Е. В. Гублер - Л.: Медицина, 1978. – 321 с.
2. Гублер, Е. В. Информатика в патологии, клинической медицине и педиатрии / Е.В. Гублер - Л.: Медицина, 1990. – 176 с.
3. Кобринский, Б. А. Медицинская информатика / Б. А. Кобринский, Т. В. Зарубина. - Москва, 1995. – 181 с.
4. Коваленков В.Г. Усложняющаяся фитосанитарная ситуация требует новых решений / В.Г. Коваленков // Защита и карантин растений – 2010. №7 – с. 4-7.
5. Килюковский, В. В. Компьютерные медицинские консультативные системы, основанные на представлении знаний эксперта в виде семантической сети / В. В. Килюковский, С. П. Олимпиева, Вл. В. Килюковский // Медицинский научный и учебно-методический журнал. – 2001. - № 2. – с. 17-27.
6. Реброва, О. Ю. Математические алгоритмы и экспертные системы в дифференциальной диагностике инсультов: автореф. дис... доктора мед. наук / О. Ю. Реброва. - Москва, 2003. - 45 с.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5
tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24, fax: (498) 694-09-02
E-mail: vniif@vniif.ru
www.vniif.ru

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАСЛА СЛИВОЧНОГО «ПОЛЕЗНЫЙ ЗАВТРАК» С АНТИОКСИДАНТНЫМИ СВОЙСТВАМИ IN VIVO

А.П. Симоненкова¹, А.О. Соловьева², М.В. Яркина², А.В. Мамаев²

¹ «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
г. Орел, Российская Федерация (Российская Федерация, 302026, г.
Орел, ул. Комсомольская, 95; e-mail: Simonenkova1@mail.ru)

² «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»
г. Орел, Российская Федерация (Российская Федерация, 302020, г.
Орел, ул. Генерала Родина, 69)

Ключевые слова: масло сливочное, антиоксиданты природного происхождения, безопасность питания.

Аннотация: Современный рынок пищевых продуктов увеличился за счет появления товаров с заданными свойствами, длительным сроком хранения, обладающих функциональными свойствами необходимыми для нормальной жизнедеятельности организма человека. Создание продуктов нового поколения невозможно без использования ингредиентов, обладающих функциональными свойствами. Особое внимание при этом следует уделять качеству нового продукта и его безопасности для потребителя. Для молочных продуктов одним из важнейших показателей качества является их безопасность, которая зависит от окружающей среды, технологии производства, используемого сырья. В статье приведены результаты оценки качества масла сливочного «Полезный завтрак» с антиоксидантными свойствами in vivo. Проведена оценка возможной токсичности и аллергенности масла сливочного в эксперименте на белых лабораторных мышах, показавшая отсутствие изменений в органах и тканях контрольных и опытных групп.

QUALITY ASSESSMENT OF BUTTER "HEALTHY BREAKFAST" WITH ANTIOXIDANT PROPERTIES IN VIVO

A. P. Simonenkova¹, A.O. Solovyova², M.V. Yarkina², A.V. Mamaev²

¹"Orel state University named after I. S. Turgenev"

Orel, Russian Federation (Russian Federation, 302026, Orel,
Komsomolskaya St., 95; e-mail: Simonenkova1@mail.ru)

²"Orel state agrarian University named after N. In. Parahina"
Orel, Russian Federation (Russian Federation, 302020, Orel, Generala
Rodina, 69)

Key words: *butter, antioxidants of natural origin, food safety.*

Summary: *The modern market of food products increased due to the appearance of products with desired properties, long shelf life, with functional properties necessary for normal functioning of the human body. The creation of new generation products is impossible without the use of ingredients with functional properties. Special attention should be paid to the quality of the new product and its safety for the consumer. For dairy products one of the most important indicators of quality is their safety, which depends on the environment, production technologies, of raw materials used. The article presents the results of the evaluation of the quality of butter "Healthy breakfast" with antioxidant properties in vivo. Assessment of possible toxicity and allergenicity of butter in experiments on white laboratory mice, which showed no changes in the organs and tissues of control and experimental groups.*

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Современный потребительский рынок пищевых продуктов увеличился за счет появления товаров с заданными свойствами, длительным сроком хранения, низким содержанием жира, обладающих функциональными свойствами необходимыми для нормальной жизнедеятельности организма человека. Создание продуктов нового поколения невозможно без использования пищевых добавок, обладающих различными функциональными свойствами. При этом допускается использовать только функциональные классы пищевых добавок, в качестве технологически обоснованных для производства тех или иных продуктов питания. Особое внимание при этом следует уделять качеству нового продукта и его безопасности для потребителя. Согласно Техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) безопасность пищевой продукции – состояние пищевой продукции, свидетельствующее об отсутствии недопустимого риска, связанного с вредным воздействием на человека и будущие поколения. Однако в настоящее время уровень соответствия пищевых продуктов

обязательным требованиям продолжает вызывать претензии потребителей.

В перечень востребованных молочных продуктов питания можно отнести масло сливочное – продукт с высокой пищевой, энергетической и физиологической ценностью, что и определяет положительную динамику роста этого сегмента на рынке. Норма потребления масла сливочного для удовлетворения суточной физиологической потребности согласно рекомендациям института питания РАМН составляет от 10 до 30 г в сутки, в зависимости от возрастных категорий. Приоритетным фактором, оказывающим влияние на качество масла сливочного, выступает качество исходного сырья, которое, прежде всего, определяется содержанием жира и его жирнокислотным показателем. Для производства масла сливочного хорошего качества целесообразно использовать молоко с повышенным содержанием жира, что позволит не только увеличить степень его использования, но и сократить расход молока-сырья на выработку продукта. При этом следует учитывать, что молочный жир с одной стороны обеспечивает высокие потребительские характеристики масла сливочного, а с другой – как один из наиболее лабильных компонентов молочных продуктов лимитирующий их срок хранения, подвержен различным видам порчи, которые проявляются под влиянием целого ряда специфических факторов (кислород воздуха, высокая температура, свет, ионы тяжелых металлов). В основном порче подвергаются ненасыщенные жирные кислоты, а в большей степени полиненасыщенные, что снижает количество жирорастворимых витаминов, при этом в продукте могут накапливаться токсичные вещества. К распространенным видам порчи молочного жира относятся: полимеризация (образование трехмерных цепей молекул жира под воздействием повышенных температур); гидролиз (расщепление триацилглицеринов на глицерин и жирные кислоты, под действием липазы); автоокисление (окисление ненасыщенных жирных кислот, под влиянием кислорода и/или собственных ферментов). В этом аспекте наибольшую актуальность приобретают вопросы улучшения потребительских характеристик масла сливочного при одновременном увеличении его сроков хранения, которые могут быть решены разработкой технологии пищевых продуктов нового поколения с использованием биологически активных добавок, содержащих комплекс физиологически функциональных ингредиентов, выполняющих разнообразные технологические функции. Особое место среди этих веществ занимают антиоксиданты – спектр действия, которых направлен на замедление процесса окисления путем взаимодействия с кислородом воздуха, прерывая реакцию

окисления или разрушая уже образовавшиеся перекиси. Поисками безопасных антиоксидантов, разрушающих углеводородные связи, начали заниматься еще в 20 годах прошлого столетия химики-органики Дюфресс и Мур.

В России и Европейском Союзе, применение антиоксидантов в продуктах строго регламентировано. В настоящее время в молочно-жировой промышленности традиционно в качестве антиокислителей применяют в основном синтетические антиоксиданты – пропилловый и додециловый эфиры галловой кислоты, бутилоксианизол и бутилгидрокситолуол, лимонная кислота и ее соли и др.

Нами теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность использования в технологии масла сливочного антиоксидантного комплекса природного происхождения (экстракт бересты и «Aloe Vera») в количествах $(0,3 : 0,8) \cdot 10^{-3}$ на 1 г жировой составляющей сливок, позволяющего увеличить сроки хранения готового продукта и получить продукт с традиционными потребительскими характеристиками. При этом следует учитывать, что включение комплекса природных антиоксидантов в технологический цикл производства масла сливочного потребует от производителей проведения дополнительных исследований, подтверждающих безопасность новых технологических решений.

Цель работы. На основании вышесказанного, целью настоящих исследований послужило изучение безопасности и оценка качества разработанного масла сливочного с комплексом природных антиоксидантов.

Материал и методика исследований. Для исследования возможной токсичности и аллергенности разработанного масла сливочного с антиоксидантными свойствами «Полезный завтрак» проводились доклинические исследования на белых половозрелых лабораторных мышах линии/сток CD - 1 обоего пола массой 21-37 граммов. Лабораторные исследования проводили в Инновационном научно-исследовательском испытательном центре Орловского государственного аграрного университета имени Н.В. Парахина». Эксперименты на животных проводились в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР от 12.08.1977г. №755). Весовые коэффициенты органов определяли по методике предложенной В.Н. Тугариновой, Г.А. Савоницовой. Балльную оценку волосяного покрова образцов шкур лабораторных животных проводили в соответствии с ОСТ 10 10-86

«Сельскохозяйственные животные. Пушные звери клеточного разведения. Зоотехнические требования при бонитировке (оценке)».

Для эксперимента методом пар-аналогов было сформировано 3 группы животных по 5 особей, внешне здоровых и активных, имевших гладкий густой шерстный покров, глаза ярко-красного цвета. Лабораторные животные были вовлечены в эксперимент одновременно, что исключало влияния внешних (микроклимат) и иных факторов на физиологическое состояние мышей. Масло сливочное давали животным перорально, в одно время, ежедневно в дополнение к основному рациону из расчета 0,14 г на 1 кг живой массы в сутки в соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 2 августа 2010 г. N 593н «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания».

Вода соответствовала требованиям СанПиН 2.1.4.10749-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды». Продолжительность эксперимента составила 14 суток. По истечении срока эксперимента мышей взвешивали, препарировали, внутренние органы, кровь и шкуры подвергали дальнейшим исследованиям. Матрица эксперимента представлена в таблице 1.

Таблица 1. Матрица эксперимента на животных

Группа животных	Рацион кормления	Количество масла сливочного, г в сутки	
		«Любительское» (массовая доля жира 80 %)	«Полезный завтрак» (массовая доля жира 80 %)
1-ая группа (контрольная)	обычный, доступ к воде и корму без ограничения	—	—
2-ая группа	обычный, доступ к воде и корму без ограничения	0,07052	—
3-ья группа	обычный, доступ к воде и корму без ограничения	—	0,07353

Результаты исследований и их обсуждение. Из литературных источников известно, что при отравлении организма токсичными продуктами питания, прежде всего, повреждается печень и почки, снижается активность поведения, появляются судороги и наступает потеря сознания. У мышей наблюдаются заметные изменения внешнего вида (потускнение и уменьшение шерстного покрова), заторможенность поведенческих реакций.

В результате наблюдений все группы подопытных животных были одинаково активны, не отличались по потреблению корма и воды, поведение их было адекватным, сохранность – 100 %.

При исследовании волосяного покрова определяли длину волос, их направление, блеск, прочность, удержание в коже, эластичность. При первичном осмотре всех образцов шкурки выраженных алопеций и гипотрихоза обнаружено не было (таблица 2).

Таблица 2. Результаты анализа волосяного покрова подопытных животных

Группа животных	Характеристика волосяного покрова
1-ая группа (контрольная)	Шерсть короткая, гладкая, грубоватая, хорошо и плотно прилегающая, густота и блеск не выражены, много остевых волос, подшерсток на корпусе отсутствует, пышность шерсти низкая
2-ая группа	Шерсть короткая, мягкая, хорошо прилегающая, шелковистая, много остевых волос, подшерсток на корпусе слабо выражен, густота средняя, густота и блеск не выражены, малопышная
3-ья группа	Шерсть короткая, гладкая, хорошо прилегающая, блестящая, шелковистая, густая, волосяной покров представлен большим количеством прямых и прочных остевых волос, подшерсток на корпусе хорошо выражен, малопышная

Балльная оценка волосяного покрова образцов шкурки лабораторных животных приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Балльная оценка волосяного покрова образцов шкурки лабораторных животных, ($M \pm m$), $n=5$

Показатель	Результаты оценки, в баллах		
	1-ая группа (контроль)	2-ая группа	3-ья группа

Густота	2	3	5
Толщина	3	3	4
Равномерность	3	3	5
Прилегание	3	3	5
Подшерсток	0	3	5
Блеск	2	2	5
прочность	3	3	3
Пышность	низкая	малопышная	малопышная
Жесткость/ Мягкость	грубоватая	мягкая	шелковистая
Высота шерсти, см	0,70±0,04	0,85±0,03*	0,95±0,01**
Итого средний балл:	2,29	2,86	4,57

Различия статистически достоверны * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$.

Таким образом, можно заключить, что волосяной покров животных при добавлении в их рацион масла сливочного «Полезный завтрак» стал более прилегающим, шелковистым, блестящим и густым по сравнению со шкурами контрольной и 2-ой группы. Также в 3-ей группе отмечены наиболее длинные остевые волосы и наличие хорошо выраженного подшерстка. Произошло увеличение количества волосяных фолликулов, вероятно, за счет активации рецепторов фактора роста волос гликосфинголипидами, увеличилась продолжительность активного деления продуктивных клеток в фолликулах.

Исследования элементного состава шкур подопытных животных приведены на рисунке 1.

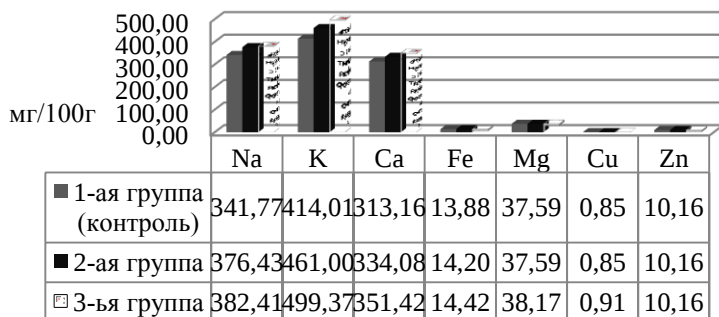


Рисунок 1. Элементный состав шкур подопытных животных

Анализ результатов исследования показал, что в сравнении с контрольной группой в шкурах подопытных животных 2-ой и 3-ей групп произошло накопление макро- и микроэлементов, за счет их поступления в организм в виде органической формы. Так, содержание натрия увеличилось на 10,14 % и 11,89 %, калия – 11,34 % и 20,62 %, кальция – 6,68 % и 12,22 %, железа – 2,31 % и 7,77 %, соответственно. В шкуре животных 2-ой группы количество магния и меди не изменилось по сравнению с контрольной, а в 3-ей возросло на 1,54 % и 7,06 %, соответственно. Содержание цинка осталось без изменений. Полученные экспериментальные данные подтвердили известный факт о том, что при стрессах и нарушении работы поджелудочной железы происходят ускоренные выделения организмом магния, марганца и цинка через (желудочно-кишечный тракт) мочевыделительные пути.

После проведения аутопсии определяли размеры, цвет, а также массу внутренних органов подопытных и контрольных мышей (таблица 4).

Таблица 4 – Весовые коэффициенты органов подопытных мышей

Группа подопытных животных	Весовые коэффициенты органов*				
	сердце	почки	печень	желудок	селезенка
1-ая (контрольная)	0,003	0,019	0,053	0,028	0,006
2-ая	0,010	0,014	0,067	0,035	0,007
3-ья	0,007	0,014	0,062	0,048	0,007

*Весовой коэффициент органов (ВКО) определяет отношение веса органа в граммах к весу тела животного в граммах.

Из данных таблицы 4 видно, что весовые коэффициенты органов подопытных животных незначительно больше по сравнению с контрольной группой. Во 2-ой и 3-ей группе животных ВКО сердца больше на 0,007 и 0,004, селезенки – 0,001, печени – 0,014 и 0,009, желудка – 0,007 и 0,02, соответственно, по сравнению с контрольной группой. ВКО почек меньше для 2-ой и 3-ей подопытных групп на 0,005.

С целью проведения более глубоких и адекватных исследований по изучению возможной токсичности и аллергенности масла сливочного «Полезный завтрак» были проведены гистологические исследования внутренних органов, фиксированных в формалине и биохимический анализ крови, которые полностью подтвердили безопасность

использования комплекса антиоксидантов природного происхождения в технологии масла сливочного «Полезный завтрак».

Заключение. На основании проведенных исследований, можно сделать вывод, что использование в структуре питания сливочного масла с комплексами природных антиоксидантов, произведенных по ТУ 9221-001-05013607-2013 и ТУ 9222-002-05013607-2013, является безопасным для потребителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абросимова, С.В. Упаковка как инструмент в обеспечении качества и безопасности молочной продукции / С.В. Абросимова // Переработка молока. – 2013. – №1. – С. 14-16.
2. Вышемирский, Ф.А. Выбор и теоретическое обоснование температурных режимов хранения сливочного масла / Ф.А. Вышемирский, Е.Ф. Канева, Е.Ю. Гордеева, К.В. Вышемирская // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – №2. – С. 12-15.
3. Гордеева, Е.Ю. Качество и хранимоспособность сливочного масла и спредов / Е.Ю. Гордеева, Н.В. Иванова // Сыроделие и маслоделие. – 2007. – № 1. – С. 7-8.
4. Кодекс Алиментариус. Молоко и молочные продукты / Пер. с англ. – М.: Издательство «Весь Мир», 2007. – 118 с.
5. Куприна, А.О. Масло сливочное с антиоксидантным комплексом “Aloe vera” и береста «Полезный завтрак» / А.О. Куприна, А.В. Мамаев, А.П. Симоненкова // Журнал «Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов». – 2013. – №5. – С.49 – 55.
6. Соловьева, А.О. Использование сухих экстрактов «Aloe Vera» и бересты в производстве масла сливочного / А.О. Соловьева, А.П. Симоненкова // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Создание национальной системы управления качеством пищевой продукции: Сборник научных трудов Международной научно – практической конференции / РГАУ - МСХА им К.А. Тимирязева (23 ноября 2016 г.). – Москва, 2016. – С. 411-415.
7. Топникова, Е.В. Основные факторы обеспечения качества продуктов маслоделия / Е.В. Топникова // Переработка молока. – 2013. – №2. – С. 24 – 28.
8. О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных / Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных (приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР от 12.08.1977г. №755. – 5 с.
9. Ellen, L.M. Tearing of light approach to better / L.M. Ellen // Dairy Foods. – 1988. – № 89. P. 6.
10. Lang, F., Lang A. New developments in butter and uses of butter fat. – The Milk Industries. – 1977. – №1. – Vol. 79. – p. 4-5, 9
11. Pitts, E. The European market for dairy ingredients. J. Soc. Dairy Technol. - 1995. – 48. – № 3. – p. 70-86.

**УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И
ЭЛЕМЕНТНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СОРТОВ
CALENDULA OFFICINALIS L., ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ
ТЕХНОГЕННОЙ ЭМИССИЕЙ МЕГАПОЛИСА**

Ф.М. Хазиева, С.И. Цыганок, Н.Ю. Свистунова

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
лекарственных и ароматических растений
117216, Российская Федерация, г. Москва, ул. Грина, 7 e-mail:
vilar.6@yandex.ru

Ключевые слова: урожайность, экстрактивные вещества, сумма флавоноидов, элементный химический состав растений, ноготки лекарственные, сорт, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой.

Аннотация. Определена урожайность и качественные показатели лекарственного сырья ноготков на содержание экстрактивных веществ, суммы флавоноидов лекарственных сортов Золотое море и Райский сад. Исследован элементный химический состав этих сортов. Установлено, что сырье изучаемых сортов соответствует требованиям нормативной документации по критерию экологической безопасности по таким элементам как As, Cu, Pb, Cd, Mn, Zn. Отмечены сортовые различия по элементному химическому составу изучаемых растений. Выявлено более высокое содержание макроэлементов в сырье у сорта «Золотое море» по таким элементам как натрий - в 1,5 раза, калий в 1,1 раза, по содержанию микроэлементов: алюминия выше в 2,3, бора в 1,9, железа в 1,4, по сравнению с сортом «Райский сад». В сырье сорта «Райский сад» наблюдается более высокое содержание таких элементов как калий, магний, кремний, стронций.

**YIELD, QUALITATIVE INDICATORS AND ELEMENTAL
CHEMICAL COMPOSITION OF CALENDULA OFFICINALIS L.
VARIETIES GROWN IN CONDITIONS OF TECHNOGENIC
EMIGRATION OF MEGAPOLIS**

F.M. Khazieva, S.I. Tsyganok, N.Y. Svistunova

Federal State Scientific Institution All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants
117216 Street. Green, 7. Moscow, Russia, e-mail: vilar.6@yandex.ru

Keywords: *Elemental chemical composition of plants, medicinal marigolds, variety, inductively coupled plasma mass spectrometry, inductively coupled plasma atomic emission spectrometry.*

Abstract.

The elemental chemical composition of marigold varieties of the «Golden Sea» and the «Garden of Eden» is studied. It is established that the raw materials of the studied varieties meet the requirements of the regulatory documentation for the environmental safety criterion for elements such as As, Cu, Pb, Cd, Mn, Zn. Variety differences in the elemental chemical composition of the studied plants were noted. The higher content of macronutrients in the raw materials of the Golden Sea variety was found in such elements as sodium - by 1.5 times, potassium by 1.1 times, by the content of microelements: aluminum is higher in 2.3, boron in 1.9, iron in 1, 4, compared with the «Garden of Eden». In the raw material of the «Garden of Eden», a higher content of such elements as potassium, magnesium, silicon, strontium is observed.

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Лекарственные растения (ЛР) имеют исключительное значение в поддержании высокого качества жизни человека и, несмотря на обширный ассортимент синтетических медицинских препаратов, в настоящее время ЛР прочно закрепились в реестре медицинских препаратов и на полках аптек России.

Ноготки лекарственные (*Calendula officinalis* L.) однолетнее травянистое растение, семейства Астровые (Asteraceae), которое является одним из важных видов лекарственных растений, широко возделываемых не только в России, но и во многих странах мира, как Германия, Великобритания, Нидерланды, США, Испании, Индии, Румыния, Франция.

Наиболее распространенными препаратами из ноготков лекарственных являются: настойка календулы (*Tinctura Calendulae*); настой цветков календулы (*Infusum florum Calendulae*); мазь "Календула" (*Unguentum Calendulae*); Калефлон (*Caleflonum*) и многие другие [1]. Ноготки лекарственные широко применяются в косметике, пищевой индустрии и фармакологии [2].

Для организации и интерпретации исследований по агроэкологии, агротехнике, селекции лекарственных и ароматических растений (ЛАР) на территории ботанического сада и экспериментального поля ФГБНУ ВИЛАР в условиях мегаполиса, важное значение имеет изучение элементного химического состава растения (ЭХСР). Это связано, прежде всего, с определением роли техногенного загрязнения при возделывании, селекционном процессе, качестве сырья ЛАР, процессе накопления биологически активных веществ в растениях [3].

Известно, что растения избирательно накапливают отдельные химические элементы [4]. Устойчивость к высокому уровню элементов питания и изменению ЭХСР контролируется генетически, зависит от биологических, видовых, и сортовых особенностей растений, природы химического элемента, факторов окружающей среды и реализуется через физиолого-биохимические механизмы. В настоящее время в литературных источниках практически отсутствуют сведения об изменчивости лекарственных растений по отношению к ЭХСР и ответным реакциям на их поступление в растение со стороны продукционного процесса. Вместе с тем, основываясь на работу Н.И. Вавилова (1935), можно предположить наличие естественного полиморфизма на всех уровнях организации высших растений: сорт, вид, род, семейство и т.д. по отношению к любым факторам [5]. Основанием такого предположения служат разнообразие типов физиолого-биохимических механизмов адаптации и генетическая детерминация адаптации.

В настоящее время получено еще не достаточно данных о ЭХСР в зависимости от видов и сортов ЛР. Выявление лекарственных культур и сортов, минимально накапливающих тяжелые металлы (ТМ) является одной из актуальных задач адаптивной (экологической) селекции [6, 7].

Цель работы: изучить сортовую реакцию ноготков лекарственных на ЭХСР в условиях агроэкосистем подверженных техногенной эмиссии мегаполиса.

Материал и методика исследований. Объектами исследования являлись измельченное высушенное ЛРС сортов Золотое море и Райский сад ноготков лекарственных, возделываемых на опытных полях ФГБНУ ВИЛАР.

Почва опытного участка ВИЛАР представлена средне-оподзоленными пылеватými суглинками. Агрохимические показатели опытного участка следующие: гумус – 2,1%; содержание легкогидролизуемого азота – 80 мг/кг, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 52 мг/кг и обменного калия – 87 мг/кг. Реакция среды слабокислая.

Химический анализ сырья (2015-2016 гг.) был проведен согласно принятой методике [8].

Для определения содержания ЭХСР использовали методы: масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (МС-ИСП), атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП). Оборудование - Квадрупольный масс-спектрометр Nexion 300D (Perkin Elmer, США); Атомно-эмиссионный спектрометр Optima 2000 ВМ (Perkin Elmer, США). Статистическая обработка результатов опыта проведена с применением пакета анализа Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

По результатам многолетней селекционной работы с ноготками лекарственными созданы новые сорта Золотое море [9] и Райский сад [10, 11], которые отличаются как по своим морфологическим признакам, так и по хозяйственно-ценным показателям. Морфологически они отличаются по окраске трубчатых цветков – у сорта Золотое море они коричневого цвета, а у Райского сада – оранжевого. Хозяйственно-ценные признаки представлены в таблице 1.

Таблица 1. Морфологические и хозяйственно-ценные признаки сортов ноготков лекарственных, 2014-2015гг.

Признаки	Золотое море	Райский сад	НСР ₀₅
Высота растений, см	56,2	54,3	5,21
Диаметр соцветия, см	6,58	6,68	0,41
Число язычковых рядов, шт	6,17	5,88	0,98
Масса 1 соцветия, г.	3,17	3,12	0,705
Урожайность соцветий, кг/га	1561,5	1260,9	136,52
Урожайность семян, кг/га	551	498	26,71

По данным таблицы 1 сорт Золотое море характеризуется более высокими показателями хозяйственно-полезных признаков – урожайность сырья больше на 24%, семян на 11%, по сравнению с сортом Райский сад.

Качество сырья ноготков лекарственных регламентируется по сумме флавоноидов в пересчете на рутин, содержание которых должно быть не менее 1%; экстрактивных веществ, не менее 35% [12].

Содержание экстрактивных веществ и флавоноидов в сырье сортов представлены в таблице 2.

По данным таблицы 2 сорт Райский сад характеризуется большим содержанием экстрактивных веществ и суммы флавоноидов в пересчете на рутин по сравнению с сортом Золотое море, превышение составило 8 и 17%, соответственно.

Таблица 2. Содержание экстрактивных веществ и суммы флавоноидов в пересчете на рутин в сырье сортов ноготков лекарственных

Сорт	Содержание экстрактивных веществ, %	Содержание суммы флавоноидов, %
Золотое море	51,78	1,76
Райский сад	56,06	2,07

В настоящее время при оценке загрязнения лекарственного растительного сырья тяжелыми металлами в качестве критериев экологической чистоты используются допустимые уровни, принятые для чая, овощей и фруктов, утвержденные СанПиНом [13].

Сортовая специфика накопления макро- и микроэлементов представлена в таблице 3.

Как видно из таблицы 3, межсортовая разница по содержанию макро- и микроэлементов в соцветиях ноготков характеризуется как положительными так и отрицательными величинами.

Более высокое содержание макроэлементов в сырье у сорта Золотое море наблюдается по таким элементам как натрий - в 1,5 раза, калий в 1,1 раза, по содержанию микроэлементов: алюминия выше в 2,3, бора в 1,9, железа в 1,4, по сравнению с сортом Райский сад. В сырье сорта Райский сад наблюдается более высокое содержание таких элементов как калий, магний, кремний, стронций.

Таблица 3 Содержание макро- и микроэлементов в соцветиях сортов ноготков лекарственных

Элемент	Золотое море	Райский сад	Разница Золотое море – Райский сад	ПДК
макроэлементы				
K	23310±1412,2	23474±632,4	-164	
Na	2321,3±245,6	1542,6±158,1	+778,7	
Ca	10499,3±1013,6	9529,8±1192,6	+969,5	
Mg	1881,7±61,4	2229,5±222,7	-347,8	
P	2916,5±338,3	3378,5±125,4	-462	
микроэлементы				
Al	46,78±7,82	20,73±3,85	+26,05-	
Co	0,2013±0,036	0,143±0,015	+0,058	
I	0,072±0,0067	1,136±0,910	-1,064	
Si	23,07±5,269	52,298±12,088	-29,227	

As	0,0295±0,002	0,027±0,004	+0,002	3,0
Cr	0,254±0,017	0,187±0,0043	+0,067	-
Ni	2,288±0,329	1,940±0,182	+0,348	-
Sn	0,037±0,008	0,024±0,002	+0,013	-
B	76,77±5,101	39,71±13,121	+37,055	-
Cu	7,87±0,725	8,96±0,711	-1,09	23
Li	0,056±0,014	0,039±0,0099	+0,016	-
Sr	29,11±2,916	39,52±6,359	-10,41	-
Fe	213,75±16,245	155,25±15,607	+58,5	-
Pb	0,208±0,026	0,143±0,040	+0,065	5,0
V	0,131±0,033	0,109±0,0156	+0,023	-
Cd	0,719±0,111	0,457±0,063	+0,263	1,0
Hb	0,007±0,00011	0,005±0,00092	+0,002	-
Mn	54,97±12,490	45,99±4,185	+8,978	1500
Se	0,034±0,0060	0,039±0,0065	-0,006	-
Zn	37,58±1,890	41,95±2,047	-4,363	150

Обобщая данные таблицы 3 можно составить ряды по макро- и микроэлементам. Для каждого сорта в порядке уменьшения образуются по 5 макроэлементам следующие ряды:

Райский сад: K>Ca>P>Mg>Na

Золотое море: K>Ca>P>Na>Mg

По микроэлементам в порядке уменьшения образуются следующие убывающие ряды:

Райский сад:

Fe>B>Mn>Al>Zn>Sr>Si>Cu>Ni>Cd>Cr>Pb>Co>V>I>Li>Sn>Se>As>Hg

Золотое море:

Fe>B>Mn>Al>Zn>Sr>Si>Cu>Ni>Cd>Cr>Pb>Co>V>I>Li>Sn>Se>As>Hg

Как видно из приведенных данных сорта отличаются только по расположению макроэлементов магния и натрия. По микроэлементам ряды были идентичными.

Известно, что предельно-допустимые концентрации тяжелых металлов в растительном сырье определены по следующим элементам: As (3,0), Cu (23), Pb (5,0), Cd (1,0), Mn (1500), Zn (150). Полученные нами данные свидетельствуют о том, что в сырье изучаемых сортов

ноготков лекарственных не было выявлено превышения допустимого уровня концентрации тяжелых металлов, согласно СанПиН [13].

Заключение

В результате изучения элементного химического состава растений *Calendula officinalis* сортов Золотое море и Райский сад, в условиях агроэкосистем подверженных техногенной эмиссии мегаполиса, установлено, что сорта соответствуют требованиям нормативной документации по критерию экологической безопасности. Отмечено, что сорта различаются по количественному накоплению исследуемых химических элементов. Полученные результаты по ЭСХР могут быть использованы в дальнейшем при адаптивной (экологической) селекции ноготков лекарственных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов С.Я., Замотаев И.П. Справочник по лекарственным растениям // М. Медицина, 1984, 464 с.
2. Długosz, M., Wiktorowska, E., Wiśniewska, A. and Pączkowski, C. (2013). Production of oleanolic acid glycosides by hairy root established cultures of *Calendula officinalis* L. *Acta Biochimica Polonica* 60 (3), 467–473.
3. Терёшкина О.И. Проблема нормирования тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье / О.И. Терёшкина, И.П. Рудакова, И.В. Гравель, И.А. Самылина // Фармация. — 2010. — № 2. — С. 7-11.
4. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
5. Вавилов Н.И. Научные основы селекции пшеницы. Ленинград: Сельхозгиз, 1935. — 248 с.
6. Листов С.А. О содержании тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье / С.А. Листов, Н.В. Петров, А.П. Арзамасцев // Фармация. — 1992. — №2. — С. 19-25.
7. Гравель И.В. Фармакогнозия. Экотоксиканты в лекарственном растительном сырье и фитопрепаратах / И.В. Гравель, Я.Н. Шойхет, Г.П. Яковлев, И.А. Самылина — М.: ГеотарМедиа, 2012. — 301 с.
8. Государственная фармакопея СССР XI издания. Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. — М.: Медицина, 1989. — 400 с.
9. Патент на селекционное достижение № 7532 от 16.10.2014 г.
10. Патент на селекционное достижение № 8651 от 26.10.2016 г.
11. Хазиева Ф. М., Свистунова Н. Ю., Саматадзе Т. Е. Влияние химических мутагенов на биоморфологические и цитогенетические изменения *Calendula officinalis* L. // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии, №8, 2016. — С. 25-31.
12. ФС.2.5.0030.15 Ноготков лекарственных цветки
13. СанПиН 2.3.2. 1078-01 от 14.11.2001/22.03.02. «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» (с изменениями и дополнениями 1-14). 2009.

СЕКЦИЯ 7
РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ
НАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ. ЗДОРОВЬЕ
ФИТОЛАНДШАФТ. ФИТОЗДОРОВЬЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ
ПАРКОВ И ЗОН ОТДЫХА

SECTION 7
LAND RESTORATION AND REHABILITATION OF IMPACTED
ECOSYSTEMS. HEALTH PHYTOLANDSCAPE. RECREATIONAL
PARKS AND AREAS OF RECREATION - PHYTOBERRY
PATHOGENS

UDK 911.52/574.2

LANDSCAPE RESTORATION THROUGH CREATION OF PARKS
IN CONTAMINATED SITES

Silvia Dalle Pezze¹, Taisiia Kovalenko², Valeriy Mykhaylenko², Mait Kriipsalu³, Charlotte Marchand¹, Juris Burlakovs⁴, William Hogland¹

¹ Linnaeus University, Sweden

² Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine,

³ Estonian University of Life Sciences, Estonia,

⁴ Geo IT Ltd, Latvia

Keywords: *landscape restoration; contaminated sites; PHYTECO project; heavy metals; Triple helix.*

Abstract. *Management of remediation projects in contaminated sites has become an increasingly global challenge and nowadays take intensive international environmentally sound cooperation intended to relief negative consequences of landscape pollution. This paper aims to put the landscape protection values at the spotline of land rehabilitation policy in the framework of international cooperation and socio-economic considerations. The most successful landscape policies in Western Europe are those with strategies at all levels of administration, from national to local levels that are clearly linked and known as Triple Helix cooperation that provide consistency to the system as a whole [1]. The main goal of the EU Strategy for the Baltic Sea Region (BSR), established in 2009, is to restore the good ecological status of the Baltic Marine ecosystem by 2021 and to move the region towards a sustainable development and prosperity.*

The Environmental Science & Engineering Group (ESEG) at Linnaeus University, Sweden, has been operating in closing the landfill life cycle (landfill mining) together with researchers from different Baltic countries

since 2012 [2]. Nowadays ESEG is managing the project entitled “Phytoremediation Park for treatment and recreation at glassworks contaminated sites” (PHYTECO) that started in October 2015 [2; 3]. It aims at cross-sector international partnership with the pull of stakeholders included local government and business organizations, universities, glassmakers’ artists and NGOs from Sweden, Estonia, Latvia and Ukraine and is supported by the Swedish Institute.

More than forty old glassworks located at Kingdom of Crystal, Småland, Sweden. There are ten of 22 glassworks locations possessed acute risks and danger to environment and human health. According to the County administrative boards in Kalmar and Växjö, the glassworks in the region contain an estimated 310 tons of arsenic, 19 tons of cadmium, 1600 tons of lead and with large volumes of glass waste (>130 000 m³). This is a typical problem caused by old landfills surrounded at the Baltic Sea catchment.

The challenge of PHYTECO project was to develop remediation strategy where negative consequences from centuries long anthropogenic influence are turned to be something positive – development of the recreation park from the glass dump. Here designers, scientists, local volunteers, international students would join ideas and common work for the boost of innovation and sustainable thinking.

Introduction

Orrefors is a glasswork situated in a Swedish village in Småland. In 1914, with Johan Ekman, the production of glass began. Nowadays there is only a glass factory that is situated in Kosta Boda. The Orrefors glass factory during performance created a lot of pollution in the surrounding area. Dumps emerged all around the village that affected the soil, the water and all the environmental quality.

Due to this reason, the Swedish Institute decided to earmark funds to recover the Orrefors area. This project is cooperation among different Quadruple Helix entities - academia, companies, society and decision makers in the BSR. Sweden, Latvia, Ukraine and Estonia are collaborating in research and education with focus on ecological sustainability in glasswork regions that are contaminated with metals and metalloids.

By implementing workshops, online meetings and other joint activities the partners learn, develop and contribute with their own perspectives to face the challenges posed by old glassworks areas and contaminated glass landfills. The goal is to initiate a full-scale glass landfill excavation and design for a phytoremediation recreation glass parks and import gathered knowledge from other Baltic Sea countries like Estonia, Ukraine and Latvia.

Recreation parks after remediation and excavation are a challenge and the chance for the glass artists to show their own talents in new glass designs.

The main aim of the project is to create a tourist area at the Orrefors glassworks, Sweden. Following excavation of the glass landfill site there, the project's partners intend to introduce plants capable of drawing heavy metals out of the soil. The technique is known as phytoremediation and is both inexpensive and environmentally friendly. It is worth noting that phytoremediation is to be used after landfills have been removed, so that the remaining soil contaminants can be removed from the site.

The main goal of the project is to make old landfill sites part of the circular economy. Glass and metal from glass landfills can be used in industry, so that companies can make a profit and make a positive contribution to the environment at the same time [3].

Glass recycling is a special thing. Although it is a relatively cheap material, considerable energy is needed for its production, and its cost is constantly growing. Recycling glass reduces energy use by up to 30 %, while air 20%, and half reduce pollution as much water is used. Glass is a perfect example of what we call a 'circular economy' ensuring that all the pre-existing benefits of glass come back to be used once again bringing profit to the companies at the same time that contribute to a cleaner environment.

The PHYTECO project not only designs the creation of park, but also may broaden understanding of glass market through the reuse of dumped glass for production of souvenirs, sculptures in park areas, even the fences and installations of practical significance. Resources of buried and wasted glass materials in this case of reuse overcome the existing challenges to decontaminate glasses from metals in a way that both metals and the glass itself can be recovered and used without major environmental and human health problems. It also may evaluate potential glasswork needs in recycled incomes and identify the needs for creation and realization of investment projects that deals with secondary glass resources. Communicating with the business companies may show the ability to use secondary materials as resources and making benefits on the long term perspective of glass mining and even municipal landfill mining that contains up to 9% of secondary glass.

The Orrefors Park design is planned by collaborating environmental scientists and design professionals and is depicted in Fig. 1.

Phytotreatment

Environmental pollution by heavy metals has become a serious problem in the world. Unlike organic substances, heavy metals are essentially non-biodegradable and therefore accumulate in the environment. The

accumulation of heavy metals in soils and waters poses a risk to the environmental and human health [4].

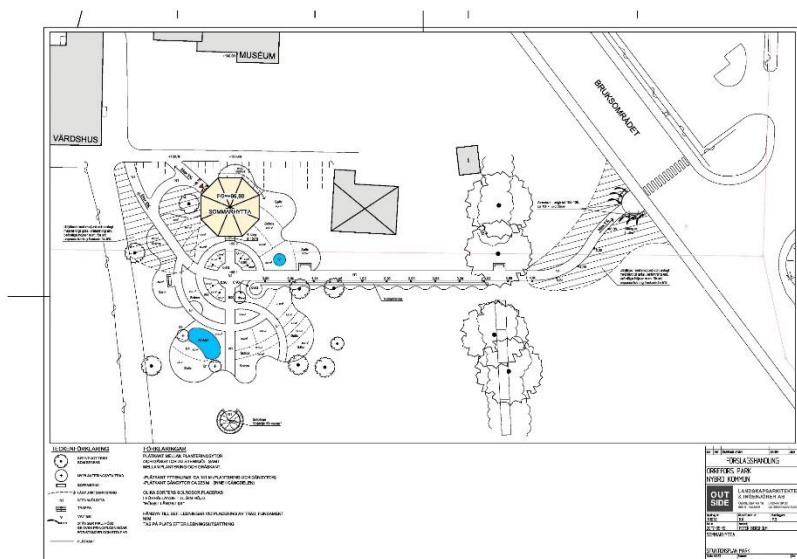


Figure 1. Project planning stage of the Orrefors Park. Pedestrian pathway planning, plant areas for phytostabilisation purposes and recreation. This is pilot area, full-scale project includes additional territories.

Cleanup of heavy metal contaminated soils is utmost necessary in order to minimize their impact on the ecosystems. This is a challenging job with respect to cost and technical complexity.

For this project it was decided to apply phytoremediation technique, which is considered as a green alternative solution to the problem of heavy metal pollution.

Phytoremediation basically refers to the use of plants and associated soil microbes to reduce the concentrations or toxic effects of contaminants in the environments [4].

It is a cost-effective, efficient, environment- and eco-friendly, in situ applicable remediation strategy.

Phytostabilization is the use of certain plants for stabilization of contaminants in contaminated soils. This technique is used to reduce the mobility and bioavailability of pollutants in the environment. Plants can immobilize heavy metals in soils through sorption by roots, precipitation, complexation or metal valence reduction in rhizosphere. Phytostabilization

limits the accumulation of heavy metals in biota and minimizes their leaching into underground waters [4].

