

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Сборник научных трудов,
входящий в перечень научных изданий
Республики Беларусь

Основан в 2003 году

Под редакцией В. В. Пешко

Том 70

АГРОНОМИЯ

Гродно
ГГАУ
2025

УДК 631.5 (06)

В сборнике научных трудов помещены материалы научных исследований по вопросам агрономии, отражающие современное состояние, проблемы и перспективы развития растениеводческой отрасли сельского хозяйства.

Сборник предназначен для научных сотрудников, преподавателей, аспирантов, руководителей и специалистов предприятий агропромышленного комплекса.

Редакционная коллегия:

В. В. Пешко (ответственный редактор),

Л. А. Танана (зам. ответственного редактора),

М. Г. Величко, В. В. Малашко, О. Б. Павленко, Г. А. Жолик,

А. В. Свиридов, Г. М. Милоста, С. В. Косьяненко,

Н. В. Киреенко, Н. С. Яковчик, А. В. Пилипук

АГРОНОМИЯ

УДК 631.147(476)

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ЭКОЛОГИЗИРОВАННОМУ ЗЕМЛЕДЕЛИЮ

А. А. Аутко, Н. И. Таранда, И. А. Шаганов

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

***Ключевые слова:** вспашка, безотвальная и полосовая обработка почвы, гербициды, микроорганизмы, биогенность почвы, органоминеральные удобрения, кукуруза, зерновые культуры, локальное внесение удобрений, инкрустация семян, урожайность.*

***Аннотация.** Представлен материал о системном подходе, о влиянии на экологизацию земледелия, включая уменьшение механического рыхления почвы путем применения безотвальной обработки и полосового земледелия, инкрустации семян, локального внесения фосфорных удобрений при посеве, снижение гербицидной нагрузки за счет применения баковых смесей гербицидов с органоминеральными удобрениями, внесение органоминеральных удобрений в почву и при некорневом питании растений и механического уничтожения сорняков при возделывании сахарной кукурузы. Данная информация по систематизации агроприемов представлена на основе исследований, проведенных при возделывании озимой ржи и кукурузы и других источников.*

SYSTEMIC APPROACH TO ECOLOGIZED AGRICULTURE

A. A. Autko, N. I. Taranda, I. A. Shaganov

EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,
28 Tereshkova st.; e-mail: autko-alexander@rambler.ru)

***Key words:** plowing, non-moldboard, strip tillage, herbicides, microorganisms, soil biogenicity, organomineral fertilizers, corn, grain crops, local fertilizer application, seed incrustation, yield.*

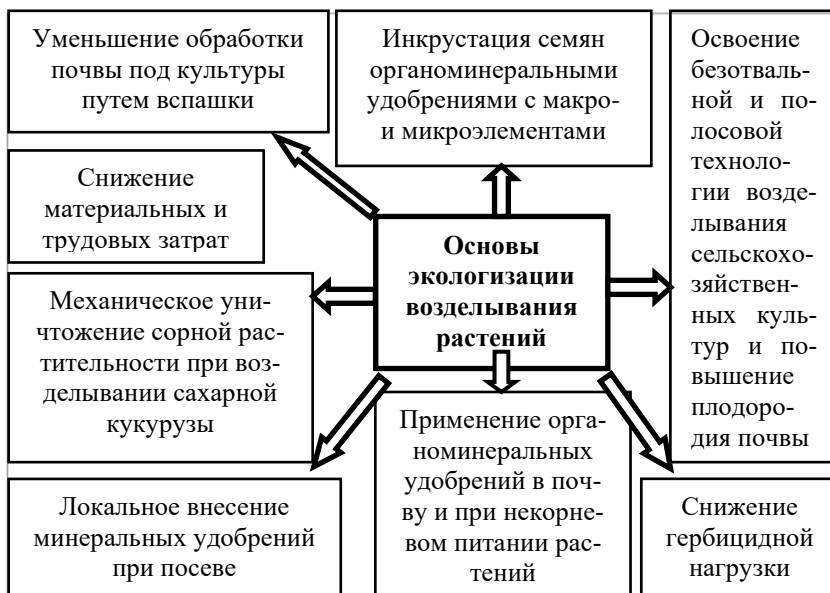
***Summary.** The material presented discusses the systemic approach to the impact on the ecologicalization of agriculture, including the reduction of mechanical soil loosening through the use of zero-tillage and strip tillage, seed incrustation, localized application of phosphorus fertilizers during sowing, reduction of herbicide load by using tank mixtures of herbicides with organo-mineral fertilizers, application of organo-mineral fertilizers to the soil and during foliar feeding of plants, and mechanical weed control in the cultivation of sweet corn. This information on the*

systematization of agricultural practices is based on research conducted during the cultivation of winter rye and corn, as well as other sources.

(Поступила в редакцию 08.07.2025 г.)

Введение. Развитие интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур приводит к появлению негативных последствий в результате применения крупногабаритных почвообрабатывающих посевных агрегатов и тракторов, уплотняющих почву и приводящих к разрушению ее структуры, подавлению активности почвенных микроорганизмов в результате интенсивного механического рыхления и применения гербицидов. Это ведет к снижению плодородия почвы и загрязнению окружающей среды.

За последние десятилетия в земледельческой практике развитых стран, в т. ч. европейских, Беларуси, России и Украины, происходит переосмысление последствий антропогенного воздействия на почву. В сложившейся ситуации правильной стратегией является применение комплекса альтернативных экологизированных технологий, представленных ниже.



Цель работы – систематизация основных агроприемов возделывания сельскохозяйственных культур в системе экологизированного земледелия на основе проведенных исследований и других источников.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в ОАО «Василишки», ФХ «Горизонт» и на опытном поле УО «ГТАУ» в Зарице в 2018-2024 гг. При проведении опытов использовались средства механизации, созданные на ПООО «Техмаш», включая агрегат почвообрабатывающий многофункциональный АПМ-6, обеспечивающий глубокое рыхление почвы, измельчение пожнивных растительных остатков и их заделку в слой почвы до 12 см, культиватор КОН-2,8 с набором новых видов рабочих органов, обеспечивающих профилирование узкопрофильных гряд, локальное внесение минеральных удобрений в почву, гербицидов на поверхность почвы и органоминеральных удобрений с регуляторами роста при некорневой подкормке. Также проводились исследования по полосовому возделыванию с использованием опытного образца АПЗ-4, созданного совместно с ПООО «Техмаш».

При проведении исследований применяли органоминеральные удобрения Экогум Био, ВР, Гидрогумат калия, ВР, Экогум ФК, ВР, Экогум Цинк, ВР, Экогум комплекс, ВР, Полибор, ВР, Экосил, ВЭ.

Для микробиологических исследований почву отбирали с горизонта 0-20 см в начальный период роста и в конце вегетации, готовили разведения 1:10, 1:100, 1:1000 и 1:10000. Посев на питательные среды проводили по 0,05 мл поверхностно: на среду Сабуро из 2-го разведения, на МПА и КАА – из 4-го.

Целлюлозолитическую активность почвы определяли путем экспозиции в почве фильтровальной бумаги и материала батист в течение двух месяцев в верхнем горизонте 0-10 см.

Учет урожайности проводили по общепринятой методике [1].

Отдельные исследования проведены при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.

Результаты исследований и их обсуждение. До проведения исследований нами были изучены составляющие применяемых технологий и оценено влияние вспашки на плодородие почвы, установленное рядом других ученых [2, 3, 4].

При вспашке с оборотом пласта почвы происходит интенсивное ее рыхление, в результате которого разрушается целостность микробиологической среды обитания, перемешаются зоны расположения аэробных и анаэробных слоев почвы, что снижает их функциональное действие, ликвидируются все каналы в почве, созданные дождевыми червями, другими обитателями и корневой системой растений. Также ограничивается развитие корневой системы в подпахотном горизонте и растение из него не могут использовать элементы питания. При выпадении осадков сдерживается проникновение их в подпахотный слой, что приводит к испарению

влаги из пахотного горизонта и его поверхности, в результате чего влага не накапливается в более глубоких слоях почвы, что очень отрицательно сказывается на обеспеченности влагой растений при наступлении засушливых периодов. На более тяжелых почвах после сильных дождей заплывают воздушные каналы. Интенсивно образуется углекислый газ, который, поступая в атмосферу, создает парниковый эффект. Расход топлива при вспашке на 6-10 л/га выше, чем при других способах основной обработки почвы [5, 6, 7].

В связи с этим широкое применение в земледелии получают полусовой и безотвальный способ обработки почвы, позволяющие оптимизировать антропогенное воздействие на почву и обеспечивающие высокую продуктивность и устойчивость агроэкосистем.

В Гродненском государственном аграрном университете проводились исследования по влиянию безотвальной обработки почвы на продуктивность ржи озимой и микробиологическую активность почвы. В качестве предшественника был рапс озимый. Технологический процесс подготовки почвы включал измельчение отросшей массы рапса с одновременной заделкой ее на глубину до 12 см и рыхлением почвы на глубину 25-27 см с прикатыванием почвы. При безотвальном способе обработки почвы корневые и стерневые остатки и зеленая масса растений падалицы рапса были заделаны в верхний аэробный слой пахотного горизонта почвы, где был не нарушен сложившийся ее биоценоз. Это явилось причиной повышения общей биогенности почвы и развития мощной корневой системы растений.

Продуктивность растений ржи озимой при традиционной технологии возделывания с проведением вспашки составила 46,5 ц/га. Осуществление безотвального рыхление почвы агрегатом АПМ-6 способствовало повышению урожайности по сравнению со вспашкой на 5,8 ц/га, а применение микробиологического препарата Экогум Био в норме 4,0 л/га обеспечило урожайность соответственно 62,2 ц/га, что выше по сравнению с традиционной обработкой почвы путем вспашки на 15,7 ц/га. Биогенность почвы при проведении безотвальной обработки возросла в 1,6-2,0 раза [6]. Это следствие того, что применяемое микробиологическое удобрение Экогум Био содержит гуминовые веществ не менее 40 г/л, азота и фосфора – 15 и калия 10 г/л, а также микроорганизмы рода *Cellulosomonas*, микробы-антагонисты патогенной микрофлоры грибной природы, микробы-азотфиксаторы, фосфат- и калиемобилизующие микроорганизмы. Они способствуют разложению и минерализации корневостерневых остатков растений и органических удобрений, разуплотнению почвы и улучшению ее структуры, уменьшению токсического влияния

накопленных метаболитов патогенных грибов (снижение до 70 %), переводу соединений фосфора и калия в доступное состояние.

Данная технология осваивается во многих хозяйствах республики и в качестве примеров приводим данные по СПК «Гродненский» (рисунок 1).

При применении вспашки в СПК «Гродненский» в среднем за 5 лет была получена урожайность 59 ц/га, при безотвальной обработке почвы – 88 ц/га, или на 29 ц/га больше. Экономия материальных и трудовых затрат составила 37,6 руб./га. Безусловно, влияние на урожайность оказывал и современный уровень выполнения других агротехнических приемов.

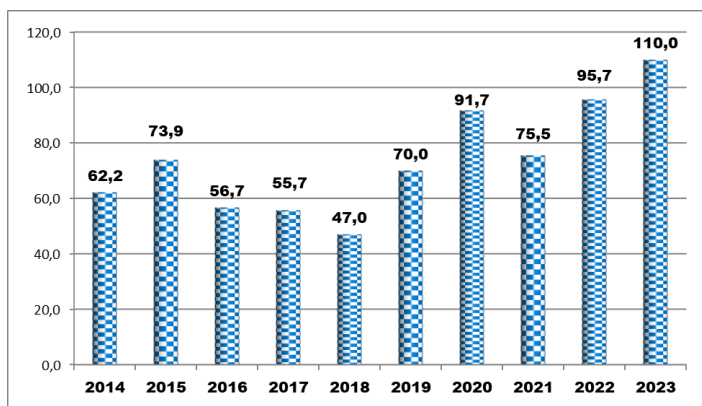


Рисунок 1 – Урожайность зерновых культур в СПК «Гродненский» при вспашке (2014-2018 гг.), при безотвальной обработке почвы (2019-2023 гг.)

В ОАО «Василишки» применение безотвальной обработки повысило урожайность озимых зерновых с 36,9 до 54,6 ц/га, яровых с 31,3 до 45,4 ц/га, или на 17,7 и 14,1 ц/га соответственно.

Наряду с ростом урожайности при безотвальной обработке почвы снижаются и затраты на обработку (таблица 1).

Таблица 1 – Прямые производственные затраты при использовании вспашки и безотвальной обработки почвы в ОАО «Василишки», 2023 г.

Способы обработки почвы	Виды затрат					
	оплата труда, руб./га	ГСМ		амортизация, руб./га	прочие, руб./га	всего, руб./га
		л/га	руб./га			
Вспашка	10,11	24,7	55,09	14,41	14,53	93,93
Безотвальная	5,18	14,5	32,34	13,71	9,22	60,44
Снижение затрат	-4,93	-10,2	-22,75	-0,7	-5,11	-33,49

Применение безотвальной обработки обеспечило экономию денежных средств за счет снижения расхода горюче-смазочных материалов на 10,2 л/га, а всего снижение прямых производственных затрат составило 35 % [6].

В СПК «Прогресс-Вертелишки» Гродненского района начали освоение безотвальной обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур более 10 лет назад. В настоящее время эта технология применяется на 90-95 % площадей пашни. Органические удобрения в дозе 24 т/га вносятся один раз в 3-4 года и заделываются на глубину до 12 см. За этот период содержание гумуса увеличилось на 0,14 %, подвижных фосфатов и калия – соответственно на 15 и 29 мг/кг почвы. В 2024 году урожайность зерновых и зернобобовых культур в хозяйстве составила 90,5 ц/га, рапса озимого – более 60 ц/га, свеклы сахарной – более 900 ц/га.

Также одной из перспективных технологий является полосовое возделывание сельскохозяйственных культур, которое уже несколько лет применяется в ряде хозяйств Беларуси. В Гродненской области лидирующими хозяйствами по объему освоения технологии полосового земледелия являются ПК им. В. И. Кремко, СПК им. И. П. Сенько и СПК «Озеры».

При этой технологии разрыхляется плужная подошва, сохраняется природное послойное состояние почвы и ее аэробные и анаэробные микроорганизмы, увеличивается количество дождевых червей, а также накопление растительной массы в верхнем слое почвы. В результате повышается биологическая активность почвы и продуктивность растений. При полосовом возделывании кукуруза возделывается с междурядьями 70 см, рапс – с междурядьями 35 см (рисунок 2).



Рисунок 2 – Посевы рапса озимого и озимой пшеницы в СПК им. И. П. Сенько, 2024 г.

Проведенные нами исследования показали эффективность возделывания кукурузы при полосовой технологии, где урожайность кукурузы при полосовом возделывании составила 156 ц/га, что на 14,8 %

было выше традиционной технологии. Это следствие того, что в зоне развития корневой системы создаются оптимальные условия для роста и развития растений за счет оптимального обеспечения влагой, кислородом, элементами питания и интенсивным развитием микрофлоры в рядах растений.

В рядах растений кукурузы содержание бактерий аммонификаторов было 6,2 млн./г почвы, в междурядьях – 3,9, актиномицетов – 3,3 млн./г, в междурядья – 1,9, амилотических бактерий – 23,5 млн./г, в междурядьях – 18,1 млн./г почвы.

Биогенность почвы возрастала в 2 раза, а масса корней была выше на 29,5 % [7].

В исследуемых технологиях по-разному развивалась корневая система растений кукурузы (рисунок 3).



Рисунок 3 – Корневая система кукурузы, возделываемой по традиционной технологии (слева) и полосовой (справа), 2024 г.

При полосовой технологии корневая система преимущественно размещена в слое 0-15 см и в верхней части имеет более развитую мочковатую систему.

В СПК им. И. П. Сенько в 2023 году технология полосового земледелия применялась при возделывании зерновых культур, рапса озимого и кукурузы на площади 2737 га – 60 % от всей посевной площади в хозяйстве. Урожайность зерновых культур составила 93,5 ц/га, рапса озимого – 61,9 и кукурузы на зерно – 133,5 ц/га.

Таблица 2 – Эффективность технологии полосового возделывания рапса озимого и классической в СПК им. И. П. Сенько, 2023 г.

Способы обработки почвы	Расход топлива, л/га	Оплата труда, руб./га	Начисление на оплату труда, руб./га	Общепроизводственные затраты, руб./га	Стоимость топлива, руб./га	Всего затрат, руб./га
1	2	3	4	5	6	7
Традиционная со вспашкой	37,94	21,13	6,48	79,09	68,78	175,47

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Технология поло- сового земледелие	19,3	15,31	4,71	44,72	34,97	99,41
Снижение затрат, %	51	72	72	56	51	57

В СПК им. И. П. Сенько в 2023 году всего затраты составили при вспашке 175,47 руб./га, при безотвальной обработке – 99,41 руб./га (таблица 2). В целом снижение затрат составило 57 % [7].

В ПК им. В. И. Кремко в 2024 году с применением этой технологии получена урожайность зерновых культур в среднем 111,1 ц/га.

При возделывании сельскохозяйственных культур для уничтожения сорной растительности используются гербициды. Кроме своего эффективного действия на сорняки они оказывают ряд негативных последствий в виде остаточных количеств их в растениях и продукции, снижение биогенности почвы, загрязнение почвы, воздушной и водной сред, повышение резистентности к ним сорных растений, отрицательное действие на последующие культуры.

С целью снижения гербицидной нагрузки на экосистему были проведены исследования по оценке влияния гербицидов МайсТер Пауэр, МД, Люмакс, СЭ и Фултайм, МД в посевах кукурузы по снижению минимально рекомендуемых их доз на 18-20 % в баковых смесях с органоминеральными удобрениями: Гидрогумат калия, Экосил ВЭ и Экогум ФК. Гибель сорняков составила 91-96 %, что равнозначно эффективности применяемых минимально рекомендованных норм этих гербицидов. При этом биогенность почвы возросла в 1,7-1,8 раза по сравнению с контролем, а урожайность кукурузы увеличилась на 11,9-13,3 ц/га [8].