The efficiency of phytoextraction can be quantified by calculating bioconcentration factor. Bioconcentration factor indicates the efficiency of a plant species in accumulating a metal into its tissues from the surrounding environment. It is calculated as follows[4].

$$\text{Bioconcentration Factor} = C_{\text{(harvested tissue)}}/C_{\text{soil}}$$

where $C_{\text{harvested tissue}}$ is the concentration of the target metal in the plant harvested tissue and C_{soil} is the concentration of the same metal in the soil.

Handling of Hazardous Plant Biomass after Phytoremediation

After phytoextraction each plant has to be removed from the site. This leads to accumulation of huge quantities of hazardous biomass, which must be stored or disposed appropriately to minimize environmental risk. The methods of disposal of contaminated plants include approved secure landfills, surface impoundments, deep well injection or incineration [5].

The waste volume can be reduced by thermal, microbial, physical or chemical means.

A conventional and promising route to utilize biomass produced by phytoremediation is through thermo-chemical conversion processes such as combustion, gasification and pyrolysis. If phytoextraction could be combined with biomass generation and its commercial utilization as an energy source, then it could be turned into a profitable operation, with the residual ash available to be used as an ore [5].

Plant biomass containing accumulated heavy metals can be combusted to get energy and the remaining ash is considered as “bio-ore”. This bio-ore can be processed for the recovery or extraction of the heavy metals [4].

Since contamination of soils and waters by toxic heavy metals is a serious environmental problem, therefore effective remediation methods are necessary. Physical and chemical methods for cleanup and restoration of heavy metal-contaminated soils have serious limitations like high cost, irreversible changes in soil properties, destruction of native soil microflora and creation of secondary pollution problems [4; 5]. In contrast, phytoremediation is a better solution to the problem.

Future capabilities

This project gives a chance to rehearse the scheme of action for further application in other countries. Phytoremediation is gradually developing and applied in many countries. It is relatively inexpensive and easy to use. With this method and Triple Helix cooperation many areas can be transformed into

pleasant cozy places for visiting tourists and local residents. One of the most applicable territories for such reclamation are the spoil tip (a pile for stacking waste rock brought to the earth's surface from mines and pits) [6]. For example, in Ukraine near the Donets Black Coal Basin are located 1257 heaps, which occupy an area of 5526 hectares. These areas are endangered both for the environment and for the health of residents (pollution of the atmosphere by dust, radioactivity soil, soil water, etc.) [7].

Also, there is an important problem regarding soil, which is contaminated with pesticides. Especially acute it becomes in the countries of the former Soviet Union like Ukraine. More than 5000 pesticide-contaminated sites require restoration in Ukraine. To restore these sites, ecologically safe and economical remediation methods like phytoremediation are needed [8].

Conclusions

The landscape of today reflects the way society has taken care of it. The quality of the landscape affects the quality of everyday life of citizens. The only way to create sustainable landscapes is to identify our preferences for managing, planning and protection of landscapes in Europe. It needs an adequate landscape policy that establishes general principles, strategies and guidelines aimed at the protection, management and planning of landscapes. The PHYTECO project is the immaculate pioneer example how forces may be joined to achieve the best available solution for treatment of contamination, nevertheless, avoiding high costs and by adding the aesthetic and environmental value through the creation of Orrefors Park. Last but not the least aspect is education and environmental awareness that grows through generations and improving the personal attitudes of many how to deal with the natural heritage to their children and grandchildren.

REFERENCES

1. Etzkowitz, H. The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation In Action. London: Routledge, 2008. Translated into Russian (2010).
2. Hogland M., Hogland W., Jani Y. et al. Experiences of Three Landfill Mining Projects in the Baltic Sea Area – with focus on machinery for material recovery. Conf. proc., Linnaeus ECO-TECH '14, Kalmar, Sweden November 24-26, 2014.
3. PHYTECO project regenerates glassworks site. Swedish Institute (2015). Available at: <https://eng.si.se/phyteco-project-regenerates-glassworks-site/>
4. H. Ali, E. Khan, M. Anwar Sajad, 2013. Phytoremediation of heavy metals—Concepts and applications.
5. P. K. Padmavathamma, L. Y. Li, 2007. Phytoremediation Technology: Hyper-accumulation Metals in Plants.
6. McGraw-Hill Dictionary of Scientific & Technical Terms. 6E, 2003 by The McGraw-Hill Companies.
7. Зубов А.А Терриконы- объекты техногенной опасности. Сб. Екологічна безпека 4/2009(8), стр 89-92.

8. L. Moklyachuk, I. Gorodiska, O. Slobodenyuk, V. Petryshyna. Phytoremediation of Soil Polluted with Obsolete Pesticides in Ukraine. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht, 2010.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region,
Odintsovo district, B. Vyazemy, 5
tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-
11-24, fax: (498) 694-09-02
E-mail: vniif@vniif.ru
www.vniif.ru

СОДЕРЖАНИЕ ПОРФИРИНОВ И ТОКОФЕРОЛОВ В ТОРФЕ КАК ИНДИКАТОР ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ

**Н.В. Козел¹, В.А. Ракович², О.В. Серебренникова³,
Е.Б. Стрельникова³, Т.В. Самович¹, Н.Г. Аверина¹**

¹ Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь (Беларусь, 220072, г. Минск, ул. Академическая, 27; e-mail: kmu@tut.by);

² Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь (Беларусь, 220114, г. Минск, ул. Скорины, 10; e-mail: mire4@tut.by);

³ Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия (Россия, 634021, г. Томск, пр. Академический, 4; e-mail: ovs49@yahoo.com)

Ключевые слова: болотные экосистемы, торф, порфирины, токоферолы.

Аннотация. Проведен качественный и количественный анализ ряда органических веществ растительного происхождения, таких как порфирины и токоферолы, в торфе естественных и восстанавливаемых болотных экосистем Беларуси. Выявлено существенное увеличение содержания порфиринов в образцах торфа низинного типа травяной группы, а также в образцах торфа верхового типа моховой группы восстанавливаемых болотных экосистем по сравнению с естественными, что может быть хорошим индикатором наличия и интенсивности процессов торфообразования при повторном заболачивании. Также установлено значительное увеличение содержания токоферолов в образцах верхового торфа восстанавливаемых болотных экосистем по сравнению с естественными, что указывает на возможность использования этих соединений в качестве индикаторов наличия и интенсивности процессов торфообразования при повторном заболачивании. Для торфа низинного типа определенной зависимости содержания токоферолов от состояния экосистемы не выявлено.

THE CONTENT OF PORPHYRINS AND TOCOPHEROLS IN PEAT AS AN INDICATOR OF THE EFFICIENCY OF THE RESTORATION OF BOG ECOSYSTEMS

N.V. Kozel¹, V.A. Rakovich², O.V. Serebrennikova³, E.B. Strelnikova^{},
T.V. Samovich¹, N.G. Averina¹**

¹ Institute of Biophysics and Cell Engineering of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus (Belarus, 220072, Minsk, Akademicheskaya str., 27; e-mail: kmu@tut.by)

² Institute for Nature Management of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus (Belarus, 220114, Minsk, F. Skoriny str., 10; e-mail: mire4@tut.by)

³ Institute of Petroleum Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia (Russia, 634021, Tomsk, Akademicheskoy Avenue, 4; e-mail: ovs49@yahoo.com)

Key words: bog ecosystems, peat, porphyrins, tocopherols.

Summary: Analysis of a number of organic plant-derived substances, such as porphyrins and tocopherols, in the peat of natural and restored bog ecosystems of Belarus has been carried out. A significant increase in the content of porphyrins in lowland and upland peat samples of the moss group of restored bog ecosystems in comparison with natural ones is revealed. This can be a good indicator of the presence and intensity of peat formation processes during repeated bogging. There was also a significant increase in the content of tocopherols in the upland peat samples of restored bog ecosystems in comparison with the natural ones. This indicates the possibility of using these compounds as indicators of the presence and intensity of peat formation processes during repeated bogging. For peat of the lowland type, no certain dependence of the content of tocopherols on the state of the ecosystem was revealed.

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Процессы связывания углерода и регенерации кислорода существенным образом зависят от состояния болотных экосистем. Болота играют также важную роль в сохранении биоразнообразия и обеспечении водного баланса [1]. Однако активное использование болот в традиционном природопользовании влечет за собой истощение ресурсов болотных экосистем. В Беларуси в последнее время активно проводятся мероприятия по восстановлению нарушенных болотных экосистем и оценке интенсивности и глубины химических преобразований органических и минеральных веществ в процессах торфообразования. В этой связи актуальным является поиск новых информативных индикаторов восстановления болотных экосистем. Особенный интерес представляют соединения, содержащиеся в торфе,

так как формирование торфа отражает эффективность болотообразовательных процессов [2–3]. Известно, что в торфе, который является продуктом разложения растительных остатков, присутствуют растительные пигменты, близкие по своим спектральным свойствам к безмагниевым порфириновым тетрапиррольным пигментам феофитину и феофорбиду [4–5], а также метилированные фенолы растительного происхождения – токоферолы [6]. Степень сохранности этих соединений в торфе весьма высокая и они могут служить индикаторами изменения состояния торфяно-болотных экосистем.

Цель работы: выявление особенностей количественного и качественного состава ряда органических веществ растительного происхождения, таких как порфирины и токоферолы, в торфе естественных и восстанавливаемых болотных экосистем Беларуси с целью возможного использования этих соединений в качестве химических индикаторов интенсивности процессов торфообразования и степени восстановления исследуемых экосистем.

Материал и методы исследования. В работе были использованы образцы торфа низинного типа из трех торфяных месторождений: Стубла (восстанавливаемая и естественная части болотной экосистемы, древесная группа, вид торфа ольховый), Хольче (естественная часть болотной экосистемы, травяная группа, вид торфа тростниковый) и Гричино-Старобинское (восстанавливаемая часть болотной экосистемы, травяная группа, вид торфа тростниковый), а также образцы торфа верхового типа из месторождения Туршовка-Чертово (восстанавливаемая и естественная части болотной экосистемы, травяная группа, вид торфа пушицевый) и месторождения Докудовское (восстанавливаемая и естественная части болотной экосистемы, моховая группа, вид торфа фускум). Образцы торфа были отобраны на глубине 0,0–0,2 и 0,2–0,4 м согласно Методическими инструкциями по разведке торфяных месторождений [7].

Качественную и количественную оценку содержания порфириновых пигментов в образцах торфа проводили с помощью жидкостной хроматографии высокого давления на хроматографе Shimadzu Prominence LC 20 (Япония) согласно методам, описанным в работах [8–10] в нашей модификации [6].

Содержание токоферолов (δ -токоферола, β -токоферола, γ -токоферола, α -токоферола и ацетата α -токоферола) в торфе определяли с помощью хромато-масс-спектрометра высокого разрешения Thermo Scientific DFS (Thermo Fisher Scientific, Германия) согласно [6].

Результаты и их обсуждение. Анализ образцов торфа на наличие в них растительных пигментов позволил выявить в исследуемых препаратах безметалльные порфирины хлорофильной природы – феофитин *b*, феофитин *a* и феофорбид *a*, а также бактериофеофитин *a*, наличие которых в образцах торфа объясняется кислыми значениями рН, при которых ион Mg^{2+} в молекуле хлорофилла замещается на два протона [11]. В частности, в образцах торфа низинного типа естественной и восстанавливаемой части болотных экосистем древесной и травяной групп были обнаружены порфириновые пигменты как растительного (феофитины *a* и *b*, феофорбид *a*), так и бактериального (бактериофеофитин *a*) происхождения (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание порфиринов в низинном торфе естественной и восстанавливаемой болотных экосистем

№	Месторождение. Состояние экосистемы	Глубина отбора, м	Бактериофеофитин <i>a</i>	Феофитин <i>a</i>	Феофитин <i>b</i>	Феофорбид <i>a</i>
			мкг/г сухого веса			
1н	Стубла. Естеств.	0,0–0,2	6,75	14,20	0,00	0,40
2н	Стубла. Естеств.	0,2–0,4	25,40	8,90	0,00	2,90
3н	Стубла. Восст.	0,0–0,2	0,00	2,64	0,85	0,42
4н	Стубла. Восст.	0,2–0,4	0,00	3,06	1,07	0,97
5н	Гричино-Старобинское. Восст.	0,0–0,2	12,70	4,47	1,15	3,80
6н	Гричино-Старобинское. Восст.	0,2–0,4	0,88	7,14	2,91	2,64
7н	Хольче. Естеств.	0,0–0,2	0,00	0,29	0,08	0,11
8н	Хольче. Естеств.	0,2–0,4	2,55	0,85	0,18	0,46

Для всех образцов были характерны существенные отличия в качественном и количественном составе пигментов. В травяной группе (тростниковый торф) наибольшее суммарное количество пигментов отмечено в торфе восстанавливаемой экосистемы. Так, содержание

бактериофеофитина *a*, феофитина *a*, феофитина *b* и феофорбида *a* в восстанавливаемом и естественном месторождениях оказалось следующим: 13,6 и 2,6; 11,6 и 1,1; 4,1 и 0,3; 6,4 и 0,6 соответственно. При этом в естественном месторождении в верхнем слое залегания пигментов, как правило, оказывалось больше, чем в глубинных слоях. Такая же картина отмечена и для торфа восстанавливаемой экосистемы, за исключением бактериофеофитина *a*, содержание которого в 14 раз было выше в верхнем 0,2 м слое, по сравнению с его содержанием в 0,4 м слое. Другая картина распределения пигментов отмечена в торфе древесной группы (ольховый торф). Максимальные количества феофитиновых пигментов обнаружены в торфе естественного месторождения. В торфе восстанавливаемой экосистемы содержание пигментов было незначительно – в 1,2–2,3 раза выше в более глубинных слоях залегания. Содержание бактериофеофитина *a* в образцах торфа естественной экосистемы также было в 3,8 раза выше в 0,4 м слое по сравнению с 0,2 м слоем. Отметим, что значительная доля в пигментном составе некоторых образцов торфа принадлежит бактериофеофитину *a*, что указывает на существенный вклад в торфообразование на соответствующих участках болот фотосинтезирующих видов бактерий.

В образцах торфа верхового типа естественной и восстанавливаемой части болотных экосистем травяной и моховой групп были также обнаружены порфириновые пигменты растительного (феофитин *a* и феофорбид *a*) и бактериального (бактериофеофитин *a*) происхождения (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание порфиринов в верховом торфе естественной и восстанавливаемой болотных экосистем

№	Месторождение. Состояние экосистемы	Глубина отбора, м	Бактериофеофитин <i>a</i>	Феофитин <i>a</i>	Феофорбид <i>a</i>
			мкг/ г сухого веса		
1в	Туршовка-Чертово. Восст.	0,0–0,2	0,00	3,90	0,00
2в	Туршовка-Чертово. Восст.	0,2–0,4	7,85	5,10	1,05
3в	Туршовка-Чертово. Естеств.	0,0–0,2	20,50	6,95	1,75

4в	Туршовка- Чертово. Естеств.	0,2–0,4	11,50	4,05	1,55
5в	Докудовское. Восст.	0,0–0,2	30,35	6,30	3,30
6в	Докудовское. Восст.	0,2–0,4	32,90	19,70	12,45
7в	Докудовское. Естеств.	0,0–0,2	0,00	2,00	1,30
8в	Докудовское. Естеств.	0,2–0,4	0,00	1,15	0,40

В травяной группе (пушицевый торф) наибольшее суммарное количество пигментов отмечено в торфе естественных месторождений (от 18 до 29 мкг/г сухого веса). В два раза меньшее суммарное количество порфиринов (14 мкг/г сухого веса) отмечено в торфе восстанавливаемой экосистемы. При этом в верхних слоях торфяника восстанавливаемой экосистемы не было обнаружено никаких пигментов кроме небольшого количества феофитина *a* (3,9 мкг/г сухого веса). В более глубинных слоях были идентифицированы существенные количества бактериофеофитина *a* (7,8 мкг), феофитина *a* (5,1 мкг) и феофорбида *a* (1,05 мкг/г сухого веса). Другой характер распределения пигментов отмечен в торфе моховой группы. Так, максимальное количество пигментов обнаружено в торфе восстанавливаемой экосистемы (от 40 до 65 мкг/г сухого веса), в отличие от 2,6–5,5 мкг/г сухого веса в образцах естественных месторождений. Эти различия не зависели от глубины залегания торфа.

Анализ содержания токоферолов показал, что в верховом торфе как травяной, так и моховой групп содержание всех типов токоферолов в образцах месторождений восстанавливаемой экосистемы оказывалось более высоким по сравнению с их содержанием в образцах торфа естественной экосистемы. Так, содержание β -токоферола, γ -токоферола и δ -токоферола в образцах торфа восстанавливаемой экосистемы травяной группы в 1,5; 1,5 и в 1,3 раза превышало их количества, обнаруженные в образцах из естественных месторождений. Аналогичная картина наблюдалась и в образцах торфа моховой группы. Содержание α -токоферола, β -токоферола, γ -токоферола и δ -токоферола в образцах торфа восстанавливаемой экосистемы моховой группы (торф фускум) в 4,5; 4,5; 3,5 и в 2,8 раза превышало их количества, обнаруженные в образцах из естественных месторождений.

Анализ содержания токоферолов в образцах торфа низинного типа естественной и восстанавливаемой части болотных экосистем

древесной и травяной групп показал, что для древесной группы характерно снижение количества всех токоферолов, за исключением β -токоферола, при восстановлении экосистемы, а для травяной группы выявлено разнонаправленное изменение в количественном составе токоферолов в зависимости от состояния экосистемы – количество δ - и α -токоферолов снижалось в ходе восстановительных процессов в 1,3 и 1,2 раза соответственно, а количество γ -токоферола и ацетата α -токоферола, напротив, было в 2 и 1,8 раза больше в образцах торфа восстановленной экосистемы по сравнению с естественной.

Заключение. Таким образом, показано существенное увеличение содержания порфиринов в образцах торфа низинного типа травяной группы, а также в образцах торфа верхового типа моховой группы восстанавливаемых болотных экосистем по сравнению с естественными. Ранее нами также была выявлена зависимость между содержанием порфириновых пигментов в образцах торфа и состоянием экосистемы для других торфяных месторождений [6]. Полученные результаты указывают на то, что качественный и количественный состав порфиринов в торфе может быть хорошим индикатором наличия и интенсивности процессов торфообразования при повторном заболачивании. Также установлена зависимость количества токоферолов в образцах торфа верхового типа от состояния экосистемы – выявлено увеличение содержания всех идентифицированных нами токоферолов в образцах торфа восстанавливаемых болотных экосистем по сравнению с естественными, что указывает на возможность использования этих соединений в качестве индикатора наличия и интенсивности процессов торфообразования при повторном заболачивании соответствующих экосистем. Для торфа низинного типа определенной зависимости содержания токоферолов от состояния экосистемы не выявлено.

С учетом современного уровня техники анализ порфириновых пигментов и токоферолов в торфе не представляет существенной сложности и данный метод может быть использован, наряду с существующими, для более точной оценки состояния болотных экосистем.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант БРФФИ № X15CO–011).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бамбалов, Н.Н. Роль болот в биосфере / Н.Н. Бамбалов, В.А. Ракович. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 287 с.

2. Development and refinement of proxy-climate indicators from peats / F.M. Chambers et. al. // *Quaternary Int.* – 2012. – Vol. 268. – P. 21–33.

3. О методике оценки современного прироста торфа болот / С.Э. Вомперский и др. // *Болотные экосистемы севера Европы: разнообразие, динамика, углеродный баланс, ресурсы и охрана: материалы международного симпозиума / КарНЦ РАН; под ред. О.Л. Кузнецова, Т. Ю. Дьячковой, С. Р. Знаменского.* – Петрозаводск, 2006. – С. 48–60.

4. Аверина, Н.Г. Растительные пигменты в торфе / Н.Г. Аверина, Н.Н. Поликарпова // *Известия АН БССР. Сер. хим. наук.* – 1981. – № 1. – С. 102.

5. Зверева, А.В. Тетрапиррольные пигменты в гумусовом органическом веществе / А.В. Зверева, С.И. Писарева, Н.В. Юдина // *Химия растительного сырья.* – 1999. – № 4. – С. 31–34.

6. Оценка функционального состояния болотных экосистем Беларуси и Западной Сибири на основе анализа состав торфяных битумов / О.В. Серебrenникова и др. // *Химия в интересах устойчивого развития.* – 2015. – № 23. – С.367–377.

7. Инструкция по разведке торфяных месторождений СССР. – М.: М-во геологии СССР, 1983. – 178 с.

8. The identification of chlorophyll and its derivatives in the pigment mixtures: HPLC-chromatography, visible and mass spectroscopy studies / S.V. Milenković et. al. // *Advanced technol.* – 2012. – Vol. 1. – P. 16–24.

9. Forni, E. HPLC separation and fluorimetric estimation of chlorophylls and pheophytins in fresh and frozen peas / E. Forni, M. Ghezzi, A. Polesello // *Chromatography.* – 2012. – Vol. 1. – P. 120–124.

10. Occurrence and distribution of metals and porphyrins in Nigerian coal minerals / A.A. Olajire et. al. / *J Fuel Chem Technol.* – 2007. – Vol. 35. – P. 641–647.

11. The antioxidant and free radical scavenging activities of chlorophylls and pheophytins / C.-Y. Hsu et. al. // *Food and Nutrition Sciences.* – 2013. – Vol 4. – P. 1–8.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5

tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24,

fax: (498) 694-09-02

E-mail: vniif@vniif.ru

www.vniif.ru

VARIETAL FEATURES OF THE RESISTANCE OF HYBRID-TEA ROSES TO THE MAIN DISEASES IN CONDITIONS OF URBAN ECOSYSTEMS OF FOREST STEPPE OF UKRAINE

A.B. Marchenko

Bila Tserkva National Agrarian University

Bila Tserkva, Ukraine (09100 Ukraine, Kyiv region, Bila Tserkva sq. Soborna 8/1; allafialko76@ukr.net)

Key words: *Hybrid-tea roses, polygenic resistance, Diplocarpon rosae F.A. Wolf and Sphaerotheca pannosa var. rosae Woron*

Annotation.

As a result of the immunological evaluation of the collection of Hybrid tea roses, were marked genotypes as a source of polygenic resistance to Diplocarpon rosae F.A. Wolf and Sphaerotheca pannosa Lev. var. rosae Woronich. Were noted varieties of samples which are of practical importance for agroecology as a factor of selection of highly-virulent pathotypes of pathogens. The established varieties are recommended for greening of urboecosystems, which helps to reduce the pesticide load during planting care.

Introduction.

In modern conditions of rapid expansion of cities and increase in the number of motor vehicles, every year issue is becoming more and more acute worsening of the ecological situation in megapolis. It is possible to stabilize the urbanized environment by active greening that are resistant to technogenic pollution by species and plant varieties (Bukharina, 2009). Representatives of the genus *Rosa* L. perform important functions in the landscape architecture, such as the bioecological factor of the resistance of newly created planting, the sanitary-hygienic role in the conditions of anthropogenic loading, are used the decorative and recreational features of species in plant compositions and solitary plantations (Rubtsov 1977). The genus *Rosa* L. include about 400 species, world sortiment of roses, created on the basis of boreal and subtropical species, currently has about 40,000 varieties and forms united in 39 garden groups (Z.K.Klimenko). The group of hybrid-tea is the most widespread and most popular in the world wide assortment of roses (Rubtsova, 2003), half of the modern varietal assortment of roses are make up by representatives of this garden group (Rubtsova,

2009). For the past 200 years, the selection of garden roses has been mainly aimed at improving decorative features, and during hybridization were used more often intervarietal crossing, resulting in the majority of roses having lost their immunity to diseases that are characteristic of wild-growing species (Klimenko, 2009).

Roses in open ground conditions can be grown to 20 years, and in the protected – up to 7 years (Lempitsky, 1958). As a result of prolonged growth in one place, from year to year, on the territory accumulate a complex of phytopathogenic microorganisms that are permanent companions of roses and which should be systematically monitored throughout the growing season and which from every year become more virulent. Practice has proved that absolutely stable varieties of roses to pathogens, some of them show more or less resistance to one or another disease.

Currently, in the world practice accepted the concept of integrated plant protection, which involves limiting the applying of pesticides through the use of agrotechnical, immunological and biological methods of protection. Among many receptions of creating disease-resistant varieties is the most radical, economically feasible and environmentally safe measure. But the disadvantage of selection for sustainability is the rapid loss of this status in genotypes, which are defined as sources of stability. This is due to changes in the virulence of pathogens and the overcoming of genetic systems for plant protection. Breeders are constantly in need of new sources of resistance against pathogens, whose searches are always an current area of research and require constant screening of the gene pool. Today all over the world, information about the sources and donors of resistance against to certain pathogens accumulates and systematizes, representatives of the genus *Rosa* L. are no exception.

Information about plant resistance of the genus *Rosa* L. to diseases is reflected in Klimenko's works, 1968; Mandre, 1971; Rumberg, 1971; Rumberg, 1972; Rumberg, 1974; Horlenko, 1984; Ruzaeva, 2007. In Ukraine, the introduction and selection of garden roses were begun in the Nikitsky Botanical Garden (NBG) in 1812, by Stephen H.H., and then by Gartwis N.A., in the 40's of the last century were continued by Kostetsky N.D., and since 1955 - by Klimenko V.N. and continue to this day (Klimenko, 2008; Klimenko, 2010). In 1955 the Nikitsky Botanical Garden (NBG) began work on the creation of varieties of garden roses tolerant to the most common mushroom diseases (Klimenko, 1978; Semina, 1979; Semina, 1981). An immunological assessment of the samples of the collection of the Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (south-eastern part of Ukraine) were conducted by Radionov G.P. and

Chornobryvets V.T. (Radionov, 2000), Bondarenko-Borisova I.V. (Bondarenko-Borisova, 2008).

Among the large assortment there are different varieties according to the immunological properties (Kulibaba, 1968). The resistance of plants to infections depends on their hereditary properties (physiological and biochemical characteristics), from the corresponding reactions to infection, and also from the conditions in which they develop (temperature, humidity, illumination, mineral nutrition, etc.) (Anpilogova, 1976; Mandre, 1971; Misco, 1981; Misco, 1986; Rumberg, 1971).

The purpose of the work: to determine the varietal features of resistance of Hybrid tea roses to the main diseases in conditions of urboecosystems of the forest-steppe of Ukraine.

We faced the **task:** to carry out an immunological evaluation of the resistance of the sorts of specimens of the genus *Rosa* L. to *D. rosae* F.A. Wolf. and *Sp. pannosa* var. *rosae* Woron in the conditions of urboecosystems in a natural infectious background.

Material and methods of research. The nature of the stability of the samples of genus *Rosa* L. to *D. rosae* F.A. Wolf. and *Sp. pannosa* var. *rosae* Woron., were conducted during 2010-2015, 40 specimens of Hybrid tea roses - on collectible sorts of specimens. Determination of the stability of the collection material to the diseases was carried out by visual estimation of the damage of plants on the natural background during the vegetation period in the dynamics of ontogenesis of plants on a point scale (Kulibaba, 1974). Accounts of defeat by pathologies were carried out with the calculation of phytopathological indicators: the prevalence of the disease (P,%), the weighted average score of lesions (Bx), the degree of development of disease (C,%). The mathematical processing of the digital results of the research was carried out using generally accepted statistical methods (Borovikov, 2001; Zaitsev, 1984), with the use of the specialized computer software package EXCEL. In order to determine and select varieties with polygenic stability for breeding and individual characteristics of the stability of sorts of specimens of the genus *Rosa* L. conducted a number of calculations, namely the stability of the manifestation of the signs of sustainability and the adaptive capacity of the samples. Were determined by the statistical data processing scheme, using the following statistical indicators: the average degree of damage ($\bar{X} \pm S_x$), which characterizes the conditional center of the normal distribution of the sign of defeat by years; minimum and maximum lesion interval ($\text{Lim } X_{\min - \max}$); coefficient of variation ($V \pm S_x$), which allows to analyze the degree of variability of the sign of a defeat; the agronomic stability coefficient (A_s), that characterizes the stability of the sign of sustainability, which complements the coefficient of variation to 100%, but it

can be calculated independently of this coefficient. The stability coefficient of the stability sign is determined by the formula: $As = 100 - (S/X)$, where S is the standard deviation; X – average annual degree of defeat; As – coefficient of stability of the manifestation of the varietal sign of stability, %. Based on the results of long-term assessments, the samples were classified in five groups of resistance according to the following scale, in points or percent of annual average lesion: 0 – immune; I – practically stable ($Bx = 0,1-1,0$; $x = 0,1-25\%$); II – weakly- receptive ($Bx = 2,1-3,0$; $x = 25,1-50,0\%$); III – medium-perceptible ($Bx = 2,1-3,0$; $x = 50,1-75,0\%$); IV – susceptible ($Bx > 3,1$; $x > 75,1\%$). The final analysis of the level and stability was carried out using the indicators of the damage of Lim X_{max} , the coefficient of agronomic stability of As and the index of stability according to the generalization scale: highly-resistant - no signs of damage; practically stable (Lim $X_{max} < 25,0\%$, $As > 60,0\%$, indexes 9 and 7); Weakly- susceptible (Lim $X_{max} < 25,1-37,5\%$, $As > 60,1\%$, index 9,7 and 5); Susceptible (Lim $X_{max} < 25,1-37,5\%$, $As > 40,0\%$, index 9 and 7); Medium-susceptible (Lim $X_{max} < 37,6-63,5\%$, $As > 40,0\%$, index 9,7 and 5). Stable practical stability, or susceptibility is characterized by index 9 and 7, and conditional – 5, 3 and 1. In the studies, we identified high and practically stable specimens. The level of sustainability of the stability or susceptibility reflects the index, according to the scale: 9 – a very high level of sustainability of the sign of stability ($As > 80,1\%$); 7 – high ($As = 60,1-80,0\%$); 5 – average ($As = 40,1-60,0\%$); 3 – low ($As = 20,1-40,0\%$); 1 – very low ($As < 20,0\%$). A stable manifestation of the signs of stability is characterized by indexes 9 and 7, and conditional – 5, 3 and 1.

Research results and their discussion

As a result of phytosanitary monitoring of biocenoses representatives of the genus *Rosa* L. in the conditions of greening of urboecosystems of the Forest-Steppe of Ukraine, found that the phytopathogenic complex of mycoflora, is represented by 17 species of phytopathogenic micromycetes, among which, by spread indicators dominant place occupy is *D. rosae* F.A. Wolf, (1912) – 46,9 % and *Sp. pannosa* var. *rosae* Woron. – 39,4 %. As a result of phytosanitary monitoring of collection sorts of specimens of the genus *Rosa* L. under conditions of private nurseries found that the average annual defeat rates *D. rosae* F.A. Wolf and *Sp. pannosa* var. *rosae* Woron., samples of the group of Hybrid tea rose was 8,5 and 11,6 % at the average - weighted score of 0,7 and 0,8, respectively.

According to the results of immunological evaluation of the of samples of the collection of the genus *Rosa* L., the group of Hybrid- tea roses are distributed according to the resistance of *D. rosae* and *Sp. pannosa* Lev. var. *rosae* on: immune (R) – 30,7 and 22,5 %, practically stable (R +) – 46,2 and

45%, medium stable (S/) – 23,1 and 22,5 %, susceptible (S) – 0 and 10 %, respectively.

The resistance group I-immune with the type of reaction (R) relative to *D. rosae* is represented by 12 specimens 'Alexander', 'Dame de Coeur', 'Glorious', 'Julia', 'Prima Ballerina', 'Red Magic', 'Red Star', 'Zolotoi Yubilei', 'Pink Paradise', 'Blue River', 'Flamingo', 'Black Magic'; to *. pannosa* Lev. var. *rosae* 8 samples 'Black Lady', 'Black Baccara', 'Rose Gaujard', 'Russkaya krasavitsa', 'Zolotoi Yubilei', 'Paradise Weeks', 'Blue River', 'Flamingo', which for years of research had an agronomic stability index of $\bar{A} > 80,1$ %, that indicating a very high level of sustainability.

The resistance group II is practically stable with the type of reaction (R+) relative to *D. rosae* represented by 18 sorts of specimens. During the years of research, the degree of defeat of these samples was in the range from 1.4 to 12,5 % for the weighted average score – from 0,4 to 0,9. The index of agronomic stability ($\bar{A}$) is characterized by a very high level of resistance to *D. rosae* ($\bar{A} > 80,1$ %) samples varieties 'Black Baccara', 'Imperatrice Farah', 'Princesse de Monaco', 'Rose Gaujard'; High ($\bar{A} = 60,1-80,0$ %) – 'Janina', 'Rose Giardino di Boboli', 'Augusta Luise', 'Peace'; medium ($\bar{A} = 40,1-60,0$ %) – 'Black Lady', 'Lady Rose', 'Monarch', 'Norita', 'Russkaya krasavitsa', 'White Romance', 'Nostalgie'; Low ($\bar{A} = 20,1-40,0$ %) – 'Piroshka', 'Emmy'; Very low ($\bar{A} < 20,0$ %) – 'Double Delight'. The stability group II is practically stable with the type of reaction (R +) relative to *Sp. pannosa* Lev. var. *rosae* is represented by 19 samples varieties. During the years of research, the degree of defeat of these samples was in the range of 2,6 to 14,2 %, and the average weighted score is from 0,1 to 1,0. By indicator of the coefficient of agronomic stability ($\bar{A}$), they are characterized by a very high level of sign resistance to *Sp. pannosa* ($\bar{A} > 80,1$ %) samples varieties 'Monarch', 'Emmy'; high ($\bar{A} = 60,1-80,0$ %) – 'Janina', 'Pink Paradise', 'Blue Parfum', 'Nostalgie'; medium ($\bar{A} = 40,1-60,0$ %) – 'Julia'; low ($\bar{A} = 20,1-40,0$ %) – 'Alexander', 'Dame de Coeur', 'Imperatrice Farah', 'Karen Blixen', 'Kardinal 85', 'Krymskaja noth', 'Roter Stern', 'Victor Borge', 'Augusta Luise', 'Black Magic'; very low ($\bar{A} < 20,0$ %) – 'Peace', 'Double Delight'.

The stability group III is medium-stable with the type of reaction (S /) relative to *D. rosae* is represented by 9 sorts of specimens. During the years of research, the degree of defeat of these samples was in the range of 13.3 to 30.7%, and the average weighted score is from 0,9 to 1,8. According to the index of agronomic stability of agronomic stability ($\bar{A}$), a very high level of stability of the signs of resistance ($\bar{A} > 80,1$ %) has sorts of specimens of 'Karen Blixen', 'Kardinal 85', 'Valentino', 'Victor Borge', 'Paradise'; high ($\bar{A} = 60,1-80,0$ %) – 'Krymskaja noth', 'Pink Intuition', 'Blue Parfum';

medium ($\bar{^5}\text{-As} = 40,1\text{--}60,0\%$) – ‘*Roter Stern*’. Stability group III is medium-stable with type of reaction (S /) relative to *Sp. pannosa*. The rosae is represented by 8 specimens. During the years of research, the degree of damage to these samples was in the range of 19,7 to 36,5 % and the average weighted score - from 1,02 to 1,7. By indicator, the coefficient of agronomic stability (As) is characterized by a very high level of stability ($\bar{^9}\text{-As} > 80,1\%$) to *Sp. pannosa* Lev. var. *Rosae* have sorts of specimens ‘*Norita*’, ‘*Piroschka*’, ‘*Red Magic*’, ‘*White Romance*’; high ($\bar{^7}\text{-As} = 60,1\text{--}80,0\%$) – ‘*Princesse de Monaco*’, ‘*Red Star*’; medium ($\bar{^5}\text{-As} = 40,1\text{--}60,0\%$) – ‘*Glorious*’, ‘*Prima Ballerina*’.

The stability group IV is susceptible to the type of reaction (S) relative to *Sp. pannosa* is represented by 4 sorts of specimens. During the years of research, the degree of defeat of these samples was in the range of 28,7 to 36,07 %, and the average weighted score ranged from 1,2 to 1,7. According to the index of agronomic stability of Agronomic Stability (As), all samples in this group have a high level of stability ($\bar{^7}\text{-As} = 60,1\text{--}80,0\%$), namely *Rose Giardino di Boboli*, ‘*Lady Rose*’, ‘*Pink Intuition*’, ‘*Valentino*’.

In result of the researches conducted, annually is revealed the genetic inhomogeneity of the collection material of the genus *Rosa* L. of hybrid-tea roses by the defeat of *D. rosae* and *Sp. pannosa* Lev. var. *rosae* in a natural background. The statistical analysis of the results of phytopathological accountings showed that in the conditions of the natural background the population of samples of collection of roses consists of homogeneous on 64,7 and 58 % and on 35,3 and 42 % - heterogeneous populations by an indicator of stability to black leaf spots and powdery mildew, respectively. The amplitude of the variability of the damage in years of research has shown that in the group of hybrid-tea roses, 70 % of the population of sorts of specimens, from the total number of samples in the group, are homogeneous by indicator of stability ($V\sigma \leq 33,0\%$) to *D. rosae*, namely ‘*Zolotoi Yubilei*’, ‘*Alexander*’, ‘*Dame de Coeur*’, ‘*Glorious*’, ‘*Julia*’, ‘*Prima Ballerina*’, ‘*Red Magic*’, ‘*Red Star*’, ‘*Pink Paradise*’, ‘*Blue River*’, ‘*Flamingo*’, ‘*Black Magic*’ ($V\sigma = 0,0\%$; $As = 100,0\%$), ‘*Black Baccara*’ ($V\sigma = 18,3\%$; $As = 81,7\%$), ‘*Imperatrice Farah*’ ($V\sigma = 18,4\%$; $As = 81,6\%$), ‘*Janina*’ ($V\sigma = 24,3\%$; $As = 75,7\%$), ‘*Karen Blixen*’ ($V\sigma = 15,6\%$; $As = 84,4\%$), ‘*Kardinal 85*’ ($V\sigma = 3,2\%$; $As = 96,8\%$), ‘*Krymskaja noth*’ ($V\sigma = 29,2\%$; $As = 70,8\%$), ‘*Princesse de Monaco*’ ($V\sigma = 8,1\%$; $As = 91,9\%$), ‘*Rose Gaujard*’ ($V\sigma = 17,9\%$; $As = 82,1\%$), ‘*Rose Giardino di Boboli*’ ($V\sigma = 32,8\%$; $As = 67,2\%$), ‘*Valentino*’ ($V\sigma = 13,2\%$; $As = 86,8\%$), ‘*Victor Borge*’ ($V\sigma = 14,3\%$; $As = 85,7\%$), ‘*Paradise*’ ($V\sigma = 6,7\%$; $As = 93,3\%$), ‘*Pink Intuition*’ ($V\sigma = 27,8\%$; $As = 72,2\%$), ‘*Blue Parfum*’ ($V\sigma = 30\%$; $As = 70\%$), ‘*Augusta Luise*’ ($V\sigma = 26,1\%$; $As = 73,9\%$). Homogeneous by indicator of stability ($V\sigma \leq 33,0\%$) to the

damage *Sp. pannosa* Lev. var. *rosae* € 55 % populations of sorts of specimens: 'Black Lady', 'Black Baccara', 'Rose Gaujard', 'Russkaya krasavitsa', 'Zolotoi Yubilei', 'Paradise Weeks', 'Blue River', 'Flamingo' ($V\sigma - 0,0$ %; $As - 100,0$ %), 'Pink Paradise' ($V\sigma - 25,5$ %; $As - 74,5$ %), 'Janina' ($V\sigma - 32,8$ %; $As - 67,2$ %), 'Lady Rose' ($V\sigma - 28,2$ %; $As - 71,8$ %), 'Monarch' ($V\sigma - 14,2$ %; $As - 85,8$ %), 'Norita' ($V\sigma - 15,3$ %; $As - 84,7$ %), 'Piroshka' ($V\sigma - 18,2$ %; $As - 81,8$ %), 'Red Magic' ($V\sigma - 25,4$ %; $As - 74,6$ %), 'Red Star' ($V\sigma - 28,7$ %; $As - 71,3$ %), 'Rose Giardino di Boboli' ($V\sigma - 30,3$ %; $As - 69,7$ %), 'Valentino' ($V\sigma - 20,6$ %; $As - 79,4$ %), 'White Romance' ($V\sigma - 19,3$ %; $As - 80,7$ %), 'Blue Parfum' ($V\sigma - 30,8$ %; $As - 69,2$ %), 'Emmy' ($V\sigma - 18,8$ %; $As - 81,2$ %).