При возделывании картофеля, кукурузы, подсолнечника и основных овощных культур эффективно локальное внесение гербицидов в зону расположения растений, что позволит снизить расход гербицидов в 2-3 раза.

Необходимо более широко возделывать сахарную кукурузу для употребления в свежем виде и для консервирования как любимый продукт населения. Початки кукурузы содержат белок, клетчатку, 14 витаминов и более 15 других элементов питания. В этой связи целесообразно возделывать сахарную кукурузу без применения гербицидов. Для этого нами разработан агрегат с новыми видами рабочих органов для механического уничтожения сорной растительности в рядах и междурядьях кукурузы, обеспечивающих при двукратной обработке уничтожение сорных растений [9].

Весьма эффективное влияние в системе экологизированного земледелия оказывают гуминовые органоминеральные удобрения, производимые в Беларуси, которые повышают усвояемость элементов питания, микробиологическую активность почвы, стрессоустойчивость растений, способствуют снижению гербицидной нагрузки и повышают продуктивность растений.

Проведенные нами исследования по влиянию баковых смесей органоминеральных удобрений, включая Экосил ВЭ, Экогум комплекс, Экогум ФК, Экогум цинк при возделывании кукурузы при двукратном применении, совместно с химической прополкой, а также в фазу 6-8 листьев обеспечили прибавку урожайности на фоне внесенных в почву Экогум Био и Гидрогумат калия соответственно на 18,9-22,1 и 10,9-16,2 ц/га при урожайности на контроле, без органоминеральных удобрений, соответственно 113,6 и 107,2 ц/га. Биогенность почвы в контроле на фоне Экогум Био составила 8×10^6 микроорганизмов, на фоне Гидрогумат калия – $6,9 \times 10^6$ КОЕ. Применение некорневых подкормок органоминеральными удобрениями повысило биогенность почвы на 26,3-86,9 % [10]. При экологизированном земледелии целесообразно применять в предпосевной период Экогум Био и Гидрогумат калия в дозе 4 л/га, а при некорневом питании растений использовать баковые смеси указанных выше органоминеральных удобрений.

Наличие гуминовых комплексов повышает подвижность практически всех микроэлементов, их поступление и движение по органам растения, повышает продуктивность растений. При некорневых подкормках растений очень важно использовать гуминовые препараты с содержанием макро- и микроэлементов, т. к. они участвуют в основных обменных и синтетических процессах, одновременно происходящих в растительном организме и необходимы растению, что не всегда может обеспечить корневое питание.

Локальное внесение фосфорных удобрений при посеве обеспечивает их размещение вблизи семян и является более эффективным методом обеспечения достаточного питания для роста растений и лучшего развития корней на ранних стадиях. Этот метод особенно эффективен для зерновых, масличных, овощных культур, а также на легких песчаных почвах, где фосфор подвержен вымыванию. При посеве семян нужно ориентироваться на применение посевных агрегатов с внесением удобрений непосредственно в зону основного развития корневой системы растений на один или два уровня глубины. Экономия минеральных удобрений при этом составляет 30 % и более.

В технологической схеме возделывания сельскохозяйственных культур важным является предпосевная подготовка семян. Семена зерновых и мелкосемянных культур используют запасы элементов питания из семян

за 7-10 дней после начала прорастания, а кукуруза – за две недели. Благодаря обработке семян органоминеральными удобрениями в семенах укрепляется иммунная система, они частично освобождаются от семенной инфекции, ослабляется отрицательное влияние травматических повреждений семян, повышается энергия их прорастания и полевая всхожесть, стимулируется рост и развитие проростков.

Проведенные в Институте микробиологии НАН Беларуси исследования показали, что обработка Гидрогуматом семян ярового ячменя резко активизировала поглощение ими воды и набухание зерновок при прорастании. Усилилось дыхание, ускорилось прорастание, сформировалась более мощная корневая система, увеличились соответственно коэффициент кущения и масса тысячи семян на 11 и 10,2 %, а прибавка урожая составила 6,8 ц/га по сравнению с контролем.

Инкрустация семян рапса озимого препаратами азотфиксирующего и фосфатмобилизующего действия способствовала увеличению урожайности семян на 10,8-21,5 %. Себестоимость полученной продукции уменьшилась за счет инкрустации семян с 31,5 до 26,9 руб./ц, или на 14,6 % [11].

Заключение. Таким образом, экологизированная система возделывания отдельных культур включает: снижение объемов обработки почвы путем вспашки, освоение безотвальной и полосовой обработки, снижение гербицидной нагрузки при уничтожении сорняков, применение органоминеральных удобрений в почву и при некорневом питании растений, локальное внесение фосфорных удобрений при посеве, механическое уничтожение сорной растительности при возделывании сахарной кукурузы.

Изложенные основы экологизации могут применяться при возделывании других сельскохозяйственных культур. Данный материал может быть основой для применения элементов агротехники в системе экологизированного земледелия в сельскохозяйственных предприятиях Беларуси. Время диктует необходимость пересмотра применяемых технологий в плане сохранения плодородия почвы, повышения продуктивности культур и снижение затрат на их производство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Заленский, В. А. Обработка почвы и плодородие / В. А. Заленский, Я. У. Яроцкий. 2-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Беларусь, 2004. – 542 с.
3. Булавин, Л. А. Проблемы минимизации обработки почвы и перспективы их решения в Беларуси / Л. А. Булавин // Земледелие и селекция в Беларуси: сборник научных трудов; редкол.: М. А. Кадыров (гл. ред.) [и др.]; Институт земледелия и селекции НАН Беларуси. – Минск, 2004. – Вып. 40. – С. 6-19.
4. Прохода, В. И. Возделывание кукурузы при минимализации основной обработки почвы / В. И. Прохода, Р. В. Кравченко // Вестник БГСХА, 2010. – № 3. – С. 59-62.

5. Научные основы технологий возделывания озимых зерновых культур, рапса и кукурузы / А. А. Аутко [и др.]; под общ. ред.: А. А. Аутко, Ф. И. Привалова / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2021. – 494 с.
6. Безотвальная разнотравная обработка – основа плодородия почвы и ресурсосбережения в сельскохозяйственном производстве / А. А. Аутко [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2023. – № 5. – С. 9-14.
7. Аутко, А. А. О здоровой почве и возделывании сельскохозяйственных растений в Беларуси / А. А. Аутко, И. А. Шаганов, Ан. А. Аутко. – Гродно: ЧП «ЛитАРь», 2024. – 484 с.
8. Аутко, А. А. Снижение гербицидной нагрузки при возделывании кукурузы / А. А. Аутко, Н. И. Таранда // Международная конференция: актуальные вопросы выращивания сельхозпродукции на основе инновационных технологий, повышение урожайности и улучшение плодородия почв (Узбекистан). – Андижан, 2023. – С. 224-227.
9. Аутко, А. А. Безгербицидное возделывание кукурузы / А. А. Аутко, Н. И. Таранда, Н. Ю. Занемонская // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXVIII Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2025. – С. 9-11.
10. Влияние композиционных составов органоминеральных удобрений с регуляторами роста на биогенность почвы и урожайность кукурузы / А. А. Аутко [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. Агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2024. – Т. 64. – С. 3-12.
11. Эффективность применения микробных препаратов при инокуляции семян озимого рапса / Я. Э. Пилкок [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2019. – № 55. – С. 57-64.

УДК 635.64:634.044:549.25/.28

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПЛОДАХ ТОМАТА, ВЫРАЩИВАЕМОГО В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

О. А. Белоус, А. Г. Тарасевич, Е. А. Лешик

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,

г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: томат, тяжелые металлы, свинец, кадмий, ртуть, мышьяк.

Аннотация. В результате проведенных испытаний было установлено, что по содержанию тяжелых металлов в плодах томата ни один из показателей не превышал допустимую норму. При этом максимальное количество ртути наблюдалось в плодах гибридов Секуритас и Алтадена – 0,012 мг/кг, а мышьяка, – в плодах гибридов Форонти (F1) и Секуритас (F1). Содержание кадмия в контрольном варианте составило 0,015 мг/кг (максимальное значение по вариантам опыта), что в 2,0 раза меньше допустимой концентрации, а максимальное содержание свинца наблюдалось в плодах гибрида Ксантеро (F1), однако данный показатель не превышал предельно допустимую концентрацию (0,5 мг/кг).

HEAVY METAL CONTENT IN TOMATO FRUITS GROWN IN PROTECTED GROUND CONDITIONS

O. A. Belous, A. G. Tarasevich, E. A. Leshik

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,

28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: tomato, heavy metals, lead, cadmium, mercury, arsenic.

Summary. The tests showed that none of the heavy metal content indicators in tomato fruits exceeded the permissible limit. The maximum mercury content was observed in the fruits of the Securitas and Altadena hybrid – 0,012 mg/kg, and arsenic – in the fruits of the Foronti (F1) and Securitas (F1) hybrids. The cadmium content in the control variant was 0,015 mg/kg (the maximum value for the experimental variants), which is 2,0 times less than the permissible concentration, and the maximum lead content was observed in the fruits of the Xantero (F1) hybrid, however, this indicator did not exceed the maximum permissible concentration (0,5 mg/kg).

(Поступила в редакцию 16.06.2025 г.)

Введение. Тяжелые металлы оказывают губительное действие на организм человека. Они могут накапливаться в овощах, как результат действия урбанизации: загрязнение окружающей среды, выхлопы автомобилей и деятельность промышленности.

Контроль содержания тяжелых металлов в томатах, выращиваемых в защищенном грунте, имеет важное значение в современных овощеводческих хозяйствах. С учетом увеличения промышленного загрязнения и применения различных удобрений, наличие таких веществ, как свинец, кадмий и ртуть, может существенно ухудшать качество продукции и негативно повлиять на здоровье потребителей. Соответственно, контроль содержания тяжелых металлов в томатах, выращенных на защищенном грунте, имеет важное значение по многим причинам. Высокое содержание тяжелых металлов может привести к серьезным заболеваниям, включая отравления, нарушения работы внутренних органов и канцерогенные эффекты. Поэтому для производителей томатов контроль содержания тяжелых металлов является важным аспектом обеспечения качества продукции. Овощи с высоким уровнем токсичных веществ непригодны для продажи и потребления, что негативно сказывается на репутации производителя. На овощную продукцию предъявляются строгие нормы и стандарты по содержанию тяжелых металлов в пищевых продуктах. Контроль этих веществ и регулярный мониторинг позволяет выявлять источники загрязнения и принимать меры для их устранения. Это может включать улучшение методов ведения овощеводства, использование чистых источников воды и оптимизацию применения удобрений [2, 3, 5].

Таким образом, контроль содержания ртути, мышьяка, кадмия и свинца в овощах, выращенных на защищенном грунте, является важной частью системы обеспечения безопасности пищевых продуктов и защиты здоровья населения

Цель исследования – выявить накопление тяжелых металлов в томатах защищенного грунта.

Объект исследований: гибриды индетерминантного томата в условиях защищенного грунта, выращиваемые методом малообъемной технологии.

Предмет исследований: показатели безопасности гибридов томата в защищенном грунте, урожайность овощной продукции.

Материал и методика исследований. Опыты по изучению количества тяжелых металлов в продукции томата защищенного грунта проводились в «ТК «Берестье» Брестского района в 2022-2023 гг.

Согласно схеме опыта изучали следующие гибриды:

1. Форонти (F1) – контроль;
2. Алгадена (F1);
3. Секуритас (F1);
4. Ксантеро (F1).

Контрольным вариантом был выбран гибрид Форонти F1 Голландской селекции фирмы De Ruyter Seeds. Все гибриды являются среднеспелыми с генеративным типом развития, включенные в государственный реестр сортов Республики Беларусь. Предпосевная обработка семян не проводилась, т. к. они прошли обработку на фирме-производителе. Опыт закладывался по методике ВНИИ овощеводства. Схема посадки рассады томата – 100х40 см. Общая площадь делянки – 13,5 м², учетная – 9,0. Повторность опыта трехкратная, что соответствовало требованиям методики полевого опыта [1, 4, 6].

В продукции томата защищенного грунта с использованием соответствующих методик определяли:

- ✓ содержание мышьяка – по ГОСТ 26930-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения мышьяка;
- ✓ содержание кадмия – по ГОСТ 26933-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия;
- ✓ содержание свинца – по ГОСТ 26932-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца;
- ✓ содержание ртути – по ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути.

Основные экспериментальные данные в исследованиях подвергались статистической обработке с использованием дисперсионного анализа в программе Excel.

Результаты исследований и их обсуждение.

Высвобождение ртути в окружающую среду происходит, в основном, в результате человеческой жизнедеятельности. Основным источником ртути является сжигание угля для получения электроэнергии и отопления. Ртуть опасна для человеческого организма, но наибольший вред причиняет беременным женщинам и детям, которые на стадии внутриутробного развития подвергались ее воздействию.

Мышьяк, химический элемент, присутствующий во всей окружающей среде, человек никак не может его контролировать. Источником загрязнения пищи и воды мышьяком являются бытовые отходы, выбросы промышленных предприятий и химические загрязнения. Длительное воздействие значительной концентрации мышьяка провоцирует рак печени, почек, мочевого пузыря и легких [5, 6].

В результате проведенных испытаний было установлено, что плоды томата всех изучаемых гибридов, содержали данные элементы в количествах, меньших в 1,5-2,5 раза предельно допустимых концентраций (ПДК) (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание ртути и мышьяка в плодах гибридов томата в ОАО «ТК «Берестье», 2022-2023 гг.

Гибрид	Ртуть, мг/кг			Мышьяк, мг/кг		
	2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее
1. Форонти (F1) – контроль	0,009	0,011	0,010	0,029	0,031	0,030
2. Алтадена (F1)	0,010	0,013	0,012	0,028	0,030	0,029
3. Секуритас (F1)	0,012	0,012	0,012	0,029	0,031	0,030
4. Ксантеро (F1)	0,009	0,008	0,009	0,025	0,028	0,026
ПДК	0,02			0,2		

Проанализировав полученные данные таблицы 1, можно сделать вывод о том, что максимальное количество ртути наблюдалось в плодах гибрида Секуритас (F1) – 0,012 мг/кг, что в 1,7 раза меньше допустимой нормы и на 0,002 мг больше, чем в контрольном варианте. Максимальное количество мышьяка, в среднем за 2 года, содержалось в плодах гибридов Форонти (F1) и Секуритас (F1) и составило 0,030 мг/кг сырой продукции.

Кадмий – это очень токсичный элемент, которого в пищевых продуктах содержится примерно в 5-10 раз меньше, чем свинца. Повышенное содержание кадмия может наблюдаться в результате попадания его из окружающей среды. В этом случае группой риска являются овощи, фрукты, мясо, молоко. Кадмиевое отравление поражает центральную нервную систему, вызывает острые костные боли, дисфункцию половых органов.

Кадмий по химическим свойствам родственен цинку, может замещать цинк в ряде биохимических процессов в организме, нарушая их (например, выступать как псевдоактиватор белков). Смертельной для человека может быть доза в 30-40 мг. Особенностью кадмия является большое время удержания: за 1 сутки из организма выводится около 0,1 % полученной дозы [5, 6].

Среди прочих тяжелых металлов к особо токсичным относится и свинец. Наряду с мышьяком, кадмием и ртутью, свинец отнесен к классу высокоопасных для живых организмов веществ. В организм человека большая часть свинца поступает с продуктами питания, а также с питьевой водой, атмосферным воздухом, при курении, при случайном попадании в пищевод кусочков свинецсодержащей краски или загрязненной свинцом почвы. С атмосферным воздухом поступает незначительное количество свинца, всего 1-2 %, но при этом большая часть свинца абсорбируется в организме человека [5, 6].

В опытах не было установлено превышения допустимой концентрации кадмия и свинца в плодах томата исследуемых гибридов (таблица 2). Анализ полученных в исследованиях данных показывает, что в контрольном варианте содержание кадмия составило 0,015 мг/кг (максимальное значение по вариантам опыта), что в 2,0 раза меньше допустимой концентрации. В гибридах Алтадена, Секуритас, Ксантеро содержание кадмия составило в среднем за 2 года 0,010 мг/кг томата, что в 3 раза меньше ПДК.

Таблица 2 – Содержание кадмия и свинца в плодах гибридов томата в ОАО «ТК «Берестье», 2022-2023 гг.

Гибрид	Кадмий, мг/кг			Свинец, мг/кг		
	2022 г.	2023 г.	среднее	2022 г.	2023 г.	среднее
1. Форонти (F1) – контроль	0,009	0,012	0,015	0,112	0,131	0,122
2. Алтадена (F1)	0,008	0,011	0,010	0,126	0,129	0,128
3. Секуритас (F1)	0,008	0,012	0,010	0,131	0,136	0,134
4. Ксантеро (F1)	0,009	0,010	0,010	0,136	0,142	0,139
ПДК	0,03			0,5		

Максимальное содержание свинца наблюдалось в плодах гибрида Ксантеро (F1) – 0,139 мг/кг, однако данный показатель не превышал предельно допустимую концентрацию (0,5 мг/кг).

Вывод. Таким образом, в результате исследований было установлено, что продукция томатов различных гибридов в продленной культуре соответствует требованиям по качеству и безопасности и содержание вышеперечисленных веществ не превышает предельно допустимых концентраций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко, А. А. Современные технологии производства овощей в Беларуси / А. А. Аутко [и др.]. – Молодечно: тип. «Победа», 2015. – 272 с.
2. Белоус, О. А. Сравнительный анализ сортов (гибридов) томата для защищенного грунта / О. А. Белоус, Е. Г. Кравчик // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / редкол.: В. К. Пестис (и др.). – Гродно: ГТАУ, 2020 – т. 51. Агронимия. – С. 9-15.
3. Белоус, О. А. Сравнительная оценка урожайности и безопасности различных гибридов томата / О. А. Белоус // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – сборник научных статей по материалам XXVI международной научно-практической конференции (Гродно, март 2023 года).
4. Дружкин, А. Ф. Основы научных исследований в агрономии. Часть 2. Биометрия. / А. Ф. Дружкин, З. Д. Ляшенко, М. А. Панина – Саратов, 2009. – 70 с.
5. Kondratyeva I.Yu., Engalychev M.R., Lvova A.Yu. Early varieties of tomatoes for open ground areas of risk farming. Vegetable crops of Russia. 2020;(2):58-61. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-2-58-61>. – 10.01.2025.
6. Мотузова, Г. В. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия / Г. В. Мотузова / учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению высшего профессионального образования 020700 «почвоведение» / Г. В. Мотузова, Е. А. Карпова. – Москва: Изд-во Московского ун-та, 2013. – 302 с.