Heterogeneous for the manifestation of resistance *D. rosae* ($V\sigma > 33,0$ %) is 30 % of population of sorts specimens from the total number of specimens in the Hybrid-tea roses group is namely the samples of 'Black Lady' ($V\sigma - 48,9$ %; $As - 51,1$ %), 'Lady Rose' ($V\sigma - 51,4$ %; $As - 48,6$ %), 'Monarch' ($V\sigma - 46,8$ %; $As - 53,2$ %), 'Norita' ($V\sigma - 44,2$ %; $As - 55,8$ %), 'Piroshka' ($V\sigma - 62,5$ %; $As - 37,5$ %), 'Roter Stern' ($V\sigma - 52$ %; $As - 48$ %), 'Russkaya krasavitsa' ($V\sigma - 57$ %; $As - 43$ %), 'White Romance' ($V\sigma - 54,9$ %; $As - 45,1$ %), 'Emmy' ($V\sigma - 79,6$ %; $As - 20,4$ %), 'Peace' ($V\sigma - 34,6$ %; $As - 65,4$ %), 'Double Delight' ($V\sigma - 91,7$ %; $As - 8,3$ %), 'Nostalgie' ($V\sigma - 54,9$ %; $As - 45,1$ %) and 45% of the population of sorts samples relative to *Sp. pannosa* Lev. var. *rosae*: 'Pink Intuition' ($V\sigma - 37,7$ %; $As - 62,3$ %), 'Augusta Luise' ($V\sigma - 77,3$ %; $As - 22,7$ %), 'Alexander' ($V\sigma - 76,9$ %; $As - 23,1$ %), 'Dame de Coeur' ($V\sigma - 68,8$ %; $As - 31,2$ %), 'Glorious' ($V\sigma - 43,2$ %; $As - 56,8$ %), 'Imperatrice Farah' ($V\sigma - 75$ %; $As - 25$ %), 'Julia' ($V\sigma - 60$ %; $As - 40$ %), 'Karen Blixen' ($V\sigma - 68$ %; $As - 32$ %), 'Kardinal 85' ($V\sigma - 68,8$ %; $As - 31,2$ %), 'Krymskaja noth' ($V\sigma - 67$ %; $As - 33,0$ %), 'Princesse de Monaco' ($V\sigma - 36,5$ %; $As - 63,5$ %), 'Prima Ballerina' ($V\sigma - 42,1$ %; $As - 57,9$ %), 'Roter Stern' ($V\sigma - 62,6$ %; $As - 37,4$ %), 'Victor Borge' ($V\sigma - 75,1$ %; $As - 24,9$ %), 'Peace' ($V\sigma - 80,7$ %; $As - 19,3$ %), 'Black Magic' ($V\sigma - 78,6$ %; $As - 21,4$ %), 'Double Delight' ($V\sigma - 80,9$ %; $As - 19,1$ %), 'Nostalgie' ($V\sigma - 36,7$ %; $As - 63,3$ %).

Conclusions

As a result of the immunological evaluation of the collection of hybrid-tea roses, were established:

- Practical value for selection as a source of polygenic stability and for agroecology as a factor in the selection of highly virulent pathotypes of the fungus *Diplocarpon rosae* F.A. Wolf have sorts of specimens: 'Alexander', 'Dame de Coeur', 'Glorious', 'Julia', 'Prima Ballerina', 'Red Magic', 'Red Star', 'Zolotoi Yubilei', 'Pink Paradise', 'Blue River', 'Flamingo', 'Black

Magic, *Black Baccara*, *Imperatrice Farah*, *Princesse de Monaco*, *Rose Gaujard*, *Janina*, *Rose Giardino di Boboli*, *Augusta Luise*, *Peace*, *Karen Blixen*, *Kardinal 85*, *Valentino*, *Victor Borge*, *Paradise*, *Krymskaja noth*, *Pink Intuition*, *Blue Parfum*; та *Sp. pannosa* Lev. var. *rosae* Woronich: *Black Lady*, *Black Baccara*, *Rose Gaujard*, *Russkaya krasavitsa*, *Zolotoi Yubilei*, *Paradise*, *Blue River*, *Flamingo*, *Monarch*, *Emmy*, *Janina*, *Pink Paradise*, *Blue Parfum*, *Nostalgie*, *Norita*, *Piroschka*, *Red Magic*, *White Romance*, *Princesse de Monaco*, *Red Star*, these varieties are recommended for greening of populated areas, which will help reduce the pesticide loading on the urban ecosystem;

-With the intensive development of both high- and low- virulents pathogens, which leads to occurrence of epiphytotium of major pathologies that increase the rate of formation and occurrence of aggressive races *Diplocarpon rosae* F.A. Wolf contribute to the such varieties: *Black Lady*, *Lady Rose*, *Monarch*, *Norita*, *Russkaya krasavitsa*, *White Romance*, *Nostalgie*, *Piroschka*, *Emmy*, *Double Delight*, *Roter Stern* and *Sp. pannosa* Lev. var. *rosae* Woronich: *Julia*, *Alexander*, *Dame de Coeur*, *Imperatrice Farah*, *Karen Blixen*, *Kardinal 85*, *Krymskaja noth*, *Roter Stern*, *Victor Borge*, *Augusta Luise*, *Black Magic*, *Peace*, *Double Delight*, *Glorious*, *Prima Ballerina*, *Lady Rose*, *Rose Giardino di Boboli*, *Valentino*, *Pink Intuition*, *Red Star*.

Practical value for selection as a source of polygenic group resistance to *Sp. pannosa* Lev var. *rosae* Woronich and *D. rosae* F.A. Wolf have sorts of specimens: *Black Baccara*, *Blue Parfum*, *Blue River*, *Flamingo*, *Janina*, *Paradise*, *Pink Paradise*, *Princesse de Monaco*, *Red Magic*, *Red Star*, *Rose Gaujard*, *Zolotoi Yubilei*.

REFERENCES

- Anpylokhova V.A (1976) / Rose diseases and measures to combat them: methodical recommendations / Anpylokhova V.A. Kyiv, Ukraine–: Naukova dumka,– 11 p. [in Ukrainian].
- Bondarenko-Borysova Y. V. (2008) /Diseases of the Hybrid garden roses (*Rosa × hybrida* hort.) In the collection of the Donetsk Botanical Garden of the NAS of Ukraine and methods of their control / Bondarenko-Borysova Y. V. // Industrial botany. Donetsk, Ukraine – Issue 8 – 240–249 p. [in Russian].
- Borovykov V. (2001) /STATISTICA: The art of data analysis on a computer / Borovykov V. – St. Petersburg, Russia. Piter. – 656 p. [in Russian].
- Bukharyna Y.L. (2009) / Bioecological features of woody plants and the rationale for their use for the purpose of ecological optimization of urban environment: the dissertation author's abstract on the competition of the scientific degree of Doctor of Biology Sciences: 03.00.16 – ecology / Bukharyna Y.L. – Tolyatti, Russia . – 36 p. [in Russian].
- Horlenko S.V. (1984) /Pests and diseases of roses / Horlenko S.V., Pan'ko N.A., Podobnaya N.A. – Minsk, Belarus: Nauka i tekhnika, – 128 p [in Russian].
- Zaytsev H.N. (1984) / Mathematical statistics in experimental botany / Zaytsev H.N. – Moscow, Russia: Nauka, – 424 p [in Russian].

Klymenko V.N. (1976) /On the creation of a source material resistant to powdery mildew and rust during the selection of garden roses / Klymenko V.N., Klymenko Z.N., Semyna S. N. Kyiv, Ukraine// In the collection "III Congress of Geneticists and Breeders of Ukraine" – part 2. –54 p [in Russian].

Klymenko Z.K. (2009) / Remote hybridization in domestic selection of garden roses for immunity to fungal diseases/ Klymenko Z.K.// Scientists notes of Taurian National University Vernadsky V.I. Series "Biology, Chemistry".– T. 22 (61). – № 3. – 52–56 p [in Ukrainian].

Kulybaba Yu.F. (1974) / Methodical guidelines for the identification and registration of flower culture diseases / Kulybaba Yu.F., Prymakovskaya M.A. – Moscow, Russia: Kolos, – 19–26 p [in Russian].

Kulybaba Yu.F. (1968) / Methods of protecting floral plants from diseases / Kulybaba Yu.F. // Floriculture and decorative gardening in the southern zone of the USSR (Materials of the scientific and methodological meeting, were compiled in March 1968 in city Sochi).– 125–135 p [in Russian].

Lempits'kyi L.P. (1958) /The culture of roses in the open ground / Lempits'kyi L.P. – Kyiv, Ukraine: The publishing house of the Academy of Sciences of the USSR.,– 124 p [in Ukrainian].

Mandre M. (1971) / Biochemical characteristic of roses affected by powdery mildew / Mandre M.// Botanical Gardens of the Baltic States. – Zinatne, Riga, 209–215 p [in Russian].

Mysko L.A. (1997) / Diseases and protective measures / Mysko L.A.// Triumph of the rose. – Moscow, Russia, 139–297 p [in Russian].

Mysko L.A. (1981) / Rose Diseases and a system of measures to combat them / Mysko L.A. // Effectiveness of protection of introduced plants from pests: Proceedings of the IV coordination meeting. –Kyiv, Ukraine: Naukova dumka, 60–63 p [in Russian].

Radyonov H.P. (2000) /Roses/ Radyonov H.P., Chernobryvets V.T. – Donetsk, Ukraine: Alan L.L.K, Book society, – 424 p [in Russian].

Rubtsov L.Y. (1977) / Trees and shrubs in landscape architecture / Rubtsov L.Y. –Kyiv, Ukraine: Naukova dumka, – 272 p [in Russian].

Rubtsova O.L. (2003) / / The main tendencies of the world collection of roses // Plant introduction. – №3. –19–22 p [in Ukrainian].

Rubtsova O.L. (2009) /Genus Rosa L. in Ukraine: gene pool, history, research, achievements and perspectives/– Kyiv, Ukraine: Feniks, – 344 p [in Ukrainian].

Ruzaeva Y.V. (2007) / Stability of garden roses to diseases / Ruzaeva Y.V.// Samara, Russia: Samarskaya Luka: Bul. – T. 16. № 1–2(19–20), 91–109 p [in Russian].

Rumberh V.YU. (1972) / Resistance to Diseases of cultivated in the Estonian SSR varieties of roses: the dissertation author's abstract on competition of a scientific degree of the candidate of biological sciences / Rumberh V.YU. – Tartu, Estonia, State University, – 32 p [in Russian].

Rumberh V.YU.(1974) /About resistance to Diseases of roses in the conditions of the Estonian SSR. In the book: Plant resistance to Diseases / Rumberh V.YU. – Tallin, Estonia: The Academy of Sciences of the ESSR. 68–120 p [in Russian].

Semyna S.N. (1986) / The vulnerability of introduced varieties of roses by diseases / C Semyna S.N. Klymenko Z.K. // Collection of scientific works of the Nikitsky Botanical Garden, Issue 99. –129–135 p [in Russian].

Modern Roses XI. (2000) London: Akademik Press. – 638 p.

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВОГРУНТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НЕКОТОРЫХ КУЛЬТУР

Т.П.Марчик¹, В.И. Высокоморный²

¹ УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»
г.Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230023, г.
Гродно, ул. Ожешко, 22, tme105@yandex.by)

² УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008, г.
Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: почвогрунт, биогукус, фитотестирование,
каталазная активность.

Аннотация. В работе проводили исследование некоторых физических, химических и биохимических свойств и фитотестирование почвогрунтов на основе биогукуса и торфа с целью определения наиболее оптимального для выращивания растений. Установлено, что все почвогрунты обладают стимулирующим эффектом по сравнению с дерново-подзолистой супесчаной почвой. Наиболее оптимальными для выращивания культур по всем изученным показателям являются почвогрунты на основе биогукуса «Биорост» и «Хозяин» (Республика Беларусь).

ABOUT THE OPPORTUNITIES OF USING VARIOUS ARTIFICIAL SOILS IN GROWING CERTAIN CROPS

T.P.Marchyk¹, A.I. Vusokomorny²

¹ EI «Yanka Kupala State University of Grodno » (Belarus, Grodno, 230023, 22 Ozhashko st.; e-mail: tme105@yandex.by)

² EI «Grodno State Agrarian University» (Belarus, Grodno, 230008, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: artificial soil, biohumus, phytotesting, catalase activity.

Summary: *In the work some physical, chemical and biochemical properties and phytotesting of artificial soil on the basis of biohumus and peat were studied with the purpose of determining the most optimal for growing plants. It is established that all artificial soils have a stimulating effect in comparison with sod-podzolic sandy loam soil. The most optimal for cultivation of crops in all the studied indicators is artificial soil on the basis of biohumus «Biorost» and «Host» (Republic of Belarus).*

(Поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Введение. Техногенная интенсификация производства породила целый ряд экологических проблем, которые связаны с загрязнением почвы, водоёмов и грунтовых вод, а также сельскохозяйственной продукции. Поэтому актуальным направлением является биологизация сельскохозяйственного производства, поиск и разработка приемов, повышающих урожайность культурных растений без увеличения доз вносимых удобрений и интенсивного использования пестицидов, с целью получения безопасной готовой продукции.

Перспективным приемом повышения плодородия почв, оптимизации почвенно-биотического комплекса агроэкосистем и получения экологически чистой продукции служит применение биоудобрений нового поколения – биогумуса, получаемого в процессе вермикомпостирования. Формирование и развитие данного направления обусловлено возможностью решения на биологической основе ряда экологических задач: утилизация органических отходов, получение высококачественного, экологически чистого органического удобрения, повышение плодородия почвы, выращивание безопасной сельскохозяйственной продукции. Метод вермикюльтуры существенно ограничивает либо исключает опасность загрязнения среды различными поллютантами [1, 2]. Свойства биогумуса (вермикюльтуры) при его применении благоприятно сказываются на формировании урожайности сельскохозяйственных культур, стимулируют улучшение качества получаемой продукции [3, 4].

Биогумус обладает такими ценными свойствами, как большая влагоемкость, механическая прочность гранул, отсутствие семян сорных растений, наличие большого количества полезной микрофлоры, различных ферментов, почвенных антибиотиков, гормонов роста и развития растений, витаминов. В сочетании с мелиоративными и структурирующими почву свойствами такое удобрение, выработанное по природной технологии в условиях промышленного производства, более конкурентоспособно по сравнению с любыми другими

искусственными минеральными удобрениями, тем более с подстилочным навозом и компостом [5].

Целью работы являлась оценка свойств почвогрунтов, предлагаемых торговой сетью г Гродно (Беларусь) и выявление наиболее оптимального для выращивания растений.

Материал и методика исследований. В опытах использовали три вида различных почвогрунтов: два на основе биогумуса и один на основе торфа.

Образец № 1: почвогрунт «Хозяин» на основе биогумуса (производитель: ООО «Карио» Республика Беларусь): натуральный, универсальный, полностью готовый к использованию питательный почвогрунт с большим содержанием биогумуса и питательных веществ. Характеристики почвогрунта: $pH_{\text{сол}} - 7,5$, влажность – 32,7 %, азот общий – 5795 мкг/кг, фосфор общий – 1838 мкг/кг, калий общий – 3223 мкг/кг [6].

Образец № 2: почвогрунт «Биорост» на основе биогумуса. Производитель: ЧУПТП «Океан-Гал», Беларусь, Гродненский р-н, д. Зарица: полностью готовый к применению грунт, состоит из природных материалов, в состав которых входит: биогумус, сапрпель (озерный ил), песок, доломитовая мука. Характеристики почвогрунта: $pH_{\text{сол}} - 6,3-7,8$, влажность – не более 60 %, азот (NH_4+NO_3) 0,2 – 1, фосфор (P_2O_5) 0,2 – 0,8, калий (K_2O) 0,1 – 1,0 % массовый на сухое вещество [7].

Образец №3: Питательный грунт Живая Земля® (Terra Vita®) Универсальный. Производитель: ЗАО «МНПП «Фарт», Россия, г. Санкт-Петербург: полностью готовый питательный торфяной грунт из смеси высококачественных верховых торфов различной степени разложения с добавлением природных структурирующих компонентов (очищенного речного песка и агроперлита), биогумуса и комплексного минерального удобрения. Характеристики почвогрунта: $pH_{\text{сол}} - 5,5 - 6,0$, азот (NH_4+NO_3) – 150 мг/л, фосфор общий – 270 мг/л, калий (K_2O) – 300 мг/л [8].

Контроль: дерново-подзолистая супесчаная почва, отобранная на личном приусадебном участке (Мостовский район, агрогородок Гудевичи).

В пробах в лабораторных условиях определяли некоторые физические (плотность, плотность твердой фазы, капиллярная влагоемкость), химические (актуальная и обменная кислотность – птенциометрическим методом), биохимические (каталазная активность газометрическим методом) свойства. На следующем этапе было проведено фитотестирование почвогрунтов с определением некоторых морфометрических показателей и полевой эксперимент.

Результаты исследований и их обсуждение. Физические и химические свойства изученных почвогрунтов представлены в таблице 1.

Плотность используют как один из основных количественных показателей оценки качества почвы со стороны ее физических свойств. Плотность почв в большей степени зависит от сложения и структурного состояния органических веществ и оказывает влияние на накопление воды и питательных веществ, на соотношение воды и воздуха в почве.

Таблица 1 – Физические и химические свойства почвогрунтов

№ образца	d, г/см ³	D, г/см ³	Капиллярная влагоемкость, %	pH _{KCL}
1	1,2±0,1	1,72±0,03	48,6±1,3	6,73±0,03
2	1,1±0,2	1,55±0,00	56,3±2,1	6,91±0,19
3	0,9±0,1	1,25±0,01	55,6±0,9	5,86±0,04
Контроль	1,6±0,4	2,41±0,03	38,2±0,7	6,07±0,10

При определении плотности почвогрунтов установлено, что наименьшее значения данного показателя характерно для образца № 3 – 0,9 г/см³, что может свидетельствовать о высоком содержании органических остатков, плотность образцов № 1 и 2 является типичной величиной для культурных свежеспаханных горизонтов почв, максимальная (характерна для уплотненных почв) – в контроле.

Плотность твердой фазы в определенной степени позволяет судить о соотношении минеральных и органических веществ в почвах и грунтах, чем меньше данный показатель, тем больше органического вещества. Среди исследованных почвогрунтов минимальная плотность твердой фазы отмечена для образца на основе торфа, наибольшая – для контроля.

Наиболее благоприятным водным режимом обладают образцы № 2 и 3, капиллярная влагоемкость которых приближается к наиболее оптимальным значениям.

Реакция почвенной среды имеет существенное значение для направленности почвенных процессов, роста и развития растений. Среди исследуемых почвогрунтов наибольшее значение pH_{KCL} у образца № 2, наименьшее – у образца № 3, так как при его приготовлении в качестве основного субстрата использовался торф. Все почвогрунты являются близкими к нейтральным (образец № 3, контроль) и нейтральными (образец № 1 и 2), в дополнительном

известковании не нуждаются и могут быть использованы для выращивания культур, чувствительных к реакции почвенной среды.

Для определения биологической активности почвогрунтов нами определялась каталазная активность газометрическим методом. Каталаза – фермент, осуществляющий разложение перекиси водорода до воды и молекулярного кислорода, которая образуется в процессе дыхания живых организмов, при биохимических реакциях окисления органического вещества и, накапливаясь в среде, может привести к неуправляемым окислительным процессам [9]. Каталазная активность исследуемых образцов изменялась в достаточно широком диапазоне от 6,8 до 15,4 см³ O₂ за 1 мин / 1 г в.-с. почвы (рисунок 1), с максимумом для почвогрунтов на основе биогумуса, что свидетельствует об их высокой потенциальной биологической активности. Наименьшая каталазная активность почвогрунта на основе торфа, возможно, связана с тем, что оптимальной для работы фермента является слабощелочная реакция среды [10].

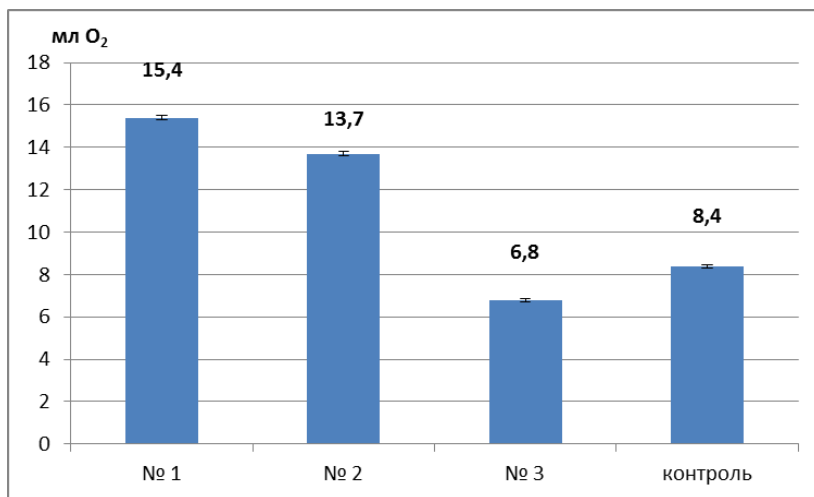


Рисунок 1 – Каталазная активность исследуемых образцов

Для интегральной оценки почвогрунтов нами было проведено фитотестирование с использованием растений семейства Крестоцветных (*Brassicaceae*) – редьки (*Raphanus sativus*) и кресс-салата (*Lepidium sativum*)– и определением всхожести семян, длины корня как наиболее информативных [11]. Опыт проводили в

трехкратной повторности, количество семян в чашке – 50 штук. Результаты исследования приведены в таблице 2.

В ходе исследования установлен достоверный стимулирующий эффект на всхожесть семян тест-культур: все почвогрунты увеличили всхожесть на 10 – 30 % по сравнению с контролем, причем максимальный эффект отмечен для почвогрунтов на основе биогумуса. Длина корня тест-культур также достоверно увеличилась по сравнению с контролем в 1,4 – 1,6 раз, однако тенденция несколько иная: стимулирующий эффект почвогрунта на основе торфа был почти таким же, как и на основе биогумуса.

Таблица 2 – Результаты фитотестирования почвогрунтов

№ образца	Всхожесть семян, в %		Длина корня, мм	
	<i>Raphanus sativus</i>	<i>Lepidium sativum</i>	<i>Raphanus sativus</i>	<i>Lepidium sativum</i>
1	92,0±0,1*	84,0±2,8*	14,68±0,48*	8,80±0,27*
2	90,7±1,6*	81,3±1,6*	14,99±0,64*	10,32±0,30*
3	73,3±3,3*	68,0±2,8*	15,03±0,80*	9,20±0,33*
Контроль	62,7±3,3	54,7±1,6	9,59±0,52	7,31±0,38

*различия достоверны при $p < 0.05$ (тест Мана-Уитни)

Заключение. Исходя из проведенных исследований, можно отметить, что все изученные почвогрунты оказались лучше контроля (дерново-подзолистой супесчаной почвы) и оказывали стимулирующий эффект при фитотестировании. Общая оценка всех изученных свойств (физических, химических и биологических) позволяет рекомендовать для использования почвогрунты, приготовленные с использованием биогумуса – «Биорост» и «Хозяин», как для выращивания рассады, так и для применения на приусадебных участках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроэкология / В.А. Черников [и др.]; под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса – М.: Колос, 2000. – С. 330-339
2. Юхимчук, Г.В. Перспективы и эффективность использования биогумуса в овощном хозяйстве / Г.В. Юхимчук, В.Д. Гуцуляк // Тез. докл. участников II Международного конгресса «Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды», май 1992г. – Ивано-Франковск, 1992 г. – С. 58–60.
3. Полторац, Я. А. Биотехнология для утилизации животноводческих стоков / Я.А. Полторац // Научный журнал КуГАУ. – 2012. – №78(04). – С. 1-10
4. Сендецкая, А.В. Эффективность переработки органических отходов методом верми-культивирования и биологической ферментации / А.В. Сендецкая // IV Международная Научная Экологическая Конференция: «Проблемы рекультивации

отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства». – Краснодар. – Кубанский госагроуниверситет, 2015. – Ч. II. – С. 55–59.

5. Мустафаев, Б.А. Переработка органических отходов, производство биогумуса – основа воспроизводства плодородия почв / Б.А. Мустафаев, З.Е. Какежанова, А.Б. Кенжетева // Весник Омского государственного аграрного университета, Омск, 2012. – № 4(8). – С. 20–25.

6. Хозяин – универсальный почвогрунт [Электронный ресурс] / ООО «Карио». – Режим доступа: <http://www.kario.by/catalog/Item.aspx? item=48&ctgid=2>. – Дата доступа: 31.05.2017.

7. Рассадный грунт Биорост [Электронный ресурс] / ЧУПТП «Океан-Гал». – Режим доступа: <http://green-way.by/portfolio-view/biorost20/>. – Дата доступа: 31.05.2017.

8. Питательный грунт Живая Земля (Terra Vita®) Универсальный [Электронный ресурс] / ЗАО «МНПП ФАРТ». – Режим доступа: <http://www.phart.ru/ru/catalogue/product/3/>. – Дата доступа: 31.05.2017.

9. Ladd, J.N. Soil enzymes / J.N. Ladd // Soil Organic Matter and Biological Activity / D. Vaughan, R.E. Malcom. – Boston. – 1985. – P. 175–221.

10. Абрамян, С.А. Состав поглощенных катионов и ферментативная активность почв / С.А. Абрамян, А.Ш. Галстян // Экологические условия и ферментативная активность почв : сб. ст. / Ин-т биологии Башкирск. филиал АН СССР ; редкол.: Ф.Ш. Гарифуллин (гл. ред.) [и др.]. – Уфа. – 1979. – С. 41 – 58.

11. Лисовицкая, О.В. Фитотестирование: основные подходы, проблемы лабораторного метода и современные решения / О.В. Лисовицкая, В.А. Терехова // Доклады по научному почвоведению. – 2010. – Вып. 13, №1. – С. 1-18.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5
tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24,
fax: (498) 694-09-02
E-mail: vniif@vniif.ru
www.vniif.ru

**СЕКЦИЯ 8
ЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА**

**SECTION 8
ECOLOGY OF URBAN SPACE**

УДК 625.098

**СНИЖЕНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
АВТОТРАНСПОРТА В ГОРОДАХ ПОСРЕДСТВОМ ЗЕЛЕННЫХ
НАСАЖДЕНИЙ**

В.В. Васильева

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»
г. Орёл, Россия (Россия, 302030 г. Орёл, ул. Московская, 77, e-mail: vivaorel57@gmail.com)

***Ключевые слова:** акустическая среда, транспортный шум, шумозащитные сооружения, зеленое строительство.*

***Аннотация.** Важной задачей экологической безопасности любого государства является снижение негативного техногенного воздействия автотранспорта на акустическую среду городской территории. Уменьшение шума от транспорта достигается за счет рациональной трассировки транспортных магистралей, выведения их с территории жилого района и определенного ограничения скорости движения транспорта. В статье проанализированы основные виды загрязнений и факторы, способствующие снижению транспортного шума и улучшению городского экопространства, дана краткая характеристика различным видам шумозащитных полос. Проведена оценка степени шумозащитной эффективности различных насаждений. Определена оптимальная ширина шумозащитной полосы в городских условиях, снижающая агрессивное воздействие автотранспорта в зоне влияния автодорог.*

**REDUCTION OF TRANSPORT ACOUSTIC IMPACT IN CITIES
THROUGH GREEN SPACE**

V.V. Vasileva

Orel State University named after I. S. Turgenev

Orel, Russia (Russia, 302030 Orel, Moskovskaya st., 77, e-mail: vivaorel57@gmail.com)

Key words: *acoustic environment, traffic noise, noise constructions, green building.*

Abstract. *An important problem of environmental safety of any state is the reduction of the negative anthropogenic impact of transport on the acoustic environment of the urban area. Reduction of transport noise is achieved due to the rational trace highways, removing them from the territory of a residential area and limiting the speed of traffic. The article analyzes the main types of pollution and factors that contribute to reducing traffic noise and improving the urban ecodistrict, the brief description of different types of noise bands. Assess the level of noise the effectiveness of the various plantings. The optimal width of the noise band in urban areas, reducing the aggressive impact of vehicles in the zone of influence of the roads.*

(Поступила в редакцию 17.07.2017 г.)

Введение. 2017 год объявлен годом экологии в России. Сделано это для того, чтобы привлечь внимание к проблемным вопросам, существующим в экологической сфере, и улучшить состояние экологической безопасности страны. Одной из целей является улучшение экологических показателей, в том числе состояния городского пространства и урбанизированных территорий. Городская среда в значительной степени подвержена агрессивному техногенному воздействию.

Автомобильный транспорт является приоритетным источником загрязнения атмосферы и акустической среды в городах (рисунок 1).

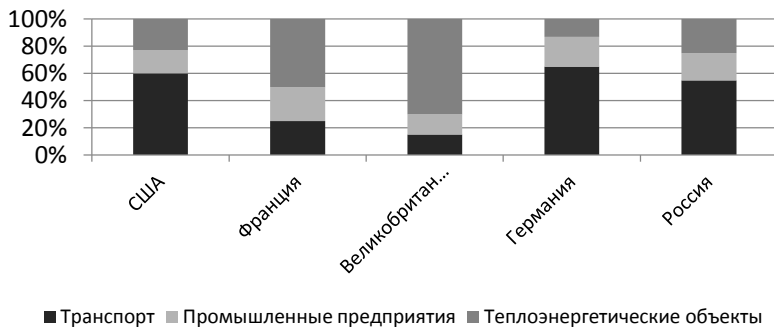


Рисунок 1. Диаграмма выбросов вредных веществ различными источниками загрязнения воздушного бассейна в городах по массе

С каждым годом все острее становится проблема борьбы с шумом. Шум отрицательно влияет на организм человека: является причиной его частичной или полной глухоты, вызывает сердечнососудистые и психические заболевания, нарушает обмен веществ. Шум города складывается из шумов различных источников - промышленных предприятий, транспорта, строек, работы оборудования, бытовых приборов и т. д. В городе самым распространенным и наиболее утомляющим является шум транспорта, который зависит от интенсивности, скорости движения и доли грузового транспорта в потоке. При прохождении 100 автомобилей в час средний уровень шума на прилегающей к дороге территории составляет 70 дБ. Уровень шума от движения автотранспорта на улицах местного значения составляет 55-65 дБА, на магистральных улицах — 70-85 дБА.

Цель работы – изучить эффективность городского зеленого строительства для снижения автотранспортного шума.

Санитарно-гигиенические требования к жилой застройке определяют необходимость защиты населения от вредного воздействия городского шума. В зависимости от интенсивности, частотных характеристик, времени и продолжительности воздействия для различных мест пребывания человека устанавливаются определенные допустимые уровни звука в дБА (палаты больниц и санаториев — 25, жилые комнаты квартир — 30, территории больниц — 35, классы школ — 40, территории жилых микрорайонов — 45, вокзалы — 60). Данные допустимые значения уровней звука относятся к ночному времени (с 23 до 7 ч), в дневное время эти уровни увеличиваются на 10 дБА.

Материал и методика исследований. В целях снижения городского шума проводят специальные градостроительные мероприятия, которые дают максимальный эффект при комплексном их применении: удаляют жилые дома от проезжей части; в качестве шумозащитных экранов на магистрали размещают общественные здания, автостоянки, сооружения торгового и коммунального назначения; создают инженерные шумозащитные сооружения, конструкции и устройства (стены, экраны), выемки, насыпи и специальные полосы зеленых насаждений. Уменьшение шума от транспорта достигается за счет рациональной трассировки транспортных магистралей, выведения их с территории жилого района и определенного ограничения скорости движения транспорта.

Для защиты селитебных территорий от шума необходимо максимально использовать городское зеленое строительство. Зеленые насаждения, расположенные между источником шума и жилыми

домами, участками для отдыха, могут значительно снизить уровень шума. Эффект возрастает по мере приближения растений к источнику шума; вторую группу целесообразно размещать непосредственно около защищаемого объекта. На рисунке 2 представлена принципиальная схема распространения транспортного шума.

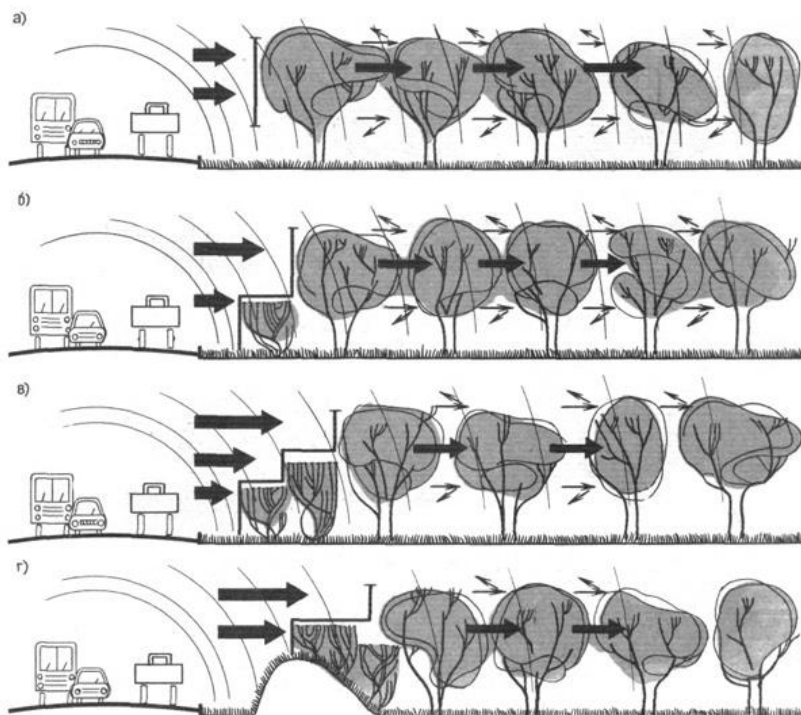


Рисунок 2. Принципиальные схемы распространения звука в зеленых насаждениях:

а — в результате многократного отражения шум затухает медленнее, чем на открытой ровной территории;

б — увеличение плоскости восприятия и отражения звуковых волн от ряда опушки из кустарников увеличивает шумозащитное действие;

в — двухъярусная живая изгородь увеличивает плоскость восприятия и отражения звуковых волн и обеспечивает больший шумозащитный эффект;

г — схема организации наиболее эффективной шумозащиты

Звуковые волны, наталкиваясь на листья, хвою, ветки, стволы деревьев различной ориентации, рассеиваются, отражаются или поглощаются. Кроны лиственных деревьев поглощают около 25 % падающей на них звуковой энергии. Снижение шума растениями зависит от конструкции, возраста, плотности посадок и кроны, ассортимента деревьев и кустарников, спектрального состава шума, погодных условий и т. д.

При неправильном расположении зеленых насаждений по отношению к источникам звука за счет отражательной способности листвы можно получить противоположный эффект, т.е. усилить уровень шума. Это может произойти при посадке деревьев с плотной кроной по оси улицы в виде бульвара. В этом случае зеленые насаждения играют роль экрана, отражающего звуковые волны по направлению к жилой застройке.

Рядовые посадки деревьев с открытым подкроновым пространством шум не поглощают, так как между поверхностью земли и низом крон создается своеобразный звуковой коридор, в котором многократно отражаются и складываются звуковые волны. Отражение звука происходит прежде всего в зоне прямого контакта с поверхностью шумозащитной полосы и зависит от применяемой конструкции полосы и плотности фронтальной зоны, воспринимающей звуковой удар.

Результаты исследований и их обсуждение. Лучший эффект снижения шума достигается при многоярусной посадке деревьев с густыми кронами, смыкающимися между собой, и опушечными рядами кустарника, полностью закрывающими подкroновое пространство.

Хорошо снижают шум полосы из растений с высоким удельным весом зелени (все хвойные породы в среднем на 6-7 дБА эффективнее снижают уровень шума при тех же параметрах полос, чем лиственные, но в городских условиях их применение осложняется высокой чувствительностью к загрязнению окружающей среды).

По степени шумозащитной эффективности различные насаждения располагаются в следующем порядке: сосновые, еловые, кустарниковые (лиственные разных видов) и лиственные древесные.

Оптимальная ширина шумозащитной полосы в городских условиях находится в пределах 10-30 м. Увеличение ширины полосы не дает существенного снижения шума. Полоса шириной 10 м должна состоять из не менее трех рядов деревьев.

Деревья, посаженные в шахматном порядке (высокие деревья ближе к источнику шума) с кустарником, подлеском, снижают уровень шума на 3-4 дБ больше, чем растения в рядовой конструкции, имеющие

одинаковые размеры и характеристики полос. Изучение снижения различными типами зеленых насаждений общих уровней шума от движущегося транспорта дало результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Эффективность снижения уровня транспортного шума полосами зеленых насаждений различной ширины, дендрологического состава и конструкции

Ширина полосы, м	Характеристика шумозащитной полосы	Снижени е уровня шума за полосой, дБА
10	3-рядная посадка лиственных деревьев: клена остролистного, вяза обыкновенного, липы мелколистной, тополя бальзамического в рядовой конструкции посадок, с кустарником в живой изгороди или подлеском из клена татарского, спиреи калинолистной, жимолости татарской	5-6
15	4-рядная посадка хвойных деревьев: ели, лиственницы сибирской в шахматной конструкции посадок, с кустарником из двухъярусной живой изгороди из дерна белого, клена татарского, акации желтой, жимолости татарской	11-12
20	4-рядная посадка хвойных деревьев: лиственницы сибирской, ели обыкновенной в шахматной конструкции посадок, с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из спиреи калинолистной, акации желтой, боярышника сибирского	13-14
25	5-рядная посадка лиственных деревьев: клена остролистного, вяза обыкновенного, липы мелколистной, тополя бальзамического в шахматной конструкции посадок, с кустарником в двухъярусной живой изгороди	9-10

	и подлеском из дерна белого, боярышника сибирского, клена татарского	
30	7 - 8-рядная посадка лиственных деревьев: липы мелколистной, клена остролистного, тополя бальзамического, вяза обыкновенного в шахматной конструкции посадок с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из клена татарского, жимолости татарской, боярышника сибирского, дерна белого	10-11

Примечание. Деревья в полосах зеленых насаждений высотой не менее 7-8м, кустарники — не менее 1,6-2м

Результаты исследований показывают, что наибольший эффект в снижении шума дает посадка шириной 20 м, т.е. 5 рядов хвойных деревьев и 2 ряда кустарников.

Более интенсивное снижение шума по сравнению с равномерным сплошным озеленением достигается при посадке нескольких плотных полос деревьев на таком расстоянии друг от друга, чтобы их кроны не смыкались, тогда каждый ряд деревьев с плотной живой изгородью снижает шум на 2 дБА, становясь новой преградой на пути шума, экранируя его.

Создание между дорожными полосами газонов и поддержание их в хорошем состоянии позволят улучшить шумозащиту, так как они отражают звук от поверхности по сравнению с грунтом и асфальтом соответственно на 10 и 20 % меньше.

Полоса шумозащитных зеленых насаждений должна иметь оптимальную плотность, глубину и высоту (на 2 м ниже условной прямой, соединяющей источник шума и расчетную точку на защищаемом участке).

Конструкции шумозащитных полос магистралей выбираются в зависимости от величины шума автотранспорта. Полоса зеленых насаждений шириной 30 м, плотностью 0,8-0,9, состоящая из 7-8 рядов лиственных деревьев (липа, тополь, клен) высотой 7-8 м с густо ветвящейся плотной кроной, низким штамбом с кустарником в подлеске (бирючина, спирея) и живой изгородью высотой 1,5-2 м, может снизить уровень транспортного шума до 12 дБ.

Расстояние от тротуара магистрали до домов должно быть не менее 15-20 м озелененной территории. Наилучшим шумозащитным эффектом обладает сформированная из деревьев и кустарников зеленая полоса, расположенная на экранизирующем барьере — земляном

кавалере. При расположении магистрали в выемке целесообразно озеленить верхнюю бровку откоса. В случае направленного шума рассеивать его могут отдельно стоящие деревья и кустарники.

Для снижения уровней шума внутри микрорайонов и жилых кварталов, во дворах и на узких улицах целесообразно вместе с посадкой деревьев с густой кроной, плотного высокого кустарника и созданием травянистого покрова на всех свободных участках использовать вертикальное озеленение зданий, (которое уменьшает поверхность отражения звука, увеличивая звукопоглощение стены в 6-7 раз. Растения не только улучшают акустическую ситуацию в городе, но и служат действенным средством оздоровления, городской среды, регулируя и улучшая санитарно-гигиенические и микроклиматические показатели, оказывая положительное психологическое и эстетическое воздействие.

Заключение. Внешний вид и долговечность растений в шумозащитной полосе во многом определяются степенью воздействия городской среды и экологическими особенностями растений (прежде всего их дымо- и газоустойчивостью и способностью сохранить свои свойства при длительном воздействии выхлопных газов автомобилей).

Одной из наиболее действенных планировочных мер защиты от шума жилых зон является функциональное зонирование территории с выделением шумных промышленных и транспортных зон.

На стадии генерального плана при расчетах можно принимать, что 1 погонный метр зеленых массивов снижает уровень шума на 0,1 дБА. Эффективную шумозащиту от скоростных дорог и магистральных улиц непрерывного движения могут обеспечить только хорошо развитые зеленые насаждения в специально созданных в соответствии с градостроительными нормами и требованиями полосах.

Шумопоглощающая способность растений проявляется и зимой, даже в безлиственном состоянии они снижают уровень шума на 2-5 дБА. В это время года интенсивность шума несколько снижается, кроме того, площади, занимаемые озеленением, покрываются снегом, который служит пористым поглотителем шума.

Высокие экологические качества растений, приспособляемость к городским условиям, неприхотливость, цветение, аромат делают их незаменимыми при формировании полос с целью шумозащиты.

Древесно-кустарниковые породы для приобретения акустической эффективности требуют длительного времени. В связи с этим посадочный материал, предназначенный для шумозащитных полос, еще в питомниках следует формировать с широковетвистыми густыми кронами и приствольной порослью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горохов, В.А. Городское зеленое строительство / В.А. Горохов. – М.: Стройиздат, 1991. – 416с.
2. Васильева, В.В. Оценка воздействия автотранспортных потоков на акустическую среду городской территории / В.В.Васильева / диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Орловский государственный технический университет. Орел, 2008. -141с.
3. Новиков, А.Н. Оценка акустической эффективности шумозащитных сооружений на автомобильных дорогах города / А.Н. Новиков, В.В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин. 2016. № 1 (52). С. 124-131.
4. Новиков, А.Н. Применение компьютерного моделирования при решении проблем акустической экологии городской среды (на примере г. Орла) / А.Н. Новиков, О.А. Ивашук, В.В. Васильева / В сборнике: Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин / Доклады международной научно-технической конференции. 2006. С. 148-152.
5. Васильева, В.В. Анализ шумового воздействия транспорта на городскую среду и население / В.В. Васильева / В сборнике: Актуальные вопросы инновационного развития транспортного комплекса / Материалы 2-ой Международной научно-практической конференции. 2012. С. 118-121.
6. Бечина, Д.Н. Древесно-кустарниковая растительность в городских условиях и ее влияние на снижение шума от автотранспорта (на примере города Саратова) / Д.Н. Бечина / диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Саратов, 2006.
7. ГОСТ 27436-87. Внешний шум автотранспортных средств. Допустимые уровни и методы измерений. - Изд. офиц.; Введ. 01.01.1989. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 1997. - 9 с.
8. Байнатов, Ж.Б. Шумозащитные сооружения на автомобильных дорогах / Ж.Б. Байнатов // Автомобильные дороги: Информ. сб. /Информ-автодор. - 1992. - Вып. 1. - С. 12-27.
9. Новиков, А.Н. Использование математических методов в системе мониторинга акустической среды г. Орла / А.Н. Новиков, О.А. Ивашук, В.В. Васильева / В сборнике: Актуальные вопросы подготовки специалистов по направлению «Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования» в условиях рыночной экономики сборник научных статей международной научно-практической конференции. под ред. А.Н. Новикова; сост. А.В. Севостьянихина. 2006. С. 148-151.
10. Новиков, А.Н. Прогнозирование воздействия автотранспортных потоков на акустическую среду урбанизированных территорий на основе моделирования / А.Н. Новиков, В.В. Васильева, А.А. Катунин // Вестник гражданских инженеров. 2016. №2(55). С. 210-215.