УДК 633.878.41:581.4

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ КАРЛИКОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ ГРАБА ОБЫКНОВЕННОГО (С. BETULUS A. K.) СОРТА СПОРОВСКИЙ

А. С. Бруйло, Е. Д. Бруйло, А. В. Чайчиц

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

Ключевые слова: граб обыкновенный, карликовый, крона, фактура, побеги, междоузлия, почки, сорт Споровский.

Аннотация. В статье представлены результаты многолетних исследований (1994-2024 гг.) по изучению карликовой формы граба обыкновенного (*Carpinus betulus* a.), выявленной в лесном массиве урочище Пригодичи Гродненского района. Представлено морфологическое описание и производственно-хозяйственные признаки карликовых деревьев граба обыкновенного сорта Споровский, включая особенности формы, плотности и фактуры кроны, строения ствола, междоузлий, типов побегов и их характеристик.

PRODUCTION AND ECONOMIC CHARACTERISTICS AND MORPHOLOGICAL DESCRIPTION OF DWARFISH HORNBEAM TREES (*C. BETULUS A. K.*) OF THE SPOROVSKY CULTIVAR

A. S. Bruilo, E. D. Bruilo, A. V. Chaichits

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,

28 Tereshkova St.; e-mail: kafedra.plod@mail.ru)

Key words: *common hornbeam, dwarf, crown, texture, shoots, internodes, buds, variety Sporovsky.*

Summary. *The article presents the results of long-term research (1994-2024) on the study of the dwarf form of common hornbeam (*Carpinus betulus a.*), identified in the forest massif of the Prigidichi tract of the Grodno district. The morphological description and production and economic characteristics of dwarf trees of the common hornbeam variety Sporovsky are presented, including features of the shape, density and texture of the crown, trunk structure, internodes, types of shoots and their characteristics.*

(Поступила в редакцию 11.06.2025 г.)

Введение. Граб обыкновенный (*Carpinus betulus a.*) – древесная порода семейства Березовые (*Betulaceae*), широко известная не только благодаря своей ценной древесине, но и высоким декоративным свойствам. В современном садоводстве и ландшафтном дизайне граб занимает одно из ведущих мест благодаря морозостойкости, теневыносливости, способности к образованию плотной кроны и длительному сроку жизни [1-4]. Его часто используют для создания живых изгородей, аллей, а также как элемент композиций в парковых и приусадебных ансамблях.

В последние годы интерес к использованию граба в озеленении городских территорий и частных садов значительно возрос. Это связано с его адаптацией к различным условиям произрастания, устойчивостью к стрессовым факторам городской среды и относительно медленным, но стабильным ростом [5, 6]. Кроме того, существуют многочисленные декоративные формы и сорта граба, отличающиеся формой листьев, окраской кроны и архитектурной формой дерева, что делает его особенно привлекательным для профессиональных садоводов и ландшафтных архитекторов.

Цель работы – комплексное изучение, морфологическое описание и оценка биолого-экологических особенностей впервые обнаруженной карликовой маточной формы граба обыкновенного (*Carpinus betulus L.*) сорта Споровский для определения его потенциала в декоративном садоводстве и ландшафтном дизайне.

Материал и методика исследований. В ходе проведенных исследований использовались следующие методы: сравнительный морфологический анализ, полевые наблюдения, визуально-инструментальная оценка.

Результаты исследований и их обсуждение. Маточное растение карликовой разновидности (безареальная форма) граба обыкновенного (*Carpinus betulus* α.) впервые было обнаружено нами в лесном массиве ур. Пригодичи, расположенного между р. Неман и ОАО «Гродно Азот» в 1994 году. Последующее детальное исследование выявленной нами карликовой маточной формы (1994-2024 гг.) позволило сделать ее морфологическое описание, изучить ее биолого-экологические особенности и способы вегетативного размножения. Ниже приведено краткое морфологическое описание маточного растения карликовой формы граба обыкновенного сорта Споровский. Форма, плотность и фактура кроны: 30-летнее карликовое дерево граба обыкновенного сорта Споровский имеет шаровидную приземистую форму кроны иррегулярного (живописного) типа, средней плотности (просветы варьируют от 25-50 %), характеризующейся крупной плотной фактурой (рисунок 1).

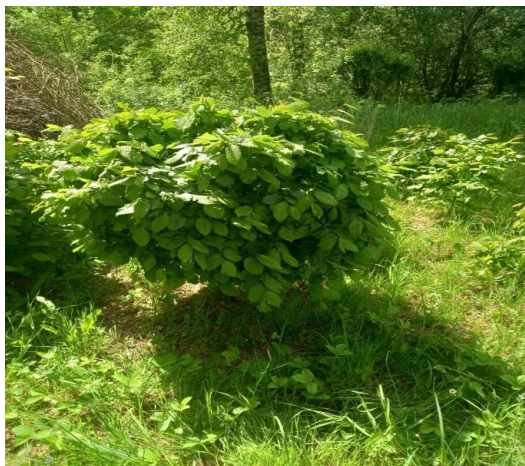


Рисунок 1 – Форма, плотность и фактура кроны карликового дерева граба обыкновенного сорта Споровский

Ветви отходят от ствола и ветвей более низких порядков ветвления под углами, близкими к прямому, у их основания расширены, переходы плавные, что придает кроне описываемого растения особую ажурность. Правильные геометрические очертания кроны (ее габитус) поддерживаются за счет проведения одной-двух контурно-корректирующих обрезок в течение вегетационного периода. Форма,

фактура, текстура и окраска ствола: маточное дерево карликовой формы граба обыкновенного сорта Споровский имеет искривленный, узловатый с наплывами низкоштамбовой (25-30 см) ствол. Отличительной особенностью строения ствола этого растения являются наличие сильной искривленности (кривизны) в самой нижней части штамба. Кора на стволах молодых деревьев гладкая, блестящая, светло-серой окраски, а у старых – темная, чешуйчатая. Типы, размеры, фактура, текстура и окраска побегов: для маточной формы карликового дерева граба обыкновенного сорта Споровский характерно наличие 3-х типов побегов: вертикальных, наклонных и горизонтальных. Форма побегов варьирует от округло-асимметричной (вертикальные побеги) до правильно округлой формы (наклонные и горизонтальные типы побегов). Побеги бывают толстыми (вертикальные) средней толщины (наклонные) и тонкими (горизонтальные). Побеги бывают длинными (одна контурно-корректирующая обрезка) или средней длины (две контурно-корректирующие обрезки).

Вертикальные побеги – округло-асимметричной формы (располагаются под углом 180°). Сам побег толстый (0,8 см), длинный (75 см ± 12-15 см), имеет от шести боковых разветвлений (нижний развит слабее всего; сильнее всего развиты боковые побеги располагающиеся в средней его части, их длина находится в диапазоне 29 ± 2-3 см); слабоколенчатый; имеет две волны роста – боковые побеги располагаются в верхней части побега первой волны роста; на второй волне роста боковой побеги отсутствуют.

Окраска зеленовато-коричневая с красноватым оттенком.

Чечевички грязновато-серые, округлой или штриховатой формы, мелкие, густо расположены по поверхности побега.

Междоузлия средней длины, короткие или очень короткие.

Почки у основания побега мелкие, клиновидной формы, плотно прилегающие к побегу (6-8 штук). Такие же почки, от двух до трех, имеются у основания боковых побегов. У основания второй волны роста побегов они в диаметре слабее, чем первой волны роста. Остальные почки-клювовидные-изогнутые, среднего размера, плотно прилегающие к побегам. Они располагаются на побеге спиралевидно, цикл листорасположения – 2/3, поодиночке, очень редко – попарно (отдельные верхушечные и примыкающие к ним боковые почки).

Пробудимость почек высокая или очень высокая.

Побегообразовательная способность очень высокая.

Побеговосстановительная способность – от средней до высокой.

Наклонные побеги – располагаются под углом 40-45°, правильной округлой формы, средней толщины (5 ± 1,2 мм), длинные (70 ± 10-15 см) и имеют от двух до четырех боковых побегов

(разветвлений); нижнее разветвление развито слабее всего (самые короткие и тонкие); сильнее всего развиты боковые разветвления, располагающиеся в середине и верхушечных частях побегов; имеют две волны роста побегов; на второй волне роста боковые разветвления отсутствуют.

Окраска зеленовато-коричневая с красноватыми оттенками.

Чечевички грязновато-серые, округлые или штриховатой формы, мелкие, густо расположены по поверхности побега; междуузлия средней длины, короткие и очень короткие.

Почки у основания побега мелкие, клиновидной формы, плотно прилегающие к побегу, располагаются по три-четыре штуки.

Пробудимость почек высокая или очень высокая.

Побегообразовательная способность очень высокая.

Побеговосстановительная способность – от средней до высокой.

Горизонтальные побеги – располагаются под углом 80-85°; данные побеги имеют правильную округлую форму, тонкие (3 ± 1 мм), длинные ($65 \pm 15-20$ см), коленчато-дуговато изогнутые, боковых разветвления не имеют, характеризуется одной волной роста.

Окраска коричнево-зеленоватая с ярко выраженным зеленоватым оттенком.

Чечевички грязновато-серые, округлой или штриховатой формы, густо расположены по поверхности побега.

Междуузлия средней длины, короткие или очень короткие.

Почки расположены у основания побега (две-три штуки, мелкие), клиновидной формы, плотно прижаты к поверхности побега; почки среднего размера (полурезервные), потом – нормальные; располагаются расставлено, сближено или скучено.

Пробудимость почек высокая или очень высокая.

Побегообразовательная способность очень высокая.

Побеговосстановительная способность – от средней до высокой.

Форма, величина, фактура, консистенция и расцветка листьев: для маточного дерева карликовой формы граба обыкновенного сорта Споровский характерны очень переменные по размеру листья, овальной или продолговато-овальной формы (реже овальнойцевидной формы), на вершине – заостренные, у основания – округлые (рисунок 2).



Рисунок 2 – Форма, расцветка, фактура листьев карликового дерева граба обыкновенного сорта Споровский

Заключение. Все типы побегов карликового дерева граба обыкновенного сорта Споровский характеризуются зеленовато-коричневой окраской с красноватым оттенком. При проведении однократной контурно-корректирующей обрезки вертикальные и наклонные побеги имеют 2 волны роста, а горизонтальные – одну; при проведении двукратной контурно-корректирующей обрезки все типы побегов характеризуются одной волной роста. Все вышеперечисленные типы побегов имеют междуузлия средней длины, короткие и очень короткие (от основания к верхушке побегов). Все типы побегов (вертикальные, наклонные, горизонтальные) имеют грязновато-серые округлой или штриховатой формы, мелкие по размеру чечевички, которые густо расположены по поверхности побегов. У основания всех типов побегов располагаются мелкие, клиновидной формы почки, которые плотно прилегают к поверхности побега (резервные почки). Далее, в междуузлиях средней части побегов располагаются клювовидно-изогнутые, среднего размера, плотно прилегающие к побегам, нормально развитые почки. Почки располагаются на побегах спиралевидно (цикл листорасположения – 2/3), одиночно, редко – попарно (отдельно верхушечные почки и прилегающие к ним боковые). Почки светло-бурой окраски, покрыты коричневыми чешуйками с ресничками, чешуйки почек острые, с буровато-коричневым налетом, на вершине – волосистые. Для маточного дерева карликовой формы граба обыкновенного сорта Споровский характерны очень переменные по размеру листья, овальной

или продолговато-овальной формы (реже овальной яйцевидной формы), на вершине – заостренные у основания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов, П. Я. Дендрология / П. Я. Богданов // Учебник для вузов «Лесная промышленность». – 1974 г. – 240 с.
2. Булыгин, Н. Е. Дендрология / Н. Е. Булыгин // Учебное пособие для вузов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 280 с.
3. Дендрология / Л. П. Смоляк [и др.] // Учебное пособие для вузов. – Мн.: Выш. шк., 1990. – 160 с.
4. Краткая морфологическая характеристика деревьев граба обыкновенного (С. BETULUS A. K.) сорта Споровский / А. С. Бруйло [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXVI Международной научно-практической конференции (Гродно, 23 марта 2023 года) / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно: ГГАУ, 2023. – [Вып.]: Агрономия. Защита растений. – С. 41-43.
5. Холявко, В. С. Дендрология и основы земельного строительства / В. С. Холявко, Д. А. Глоба-Михайленко. – 3-е изд. перераб и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 287 с.
6. Корзун, О. С. Декоративное садоводство: учебно-методическое пособие / О. С. Корзун, А. С. Бруйло, Т. В. Сачивко. – Гродно: ГГАУ, 2024. – 256 с.

УДК 631.452:634.232:581.1(048)

ФАКТОРЫ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕССЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕРЕШНИ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

А. С. Бруйло, И. Л. Олецкая

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

Ключевые слова: факторы плодородия, почва, черешня, процессы роста и развития.

Аннотация. В аналитическом обзоре представлены литературные данные о влиянии факторов почвенного плодородия на процессы жизнедеятельности черешни, которые должны учитываться при разработке дифференцированных технологий возделывания этой культуры в Республике Беларусь.

FACTORS OF SOIL FERTILITY-AND-THEIR INFLUENCE ON-LIFE PROCESSES OF CHERRY ACTIVITY (ANALYTICAL REVIEW)

A. S. Bruilo, I. L. Oletskaya

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,

28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: fertility factors, soil, sweet cherry, growth and development processes.

Summary. The analytical review presents literature data on the influence of soil fertility factors on the processes of the cherry life, which should be taken into account in the development of differentiated technologies for the cultivation of this culture in the Republic of Belarus.

(Поступила в редакцию 16.06.2025 г.)

Введение. Проблема почвенного плодородия – одна из наиболее главных, которую на разных этапах развития земледелия решали по-разному, менялось и само понятие «плодородие почвы». В. Р. Вильямс (1963) видел сущность плодородия в способности почв производить урожай за счет обеспечения растений пищей и водой и служить средой их обитания. Он писал: «Способность почвы в той или иной степени удовлетворять растения в этой потребности их в земных факторах жизни носит название плодородия почв и представляет ее качественное отличие как природного тела от других природных тел, неспособных обеспечивать жизненную потребность растений в одновременном и совместном наличии других факторов их существования – воды и пищи» [9, 25, 27].

Факторами почвенного плодородия служат все физические, химические и биологические свойства почв, способные оказывать как положительное, так и отрицательное (лимитирующее) влияние на окультуривание почвы в зависимости от его количественного и качественного проявления [27].

Цель исследования – провести литературный анализ и выявить значение отдельных факторов почвенного плодородия на процессы жизнедеятельности деревьев черешни.

Результаты исследований и их обсуждение. Выделяют три группы факторов почвенного плодородия: биологические, агрохимические и агрофизические. К агрофизическим факторам относятся: гранулометрический состав почвы и ее структура, строение и мощность пахотного слоя. Агрохимическую группу составляют: содержание и режим питательных веществ, содержание и состав органического вещества почвы, а также щелочно-кислотные и поглотительные свойства

почвы. К группе биологических факторов следует относить почвенную биоту и чистоту почвы от сорняков, вредителей и возбудителей болезней [26, 27].

Гранулометрический состав почвы среди группы агрофизических факторов главный, определяющий ряд подчиненных факторов [16].

Черешня отличается высокой требовательностью к почвам, приближающейся к требованиям семечковых пород. Здесь характерно общее правило: почвы, пригодные под яблоню и грушу, вполне приемлемы для возделывания черешни, или почвы, непригодные под семечковые породы, вряд ли могут быть использованы для черешни. Но есть и некоторые особенности. Прежде всего, черешня требует очень рыхлых почв; лучшая плотность для нее – 1,25-1,35 г/см³. Из всех плодовых культур самые рыхлые почвы следует выделять для черешни. Далее, черешня отрицательно не реагирует на легкий гранулометрический состав и хорошо плодоносит даже на супесчаных почвах. Для нее неблагоприятны тяжелосуглинистые и глинистые тяжелые почвы, отличающиеся бесструктурностью, склонные к заплыванию. Урожайность черешни резко снижается на слитых почвах, особенно при расположении их на выровненных участках, без достаточного естественного дренажа [21, 22].

Почвы тяжелого гранулометрического состава, но обладающие рыхлостью и структурностью, весьма благоприятны для черешни (черноземы типичные и выщелоченные). Особенно хорошие условия черешня находит на суглинистых почвах речных долин при оптимальном уровне залегания грунтовых вод [22].

Вода в почве необходима для прорастания семян и для последующего роста и развития растений черешни. С ней в растения из почвы поступают питательные вещества, а испарение воды листьями обеспечивает нормальные температурные условия жизнедеятельности растений [15].

Вода необходима для почвообразования и формирования почвенного плодородия. Без нее невозможно развитие почвенной фауны и микрофлоры. Процессы превращения, трансформации и миграции веществ в почве также требует наличия воды [15].

Для возделывания черешни влага является лимитирующим фактором. Водный режим определяется процессами поглощения, передвижения, расхода воды и зависит от наличия влаги в корнеобитаемом слое почвы. Недостаток влаги снижает прирост побегов деревьев, приводит к осыпанию завязей, слабому развитию листьев, растения хуже зимуют и в большей степени поражаются болезнями и вредителями. Продолжительные летние засухи могут

негативно сказываться на общем состоянии растений, это приводит к снижению урожайности сортов черешни [6, 10].