ПРОБЛЕМЫ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА МУСОРА В Г.ГРОДНО

И.Н. Дорошкевич, Т.В. Цебро, Е.И. Дорошкевич

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008, г.
Гродно, ул. Терешковой, 28; email: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, экология, культура, экономические аспекты, переработка отходов.

Аннотация. В статье анализируется состояние системы раздельной переработки мусора и проблемы, которые формируются на этапе ее внедрения в г.Гродно. Выявлено, что использование раздельного сбора мусора является общемировой тенденцией, однако внедряется в Гродненской области одной из последних в стране. Основными факторами, которые воздействуют на формирование эффективной системы сбора мусора, являются низкий уровень культуры и осведомленности населения об экологических проблемах, сжатые сроки введения в эксплуатацию завода, а также преимущественно административные методы государственных органов, по внедрению системы. Население города в целом без энтузиазма воспринимает такое новшество, а социальный подход к разделению мусора идет медленными темпами. В качестве вариантов более эффективного подхода стоит предусмотреть экономические рычаги воздействия на горожан и формирование чувства экологической ответственности.

PROBLEMS OF WASTE SORTING IN GRODNO

I. Darashkevich, T. Tsebro, E. Darashkevich

El «Grodno State Agrarian University» (Belarus, Grodno, 230008, 28
Tereshkova st.; email: ggau@ggau.by)

Key words: waste sorting, recycling, ecology, culture, economical aspects.

Summary: The article analyzes the situation of the system of waste sorting processing and the problems that are formed at the stage of its implementation in Grodno. It was revealed that the use of separate collection

of garbage is a worldwide trend, but it is being introduced in the Grodno region as one of the last in the country. The main factors that influence the formation of an effective waste collection system are: a low cultural level and awareness of the population about environmental problems, a short time frame for putting the sorting-plant into operation, as well as predominantly administrative methods of authorities, to introduce the system. The citizens are not enthusiastic about this innovation, and the social approach to the separation of garbage is slow. It is necessary to use economical methods for influencing citizens to sort the garbage at home and creating a sense of environmental responsibility among the population.

(Поступила в редакцию 17.07.2017 г.)

Введение. На современном этапе развития общества для эффективного управления отходами важную роль играет введение раздельного сбора твердых бытовых отходов (ТБО). Гродненский регион являлся единственным в республике, где такая система внедрялась одной из последних. С выходом на проектную мощность КПУП «Гродненский завод по утилизации и механической сортировке отходов» в начале 2017 года создается впечатление о комплексном понимании задачи использования отходов как сырья и продуктов его переработки, а также ее взаимосвязь с экологическими, экономическими и социальными аспектами развития общества. Однако реализация общемировой тенденции переработки мусора в г.Гродно находится на начальной стадии и имеет множество насущных проблем различного характера.

Цель работы. Изучение текущей проблематики в системе внедрения раздельного сбора твердых бытовых отходов в г.Гродно.

Материал и методика исследований. Достижение поставленной цели осуществлялось на основе использования логико-теоретических методов исследования (анализ, синтез, аналогия) в отношении научных публикаций и эмпирических методов (наблюдение, описание, сравнение).

Результаты исследований и их обсуждение. Термин «твердые бытовые отходы» кроме отходов, производимых населением, включает в себя также отходы потребления, образующиеся в офисах, торговых предприятиях, мелких промышленных объектах, школах и других муниципальных учреждениях.

Морфологический состав и объем отходов потребления чрезвычайно разнообразны и зависят не только от страны и местности, но и от времени года, а также от многих других факторов. Такие отходы,

как стекло, бумага, пластмасса, черные и цветные металлы, текстиль, – потенциально являются вторичным сырьем.

Условно ТБО можно разделить на четыре категории:

- вторичные отходы;
- биоразлагаемые отходы;
- не утилизируемые отходы;
- опасные отходы [5].

В общем виде концепция решения проблемы обращения с твердыми бытовыми отходами в передовых странах мира основана на снижении объема отходов путем многократного потребительского их использования (например, упаковки) или вторичной переработки с возвращением материалов в товарный оборот. Из части отходов путем сжигания извлекается энергия. И только остатки отходов, лишенные энергетического потенциала, депонируются [12]. Установлено, что при захоронении несортированных отходов на полигонах и свалках безвозвратно теряется до 90% полезной продукции, имеющей реальный спрос на рынке вторичного сырья. А благодаря сокращению количества затраченной энергии на производство продукции из вторичного сырья уменьшается загрязнение воздуха и воды [2].

Беларусь ежегодно производит около 30 млн т мусора, и только порядка 35 % промышленного и 4–5 % бытового мусора перерабатывается [10]. Процент извлечения вторичных материальных ресурсов на сегодняшний день составляет всего лишь 8,8 процента от общей массы отходов. Хотя, по подсчетам специалистов, в составе коммунальных отходов имеется: 8,65 процента бумаги и картона, 5,64 процента стекла, 2,05 процента металла, 4,61 процента дерева и камней, 30 процентов пищевых отходов, 8,92 процента полимеров, прочих отходов – 40,13 процента. Большую часть бытовых коммунальных отходов составляет вторсырье, которое сейчас в общей массе захоранивается в землю [12].

Стоит отметить, что в развитых странах концептуально поменялось отношение к отходам более 30 лет назад. На сегодняшний день за рубежом новая концепция обращения с отходами обрела емкое название «Zero waste» или «Ноль отходов» [7].

В основополагающих документах развитых стран утвердилась система иерархических принципов, следование которым помогло бы обеспечить в перспективе нулевой объем отходов производства и потребления, подлежащих выводу их экономического оборота:

- предотвращение образования отходов (совершенствование производственных процессов, моделирование упаковочных материалов с целью минимизации образующегося мусора);

- обязательная переработка твердых бытовых отходов;
- внедрение новых технологий в процесс уничтожения отходов для сокращения вреда, наносимого окружающей среде [12].

Со 2 февраля 2008 г. вступил в силу Закон Республики Беларусь «Об обращении с отходами», в котором одним из основных принципов государственной политики в области обращения с отходами определен принцип приоритетности использования отходов [10].

В Законе четко прописано, что «Физические лица, обязаны обеспечивать сбор отходов и разделение их по видам, если для этого юридическими лицами, обслуживающими жилые дома, созданы ...необходимые условия». На уровне государства пришло понимание, что раздельно собранные отходы – это уже не мусор, а вторичное сырье, из которого можно получать нужные товары, не увеличивая нагрузку на окружающую среду. Материалы становятся мусором лишь тогда, когда они смешиваются в общей баке, когда один вид полезной продукции загрязняет другой, не менее полезный.

Как государственными органами, так и научным сообществом отмечается, что в нашей стране в каждом регионе необходимо строить специализированные мусоросортировочные заводы, где бы протекала дальнейшая сортировка мусора, полученного от граждан. Сортировка мусора стала бы более тщательной, а это в свою очередь положительно бы сказалось не только на качестве переработки мусора, но и на финансовых ресурсах субъекта [5],[7].

Исходя из такой доктрины в г.Гродно в 2015 г. был заложен КПУП «Гродненский завод по утилизации и механической сортировке отходов». На сегодняшний момент стоимость проекта по комплексному обращению с бытовыми отходами, реализованного за кредитные средства Всемирного банка, составила около \$42 млн. Помимо строительства завода в городе установлено свыше 30 тыс. контейнеров для раздельного сбора мусора, закуплены 54 новых мусоровоза. Перерабатывать завод будет до 120 тыс. т отходов в год.

Предполагалось, что в идеале отходы должны разделяться или, точнее, не смешиваться населением или сотрудниками учреждений, производящих коммерческие отходы. Однако выяснилось, что никакая программа сбора вторсырья не будет работать сама собой, без определенных усилий властей.

Основные переработчики вторичного сырья от Гродненского мусорного завода: отходы стекла – ГО «Белресурсы», ОАО «Гродненский стеклозавод»; отходы бумаги и картона – ОАО «СКБЗ «Альбертин»; отходы пластмасс – ОАО «Белвторполимер», УП «РеПлас-М» (г. Могилев).

В целом на Гродненщине раздельный сбор мусора стали внедрять три или четыре года назад. Но появление первых контейнерных площадок понимания жителей города не встретило. Как и во многих других городах, люди бросали в специальные контейнеры что попало, не разбирая его по видам. Очень медленно горожане проявляли сознательность и готовность изменить свой жизненный стиль в отношении отходов.

А ведь раздельный сбор мусора позволяет [5], [6]:

- значительно сократить площади, отводимые под свалки, экономить природные ресурсы;
- уменьшить количество горных выработок, нефтяных разливов и площадей с вырубленными лесами;
- сократить количество вредных веществ, поступающих в окружающую среду при разложении отходов;
- снизить себестоимость продукции, производимой с применением вторичного сырья (например, при вторичной переработке пластиковых отходов можно получить напольное покрытие, черепицу, пластиковые трубы, цветочные горшки и многое другое).

Нами отмечено, что основная проблема с внедрением раздельного сбора мусора в г.Гродно заключается в низком уровне культуры по отношению к отходам в обществе в целом. Точнее – в отсутствии традиции правильного поведения в данной сфере. Дополняют данную проблему такие факторы, как:

- нивелирование элементов советской системы работы с вторсырьем;
- отсутствие стержней морального стимулирования разделения отходов, ориентация на достижение только материального эффекта;
- недостаточный уровень формирования экологической культуры населения в целом и детей особенно;

Общеизвестно, что разделять отходы можно двумя способами: техническим и социальным.

Технический подход представляет собой некую идеальную фабрику, на входе в которую мы имеем неразобранный поток мусора, а на выходе – потоки материалов, удовлетворяющих требованиям рынка, и поток, идущий на свалку.

При социальном подходе жители сами разделяют свои отходы, доводят их перерабатываемую часть до рыночной кондиции (моют бутылки, удаляют крышки и т. п.), после чего доставляют эти отходы в пункты приема.

Следует отметить высокую степень сознательности населения развитых Европейских стран в вопросах сортировки ТБО [2], [11].

Опросы населения в России отмечают, что причиной свалок в городах является низкая экологическая культура населения, в частности, неуважение к городу, безразличие, невоспитанность [3]. Таким образом, технический подход в чистом виде практически невозможен. Переработка неподготовленного потока ТБО подходит как метод получения обогащенного топлива и попутно решает некоторые задачи извлечения вторсырья (например, металлов), но не может быть методом выделения вторсырья из общего потока мусора.

Качество материалов, полученных из общей смеси, окажется невысоким. Разумеется, с чисто технической точки зрения, можно сколь угодно качественно разделить поток отходов как с помощью машинных технологий, так и с помощью ручной выборки. Но такой процесс окажется непомерно дорогим, и это сделает всю деятельность экономически бессмысленной. Поэтому именно социальный подход используется в большинстве развитых стран. В настоящее время раздельный сбор осуществляется в Швеции, Австрии, Германии, Норвегии, Финляндии, Испании, Дании, Японии, Канаде, Израиле, США, Швейцарии, Нидерландах, на Кипре. Однако эти страны встали на путь сортировки мусора на десятилетия раньше Беларуси.

Второй проблемой являются методы, которыми власти города пытаются «привить» культуру правильной работы с отходами населения. Основа подхода – создание условий, при которых население не сможет смешивать отходы чисто физически.

На данную проблему воздействуют такие аспекты, как:

- отсутствие стратегического видения проблемы правильной работы с ТБО;
- слабый уровень развития гражданского общества и личностной инициативы, которые отдают вопросы улучшения жизненного пространства на откуп государственным структурам;
- использование безапелляционных административных методов, как правило, запретительного характера.

Концептуально, «малые мусорки» в каждом подъезде укрупняются до «средних мусорок» в виде контейнерных площадок во дворах многоэтажек. По планам в Гродно будут обустроены 823 контейнерные площадки, на которых установят оцинкованные контейнеры для раздельного сбора мусора (стекла, бумаги, пластика), а также смешанных отходов. Планируется заварить более 2 тыс. мусоропроводов. Как отмечает сам губернатор, методика размещения площадок для мусора имеет свои особенности: «проблема в том, что далеко не всегда удастся удовлетворить пожелания людей о расположении площадки - кто-то недоволен ее близостью к дому, кто-

то рассказывает о том, что площадка строится вместо дорожки в парк...» [12]. Не зря населением города заваривание мусоропроводов воспринимается как попытка «обеспечить работой мусорный завод», а не как одна из ступеней по облегчению работы по сортировке ТБО. Кроме того, установка мусорных контейнеров не решит проблему – граждане должны быть проинформированы о назначении каждого мусорного бака и о том, как подготовить мусор [7].

Как вариант, стоит информировать население о возможности использования бывших площадок для мусора на этажах в качестве мест предварительного накопления вторсырья. Одной из главных проблем, связанных с раздельным сбором мусора, является необходимость его хранения до момента сдачи. В условиях небольших кухонь, т. н. «хрущёвок» и «брежневок», эта проблема становится особенно актуальной [4].

Информационная работа по внедрению в культуру элементов рационального обращения с отходами ведется недостаточно активно. Как отмечают российские исследователи, опыт которых характерен и для Беларуси, современная школьная программа удовлетворяет лишь один из компонентов экологической культуры – когнитивный, в то время как формированию ценностного и деятельностного компонентов культуры не уделяется должного внимания. Ценностный компонент экологической культуры оказывается самым низким для девятиклассников [8]. Интересно, что по данным опроса наибольшую активность по разделению мусора проявляют респонденты старшей возрастной когорты (55-64 года), т.е. люди, воспитанные советской системой. Почти 82 % опрошенных этой группы заявили о своей готовности сортировать бытовой мусор у себя дома [1].

В то же время, как отмечают исследователи, уменьшение бытового мусора, его организованная сдача будут способствовать повышению общего уровня воспитания культуры населения [9].

Государственным органам следует усилить информационное воздействие на население города в целом, а также предпринять более действенные способы доведения экологической информации до наиболее активной части населения и детей.

Заключение. Таким образом, раздельный сбор мусора – один из наиболее прогрессивных способов утилизации отходов, который используется в мире. Его применение в г.Гродно, к сожалению, запаздывает.

Считается, что разделение отходов непосредственно населением более приемлемо, чем технологическое разделение, по следующим причинам:

– суммарные издержки, налагаемые на общество, меньше;
– меньше издержки, налагаемые на городской бюджет;
– в решении проблемы ТБО принимают непосредственное участие те, кто производит отходы, а это считается морально правильным и создает стимул для уменьшения количества отходов.

Однако городским властям стоит в значительной степени воздействовать на общественное мнение горожан не только методами административного воздействия, но и с помощью экономических стимулов. Проблема в том, что параллельно с организацией самой системы сбора мусора необходимо в сжатые сроки перестроить социальное отношение к экологическим проблемам и привить в массовую культуру рациональное отношение к вторсырью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, В.Р. Жители Татарстана о проблеме утилизации твердых бытовых отходов. Результаты социологического исследования / Волков, В.Р. [и др.]. // Журнал экологии и промышленной безопасности. – Казань: Татарстанское отделение Российской экологической академии, 2016. - №2. – С.54-59.
2. Грабовський, Р.С. Регіональна система збору та переробки сміття як спосіб рішення еколого - економічних проблем / Р.С. Грабовський, М.М. Дорош, Р.П. Дудяк // Науковий вісник львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. – Львів. 2014. – № 2-5. – С.66-70.
3. Зятков, Е.В. Проблема утилизации твердых бытовых отходов / Е.В.Зятков // Наука. Техника. Инновации: материалы VII междунар. научно- технич. конференции (21 апреля 2017 г.), филиал Ухтинского государственного технического университета в г. Усинске (УФ УГТУ) / под ред. Я.В. Зубовой. – Уфа: НИЦ «АЭТЕРНА», 2017. – С. 108-116.
4. Кривоноженко, А.Ф. Опыт раздельного сбора мусора в быту / А.Ф.Кривоноженко // Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции: сборник статей научно-практич. конференции (27 мая 2016 г.) / ПетрГУ. – Петрозаводск: Петропресс, 2016. – С. 24-27.
5. Ларионов, А.Н. Раздельный сбор ТБО: необходимость, а не прихоть / А.Н.Ларионов, М.М.Старунова // Будущее науки-2017: Сборник научных статей 5-й Междунар. молодежной научной конференции: в 4-х томах. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2017. – С.315-318.
6. Липатова Т. Н. Организация и совершенствование системы переработки твердых бытовых отходов населением крупного города как направление политики энергоресурсосбережения //Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – №. 8. – С. 201-205.
7. Лобищева, А.Я. Проблема сортировки и переработки мусора и способы ее решения // А.Я.Лобищева // Культурные тренды современной России: от национальных истоков к культурным инновациям: сборник докладов V Всероссийской науч.-практич. конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных (г. Белгород, 14 апреля 2017 г.): в 3 т. / Отв. ред. С.Н. Борисов, И.Е. Белогорцева, В.С. Игнатова, Е.В. Бронникова. – Белгород : ИПК БГИИК, 2017. – Т. 1. – С.67-69.
8. Мокиевская, Н.Е. Сформированность компонентов экологической культуры у учащихся 5–9-х классов / Н. Е. Мокиевская, Н. А. Вьюнова, М. В. Козлова // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). 2015. – Вып. 1 (154). – С. 92–95.

9. Мухамадеева, Р.М. Исследование методов сбора ПЭТ-тары / Р.М. Мухамадеева, З.Е. Баязитова, С.Б. Жапарова. // Технические науки – от теории к практике. – Новосибирск: Ассоциация научных сотрудников "Сибирская академическая книга", 2015. – №52. – С.209-219.

10. Негодникова, О. М. Проблема утилизации мусора / О. М. Негодникова, К. Г. Никитина // Беларусь в современном мире : материалы IV Респ. науч. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 12 мая 2011 г. - Гомель, 2011. - С. 90—92.

11. Филиппова, Л. Куда ведет... мусоропровод? или Что позволит изменить объемы образования отходов и предотвратить их вредное воздействие на здоровье людей и окружающую среду? [Электронный ресурс] / Л.Филиппова // Лидская газета. – 2016. – Режим доступа: <http://www.lidanews.by/news/r1/so1/6991-kuda-vedet-musoroprovod>. - Дата доступа: 15.07.2017.

12. Шангаркина, В.С. Анализ решения проблем утилизации твердых бытовых отходов за рубежом / В.С.Шангаркина, В.И.Волков // Евразийское научное объединение. – М.: Издательство: Орлов Максим Юрьевич. 2015. - №3. – С.91-94.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5
tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24,
fax: (498) 694-09-02
E-mail: vniif@vniif.ru
www.vniif.ru

ФИТОТЕСТИРОВАНИЕ РОДНИКОВОЙ ВОДЫ В Г. ГРОДНО

И.М. Колесник

УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230023,
г. Гродно, ул. Ожешко, 22; e-mail: i.kolesnik@grsu.by)

Ключевые слова: родниковая вода, фитотестирование, рост проростков.

Аннотация. Проведена оценка влияния родниковой воды из двух источников в г. Гродно на показатели прорастания семян *Lepidum sativum* (L.) и *Raphanus sativus* (L.). Водопроводная вода (контроль) обеспечивала наилучшее накопление биомассы и линейный рост проростков кресс-салата и редиса посевного. Вода исследуемых образцов «Родник (т)» и «Родник (к)» заметно угнетала линейный рост и накопление биомассы тест-объектов, что может свидетельствовать о присутствии в ней ингибирующих веществ.

PHYTOTESTING OF THE SPRING WATER IN GRODNO

I.M. Kolesnik

Yanka Kupala state University of Grodno (Belarus, Grodno, 230023, 22 Ozheshko str.; e-mail: i.kolesnik@grsu.by)

Key words: spring water, phytotesting, sprout growth.

Summary. The influence of spring water quality in Grodno on the parameters of seed germination of the *Lepidum sativum* (L.) and *Raphanus sativus* (L.) was investigated. Tap water is the best way to ensure the best accumulation of biomass and linear growth of seedlings of cress-salad and radish seed. The water of the investigated samples "Spring (t)" and "Spring (k)" markedly inhibited linear growth and accumulation of biomass of test-objects, which indicates the presence of inhibitory substances to water.
(Поступила в редакцию 17.07.2017 г.)

Введение. Качество питьевой воды, важнейшего для человека компонента окружающей среды, является предметом особого внимания

в связи с усиливающимся загрязнением подземных вод. Обеспеченность населения Беаруси централизованным водоснабжением в 2015 г. составляло 86 % (8,2 млн. человек из 9,5 млн. человек), в том числе сельского – 57 процентов (1,4 млн. человек из 2,4 млн) [1]. Ежегодными наблюдениями установлено, что на большинстве водозаборов страны, где не в полной мере соблюдаются санитарные нормы (неудовлетворительное состояние зон санитарной охраны, застроенная городская территория, наличие промышленных предприятий, сельскохозяйственных комплексов и др.), прослеживается локальное загрязнение подземных вод. На ряде водозаборов г. Гродно содержание ионов аммония, SiO_2 , значение показателей мутности, pH, щелочности, жесткости подземных вод превышали предельно допустимые концентрации [2]. В г. Гродно часть населения до настоящего времени не обеспечена централизованным водоснабжением и использует в качестве питьевой колодезную и родниковую воду, в том числе и жители ул. Софы. Несколько родников выходят на поверхность в овраге лесопарка Румлево и активно эксплуатируются населением. Проведенное ранее исследование физико-химических показателей воды двух родников, расположенных в 300–500 метрах от впадения ручья Солянка в реку Неман, показало повышенное содержание ионов Fe^{3+} , NO_3^- и клеток бактерий [3].

Цель работы. Данное исследование было направлено на оценку качества воды родников, условно именуемых «Родник (т)» и «Родник (к)», методом биотестирования. В качестве тест-объектов использовались кресс-салат посевной (*Lepidium sativum* (L.)) и редис посевной (*Raphanus sativus* (L.)) ($n = 20$). Фитотестирование наряду с физико-химическим анализом является широко распространенным интегральным методом мониторинга и дает возможность более быстро оценить состояние источника воды по морфологическим и физиологическим изменениям при росте и развитии растений [4].

Материал и методика исследований. Пробы воды отбирались в июле 2015 г. В качестве контрольного образца использовали водопроводную воду. Прорастивание семян проводили по стандартной методике в чашках Петри (ГОСТ 12038-84). Учет количества проросших семян производили на 1-е, 3-е и 7-е сутки. Для всесторонней оценки качества воды определяли показатели прорастания семян (всхожесть, энергия прорастания) и показатели интенсивности начального роста семян (длина (мм) и масса (г) сырых проростков в виде среднего от проросших семян).

Результаты исследований и их обсуждение. При оценке показателей прорастания семян кресс-салата установлено, что

всхожесть колебались от 90% до 100%. Максимальная энергия прорастания, определяемая на 3-и сутки наблюдения, составила 25% в вариантах с водопроводной и водой источника «Родник (т)». Это значение несколько выше, чем в образце «Родник (к)» (таблица 1). Можно говорить о слабой стимуляции прорастания семян кресс-салата в течение первых дней наблюдения. Всхожесть редиса посевного колебалась от 75% до 100%; максимальная энергия прорастания составила 100% на водопроводной воде (таблица 1). По сравнению с контролем энергия прорастания семян на родниковой воде была на 10-25% ниже. В отношении обоих тест-объектов можно говорить о лучших показателях прорастания семян в первые дни в варианте опыта с водопроводной водой (контроль). Более высокие значения энергии прорастания редиса в равнении с кресс-салатом могут объясняться наличием большего количества собственных питательных веществ в семенах.

Таблица 1 – Показатели прорастания семян кресс-салата и редиса посевного в различных вариантах опыта

Образцы воды	Всхожесть, %		Энергия прорастания, %	
	Кресс-салат	Редис	Кресс-салат	Редис
Водопроводная	100	100	25	100
Родник (т)	95	75	25	75
Родник (к)	100	90	20	90

Результаты оценки *параметров линейного роста* растений кресс-салата и редиса посевного на 7-е сутки наблюдения представлены на рисунках 1–2. Максимальные значения длины корня растений обоих видов выявлены на контрольном образце (водопроводная вода). Образец воды «Родник (т)» в наибольшей степени ингибировал линейный рост корневой системы тест-растений. Особенно значительное ингибирование в сравнении с контролем было заметно у редиса посевного – с образцом воды «Родник (т)» на 57%, а «Родник (к)» на 39% (рисунок 2). На основании t-критерия Стьюдента установлено достоверное различие данного показателя при развитии семян на водопроводной воде от остальных проб ($t=3,43-4,28$ $p<0,05$). Такая разница, вероятно, определяется тем, что на водопроводной воде лучше происходит набухание семян и отсутствуют вещества, подавляющие рост корня. Возможно также, что на контроле лучше

проявляется действие ауксинов, отвечающих, согласно литературным данным, в фитогормональной системе за корневой морфогенез [5].

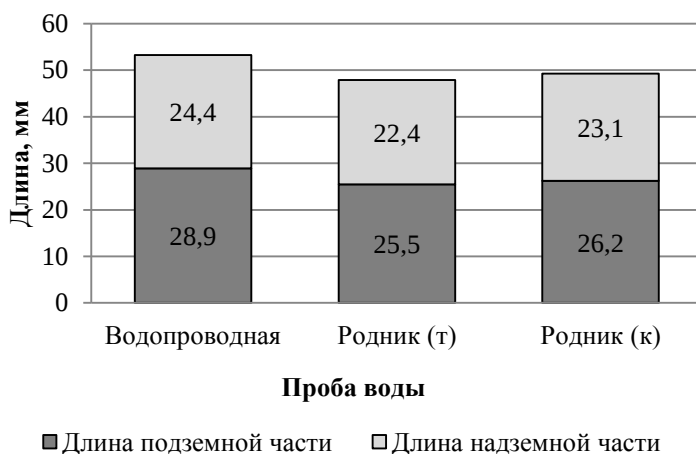


Рисунок 1 – Усредненные показатели линейного роста кресс-салата на разных пробах воды

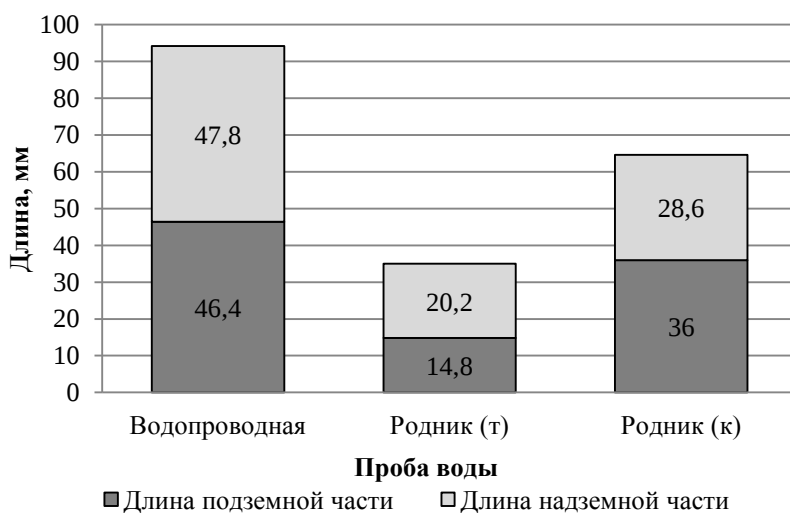


Рисунок 2 – Средние значения параметров линейного роста редиса посевного на разных пробах воды

Длина стебля, формирующегося с развитием автотрофного питания проростка и корневой системы, проявляет небольшую вариабельность признака при воздействии различных факторов. Статистически значимое стимулирование роста длин стебля кресс-салата и редиса зафиксировано на 7-е сутки в варианте с водопроводной водой (рисунки 1–2) по сравнению с остальными образцами ($t=2,46-3,17$ для кресс-салата и $4,98-6,95$ для редиса при $p<0,05$). Вероятно, усиление реакций фототропизма в варианте с водопроводной водой на фоне высокого корневого морфогенеза привело к стимулированию зеленения растений кресс-салата и созданию необходимого для их нормального развития ауксин-цитокининового баланса [5].

Анализируя полученные данные по длине проростков в целом, можно сказать, что водопроводная вода наиболее благополучна для роста как кресс-салата, так и редиса. Образцы «Родник (т)» и «Родник (к)» ингибировали ростовые процессы в кресс-салате на 11% и 9% соответственно. Вода из источника «Родник (т)» также в 2,3 раза ингибировала рост проростка редиса посевного по сравнению с контрольным образцом (рисунок). Разница величины линейного роста кресс-салата между образцами «Родник (т)» и «Родник (к)» минимальна (2%), это может свидетельствовать о схожем химическом составе воды исследуемых образцов.

Результаты *оценки накопления биомассы* растений кресс-салата и на 7-е сутки наблюдения представлены на рисунках 3–4. Биомасса как корня, так и стебля растений кресс-салата в разных вариантах опыта статистически не различается. Максимальные значения биомассы наблюдались на пробе с контролем, наименьшие значения отметили на образце «Родник (к)». В целом накопление биомассы кресс-салата на образцах воды «Родник (к)» и «Родник (т)» меньше контроля на 13% и 9% соответственно, однако данные различия не являются статистически достоверными в силу значительного варьирования признака в пределах вариантов опыта. Сопоставление данных по длине и биомассе проростков кресс-салата в целом показало, что при развитии растений на трех образцах воды существует умеренная и высокая корреляция между параметрами линейного роста и накопления биомассы (значения коэффициента корреляции Пирсона r – от 0,63 до 0,88 при $p \leq 0,05$).

Анализ накопления биомассы редисом посевным показал, что наиболее благоприятным по химическому составу являлся контрольный образец воды; а наибольшее ингибирующее действие на биомассу как корня, так и стебля оказал образец «Родник (т)» (рисунок 4). Значения показателя на опытных пробах воды достоверно

различается с контролем ($t=2,27-7,85$ $p<0,05$)). Сопоставление данных по линейному росту и накоплению биомассы проростков редиса посевного также показало наличие значительной корреляции между параметрами (значения r – от 0,63 до 0,91 при $p \leq 0,05$).

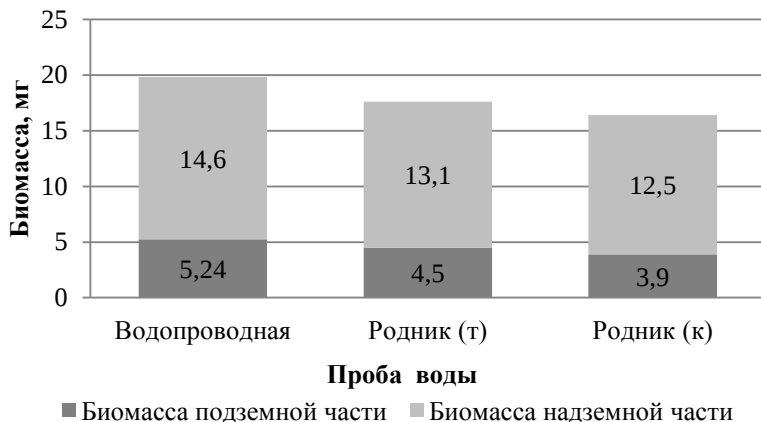


Рисунок 3 – Накопление биомассы кресс-салата на разных пробах воды (средние значения)

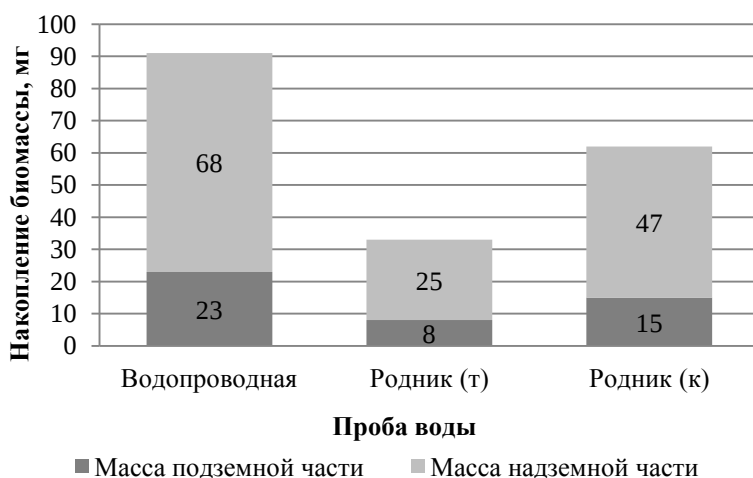


Рисунок 4 – Накопление биомассы редиса посевного на разных пробах воды (средние значения)

Заключение. Сравнение качества воды из родников «Родник (т)» и «Родник (к)» в г. Гродно с использованием тест-объектов *Lepidum sativum* (L.) и *Raphanus sativus* (L.) показало, что параметры прорастания, линейного роста и накопления биомассы проростков выше на контрольной пробе – водопроводной воде. Вода образца «Родник (к)» по сравнению с водой «Родник (т)» наиболее благополучна по химическому составу для тест-объектов. Редис посевной более чувствителен к факторам, влияющим на изменение линейного роста и накопления биомассы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа по водоснабжению и водоотведению “Чистая вода” на 2011–2015 годы. – Режим доступа: <http://pravo.newsby.org>. – Дата доступа: 11.07.2017.
2. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2015 г. – Минск, 2016. – 323 с.
3. Гельмер, Е.В. Гигиеническая характеристика родниковой воды в г. Гродно / Е.В. Гельмер, И.М. Колесник // Актуальные проблемы экологии: сб. науч. ст. по материалам XI Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 5–7 окт. 2016 г. [Электронный ресурс] / Гродн. гос. ун-т; редкол.: В.Н. Бурдь (отв. ред.) [и др.]. – Гродно: ГрГУ, 2016. – С. 198–200.
4. Никифоров, В.В. Биотестирование в системе гидроэкологического мониторинга / В.В. Никифоров, Э.Д. Штрбова // Екологічна безпека, 2011. – № 1 (11). – С. 31–35.
5. Гарипова, Р.Ф. Биотестирование водных вытяжек почв Оренбургского подвергшихся воздействию выбросов газохимического комплекса / Р.Ф. Гарипова, А.Ж. Калиев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2004. – № 9. – С. 90–92.

СЕКЦИЯ 9
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ, ПРАВОВЫЕ И ПОЛИТИЧЕСКИЕ
АСПЕКТЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И
ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
SECTION 9
ECONOMICAL, LEGAL AND POLITICAL ASPECTS OF NATURE
MANAGEMENT AND NATURE PROTECTIVE ACTIVITY

УДК 619.504.06(476) “1772/1861”: 340

РОЛЬ ВЕТЕРИНАРИИ В ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА
БЕЛОРУССКИХ ЗЕМЛЯХ В КОНЦЕ XVIII – ПЕРВОЙ
ПОЛОВИНЕ XIX ВЕКОВ В ПРАВОВОМ АСПЕКТЕ

А.С. Билецкий

УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230023, г.
Гродно, ул. Ожешко, 22; e-mail: mail@grsu.by)

***Ключевые слова:** история ветеринарии, охрана окружающей среды, история ветеринарного законодательства, заразные болезни животных, утилизация трупов животных, гильдии мясников, ризничие цеха, скотобойни, продукты убоя животных, отходы животного происхождения.*

***Аннотация.** В предлагаемой статье впервые проведено комплексное исследование истории формирования и развития ветеринарного законодательства касающегося охраны окружающей среды на белорусских землях в конце XVIII – первой половине XIX вв., показана роль и вклад ветеринарии в природоохранную деятельность, в частности, в законодательной области. Доказано, что вопрос сохранения санитарно-эпизоотического благополучия был предусмотрен рядом нормативно-правовых документов того времени, в которых содержались некоторые пункты направленные на охрану окружающей среды, они были основаны на эмпиризме и носили рациональный подход. Сформированная научная, практическая и правовая база в области ветеринарно-санитарного устройства и некоторых экологических вопросов, знания, полученные при исследовании влияния тех или иных санитарно-гигиенических правил и подходов в ветеринарной работе, играющих важную роль в регулировании и реализации природоохранной деятельности*

рассмотренных в аспекте историческом, привели к нынешнему ее состоянию и развитию в Беларуси, что может дать неоценимую помощь и подсказку в решении проблем, развития новых направлений на современном этапе, когда некоторые способы и средства становятся не эффективны или требуют доработки.

THE ROLE OF VETERINARY IN ENVIRONMENTAL PROTECTION ON THE BELARUS LANDS IN THE LATE XVIII – FIRST HALF OF THE XIX CENTURIES IN THE LEGAL ASPECT

A.S. Biletski

EI “Yanka Kupala State University of Grodno” (Belarus, Grodno, 230023, 22 Ozheshko str.; e-mail: mail@grsu.by)

Key words: *history of veterinary, environmental protection, history of veterinary legislation, infectious diseases of animal, disposal of animal corpses, guild of butchers, riznical shop, slaughterhouse, products of slaughter animals, waste of animal origin.*

Summary: *In this article is first carried out a comprehensive study of the history of the formation and development of veterinary legislation relating to environmental protection on the Belarusian lands in the late XVIII – first half XIX centuries, the role and contribution of veterinary medicine to environmental activities, particularly in the legislative field. It is proved that the issue of preservation of the sanitary and epizootic welfare was provided a number of normative documents of that time, which contained some points aimed at protecting the environment they were based on empiricism and wore rational approach. Formed scientific, practical and legal basis in the field of veterinary and sanitary devices and some environmental issues, the knowledge gained in the study of the influence of certain sanitary and hygienic rules and approaches in veterinary work, playing an important role in the regulation and implementation of environmental activities considered in the historical aspect, led to its current and development in Belarus, which can provide invaluable help and hint in solving problems, development of new directions on a modern stage, when some of the ways and means are not effective or need improvement.*

(Поступила в редакцию 17.07.2017 г.)

Введение. Согласно концепции созологии, высказанной В. Гетелем в 1966 г. [1, с. 473], решение сложных вопросов охраны природы,

преобразования окружающей среды, защиты ее ресурсов и обеспечения долговечности их эксплуатации невозможно без широкого междисциплинарного подхода, без элементов естественных, технических и гуманитарных наук. В этом смысле ветеринарная наука так же играет важную роль в сохранении природных экосистем и соответствующего формирования антропогенных сред, особенно животноводческих [2, с. 34]. Опыт в решении тех или иных практических задач в области ветеринарной деятельности общества в прошлом, затрагивающих некоторые ключевые экологические вопросы, может дать неоценимую помощь в решении проблем на современном этапе, дать подсказку для развития новых направлений, когда некоторые способы и средства становятся не эффективны или требуют доработки. Предложенный теоретический анализ опыта ветеринарной практики в области охраны окружающей среды на белорусских землях, в том числе в правовом аспекте, имеет не только историческое, но и практическое значение для специалистов, ученых и чиновников.

Цель работы: проследить за формированием и развитием ветеринарного законодательства касающегося охраны окружающей среды на белорусских землях в конце XVIII – первой половине XIX вв.

Основная часть. Необходимо отметить, что повсеместный и четко обозначенный интерес к вопросам охраны окружающей среды отмечается только с другой половины XX в. Однако уже в конце XVIII – первой половине XIX вв. эмпирическим путем в обществе и на государственном уровне начало формироваться понимание и осознание важности решения подобных проблем и существующих угроз, их последствий; вырабатывались соответствующие подходы и методы, государственные и локальные правовые акты, которые обеспечивали разумное использование ресурсов природы и предотвращали загрязнение окружающей среды; научным сообществом делались новые открытия, выявлялись закономерности, формировались концепции, терминологическая база, обособлялись отдельные научные ответвления и отрасли, что в конечном итоге создало фундамент на котором базируется само учение и ведется практическая работа в области охраны окружающей среды в современных реалиях [3, с. 93].

Среди наиболее важных задач ставящихся зоологией перед современной ветеринарией и которые находят отражение в законодательных актах прошлого, следует отметить в первую очередь охрану здоровья сельскохозяйственных животных при полном соблюдении не только экономических потребностей, но и, наравне с ними, требований охраны окружающей среды [1, с. 474; 4, с. 332].

Почти до конца XVIII в. постановления о борьбе с инфекционными заболеваниями у животных на белорусских землях и все ветеринарно-санитарное законодательство имели локальный характер, которые принимались либо местными муниципальными органами (городскими советами, органами местного самоуправления и т.д.), Сеймами Речи Посполитой, маршалковскими и надворными судами, Королями в государственных имениях, либо местной шляхтой в собственных владениях и касались только тех мест для которых и в которых они были приняты [5, с. 314].