Черешня относительно засухоустойчива, но требовательна к воде, что во многом зависит от подвоя, на котором привито растение. Так, черешня, привитая на магалебскую вишню, более засухоустойчива, чем при прививке на дикую черешню. У деревьев, привитых на клоновые подвои, корневая система располагается поверхностно, поэтому им необходимы более влажные почвы. Следует учитывать, что черешня не выносит избытка воды в почве и близкого уровня стояния грунтовых вод [5, 14, 23].

Почвенный воздух отличается от атмосферного большим содержанием углекислого газа и меньшим содержанием кислорода. При содержании в почве углекислого газа более 3-5 %, а кислорода менее 10 % наступает угнетение растений.

Недостаток воздуха в почве очень сильно лимитирует ее плодородие. Почвенный воздух заполняет поры, не занятые водой. Избыточная влажность приводит к резкой его недостаточности. Почвенный воздух необходим для дыхания корней черешни и почвенных организмов, а также биохимических процессов превращения питательных элементов. Почвенный углекислый газ также потребляется растениями в процессе фотосинтеза, как и атмосферный [11, 15].

Основным приемом регулирования воздушного режима почвы является механическая ее обработка, которая способствует газообмену в почве. Ее значение возрастает при избыточном увлажнении почв или тяжелом гранулометрическом составе [15].

Все микробиологические процессы и жизнедеятельность фауны в почве протекают в определенных температурных границах. Аналогично, физиологические процессы, происходящие в деревьях черешни, требуют определенных температур. При этом отдельные живые организмы предъявляют различные требования к температурному режиму почвы.

Основным источником тепла в почве служит солнечная энергия. Другой, менее значительный источник – это тепло, выделяемое в почву в результате ее биологических и химических превращений, а также тепло, поступающее из глубинных слоев Земли.

Меры по улучшению теплового режима почв совпадают с мероприятиями регулирования водного режима. Важное значение имеет снегозадержание и агролесомелиоративная организация территории, дождевание и мульчирование поверхности почвы [6, 15, 27].

К агрохимическим факторам плодородия относятся содержание гумуса, минеральный состав почвы, содержание и состав органического вещества почвы, реакция почвенной среды.

Одной из основных агрохимических характеристик почвы является рН почвенного раствора. Химические и биологические процессы в почве также протекают при определенном значении рН. При повышении кислотности почвы снижается поглощение питательных веществ растениями, происходят изменения в цитоплазме клеток корня, нарушается ее проницаемость, наружные клетки ослизняются, а корни плохо растут. Почва для черешни должна быть нейтральной либо слабощелочной (рН = 7,0-8,0), как для вишни [11, 15, 27].

Повышенная кислотность почвенного раствора угнетает жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, например, многих нитрифицирующих и азотфиксирующих бактерий (клубеньковые и свободноживущие), почвенную фауну – дождевых червей, клещей, насекомых, ногохвосток. Биологическая активность кислой почвы ниже, чем нейтральной [4].

В почве могут присутствовать практически все элементы периодической таблицы Д. И. Менделеева. Среди них количественно преобладают кислород, кремний, железо, кальций, натрий, калий, углерод и хлор. Из химических элементов, входящих в небольших количествах в минеральный состав почвы (микроэлементов), содержатся фтор, йод, медь, цинк, марганец, кобальт, молибден и другие микроэлементы [9, 17].

Растения усваивают азот и зольные элементы из почвы в форме минеральных солей. При этом используются как восстановленные (соли аммония), так и окисленные (соли азотной кислоты) соединения азота [19].

Растения могут усваивать и относительно простые органические азот- и фосфорсодержащие вещества, такие как аминокислоты и фитин, но практическое их значение в питании невелико [8, 19].

Для повышения содержания в почве таких жизненно важных элементов, как калий, азот и фосфор, вносят минеральные удобрения. Эффективность удобрений зависит от климатических условий и состояния почвенного покрова. Уровень плодородия почвы, состояние питательного режима, ее трансформационные возможности в отношении доступности вносимых удобрений для возделываемых растений – все это оказывает существенное влияние на выбор видов удобрений [2, 26].

Важнейшей составляющей частью почвы является органическое вещество, которое представляет собой сложное сочетание растительных и животных остатков, находящихся на различных стадиях разложения, и специфических почвенных органических веществ, называемых гумусом. Потенциальным источником органического вещества считают все компоненты биоценоза, которые попадают в почву (отмирающие микроорганизмы, мхи, лишайники, животные и т. д.), но ос-

новным источником накопления гумуса в почвах служат зеленые растения, которые ежегодно оставляют в почве и на ее поверхности большое количество органического вещества. Биологическая продуктивность растений широко варьирует и находится в пределах от 1-2 т/год сухого органического вещества (тундра) до 30-35 т/год (влажные субтропики) [1, 18, 25].

Растительный опад различается не только количественно, но и качественно. Химический состав органических веществ, поступающих в почву, очень разнообразен и во многом зависит от типа отмерших растений. Большую часть их массы составляет вода (75-90 %). В состав сухого вещества входят углеводы, белки, жиры, воски, смолы, липиды, дубильные вещества и другие соединения. Подавляющее большинство этих соединений – высокомолекулярные вещества. Основная часть растительных остатков состоит, главным образом, из целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина и дубильных веществ, при этом наиболее богаты ими древесные породы. Белка больше всего содержится в бактериях и бобовых растениях, наименьшее его количество обнаружено в древесине [12, 19, 27].

Превращение органических остатков в гумус – сложный биохимический процесс, совершающийся в почве при непосредственном участии микроорганизмов, животных, кислорода воздуха и воды. В этом процессе главная и решающая роль принадлежит микроорганизмам, которые участвуют во всех этапах образования гумуса, чему способствует огромная населенность почв микрофлорой. Животные, населяющие почву, тоже активно участвуют в превращении органических остатков в гумус. Насекомые и их личинки, дождевые черви измельчают и перетирают растительные остатки, перемешивают их с почвой, заглатывают, перерабатывают и выбрасывают неиспользованную часть в виде экскрементов в толщу почвы [2, 4, 26].

Биологические факторы определяются активностью почвенных микроорганизмов, состав которых зависит от генетических свойств почвы и их сельскохозяйственного использования. К биологическим факторам относятся также чистота почвы от сорняков, вредителей и возбудителей болезней.

Как отмечалось выше, на плодородие почвенного покрова значительное влияние оказывают живые организмы, чья жизнедеятельность тесно связана с почвой: это сами растения, почвенная фауна и микрофлора (микроорганизмы, населяющие почву). Растения оказывают на почву различное влияние как при вегетации (круговорот веществ в почве, физическое рыхление корнями и др.), так и после – состав и структура растительного опада, обогащающего почвенное плодородие [7, 12].

При возделывании плодовых растений в почве происходят одновременно два противоположных процесса: синтез и накопление органического вещества, а также и его разрушение. Интенсивностью обоих процессов и их соотношением определяются влияние данной культуры на почву. Если конечный результат положительный, за культурой признается свойство улучшать плодородие почвы, и наоборот. На процесс разрушения органического вещества влияют не столько сами культуры, но и приемы их возделывания [12].

Под почвенной фауной понимают организмы, которые обитают в течение существенной части своего жизненного цикла в почве. Фауна – важный компонент почвы; в хорошо окультуренной почве общая масса живых организмов может достигать 10 т/га. Выделяют следующие функции почвенной фауны: разложение органического вещества почвы, участие в биогеохимических циклах основных элементов, первичная продуктивность и структура почвенного покрова, а также регуляция водного обмена, эрозии и вредителей.

Одна из функций почвенных организмов – создание прочной комковатой структуры почвы пахотного слоя. Последнее в решающей степени определяет водно-воздушный режим почвы и создает условия для ее высокого плодородия [3, 7].

Почвенные организмы выделяют в процессе жизнедеятельности различные физиологически активные соединения, способствуют переводу одних элементов в подвижную форму и, наоборот, закреплению других в недоступную для растений форму.

В обрабатываемой почве функции почвенных организмов сводятся к поддержанию оптимального питательного режима (частичное закрепление минеральных элементов с последующим освобождением), оструктуриванию почвы, устранению неблагоприятных экологических условий в почве. Почвенная фауна способствует перемещению веществ по профилю почвы, тщательному перемешиванию органической и минеральной части почвы [3, 7, 13].

Плодородие почвы в значительной степени определяется ее фитосанитарным состоянием, т. е. чистотой от сорняков, вредителей, болезнетворных организмов, а также токсических веществ. Фитотоксичность почвы может быть обусловлена накоплением физиологически активных веществ, таких как фенольные соединения, органические кислоты, альдегиды, спирты и др. При низких концентрациях фитотоксических веществ в почве может обнаруживаться стимулирующий эффект, но при увеличении их содержания наступает сильное угнетение прорастания семян и роста деревьев черешни [24].

Основные источники образования и поступления токсических веществ – корневые выделения растений, растительные остатки и

продукты метаболизма некоторых групп микроорганизмов. Наиболее интенсивно фитотоксические вещества накапливаются при возделывании на одном месте однородных или близких культур, или при создании в почве анаэробных условий [20].

Заключение. Таким образом, современная высокоинтенсивная технология возделывания черешни в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь возможна только на плодородных почвах. Основными факторами высокого плодородия почвы для возделывания черешни являются биологические, агрохимические и агрофизические показатели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013–2016 гг.) / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевича; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 275 с.
2. Анализ результатов оценки плодородия почв сельскохозяйственных земель Беларуси по административным районам / Л. И. Шибут [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 1 (62). – С. 7-14.
3. Бабук, В. И. Влияние факторов внешней среды на жизнедеятельность плодовых растений / В. И. Бабук // Плодоводство. – Москва, 1991. – С. 67-76.
4. Биологические методы восстановления плодородия деградированных почв южной лесостепи Республики Башкортостан / А. Н. Хасанов [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – № 11 (211). – С. 118-124.
5. Ворончихина, А. Я. Черешня / А. Я. Ворончихина. – Воронеж: Центрально-Черноземное книжное издательство, 1975. – 24 с.
6. Генкель, П. А. Физиология жаро- и засухоустойчивости: монография / П. А. Генкель. – М., 1982. – 407 с.
7. Дояренко, А. Г. Факторы жизни растений / А. Г. Дояренко. – М.: Колос, 1966. – 280 с.
8. Дышко, В. Н. Управление плодородием почв: курс лекций для аспирантов / В. Н. Дышко. – Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2014. – 87 с.
9. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств: методика, технология, практика / Г. М. Мороз [и др.]; под ред. Г. М. Мороза, В. В. Лапы. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 208 с.
10. Колесникова, А. Ф. Вишня. Черешня / А. Ф. Колесникова. – Харьков: Фолио; М.: АСТ, 2003. – 255 с.
11. Лактионов, К. С. Частное плодоводство. Косточковые культуры / К. С. Лактионов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 124 с.
12. Ларионов, Ю. С. Альтернативные подходы к современному земледелию и наращиванию плодородия почв (новая парадигма) / Ю. С. Ларионов // Экология и природопользование. – 2013. – № 7. – С. 49-60.
13. Повышение плодородия почв и применение удобрений: материалы международной научно-практической конференции (Минск, 14 февраля, 2019 года) / [редкол.: В. В. Лапа (гл. ред.) и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 157 с.
14. Покровская, А. С. Черешня в Дагестане / А. С. Покровская // Садоводство. – 1976. – № 8. – С. 37-38.
15. Постухова, Н. Д. Физико-химический и биологический анализ почвы и ее плодородия в сельскохозяйственной биотехнологии / Н. Д. Постухова. – СПб: Университет ИТМО, 2019. – 34 с.
16. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие / под ред. Г. И. Кузнецова, Н. И. Смеяна. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.

17. Програма мерапрыяццяў па захаванню і павышэнню плодородия почв в Рэспубліке Беларусь на 2011–2015 гг. / В. Г. Гусакоў [і др.]; НАН Беларусі, МСХП РБ, Госкоми-мучства, Ін-т почваведання і агрохіміі; пад рэд. В. Г. Гусакава. – Мінск: Ін-т почва-ведання і агрохіміі, 2010. – 106 с.
18. Савіч, В. І. Градыент фізічных палей і свайств почв как фактор плодородия / В. І. Савіч, Д. Н. Нікіточкін, Д. С. Скрыбіна // Агрэхімічны вестнік. – 2013. – № 5. – С. 16-18.
19. Савіч, В. І. Фізіка-хімічныя асновы плодородия почв / В. І. Савіч. – М.: РГАУ-МСХА ім. К. А. Тіміразева, 2013. – 431 с.
20. Савіч, В. І. Поголітальная спосабы караневых сістэм как фактор карэктыворкі мадэляў плодородия почв / В. І. Савіч, Д. Н. Нікіточкін, Г. В. Богамедава // Плодо-родіе. – 2013. – № 3. – С. 20-22.
21. Третьяк, К. Д. Черешня / К. Д. Третьяк, В. П. Логвінов, В. М. Азарова. – Кіев: Урожай, 1977. – 92 с.
22. Федоров, А. В. Косточковые культуры: учебное пособие / А. В. Федоров, Л. А. Несмелова, А. В. Нікіціна. – Іжевск: УдГАУ, 2022. – 120 с.
23. Юшков, А. Н. Селекція плодовых растений на устойчыўсць к абіотычным стрессорам / А. Н. Юшков. – Мічурынск: Федэральны навучны цэнтр ім. І. В. Мічурына, 2019. – 332 с.
24. Плодоводство: учебное пособие для вузов / Н. П. Кривоко [і др.]. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: 2024. – 416 с.
25. Земледелие: учебник для вузов / Н. С. Матюк [і др.]. — 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 268 с.
26. Никифоров, М. И. Земледелие: учебное пособие / М. И. Никифоров, И. Н. Белоус, В. М. Никифоров. – Брянск: Брянский ГАУ, 2018. – 190 с.
27. Ермоленков, В. В. Земледелие: учебник для студентов агрономических специальностей учреждений, обеспечивающих получение высшего с.-х. образования / В. В. Ермоленков; под ред. В. В. Ермоленкова, В. Н. Прокоповича. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2006. – 463 с.

УДК 632.937.14:635.142:631.589.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ГРИБОВ РОДА TRICHODERMA ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПЕТРУШКИ В УСЛОВИЯХ ПРОТОЧНОЙ ГИДРОПОНИКИ

Д. В. Войтка, А. В. Михнюк

РУП «Институт защиты растений»

аг. Прилуки, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 223011,

аг. Прилуки, ул. Мира, 2; e-mail: belizr@inbox.ru)

***Ключевые слова:** биопрепараты, Trichoderma, петрушка, проточная гидропоника, корневая гниль, эффективность.*

***Аннотация.** Оценена эффективность моно- и многоштаммовых биологических препаратов на основе грибов рода Trichoderma. Применение препарата биологического Фунгилекс, Ж на основе штамма Trichoderma sp. D-11 и препарата Триходерма-Микропро, ВРП на основе консорциума штаммов Trichoderma harzianum и Trichoderma longibrachiatum обеспечивает защитный*

эффект в контроле корневой гнили. Показано, что применение биоагентов позволяет получить биологическую эффективность до 70,5 % и сохранить 145,3-172,6 г/м² зеленой массы петрушки.

THE EFFECTIVENESS OF BIOLOGICAL PREPARATIONS BASED ON TRICHODERMA GENUS FUNGI IN THE CULTIVATION OF PARSLEY UNDER FLOWING HYDROPONICS CONDITIONS

D. V. Voitka, A. V. Mikhniuk

RUE «Institute of Plant Protection»

Priluki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 223011, Priluki,

2 Mira sr.; e-mail: belizr@inbox.ru)

Key words: *biopreparations, Trichoderma, parsley, flowing hydroponic, root rot, effectiveness*

Summary. *The effectiveness of mono- and multi-strain biological preparations based on Trichoderma genus fungi has been evaluated. The use of the biological Fungilex, L preparation based on the Trichoderma asperellum D-11 strain and the Trichoderma-Mycopro preparation, WSP based on a consortium of Trichoderma harzianum and Trichoderma longibrachiatum strains provides a protective effect in the control of root rot. It has been shown that the use of bioagents has allowed obtaining biological efficiency of up to 70,5 % and preserving 145,3-172,6 g/m² of green mass of parsley.*

(Поступила в редакцию 17.06.2025 г.)

Введение. Круглогодичное обеспечение населения свежей зеленой продукцией является важной социально-экономической задачей. В Беларуси для данной цели в защищенном грунте созданы и продолжают создаваться конвейеры по выращиванию зеленных культур способом проточной гидропоники, имеющей высокую экономическую эффективность и обеспечивающей круглогодичную поставку продукции. Проточная гидропоника – это способ выращивания зеленных культур, при котором питательный раствор минеральных солей непрерывно циркулирует вокруг корней растений, обеспечивая их необходимыми веществами. С одной стороны, данный способ выращивания позволяет получать высокие урожаи при минимальном расходе ресурсов – воды и питательных веществ. С другой стороны, несмотря на соблюдение всех необходимых агротехнических и фитосанитарных мероприятий, учитывая многократность использования питательного раствора в системе циркуляции, существует высокий риск быстрого распространения фитопатогенных микроорганизмов, особенно возбудителей корневой гнили.

Среди зеленных культур, выращиваемых способом проточной гидропоники, значительный сегмент составляет петрушка (*Petroselinum*

crispum Mill. Fuss). Она является важным источником витаминов (про-витамина А, В₁, В₂, К, С, РР), флавоноидов, эфирных масел, клетчатки и, благодаря этому, представляет высокую пищевую ценность [1, 2].

Петрушка, выращиваемая способом проточной гидропоники, показывает повышенную чувствительность к фитосанитарному состоянию субстрата и гидропонного питательного раствора и поражается фитопатогенными микроорганизмами уже на стадии всходов. Значительный ущерб растениям приносит корневая гниль, провоцирующая снижение товарных качеств, снижение пищевой ценности, а при сильном развитии – значительные потери урожая [6, 7]. Известно, что в патогенезе корневой гнили петрушки ведущую роль играют грибы *Fusarium oxysporum*, представители рода *Alternaria*, а также оомицет *Pythium debaryanum* [6].

В связи с коротким вегетационным периодом и непосредственным употреблением свежей зелени в пищу применение химических пестицидов на зеленных культурах запрещено. В связи с этим альтернативой, обеспечивающей контроль фитопатологической ситуации, являются биологические препараты на основе микроорганизмов-антагонистов.

Грибы рода *Trichoderma* при выращивании петрушки стимулируют рост растений, улучшают усвоение питательных веществ, обеспечивают защиту от болезней, повышают питательную ценность зелени [9].

На РУП «Институт защиты растений» разработан препарат биологический Фунгилекс, Ж на основе высокоактивного штамма почвенного гриба-антагониста *Trichoderma* sp. D-11, показывающий высокий защитный эффект при выращивании зеленных культур способом проточной гидропоники [5]. Современные условия сельскохозяйственного производства требуют расширения спектра эффективных биопрепаратов. В связи с этим нами проведена сравнительная оценка эффективности биологических препаратов на основе грибов-антагонистов рода *Trichoderma* – моноштаммового препарата биологического Фунгилекс, Ж и препарата на основе консорциума штаммов – Триходерма-Микропро, ВРП.

Цель работы – оценить биологическую и хозяйственную эффективность биологических препаратов на основе грибов-антагонистов рода *Trichoderma* при выращивании петрушки защищенного грунта в условиях проточной гидропоники.

Материал и методика исследований. Исследования проводили в производственных условиях сельскохозяйственного филиала «Весна-энерго» РУП «ВитебскЭнерго», Витебская область, Полоцкий район,

д. Черноручье-1 на петрушке листовой обыкновенной сорта Листовая, выращиваемой способом проточной гидропоники, в двух ротациях.

Оценивали эффективность следующих биологических препаратов на основе грибов рода *Trichoderma*: Триходерма-Микопро, ВРП (консорциум штаммов *Trichoderma harzianum* и *Trichoderma longibrachiatum* с общим титром не менее 1×10^8 КОЕ/г), ООО «Микопро», Россия и препарата биологического Фунгилекс, Ж (титр не менее 1 млрд жизнеспособных спор/мл (*Trichoderma asperellum* D-11)), РУП «Институт защиты растений», Беларусь.

Технология применения биологических препаратов включала двукратное внесение в субстрат – при приготовлении торфосубстрата перед посевом семян и при выставлении горшочков с растениями на линию проточной гидропоники. Препараты применяли в следующих нормах расхода: Триходерма-Микопро, ВРП – 200 мл/1 л воды/10 л торфосубстрата, 2 мл/50 мл воды/горшочек; препарат биологический Фунгилекс, Ж – 100 мл/1 л воды/10 л торфосубстрата; 1 мл/50 мл воды/горшочек. Контрольный вариант – без использования препаратов.

Сроки применения препаратов в первой ротации – внесение препарата в торфосубстрат перед посевом семян – 15.01.2025, полив рабочей жидкостью непосредственно перед выставлением растений на линию проточной гидропоники – 23.01.2025, во второй ротации – 20.02.2025 и 26.02.2025 соответственно.

Распространенность болезни (процент пораженных растений) рассчитывали по формуле: $P = (n \times 100) : N$, где P – распространенность болезни, %; n – количество больных растений в пробах, экземпляров; N – общее количество растений в пробах, экземпляров.

Развитие болезни вычисляли по формуле: $R = (\sum ab \times 100) : (N \times k)$, где R – развитие болезни, %; ab – произведение числа растений (a) на соответствующий им балл поражения (b); N – количество взятых для учета растений, листьев, плодов, клубней и т. д., экземпляров; k – наивысший балл шкалы, по которой делалась оценка поражения в опыте.

Биологическую эффективность рассчитывали по показателю развития болезни по формуле: $БЭ = (П_k - П_0) \times 100 : П_k$, где $БЭ$ – биологическая эффективность, %; $П_k$ – процент развития в контроле; $П_0$ – процент развития в опытном варианте.

В экспериментах оценивали биометрические показатели растений (длину корня, длину стебля, количество стеблей на одном растении), распространенность и развитие болезней, рассчитывали биологическую эффективность, урожайность согласно общепринятым методикам [3, 4].

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа, используя пакет статистической обработки данных MS Excel.

Результаты исследований и их обсуждение.

Механизм активности грибов рода *Trichoderma* в аспекте регуляции численности патогенов основывается на снижении уровня развития потенциального инокулюма патогена до заражения, что на зеленых культурах обеспечивается внесением биопрепаратов перед посевом семян в процессе приготовления торфосубстрата, а также воздействием на инфекционный процесс, приводящем к исключению или подавлению возбудителя и снижению развития болезни, что реализуется путем полива растений при выставлении на линию проточной гидропонники.

В результате исследований установлено, что применение препаратов на основе грибов-антагонистов рода *Trichoderma* позволило эффективно сдерживать развитие корневой гнили петрушки листовой обыкновенной. Так, при распространенности болезни в контроле в двух ротациях 90,6-91,1 % при развитии 49,5-50,4 % применение биологических препаратов позволило получить биологическую эффективность 66,7-70,5 % для препарата Триходерма-Микопро, ВРП и 60,7-66,2 % для препарата биологического Фунгилекс, Ж (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние биологических препаратов на основе грибов рода *Trichoderma* на развитие корневой гнили петрушки листовой обыкновенной

Вариант опыта	Р, %		R, %		БЭ, %	
	Ротация		Ротация		Ротация	
	1	2	1	2	1	2
Контроль	91,1	90,6	49,5	50,4	-	-
Триходерма-Микопро, ВРП	49,8	56,4	14,6	16,8	70,5	66,6
Препарат биологический Фунгилекс, Ж	55,7	62,5	16,7	19,8	66,2	60,7

Примечание – Р – распространенность болезни, R – развитие болезни, БЭ – биологическая эффективность

Фитопатологический анализ показал, что доминирующими фитопатогенными микромицетами на корнях петрушки при проведении экспериментальных исследований были грибы рода *Fusarium*. Также отмечено присутствие грибов рода *Alternaria*. Это согласуется с данными исследований по изучению возбудителей корневой гнили петрушки [6].

При оценке биометрических показателей зафиксировано ростостимулирующее действие биологических препаратов. Использование биоагентов способствовало в сравнении с контролем статистически достоверному увеличению длины корня на 2,1-2,2 см, длины стебля на

2,3-2,5 см, показатель «количество стеблей на растении» также превышал контрольный (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние биологических препаратов на основе грибов рода *Trichoderma* на биометрические показатели петрушки листовой обыкновенной

Вариант опыта	Длина корня, см		Длина стебля, см		Количество стеблей на одном растении, шт.	
	Ротация		Ротация		Ротация	
	1	2	1	2	1	2
Контроль	5,2	5,6	15,5	15,8	2,6	2,7
Триходерма-Микопро, ВРП	7,3	7,8	18,0	18,1	3,5	3,5
Препарат биологический Фунгилекс, Ж	7,0	7,5	17,9	17,9	3,4	3,4
НСР ₀₅	0,21	0,15	0,20	0,25	0,05	0,05

По показателю «длина корня» отмечена статистически значимая разница между биологическими препаратами – увеличение показателя составило 71-75 %. Varroso F.M. с соавторами также отмечают значительный стимулирующий эффект на развитие корневой системы петрушки коммерческих штаммов *Trichoderma* spp. [8].

Наличие защитного и ростостимулирующего эффекта у биологических препаратов позволило сохранить 158,3-172,6 г/м² зеленой массы при применении препарата Триходерма-Микопро, ВРП и 145,3-148,6 г/м² при использовании препарата биологического Фунгилекс, Ж, что составило к контролю до 11,6 и 10,0 % соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние биологических препаратов на основе грибов рода *Trichoderma* на урожайность петрушки листовой обыкновенной

Вариант опыта	Урожайность			
	1 ротация		2 ротация	
	Масса зеленой части, г/м ²	% к контролю	Масса зеленой части, г/м ²	% к контролю
Контроль	1451,6	-	1485,2	-
Триходерма-Микопро, ВРП	1609,9	+10,9	1657,8	+11,6
Препарат биологический Фунгилекс, Ж	1596,9	+10,0	1633,8	+10,0
НСР ₀₅	2,06	-	1,94	

Заключение.

Проведенные исследования подтверждают эффективность использования грибов рода *Trichoderma* в контроле болезней зеленных культур. Установлено, что как моноштаммовый препарат биологический Фунгилекс, Ж, так и препарат на основе консорциума штаммов

грибов-антагонистов рода *Trichoderma* Триходерма-Микопро, ВРП эффективно ограничивают распространённость и развитие корневой гнили петрушки, выращиваемой в защищенном грунте в условиях проточной гидропонии. Использование биопрепаратов позволяет достичь биологической эффективности в защите культуры на уровне 60,7-70,5 %. Защитное действие наряду с ростостимулирующим эффектом обеспечило сохранение до 11,6 % урожая зеленой массы зелени петрушки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биохимическая характеристика сортов петрушки различных разновидностей (*Petroselinum crispum* [Mill.] Nym. ex A.W. Hill.) / А. В. Молчанова [и др.] // Овощи России. – 2019. – № 3. – С. 74-79.
2. Елисеева, Т. Петрушка (лат. *Petroselinum crispum*) / Т. Елисеева, А. Ямпольский / Journal.edaplus.info. – Журнал здорового питания и диетологии. – 2020. – No. 2 (12). – С. 1-17.
3. Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней: методические указания РУП «Институт защиты растений» / сост. Л. И. Прищепа [и др.]. – МОУП «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного», 2008. – 56 с.
4. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Институт защиты растений». – Минск: Колорград, 2024. – 462 с.
5. Применение препарата биологического фунгилекса для защиты зеленных культур, выращиваемых способом проточной гидропонии, от болезней (методические рекомендации) / Д. В. Войтка, Е. К. Юзефович. – РУП «Институт защиты растений». – Минск, 2014. – 28 с.
6. Юзефович, Е. К. Фитопатологическая ситуация на зеленных культурах, выращиваемых способом проточной гидропонии в Беларуси, и видовой состав возбудителей корневой гнили / Е. К. Юзефович, Д. В. Войтка // Земледелие и защита растений. – № 5. – Минск, 2013. – С. 41-45.
7. Юзефович, Е. К. Корневая гниль зеленных культур / Е. К. Юзефович, Д. В. Войтка // Белорусское сельское хозяйство: ежемесячный науч.-практ. журнал. – 2016. – № 2(166). – С. 58-60.
8. Growth promotion of parsley (*Petroselinum crispum* L.) using commercial strains of *Trichoderma* spp. / F. M. Barroso [et al.] // J. of Agricultural Science. – 2019. – Vol. 11. – No. 4. – P. 493-499.
9. Improvement of nutraceutical value of parsley leaves (*Petroselinum crispum*) upon field applications of beneficial microorganisms / A. Staropoli [et al.] // Horticulturae. – 2021. – Vol. 7 (281). – P. 1-12.

УДК 633.15 : 631.1 (003.13)

АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕР И ГЕРБИЦИДОВ ПРОТИВ СОРНЯКОВ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ БЕЛАРУСИ

Д. Н. Володькин, М. М. Мелешкевич, А. Н. Зеления

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 222160,

г. Жодино, ул. Тимирязева, 1)

Ключевые слова: кукуруза, междурядная обработка, гербицид, засоренность, урожайность, экономическая эффективность.

Аннотация. В статье представлена хозяйственная и экономическая эффективность применения различных гербицидов и агротехнических мер борьбы против сорной растительности в посевах кукурузы по результатам полевых исследований в 2022-2023 гг. Показано, что при возделывании кукурузы на силос и зерно на дерново-подзолистой супесчаной почве с наличием в посевах как малолетних сорняков, так и пырея ползучего наибольший чистый доход 1254,0-1482,0 руб./га и рентабельность 44,2-54,7 % обеспечил гербицид Фултайм, МД в норме 1,25 л/га, в фазу 4-5 листьев культуры. Незначительно уступали ему по этим показателям варианты с внесением Санкор, ВДГ, где чистый доход и рентабельность были ниже на 170,5-260 руб./га и на 5,2-8,2 %, у варианта с использованием гербицида Люмакс, СЭ (3,5 л/га) данные показатели составили: чистый доход – ниже на 179-243 руб./га, а рентабельность – на 6,9-9,4 %. Использование только двух междурядных обработок без гербицидов приводит к отрицательному экономическому результату с чистым доходом -1086,2 и -1360,6 руб./га и рентабельностью -47,8 и -62,7 %.

AGROECONOMIC EFFICIENCY OF THE USE OF AGRICULTURAL MEASURES AND HERBICIDES AGAINST WEEDS IN CORN CROPS IN THE CENTRAL ZONE OF BELARUS

D. Volodkin, M. Meleshkevich, A. Zelenia

RUE «Research and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Livestock Breeding»

Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222160, Zhodino, 1 Timiryazeva st.)

Key words: corn, inter-row processing, herbicide, contamination, yield, economic efficiency.

Summary. The article presents the economic efficiency of the use of various herbicides and agrotechnical measures of the struggle against weed vegetation in corn crops according to the results of field research in 2022-2023. It is shown that on sod-podzolic sandy soil when using corn on silos and grain, in the crops of which

there are both juvenile weeds and perennial cereals of the largest net income of 1254,0-1482,0 rubles/ha and profitability of 44,2-54,7 % provided by the Herbicide Fultim, MD, at normal, in the norm The phase of 4-5 leaves of culture. The options with the introduction of Sankor, the VDG, where pure income and profitability were slightly inferior to him, were lower than 170,5-260 rubles/ha and 5,2-8,2 %, the option using Herbicide Lumax, SE (3,5 l/ha) these indicators were-pure income below 179-243 rubles/ha, and profitability by 6,9-9,4 %. The use of only two inter -row processing without herbicides leads to a negative economic result with a net income -1086,2 and -1360,6 rubles/ha and profitability -47,8 and -62,7 %.

(Поступила в редакцию 04.06.2025 г.)

Введение. В настоящее время посе́вы, занятые кукурузой, сильно засорены, что отрицательно влияет на рост и развитие, а тем самым и на получение будущего урожая. Сорная растительность ухудшает корнеобитаемый слой почвы, водный и световой режимы, потребляет большое количество питательных веществ, необходимых для культурного растения. Для получения высоких и стабильных урожаев кукурузы является важным созданием для роста растений бесконкурентной среды. Конкурентная способность у кукурузы в начальный период роста и развития растений в несколько раз меньше, чем у других культур [1]. Уничтожение сорняков на самых ранних стадиях развития растений кукурузы – наиболее важный и необходимый элемент технологии возделывания кукурузы. Если во время вегетации кукурузы никакой борьбы с сорняками не проводилась, то это приводит к значительному снижению урожайности, которое в почвенно-климатических условиях Беларуси может достигать у кукурузы 90 % [2]. Наиболее рациональный механизированный уход за посевами состоит из довсходового и послевсходового боронования и двух междурядных обработок, предусматривающих обязательное применение дополнительных приспособлений к пропашным культиваторам для уничтожения сорняков в защитных зонах рядков кукурузы [3]. Применение гербицидов дает возможность выполнить работы по уничтожению сорной растительности своевременно, быстро и на больших площадях. Несмотря на то, что химический метод часто более эффективен и экономически выгоден, чем агротехнический, он требует больших денежных затрат, поэтому выбор гербицидов должен быть обоснован в зависимости от видового состава сорняков и степени засоренности полей [4]. Поэтому актуальным вопросом является изучение влияния агротехнических приемов и различных гербицидов на засоренность посевов и урожайность кукурузы с целью выявления оптимальных вариантов защиты культуры от сорного агрофитоценоза. Эффективность использования агротехнических и химических методов борьбы с сорной растительностью в посевах гибридов кукурузы на зерно и силос вместе с оценкой урожайности культуры должна сопровождаться и экономическим анализом.

Цель исследования – изучить агроэкономическую эффективность агротехнических и химических методов борьбы с сорным агрофитоценозом в посевах кукурузы в условиях центральной зоны Беларуси.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводились в 2022-2023 гг. на опытном участке Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию на дерново-подзолистой супесчаной почве, развивающейся на связных пылеватых супесях, подстилаемых моренным суглинком с глубины 0,4-0,9 м. Агрохимическая характеристика опытного участка следующая: рН – 6,05, гумус – 2,24 %, P₂O₅ – 180 мг/кг, K₂O – 257 мг/кг. Предшественником являлась кукуруза. Навоз КРС в дозе 50 т/га вносился под предшественник. Подготовка почвы: осенью – зяблевая вспашка, весной – дискование, культивация с боронованием и предпосевная культивация АКШ. Внесение минеральных удобрений: осенью – фосфорных (P₄₅ кг/га д. в.) в виде аммонизированного суперфосфата и калийных (K₁₁₀) в виде хлористого калия, весной – азотных в виде карбамида (N₁₄₀). Схема опыта включала 5 вариантов (таблица 1). Закладка опыта проведена 28 и 24 апреля, всходы отмечены 20 и 12 мая. Способ сева широкорядный, ширина междурядий – 70 см. Густота стояния растений – 80 тыс./га. Гербициды внесены в 4-5 листьев кукурузы при солнечной погоде и дневной температуре воздуха 19-20 °С. Даты проведения учетов: перед внесением гербицидов и проведением междурядной обработки, через месяц после внесения гербицидов и через 2 месяца после применения гербицидов в период максимального нарастания массы сорняков. Площадь опытной делянки – 27 м². Расположение делянок систематическое, повторность 4-кратная. Объект исследований – гибрид кукурузы Дарьян. Учет урожая проводили со всей делянки вручную 8 сентября 2022 г. и 19 сентября 2023 г.