Одним из немногих представителей государственной врачебной службы на территории бывшего Великого княжества Литовского в то время был Ж.-Э. Жилибер, который в 1776 г. прибыл в Гродно для организации Медицинской школы. В случае возникновения вспышки инфекционных болезней среди животных, он был обязан предпринимать все необходимые меры для ликвидации возникающих эпизоотий, главным образом через издание локальных постановлений и рекомендаций, на основе полномочий, содержащихся в Сеймовой Конституции 1774 г. для шпитальных врачей [6, с. 375]. Кроме того, в своей научной деятельности Жилибер уделял много внимания экологическим исследованиям и, в частности, рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды в Гродненском регионе [7, с. 3].

В результате трех разделов Речи Посполитой (1772, 1793, 1795 г.) белорусские земли полностью вошли в состав Российской империи. С этого времени на Беларусь распространились российские порядки и законодательство, вся система экономики и ветеринария развивалась таким же образом, под руководством единых государственных органов.

Так, в конце XVIII в. в Российской империи, в том числе и на белорусских землях, действовали наставления и правила о том, как «Следует поступать в случае скотского падежа» [8, Л. 23], утвержденные в 1746, 1771 и 1774 гг., в которых довольно подробно для своего времени указывались способы борьбы с инфекционными болезнями. В частности, «Наставление» [9, с. 7] 1774 г. предупреждало о возможностях распространения инфекционного начала через зараженные пастбища, помещения, навоз и мухи.

Все выше перечисленные правила вошли как составные части в 18 раздел «Учреждение по управлению губерниями Всероссийской империи» (1775) [10, Л. 113 – 141], который был законодательной основой реализации противоэпизоотических мероприятий. В нем кроме всего сказано: «Буде в котором месте в уезде окажется скотский падеж... зараженный скот отделить от здорового, а палый от жилья в отдаленных

местах, не снимая отнюдь кож, и не касаясь до онаго руками, зарыть в глубокия ямы; к зарытию же употреблять надлежит длинные шесты, а ямы засыпать землею. Сквозь селения, где падеж скотский случится, земский исправник запретит проезд, и проложит обводныя дороги» [10, Л. 115, 136].

В первой половине XIX в. были изданы указы по вопросам перегона промышленного скота. Так как гурты формировались в разных пунктах России, причем зачастую в местностях, пораженных эпизоотиями, то сами по себе гурты могли являться источниками заболеваний. Такой указ был впервые издан в 1804 и в дальнейшем подтвержден в 1816 и 1819 гг. [11, с. 234]. На этих же основах были изданы новые положения и правила в 1837, 1845 и 1856 гг. [12, с. 141]. В 1844 г. было издано циркулярное распоряжение губернаторам о мерах борьбы с чумой на скотопрогонных пунктах. Но санитарно-полицейские правила не давали должного эффекта вследствие частого их нарушения [11, с. 242].

Что касается ветеринарного законодательства, относящегося к местному скоту, то до 30-х гг. XIX в. медицинские и ветеринарные лекари в борьбе с эпизоотиями руководствовались правительственным постановлением «Собрание узаконений по полицейской части...» (1817) [13, с. 58]. В 1829 г. Медицинский совет Министерства внутренних дел утвердил наставления «Краткие замечания о чуме рогатого скота» и «О сибирской язве и способах ее лечения». В наставлениях указывается, что в борьбе с чумой лечебные средства менее действительны, чем выполнение полицейских предохранительных мер. Наряду с изоляцией предлагается убой больного и подозреваемого скота как единственная радикальная мера к искоренению чумы [13, с. 58 – 59].

3 июня 1837 г. Министерство внутренних дел издало «Правила об обязательной изоляции больных животных с признаками заразных болезней из гуртов..., а павший скот зарывать в землю», а 4 июня 1841 г. был утвержден новый «Устав медицинской полиции», и в частности «О карантинах для животных», предусматривающих особые меры противодействия эпизоотиям [11, с. 237].

Следует отметить, что все выше перечисленные и некоторые другие законы по борьбе с эпизоотиями были объединены в 13 томе Свода законов 1832, 1842 и 1857 гг. Это был своеобразный справочник по лечению заболеваний, обобщивший очень кратко те методы лечения различных болезней, которые вырабатывали ветеринарная наука и практика [11, с. 238].

Необходимо так же подчеркнуть важность биологических последствий санитарного и токсического загрязнения окружающей

среды в целом и сельского хозяйства в частности продуктами животного происхождения, химизации и фармакологизации ветеринарной практики, влияния интенсификации производства животноводческой продукции на продуктивность и здоровье домашних животных и человека. Эта проблема включает в себя множество вопросов требующих быстрого решения, например, гигиенические аспекты селекции, промышленного выращивания и содержания животных, утилизация трупов, отходов убоя, удаление навоза и т.д. [1, с. 479].

Согласно существовавшему законоположению в этот период в случае наличия эпизоотии какой-либо инфекционной болезни в животноводческих помещениях проводили дезинфекцию: «омывание» горячим раствором щелочи, «хлорированной известью» и «окуривание химическими газами» (горящей серой и др.) [13, с. 58].

Вопрос утилизации трупов животных на белорусских землях в течение длительного периода времени, не был разумно решен. Несмотря на распоряжения администрации отдельных городов и даже военных правил, ситуация в сельской местности в этом вопросе находилась в плачевном состоянии. Иллюстрацией данного положения могут служить многие сохранившиеся архивные документы. К примеру, в отчете Виленского генерал-губернатора к гражданским губернаторам от 1807 г., так представляет картина санитарного состояния: «Небрежность, которой, по обычаю во многих наших городах и селениях бывает, надобно, чтобы пришел конец... трупы, которые обычно не закапывают в ямы, но выбрасывают на улицы, на дороги, заражая тем самым воздух, от чего многие заразы возникают. Те, что выбрасывают трупы животных и различные отходы, не прежде, видимо, будут послушны до тех пор, пока штраф платить бы пришлось» [14, Л. 9].

Однако, только с началом формирования санитарной полиции в первой половине XIX в. решение вопроса организации мест для захоронения животных начинает приобретать упорядоченность и общегосударственную регламентацию. Во всех постановлениях, касающихся ликвидации болезней животных стал предусмотрен способ утилизации трупов, создания мест для захоронения и пометные ямы. Скотомогильники возникли также во всех местах скопления, продажи и наблюдения за животными. Во многих случаях они обносились специальным ограждением и окружались рвом. Ветеринарно-полицейские предписания и правила предусматривали не только захоронение трупов на определенной глубине, чтобы они были недоступны для животных, питающихся падалью, но также не редко

кожу портили надрезами, для предотвращения ее дальнейшего использования в торговле и даже требовалось посыпание трупов слоем извести [3, с. 80; 4, с. 278].

Немаловажной проблемой до сих пор является неполное использование компонентов сырья животного происхождения (мяса, молока и т.д.) в пищевой промышленности. Данная отрасль является для людей и животных опасным источником загрязнения окружающей среды, негативно влияющая на ее чистоту за счет побочных продуктов и отходов животного происхождения [1, с. 476]. Учитывая все это, общество и государство в первой половине XIX в. пытались смягчить это воздействие используя административный и правовой ресурсы.

В XVII – XVIII вв. уставы гильдий мясников содержали различные ветеринарно-санитарные правила, некоторые пункты в которых, имели непосредственное отношение к охране окружающей среды. Данные уставы, часто из-за отсутствия медицинского и ветеринарного персонала, продолжали действовать вплоть до конца первой четверти XIX в. [4, с. 238].

Лица, работающие в скотобойне, должны были соблюдать правила образцовой чистоты и опрятности, не только в самом помещении, но и на прилегающей территории. Мясник, который после завершения работы не удалил должным образом нечистоты связанные с убоем, или не вымыл загрязненное место, не убрал прилегающий участок подлежал суровому наказанию. Не разрешалось выливать на землю или пол кровь и выбрасывать животноводческие отходы. Ни при каких обстоятельствах мясник не имел права бить скот у себя дома или на улице. Однако, даже к концу XIX в., когда во многих местах уже существовали специальные бойни, жители продолжали скупал подозрительный и больной скот и бить их в своих дворах, выбрасывая заражены вирусом внутренности прямо на улицу и, тем самым, распространяя болезни [6, с. 377].

В конце XVIII в. Комиссия Доброго Порядка разных городов инициировала постановление о переносе скотобоев за город и локализации их «над живой водой». Эти постановления, однако, существенного результата не дали из-за последующих разделов Речи Посполитой [5, с. 380].

В 1803 и 1826 гг. Комитет министров Российской империи снова инициировал постановление «о переносе всех скотобоев и мясных магазинов за пределы городов и населенных пунктов и оборудования их в удобных местах, специально предназначенных для этого сооружений, локализованных над проточными водами, с выкапыванием около них ям, должным образом устроенных, для помещения отходов и

сбрасывания нечистот от убоя скота полученных, что бы не допускать выброса их в речки» [15, Л. 34 – 36]. Так, по предложению генерал-губернатора в 1828 г., предполагалось создать в Витебске в безопасных и удобных местах бойни, в которых были бы соблюдены чистота и порядок при убое скота и разделке мяса без нанесения ущерба окружающей природе. Аналогичные решения были приняты в Могилеве в июне 1826 г. [16, Л. 98].

Исходя из этого, мы можем утверждать, что вопрос сохранения ветеринарной безопасности и обеспечения санитарно-эпизоотического благополучия на белорусских территориях до начала второй половины XIX в. базировался на проведении медико-полицейских мер, применение которых было предусмотрено рядом нормативно-правовых и методических документов того времени, в которых содержались некоторые пункты направленные на охрану окружающей среды.

Заключение. И хотя тогдашние экологические знания не имели сегодняшних научной базы и были основаны на эмпиризме, тем не менее изданные ветеринарные законодательные документы, носили рациональный подход в области охраны окружающей среды, а руководила ими серьезная забота о здоровье человека. С конца XVIII до первой половины XIX вв. ветеринарные врачи на белорусских землях формировали научную, практическую и правовую базу в области ветеринарно-санитарного устройства, в том числе связанную с вопросами экологии. Знания, полученные при исследовании влияния тех или иных санитарно-гигиенических правил и подходов в ветеринарной работе, играющих важную роль в регулировании и реализации природоохранной деятельности рассмотренных в аспекте историческом, привели к нынешнему ее состоянию и развитию в Беларуси, обозначили роль и вклад ветеринарии в охрану окружающей среды в целом и в законодательной области в частности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Goetel, W. Sozologia – nauka o ochronie przyrody i jej zasobow / W. Goetel // Kosmos. – 1966. – Z. 5. – S. 473-482.
2. Ochrona przyrody i jej zasobów: problemy i metody: praca zbiorowa. T. 2 / pod red. W. Szafera. – Kraków: PWN, 1965. – 627 s.
3. Zarys historii polskiej weterynarii z podstawami deontologii: praca zbiorowa / pod red. S. Tarczyński. – Warszawa: PWN, 1990. – 267 s.
4. Historia weterynarii i deontologia / pod red. T. Rotkiewicz. – Olsztyn: UWM, 2006. – 336 s.
5. Perenc, A. Historię leczenia zwierząt w Polsce / A. Perenc. – Toruń, 1936. – 412 s.
6. Janeczek, M. Historia weterynarii i deontologia / M. Janeczek, A. Chrószcz, T. Ożóg, N. Pospieszny. – Warszawa: PWRiL, 2012. – 464 s.
7. Гродненская медицинская академия: библиографический указатель литературы / сост. Ф. Игнатович, Т. Журавлева. – Гродно: ГрГМУ, 2006. – 23 с.

8. Национальный исторический архив Беларуси в Гродно (далее НИАБ в Гродно), ф. 1, оп. 1, ед. хр. 621.
9. Краткое наставление, каким образом скотский падеж отвращать / сост. Комис. для предохранения и врач. от моровой заразит. язвы. – М.: Тип. при Импер. Унив., 1774. – 11 с.
10. НИАБ в Гродно, ф. 1, оп. 1, ед. хр. 415.
11. Коропов, В. М. История ветеринарии в СССР / В. М. Коропов. – М.: Гос. изд. с.-х. лит., 1965. – 264 с.
12. Минеева, Т. И. История ветеринарии / Т. И. Минеева – С.-Пб.: Лань, 2005. – 384 с.
13. Никитин, И. Н. История ветеринарии / И. Н. Никитин, В. И. Калугин – М.: Агропромиздат, 1988. – 191 с.
14. Литовский государственный исторический архив, ф. 378, оп. 1807 BS, ед. хр. 109.
15. Национальный исторический архив Беларуси в Минске (далее НИАБ в Минске), ф. 134, оп. 1, ед. хр. 116.
16. НИАБ в Минске, ф. 3219, оп. 1, ед. хр. 48.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5
tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24,
fax: (498) 694-09-02
E-mail: vniif@vniif.ru
www.vniif.ru

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОРНЕВОГО ВНЕСЕНИЯ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПОСЕВАХ ГРЕЧИХИ

О.С. Корзун, И.Д. Самусик

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008, г.
Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: гречиха, гуминовые препараты, урожайность, экономическая эффективность, энергетическая эффективность.

Аннотация. В 2014-2015 гг. в почвенно-климатических условиях Гродненской области получены результаты экономической оценки урожайности гречихи в зависимости от некорневого внесения препаратов на гуминовой основе. При использовании жидкого биогумуса на посевах гречихи сорта Александрина чистый доход с 1 га составил 2543 тыс. руб. и рентабельность 46,3% при минимальной себестоимости 1 ц продукции 250,4 тыс. руб., а препарата из рапсового шрота на посевах гречихи сорта Влада – соответственно 1039 тыс. руб.; 19,7% и 307,7 тыс. руб. при значении биоэнергетического коэффициента 2,5.

ECONOMIC AND POWER EFFICIENCY OF NOT ROOT INTRODUCTION OF HUMIC MEDICINES ON CROPS OF THE BUCKWHEAT

O.S. Korzun, I.D. Samusik

Key words: buckwheat, humic medicines, productivity, economic efficiency, power efficiency.

Summary: In 2014-2015 in soil climatic conditions of the Grodno region results of economic assessment of productivity of a buckwheat depending on not root introduction of medicines on a humic basis are received. When using a liquid biohumus on crops of a buckwheat of a grade Alexandrina net income with 1 hectare has made 2543 thousand rubles and profitability of 46,3% at the minimum prime cost of 1 c of production of 250,4 thousand rubles, and medicine of rape meal on crops of a buckwheat of a grade of Vlada to – according to 1039 thousand rubles; 19,7% and 307,7 thousand rubles at

value of biopower coefficient 2,5.
(Поступила в редакцию XX.07.2017 г.)

Введение. Гречиха в условиях Беларуси является перспективной сельскохозяйственной культурой. В производстве республики находится широкий спектр сортов гречихи с различными свойствами и скороспелостью, возделывание которых позволяет получить стабильную урожайность, и делает возможным насыщение продовольственного рынка страны крупами отечественного производства.

При возделывании гречихи эффективным мероприятием является обработка семян регуляторами роста гидрогумат, мальтамин и феномелан в дозе 20 мл на гектарную норму высева или растений тетраплоидных и диплоидных сортов в период вегетации [4]. На фоне $N_{45}P_{60}K_{90}$ прибавка урожайности зерна гречихи от применения эпина для обработки семян составила 6,7%; а при обработке растений в начале фазы бутонизации – 6,5% [7].

Применение биологических препаратов для предпосевной обработки семян, некорневой подкормки вегетирующих растений и внесения в почву относится к ресурсоэнергосберегающим элементам технологий возделывания сельскохозяйственных культур [6,9].

Немаловажным элементом технологии возделывания гречихи является использование препаратов на гуминовой основе [1]. К экологически безопасным регуляторам роста растений, получаемым путем химической переработки торфа по новым технологиям, относятся гуминовые препараты [6,8,9].

Экологически обоснованным агротехническим приемом в технологии возделывания гречихи можно также считать применение удобрения биогумус или вермикомпост, источником которого является вермикультура. Жидкий биогумус – концентрированная вытяжка из натурального биогумуса, содержащая регуляторы роста растений и микроэлементы. При внесении 5 т/га биогумуса под озимую пшеницу отмечено существенное повышение урожайности зерна (на 3,4-4,4 ц/га), а внесение биогумуса в дозе 3 т/га оказывает положительное влияние на качественные показатели продукции [10].

В технологии возделывания гречихи указанные агротехнические приемы изучены недостаточно. Проведение соответствующих исследований в Гродненской области способствует решению вопроса об их внедрении в сельскохозяйственное производство. В связи с этим актуальность исследований не вызывает сомнений.

Цель работы: изучение экономической эффективности некорневого применения гуминовых препаратов на посевах гречихи в почвенно-климатических условиях Гродненской области.

Материал и методика исследований. В 2014-2015 гг. на опытном поле УО «ГГАУ» проводили исследования по изучению эффективности применения препаратов на гуминовой основе на посевах гречихи в соответствии с рекомендациями по технологии возделывания этой культуры в условиях Республики Беларусь [5].

Для анализа экономической эффективности возделывания культуры рассчитывали производственные затраты на 1 га. При экономических расчетах использовали нормативы затрат по возделыванию гречихи согласно существующим регламентам технологии возделывания и уборки в соответствии с технологическими картами по следующим статьям затрат: трудовые, на средства механизации, семена, удобрения, пестициды, электроэнергию, горюче-смазочные материалы и др. [5].

Система показателей для оценки экономической эффективности производства продукции включала натуральные показатели (урожайность зерна); показатели, отражающие величину затрат на производство продукции (себестоимость) и относительные показатели (рентабельность) [2,3]. Стоимость семян, средств защиты растений и удобрений принимали на уровне фактически сложившихся цен на период проведения исследований.

Результаты исследований и их обсуждение. В таблице 1 представлены результаты анализа экономической эффективности обработки препаратами на гуминовой основе посевов гречихи сорта Александрина.

Самые высокие производственные затраты на 1 га гречихи сорта Александрина были получены при внесении жидкого биогумуса и препарата из рапсового шрота (5490-5438 тыс. руб.), тогда как самые низкие – оксигумата (5310 тыс. руб.). Минимальное значение себестоимости 1 ц зерна (250,4 тыс. руб.) отмечены при применении жидкого биогумуса, максимальное – оксидата торфа (270,8 тыс. руб.).

Чистый доход и рентабельность имели наименьшие значения на контрольном варианте (соответственно 1320 тыс. руб. и 25,0%). При использовании препаратов на гуминовой основе эти показатели по сравнению с контрольным вариантом возрастали соответственно на 666-1223 тыс. руб. и 11,1-21,3%. При применении жидкого биогумуса отмечено самое высокое значение чистого дохода с 1 га (2543 тыс. руб.) и рентабельности (46,3%) производства гречихи этого сорта.

Таблица 1 – Экономическая эффективность применения препаратов на гуминовой основе при возделывании гречихи сорта Александрина (среднее за 2014-2015 гг.)

Показатель	Конт- роль обра- ботка водой	Ок- си- гумат	Гид- ро- гумат	Ок- си- дат тор- фа	Жид- кий био- гу- мус	Пре- парат рапсо- вого шрота
Урожайность, ц/га	17,9	19,8	20,2	19,7	21,8	21,0
Прибавка уро- жайности, ц/га	–	+1,9	+2,3	+1,8	+3,9	+3,1
Стоимость продукции, тыс. руб.	6594	7296	7444	7259	8033	7738
Производствен- ные затраты на 1 га, тыс. руб.	5274	5310	5360	5335	5490	5438
Себестоимость 1 ц продукции, тыс. руб.	294,6	268,2	265,3	270,8	250,4	260,0
Чистый доход на 1 га, тыс. руб.	1320	1986	2084	1924	2543	2300
Рентабельность, %	25,0	37,4	38,9	36,1	46,3	42,3

При некорневом применении препаратов на гуминовой основе на посевах гречихи сорта Влада производственные затраты на 1 га не превышали 5049-5262 тыс. руб. (таблица 2).

При внесении оксидата торфа гречиха этого сорта была наименее затратной культурой с уровнем производственных затрат 5049 тыс. руб. на 1 га. Самые низкие значения себестоимости 1 ц продукции получены при обработке ее посевов жидким биогумусом и препаратом из рапсового шрота (соответственно 318,0 и 307,7 тыс. руб.).

Возделывание гречихи сорта Влада характеризовалось наибольшим чистым доходом и рентабельностью при некорневом внесении препарата из рапсового шрота (соответственно 1039 тыс. руб./га и 19,7%) и наименьшим – гидрогумата (427 тыс. руб./га и 8,2%).

Таблица 2 – Экономическая эффективность применения препаратов на гуминовой основе при возделывании гречихи сорта Влада (среднее за 2014-2015 гг.)

Показатель	Конт- роль обра- ботка водой	Ок- си- гумат	Гид- ро- гумат	Ок- си- дат тор- фа	Жид- кий био- гу- мус	Пре- парат рапсо- вого шрота
Урожайность, ц/га	13,8	15,3	15,2	14,9	16,4	17,1
Прибавка уро- жайности, ц/га	–	+1,5	+1,4	+1,1	+2,6	+3,3
Стоимость продукции, тыс. руб.	5085	5638	5601	5491	6043	6301
Производствен- ные затраты на 1 га, тыс. руб.	5002	5198	5174	5049	5215	5262
Себестоимость 1 ц продукции, тыс. руб.	362,5	339,7	340,4	338,8	318,0	307,7
Чистый доход на 1 га, тыс. руб.	83	440	427	442	828	1039
Рентабельность, %	1,6	8,5	8,2	8,7	15,9	19,7

Изучение энергетической эффективности обработки посевов гречихи препаратами на гуминовой основе показало, что самый высокий выход энергии был отмечен при применении жидкого биогумуса и препарата из рапсового шрота – 31840 МДж (таблица 3).

Если на контрольном варианте выход энергии с 1 га составил 26339 МДж, то при внесении жидкого биогумуса и препарата из рапсового шрота его значение было выше на 5501 МДж.

Лучшими по результатам энергетической оценки оказались варианты с обработкой посевов гречихи жидким биогумусом и препаратом из рапсового шрота: биоэнергетический коэффициент при их использовании составил 2,5. Применение для некорневого внесения на гречихе оксигумата, гидрогумата и оксидата торфа было менее результативным – коэффициент энергетической эффективности при их внесении был выше уровня контрольного варианта на 0,1-0,2.

Таблица 3 – Энергетическая эффективность применения препаратов на гуминовой основе при возделывании гречихи (среднее за 2014-2015 гг.)

Показатель	Конт- роль	Окси гумат	Гид рогу мат	Окси дат тор фа	Жид кий био- гумус	Пре- парат рапсо вого шрота
Урожайность, ц/га	15,8	17,5	17,7	17,3	19,1	19,1
Затраты энергии на 1 га, МДж	12834	12834	12834	12834	12834	12834
Выход энергии с 1 га, МДж	26339	29339	29506	28839	31840	31840
Биоэнергетиче- ский коэффициент,ед	2,1	2,3	2,3	2,2	2,5	2,5

Закключение. Таким образом, показатели экономической эффективности изучаемого агротехнического приема на посевах гречихи достигали наибольшего значения при использовании жидкого биогумуса на посевах сорта Александрина (чистый доход с 1 га составил 2543 тыс. руб. и рентабельность 46,3% при минимальной себестоимости 1 ц продукции 250,4 тыс. руб.) и препарата из рапсового шрота на посевах сорта Влада (соответственно 1039 тыс. руб., 19,7% и 307,7 тыс. руб.).

Максимальное значение биоэнергетического коэффициента было отмечено при обработке посевов гречихи жидким биогумусом и препаратом из рапсового шрота (2,5).

ЛИТЕРАТУРА

1. Базилинская, М. В. Биоудобрения / М. В. Базилинская. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 128 с.
2. Борисовец, Т. Сущность, критерии и показатели экономической эффективности производства семян зерновых культур / Т. Борисовец // Аграрная экономика. – 2000. – № 4. – С. 19-20.
3. Дегтяревич, И.И. Организационно-экономическое обоснование работ: методические указания для студентов агрономических специальностей / И.И. Дегтяревич, В.М. Кожан, Н.А. Дегтяревич. – Гродно, ГГАУ, 2003. – 49 с.
4. Дубовик, Е.И. Новые сорта гречихи и технология их возделывания / Е.И. Дубовик, Т.А. Анохина // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 4 (84). – С. 30-32.
5. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сборник отраслевых регламентов / Нац. акад. наук

Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2012. – 288 с.

6. Перминова, И.В. Гуминовые вещества – вызов химикам XXI века / И.В. Перминова // Химия и жизнь. – 2008. – No 1. – С. 50-55.

7. Полховская, И.В. Влияние минеральных удобрений и физиологически активных веществ на урожайность и крупность зерна гречихи сорта Лакнея / И.В. Полховская // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. трудов РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – Вып. 50. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – С. 138-145.

8. Титов, И.Н. Гуминовые препараты на основе продуктов аэробной и анаэробной биоконверсии органических отходов / И.Н. Титов, К.А. Кыдралиева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biodynamika.narod.ru/index/0-49>. – Дата доступа 03.02.2017.

9. Якименко, О.С. Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации / О.С. Якименко, В.А. Терехова // Почвоведение. – 2011. – No 11. – С. 1334-1343.

10. Денисенко, А. І. Використання біогумусу – вимога сучасних технологій виробництва високоякісної зернової продукції / А. І. Денисенко, О. А. Суслов // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Вип. 71. – Частина 3. – Херсон: Айлант, 2010. – С. 69.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5

tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24,

fax: (498) 694-09-02

E-mail: vniif@vniif.ru

www.vniif.ru

20 YEARS OF THE FORUM “ECOBALTICA”

Alexey Glinushkin¹⁾, Vasiliy Rud'¹⁾, William Hogland²⁾, Maxim Diuldin³⁾,
Vadim Davydov^{1,3)}, Natalya Bykova⁴⁾

¹⁾ All-Russian Research Institute of Phytopathology, Moscow region, Russia
e-mail rudvas.spb@gmail.com

²⁾ Linnaeus University, Kalmar, Sweden

³⁾ Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University
St.-Petersburg, Russia

⁴⁾ St.-Petersburg State Economic University St.-Petersburg, Russia

Key words: *Environmental safety, ecology, forum, conference, Baltic region.*

Summary. *The ECOBALTICA Forum aimed for the preservation of the environment and development of environmental protection to reduce the impact of the Global warming is held in the Baltic sea region for 20 years. The Forum is attended by students and professors, Ministers and heads of companies. ECOBALTICA Forum includes conferences, round tables, sporting events, cultural activities and training courses. However, this is not only an event, which occurs once a year. Due to its structure, the Forum actually takes place the whole year round. This paper is devoted to the substantiation of the development of new directions and brands of the Forum and its current challenges.*

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Introduction. The problem of the increasing threat for human life and natural processes became more serious in recent years that is caused by the increasing global population and environmental pollution and depletion of natural resources.

One of the most dangerous problems is the problem of an Environmental safety and global warming.

This is a complex issue. In every region of the world the evidence of the global warming distinct from other regions.

To solve the global warming problem, it is necessary to find solutions for a range of industrial and research issues. In addition, new management solutions are required at the level of countries and regions to change the

people's thinking. The interaction of these fields can be solved via a systemic approach.

In 1996 the international youth environmental forum of the Baltic region countries was first organized. This forum was named as "ECOBALTICA". In succeeding years, this forum became an integral structure that combined many year-round events and stopped its work only at the interregional level. The forum began to raise ecological approaches at the local level.

To date, the forum became to be a brand. It now includes

- conferences for young scientists
- seminars for local authorities and local activists.
- system awareness seminars
- maintenance of the website and development of communications with other countries and universities
- development of distance learning methods, etc.

ECOBALTICA Forum: Planning and branding

Scientific conference within the framework of Forum "ECOBALTICA"

ECOBALTICA Forum includes the following scientific areas:

1. "Environmental protection and management".

Sections:

- Fundamental and applied research of the pollution processes in different environments.
- Technology of wastewater treatment, waste gas and solid waste management.
- Methods and tools for the environment quality management. Mathematical simulation and GIS technologies as a tool for ecological assessment and forecasting of the environment.
- Land reclamation and restoration of disturbed ecosystems.
- Economic, legal and political aspects of nature management and environmental protection.

2. "Nonconventional energy sources (devices, materials, new methods of energy transformation, accumulation and transfer)".

Sections:

- Solar energy.
- Hydrogen energy.
- Wind power.
- Geothermal energy.
- Bioenergetics and energy of secondary sources.

3. "Environmental safety".

Sections:

- Ecological risk assessment methods.

- Environmentally friendly industrial technologies.
- Technogenic accidents and disasters, their forecasting and prevention.
- Emergency management.

4. "Socio-ecological problems of globalization: Baltic dimension".

Sections:

- Natural resources as a product of technological progress.
- Dialectics of exhaustion and immensity of the natural environment.
- Environmental responsibility for the future.
- Social and technological content of sustainable development.
- Nature as a subject means nothing competition: history and prospects.
- Alternatives: environmental democracy and dictatorship.
- Ecology as a weapon in a competition.
- Environmental expression of national sovereignty.
- Socio-environmental bases of competition and mutual cooperation of the countries of the Baltic region.

Round-tables:

- "Development of cooperation of educational, scientific and industrial organizations in the Baltic region in the field of environmental protection".
- "The role of environmental education in the solving of problems of sustainable development in the Baltic sea region".

Promotion and expansion of application fields of the ECOBALTICA Forum

Due to the change of the consciousness and interests of people, scientific events again occupied the right place among the most popular events to raise the importance of science and business in the life of people. The purpose of the development of the ECOBALTICA forum project was to determine the role and increase the importance of scientific activities for young people, to promote the ideas of the struggle for a sustainable world. To fulfill the purpose of the Forum, the following objectives identified: to characterize the phenomenon of the ECOBALTICA Forum; to identify the features of the Forum; to outline the basic elements of the scientific forum for young people and opportunities for its development.

Control And Management Of The Brand Development
"ECOBALTICA" international youth environmental forum is intended to improve the scientific level of young ecologists and to form ecological awareness and strong partnerships between universities, research institutes, industrial companies, and administrative authorities in the Baltic region. The scientific program of the conference will include plenary and sectional sessions, as well as poster presentations.

In 1999, a Memorandum of understanding between the Kalmar University and St. Petersburg State Polytechnical University was signed that opened new opportunities for the development of the ECOBALTICA Forum (Fig. 1).



Figure 1. Signing of the Memorandum of Understanding between the Kalmar University and Saint-Petersburg State Polytechnical University : Kalmar University rector Prof. Orn Taube and SPbSPU pro-rector Prof. Albert Bashkarev (1999, Kalmar).

Cooperation between the ECO-TECH and ECOBALTICA conferences created a new philosophy of youth scientific conferences, which was later recommended by the Coordinating Council on Youth Affairs of Russia the use by Russian universities [1].

The role of the partnership with Kalmar (Sweden) in the development of the ECOBALTICA Forum

The signing of the Memorandum resulted to the establishment of the Laboratory of Ecology of the Baltic region, which worked until 2014 for the development of the idea of environmental education and innovation cooperation between Sweden and Russia. Due to Prof. Sergey Chulkin the ECOBALTICA conferences was held at the Polytechnical University and at the Makarov State University of Maritime and Inland Shipping. Then the laboratory was closed.

Since 2015 the ECOBALTICA conference is held in Moscow and the Moscow region at the Lomonosov Moscow State University and All-Russian Research Institute of Phytopathology. When we decided to organize the ECOBALTICA conference on the annual basis, we also decided to dedicate it to the selected topics of ecology and environmental protection. The main topic in 2016 was “Agro ecology and ecology of agricultural lands”. Therefore, the level of the conference rises and covers new interdisciplinary areas.



Figure 2. Football tournament at the ECOBALTICA Forum (2004, Saint-Petersburg, Russia).

For Russian organizers, the collaboration with Professor Hogland and his team gave the opportunity to deal effectively with many governmental bodies concerning the increase the attractively of science among young Russian researchers. Due to Professor Hogland, many leading experts in ecology and environmental sciences took part in the ECOBALTICA conference. On the other hand, the conference attracted specialists from many scientific organizations of St. Petersburg and former Soviet Union Republics (Ukraine, Belarus, Uzbekistan, Kazakhstan); after the participation in the ECOBALTICA conference, these scientists also attended the ECO - Tech conference.

The cooperation between the ECO-TECH and ECOBALTICA conferences developed a new philosophy of youth scientific conferences, which recommended for the use in Russian universities.

Ongoing educational courses and publication of the Newsletter of the project

Due to the ECOBALTICA Forum, the project "Restoration of the system of support of a scientific activity of young ecologists" was developed and implemented including the distance learning courses for rural residents. The main objective of this project is to encourage the scientific activity of young ecologists based on a long-term cooperation between universities, research institutes and local authorities (Fig.3).



Figure 3. Plenay session of Forum in Russian Geographical Society (2015, Moscow, Russia).

To achieve the goal of the project, many activities were considered including educational seminars, conferences, and meetings with the heads of research institutes and industrial enterprises.

In addition, the Editorial Board was established and four issues of the project newsletter issued every year. In accordance with the decision of the Editorial Board, the "Bulletin of young ecologists" is an informative periodical newsletter, which reflects the status of the project and informs young researchers about upcoming scientific events. Some distance learning courses in the organic farming, crop production, and environmental sustainability in the region were also developed and proposed. All these projects can easily reproduced in other regions.

The Direction Of The Further Development Of The Ecobaltica Forum

The forum should bring new knowledge and opportunities to participants of different age and skills, as well as provide them with new friends and cooperation and acquaint them with the culture of other regions or countries. What is the most important, now it represents a significant event in the life of the city, region and country. The success or failure of the ECOBALTICA Forum [2] will be determined by the success of its scientific, cultural and business programs (Fig. 2). The quality of the Forum should be high – this is one of the main conditions of the success(Fig. 4). The Forum should invites outstanding scientists, needs



Figure 4. leading researchers – Academicians of Russian Academy of Sciences Ivan Savchenko and Michail Sokolov with best [esenters of Fourn ECOBALTICA in 2017. St. –Petersburg..

some serious reports of experts, and should be attractive for young people. The main feature of the ECOBALTICA conference or round-tables is the renewal of the culture of shared knowledge and the exclusivity of the membership of this conference. It is this narrow circle of people able to understand the vision of the organizers and at the same time to bring their knowledge and experience to the achievement of the objectives of the conference.

The Forum attracts participants, mostly young audience, and such events as the conferences and round-tables offer participants the possibility of communications with famous scientists and governmental and business representatives. In addition, the Forum provides a cultural program and increases the scientific level of participants.

The success of the ECOBALTICA Forum often determined by the well-known names of participating scientists, businesspersons and special guests. Master classes and round-tables are moderate and held by well-known scientists, municipal officers, business companies, etc. Such activities are beneficial for the image of the ECOBALTICA Forum and attract more participants.

We kindly grateful to the Professor Marcia Marques Gomes (both from the Linneaus University, Sweden) and for Academicians Michail Sokolov (Moscow, Russia) and Ivan Savchenko (Moscow, Russia) and for their support of this project for long time.

REFERENCES

- [1]. V.Yu. Rud', M.V. Romanov, L.B. Liokumovich, Activities of the Ecology Laboratory of the Baltic sea region for the cooperation in the field of environmental protection. Proceedings of the IV International Environmental Forum ECOBALTICA'2002. St.-Petersburg, SPbSTU, 2002, pp. 41-43.
- [2]. V.Yu. Rud', A.P. Glinushkin, A.I. Andreev. Twenty years of cooperation between Sweden and Russia: ECO-TECH and ECOBALTICA conferences. Book of abstracts, 10th International conference on the establishment of cooperation between the companies and institutions in the Nordic countries, Baltic sea region and the world "Linnaeus ECO-TECH 2016". Kalmar, 2016, pp.13-15.

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo district, B. Vyazemy, 5
 tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24,
 fax: (498) 694-09-02
 E-mail: vniif@vniif.ru
www.vniif.ru

MODERN INTERDISCIPLINARY TECHNOLOGIES TO REDUCE ENVIRONMENTAL LOAD AND DANGER FROM THE GLOBAL WARMING

Alexey Glinushkin¹⁾, Vasilii Rud'¹⁾, Yuri Rud'²⁾, Vladimir Shpunt²⁾, Vlad Lyapishev³⁾, Sergey Rud'³⁾, Maxim Diuldin³⁾, Vadim Davydov^{1,3)}, William Hogland⁴⁾

¹⁾ All-Russian Research Institute of Phytopathology, Moscow region,
Russia e-mail rudvas.spb@gmail.com

²⁾ Ioffe Physics- Technical Institute,
St.-Petersburg, Russia

³⁾ Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University
St.-Petersburg, Russia

⁴⁾ Linnaeus University, Kalmar, Sweden.

Key words: *advanced interdisciplinary technology, semiconductors, spectroscopy, solar cells, wind energy, plant*

Summary. *A wide use of semiconductors in the systems converting solar and wind energy requires considerable efforts in the production of such devices. The semiconductor industry is renowned for its environmental impacts that lead to the global warming. This paper is dedicated to the possibility of use of biological materials as the analogues of traditional semiconductor materials commonly used for solar inverters, wind energy systems and biogas collection systems. Such replacement may lead to an entirely new method of manufacturing of the electronic equipment and significantly reduce the level of environmental pollution. Some results of the study of electrical and optical properties of plants and human skin are presented to demonstrate the possibility of their applications in the production of sensors and solar energy converters, and to reduce the threat of the environmental load and global warming.*

(поступила в редакцию 15.07.2017 г.)

Introduction. In recent years, advanced technologies became and increasing part of every industrial process including electronics and car production industries, forestry and agriculture, space rocketry and banking system, etc. These industries use state-of-the-art scientific and engineering solutions, which are usually developed at the borders of different scientific areas and, therefore, lead to unexpected and significant results. Among

advanced technologies that may prevent the global warming, there are technologies developed in the energy sector and providing a significant increase in the energy production via the use of alternative energy sources such as solar energy, wind energy, waste recycling energy, etc.

For example, everyday use of semiconductors implies considerable efforts required for their production. The semiconductor industry is notorious for negative ecological consequences. This work is devoted to the possibility of use of biological materials as the analogues of the traditional semiconductor materials. Such replacement may lead to an entirely new way of production of electronic equipment and significantly reduce the environmental load.

Interdisciplinary Investigations: Result And Discussion

Dangerous aspects of the manufacturing of silicon electronic component

The manufacture of silicon solar cells usually requires the use of the Siemens process. The raw material is trichlorosilane (a silicon analogue of trichlormethane, SiHCl_3). This material is poisonous and highly explosive. Therefore, silicon-producing plants should be built far from residential areas. Trichlorosilane is subjected to the distillation with the further reduction of hydrogen. As a result, ultra-pure silicon is obtained; a by-product of this process is hydrogen chloride that is trapped and converted to hydrochloric acid.

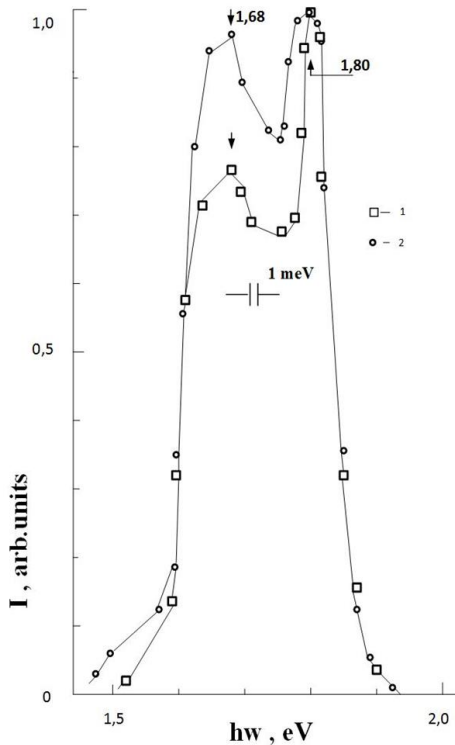
Container for the silicon melting produced from the same trichlorosilane burnt in pure oxygen. As a result, pure quartz (silicon dioxide) and chlorine dioxide are produced. Chlorine dioxide is trapped by filters.

To produce quartz, crucibles are required, which are etched by hydrofluoric acid. Hydrogen and oxygen are produced by water electrolysis. The silicon is melted in quartz crucibles and the obtained silicon ingots are then used to produce solar cells. Chemical materials, used in the manufacture of electronic devices and components, and the corresponding waste make serious problems for the environment, to which a great attention should be paid.

Waste and by-products of the production of semiconductor devices, integrated chips, and circuit boards are of greatest interest in relation to the prevention of environmental pollution and development of technologies for processing, recycling and use of waste.

To date the ecological control of technological processes in the electronic industry has moved into the financial sphere. The costs and liability associated with hazardous waste and emissions of harmful substances into the environment stimulated the development and implementation of technologies for the control of the impact on the environment; these technologies significantly reduced the negative impact of waste and by-products.

In addition, the electronic industry used a proactive method that made ecological objectives, tools and methods to be part of the entire business structure. The examples of proactive methods are the reduction of the use of CFC and fluorinated compounds, development of environmental-friendly Figure 1.



The spectral dependence of photoluminescence of *Calendula officinalis* L. leaf at $T=300$ K (hw_{exc} , eV : for curves 1- 2, 705, for curve 2- 2, 410).

alternatives to these materials, use of the ecological design method during the manufacturing of circuit boards and semiconductor devices, and use of various chemical materials, special technologies and equipment. Since the manufacturing processes include some risk factors, it is necessary to organize the correct handling of chemical by-products, waste and emissions to ensure the safety of a personnel and to protect the environment.

Photoluminescence study

Our in vivo and in vitro studies of electrical and optical properties of human skin and leaves by the most reliable methods of a solid-state physics provided us

with interesting results that allow us to conclude that these materials have some characteristics similar to semiconductors [1].