Таблица 1 – Схема опыта

№ вар.	Вариант опыта	Доза препарата, л(кг)/га	Срок обработки
1	Контроль (без гербицидов)	–	–
2	Две междурядные обработки без гербицидов	–	1) 4-5 листьев кукурузы 2) 7-8 листьев кукурузы
3	Люмакс, СЭ (С – метолахлор, 375 г/л + тербутилазин, 125 г/л + мезотрион, 37,5 г/л)	3,5	в фазу 4-5 листьев
4	Санкор, ВДГ (римесульфурон, 43 г/кг + никосульфурон, 120 г/кг + мезотрион, 400 г/кг)	0,3	в фазу 4-5 листьев
5	Фултайм, МД (мезотрион, 75 г/л + никосульфурон, 37,5 г/л + пиклорам 17,5 г/л)	1,25	в фазу 4-5 листьев

В апреле и мае 2022 г. зафиксирована холодная погода (на 2,1 °C ниже многолетнего значения). Осадков в апреле выпало 102 мм, или 2,5 нормы, в мае – 94 мм, или 1,5 нормы. В последующем теплая погода в июне (19,0 °C) и умеренное количество осадков (86 % от нормы) обеспечили хороший рост растений кукурузы. В июле температурный и водный режимы находились в пределах многолетних значений, что благоприятно сказалось на росте и развитии растений. Однако жаркая погода с отсутствием осадков, начиная со второй декады августа, привели к отмиранию листьев: вначале – нижних, а к концу месяца у некоторых гибридов – и верхних. Кроме того, 6, 7 и 9 сентября отмечались ночные заморозки, также приведшие к частичному отмиранию листьев. Сумма эффективных температур (выше 10 °C) с мая по сентябрь в 2022 г. составила 915 °C при норме 896 °C, по данным метеостанции Борисов выпало 352 мм осадков при норме 370 мм.

Среднесуточная температура воздуха в апреле 2023 года оказалась на 1,3 °C выше многолетнего значения. Осадков выпало 25,7 мм, или 63 % от нормы. В мае среднесуточная температура воздуха соответствовала норме (13,2 °C), а осадков выпало лишь 8 % от нормы. Июнь оказался теплым, но также с дефицитом осадков (32 % от нормы), что к концу месяца повлекло за собой сильное снижение содержания влаги в почве до уровня мертвого запаса. По этой причине рост растений кукурузы практически прекратился. В июле погода была умеренно теплой с удовлетворительным выпадением и распределением осадков (80 % от нормы), что способствовало хорошему формированию початка. Однако дефицит влаги сохранялся до конца вегетационного периода, что вызвало преждевременное усыхание растений. Сумма эффективных температур (выше 10 °C) с мая по сентябрь в 2023 г. составила 1148 °C при норме 896 °C, осадков по данным метеостанции Борисов выпало 181 мм при норме 370 мм.

Исследования выполнялись в соответствии с методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами [5]. Статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [6].

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что в 2022-2023 гг. в исследуемых вариантах перед внесением гербицидов и проведением междурядной обработки из двудольных сорняков преобладали марь белая, звездчатка средняя, галинзога мелкоцветная, пастушья сумка, щирица запрокинутая, а из однодольных – пырей ползучий, просо куриное, мятлик однолетний. Удельную долю в сорном ценозе двудольных сорняков составила в среднем за 2 года исследований 76,5 %, а однодольных – 5,7 %, в т. ч. стеблей пырея ползучего – 16,9 %.

Количество сорняков и их сырая масса через 60 дней после обработки в период максимального нарастания сорняков в варианте с внесением препарата Фултайм была (12,0 и 177,0 г/м²), Санкор (38,2 и 350,0 г/м²). Засоренность в варианте с гербицидом Люмакс составила 177,9 и 437,2 г/м², из которых 157,3 и 191,4 г/м² составили стебли пырея ползучего, на который данный препарат не оказывает токсического действия.

Поскольку контроль и вариант с двумя междурядными обработками были худшими во все годы исследований, то и в среднем за 2 года они показали самую низкую урожайность зеленой массы (45,1 и 143 ц/га соответственно). Применение гербицидов позволяет в 9,4-9,7 раза повысить относительно контрольного варианта урожайность зеленой массы, что не в состоянии были сделать две междурядные обработки, где урожайность повысилась только в 3,2 раза. Самая высокая урожайность зеленой массы кукурузы отмечена в варианте с применением Фултайм (436 ц/га). Несущественно уступили ему варианты с внесением препарата Санкор (423 ц/га) и Люмакс (432 ц/га) соответственно.

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность применения гербицидов в посевах кукурузы, среднее за 2022-2023 гг.

Вариант	Густота стояния растений, тыс./га	Урожайность зеленой массы, ц/га	Сбор сухого вещества, ц/га	Урожайность зерна 14%-й влажности, ц/га
Контроль (без гербицидов)	73	45	14,0	3,3
Две междурядные обработки без гербицидов	79	143	43,3	14,7
Люмакс, СЭ 3,5 л/га	82	432	158	72,3
Санкор, ВДГ 0,3 кг/га	81	423	155	70
Фултайм, МД 1,25 л/га	81	436	164	76,2
НСР ₀₅		41	19,6	10,0

Сбор сухого вещества в вариантах с химической защитой посевов от сорняков составил 155-164 ц/га с несущественной разницей между ними. Контроль и вариант с двумя междурядными обработками показали результат 14,0 и 43,3 ц/га соответственно. Аналогичная картина отмечается и по урожайности зерна, где ее величина колебалась в пределах 70-76,2 ц/га с применением гербицидов и без их использования – 3,3-14,7 ц/га.

Таким образом, при смешанном типе засорения однолетними и многолетними сорняками высокую биологическую и хозяйственную эффективность показали гербициды на основе производных сульфонилмочевины – Санкор, ВДГ (римсульфурон, 43 г/л + никосульфурон, 120 г/л + мезотрион, 400 г/л) и Фултайм, МД (мезотрион,

75 г/л + никосульфурон, 37,5 г/л + пиклорам, 17,5 г/л), которые сравнивались с гербицидом почвенного действия Люмакс (С-метолахлор, 375 г/л + тербутилазин, 125 г/л + мезотрион, 37,5 г/л) по действию не только на сорные, но и культурные растения, поскольку являются противозлаковыми.

При выращивании кукурузы на силос и зерно основной удельный вес (в среднем 35,7-37,6 % в вариантах с гербицидами и 44,5-46,7 % в варианте с двумя междурядными обработками) в структуре затрат занимают удобрения (таблица 3). Затем следуют горюче-смазочные материалы (14,6-19,2 % при применении гербицидов) и затраты на амортизационные отчисления и текущий ремонт (22,5-21,0 %). Несколько меньше затрат приходится на покупку семян (4,2-4,4 % от общих затрат в вариантах с гербицидами). Оплата труда и гербициды занимают меньше всего расходов (12,0-3,3 % и 4,9-5,4 % соответственно).

Таблица 3 – Структура затрат при выращивании кукурузы с использованием гербицидов и междурядной обработки, руб./га

Вариант	Оплата труда	ГСМ/ ГАЗ	Пестициды	Семена	Удобрения	Амортизация и текущий ремонт	Накладные и прочие расходы
на силос							
Контроль (без гербицидов)	85,6	246,4	0,0	118,8	1012,9	465,9	201,9
Две междурядные обработки без гербицидов	132,3	311,1	0,0	118,8	1012,9	509,1	220,6
Люмакс, СЭ 3,5 л/га	246,0	413,1	180,5	118,8	1012,9	647,7	280,7
Санкор, ВДГ 0,3 кг/га	242,0	409,4	113,9	118,8	1012,9	624,8	270,7
Фултайм, МД 1,25 л/га	247,5	414,8	144,0	118,8	1012,9	638,0	276,5
на зерно							
Контроль (без гербицидов)	67,8	221,9/11,8	0,0	118,8	1012,9	430,0	186,3
Две междурядные обработки без гербицидов	77,2	255,4/52,5	0,0	118,8	1012,9	455,1	197,2
Люмакс, СЭ 3,5 л/га	88,0	255,7/258,4	180,5	118,8	1012,9	574,3	248,9
Санкор, ВДГ 0,3 кг/га	87,2	254,8/250,2	113,9	118,8	1012,9	551,3	238,9
Фултайм, МД 1,25 л/га	89,1	257,2/272,3	144,0	118,8	1012,9	568,3	246,3

Применение гербицидов при выращивании кукурузы на зерно и силос влечет за собой на 28,0-24,1 % больше затрат, чем использование только двух междурядных обработок (2967,9-2691,5 руб./га против 2319-2169,1 руб./га). Самые высокие затраты среди гербицидов, по причине более высокой стоимости, были при использовании Люмакс, СЭ (2885,0 и 2737,5 руб./га), а самые низкие – Санкор, ВДГ (2777,5 и 2628,0 руб./га).

Наибольший чистый доход (1254,0 и 1482,0 руб./га) и наименьшая себестоимость (228,9 и 355,5 руб./га) получены в варианте с использованием гербицида Фултайм, МД (1,25 л/га) в фазу 4-5 листьев культуры (таблица 4). Незначительно уступали ему по этим показателям варианты с внесением Санкор, ВДГ, где чистый доход был ниже на 170,5-260 руб./га и себестоимость 1 т продукции выше на 8,5-19,9 руб./га, у варианта с использованием гербицида Люмакс, СЭ (3,5 л/га) данные показатели составили: чистый доход – ниже на 179-243 руб./га, а себестоимость – выше на 11,1-23,1 руб./га. Использование только двух междурядных обработок без гербицидов приводит к отрицательному экономическому результату, где чистый доход составил -1086,2 и -1360,6 руб./га, рентабельность – -47,8 и -62,7 %.

Таблица 4 – Экономическая эффективность применения гербицидов и междурядной обработки при возделывании кукурузы

Вариант	Стоимость продукции, руб./га	Затраты всего, руб./га	Чистый доход, руб./га	Себестоимость 1 т, руб./га	Рентабельность, %
на силос					
Контроль (без гербицидов)	396	2100,0	-1718,2	1750,0	-81,1
Две междурядные обработки без гербицидов	1188	2274,2	-1086,2	631,7	-47,8
Люмакс, СЭ 3,5 л/га	3960	2885,0	1075,0	240,4	37,3
Санкор, ВДГ 0,3 кг/га	3861	2777,5	1083,5	237,4	39,0
Фултайм, МД 1,25 л/га	4092	2838,0	1254,0	228,9	44,2
на зерно					
Контроль (без гербицидов)	182	2049,5	-1868,0	6210,6	-91,1
Две междурядные обработки без гербицидов	809	2169,1	-1360,6	1475,5	-62,7
Люмакс, СЭ 3,5 л/га	3977	2737,5	1239,0	378,6	45,3
Санкор, ВДГ 0,3 кг/га	3850	2628,0	1222,0	375,4	46,5
Фултайм, МД 1,25 л/га	4191	2709,0	1482,0	355,5	54,7

Заключение.

1. Гербицид Фултайм при внесении в 4-5 листьев кукурузы с нормой 1,25 л/га обеспечивает наибольший сбор сухого вещества и

зерна культуры (164,0 и 76,2 ц/га). Несущественное снижение показывают Люмакс (3,6-5,1 %) и Санкор (5,5-8,1 %).

2. Применение гербицидов обеспечило на 115,7 ц/га больший сбор сухого вещества и на 58,1 ц/га зерна относительно варианта с двумя междурядными обработками.

3. При использовании на силос и зерно посевов кукурузы с засорением как малолетними сорняками, так и злаковыми многолетними наибольший чистый доход 1254,0-1482,0 руб./га и рентабельность 44,2-54,7 % обеспечил препарат Фултайм, МД в норме 1,25 л/га, в фазу 4-5 листьев культуры, а при отсутствии пырея ползучего – Люмакс, СЭ (3,5 л/га в фазу 4-5 листьев кукурузы).

4. Использование только двух междурядных обработок без гербицидов приводит к отрицательному экономическому результату, где чистый доход составил -1086,2 и -1360,6 руб./га, рентабельность – -47,8 и -62,7 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багринцева, В. Н. Эффективность применения гербицидов в кукурузе / В. Н. Багринцева, С. В. Кузнецова, Е. И. Губа // Кукуруза и сорго. – 2011. – С. 24-26.
2. Вихрачев, В. Н. Механизированный уход за посевами кукурузы / В. Н. Вихрачев // Кукуруза и сорго. – 2003. – №6. – С. 13.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
4. Майсееенко, А. В. Итоги работы государственной службы защиты растений в 2000 году и задачи на 2001 год / А. В. Майсееенко, С. В. Сорока // Ахова раслін. – 2001. – №2. – С. 4-7.
5. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: Россельхозакадемия, 1997. – 155 с.
6. Современные аспекты возделывания кукурузы в связи с изменением климата / Н. Ф. Надточаев [и др.]; Национальная академия наук Беларуси; Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 153 с.

УДК 632.51

НОВОЕ В БОРЬБЕ С ЯСТРЕБИНКОЙ ВОЛОСИСТОЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Т. М. Дайнеко, Н. А. Близиук

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220012,
г. Минск, пр-т Независимости, 99; e-mail: blizniuk79@mail.ru)

Ключевые слова: ястребинка волосистая, сорняк, гербициды.

Аннотация. В статье приводятся уточненные данные по распространению ястребинки волосистой (*Hieracium pilosella* L.) и мерам борьбы с ней. Указано, что в г. Минске и Минской области отмечается значительное увеличение площадей, занятых этим сорняком. Ястребинка волосистая предпочитает селиться на сухих или слабо увлажненных хорошо дренированных легких почвах, имеющих нейтральную или слабокислую среду. Ее распространение на территории Беларуси способствует вытеснению местной флоры и ухудшению кормовых угодий.

Установлена гибель сорняка при применении гербицидов избирательного действия: Деймос, ВРК (20 мл на 3 л воды – 89,3 % гибели), Хакер, ВРГ (2,5 г на 5 л воды – 93,9 % гибели) и удвоенной нормы расхода Линтур, ВДГ (3,6 г на 5 л воды – 100 % гибели) на дерново-подзолистой связносупесчаной почве Центрального региона страны.

NEW IN THE HAWKWILL CONTROL ON THE TERRITORY OF BELARUS

T. M. Daineko, N. A. Blizniuk

EI «Belarussian State Agrarian Technical University»
Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220012, Minsk,
99 Nezavisimosti av.; e-mail: blizniuk79@mail.ru)

Key words: hawkweed, weed, herbicides.

Summary. The article provides updated data on distribution of hawkweed (*Hieracium pilosella* L.) and measures to control it. It is indicated that in Minsk and Minsk region there is a significant increase in the areas occupied by this weed. Hawkweed prefers to settle in dry or slightly moist well-drained light soils with a neutral or slightly acidic environment. Its spread on the territory of Belarus contributes to the displacement of local flora and the deterioration of forage lands.

The weed was found to die when using selective herbicides: deimos in the form of water-soluble concentrate (20 ml per 3 l of water – 89,3 % death), hacker in the form of water-soluble granules (2,5 g per 5 l of water – 93,9 % death) and double rate of lintur in the form of water-dispersible granules (3,6 g per 5 l of water – 100 % death) on sod-podzolic cohesive sandy loam soil in the Central region of the country.

(Поступила в редакцию 06.06.2025 г.)

Введение. В настоящее время особо опасный сорняк ястребинка волосистая (*Hieracium pilosella officinarum* F. Schultz et Sch. Bip.) постепенно захватывает все новые и новые территории в Республике Беларусь [1]. В частности, в г. Минске и Минской области отмечается значительное увеличение площадей, занятых этим злостным сорняком. Ястребинка произрастает на газонах, в общественных парках, скверах, садах, среди кустарников и культурных посевов, на пастбищах и лугах (преимущественно суходольных), по обочинам дорог.

Благодаря высоким темпам размножения с помощью надземных столонов и семян, данный вид широко распространился по всему миру за пределами своего естественного ареала (европейско-юго-западно-азиатский вид) – в Северную и Южную Америку, Тасманию и Новую Зеландию, куда был интродуцирован как декоративное растение или занесен с семенами сельскохозяйственных культур (Webb et al., 1988; Rudman, Goninon, 2002; Gawrońska-Grzywacz et al., 2011; Cipriotti et al., 2012; USDA-NRCS, 2016).

На этих континентах и островах *H. pilosella* рассматривается как агрессивный инвазивный вид, наносящий урон аборигенной флоре и сельскому хозяйству (Grundy, 1989; Wilson et al., 1997; Rudman, Goninon, 2002; USDA-NRCS, 2016). Ястребинка считается сорным растением, ухудшающим пастбища (Sokolov et al., 1993).

Казахские ученые, Иващенко А. А. и Абидкулова К. Т., опубликовали сведения о находке *Hieracium pilosella* L. в долине реки Иссык на северном склоне хребта Заилийский Алатау (в ближайших окрестностях г. Алматы) (*Hieracium pilosella* – новый адвентивный вид для флоры Тянь-Шаня (Казахстан), 2021). Высказано предположение, что появление этого адвентивного вида в последнее десятилетие связано, скорее всего, с усиливающейся рекреационной нагрузкой на данной территории.

Через два года после обнаружения вида было выявлено, что *H. pilosella* произрастает здесь отдельными, как правило, очень густыми пятнами различной площади – от 1 м² до 10-20, 50-150 м², максимум до 500 м². Общая площадь, занятая такими «зарослями» (их не менее 10), составляет около 1000 м². По данным учетов, на площадках размером 0,25 × 0,25 м, плотность популяции исследуемого вида колеблется в пределах 87-188 экз., составляя в среднем 577 экз./м². В составе всей популяции преобладают вегетативные особи, доля генеративных составляет от 6 до 23 %, в среднем 15,4 %.

Цель работы – изучение эффективности гербицидов избирательного действия (Линтур, ВДГ; Деймос, ВРК; Хакер, ВРГ) в борьбе с ястребинкой волосистой на дерново-подзолистой связносупесчаной почве Центрального региона страны.

Материал и методика исследований. В исследованиях изучалась эффективность обработки ястребинки волосистой гербицидами избирательного действия, рекомендованными для борьбы с однолетними и многолетними двудольными сорняками на газонных травах:

– Линтур, ВДГ (триасульфурон, 41 г/кг + дикамба, 659 г/кг), Сингента Кроп Протекшн АГ, Швейцария, фасовка ООО, «ТехноМарин-Маркет», Беларусь;

– Деймос, ВРК (дикамба кислоты в виде диметиламинной соли, 480г г/л), АО Фирма «Август», Россия;

– Хакер, ВРГ (клопиралид, 750 г/кг), АО Фирма «Август», Россия.