Photoluminescence studies were carried out on green leaves and flower fragments of several plant types. As a source of photoluminescence excitation we used a ILA 120-1 Argon laser (photon energies 2.41, 2.50, 2.54, 2.60, 2.71 eV and power density 50-100 mW/cm²). As a receiver of photoluminescence, we used a MDR-3 monochromator with a 600-line grating and a photomultiplier. The studies were conducted at $T = 300$ K, with a spectral resolution exceeding 1 meV.

The obtained results showed the presence of bright red photoluminescence from green leaves excited by the above-mentioned radiation energies. The photoluminescence was visually observed for of these energies, and in all cases the photoluminescence excitation spectrum was represented by two closely spaced bands (Figs. 1, 2, 3).

It is important that, regardless of the wavelength of the exciting light, chlorophyll always fluoresces in the red part of the spectrum. Thus, red luminescence may be associated with chlorophyll, which, in turn, is associated with the life cycle of the plant [2].

Energy bands obtained for different types of plants did not differ from each other. The half-widths of the δ_{iv} and δ_{sv} components and the ratio of their intensities I_2/I_1 was similar for leaves of different plants. The change in the flux density of the exciting radiation and the intensity of the detected peak photoluminescence are connected via a linear dependence of $I \sim L$. It is important that the ratio of the photoluminescence peak of the solid and half-width at half-maximum values were also similar for all types of plants.

Changes in the photoluminescence intensity linearly depended on the changes in the exciting flux density [3]. Thus the spectral form of the luminescence, position of peaks, and their ratio remained unchanged (Fig. 3). These patterns in semiconductor physics are typical for radiative transitions between free zones and for transitions from levels in the forbidden gap. However, at lower excitation energies the contribution of long wavelength components of the luminescence increases [4]. The observed feature can be connected with to the fact that the centers may be located in the tissue at different positions. For the photoluminescence band with a peak at hw_2 energies, the centers are located in more deep tissue layers, than in the case of hw_1 .

The evaluation of the quantum efficiency of visible photoluminescence of live leaves resulted in a value of a several percents.

The analysis of results obtained for flower fragments showed that the efficiency dropped by 2-3 orders as compared with a green leaf, and the maximum significantly shifted to short-wave region and reached $hw_1 = 2.34$ eV. Comparing to the leaves, flower fragments showed a broader photoluminescence band extended into the long-wave region of the spectrum. Based on these data, it is possible to conclude about the complex structure of centers responsible for radiation. It should also be noted that the emission peaks of flower fragments corresponded to their color.

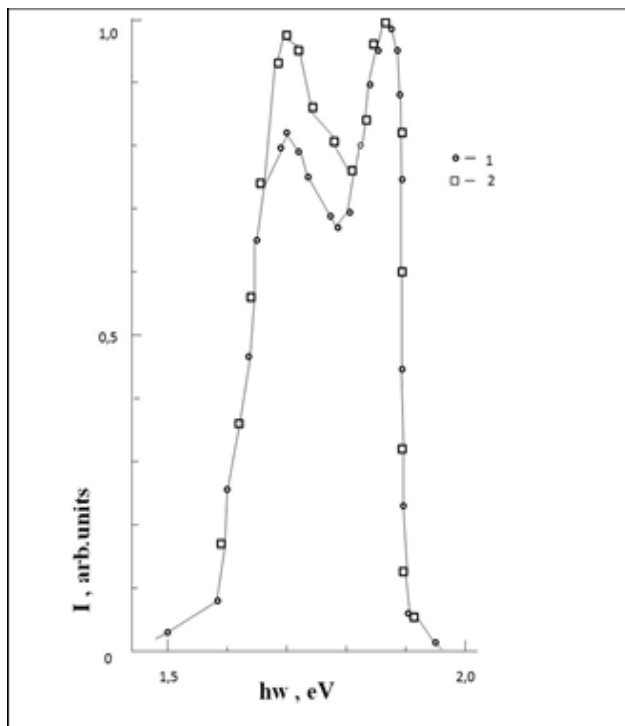


Figure 2. The spectral dependency of photoluminescence for the *Allium officinale* L. leaf at $T=300$ K (hw_{exc} , eV : for curve 1 - 2, 705, for curve 2 - 2, 410)

Photopleochroism of heterostructures in semiconductors / green leaves

This investigation opens a new way of application of biological materials as active components of optoelectronic devices intended for transfer and reception of information. Heterojunctions were prepared using electrically homogenous single crystals of different semiconductors (such as Si, InSe, CdSnP₂, and CuInSe₂) and biological materials (green leaves and human skin).

A rectification was observed at the contact between the semiconductors and the green leaf or human skin. The steady-state current–voltage (I – V) characteristics for a contact between n -CdSnP₂ and a green leaf were measured. The direction of passage corresponded to a negative polarity of the external bias on the n -CdSnP₂ chalcopyrite compounds. In the case of p CuInSe₂/green leaf heterotransition, the direction of passage corresponded to a positive polarity for the external bias on the ternary semiconductors.

For these structures, the reproducible rectification was observed with a coefficient of 2–3 at bias of 10–15 V, which, for the whole range of mechanical stress used to press the contact surfaces, had no effect on the electrical parameters of the obtained S/B heterocontact. The photosensitivity of the semiconductor / green leaf and semiconductor / human skin heterojunctions was dominant, when the illumination took place from the side of the biological material. This fact shows that the leaf and skin contacted with the used semiconductors (table) acts as a widegap component of these heterocontact. Therefore, the magnitude of the quasi-forbidden gap for green leaves and human skin is higher than the band gaps of semiconductors used at these heterocontacts. The table also shows an estimated voltage photosensitivity S_U of these contacts. One can see that the photosensitivity depends on the nature of semiconductor and biological material and also on the parameters of a semiconductor. It is obviously that a significant research work should be carried out in order to improve these structures for the use in photovoltaic devices. However, even these preliminary result shows that this new class of heterocontacts is unsurpassed comparing to semiconductor/ electrolyte photovoltaic devices. If we assume that leaves are a kind of a natural electrolyte, then the future use of these new heterocontacts will have obvious ecological and economic advantages.

The typical spectrum of the relative quantum efficiency η of a CuInSe₂/green leaf heterocontact illuminated from the side of a green leaf is shown in Fig. 4.

The discontinuity in η at $\hbar\omega = 0.02$ eV at the spectral position of the long-wave edge indicates that these features are attributable to photoactive interband absorption in the CuInSe₂. The short-wave reduction in the photosensitivity of a CuInSe₂/green leaf heterojunction for $\hbar\omega \geq 1.65$ eV, as well as the photosensitivity increase at $\hbar\omega \geq 1.8$ eV, is in quantitative accordance with the wavelength dependence of the optical transmission for a green leaf (Fig. 4). For this reason, the short-wave drop of the η value may be related to the absorption of radiation in a wide band component of

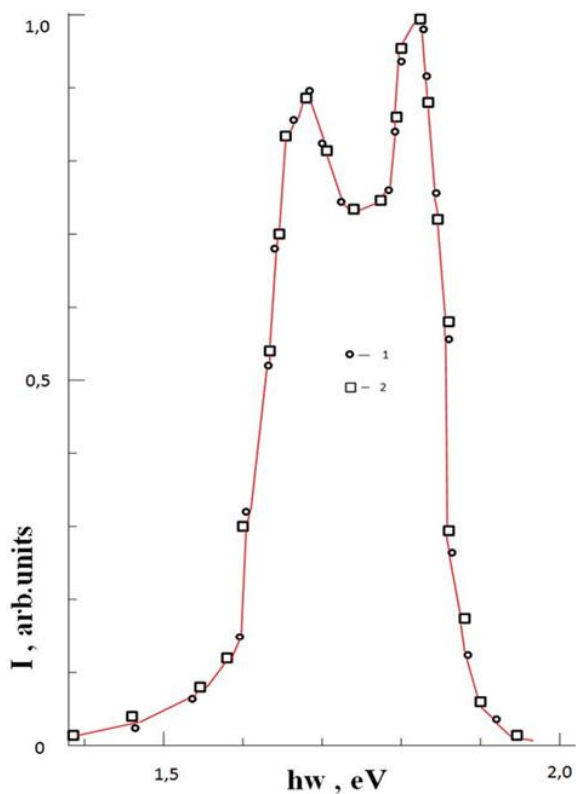


Figure 3. The spectral dependency of photoluminescence for the *Allium officinalis* L. leaf at $T=300$ K (hw_{exc} , eV : for curve 1- 2, 705, for curve 2- 2 , 410)

the heterojunction, through which radiation enters the active region of the structure. For absorbed photon energies of 1.2–1.85 eV, the quantum energy of heterojunction is essentially constant and it evidences the efficient separation of photoinduced carrier in these structures. When these heterostructures are illuminated from the side of the narrow band component $CuInSe_2$, the photoconversion efficiency significantly falls off and has a more narrow selective variation with the maximum close to the energy band of $CuInSe_2$. This is explained by a high light absorption on the surface of a crystal.

The similar regularity of the photosensitivity was observed for all investigated S/B heterojunctions.

The “window effect” regarding the intensity of the incident radiation occurs due to the abrupt and rather perfect heterointerfaces. Since the wide photosensitivity band of this novel heterocomponent encompassed practically the entire spectrum of solar radiation, such structures should be considered to be promising for the use as photosensors. In this template measures proportionately more than is customary [5].

Renewable energy: Other possible ways to decrease the dangerous of Global warming

In our opinion, another possibility to increase the use of renewable energy sources may be an increase in the accuracy of estimation of the wind resource in a particular location.

The improved accuracy of assessment of wind resources in the regions with absent or limited wind conditions is achieved by the use of new methods of measurement of wind flow characteristics, such as Sodar or Lidar, and the long-term reanalysis of data (MERRA, CFSR and others). The author's three-tier method of assessment of wind resources [6] makes it possible to obtain the average wind speed and power density of the wind flow for each level. A simulation of the wind flow provides a long-term hourly wind statistics to determine the annual wind energy production that can not be made by any other methods.

The studies performed in the Polar region of the Nenets Autonomous Area within the framework of the international Kolarctic ENPI CBC project, showed that the one-year *in-situ* measurements greatly correlated with the data of the MERRA long-term reanalysis. These data were recommended to be used for a preliminary assessment of wind resource on the Nenets territory. The MERRA correction coefficients for wind speed and power density were 1,15 and 1,52, respectively.

In the further research we plan to make a wind resource assessment in other polar areas and coastal zones of the Arctic region. These studies may lead to the development of completely new environmentally friendly plants with completely organic field devices and offline uninterruptible power supply, which can be used, for example, for the remote monitoring of environmental parameters in agriculture. Such wind-solar installation represents an autonomous power supply system based on wind turbines and photovoltaic modules, which probably may be substituted by green leaf / semiconductor heterostructures. The device operates in an automatic mode without any human intervention (Fig. 5).

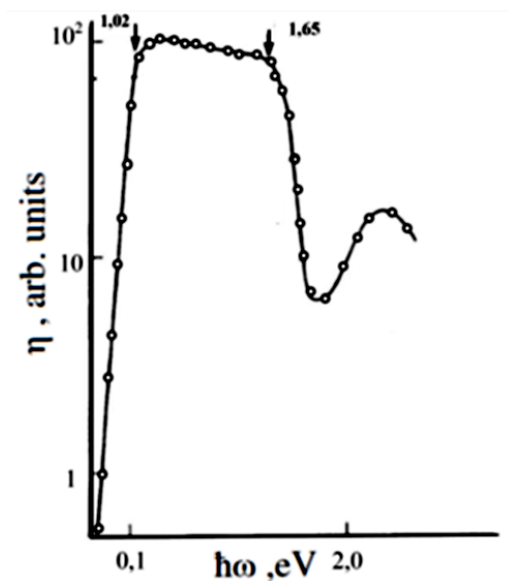


Figure 4. Relative quantum efficiency of CuInSe2/green leaf heterocontact

Renewable energy: Other possible ways to decrease dangerous of the Global warming

In our opinion, another possibility to increase the use of renewable energy sources may be an increase in the accuracy of estimation of the wind resource in a particular location.

The improved accuracy of assessment of wind resources in the regions with absent or limited wind conditions is achieved by the use of new methods of measurement of wind flow characteristics, such as Sodar or Lidar, and the long-term reanalysis of data (MERRA, CFSR and others). The author's three-tier method of assessment of wind resources [6] makes it possible to obtain the average wind speed and power density of the wind flow for each level.

The studies performed in the Polar region of the Nenets Autonomous Area within the framework of the international Kolarctic ENPI CBC project, showed that the one-year *in-situ* measurements greatly correlated with the data of the MERRA long-term reanalysis. These data were recommended to be used for a preliminary assessment of wind resource on the Nenets territory. The MERRA correction coefficients for wind speed and power density were 1,15 and 1,52, respectively.

In the further research we plan to make a wind resource assessment in other polar areas and coastal zones of the Arctic region. These studies may lead to the development of completely new environmentally friendly plants with completely organic field devices and offline uninterruptible

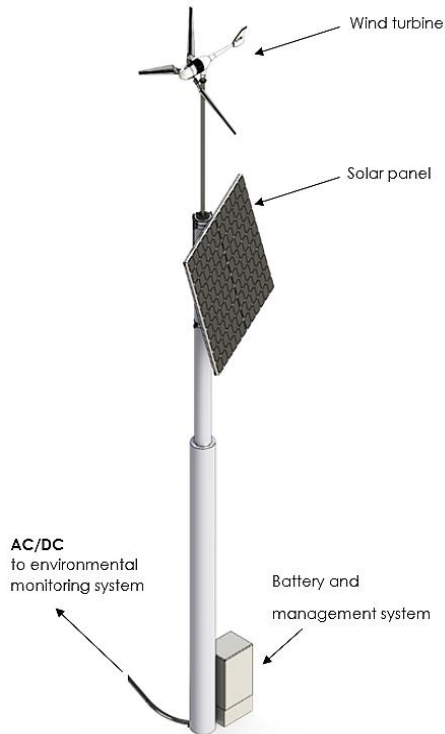


Figure 5. Shape of an environmentally friendly field device for the offline uninterruptible power supply.

power supply, which can be used, for example, for the remote monitoring of environmental parameters in agriculture. Such wind-solar installation represents an autonomous power supply system based on wind turbines and photovoltaic modules, which probably may be substituted by green leaf / semiconductor heterostructures. The device operates in an automatic mode without any human intervention (Fig. 5).

The design of the device provides easy assemblage and simple operation. It was designed in such a way that is easy to assemble the mechanical parts of the device, to change the angle of inclination of photovoltaic modules and

orientation to the cardinal points; to change the type and number of attached monitoring devices [7] and PV modules.

The presented studies [9-18] and their results allow us to hope that, on their basis, we soon be able to develop a fantastic advanced technology that may reduce environmental load and the risk of Global warming.

We are grateful to Professor Konstantin Tsendin (Ioffe Physical and Technical Institute, St.-Petersburg, Russia) for the fruitful discussions.

The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research under the project 15-29-05893.

REFERENCES

1. V.Yu. Rud', V.Ch. Shpunt, Yu.V. Rud'. The discovery of semiconductor properties of plants and human skin: the ability to reduce the environmental risk from the semiconductors industry The 10-th International Conference on Establishment of Cooperation between Companies and Institutions in the Nordic Countries, the Baltica Sea Region and the World. Book of Abstracts. Linneaus University, 21-23 Nov. 20016 Kalmar Sweden.pp.73-75.
2. I.S. Kudryashova, V.Yu. Rud, V.Ch. Shpunt, Yu.V. Rud, A.P. Glinushkin Red photoluminescence of living systems at the room temperature: measurements and results. Journal of Physics: Conference Series volume 741 (2016) 012106– proceeding the 3st International School and Conference «Saint – Petersburg OPEN 2016» on Optoelectronics, Photonics, Engineering and Nanostructures (28–30 March 2016, St Petersburg, Russia).
3. A. P. Glinushkin, N. I. Beshalova, A. M. Umnov, M. E. Senigovets, V. Y. Rud, V. H. Shpunt, and Y. V. Rud, S. I. Kudryashova, A. A. Mozheiko, The use of proven solid-state physical experimental techniques to study plant // Biotica, 6(7), 2015, pp. 29-33
4. V.Yu. Rud', A.P. Glynushkin, V.A. Lyapishev, V.Ch. Shpunt, Yu. V. Rud' Physical experimental methods for plants study as a means of diagnostics of the environment and the reproducibility of the agricultures: experiment and results. The international science environmental conference «ECOBALTICA - 2016». 20 – 26 October Proceedings Book. 2016. Moscow region. Russia. pp. 21 – 25.
5. V.Yu. Rud', Yu.V. Rud', V.Ch. Shpunt, E.I. Terukov A new type of polarymetric photodetectors for analyzing of laser radiation in optical communication lines. Optical Memory & Neural Networks (Information Optics), v.25, 1, 2016, pp. 40-44
6. V.V. Elistratov, M.V. Diuldin, N.V. Stolyarov, M.A. Slivkanich MEASUREMENT OF WIND FLOW CHARACTERISTICS FOR WIND RESOURCE ASSESSMENT USING SODAR FACILITY. Alternative Energy and Ecology (ISJAE). 2014 (11), pp. 21-28. (In Russian)
7. V.Yu. Rud', V.V. Davydov, T.I. Davydova. Nuclear magnetic spectroscopy to improve the sustainability and reproducibility of crops The 10-th International Conference on Establishment of Cooperation between Companies and Institutions in the Nordic Countries, the Baltic Sea Region and the World. Book of Abstracts. Linneaus University, 21-23 Nov. 20016 Kalmar Sweden.pp.237-238
8. Hussain M.B., Ahmad R.S., Waheed M., Rehman T.U., Majeed M., Khan M.U., Shariati M.A., Plygun S.A., Glinushkin A.P. EXTRACTION AND CHARACTERIZATION OF LYCOPENE FROM TOMATO AND TOMATO PRODUCTS Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. T. 63. № 3. C. 195-202.
9. Waheed M., Hussain M.B., Majeed M., Rehman T.U., Khan M.U., Shariati M.A., Plygun S.A., Glinushkin A.P. QUALITY EVALUATION OF CHEESE PREPARED BY PLANT

- COAGULANTS: CARICA PAPAYA AND MORINGA OLEIFERA LEAVES. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. T. 64. № 4. C. 232-239.
10. Kislov A.V., Glinushkin A.P., Kasheev A.V., Sinigovech M.E., Umnov A.M., Nesvat A.P., Lobkov V.T., Plygun S.A. BIOLOGIZATION AND RESOURCE SAVING - THE MOST IMPORTANT DIRECTIONS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN THE STEPPE CONDITIONS Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 49. № 1. C. 73-78.
 11. Plygun S.A., Lobkov V.T., Abakumov N.I., Bobkova Y.A., Zolotuhin A.I., Glinushkin A.P., Polukhin A.A. COMPUTER-AIDED DESIGN OF AGRICULTURAL SYSTEMS AND DEVELOPMENT OF PROGRAM COMPLEXES FOR ENSURING OF ADMINISTRATIVE DECISIONS AT THE ORGANIZING OF AGRICULTURAL PRODUCTION. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 50. № 2. C. 66-81.
 12. Semykin V.A., Pigorev I.Y., Tarasov A.A., Glinushkin A.P., Plygun S.A., Sycheva I.I. MICROBIAL PREPARATIONS AND GROWTH REGULATORS AS A MEANS OF BIOLOGIZATION IN AGRICULTURE Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 59. № 11. C. 3-9.
 13. Podkovyrov I.Y., Glinushkin A.P., Kostin M.V. INFLUENCE OF ULMUS L. SPECIES' GROWTH CONDITIONS ON RESISTANCE TO DUTCH ELM DISEASE Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 60. № 12. C. 236-240.
 14. Sokolov M.S., Glinushkin A.P., Toropova E.Y., Borovaya V.P., Bugaeva L.N. HEALTHY SOIL - PHYTOSANITARY BASIS OF NON-PESTICIDE CROP PRODUCTION Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2015. T. 48. № 12. C. 3-9.
 15. Podkovyrov I.Y., Glinushkin A.P., Kostin M.V. INFLUENCE OF ULMUS L. SPECIES' GROWTH CONDITIONS ON RESISTANCE TO DUTCH ELM Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 60. № 12. C. 236-240.
 16. Соколов М.С., Санин С.С., Долженко В.И., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П., Каракотов С.Д., Надыкта В.Д. КОНЦЕПЦИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНО-ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ И УРОЖАЯ Агрохимия. 2017. № 4. С. 3-9.
 17. Terent'ev A.O., Mulina O.M., Pirgach D.A., Syroeshkin M.A., Nikishin G.I., Glinushkin A.P. ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF SULFONAMIDES FROM ARENESULFONOHYDRAZIDES OR SODIUM P-METHYLBENZENESULFINATE AND AMINES Mendeleev Communications. 2016. T. 26. № 6. C. 538-539.
 18. KUDRYASHOVA I.S., RUD' V.Y., RUD' Y.V., SHPUNT V.H., GLINUSHKIN A.P. STUDY OF PHOTOLUMINESCENCE OF PLANT OBJECTS IN THE ANIMATE AND INANIMATE CONDITION IN A WIDE TEMPERATURE RANGE XV МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ И ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКЕ Тезисы лекций и докладов. . Иркутский государственный университет (Иркутск) (2016) стр. 10

REVIEW ON COMPETITION AOB AND NOB AS AN IMPORTANT ELEMENT FOR COST EFFECTIVE METHODS OF REMOVING NITROGEN FROM WASTEWATER

Jakub Drewnowski

* Gdansk University of Technology, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Narutowicza 11/12, 80-233 Gdansk, POLAND (E-mail: jdrewnow@pg.gda.pl)

Abstract *The aim of this paper is analysis of process principles and possible factors used to induce inhibition of nitrite oxidation by NOB (Nitrite Oxidizing Bacteria) which could be obtained during not very well understood processes: so called “shortcut” or “partial” nitrification as well deammonification, by qualitative/quantitative studies of AOB (Ammonium Oxidizing Bacteria) and NOB populations in activated sludge in dependency on chosen technological parameters (activated sludge concentration, share of AOB/NOB in biomass developed as activated sludge, DO set point control, intermittent aeration, temperature, pH, SRT strategy). The paper present a review on competition AOB and NOB as an important element for cost effective methods of removing nitrogen from wastewater.*

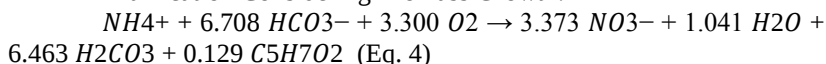
Introduction

In biological processes of carbon, nitrogen and phosphorus removal from wastewater, assurance of proper conditions for development of different microbial groups, plays an important role. Choice of adequate conditions also leads to conduction of specific metabolic processes by these microorganisms, allowing for reduction of pollutants concentration in treated wastewater. It is worth to mention, that individual functional groups of microorganisms, which are used in wastewater treatment biotechnology, require different or even contradictory conditions for their growth and to achieve high metabolic activities. The ability to solve this conflict allows to run activated sludge processes performed by combine microorganisms groups in a single reactor. It could be obtained by intensification of classical nitrification-denitrification and/or nitrification by AOB (Ammonium Oxidizing Bacteria) as well as other advanced processes in activated sludge systems e.g. inhibition of nitrite oxidation by NOB (Nitrite Oxidizing Bacteria) and better understand crucial processes partial nitrification and/or deammonification.

- 1) Nitrification: $NH_4^+ + 2 O_2 \rightarrow 2 NO_3^- + 2H^+ + H_2O$ (Eq.
- 2) Nitritation by AOB: $NH_4^+ + 1.5 O_2 \rightarrow NO_2^- + 2H^+ + H_2O$ (Eq.
- 3) Nitrataion by NOB: $NO_2^- + 0.5 O_2 \rightarrow NO_3^-$ (Eq.

Partial nitrification (PN) and deammonification (DA) have been considered as one of the promising processes for pretreatment of ammonium-rich wastewater (Fux et al., 2006; Innerebner et al., 2007; Li et al., 2004) and as an alternative to classic removal of nitrogen from wastewater, which is initiated by the two phases of nitrification process. Complete nitrification requires a large input of oxygen (4.57 g O₂/g NH₄⁺-N oxidized). By two part reaction, conversion of ammonia to nitrite by AOB has a greater oxygen requirement (3.43 g O₂/g NH₄⁺-N oxidized) compared to nitrataion. Although not shown in Eq. 2, hydroxylamine (NH₂(OH)) is an intermediate in this anabolic pathway. Conversion of nitrite to nitrate by NOB uses considerably less oxygen (1.14 g O₂/g NH₄⁺-N oxidized). When biomass growth is incorporated during nitrification, the overall process can be represented according to Eq. 4.

Nitrification Considering Biomass Growth:



In addition to oxygen consumption, the alkalinity demand for nitrification is high (7.14 g CaCO₃/g NH₄⁺-N oxidized). A small amount of alkalinity is incorporated into cell material. However, during nitrification only a small amount of biomass is produced reflecting the low yields of autotrophic growth (0.166 mg biomass/mg NH₄⁺-N removed). The majority of alkalinity utilization is associated with the neutralization of hydrogen ions released during the oxidation of ammonia (Grady, 2011). If the wastewater alkalinity drops below the normal physiological range it can inhibit nitrifier activity. Successful nitrification performance is also pH dependent. Optimal rates occur at pH values in the range of 7.5-8.0; however nitrification rates decrease significantly at pH values less than 6.8 (Tchobanoglous et al, 2003). Since the process of nitrification releases hydrogen ions (H⁺), acidifying the mixed liquor; additional alkalinity may need to be provided. Typical chemicals used to raise the pH include lime (CaOH), soda ash (Na₂CO₃), sodium bicarbonate (NaHCO₃), and magnesium hydroxide (MgOH). The SRT controls the concentration of microorganisms in activated sludge systems. Typical BNR systems are operated at high SRT in order to retain the autotrophic bacteria necessary for nitrification. Operating SRT values will

vary depending on temperature and wastewater characteristics but usually fall between 10-20 days at 10°C or 4-7 days at 20°C.

Goals and objectives of paper

As stable and high nitrogen removal are main goal of each WWTP, nowadays cost effective and novel methods of removing nitrogen from wastewater is important element of future research. This paper is analysis of process principles and possible factors used to induce inhibition of nitrite oxidation by NOB (Nitrite Oxidizing Bacteria) which could be obtained during not very well understood processes: so called “shortcut” or “partial” nitrification as well deammonification, by qualitative/quantitative studies of AOB (Ammonium Oxidizing Bacteria) and NOB populations in activated sludge in dependency on chosen technological parameters (activated sludge concentration, share of AOB/NOB in biomass developed as activated sludge, DO set point control, intermittent aeration, temperature, pH, SRT strategy).

Research methods

As autotrophic nitrification bacteria, AOB and NOB both derive cellular carbon from inorganic carbon in a process known as carbon fixation - the catabolic pathway for nitrifiers. To acquire energy for this process AOB and NOB use molecular oxygen to oxidize ammonia and nitrite respectively. This is the anabolic pathway for nitrifiers. Although the two groups of bacteria seem similar, in fact its distinctly different. General of AOB include *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira*, *Nitrosolobus*, and *Nitrosorobrio* (Painter, 1970). It is widely accepted that *Nitrosomonas* predominate in most activated sludge systems. General of NOB include *Nitrobacter*, *Nitrococcus*, *Nitrospira*, *Nitrospina*, and *Nitrocystis*. Originally *Nitrobacter* was commonly accepted to be the predominant genera in most activated sludge systems until it was determined that that the genus *Nitrospira* was the more common dominant population (Daims et al, 2006; Kim et al, 2006). The analysis of process principles and possible factors used to induce inhibition of nitrite oxidation by NOB which could be obtained during still not very well understood processes: so called “shortcut” or “partial” nitrification as well deammonification, by qualitative/quantitative studies of AOB and NOB populations in activated sludge in dependency on chosen technological parameters (activated sludge concentration, share of AOB/NOB in biomass developed as activated sludge, DO set point control, intermittent aeration, temperature, pH, SRT strategy) as it was mentioned before.

Bacteria AOB and NOB classification strategists

Bacteria may be classified as R-strategists or K-strategists depending on their affinity for substrate. Rstrategists grow quickly at higher substrate concentrations and slower at lower concentrations while K strategists are the opposite, growing at faster rates when subjected to low

substrate concentrations and slower at high concentrations (Tab. 1). R-strategist nitrifiers include *Nitrosomonas europae* and *Nitrobacter* spp. while K-strategists include *Nitrospira* and *Nitrospira* (Schramm et al, 1999).

Table 1. AOB predominating species in different biological processes (this work by Gatti et al, 2015)

Reference	Main AOB	Characteristic strategy	Effluent NH ₄ -N concentration (mg N L ⁻¹)	Process
Claros et al. (2010)	<i>N. eutropha</i> , <i>N. europaea</i> , and <i>N. halophila</i>	r-strategists	500	SHARON
Figuerola and Erijman (2010)	<i>N. europaea</i>	r-strategists	10–60	Modified Ludzack–Ettinger process
Salem et al. (2004)	<i>Nitrosococcus mobilis</i>	r-strategists	5.2	Aerobic activated sludge reactor operated with a BABE reactor
Manser et al. (2005)	<i>Nitrosomonas oligotropha</i> -lineage	K-strategists	0.16	Anoxic and aerobically activated sludge reactors
This work	<i>Nitrosomonas oligotropha</i> -lineage	K-strategists	0.4±0.1 PHASE I 0.1±0.1 PHASE II 2.5±1.9 PHASE III	UCT pilot plant operated with a BABE reactor

Estimation the specific growth rates of AOB and NOB

Growth of nitrifying bacteria is commonly modeled using Monod kinetics. The specific growth rates of AOB (μAOB) and NOB (μNOB) are the most important design parameters for BNR systems (Tchobanoglous et al, 2003). Their growth rates are functions of several parameters including the substrate concentrations, endogenous decay rate, and maximum specific growth rate. The Monod equations used to express AOB and NOB growth rates are listed in Eqs. 5 and 6 respectively.

Monod equation for the growth rate of AOB and NOB:

$$\mu_{AOB} = \mu_{max,OB} \cdot \frac{(SNH_4/SNH_4+KNH_4) \cdot (SO_2/SO_2+KO_2,AOB)}{b_{AOB}} \quad \text{(Eq. 5)}$$

$$\mu_{NOB} = \mu_{max,OB} \cdot \frac{(SNO_2/SNO_2+KNO_2) \cdot (SO_2/SO_2+KO_2,NOB)}{b_{NOB}} \quad \text{(Eq. 6)}$$

Where: μmax - maximum growth rate (d-1)

SNH₄ , SNO₂ , SO₂ - concentration of ammonia (mg-N/L), nitrite (mg-N/L), DO (mg/L)

KNH₄ , KNO₂ , KO₂ - ammonia, nitrite half-saturation constant (mg-N/L), oxygen half-saturation constant (mg/L) b is the decay rate (d-1)

Results and discussion

The maximum specific growth rates (μmax) of AOB and NOB are functions of temperature. At temperatures below 20°C Monod kinetics are dominated by AOB growth rates since, at these temperatures, nitrification becomes rate limited by the ammonia oxidation step. At higher temperatures (> 20°C) or at low DO concentrations (< 0.5 mg/L) kinetics of both AOB and NOB must be considered because these conditions are more favorable to

AOB activity (Tchobanoglous et al, 2003). Half saturation values for AOB (KNH₄) and NOB (KNO₂) have been reported at 0.50 and 0.20 mg/L respectively (Nutrient Control Design Manual, 2010). Values reported for $\mu_{\max, \text{AOB}}$ at 20°C range from 0.33 to 1.0 d⁻¹ (Sedlak, 1991; Randall, 1992) depending on the value selected for the specific decay rate coefficient (b_{AOB}). Reported values for $\mu_{\max, \text{NOB}}$ at 20°C are consistently higher than $\mu_{\max, \text{AOB}}$. Values of 1.33 d⁻¹ (Wett et al, 2003), 1.8 d⁻¹ (Sin et al, 2008), and 1.0 d⁻¹ (Kaelin et al, 2009) have been reported. The endogenous decay rate (0.15 d⁻¹) for AOB has been reported to be no different than that for NOB (Manser et al, 2006; Salem et al, 2006).

Nitrifiers need major and minor nutrients in order to perform cell synthesis and reproduction. The following trace elements have been known to stimulate nitrifying bacteria: Ca = 0.50, Cu = 0.01, Mg = 0.03, Mo = 0.001, Ni = 0.10, and Zn = 1.0 mg/L (Poduska, 1973). If insufficient concentrations exist, supplemental nutrients may need to be added to systems designed to nitrify. Inhibitors of nitrification include low temperatures, low DO concentrations, metals, toxic compounds (such as cyanide), free ammonia, free nitrous acid, and the abundance of organic carbon which increases heterotrophic competition for substrate and space.

In order to effectively remove nitrified nitrogen load from wastewater, it is necessary to carry out the denitrification process, in which the nitrification products will be reduced to N₂. Conversion of each g N-NO₃ to nitrogen gas required for consumption of at least 3.0 g COD organic compounds. An alternative way is to use nitrogen removal through deammonification process. In this process, about 60% of N-NH₄⁺ is oxidized to NO₂⁻ by AOB (called partial nitrification). Then, remaining in the wastewater N-NH₄⁺ is oxidized to nitrite by anaerobic bacteria anammox to N₂ and a small amount of N-NO₃ participate in the absence of organic compounds. Deammonification and/or anammox is an aerobic/anoxic process for autotrophic nitrogen removal wherein NH₄⁺ is oxidized by nearly 50% to NO₂⁻ and subsequently the residual ammonia is converted together with the nitrite as electron acceptor to molecular nitrogen (N₂ gas) (Li et al., 2004). Already in the late 1970s, the existence of anaerobic ammonia-oxidizing (anammox) bacteria was postulated (Innerebner et al., 2007). Over recent years these lithotrophic members of the nitrogen cycle have been identified as planctomycetes-type bacteria with a very low growth rate; doubling time is 11 days. Meanwhile, full scale applications of the deammonification process were successfully implemented e.g. in Zürich (Swiss), Strass (Austria) or Hattingen (Germany). Due to the only partial oxidization of ammonium, approximately 40% of the oxygen demand and 100% of the carbon needed for nitrification and denitrification can be saved

(Siegrist et al., 2003). Therefore a significant reduction in operational costs is possible. For the WWTP Werdhoelzli in Zürich, the cost estimate for construction and operation per kg N elim/m³ was estimated to 0.9±0.1 for deammonification (nitrification/anammox) compared to 1.6±0.1 for conventional nitrification/denitrification (Siegrist et al., 2003). This solution is common used in WWTP to remove nitrogen from the effluent stream from the dewatering of sludge. In the effluent stream is a significant charge of nitrogen, lasting up to 30% of the load in the raw wastewater (Mossakowska et al, 1997). Moreover the deammonification technology is characterized by about three times less air consumption and a lack of consumption of organic compounds compared to classical nitrification-denitrification process (Fig. 1a).

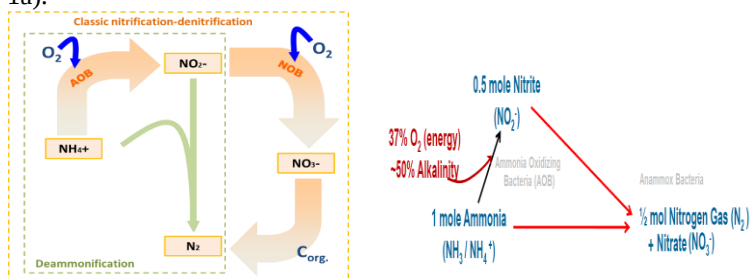
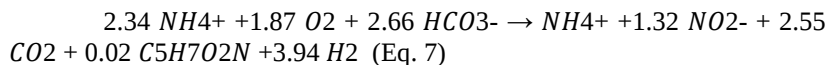


Figure 1. The schematic pathway of nitrogen transformation a) classical process of nitrification-denitrification and deammonification process b) partial nitrification – anammox

The deammonification process of nitrogen from leaching is widely known and applied in practice. Many modern nitrogen removal systems developed in recent years (SHARON, ANAMMOX, DEMON) are based on partial nitrification/deammonification, which is a key factor for enhance their efficiency (for more information about the existing solutions using the phenomenon of "competition AOB-NOB") and requires suppression of NOB. The difficulty in achieving NOB suppression is that, under most conditions, AOB growth is slower than NOB (Grady, 2011). Therefore, conditions favoring growth of AOB tend to also favor NOB growth. Suppression of NOB is commonly achieved in sidestream processes such as SHARON. Mainstream application is significantly more difficult. Several factors can attribute to suppression of NOB including DO concentration, temperature, pH, SRT, substrate concentration, influent C/N ratio, aeration patterns, and chemical inhibitors (Fadali et al, 2014). Since Anammox need both nitrite and ammonia it is unnecessary to completely oxidize all of the ammonia in the influent wastewater. Instead, half of the ammonia in solution is oxidized

in a process termed partial nitrification (Eq. 7) which leaves equal parts nitrite and ammonia in the effluent. Suppression of NOB is important; therefore, strategies used in nitrification processes must be employed.

Partial Nitrification:



When partial nitrification is combined with the anammox process, the overall reaction is termed partial nitrification-anammox (PNA) or deammonification. The process of deammonification has great advantages over traditional nitrogen removal through nitrification-denitrification. In the deammonification process N-NH_4^+ in the wastewater is removed mostly as a the nitrogen gas, so that the load on of nitrogen drops significantly in the mainstream. This solution is preferred because the energy efficiency alternatively the removal of nitrogen from the effluent is carried out in the mainstream from full nitrification / denitrification and requires large amounts of oxygen and availability of organic compounds. The pathway, shown in Figure 1b, decreases the need for organic carbon by 100%, reduces aeration requirements by about 60%, reduces alkalinity consumption by 50%, and reduces sludge production by approximately 90% (Siegrist et al, 2008).

Tight control of DO or oxygen supply presents an intriguing and apparently critical NOB suppression strategy, with questions remaining about mechanism and optimal control methodology. Previous studies have suggested that infrequent and short-term increased O_2 supply would increase NOB abundance according to Joss et al. (2011) and that low DO conditions coupled to short SRT was an optimal strategy for NOB suppression due to the higher oxygen affinity of AOB compared to NOB. However, the same strategy may not be useful under mainline conditions. Recent work at the Blue Plains Advanced Wastewater Treatment Plant in Washington, DC suggested that intermittent high oxygen conditions and transient anoxia rather than DO level itself may be critical to NOB suppression at low temperatures (Wett et al., 2013; Stinson et al., 2013). This innovative control strategy follows earlier work by Kornaros et al. (2010), who demonstrated a time lag in adaptation to aerobic conditions by NOB relative to AOB. Besides, Kwak et al. (2012) demonstrated that tight control of oxygen supply rather than operational DO enabled autotrophic N removal from low strength wastewater. This mirrors to some extent the strategy of Joss et al. (2011) who recommended control of oxygen supply rather than DO setpoint in sidestream nitrification–anammox systems.

Simulation of the effects of dosage stream containing only bacteria AOB has not been done. However, the results of laboratory batch tests showing clearly that to improve the stability of nitrogen removal by active

sludge is required only by stream AOB. This is due to the fact that the efficiency of the full nitrification in activated sludge is always limited by the nitrification rate of the first phase (and therefore the activated sludge rarely observed nitrite: the rate of formation in the 1st stage of nitrification is substantially lower than the rate of loss as a result of 2nd phase), and increasing the amount of the bacteria resulting in a general increase of the nitrification rate. Along with techniques of molecular biology development, researchers started to focus also on a deeper recognition of biocenosis, that is developed in suspended, granular (activated sludge) and biofilm form, and understanding its role in pollutants removal from the wastewater (Di Trapani et al., 2010; Bassin et al., 2012).

Recently, the application of molecular techniques such as polymerase chain reaction coupled to denaturing gradient gel electrophoresis (PCR-DGGE) and especially whole group of next generation sequencing methods (NGS) (Wang et al., 2008; Gao and Tao, 2012) in ecological studies has provided valuable information on changes in the community structure of activated sludge before and after acclimation to a target contaminant. Indeed, the profiles provided by PCR-DGGE and NGS enables verification of dominant of microorganisms in the activated sludge as well as in the biofilm. Diaz et al. (2006) combined different molecular techniques (Next-Generation Sequencing biological tools, DGGE, cloning) and electron microscopy to gain insight into the structure, function, and physical appearance of methanogenic granules.

The nutrient concentrations in the bulk liquid are so low relative to sidestream conditions there is a lack of inhibitory pressure from free ammonia on NOB in mainstream operation. In addition, low effluent ammonia requirements associated with mainstream processes further reduce the ability of AOB to maintain a competitive advantage over NOB. This occurs as low substrate availability favors NOB activity over AOB. Unlike sidestream wastewater, mainstream wastewater contains carbon in high concentrations ($\text{COD:NH}_4^+-\text{N} = 10\text{--}14$) (Henze, 2008). The influent COD : NH_4^+-N ratio is important in shifting nitrogen removal towards the pathway of nitrite shunt, especially in domestic wastewaters containing lower amounts of carbon per unit ammonia. This is because high amounts of carbon can lead to competition between AOB and heterotrophic bacteria thus decreasing AOB activity and making nitrogen removal via nitrite difficult to achieve.

Temperature significantly influences the specific growth rates of AOB and NOB. High temperatures are known to favor the growth of AOB over NOB (Kim et al, 2008). This is advantageous to the treatment of sidestreams since elevated temperatures (30–35°C) are easily achieved as a result of anaerobic digestion. The plot of nitrifier growth rates, shown in

Figure 2a, indicates that a shift in the growth rates of AOB and NOB occurs at a temperature of 20°C. Above this temperature AOB growth rates are faster than NOB, while the opposite holds true below 20°C. Because of temperature, AOB growth rates are already significantly higher than NOB growth rates within sidestream treatment processes.

Temperatures of mainstream processes fluctuate throughout the year. Seasonal variations in the influent water temperature at HRSD's facilities range between 12 and 30°C. As temperatures fall below 20°C the growth of AOB is not favored. Raising the temperature of the water to improve the growth rate of AOB would be cost prohibitive and therefore is not a considerable option. Higher growth rates of AOB at elevated temperature allow NOB to be removed from the system while AOB are retained. Removal of NOB from the system, known as wash-out, occurs through strict control of the SRT. Wash-out of NOB is achieved by controlling the SRT at or less than the minimum required aerobic SRT for NOB but greater than the minimum required aerobic SRT for AOB (aerobic SRT_{min} for AOB ≤ SRT of Reactor ≤ Aerobic SRT_{min} for NOB). Therefore NOB are physically unable to reproduce quickly enough in order to remain in the system. Figure 2b estimates that at a temperature of 30°C the minimum aerobic sludge age is 0.6 days for AOB and 0.8 days for NOB. Higher temperature will increase this differential allowing for more successful wash-out of NOB at reduced aerobic SRT. However temperature of a sidestream reactor should not exceed 40°C due to a sharp decline in the activity rates of AOB above this threshold (Hellings et al, 1998). In the natural environment AOB and NOB tend to coexist, because AOB provide substrate for NOB. Due to this phenomenon, nitrite rarely accumulates in the environment. Limiting factors of mainstream conditions create challenges in maintaining sustainable nitrogen removal via the nitrite pathway for nitrification–denitrification, nitrification–anammox and nitrification–denitrification (Fig. 3).

Therefore specific operational strategies must be considered to suppress growth of NOB. Strategies for achieving NOB out-selection mainstream include transient anoxia, terminating aeration prior to ammonium oxidation, supplementing AOB through bioaugmentation, and introducing chemical inhibitors. Once NOB suppression is achieved, usually through a combination of these methods, aggressive SRT control allows for selective wash-out of NOB.

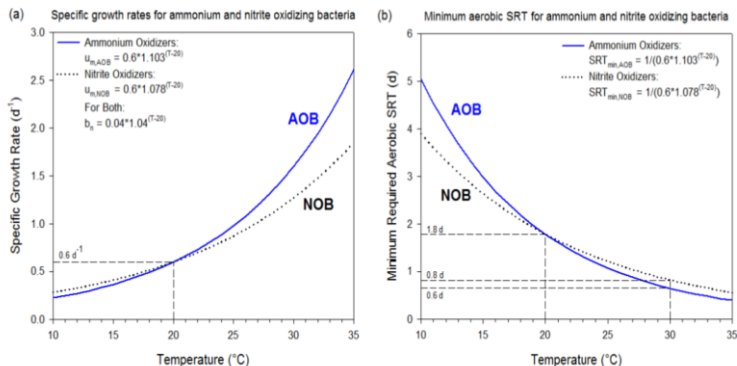


Figure 2. Maximum specific growth rate of nitrifying organisms vs. temperature (a) aerobic SRTmin vs. temperature (b) (van Dongen et al., 2001).

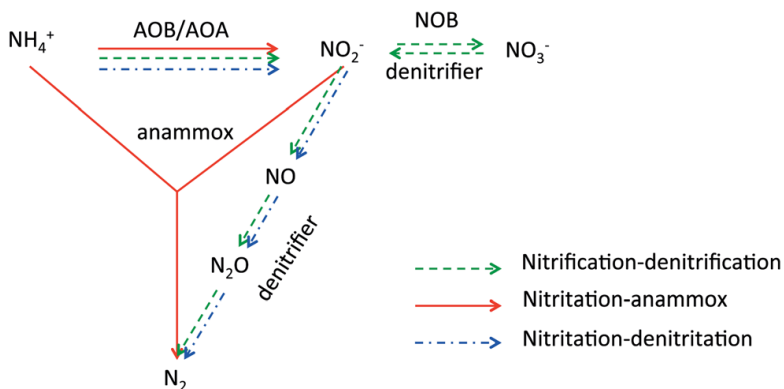


Figure 3. An overview of nitrogen flow for nitrification–denitrification, nitrification–anammox and nitrification–denitrification

Necessity of meeting more strict effluent standards at WWTPs caused that an alternative for classical nitrification–denitrification process is needed. Find out an alternative to classic nitrification–denitrification process of carbon/nitrogen removal from wastewater by changing the way of nitrogen conversion in by shortcut nitrification is crucial to create innovative technology that will allow to achieve mainstream shortcut nitrification/denitrification via nitrite at municipal WWTPs. With great opportunities for saving energy and reducing cost in wastewater treatment, partial nitrification/deammonification is still a rather new process and needed to be optimized into overcome potential problems. Besides practical

application used for NOB suppression, some lab-works are validating other potential methods is important element of future research.

Conclusion

Literature review and authors' own research allowed to form following conclusions:

- Achieving shortcut nitrification will be possible by inhibition of nitrite oxidizing bacteria (NOB) organisms by nitrous acid in long term SBR tests fed with mentioned acid and/or recirculated activated sludge from the main technology line as well as bioaugmentation by sludge enriched with ammonia oxidizing bacteria (AOB) derived from alternative SBR system operated with aeration mode which promote growth of AOBs;
- Changes in activated sludge concentration in SBR, thereby changes in percentage share of AOB-NOB in total biomass, influences the course and the effectiveness of C/N removal from wastewater;
- Aeration strategy has an important influence on stratification of aerobic conditions in the reactor, what may lead to intensification and/or inhibition of biochemical processes performed by specific groups of AOB-NOB microorganisms. Consequent aeration strategy implementation, in long time perspective, may affect activated sludge microbial community structure, especially populations responsible for partial nitrification process. Achieving this objective will reduce oxygen and organic carbon demand for nitrogen removal processes and increase digester gas production,
- With great opportunities for saving energy and reducing cost in wastewater treatment, partial nitrification/deammonification is still a rather new process as innovative solutions and are needed to optimize this process and overcome potential challenges.

REFERENCES

- Bassin J. P., Kleerebezem R., Rosado A. S., Van Loosdrecht M. C. M., Dezotti M. (2012). Effect of different operational conditions on biofilm development, nitrification, and nitrifying microbial population in moving-bed biofilm reactors. *Environmental Science and Technology*, 46(3), 1546–1555.
- Claros, J.; Jim'enez, E.; Borra's, L.; Aguado, D.; Seco, A.; Ferrer, J.; Serralta, J. (2010) Short Term Effect of Ammonia Concentration and Salinity on Activity of Ammonia Oxidizing Bacteria. *Water Sci. Technol.*, 61 (12), 3008-3016.
- Daims, H., F. Maixner, S. Lucker, K. Stoecker, K. Hae and M. Wagner (2006). "Ecophysiology and Niche Differentiation of Nitrospir-

Like Bacteria, the Key Nitrite Oxidizers in Wastewater Treatment Plants." *WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY* 54(1): 21-27.

Díaz E. E., Stams A. J. M., Amils R., Sanz, J. L. (2006). Phenotypic Properties and Microbial Diversity of Methanogenic Granules from a Full-Scale Upflow Anaerobic Sludge Bed Reactor Treating Brewery Wastewater. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(7), 4942–4949.

Di Trapani D., Mannina G., Torregrossa M., Viviani G. (2010). Quantification of kinetic parameters for heterotrophic bacteria via respirometry in a hybrid reactor. *Water Science and Technology*, 61(7), 1757–66.

Fadali, O. A., M. M. Nassar, I. E. Ibrahim, I. A. Ashour and N. Shehata (2014). "Effect of Lag-Phase in the Transition from Oxidic to Anoxic Conditions on the Performance of the Sequencing Batch Reactor." *International Journal of Innovation and Applied Studies* 7(1): 393.

Figuerola, E. L. M.; Erijman, L. (2010) Diversity of Nitrifying Bacteria in a Full-Scale Petroleum Refinery Wastewater Treatment Plant Experiencing Unstable Nitrification. *J. Hazard. Mater.*, 181, 281-288.

Fux, C., Velten, S., Carozzi, V., Solley, D. and Keller, J. (2006). Efficient and stable nitrification and denitrification of ammonium-rich sludge dewatering liquor using an SBR with continuous loading. *Water Research*, 40(14), 2765-2775.

Gao D., Tao Y. (2012). Current molecular biologic techniques for characterizing environmental microbial community. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 6, 82–97.

Gatti MN, Giménez JB, Carretero L, Ruano MV, Borrás L, Serralta J, Seco A. (2015). Enrichment of AOB and NOB Population by Applying a BABE Reactor in an Activated Sludge Pilot Plant. *Water Environ Res.* 87(4):369-77

Grady, C. P. L. (2011). *Biological Wastewater Treatment*. Boca Raton, FL, IWA Pub./CRC Press

Hellinga, C., A. Schellen, J. W. Mulder, M. C. M. van Loosdrecht and J. J. Heijnen (1998). "The Sharon Process: An Innovative Method for Nitrogen Removal from Ammonium-Rich Waste Water." *WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY* 37(9): 135-142.

Henze, M, van Loosdrecht, MCM, Ekama, GA & Brdjanovic, D 2008, *Biological wastewater treatment: Principles, modelling and design*. IWA Publishing, London, UK.

Innerebner, G., Insam, H., Franke-Whittle, IH. and Wett, B. (2007). Identification of anammox bacteria in a full-scale deammonification plant making use of anaerobic ammonia oxidation. *Systematic and Applied Microbiology*, 30(5), 408-412

Joss A., N. Derlon, C. Cyprien, S. Burger, I. Szivak, J. Traber, H. Siegrist and E. Morgenroth, *Environ. Sci. Technol.*, 2011, 45, 9735–9742.

Kaelin, D., R. Manser, L. Rieger, J. Eugster, K. Rottermann and H. Siegrist (2009). "Extension of Asm3 for Two-Step Nitrification and Denitrification and Its Calibration and Validation with Batch Tests and Pilot Scale Data." *Water Research* 43(6): 1680-1692.

Kim, D.-J. and S.-H. Kim (2006). "Effect of Nitrite Concentration on the Distribution and Competition of Nitrite-Oxidizing Bacteria in Nitrification Reactor Systems and Their Kinetic Characteristics." *Water research* 40(5): 887-894.

Kim J.H., Guo X.J., Park H.S. (2008) Comparison study of the effects of temperature and free ammonia concentration on nitrification and nitrite accumulation. *Process Biochem* 43(2):154–160.

Kornaros M., S. N. Dokianakis and G. Lyberatos, *Environ.Sci. Technol.*, 2010, 44, 7245–7253.

Kwak W., P. L. McCarty, J. Bae, Y. T. Huang and P. H. Lee, *Bioresour. Technol.*, 2012, 123, 400–405.

Li, X., Zen, G., Rosenwinkel, K.H., Kunst, S., Weichgrebe, D., Cornelius, A. and Yang, Q. (2004). Start up of deammonification process in one single SBR system. *Water Sci. Technol.*, 50(6), 1-8.

Manser, R., W. Gujer and H. Siegrist (2006). "Decay Processes of Nitrifying Bacteria in Biological Wastewater Treatment Systems." *Water research* 40(12): 2416-2426. Mossakowska A., Reinius L.-G., Hultman B. 1997. Nitrification reactions in treatment of supernatant from dewatering of digested sludge. *Wat. Environ. Res.*, 69(6), 1128-1133.

Painter, H. A. (1970). "A Review of Literature on Inorganic Nitrogen Metabolism in Microorganisms." *Water research* 4(6): 393-450.

Poduska, R. A. (1973). A Dynamic Model of Nitrification for the Activated Sludge Process. Dissertation/Thesis, ProQuest.

Randall, C. W., J. L. Barnard, and H. D. Stensel (1992). Design and Retrofit of Wastewater Treatment Plants for Biological Nutrient Removal.

Salem, S.; Berends, D. H. J. G.; van der Roest, H. F.; van der Kuij, R. J.; van Loosdrecht, M. C. M. (2004) Full-Scale Application of the BABEt Technology. *Water Sci. Technol.*, 50 (7), 87-96.

Salem, S., M. S. Moussa and M. C. M. van Loosdrecht (2006). "Determination of the Decay Rate of Nitrifying Bacteria." *Biotechnology and bioengineering* 94(2): 252-262.

Schramm, A., D. de Beer, J. C. van den Heuvel, S. Ottengraf and R. Amann (1999). "Microscale Distribution of Populations and Activities of *Nitrosospira* and *Nitrospira* Spp. Along a Macroscale Gradient in a Nitrifying

Bioreactor: Quantification by in Situ Hybridization and the Use of Microsensors." *Applied and Environmental Microbiology* 65(8): 3690-3696.

Sedlak, R. (1991). *Phosphorus and Nitrogen Removal from Municipal Wastewater: Principles and Practice*. Chelsea, Mich., Lewis Publishers.

Siegrist, H., Rieger, L., Fux, C. And Wehrli, M. (2003). Improvement of nitrogen removal at WWTP Zürich Werdhoelzli after connection of WWTP Zürich-Glatt. 9th IWA Specialised Conference Design, Operation and Economics of Large Wastewater Treatment Plants, 1st-4th September 2003: conference proceedings, 45-52.

Siegrist, H., D. Salzgeber, J. Eugster and A. Joss (2008). "Anammox Brings Wwtp Closer to Energy Autarky Due to Increased Biogas Production and Reduced Aeration Energy for N-Removal." *Water science and technology : a journal of the International Association on Water Pollution Research* 57(3): 383-388.

Sin, G., D. Kaelin, M. J. Kampschreur, I. Takács, B. Wett, K. V. Gernaey, L. Rieger, H. Siegrist and M. C. M. van Loosdrecht (2008). *Modelling Nitrite in Wastewater Treatment Systems: A Discussion of Different Modelling Concepts*. England, IWA Publishing.

Stinson B., S. Murthy, C. Bott, B. Wett, A. Al-Omari, G. Bowden, Y. Mokhyerie and H. D. Clippeleir, *Proceedings from WEFTEC2013*, Chicago, USA, 2013.

Wang H.Y., Zhang X.J., Zhao L.P. and Xu Y. (2008). Analysis and comparison of the bacterial community in fermented grains during the fermentation for two different styles of Chinese liquor. *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, 35, 603–609.

Wett, B. and W. Rauch (2003). "The Role of Inorganic Carbon Limitation in Biological Nitrogen Removal of Extremely Ammonia Concentrated Wastewater." *Water research* 37(5): 1100-1110.

Wett, B., A. Omari, S. M. Podmirseg, M. Han, O. Akintayo, M. Gómez Brandón, S. Murthy, C. Bott, M. Hell, I. Takács, G. Nyhuis and M. O'Shaughnessy (2013). "Going for Mainstream Deammonification from Bench to Full Scale for Maximized Resource Efficiency." *Water science and technology : a journal of the International Association on Water Pollution Research* 68(2): 283-289.

van Dongen, L. G. J. M., S. M. Jetten, M. C. M. van Loosdrecht and C. M. van Loosdrecht (2001). *The Combined Sharon/Anammox Process: A Sustainable Method for N-Removal from Sludge Water*, IWA Publishing

Tchobanoglous, G., F. L. Burton, H. D. Stensel, Metcalf and Eddy (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. Boston, McGraw-Hill

УДК 68.35.53. 68.33.29

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ МАЛИНЫ РЕМОНТАНТНОЙ В УСЛОВИЯХ ЮГО- ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

Е.А. Санелина

УО «Брестский государственный университет имени А.С.
Пушкина»

г. Брест, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 224016, г.
Брест, б-р Космонавтов, 21; e-mail: elena-sanelina@ Rambler.ru)

Ключевые слова: малина ремонтантная, капельное орошение, наименьшая влагоемкость, водно-физические свойства, урожайность, экономическая эффективность

Аннотация. В работе представлено научное обоснование ресурсосберегающего, экономически обоснованного и экологически безопасного режима орошения, адаптированного на легких супесчаных почвах юго-западной части Беларуси, обеспечивающее эффективное использование ресурсов и повышение урожайности малины ремонтантной. Проведена качественная оценка урожайности ягод малины в зависимости от уровня поддержания предполивного порога влажности активного слоя почвы (0-50 см) 60, 70, 80 % от наименьшей влагоемкости, а также установлена связь суммарного потребления и затрат оросительной воды посадками малины ремонтантной в зависимости от режимов орошения. Установлено влияние различных режимов полива на качество ягод малины ремонтантной (одномерность, массу, вкус и биохимический состав). Показана экономическая эффективность возделывания малины ремонтантной в условиях капельного орошения малины сорта Херитейдж.

SUBSTANTIATION OF THE REMONTANT RASPBERRIES DRIP IRRIGATION REGIMES IN THE SOUTH-WESTERN PART OF BELARUS

E.A. Sanelina

El «Brest State University named after A.S. Pushkin» (Belarus, Brest, 224016, 21 Kosmonavtov Boulevard, e-mail: elena-sanelina@rambler.ru)

Keywords: remontant raspberry, drip irrigation, minimum water-holding capacity, water-physical properties, yield, economic efficiency

Summary: The article presents the scientific substantiation of resource-saving, economically viable and ecologically safe irrigation regimes adapted to light sandy soils of the South-Western part of Belarus which ensure efficient resources using and raspberries productivity increasing. Qualitative assessment of the raspberries yield depending on maintaining the pre-irrigation moisture threshold level of active soil layer (0-50 cm) 60, 70, 80 % of the smallest moisture capacity is made, and also the relations between the total consumption and costs of water irrigation by planting remontant raspberries depending on the irrigation regimes. Installed different irrigation regimes effects on raspberry remontant berries quality (one-dimensionality, mass, flavor and biochemical composition) is provided. The economic efficiency of raspberries remontant cultivation in drip irrigation conditions of raspberries sort Heritage is shown.

Введение. В последнее время из ягодных культур все большее распространение получают ремонтантные сорта малины. Достоинствами ремонтантного типа малины являются способность к плодоношению в год посадки, устойчивость к заморозкам, возобновление цветения и плодоношения после кратковременного понижения температуры воздуха без потери качества плодов.

Выращивание ее, в дополнение к сортам обычного типа (неремонтантного), позволяет продлить период потребления свежих ягод на 1,5–2 месяца [1, 2]. В связи с этим увеличивается эффективность использования сельскохозяйственных площадей.

Одним из приоритетных направлений хозяйственного развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы является повышение эффективности сельскохозяйственного производства и сбыта сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, а также повышение их конкурентоспособности, обеспечение внутреннего рынка страны отечественной сельскохозяйственной продукцией и продовольствием в необходимых объемах и надлежащего качества на основе формирования рыночных механизмов хозяйствования. В крупнотоварных хозяйствах и сырьевых зонах перерабатывающих

предприятий значительную часть насаждений планируется закладывать сортами ремонтантного типа [3].

Малина исторически произрастала в условиях достаточного увлажнения, которые не способствовали развитию высокой устойчивости ее к неблагоприятным условиям среды. Подземная часть малины представлена корневищем, плавно переходящим в систему придаточных корней, которые располагаются в поверхностном 0–50 см слое почвы [4]. В Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь малина ремонтантная была внесена только в 2006 году. Таким образом, изучение, интродукция и районирование новых ремонтантных сортов малины с целью их дальнейшего внедрения в производство является важным и актуальным [5].

В связи с тем, что ремонтантная малина является новой культурой, для нее еще слабо разработана и сортовая агротехника. В настоящее время в Госсортоиспытании оценка малины ремонтантной в Беларуси проводится без учета орошения и на почвах наиболее благоприятных для нее, поэтому изучение сортовой реакции малины на капельный полив при возделывании на легких почвах особенно актуально для юга Беларуси.

Брестская область – регион с наибольшим периодом вегетации в Республике Беларусь, что улучшает эффективность возделывание малины ремонтантной. Из общей площади дерново-подзолистых земель Брестской области дерново-подзолистые рыхлосупесчаные и песчаные почвы занимают около 75 %.

С агропроизводственной стороны данные почвы могут быть охарактеризованы как почвы с неблагоприятным водным режимом и низким содержанием питательных веществ для растений. Небольшая влагоемкость и большая водопроницаемость данных почв обуславливает быстрое просачивание атмосферных осадков на большую глубину, которые затем становятся недоступными для растений. Поэтому ягодные плантации на таких почвах в период вегетации обычно испытывают недостатки влаги, особенно в сухие годы. Потенциальное плодородие этих почв невысокое. В связи с этим, дальнейшая интенсификация сельскохозяйственного производства возможна при регулировании водно-воздушного режима корнеобитаемого слоя почвы, что можно достичь с помощью орошения.

При постоянно возрастающем дефиците водных, энергетических и других видов минеральных ресурсов во многих странах мира при орошении сельскохозяйственных культур используются менее энергозатратные и экологически безопасные

способы и технологии орошения, позволяющие существенно повысить продуктивность орошаемых земель и эффективность использования поливной воды. Капельное орошение позволяет подавать воду в необходимых количествах с одновременным внесением питательных веществ и средств защиты растений.

Отмечается, что капельное орошение, создавая условия оптимального снабжения растений водой и питательными веществами, оказывает положительное влияние на их рост и развитие, что приводит к существенному увеличению урожаев валовой и особенно товарной продукции. Наибольшая отзывчивость отмечается у томатов, перца, картофеля, плодово-ягодных культур и виноградной лозы. Урожай плодов в среднем повышается на 20 – 50 %, ягод – на 40–60 %, винограда – на 30 – 40 % (на Украине, в отдельных областях, в зависимости от сорта – до 80 %), овощей – на 50 – 80 % [6].

В свою очередь, капельное орошение является наиболее технически сложным и дорогостоящим способом орошения. Недостаточный учет исходных условий при проектировании и эксплуатации системы приводит к негативным результатам, когда вложенные ресурсы (финансовые, трудовые, материальные) не дают ожидаемой отдачи. Без научного обоснования использования капельного орошения возможна не только потеря вложенных средств, но и нанесение вреда окружающей среде [7, 8].

Поэтому дальнейшее совершенствование и разработка оптимальных режимов и параметров капельного орошения, направленных на получение максимальных урожаев ягодных культур, является актуальной проблемой [8].

Целью работы является научное обоснование ресурсосберегающего, экономически обоснованного и экологически безопасного режима орошения, адаптированного к условиям юго-западной части Беларуси, обеспечивающее эффективное использование ресурсов и повышение урожайности малины ремонтантной.

Материалы и методика исследований.

Юго-западная часть Беларуси представлена новой агроклиматической областью [9], для которой характерны более высокие температуры лета и зимы, годовая сумма температур выше 10 °С. Весна и лето наступают на несколько недель раньше, чем на севере и в центре Беларуси, что обеспечивает с одной стороны более раннее созревание и сбор ягод, а с другой – более интенсивно происходит испарение влаги в почве.

Согласно рекомендациям ученых, для обеспечения оптимального роста и развития ягодных культур необходимо

выпадение осадков в диапазоне 500–650 мм, в то время как в юго-западной части Беларуси за последние годы осадков выпадает менее 400 мм [9]. Поэтому получение высоких и устойчивых урожаев ягодных культур невозможно без проведения поливов.

Весной 2016 года наблюдались значительные колебания суточных температур воздуха. Весна наступила раньше среднемноголетних значений. За апрель средняя температура воздуха составила 9,72 °С, это превысила норму на 14,32 %. Так, в мае месяце превышение температуры воздуха составило 11,66 %, в июне – 11,45 %, в июле – 4,62 %, в августе – 7,21 %, в сентябре – 161,06 % по отношению к среднемноголетним данным по указанным месяцам.

Полученные данные по количеству осадков за период вегетации 2016 года установлено, что в весенние месяцы данный показатель значительно превышал значения среднемноголетних данных (апрель – 108 %, май – 42 %). Июнь и июль характеризовались низким количеством осадков: произошло снижение данного показателя в среднем по месяцам на 49,7 %. Наиболее засушливым месяцем оказался июнь и сентябрь, в котором количество осадков было ниже среднемноголетних данных на 35,3 и 45,2 % соответственно.

Экспериментальные опыты по изучению сортов малины ремонтантной в условиях капельного орошения проводились в 2016 году на дерново-подзолистой глееватой связносупесчаной, подстилаемой с глубины 0,8 метра рыхлым песком на поле в фермерском хозяйстве «Беркли», расположенном в Брестском районе. В период полного плодоношения планируется изучение сорта Херитейдж (контрольный вариант), включенного в Государственный реестр сортов РБ, в опытных вариантах – сортов польской селекции Польша и Поляна четвертого года жизни.

Для проведения полевых наблюдений были учтены основные положения методик полевого опыта [10, 11], полевого опыта в условиях орошения. Оценка запасов продуктивной влаги проводилась по параметрам, предложенным А.Ф. Вадюниной и З.А. Корчагиной [12].

Качество ягод изучалось по следующим методикам: содержание нитратов – по ГОСТ 29270-95, содержание золы – ГОСТ 25555.4-91, содержание сухого вещества и влаги – ГОСТ 28561-90. Содержание тяжелых металлов определялось в соответствии с методическими указаниями по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства.

Результаты исследований и их обсуждение.

Полная влагоемкость в горизонте Ап (0–24 см) составила 34,53 %. В горизонте А2В1 (24–42 см) полная влагоемкость составила 34,21

%. Как известно, не вся находящаяся в почве вода доступна растениям. Поэтому практически важно из общих запасов воды выделить воду, которую могут использовать растения. Для этого нужно знать наименьшую влагоемкость почвы, которая составила в горизонте Ап 26,39 %, а в горизонте А2В1 – 23,18 %. В пахотном горизонте мощностью 24 см запас полезной влаги составил 96,41 мм, а в слое почвы мощностью 50 см – 205,20 мм, что указывает на очень хороший запас влаги для роста и развития растений.

Кроме водообеспеченности, для нормальной жизнедеятельности растений почва должна быть хорошо аэрируемой. Кислород непрерывно расходуется на дыхание микроорганизмов и корней растений (на окислительные процессы). Такие условия создаются в почве при содержании воздуха в корнеобитаемом слое 15–20 % от объема. В весенний период проведены первоочередные анализы почвы на водно-физические свойства, данные будут приведены в докладе. На исследуемом участке капельное увлажнение малины ремонтантной осуществлялось с помощью капельной оросительной системы различных фирм производителей «Lowara», «Irriga», «Lukomet» и др. Система оснащена увлажнителями, расположенными по длине трубопровода на расстоянии 0,7 м и обеспечивающими подачу 2,2 литра воды в час. Наблюдение за влажностью почвы на глубине залегания корневой системы (50 см) проводили в лабораторных условиях термостатно-весовым методом. Однако несмотря на точность показаний данный способ достаточно трудоемкий (отобранные образцы сушатся

4–6 часов в сушильном шкафу при температуре 105 °С, далее проводится взвешивание почвы и по разности влажной и высушенной почвы определяется содержание влаги, выраженной в процентах от сухой массы) для оперативного получения данных по относительной влажности почвы на ягодных плантациях использовали влагомер «МГ-44». В его состав входят: датчик, устройство обработки данных и индикации, сигнальный кабель. Прибор мобилен и прост в использовании, однако сначала необходимо его калибровать.

Влажность слоя почвы глубиной в 0,5 м в контурах увлажнения поддерживалась в пределах 60, 70,

80 % НВ. Схема опытов предусматривала изучение влияния поливного режима при поддержании в течении вегетации влажности активного слоя почвы не ниже принятых предполивных порогов на изменение развития и выхода урожая ягод малины.

Объем водоподачи на любой участок увлажнителя, обслуживаемый одной капельницей, рассчитывался согласно

модификации известной формулы А.Н. Костякова [13]. Биологическая продуктивность малины ремонтантной сформировалась на относительно высоком уровне для четвертого года жизни благодаря капельному поливу.

Проведенные исследования показывают, что на формирование урожайности малины ремонтантной существенно влияют нормы полива растений. При повышении предполивного порога от 60 до 70 % НВ урожайность ягод малины ремонтантной сортов Херитейдж в среднем увеличилась с 7,03 до 8,57 т/га,

Полька – с 7,36 до 8,82 т/га, Поляна – с 7,53 до 9,13 т/га. Увеличение норм полива и поддержание относительной влажности почвы не ниже 80 % НВ способствовало повышению урожайности сортов Херитейдж с 7,03 до 9,80 т/га, Полька – с 7,36 до 10,06 т/га, Поляна – с 7,53 до 10,88 т/га исследуемого варианта поддержания влаги в почве 60 % НВ. Таким образом, выбор необходимого сочетания управляемых факторов роста и развития малины ремонтантной, за счет водного режима почвы, позволяет при соблюдении заданных уровней влажности активного слоя почвы 60, 70, 80 % НВ получить определенный расчетный уровень урожайности ягод малины ремонтантной.

Величина и одномерность ягод, являясь слагающими элементами урожайности, в тоже время входит в число основных показателей, определяющих качество продукции: крупные, одномерные ягоды более привлекательны в свежем и замороженном виде.

Нами были произведены измерения элементов (длина, ширина и вес) урожайности ягод малины ремонтантной по вариантам опыта.

Средний вес одной ягоды малины ремонтантной за период вегетации при увеличении относительной влажности почвы с 60 до 80 % НВ в среднем увеличился с 1,3 до 2,60 г. Водный режим почвы с уровнем влажности активного слоя почвы 80 % НВ в сравнении с вариантом 70 % НВ способствовал повышению среднего веса одной ягоды с 1,96 до 2,60 .

На содержание питательных веществ в ягодах малины ремонтантной влияют почвенно-климатические и погодные условия, сортовые особенности, условия выращивания и некоторые другие. К наиболее действенным факторам, способствующим повышению качества урожая малины, относят орошение и удобрения.

В течение всего периода вегетации поддерживалась относительная влажность активного слоя почвы в пределах 60, 70 и 80

% от наименьшей влагоемкости во все фазы роста и развития растений малины ремонтантной.

Как показали результаты наших исследований, малина ремонтантная обладает качественным биохимическим составом и регулируемый в опыте фактор оказывал незначительное влияние.

В вариантах с предполивной влажностью почвы 60 % НВ содержание сахаров в ягодах составляло 10,5 %, дальнейшее повышение нижнего порога влажности активного слоя почвы до 70 и 80 % НВ не способствовало уменьшению содержания сахаров. Поддержание предполивного порога на уровне 80 % НВ имело незначительную тенденцию в повышении влаги в ягодах и уменьшении содержания сухого вещества.

Данные по содержанию макро- и микроэлементов в ягодах малины собраны и проанализированы. Из приведенных материалов следует, что режимы капельного орошения не оказывали существенного влияния на содержание элементов в ягодах малины ремонтантной. Содержание кадмия, цинка и меди в ягодах малины было значительно ниже санитарных норм по содержанию тяжелых металлов (мг/кг).

Расчет экономической эффективности является одним из важнейших показателей при выращивании сельскохозяйственных культур.

Система капельного полива в фермерском хозяйстве «Беркли» покрывает площадь более 15 га, в которую входят посадки малины, голубики и земляники. Наибольший чистый доход и самая высокая рентабельность малины ремонтантной (239,22 %) получена при поддержании относительной влажности почвы 80 % НВ. Этот показатель на 52,77, 29,51 % больше вариантов 60, 70 % НВ соответственно и выше на 80,22 % контрольного варианта (без полива).

Выводы

1. Установлено, что на дерново-подзолистой глееватой связносупесчаной почве при орошении малины ремонтантной необходимо для расчета нормы полива учитывать наименьшую влагоемкость в пахотном слое 26,39 % в подпахотном слое (0–50 см) – 21,12 % (97–99 % от наименьшей влагоемкости), что исключало необходимость полива в марте и апреле в условиях Брестской области 2016 года. Мониторинг влажности почвы на опытном участке показывал, что для создания влажности в пределах предложенных вариантов (60, 70, 80 % НВ), необходимо производить поливы по показаниям водно-физических свойств почвы. При выпадении

атмосферных осадков более 10 мм, очередные поливы переносились на более поздние сроки.

2. При эксплуатации капельной оросительной системы для определения нормы полива необходимо учитывать средний фактический расход увлажнителя, расстояние между увлажнителями и глубину активного слоя (с учетом вида растения и механического состава). В наших исследованиях при эксплуатации капельной оросительной системы в фермерском хозяйстве «Беркли» на дерново-подзолистой глееватой супесчаной почве установлены следующие показатели: средний фактический расход увлажнителя 2,2 л/ч, расстояние между увлажнителями 0,7 м; ширина полосы увлажнения 0,5 м; глубина активного слоя при возделывании малины ремонтантной принята равной 0,5 м.

3. Наиболее благоприятные условия для формирования урожайности малины ремонтантной создаются при поддержании относительной влажности почвы 80 % от наименьшей влагоемкости. Это способствовало повышению урожайности сортов Херитедж с 7,03 до 9,80 т/га, Полька – с 7,36 до 10,06 т/га, Поляна – с 7,53 до 10,88 т/га относительно исследуемого варианта поддержания влаги в почве 60 % НВ.

4. Выбор оптимального режима орошения сказывался на улучшении товарного вида ягод. При увеличении относительной влажности почвы с 60 до 80 % НВ в среднем увеличились размеры ягоды: ширина с 1,50 до 2,00 см, длина с 1,60 до 2,90 см.

5. Улучшение водного режима почвы наряду с повышением урожайности оказывало положительное влияние на изменение химического состава ягод малины ремонтантной, при сохранении присущей сорту видовой характеристики.

6. Экономический эффект от применения режимов орошения малины ремонтантной составил 21,824 долл./га при уровне рентабельности 239,22 %, что на 13,614 долл./га и на 80,28 % выше контрольного варианта (без полива) и на 29,51, 52,77 % рентабельность больше вариантов 60, 70 % НВ соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казаков, И.В. Малина ремонтантная – новая ягодная культура в России / И.В. Казаков, С.Н. Евдокименко, В.Л. Кулагина. – С. 147–154.
2. Ярославцев, Е.И. Малина / Е.И. Ярославцев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 207 с.

3. Государственная комплексная программа повышения эффективности сельскохозяйственного производства и сбыта сельскохозяйственной продукции и продуктов питания на 2016–2020 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 15 декабря 2016 г., № 466 / Минсельхозпрод РБ, НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по социально-экономическому развитию Республики Беларусь. – Минск, 2016.
4. Методические рекомендации агрономам и бригадирам колхозов и совхозов по технологии выращивания ягодных культур / Гомагрупп УССР. Научно-производственное плодопитомническое объединение. Артемовск, 1986. – 39 с.
5. Легкая, Л.В. Характеристика районированных и перспективных сортов малины ремонтантной в центральной зоне плодводства Республики Беларусь / Л.В. Легкая. – С.63–67.
6. Федорец, А.А. Надежность систем капельного орошения / А.А. Федорец // Гидротехника и мелиорация. – 1981. – № 10. – С. 42–43.
7. Шумаков, Б.Б. Оросительная система в хозяйстве / Б.Б. Шумаков // М. : Россельхозиздат, 1975. – 151 с.
8. Ашраф Елсайед Махмуд Елсайед Обоснование режимов капельного орошения земляники на дерново-подзолистых почвах : автореф. дис. ... канд. с-х. наук / Ашраф Елсайед Махмуд Елсайед. – Москва, 2011.
9. Мельник, В.И. Изменение климата и меры адаптации сельского хозяйства к этим изменениям в Республике Беларусь / В.И. Мельник // Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции; сост.: Н.И. Поречина. – Минск: Донарит, 2012. – С. 57–60.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М., 1986. – 416 с.
11. Найдин, П.Г. Полевой метод / П.Г. Найдин. – М.: Колос, 1968. – 276 с.
12. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М., 1986.
13. Костяков А. Н. Основы мелиорации / А.Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 662 с.

УДК 332.14:352; 711.4; 502.7; 519.876

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ: ПРОБЛЕМЫ И ПОДХОДЫ К ИХ РЕШЕНИЮ

А.В. Черемисин^{1*}, О.А. Зуева², А.В. Ощепкова¹, А.В.
Долгополов³

¹СПБПУ Петра Великого, Россия

²СПбГУ ИТМО.Россия

Ключевые слова: город; населённый пункт; градостроительство; урбанизация; хозяйственная деятельность; антропогенная нагрузка; нормирование воздействий; пределы роста; экосистема; природно-техническая система; урбоэкосистема; экологическая ёмкость среды; энергопотребление; ресурсопотребление; энергосбережение; энергоэффективность; ресурсосбережение; экологический след; экологический риск; гармонизация отношений общества и природы; стратегическое планирование; устойчивое развитие.

Аннотация: Проанализированы проблемы устойчивого развития территорий населённых пунктов. Отмечена необходимость пересмотра методов хозяйствования с целью снижения антропогенной нагрузки на естественную среду для гармонизации взаимоотношений общества и природы, что возможно за счёт поддержания духовного, социально-культурного, экологического, энергетического и экономического балансов осваиваемых территорий. Рассмотрены подходы к обеспечению экологически сбалансированного развития территорий поселений. Предложены основные направления устойчивого развития города и окружающих его территорий.

Введение

Социальный показатель характеризует состояние здоровья населения, условия жизни и работы, комфортности и благоустроенности исследуемой территории. В соответствии с методикой, предложенной Н. И. Симоновой [1-4], и теоремой Байеса социальный показатель можно оценить с помощью вероятности объединения заболеваемости населения и фактора, влияющего на заболеваемость:

$$K_{соц.} = \left[1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i(A_{комф.}, B_{заб.})) \right],$$

где Π – произведение от $i=1$ до n ; $P_i(A_{комф.}; B_{заб.})$ – вероятность объединения воздействия загрязнения и заболеваемости населения на

рассматриваемой территории; $A_{комф.}$ – безразмерный показатель воздействия загрязнения ОС на население; $B_{заб.}$ – безразмерный показатель заболеваемости населения неинфекционными заболеваниями; n – количество учитываемых неинфекционных заболеваний.

Экологический показатель характеризует материальное и энергетическое загрязнения. К общестатистическим показателям экологической оценки относятся критерии $3j$ отличия фактической концентраций вредных веществ в атмосфере, водной среде и почве, а также интенсивность внешних воздействий от предельно допустимых значений. При объединении критериев загрязнения атмосферы, воды, почвы и энергетического загрязнения в критерий общего загрязнения использована формула, предложенная М. Х. Г. Ибрагимовым [3]:

$$K_{экол.} = (3_{атм.} + 1)^{B_{атм.}} \cdot (3_{вод.} + 1)^{B_{вод.}} \cdot (3_{почв.} + 1)^{B_{почв.}} \cdot (3_{энерг.} + 1)^{B_{энерг.}} - 1$$

где $3j$ – критерий загрязнения соответственно атмосферы, воды, почвы, энергетического загрязнения; B_j – весовой коэффициент; j – соответствующая компонента окружающей среды (атмосфера, вода, почва, энергетическая составляющая).

Экономический показатель $K_{экон.}$ характеризует, с одной стороны, экономическую выгоду от функционирования на рассматриваемой территории объектов природопользования, а с другой – экологические, экономические, социальные и прочие потери, которые несет окружающая среда и население от загрязнения, создаваемого этими объектами. Потери, возникшие в результате хозяйственной деятельности человека, характеризуются экономическим ущербом окружающей среде. При определении комплексной оценки значимость составляющих ее показателей меняется в различных районах города или другого населённого пункта, поэтому предлагается выделение на застроенной территории зон в зависимости от их функционального назначения: селитебных (жилых), промышленных, рекреационных. Для жилых застроек наиболее значим социальный показатель. Территории рекреационной зоны выполняют средозащитные и природоохранные функции, поэтому основной для них экологический показатель. На территориях промышленной зоны приоритетным является экономический показатель. Объединение рассмотренных показателей в суммарную оценку позволяет определить отличие сформировавшегося социо-эколого-экономического состояния застроенных территорий от допустимого уровня. Для объединения трех анализируемых показателей в комплексную оценку их предварительно следует привести к единой шкале. Каждый из трех показателей преобразуется таким образом, чтобы область возможных значений определялась

интервалом от 0 («плохо») до 1 («хорошо»). Для такого преобразования удобной и часто используемой в экологии и других науках является показатель желательности на основе функции экспоненты [3]:

$$П_k = 1 - e^{\left(-\frac{1}{K_k}\right)}$$

где K_k – экологический, экономический или социальный показатели соответственно. Для того чтобы нормировать интервал значений от 0 до 1, используется функция желательности Харрингтона [1]. Специалистами доказано, что функция желательности может быть с успехом применена при оценке качества природных вод, при изучении действия загрязнения ОС на экосистемы и пр. [2]. Значение функции желательности, равное 0,37, соответствует границе допустимых значений и согласуется с международной практикой нормирования и оценки загрязнения ОС. Стандартные отметки на шкале желательности приведены в таблице.

Стандартные отметки на шкале желательности: «очень хорошо» 1,00–0,80; «хорошо» 0,80–0,63; «удовлетворительно» 0,63–0,37; «плохо» 0,37–0,20; «очень плохо» 0,20–0,00.

Таким образом, если полученное значение показателей меньше 0,37, то можно сказать, что состояние застроенной территории с соответствующей позиции (экологической, экономической или социальной) неблагоприятно, и если не проводить мероприятий для улучшения существующего состояния, могут иметь место необратимые негативные изменения.

На основании диаграммы комплексной оценки существующего положения для условного населённого пункта (рис. 1) могут быть определены первоочередные проблемы (социальные, экономические или экологические). Это даёт возможность более осмысленного выбора мероприятий по улучшению комплексного состояния застроенной территории. Значения показателей одного из трех факторов, на который следует обращать особое внимание, наиболее приближены к значению 0 по сравнению с остальными, причем большинство из этих значений меньше установленного порога 0,37. .



Рис. 1. Диаграмма комплексной оценки существующего положения для условного населённого пункта

Другой важной задачей, которая решается при определении комплексной оценки, является построение карты комфортности застроенной территории. Для объединения в единый показатель трех показателей, отражающих экологические, экономические и социальные факторы, используется метод, предложенный немецкими учеными для определения ЕКО-эффективности [7]. В методе используется специальный график, представляющий собой описание трёх показателей, где значения параметров, приближенные к 0, характеризуют наиболее неблагоприятное состояние застроенной территории, а значения, приближенные к 1, – наиболее благоприятное.