Все гербициды входят в Перечень средств защиты растений, разрешенных для применения и розничной продажи населению на территории Республики Беларусь [2].

Опрыскивание участков газона, заселенных ястребинкой, проводили в середине мая после подкашивания газонных трав до цветения сорняка: гербицидом Линтур, ВДГ с нормой расхода препарата – 1,8 и 3,6 г на 5 л воды на 100 м²; Деймос, ВРК – 20 мл на 3 л воды на 100 м²; Хакер, ВРГ – 2,5 г на 5 л воды на 100 м². Обработку проводили в безветренную погоду, вечером, чтобы снизить испарение препарата.

Количественный учет засоренности ястребинкой волосистой проводили до внесения гербицидов и через 3,5 недели (25 дней) после их применения [3].

Результаты исследований и их обсуждение. Ястребинка волосистая (*Hieracium pilosella* L.) – многолетнее растение, высотой 5-30 см, с удлиненными, беловойлочными, длинноволосистыми, густо облиственными побегами (столонами) с розеткой листьев на окончании (рисунок 1-2) [4]. Цветоносный стебель прямостоячий, безлиственный, опушенный, несущий одну корзинку. Прикорневые листья цельнокрайные, многочисленные, обратнойцевидные или ланцетные, тупые, к основанию суживающиеся в черешок. Сверху листья зеленые или сизые, с нижней стороны беловойлочные. Днем, в жаркую погоду, листья поворачиваются изнаночной стороной наружу. Под снег листья уходят зелеными. Цветки в корзинке язычковые с пятью зубчиками на верхушке, светло-желтые, двуполые, ароматные. После цветения появляются плоды – темно-красные опушенные семянки, до 2 мм длиной, которые разносятся ветром на значительное расстояние. Кроме того, растение хорошо размножается вегетативно: корневищами и столонами. Каждая розетка stolона имеет возможность развиваться в новый клон, которые образуют плотные участки, заселенные только ястребинкой.

Цветет ястребинка с мая по август, может зацветать повторно осенью, в сентябре, и до наступления зимы дать еще одно поколение

плодов. Опыляется насекомыми, но способна завязывать плоды без оплодотворения (апомиксис).



1 – общий вид ястребинки, соцветие и семена (Флора БССР, 1959);
2 – «коврик» ястребинки в сквере города Минска
Рисунок 1-2 – Ястребинка волосистая (*Hieracium pilosella*)

Ястребинка – гемикриптофит (от греч. *hemi-* – полу-, *kryptós* – скрытый и *phytón* – растение), растение, у которого в неблагоприятный для вегетации период года почки возобновления сохраняются на уровне земли. Почки могут быть защищены чешуями, а зимой – отмершими листьями и снежным покровом.

Ястребинка волосистая предпочитает селиться на сухих или слабо увлажненных хорошо дренированных легких почвах, имеющих нейтральную или слабокислую среду. Солнцелюбива, растет на открытых пространствах, совершенно не боится прямых солнечных лучей, но достаточно успешно может произрастать и в полутени. Растение засухоустойчиво. Густое опушение позволяет снизить испарение воды. Плохо растет на переувлажненных низинных почвах. Не боится вытаптывания [5].

По нашим наблюдениям, в полутени растения ястребинки в два раза крупнее, чем на солнце, хорошо развиты, образуют пышный кустик. Были обнаружены экземпляры растения, произрастающие в тени. В обоих случаях почва легкая, непереувлажненная.

Исследования, проведенные ранее [1, 6], показали, что гербициды сплошного действия на основе глифосата (Торнадо, ВР) уничтожают ястребинку, но при этом погибают и газонные травы. С целью сохранения газонных трав, на ястребинке изучалась эффективность гербицидов избирательного действия, рекомендованных для борьбы с однолетними и многолетними двудольными сорняками.

Установлено, что опрыскивание газона весной после подкашивания гербицидом Линтур, ВДГ с нормой расхода препарата 1,8 г на 5 л воды на 100 м² оказалось неэффективным в борьбе с ястребинкой. Увеличение нормы расхода препарата в два раза (3,6 г на 5 л воды) способствовало полной гибели ястребинки (100,0 %) (таблица 1). При этом злаковые травы газона не повреждались.

Таблица 1 – Сравнительная эффективность применения гербицидов против ястребинки волосистой

Вариант	
Линтур, ВДГ – 1,8 г на 5 л воды	
Контроль (без обработки), шт./м ²	25
Гибель, % к контролю	0,0
Линтур, ВДГ – 3,6 г на 5 л воды	
Контроль (без обработки), шт./м ²	22
Гибель, % к контролю	100,0
Деймос, ВРК – 20 мл на 3 л воды	
Контроль (без обработки), шт./м ²	28
Гибель, % к контролю	89,3
Хакер, ВРГ – 2,5 г на 5 л воды	
Контроль (без обработки), шт./м ²	33
Гибель, % к контролю	93,9

В варианте с применением гербицида Хакер, ВДГ гибель ястребинки составила 93,9 % к контролю, с использованием гербицида Деймос, ВРК – 89,3 %.

Следует отметить, что при применении гербицида Деймос, ВРК (20 мл на 3 л воды) действие препарата на двудольные сорняки, в первую очередь, сказалось на одуванчике – на второй день после обработки растения покрутились, а затем постепенно приобрели коричневый цвет и засохли. На ястребинке пятна на листьях появились только на седьмой день после обработки, но после этого признаки поражения стали распространяться быстрее. На газонных травах действие препарата не сказалось.

Заключение. В настоящее время в г. Минске и Минской области отмечается значительное увеличение площадей, занятых ястребинкой волосистой (*Hieracium pilosella* L.). Распространение данного особо опасного сорняка на территории Республики Беларусь способствует вытеснению местной флоры и ухудшению кормовых угодий.

Установлено, что уничтожению ястребинки на газонах способствовало применение весной после подкашивания гербицидов избирательного действия. Наиболее эффективным в наших исследованиях оказалось применение гербицида Линтур, ВДГ с нормой расхода 3,6 г на 5 л воды, что обеспечило 100%-ю гибель ястребинки волосистой.

Использование гербицида Деймос, ВРК приводило к гибели 89,3 % сорняка, Хакер, ВРГ – 93,9 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дайнеко, Т. М. Морфобиологические особенности и предпосылки распространения особо опасного сорняка ястребинки в Беларуси / Т. М. Дайнеко, Т. В. Рыло, Д. М. Суленко // Вести БГПУ. Серия 3. Физика. Математика. Биология. География. – 2022. – № 3. – С. 11-16.
2. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь (справочное издание) / Л. В. Плешко [и др.]. – Минск: «Промкомплекс», 2022. – 628 с.
3. Методы учета структуры сорного компонента в агрофитоценозах: учебное пособие / сост.: И. В. Фетюхин [и др.]. – Персиановский: Донской ГАУ, 2018. – 76 с.
4. Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. Т. 3. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные) / И. А. Губанов [и др.]. – М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2004. – С. 415-439.
5. Флора БССР / Институт биологии Академии наук Белорусской ССР. – Минск: Издательство Академии наук Белорусской ССР, 1959. – 5 т. – С. 205.
6. Супранович, Р. В. Система защиты яблоневого сада от сорной растительности с максимальным использованием гербицидов отечественного производства / Р. В. Супранович, Е. Е. Берлинчик, Н. А. Свирская // Защита растений. – 2020. – № 44. – С. 70-77.

УДК 664.724(476)

ТРАВМИРОВАННОСТЬ ПОСТАВЛЯЕМОГО НА ХЛЕБОПРИЕМНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И РЖИ

Г. А. Жолик, Е. М. Минина

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

Ключевые слова: *продовольственное зерно пшеницы и ржи, макро- и микротравмированность зерна, общая травмированность зерна, перемещение зерна норией.*

Аннотация. *В статье приводятся результаты исследований по оценке травмированности поступающего из сельскохозяйственных организаций продовольственного зерна пшеницы и ржи. Установлено, что диапазон колебаний типов механических повреждений зерновки в зависимости от поставщика был большим. Из макроповреждений преобладали дробление и плющение зерна, из микроповреждений – микроповреждение оболочек и внешние трещины зерновки. В партиях, поступающих после обработки на хранение на комбинате хлебопродуктов, количество зерен с макроповреждениями снизилось у пшеницы до 0,3 %, у ржи – до 0,4 %, а микротравмированность увеличилась соответственно до 36,2 и 38,4 %.*

TRAUMATIZATION OF FOOD GRAINS OF WHEAT AND RYE SUPPLIED TO BREAD RECEIVING ENTERPRISES

G. A. Zholik, E. M. Minina

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,

28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: wheat and rye grain, macro- and micro-traumatization of grain, total grain traumatization, grain movement by elevator.

Summary. This article presents the results of a study assessing the trauma to rye and wheat grains from agricultural organizations. The study found that the range of fluctuations in the types of mechanical damage to the grain, depending on the supplier, was significant. Macro-damage primarily consisted of crushing and flattening of the grain, while micro-damage consisted of shell damage and external cracks in the grain. After processing for storage at the bakery, the number of grains with macrodamage decreased to 0,3 % in wheat and 0,4 % in rye. Meanwhile, microdamage increased to 36,2 % and 38,4 %, respectively.

(Поступила в редакцию 02.06.2025 г.)

Введение. Пшеница и рожь относятся к основным зерновым культурам, которые определяют продовольственную безопасность республики. Поэтому заготовке зерна этих культур в республике ежегодно уделяется особое внимание. Важным для поставщиков зерна и комбинатов хлебопродуктов является заготовка высококачественного сырья, что будет способствовать получению в будущем востребованных и качественных продуктов питания.

При послеуборочной обработке зерновых масс в сельскохозяйственных организациях, при приемке и хранении продовольственного зерна на комбинатах хлебопродуктов необходимо стремиться к снижению прямых и косвенных потерь на всех этапах после уборки урожая. Учитывая то, что все операции по производству зерна полностью механизированы, применение комплексной механизации приводит к увеличению травмирования зерна [1, 4].

Механически травмированное зерно характеризуется высокой интенсивностью дыхания, что приводит к увеличению потерь сухого вещества, снижению массы хранящихся партий, повышению температуры в зерновой насыпи при хранении и, как следствие, развитию самосогревания. Повреждение оболочек зерновки и появление микротрещин способствует проникновению микроорганизмов внутрь зерна, что снижает его устойчивость при хранении.

Все механические повреждения зерна можно разделить на две группы: макроповреждения и микроповреждения.

К первой группе механических повреждений зерновки можно отнести следующие: дробление зерна, зерновка с выбитым зародышем,

выбита более $\frac{1}{4}$ части зерновки, зерно, изъеденное вредителями. В поступающих на хлебоприемное предприятие партиях продовольственных пшеницы и ржи таких механических повреждений зерна, как правило, не встречается или они присутствуют в небольшом количестве, что указывает на проведение сортирования зерна в сельскохозяйственных предприятиях перед отгрузкой, которое позволяет удалить дробленое и щуплое зерно. Данные фракции можно использовать в хозяйстве при производстве комбикормов и кормовых смесей.

Однако в поступающих партиях пшеницы и ржи всегда присутствует зерно с микроповреждениями. Кроме того, его количество может увеличиваться на самом хлебоприемном предприятии в результате выполнения погрузочно-разгрузочных работ и очистки партий. К микроповреждениям зерновки относят повреждение оболочек, частичное повреждение зародыша, ссадины, внешние и внутренние трещины.

Цель работы – оценка травмированности поступающих на хлебоприемное предприятие партий продовольственного зерна пшеницы и ржи.

Материал и методика исследований. Исследования проводились на кафедре технологии хранения и переработки растительного сырья учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет». Анализировались пробы зерна пшеницы и ржи, отобранные из партий, поступающих в ДУ ОАО «Агрокомбинат Дзержинский (Слуцк)» из сельскохозяйственных организаций в 2023-2024 гг.

Отбор проб зерна для анализа проводился в соответствии с установленными требованиями ТНПА при поступлении партий с сельскохозяйственных организаций, после перемещения зерна норией, после очистки партий на зерноочистительном сепараторе [2].

Макроповреждения зерна определяли органолептическим (визуальным) методом. Из навески вручную выделяли все дробленые, раздавленные, плющенные и обрушенные зерновки. После взвешивания каждой фракции определяли их количество в процентах к первоначальной массе анализируемой навески.

Микротравмированность зерновок устанавливали также органолептическим методом [3]. Анализ микротравм проводился по пробе из 100 зерен в двукратной повторности. Отобранное для анализа зерно предварительно замачивалось в анилиновом красителе, а затем каждая зерновка со всех сторон рассматривалась с помощью лупы с 7-кратным увеличением. Количество травмированных зерен определялось в процентах от общего их числа.

Результаты исследований и их обсуждение. Заготовка продовольственного зерна проводилась с учетом требований, соответствующих ТНПА, подтверждающих его качество и безопасность.

Формирование однородных и крупных продовольственных партий осуществляется на предприятии с учетом объемов и качества поставляемого сельскохозяйственными организациями зерна. При необходимости на предприятии проводится сушка и очистка поступающих партий. Хранение зерна в сухом и чистом состоянии является основным фактором, обеспечивающим его сохранность.

Установлено, что в поступающих партиях зерна в оба года исследований отмечалось небольшое количество зерен с макроповреждениями. Диапазон колебаний был также небольшим (таблица 1).

Таблица 1 – Макротравмированность зерна в поступающих партиях пшеницы и ржи (в среднем за 2023-2024 гг.), %

Культура	Всего (крайние значения)	Диапазон колебаний	В том числе					
			дробленые зерна	диапазон колебаний	выбывший зародыш	диапазон колебаний	площадное зерно	диапазон колебаний
Пшеница	07-1,2	0,5	0,3-0,5	0,2	0-0,2	0,2	0,4-0,5	0,1
Рожь	1,9-2,7	0,8	0,9-1,2	0,3	0,2-0,6	0,4	0,8-0,9	0,1

Небольшое количество зерновок с значительными механическими повреждениями указывает на качественное выполнение в сельскохозяйственных организациях сортирования зерна и подготовку партий к реализации. Не установлено существенных различий в количестве макроповреждений зерна в зависимости от поставщика и года исследований.

Более высокая травмированность зерновок в поступающих партиях установлена на уровне микроповреждений. Нами в ходе исследований были выделены следующие типы микроповреждений: повреждение оболочек, внешние трещины зерновок и оболочек зародыша. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Микротравмированность зерна в поступающих партиях пшеницы и ржи (в среднем за 2023-2024 гг.), %

Культура	Всего (крайние значения)	Диапазон колебаний	В том числе					
			повреждение оболочек	диапазон колебаний	повреждение оболочек зародыша	диапазон колебаний	внешние трещины зерновок	диапазон колебаний
Пшеница	8,9-27,8	18,9	1,7-9,2	7,5	1,1-3,1	2,0	6,1-15,5	9,4
Рожь	9,4-33,2	23,8	0,8-6,7	5,9	0,9-3,5	2,6	7,7-23,0	15,3

Установлено, что общее количество микроповреждений зерновок у пшеницы было меньшим по сравнению с рожью и изменялось в зависимости от партии в больших пределах: от 8,9 до 27,8 %. Диапазон изменения показателя составил 18,9 %. Можно предположить, что большой диапазон колебания микротравмированности зерна связан с рядом факторов: влажностью зерна при уборке, режимом работы молотильного устройства комбайна, режимом сушки, количеством механических перемещений зерна по нориям, транспортерам, очистительным машинам и т. д.

Из общего количества микроповреждений пшеницы выделяются внешние трещины зерновок. Диапазон крайних значений изменялся от 6,1 до 15,5 %. Не установлено закономерностей в величине данного показателя в зависимости от поставщика. Одни партии поставляемой пшеницы имели минимальное количество внешних трещин, в других процент травмированных зерен достигал 13-15 %. При этом следует отметить, что кроме внешних трещин зерновки всегда присутствуют внутренние микроповреждения, которые определить без применения инфракрасной микроскопии или рентгенографии проблематично.

На количество микроповреждений зерна в большей степени оказали влияние погодные условия в регионе во время уборки, которые в известной степени определяют влажность зерна в этот период. С увеличением количества осадков и влажности зерна во время уборки отмечалось уменьшение дробления как пшеницы, так и ржи, а количество плющеного зерна и зерновок с микроповреждениями возрастало.

Из других типов микроповреждений зерна пшеницы можно отметить повреждение оболочек. Диапазон крайних значений в анализируемых партиях изменялся от 1,7 до 9,2 %.

Установлено, что количество микроповреждений зерна ржи в поступающих партиях, как правило, отмечалось более высоким по сравнению с пшеницей. Общее их количество изменялось в диапазоне от 9,4 до 33,2 %. Диапазон колебаний крайних значений составил 23,8 %. Более высоким у ржи было и количество внешних трещин зерновки.

С целью выявления влияния технологических операций, выполняемых с зерном на комбинате хлебопродуктов, на механическое повреждение зерновок нами был проведен анализ травмированности зерна пшеницы и ржи в результате перемещения партий норией и при их очистке на зерноочистительном сепараторе. Полученные результаты приведены в таблице 3.

Установлено, что перемещение продовольственных партий с помощью норий увеличивает количество макротравм зерна, в т. ч. количество дробленых зерен. Так, в среднем за два года при перемещении партий норией макротравмированность зерна увеличилась у пшеницы

на 3,8 %, у ржи – на 4,0 %. Одновременно увеличилось количество микроповреждений: у пшеницы – на 4,3 %, у ржи – на 6,4 %. В основном отмечалось повреждение оболочек.