Территориальные зоны с самыми высокими экологическими, социальными и экономическими показателями – самые благоприятные.

На рис. 2 показан пример определения комплексной оценки состояния застроенной территории для условного населённого пункта до и после использования мероприятий для жилой зоны. Из графика видно, что до проведения соответствующих мероприятий комплексная оценка жилой зоны условного населённого пункта находится в наиболее неблагоприятной области. После применения рекомендаций комплексная оценка состояния рассматриваемой застроенной территории попадает в область средней благоприятности. Это говорит о том, что при сохранении существующего положения в условном населённом пункте и дальнейшем использовании рекомендуемых мероприятий возможно достижение комфортного уровня. Усовершенствование методики комплексной социо-эколого-экономической оценки застраиваемых и осваиваемых под ведение хозяйственной деятельности территорий имеет существенное значение

для решения вопросов улучшения комфортности проживания населения, снижения загрязнения среды населённых пунктов, обоснования увеличения финансирования природоохранных мероприятий, разработки планов хозяйственного обустройства территории. Применение рассмотренной методики возможно при разработке генеральных планов освоения и развития территорий

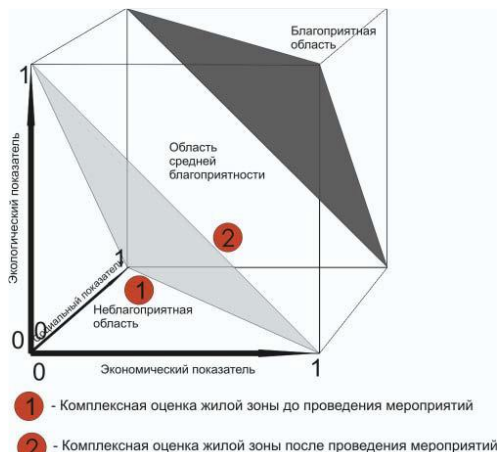


Рис. 2. График комплексной оценки жилой зоны до и после применения мероприятий.

Необходимо рассмотреть понятие *экосистемного проектирования* как комплекса методов и средств, позволяющих решать задачи формирования среды природно-технической системы и определять способы практического применения научных, инженерных и управленческих навыков для преобразования требований к состоянию среды в набор решений на основе следующих принципов:

- *принцип учёта жизненного цикла* подразумевает анализ качественных и количественных показателей экологичности используемых технологий на всех этапах жизненного цикла хозяйственно значимого объекта;
- *принцип учета ресурсного потенциала* определяет необходимость учета ресурсных ограничений (финансовых, природных, энергетических и др.) с привлечением которых будут развиваться заявленные проекты;

- *принцип учёта зоны воздействия и фоновой нагрузки* предполагает включение процедуры оценивания зоны воздействия проектируемого объекта на прилегающие территории и вклада в фоновую нагрузку;
- *принцип приемлемого экологического риска* определяет условия, при которых уровень экологической безопасности после реализации проектов не будет выходить за пределы, установленные нормативно;
- *принцип ресурсоэффективности* подразумевает выбор технологий и проектных решений с учетом затрат ресурсов;
- *принцип альтернативности* обеспечивает учет максимально возможного числа вариантов проектных решений и траекторий развития при принятии решений;
- *принцип согласования целей* определяет необходимость учета и анализа потребностей всех целевых групп (населения, власти, бизнеса и др.), формирование системы целевых индикаторов и решение задачи согласования целей;
- *принцип сохранения баланса* предусматривает компенсацию утраченных компонент природной среды и реабилитацию территорий, нарушенных в результате хозяйственной деятельности;
- *принцип эффективного использования территории* подразумевает оптимизацию инфраструктурной и пространственной организации хозяйственно используемой территории;
- *принцип непрерывности* определяет непрерывный характер процессов, решающих задачи проектирования и развития природно-технических систем на основе анализа социально-экологических проблем и установленных системных связей;
- *принцип учета особенностей территории* предполагает учет преимуществ и слабых сторон обустриваемой территории.

Необходимо провести анализ существующих подходов к поддержке принятия решений по обеспечению экологической безопасности развития территорий с различными типами застройки и видами хозяйственной деятельности. Методология поддержки принятия решений в процессе управления развитием территорий, вовлекаемых в хозяйственное использование, должна основываться на методах и алгоритмах, позволяющие получить практически значимые результаты.

Задача принятия решения формулируется следующим образом: какие действия необходимо

Методология поддержки принятия решений по управлению развитием ПТС определяет основные концепции, принципы, методы и критерии оценки, необходимые для обоснования принимаемых решений.

Стратегия экологической безопасности развития природно-технических систем подразумевает создание комплексной системы взаимосвязанных процедур, обеспечивающих сопровождение всех проектов, планов и программ развития и позволяющей решать задачи идентификации рисков, классификации угроз и оценки рисков.

Для расчета коэффициента биосферной совместимости проектов [8-16] градостроительной и деятельности необходимо иметь четкие количественные оценки влияния каждого фактора на экологическую нагрузку и уровень эколого-ресурсного потенциала. В реальных условиях получить такие оценки достаточно сложно. Высокий уровень неопределенности факторов, влияющих на баланс природной и техногенной среды, и отсутствие достаточно эффективных методик для оценки природно-ресурсного потенциала территории предполагает применение более гибких механизмов для оценки экологической безопасности планируемой хозяйственной деятельности. Концепция управления экологической безопасностью развития природно-технической системы основана на возможности моделирования различных вариантов её функционирования и развития в условиях высокого уровня неопределенности, и оценки возможных рисков и потерь, связанных с принятием неэффективных управленческих решений.

Заключение

1. Показана необходимость создания единого подхода к управлению развитием территорий, занимаемых населёнными пунктами и другими природно-техническими системами с учетом принципов биосферной совместимости, системных связей, требований и ограничений. Определены основные принципы экосистемного проектирования пространств ПТС, на основе которых должна решаться задача преобразования требований к состоянию среды ПТС в набор решений, позволяющих в наибольшей степени удовлетворять эти требования в течение всего жизненного цикла развития ПТС. Рассмотрен комплексный подход к экологически-ориентированному планированию развития территорий природно-технических систем.

2. Проведён системный анализ ПТС. Выявлены особенности функционирования ПТС. Представлены результаты сравнительного анализа свойств природных и техногенных экосистем. Сформулированы основные принципы биосферосовместимой организации управления территориальным развитием и возможные механизмы их реализации. Рассмотрена модель управления развитием ПТС. В целях усовершенствования процесса принятия решений при

создании стратегий сбалансированного развития ПТС предложено использовать методологию сценарного прогнозирования и нечёткого моделирования.

3. Определены основные этапы процесса поддержки принятия решений при планировании развития территорий ПТС. Проведён анализ подходов к оценке устойчивости функционирования ПТС и способов формирования критериев оценки эффективности решений в процессе управления развитием. Рассмотрена концепция управления устойчивым развитием территорий ПТС.

4. Рассмотрена методология поддержки принятия решений по обеспечению экологической безопасности развития территорий, включающая:

- метод генерации и оценки стратегий развития территорий ПТС на основе когнитивных и системно-динамических моделей;
- метод согласования целей развития;
- метод оценки экологических рисков;
- метод оценки эколого-экономической эффективности проектов территориального развития.

5. Рассмотрены системно-динамические модели для оценки отдельных показателей развития ПТС, на основе которых можно оценить экологическую нагрузку, эффективность использования ресурсов и др. В частности, установлена зависимость степени снижения уровня загрязнения в результате проведения мероприятий по озеленению и получены оценочные значения для максимальных отклонений концентраций кислорода и углекислого газа в течение года.

6. Предложен подход к управлению экологической безопасностью развития ПТС. Формализовано понятие «приемлемого риска» как критерия биосферной совместимости намечаемой деятельности, позволяющей оценить соотношение эколого-ресурсного потенциала территории и экологической нагрузки в условиях высокого уровня неопределенности факторов, влияющих на развитие ситуации. Это позволило сформировать единый подход к выбору проектов экологически безопасного хозяйственного использования территорий.

7. На основе анализа подходов к принятию решений о реализации как отдельных проектов хозяйственного освоения, так и стратегических программ развития территорий, сделан вывод о необходимости введения процедуры обоснования эколого-экономической эффективности. Сформулированы условия выбора вариантов развития территорий с учетом требований, определенных в результате проведения экологического оценивания. Предложен алгоритм оценки эколого-экономической эффективности проектов,

планов и программ развития территорий ПТС, учитывающий экологическую составляющую стоимости проектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техническое (градостроительное) задание на подготовку Концепции совместного градостроительного развития Санкт-Петербурга и территорий Ленинградской области (агломерации) на период 2019-2038 годов с перспективой до 2043 года (предстадийный документ для подготовки Генерального плана Санкт-Петербурга) (проект). Санкт-Петербург, СПб ГКУ «НИПЦ Генплана Санкт-Петербурга», 2015.

2. Экология и экономика природопользования: Учебник для вузов /Под ред. проф. Гирусова Э.В., проф. Лопатина В.Н. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, Единство, 2003. — 519 с.

3. Москаленко А.П. Экономика природопользования и охраны окружающей среды: Учебное пособие. — Москва: ИКЦ «МарТ», Ростов-на-Дону: Издательский центр «МарТ», 2003. — 224 с. (Серия «Экономика и управление»).

4. Садовникова Н.П. Оценка эколого-экономической эффективности планов территориального развития // Известия Волгоградского государственного технического университета. Вып. № 8 (111) / том 16 / 2013.

5. Hussain M.B., Ahmad R.S., Waheed M., Rehman T.U., Majeed M., Khan M.U., Shariati M.A., Plygun S.A., Glinushkin A.P. EXTRACTION AND CHARACTERIZATION OF LYCOPENE FROM TOMATO AND TOMATO PRODUCTS Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. T. 63. № 3. C. 195-202.

6. Waheed M., Hussain M.B., Majeed M., Rehman T.U., Khan M.U., Shariati M.A., Plygun S.A., Glinushkin A.P. QUALITY EVALUATION OF CHEESE PREPARED BY PLANT COAGULANTS: CARICA PAPAYA AND MORINGA OLEIFERA LEAVES. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. T. 64. № 4. C. 232-239.

7. Kislov A.V., Glinushkin A.P., Kasheev A.V., Sinigovech M.E., Umnov A.M., Nesvat A.P., Lobkov V.T., Plygun S.A. BIOLOGIZATION AND RESOURCE SAVING - THE MOST IMPORTANT DIRECTIONS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN THE STEPPE CONDITIONS Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 49. № 1. C. 73-78.

8. Plygun S.A., Lobkov V.T., Abakumov N.I., Bobkova Y.A., Zolotuhin A.I., Glinushkin A.P., Polukhin A.A. COMPUTER-AIDED DESIGN OF AGRICULTURAL SYSTEMS AND DEVELOPMENT OF

PROGRAM COMPLEXES FOR ENSURING OF ADMINISTRATIVE DECISIONS AT THE ORGANIZING OF AGRICULTURAL PRODUCTION. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 50. № 2. C. 66-81.

9. Semykin V.A., Pigorev I.Y., Tarasov A.A., Glinushkin A.P., Plygun S.A., Sycheva I.I. MICROBIAL PREPARATIONS AND GROWTH REGULATORS AS A MEANS OF BIOLOGIZATION IN AGRICULTURE Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 59. № 11. C. 3-9.

10. Podkovyrov I.Y., Glinushkin A.P., Kostin M.V. INFLUENCE OF ULMUS L. SPECIES' GROWTH CONDITIONS ON RESISTANCE TO DUTCH ELM DISEASE Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 60. № 12. C. 236-240.

11. Sokolov M.S., Glinushkin A.P., Toropova E.Y., Borovaya V.P., Bugaeva L.N. HEALTHY SOIL - PHYTOSANITARY BASIS OF NON-PESTICIDE CROP PRODUCTION Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2015. T. 48. № 12. C. 3-9.

12. Podkovyrov I.Y., Glinushkin A.P., Kostin M.V. INFLUENCE OF ULMUS L. SPECIES' GROWTH CONDITIONS ON RESISTANCE TO DUTCH ELM Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2016. T. 60. № 12. C. 236-240.

13. Соколов М.С., Санин С.С., Долженко В.И., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П., Каракотов С.Д., Надыкта В.Д. КОНЦЕПЦИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНО-ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ И УРОЖАЯ Агрохимия. 2017. № 4. С. 3-9.

14. Kudryashova I.S., Rud V.Y., Glinushkin A.P., Shpunt V.C., Rud Y.V. RED PHOTOLUMINESCENCE OF LIVING SYSTEMS AT THE ROOM TEMPERATURE : MEASUREMENTS AND RESULTS Journal of Physics: Conference Series. 2016. T. 741. № 1. C. 012106.

15. Terent'ev A.O., Mulina O.M., Pirgach D.A., Syroeshkin M.A., Nikishin G.I., Glinushkin A.P. ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF SULFONAMIDES FROM ARENESULFONOHYDRAZIDES OR SODIUM P-METHYLBENZENESULFINATE AND AMINES Mendelevov Communications. 2016. T. 26. № 6. C. 538-539.

16. KUDRYASHOVA I.S., RUD' V.Y., RUD' Y.V., SHPUNT V.H., GLINUSHKIN A.P. STUDY OF PHOTOLUMINESCENCE OF PLANT OBJECTS IN THE ANIMATE AND INANIMATE CONDITION IN A WIDE TEMPERATURE RANGE XV МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ И ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКЕ Тезисы лекций и докладов. . Иркутский государственный университет (Иркутск) (2016) стр. 10

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

SPONSORS AND SUPPORTING INSTITUTIONS	3
HISTORICAL BACKGROUND	7
PRESIDIUM OF FORUM	8
THE INTERNATIONAL DIRECTORATE OF FORUM	9
THE ORGANISING COMMITTEE	10
SECTION 1	11
ECOLOGY GREENHOUSE SPACE VEGETABLES AND ENVIRONMENTAL FACTORS IN THE PRODUCTION OF ECOLOGICAL FOOD	
COMPLEX MECHANIZATION OF VEGETABLE, STRAIN, DRUG CROPS CULTIVATION AND POTATOES IN THE REGIME OF ORGANIC FARMING AND INTENSIVE TECHNOLOGIES ECOLOGIZATION	11
A.A. Autko, S.G. Yagovdik, E.V. Zayats, A.I. Filipov, A.V. Zen, N.I. Taranda, S.N. Volosiuk	
AGROTECHNICAL METHODS OF WEEDS NUMBER REDUCTION AT WATERMELON CULTIVATION (<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai) IN ECOLOGICAL FARMING SYSTEM	18
S.N. Volosiuk	
IMPACT OF CHEMICALS ON QUALITY OF MEDICINAL RAW MATERIAL OF CALENDULA OFFICINALIS IN CONDITIONS OF THE WESTERN PART OF THE REPUBLIC OF BELARUS	27
A. Darashkevich, S. Radionova, I. Darashkevich	
WAYS OF DECREASE IN PESTICIDE LOAD SPRING WHEAT CULTIVATION	34
M.A. Kalyasen, G.A. Zezyulina, S.S. Zenchik	

MODERN METHODS OF PROVIDING PHYTOSANITARY SAFETY OF GREEN VEGETABLE	45
M.V. Maslova, E.V. Grosheva	
ECOLOGICAL ASPECTS OF GROWING OF VALERIANA OFFICINALIS IN THE WESTERN PART OF THE REPUBLIC OF BELARUS	51
A.A. Rehilevich, H.M. Milosta, P.T. Bohushevich, V.N. Shnigir	
ELECTROMAGNETIC RADIATION AS AN ENVIRONMENTAL FACTOR IN THE MANUFACTURE OF GROATS AND SPIRITUAL AROMANICAL CROPS	58
S.N. Shysh, N.A. Yalouskaya, Z.E Mazets., H.G. Shutava, J.S. Gargun, A.A. Matus	
SECTION 2	66
SOCIO-ECOLOGICAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF GLOBALIZATION: BALTIC DIMENSION. THE NEW ECOLOGY IN THE WORKS OF N.I. VAVILOV	
ENVIRIONMENTAL HERITAGE OF RUSSIAN ACADEMICIAN N.I. VAVILOV AND MODERNITY	67
I.V. Savhenko	
THE PARTICULARITIES OF THE BIVALVE MOLLUSCS' CARDIAC ACTIVITY IN THE EASTERN PART OF THE GULF OF FINLAND	73
Smirnov I.S., Sharov A.N., Kholodkevich S.V.	
THE ROLE OF HUMUS IN THE SOIL IN AGROSPHERE OF ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE OF THE EARTH	81
M. S. Sokolov, A. P. Glynushkin, M. A. Sokolov	
SECTION 3	90
NONTRADITIONAL RENEWABLE ENERGY SOURCES (DEVICES, MATERIALS, NEW METHODS OF TRANSFORMATION, ACCUMULATION AND TRANSMISSION OF ENERGY) AND SECONDARY ENERGY SOURCES	
ECOSYSTEM OF A SMALL RIVER POMORA ITS HYDROELECTRIC POWER STATION AND WATER QUALITY	90

Franciszek Świtala

ABOUT PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF
HYDROPOWER COMPLEX OF UKRAINE IN THE
CONTEXT OF THE ECOLOGIZATION OF NATURE
MANAGEMENT 100

D. V. Stefanyshyn, D. E. Benatov

SECTION 4

109

WASTE WATER PURIFICATION TECHNOLOGIES,
EFFLUENT GASES AND SOLID WASTE HANDLING

PLATFORM FOR TRIPLE HELIX COOPERATION BASED 109
ON THE INTEGRATED APPROACH FOR INDUSTRIAL
WASTEWATER AND STORMWATER MANAGEMENT IN
WOOD-INDUSTRY SECTOR (2008-2013):
THE WINNER OF SWEDEN IMPACT OF SCIENCE 2017:
PHYSICAL SCIENCES AND ENGINEERING

Marcia Marques & William Hogland

WASTE MANAGEMENT IN THE MEKONG DELTA - 116
CHARACTERISATION AND EVALUATION OF ORGANIC
WASTE

**Daniel Andersson, William Hogland, Nguyễn Trần Thiện
Khánh, Juris Burlakovs**

WASTE AS ENERGY SOURCE IN EU ACTION PLAN FOR 126
THE CIRCULAR ECONOMY

D. Arina, R. Bendere

THE DEVELOPMENT OF FILAMENTOUS 134
MICROORGANISMS IN ACTIVATED SLUDGE AERATION
TANKS OF MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT
PLANTS

G.G. Yukhnevich, V.A. Kirej

IMPACT OF COOPERATION BETWEEN ACADEMIA AND 142
INDUSTRY

Åke Erlandsson

143

SECTION 5

METHODS FOR ENVIRONMENTAL QUALITY
MANAGEMENT. PHYSICAL METHODS OF DIAGNOSTICS
OF A CONDITION OF THE ENVIRONMENTAL.
PROSPECTS OF APPLICATION OF PHYSICOCHEMICAL

METHODS OF RESEARCH FOR THE DESIGN OF AGRO-TOURISM ROUTES	
FLOOD MANAGEMENT METHOD BY HYDROSYSTEMS WITH TEMPORARILY FLOODED RESERVOIRS	143
R.V. Davydov	
THE METHOD OF AGRICULTURAL LANDS CONDITIONS DETERMINED ON BASIS OF ELECTROMAGNETIC SEPARATION RESULTS FOR CEREAL CROPS AND HERBAL FLOUR.	150
S.E. Logunov, V.V. Davydov, V.Yu. Rud', M.S. Mazing, T.I. Davydova	
TO THE QUESTION ABOUT THE DEVELOPMENT OF THE PROJECT OF SANITARY PROTECTION ZONE OF AGRICULTURAL ENTERPRISES	159
T.P.Marchyk, A.N.Khodynai	
SOIL OIL CONTENT IN MINERAL NITROGEN (N _{min}) AS A FACTOR AFFECTING THE HEALTH OF MAIZE PLANTS (Zea mays L.)	168
Piotr Szulc	
GEOECOLOGICAL CHARACTERISTIC OF TULCHIN LANDFILL	176
A.S. Sholokhova, V.P.Mykhaylenko	
TECHNOGENIC SOIL POLLUTION IN THE ZONE OF INFLUENCE THE CEMENT INDUSTRY (for example of OJSC "Krasnoselskstroymaterialy")	187
E.A. Samusik, S.E. Golovaty, S.N. Anuchin, S.S. Anufrik	
SECTION 6	193
MONITORING THE ENVIRONMENTAL QUALITY OF AGRICULTURAL PRODUCTS PROMISING METHODS	
NON-CONTACT QUALITY CONTROL OF LIQUID AGRICULTURAL PRODUCTS IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX	193
N.M. Grebenikova, V.V. Davydov, V.Yu. Rud'	

CHELATE FERTILIZERS AS A FACTOR OF KOTATO YIELD AND QUALITY CONTROL IN EUROPEAN RUSSIA A.V. Korshunov, M.Yu. Gaitov	201
THE OPTIMIZATION OF THE BIOLOGICAL VALUE OF THE RAW CORN BY SAPROPEL E. Kravchyk	211
THE INFLUENCE OF FOLIAR APPLICATION OF FERTILIZERS "EKOLIST" ON BIOMETRIC INDICATORS OF GROWTH AND PRODUCTIVITY OF APPLE E.Г. E.G. Kravchik, P.S. Sheshko, D.V. Strahovsky	221
THE INDEXES OF QUALITY APPLE FRUIT AS AN INDICATOR OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF FOLIAR FERTILIZERS E.G. Kravchik, P.S. Sheshko, D.V. Strahovsky	228
EXPRESS METHOD OF DETERMINING THE CONDITION OF WATER RESERVOIRS AND AGRICULTURAL LANDS USING THE PHENOMENON OF THE NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE N.S. Myazin, V.V. Davydov, V.Yu. Rud'	235
PROTECTION OF ROOT OF SUGAR BEETS FROM STORAGE ROT BY BIOPESTICIDE "BETAPROTEKTIN", L A.V. Sviridov, V. V. Prosvirjakov	246
PREDICTION OF PATHOLOGY DEVELOPMENT BY MODERN MATHEMATICAL METHODS A.G. Sannikov, S.D. Zakharov, D.B. Egorov, D.V. Shvab	256
PORTRAITURE METHOD AS A TECHNOLOGY FOR THE DETERMINATION OF PATHOLOGY A. G. Sannikov , A. S., Meager , A. G. Nemkov , Yastremsky A. P. , S. D. Zakharov , V. A. Zhmurov , S. A. Oskolkov , S. M. Schwab	265
QUALITY ASSESSMENT OF BUTTER "HEALTHY BREAKFAST" WITH ANTIOXIDANT PROPERTIES IN VIVO A. P. Simonenkova, A.O. Solovyova, M.V. Yarkina, A.V. Mamaev	272

YIELD, QUALITATIVE INDICATORS AND ELEMENTAL CHEMICAL COMPOSITION OF CALENDULA OFFICINALIS L. VARIETIES GROWN IN CONDITIONS OF TECHNOGENIC EMIGRATION OF MEGAPOLIS F.M. Khazieva, S.I. Tsyganok, N.Y. Svistunova	281
SECTION 7	288
LAND RESTORATION AND REHABILITATION OF IMPACTED ECOSYSTEMS. HEALTHS PHYTOLANDSCAPE. RECREATIONAL PARKS AND AREAS OF RECREATION- PHYTOBERRY PATHOGENS	
LANDSCAPE RESTORATION THROUGH CREATION OF PARKS IN CONTAMINATED SITES Silvia Dalle Pezze, Taisiia Kovalenko, Valeriy Mykhaylenko, Mait Kriipsalu, Charlotte Marchand, Juris Burlakovs, William Hogland	288
THE CONTENT OF PORPHYRINS AND TOCOPHEROLS IN PEAT AS AN INDICATOR OF THE EFFICIENCY OF THE RESTORATION OF BOG ECOSYSTEMS N.V. Kozel, V.A. Rakovich, O.V. Serebrennikova, E.B. Strelnikova, Samovich T.V., N.G. Averina	295
VARIETAL FEATURES OF THE RESISTANCE OF HYBRID- TEA ROSES TO THE MAIN DISEASES IN CONDITIONS OF URBAN ECOSYSTEMS OF FOREST STEPPE OF UKRAINE A.B. Marchenko	303
ABOUT THE OPPORTUNITIES OF USING VARIOUS ARTIFICIAL SOILS IN GROWING CERTAIN CROPS T.P.Marchyk, A.I. Vusokomorny	312
SECTION 8	319
ECOLOGY OF URBAN SPACE	
REDUCTION OF TRANSPORT ACOUSTIC IMPACT IN CITIES THROUGH GREEN SPACE V.V. Vasileva	319
PROBLEMS OF WASTE SORTING IN GRODNO	328

I. Darashkevich, T. Tsebro, E. Darashkevich	
PHYTOTESTING OF THE SPRING WATER IN GRODNO	337
I.M. Kolesnik	
SECTION 9	344
ECONOMICAL, LEGAL AND POLITICAL ASPECTS OF NATURE MANAGEMENT AND NATURE PROTECTIVE ACTIVITY	
THE ROLE OF VETERINARY IN ENVIRONMENTAL PROTECTION ON THE BELARUS LANDS IN THE LATE XVIII – FIRST HALF OF THE XIX CENTURIES IN THE LEGAL ASPECT	344
A.S. Biletski	
ECONOMIC AND POWER EFFICIENCY OF NOT ROOT INTRODUCTION OF HUMIC MEDICINES ON CROPS OF THE BUCKWHEAT	353
O.S. Korzun, I.D. Samusik	
20 YEARS OF THE FORUM “ECOBALTICA”	360
Alexey Glinushkin, Vasiliy Rud’, William Hogland, Maxim Diuldin, Vadim Davydov, Natalya Bykova	
MODERN INTERDISCIPLINARY TECHNOLOGIES TO REDUCE ENVIRONMENTAL LOAD AND DANGER FROM THE GLOBAL WARMING	368
Alexey Glinushkin, Vasiliy Rud’, Yuri Rud’, Vladimir Shpunt, Vlad Lyapishev, Sergey Rud’, Maxim Diuldin, Vadim Davydov, William Hogland	
REVIEW ON COMPETITION AOB AND NOB AS AN IMPORTANT ELEMENT FOR COST EFFECTIVE METHODS OF REMOVING NITROGEN FROM WASTEWATER	380
Jakub Drewnowski	
SUBSTANTIATION OF THE REMONTANT RASPBERRIES DRIP IRRIGATION REGIMES IN THE SOUTH-WESTERN PART OF BELARUS	394
E.A. Sanelina	

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TERRITORIES OF
SETTLEMENTS: PROBLEMS AND APPROACHES TO
THEIR SOLUTION 404

**A. V. Cheremisin O. A. Zueva, A.V. Oshchepkova, A.V.404
Dolgoplov**

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS 414

THE PRELIMINARY PROGRAM OF JUBILEUM
INTERNATIONAL YOUTH SCIENTIFICAL
ENVIRONMENTAL FORUM “ECOBALTICA”-2017 422

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



*143050, Russia, Moscow region,
Odintsovo district, B. Vyazemy, 5
tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-
11-24, fax: (498) 694-09-02
E-mail: vniif@vniif.ru*

www.vniif.ru

THE PRELIMINARY PROGRAM OF JUBILEUM INTERNATIONAL YOUTH
SCIENTIFIC ENVIRONMENTAL FORUM "ECOBALTICA"-2017

24 Aug-27 Aug. 2017

at

Grodno State Agrarian University (GSAU)

Grodno, Belarus

24 Aug. 2017

08.30 - 09.30. Arrival and accommodation of conference participants in hostel No. 7 (Tereshkovoi str., 22/1) (POSITIOIN "G" ON THE MAP, attached to Program), registration in the main academic building (position "E" on the map), "GSAU" at Tereshkova street, 28, coffee. Participants in poster sessions are hung stands.

09.30-09.50 The Opening of the Forum. Greetings.

- | | | |
|----|--------------------------------|--|
| 1. | Alexey Glynushkin | Prof., Dr.Sc., All-Russian Research Institute for Phytopathology, Russia |
| 2. | Vitold Pestis/Sergey Tarasenko | Prof., Dr. Sc., an Associate Mamber of Belarussian National Academy of Sciences, Rector of GSAU, Belarus/ candidate of sciences, vice rector in science of GGAU, Belarus |
| 3. | Ivan Savchenko | Academician of Russian Academy of Sciences All-Russian research Institute of medicinal and aromatic plants, , Russia |
| 4. | William Hogland | Prof., International Director of Forum, Linnaeus University, Sweden |

09.50-12.00 Plenary session (Block 1) duration of the report 30 minutes with questions.

Chairman

Alexey Glynushkin

*The Chair of Organising Committee,
Prof., Dr.Sc., All-Russian Research Institute
for Phytopathology, Russia*

P-1-1.THE ROLE OF HUMUS IN THE SOIL IN AGROSPHERE OF
ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE OF THE EARTH

Mikhail Sokolov (Academician of Russian Academy of Sciences, All-Russian Research Institute for Phytopathology, Russia)

P-1-2. Platform for Triple Helix Cooperation based on the Integrated Approach for Industrial Wastewater and Stormwater Management in Wood-industry Sector (2008-2013):

(Report - The Winner of Sweden Impact of Science 2017: Physical Sciences and Engineering)

Marcia Marques & William Hogland (Linnaeus University, Sweden)

P-1-3. INNOVATIVE WASTEWATER TECHNOLOGY

Konstantin Son (PhD, Moscow physic-technical Institute, Russia)

P-1-4. Environmental heritage N.I. Vavilov and modernity

Ivan Savchenko (Academician of Russian Academy of Sciences, All-Russian research Institute of medicinal and aromatic plants, , Russia)

12.00-12.30 Coffee break. Poster session

Reports poster presentations:

P1. ECONOMIC AND POWER EFFICIENCY OF NOT ROOT INTRODUCTION OF HUMIC MEDICINES ON CROPS OF THE BUCKWHEAT

O.S. Korzun, I.D. Samusik

P2. PHYTOTESTING OF THE SPRING WATER IN GRODNO

I.M. Kolesnik

P3 PROBLEMS OF WASTE SORTING IN GRODNO.

I. Darashkevich, T. Tsebro, E. Darashkevich

P4. LANDSCAPE RESTORATION THROUGH CREATION OF PARKS IN CONTAMINATED SITES

Silvia Dalle Pezze, Taisiia Kovalenko, Valeriy Mykhaylenko, Mait Kriipsalu, Charlotte Marchand, Juris Burlakovs, William Hogland

P5. THE CONTENT OF PORPHYRINS AND TOCOPHEROLS IN PEAT AS AN INDICATOR OF THE EFFICIENCY OF THE RESTORATION OF BOG ECOSYSTEMS

N.V. Kozel, V.A. Rakovich, O.V. Serebrennikova, E.B. Strelnikova, Samovich T.V., N.G. Averina

P6. THE OPTIMIZATION OF THE BIOLOGICAL VALUE OF THE RAW CORN BY SAPROPEL

E. Kravchyk

P7. Soil content in mineral nitrogen (Nmin) as a factor affecting the health of maize plants (*Zea mays* L.)

Piotr Szulc

12.30-14.00 Continuation of Plenary session (Block 1) duration of the report 30 minutes with questions.

Chairman

Vasiliy Rud'

*Chairman of the Program Committee, Dr. Sc.,
Prof., head of ecology department of All-Russian
Research Institute for Phytopathology, Russia
International Director of Forum, Prof.,
Linnaeus University, Sweden*

William Hogland

P-1-5.Ecosystem of a small river Pomora its hydroelectric power station and water quality

Franciszek Światała (The John Paul II Catholic University of Lublin, Poland)

P-1-6.WASTE AS ENERGY SOURCE IN EU ACTION PLAN FOR THE CIRCULAR ECONOMY

D. Arina, R. Bendere (Institute of Physical Energetics, Riga, Latvia)

P-1-7.IMPACT OF COOPERATION BETWEEN ACADEMIA AND INDUSTRY

(Waste water purification technologies, effluent gases and solid waste handling)

Åke Erlandsson (Environmental Manager, AB Gustaf Kähr, Sweden)

14.00-15.00 Lunch.

14.30-17.30 – Seminar for members of the Presidium, the Directorate and the organizing Committee of the Forum.

15.00-17.40 Continuation of Plenary session (Block 2) duration of the report 12 minutes with questions. *Chair: Dr. Maxim Diuldin and Ass. Prof. Vadim Davydov*

P-2-1.Waste Management in the Mekong Delta - Characterisation and evaluation of organic waste

Daniel Andersson, William Hogland, Nguyễn Trần Thiện Khánh, Juris Burlakovs

P-2-2.COMPLEX MECHANIZATION OF VEGETABLE, STRAIN, DRUG CROPS CULTIVATION AND POTATOES IN THE REGIME OF ORGANIC FARMING AND INTENSIVE TECHNOLOGIES ECOLOGIZATION

A.A. Autko, S.G. Yagovdik, E.V. Zayats, A.I. Filipov, A.V. Zen, N.I. Taranda, S.N. Volosiuk

P-2-3. YIELD, QUALITATIVE INDICATORS AND ELEMENTAL CHEMICAL COMPOSITION OF CALENDULA OFFICINALIS L. VARIETIES GROWN IN CONDITIONS OF TECHNOGENIC EMIGRATION OF MEGAPOLIS

F.M. Khazieva, S.I. Tsyganok, N.Y. Svistunova

P-2-4. MODERN METHODS OF PROVIDING PHYTOSANITARY SAFETY OF GREEN VEGETABLE

M.V. Maslova, E.V. Grosheva

P-2-5. VARIETAL FEATURES OF THE RESISTANCE OF HYBRID-TEA ROSES TO THE MAIN DISEASES IN CONDITIONS OF URBAN ECOSYSTEMS OF FOREST STEPPE OF UKRAINE

A.B. Marchenko

P-2-6. ABOUT THE OPPORTUNITIES OF USING VARIOUS ARTIFICIAL SOILS IN GROWING CERTAIN CROPS

T.P. Marchyk, A.I. Vusokomorny

P-2-7. REDUCTION OF TRANSPORT ACOUSTIC IMPACT IN CITIES THROUGH GREEN SPACE

V.V. Vasilieva

P-2-8. THE METHOD OF AGRICULTURAL LANDS CONDITIONS DETERMINED ON BASIS OF ELECTROMAGNETIC SEPARATION RESULTS FOR CEREAL CROPS AND HERBAL FLOUR.

S.E. Logunov, V.V. Davydov, V.Yu. Rud', M.S. Mazing, T.I. Davydova

P-2-9. THE ROLE OF VETERINARY IN ENVIRONMENTAL PROTECTION ON THE BELARUS LANDS IN THE LATE XVIII – FIRST HALF OF THE XIX CENTURIES IN THE LEGAL ASPECT

A.S. Biletski

P-2-10. THE INDEXES OF QUALITY APPLE FRUIT AS AN INDICATOR OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF FOLIAR FERTILIZERS

E.G. Kravchik, P.S. Sheshko, D.V. Strahovsky

P-2-11. PORTRAITURE METHOD AS A TECHNOLOGY FOR THE DETERMINATION OF PATHOLOGY

A. G. Sannikov, A. S. Skudnikh, A. G. Nemkov, A. P. Yastremsky, S. D. Zakharov, V. A. Zhmurov, S. A. Oskolkov, S. M. Schwab

P-2-12. QUALITY ASSESSMENT OF BUTTER "HEALTHY BREAKFAST" WITH ANTIOXIDANT PROPERTIES IN VIVO

A. P. Simonenkova, A.O. Solovyova, M.V. Yarkina, A.V. Mamaev

P-2-13. THE PARTICULARITIES OF THE BIVALVE MOLLUSCS' CARDIAC ACTIVITY IN THE EASTERN PART OF THE GULF OF FINLAND

I.S. Smirnov, A.N. Sharov, S.V. Kholodkevich

P-2-14 REVIEW ON COMPETITION AOB AND NOB AS AN IMPORTANT ELEMENT FOR COST EFFECTIVE METHODS OF REMOVING NITROGEN FROM WASTEWATER

Jakub Drewnowski

P-2-15. Generator with permanent magnets in the design of a small turbine with a vertical axis using the energy of flowing water.

F. Switala, T. Barchevskiy, N. Morelovsky, K. Switala

18.30-20.30 - welcome party.

25.августа 2017

09.00-10.30- Continuation of Plenary session (Block 2) duration of the report

12 minutes with questions. Chair: Ass. Prof. Vadim Davydov and Dr. Maxim Diuldin

P-2-16.GEOECOLOGICAL CHARACTERISTIC OF TULCHIN LANDFILL

A.S. Sholokhova, V.P.Mykhaylenko

P-2-17.AGROTECHNICAL METHODS OF WEEDS NUMBER REDUCTION AT WATERMELON CULTIVATION (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) IN ECOLOGICAL FARMING SYSTEM

S.N. Volosiuk

P-2-18.IMPACT OF CHEMICALS ON QUALITY OF MEDICINAL RAW MATERIAL OF CALENDULA OFFICINALIS IN CONDITIONS OF THE WESTERN PART OF THE REPUBLIC OF BELARUS

A. Darashkevich, S. Radionova, I. Darashkevich

P-2-19.WAYS OF DECREASE IN PESTICIDE LOAD SPRING WHEAT CULTIVATION

M.A. Kalyasen, G.A. Zezyulina, S.S. Zenchik

P-2-20. SUBSTANTIATION OF THE REMONTANT RASPBERRIES DRIP IRRIGATION REGIMES IN THE SOUTH-WESTERN PART OF BELARUS

E.A. Sanelina

10.30-11.00 – Coffee break, Poster session

11.00-12.40 –Seminar for members of the Presidium, the Directorate and the organizing Committee of the Forum.

11.30 12.40- Continuation of Plenary session (Block 1) duration of the report

30 minutes with questions. Chairs: Academician Ivan Savchenko and Academician Michail Sokolov

P-1-8.PREDICTION OF PATHOLOGY DEVELOPMENT BY MODERN MATHEMATICAL METHODS

A.G. Sannikov, S.D. Zakharov, D.B. Egorov, D.V. Shvab

P-1-9.Chelate Fertilizers as a Factor of Potato Yield and Quality Control in European Russia

A.V. Korshunov, M.Yu. Gaitov

P-1-10.THE DEVELOPMENT OF FILAMENTOUS MICROORGANISMS IN ACTIVATED SLUDGE AERATION TANKS OF MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANTS

G.G. Yukhnevich, V.A. Kirej

P-1-11.TO THE QUESTION ABOUT THE DEVELOPMENT OF THE PROJECT OF SANITARY PROTECTION ZONE OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

T.P.Marchyk, A.N.Khodynai

12.40-13.50 lunch

Starting from 14.00-excursion and cultural program (sightseeing of the ancient city of Grodno and its beautiful surroundings and etc.)

26 августа 2017

09.00-10.30- Continuation of Plenary session (Block 2) duration of the report 12 minutes with questions. Chair: Ass. Prof. Vadim Davydov and Dr. Alexey Cheremisin

P-2-21. THE INFLUENCE OF FOLIAR APPLICATION OF FERTILIZERS "EKOLIST" ON BIOMETRIC INDICATORS OF GROWTH AND PRODUCTIVITY OF APPLE

E.G. Kravchik, P.S. Sheshko, D.V. Strahovsky

P-2-22. PROTECTION OF ROOT OF SUGAR BEETS FROM STORAGE ROT BY BIOPESTICIDE "BETAPROTEKTIN", L

A.V. Sviridov, V. V. Prosvirjakov,

P-2-23.EXPRESS METHOD OF DETERMINING THE CONDITION OF WATER RESERVOIRS AND AGRICULTURAL LANDS USING THE PHENOMENON OF THE NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE

N.S. Myazin, V.V. Davydov, V.Yu. Rud'

P-2-24.TECHNOGENIC SOIL POLLUTION IN THE ZONE OF INFLUENCE THE CEMENT INDUSTRY

(for example of OJSC "Krasnoselskstroyaterialy")

E.A. Samusik, S.E. Golovaty, S.N. Anuchin, S.S. Anufrik

P-2-25.ECOLOGICAL ASPECTS OF GROWING OF VALERIANA OFFICINALIS IN THE WESTERN PART OF THE REPUBLIC OF BELARUS

A.A. Rehilevich, H.M. Milosta, P.T. Bohushevich, V.N. Shnigir

P-2-26.ELECTROMAGNETIC RADIATION AS AN ENVIRONMENTAL
FACTOR IN THE MANUFACTURE OF GROATS AND SPIRITUAL
AROMANICAL CROPS

Shysh S.N., Yalouskaya N.A., Mazets Z.E., Shutava H.G., Gargun J.S.,
Matus A.A.

P-2-27. FLOOD MANAGEMENT METHOD BY HYDROSYSTEMS WITH
TEMPORARILY FLOODED RESERVOIRS

R.V. Davydov

11.00-12.20 Seminar for members of the Bureau, the Directorate and the
organizing Committee of the forum.

10.30-11.00 - Coffee break. Poster session

11.00-12.00 summing up, the performance of the mentors and the
organizers of the Forum. Closing Of The Forum.

12.00 excursion educational program of environmental protection
enterprises in accordance with your choice. Free time..

Departure of participants : evening of 26 Aug and 27 Aug 2017

Started from 1996

Ecobaltica



YOUTH - ENVIRONMENT - SCIENCE- INNOVATIONS



143050, Russia, Moscow region, Odintsovo
district, B. Vyazemy, 5

tel. (495) 597-42-28, tel./fax: (498) 694-11-24, fax:
(498) 694-09-02

E-mail: vniif@vniif.ru

www.vniif.ru