Таблица 3 – Изменение травмированности продовольственного зерна пшеницы и ржи при выполнении технологических операций на комбинате хлебопродуктов, %

Культура	Тип поврежденный зерновки	Нория			Зерноочистительный сепаратор			Общая травмированность зерна
		2023 г.	2024 г.	среднее значение	2023 г.	2024 г.	среднее значение	
Пшеница	макроповреждения	+3,6	+3,9	+3,8	-4,4	-4,3	-4,4	0,3
	микроповреждения	+4,0	+4,6	+4,3	+2,7	+3,1	+2,9	36,2
Рожь	макроповреждения	+3,9	+4,0	+4,0	-5,6	-5,7	-5,7	0,4
	микроповреждения	+6,2	+6,6	+6,4	+3,9	+3,3	+3,6	38,4

В дальнейшем, при очистке партий на зерноочистительном сепараторе отмечалось увеличение микроповреждений: у пшеницы – на 2,9 %, у ржи – на 3,6 %. При выполнении данной операции увеличивалось количество повреждений оболочек зерновки, в т. ч. оболочек над зародышем. Одновременно при очистке партий зерна в среднем за два года установлено снижение количества макроповрежденных зерновок (дробленых и плющенных зерновок, зерновок с выбитым зародышем): у пшеницы – на 4,4 %, у ржи – на 5,7 %.

Общая травмированность зерна при размещении его на хранение составила: у пшеницы – 36,5 % (в т. ч. микроповреждений – 36,2 %), у ржи – 38,8 % (в т. ч. микроповреждений – 38,4 %).

Заключение. Поступающие на хлебоприемное предприятие партии зерна характеризуются различной степенью травмированности, величина которой зависит от многих факторов: культуры, срока уборки, режимов работы молотильного аппарата комбайна, очистительных машин и сушилок. Изменение травмированности зерна отмечается и при приемке, обработке и размещении его на хранение. Чем длиннее технологический путь перемещения зерна по системе норий, транспортеров и машин, тем в большей степени травмируется зерновка. Из макроповреждений в поступающих партиях преобладало дробленое зерно, из микроповреждений – внешние повреждения зерновки и оболочек.

Для снижения травмированности зерна на хлебоприемных предприятиях необходимо стремиться к сокращению пути перемещения партий по системе транспортеров, норий, зерноочистительному оборудованию, применять щадящие режимы работы, устанавливать на норие ковши из полимерных материалов, уменьшать вероятность ударов зерна о металлическую поверхность путем установления смягчающих прокладок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жолик, Г. А. Травмированность зерна озимой пшеницы в процессе послеуборочной обработки семенных партий / Г. А. Жолик // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XXI междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 31 мая 2018 г. / Гродн. гос. аграр. ун-т ; отв. за вып.: В. В. Пешко. – Гродно, 2018. – С. 25-27.
2. Зерно. Правила приемки и методы отбора проб. ГОСТ 13586.3-2015. – Введ. 01.06.2017. – Минск: Беларус. гос. ин – т стандартизации и сертификации, 2017. – 20 с.
3. Пугачев, А. Н Методика определения механических повреждений зерна машинами и влияние их на посевные качества семян / А. Н. Пугачев, С. А. Чазов. – М.: Россельхозиздат, 1972. – 16 с.
4. Цимбота, Н. Е. Влияние перемещения зерна на его травмированность / Н. Е. Цимбота, Е. М. Минина // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XXVI междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 2 июня 2023 г. / Гродн. гос. аграр. ун-т; отв. за вып.: О. В. Вергинская. – Гродно, 2023. – С. 306-308.

УДК 633.11»324»:632.952(476.6)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

**С. С. Зенчик, Т. П. Брукиш, А. В. Шостко, Е. В. Сидунова,
С. Н. Бейтюк**

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

Ключевые слова: озимая пшеница, болезни, фунгициды, биологическая эффективность, урожайность.

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследований, которые свидетельствуют о высокой эффективности фунгицидов против листовых болезней и заболеваний колоса озимой пшеницы. Использование фунгицидов Солигор, КЭ (31 ДК) и Скайвей Хпро (55 ДК) позволило снизить развитие болезней в среднем за два года на 66-100 % и дополнительно обеспечить сохранность 23,2 ц/га урожая озимой пшеницы.

EFFICIENCY OF FUNGICIDES IN WINTER WHEAT CROPS

S. S. Zenchik, T. P. Brukish, A. V. Shostko, E. V. Sidunova,
S. N. Beytyuk

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,

28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: winter wheat, diseases, fungicides, biological efficiency, productivity.

Summary. This article presents the results of research, which the testimony of the high efficiency of fungicides against leaf diseases and ear diseases of winter wheat. Using fungicides Soligor (31 BBCH) and Skyway Xpro (55BBCH) reduced the progression of the diseases an average of two years on 65-100 % and further ensure the safety of 23,2 h/ha of yield of winter wheat.

(Поступила в редакцию 30.05.2025 г.)

Введение. Озимая пшеница – одна из наиболее важных продовольственных культур, выращиваемых в Республике Беларусь. Получению высоких и стабильных урожаев этой культуры препятствуют вредные организмы. В связи с интенсификацией производства и в силу ряда причин фитосанитарная ситуация в посевах пшеницы обострилась.

Так, повсеместный отказ от традиционной зяблевой вспашки в пользу поверхностной обработки почвы обуславливает увеличение почвенного запаса возбудителей болезней; насыщение севооборотов зерновыми культурами и внедрение интенсивных сортов, восприимчивых к отдельным возбудителям болезней приводит к интенсивному их распространению и развитию. Все большее дестабилизирующее воздействие на фитосанитарную ситуацию оказывают климатические изменения. Нарастают распространенность и интенсивность развития ранее малозначимых теплолюбивых возбудителей заболеваний (например, пиренофороза – желтой пятнистости). Под влиянием болезней у растений ухудшаются основные показатели структуры урожая, а недобор может достигать 50 % потенциально возможного [1].

Обострение фитосанитарной ситуации вызывает необходимость своевременного и грамотного применения фунгицидов. Выбор препаратов, сроков и кратности их применения во многом зависит от влажности и температуры воздуха в период вегетации, а также от восприимчивости к болезням сортов этой культуры.

Цель работы – определение эффективности применения фунгицидов фирмы Байер в различных схемах защиты посевов озимой пшеницы от комплекса заболеваний.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в 2022-2024 гг. на опытном поле УО «Гродненский

государственный аграрный университет» Гродненского района согласно общепринятой методике.

Почва дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на связанных водно-ледниковых супесях, подстилаемых моренным суглинком. Агрохимические показатели почвы: рН КСl – 6,3, содержание гумуса – 2,1 %, P_2O_5 – 210 мг/кг, K_2O – 232 мг/кг. Содержание подвижных форм меди 1,0 М НСl – 1,63 мг/кг, цинка – 2,74 мг/кг, водорастворимого бора – 0,58 мг/кг. Объектом изучения являлась озимая пшеница сорта Тобак. Норма высева семян – 3,0-3,5 млн. шт./га. Предшественник – озимый рапс. После уборки предшественника обработка почвы включала традиционную вспашку на глубину 20 см оборотным плугом. Предпосевная обработка была проведена комбинированным агрегатом АКШ-6,0 в день посева. Посев озимой пшеницы осуществляли сеялкой СПУ-6 19 сентября в 2022 году и 21 сентября в 2023 году. Способ сева узкорядный, глубина заделки семян – 4-5 см.

Общий агрофон для вариантов опыта был следующим: в основное внесение – 60 кг/га по д. в. фосфора (аммофос) и 120 кг/га по д. в. калия (хлористый калий); подкормки азотными удобрениями: 1-я – 42 кг/га д. в. сульфат аммония в период весеннего возобновления вегетации; 2-я – 96 кг/га д. в. в ст. 31-32 (в виде КАС); 3-я – 46 кг/га по д. в. в ст. 37 (карбамид).

Мероприятия по уходу за посевами: семена протравливали Ламадор Про (0,5 л/т), для уничтожения сорной растительности применяли Комплит Форте (0,5 л/га), для предотвращения полегания вносили Мессидор 1 л/га. Фунгициды применялись согласно схеме опыта.

Схема опыта:

1. Контроль (без применения фунгицидов);
2. Солигор, КЭ 0,6 л/га – ст. 37;
3. Солигор, КЭ 0,8 л/га – ст. 31 + Скайвей Хрго, КЭ 1,25 л/га – ст. 59.

Учеты распространенности и развития болезней осуществлялись в соответствии с методиками, принятыми при проведении регистрационных испытаний средств защиты растений.

Для определения развития листовых болезней использовали 5-балльную шкалу: 0 баллов – здоровое растение; 1 – поражено до 25 % листовой поверхности; 2 – от 26 до 50 %; 3 – от 51 до 75 %; 4 – поражено свыше 75 % поверхности листа.

Степень поражения колоса оценивали по 5-балльной шкале: 0 баллов – отсутствуют поражения; 1 – поражены единичные колосовые чешуйки; 2 – поражено около 1/3 колоса, единичные поражения зерна; 3 – поражено около 1/2 колоса или зерен в колосе; 4 – поражены почти все колосовые чешуйки или зерна в колосе.

Техника учета состояла в тщательном осмотре трех верхних листьев с 10 стеблей в 10 точках делянки, расположенных по диагонали на равных расстояниях одна от другой.

Результаты фитосанитарного обследования выражали в виде следующих основных показателей: распространенность и развитие заболевания.

Распространенность, или частота встречаемости болезни, – это количество больных растений или его отдельных органов по отношению ко всем просмотренным на единице площади участка (поля, места хранения), выраженное в процентах. Ее вычисляют по формуле:

$$P = \frac{n}{N} * 100,$$

где P – распространенность болезни, %;

n – количество больных растений в пробе, шт.;

N – общее количество растений в пробе, шт.

Развитие болезни определяли по формуле:

$$R = \frac{\Sigma(a * e)}{N},$$

R – развитие болезни, баллов или %;

$\Sigma(a * e)$ – сумма произведений числа больных растений на соответствующий им балл или процент поражения;

N – общее число учетных растений (больных и здоровых).

Биологическую эффективность защитных мероприятий определяли по формуле:

$$B = \frac{K - O}{K} * 100\%;$$

где B – биологическая эффективность, %;

K и O – показатели развития болезни в контроле и в опыте (в среднем по трем листьям), %.

Хозяйственную эффективность применения пестицидов рассчитывали по формуле:

$$X = \frac{(A - B)}{A} * 100,$$

где X – хозяйственная эффективность мероприятия, %;

A – урожайность в опытном варианте;

B – урожайность в контрольном варианте [2].

Стадии развития пшеницы озимой приведены согласно десятичному коду ВВСН.

Обработку полученных данных проводили методом дисперсионного и корреляционного анализа по Доспехову с использованием ЭВМ [3].

Результаты исследований и их обсуждение. Тепло и влага – главные лимитирующие факторы внешней среды, оказывающие наиболее существенное влияние как на рост и развитие растений озимой пшеницы, так и на активность микроорганизмов-возбудителей болезней растений. Погодные условия вегетационных периодов 2023-2024 годов были благоприятны для развития грибных болезней сельскохозяйственных культур.

В гидротермических условиях вегетационного периода 2023 года посевы озимой пшеницы поражались мучнистой росой, септориозом, пиренофорозом, фузариозом колоса и обыкновенной корневой гнилью.

На сорте озимой пшеницы Тобак доминантным заболеванием листьев была мучнистая роса. В фазу флаг-листа признаки болезни наблюдались на всех опытных делянках на 4-м листе и в нижней части стебля с развитием от 2,5 до 5 % (таблица 1). В контроле в этот период мучнистая роса отмечалась также на 2-м листе сверху с развитием болезни 8,8 %.

В дальнейшем, несмотря на отсутствие осадков в мае, в фазу колошения этот показатель в контроле на 2-м листе достиг 18,9 %, а также отмечались единичные симптомы болезни уже и на флаговом листе – 1,9 %.

В варианте с опрыскиванием посевов в фазу флаг-листа Солигором (0,6 л/га) в течение 2-х недель после его применения два верхних листа были полностью защищены от поражения мучнистой росой. В случае обработки посевов в фазу выхода в трубку Солигором (0,8 л/га) защитный эффект проявлялся на протяжении 5 недель, т. к. до начала колошения признаки мучнистой росы на двух верхних листьях отсутствовали.

Дожди, прошедшие в середине июня, спровоцировали развитие грибной инфекции. Так, в фазу молочной спелости в контроле на каждом растении поражение флаг-листа мучнистой росой оценивалось уже 3-4 баллами, в результате чего развитие болезни достигло 77,8 %. На подфлаговом листе этот показатель был несколько ниже – 51,4 % (из-за преобладания пятнистостей, которые интенсивно развивались в этот период на нижних листьях).

Применение фунгицидов сдерживало распространение инфекции на верхних листьях. При этом биологическая эффективность однократной обработки растений Солигором (0,6 л/га) против мучнистой росы через 6 недель после его использования находилась на уровне 47,8-53,0 %. Обработка посевов в фазу начала цветения фунгицидом

Скайвей Хрго обеспечила 100%-ю защиту флаг-листа от мучнистой росы, а на втором листе снизила развитие болезни на 95,1 %.

К фазе ранней восковой спелости биологическая эффективность однократной и двукратной обработки посевов фунгицидами против мучнистой росы на флаг-листе оставалась почти на уровне предыдущего учета (42,0 и 93,7 %). На 2-м листе сверху из-за интенсивного развития пятнистостей определить данный показатель не представлялось возможным.

Таблица 1 – Динамика развития мучнистой росы и биологическая эффективность фунгицидов в посевах озимой пшеницы, 2023-2024 г.

Вариант	Лист	ст. 39	ст. 59	ст. 73		ст. 83	
		R	R	R	БЭ	R	БЭ
2023 год							
1. Контроль	1	0	1,9	77,8	-	68,6	-
	2	8,8	18,9	51,4	-	пятнистости	
2. Солигор, КЭ 0,6 л/га – ст. 37	1	0	0	40,6	47,8	39,8	42,0
	2	0	0	24,2	53,0	пятнистости	
3. Солигор, КЭ 0,8 л/га – ст. 31 + Скайвей Хрго, КЭ 1,25 л/га – ст. 55	1	0	0	0	100	4,3	93,7
	2	0	0	2,5	95,1	2,9	-
2024 год							
1. Контроль	1	0	4,5	8,2	-	пятнистости	
	2	2,6	7,3	16,7	-		
2. Солигор, КЭ 0,6 л/га – ст. 37	1	0	2,3	7,1	13,4	пятнистости	
	2	2,4	3,8	15,2	9,0		
3. Солигор, КЭ 0,8 л/га – ст. 31 + Скайвей Хрго, КЭ 1,25 л/га – ст. 55	1	0	0	2,8	65,9	пятнистости	
	2	0	0	6,4	57,9		

Примечание – R – развитие болезни, %; БЭ – биологическая эффективность, %

В гидротермических условиях вегетационного периода 2024 года посеы озимой пшеницы поражались мучнистой росой, бурой ржавчиной, септориозом листьев и колоса, пиренофорозом, фузариозом колоса.

Признаки мучнистой росы появились в фазу флаг-листа на втором листе сверху с развитием болезни 2,6 и 2,4 % соответственно (таблица 1). К началу цветения озимой пшеницы в данных вариантах был поражен уже флаг-лист, и в контроле этот показатель достиг 4,5 %. В случае же применения Солигора (0,6 л/га) в фазу флаг-листа развитие болезни на первом сверху листе было в 2 раза меньше, чем в контроле. В дальнейшем однократная обработка посевов не обеспечила эффективную защиту озимой пшеницы от мучнистой росы, т. к.

биологическая эффективность к началу налива зерна составила всего 13,4 % на флаг-листе и 9,0 % на 2-м листе сверху.

Наиболее эффективной в подавлении инфекции мучнистой росы оказалась схема с двукратным опрыскиванием растений, где мучнистая роса появилась только в 73 стадию с развитием на 1-м и 2-м листах всего 2,8 и 6,4 % соответственно. При таком уровне поражения биологическая эффективность данной схемы фунгицидной защиты составила 65,9 и 57,9 %.

На завершающих стадиях развития растений пшеницы при естественном пожелтении листьев заражение возбудителем мучнистой росы, относящимся к облигатным паразитам, и дальнейшее распространение болезни сдерживалось, несмотря на погодные условия, благоприятные для грибной инфекции. Очаги раннего поражения маскировались пятнистостями, что затрудняло оценку реальной степени поражения листьев мучнистой росой.

Динамика проявления пятнистостей в посевах озимой пшеницы сорта Тобак в условиях вегетационного периода 2023 года складывалась следующим образом.

Пятна септориоза проявились в фазу колошения только в контроле на 2-м листе сверху с развитием болезни 8,3 % (таблица 2). Однократное применение Солигора (0,6 л/га) в течение 2-х недель полностью защищало два верхних листа от поражения септориозом, а обработка Солигором (0,8 л/га) в фазу трубкования обеспечивала надежную защиту верхних листьев от пятнистости в течение 5-ти недель.

Отсутствие осадков до фазы цветения сдерживало распространение в посевах озимой пшеницы возбудителя септориоза, для развития которого необходимо достаточное увлажнение. В связи с этим поражение листьев данным заболеванием в контроле оставалось почти на уровне предыдущего учета (9,4 % на 2-м листе). Во 2-м варианте фунгицид Солигор, КЭ (0,6 л/га) эффективно защищал верхние листья от поражения септориозом, т. к. признаки этого заболевания здесь отсутствовали.

После выпадения дождя в середине июня в контроле септориоз распространился на флаг-лист с развитием болезни 8,4 %, здесь же отмечались единичные признаки пиренофороза (2,7 %). На подфлаговом листе развитие септориоза достигло 12,6 %, пиренофороза – 4,1 %. Однократная обработка посевов Солигором (0,6 л/га) снизила поражение септориозом флаг-листа на 44,4 %, подфлагового – на 40,7 % и полностью защитила верхние листья от пиренофороза. Опрыскивание посевов Скайвей Хрго (0,8 л/га) в фазу цветения обеспечило 100%-ю защиту флаг-листа от септориоза, а на

втором листе препарат снизил развитие болезни на 70,0 %. Признаки пиренофороза в этом варианте на двух верхних листьях отсутствовали.

В фазу ранней восковой спелости однократная обработка посевов пшеницы сдерживала развитие септориоза только на 39,4-32,8 %, пиренофороза – на 27,0-35,3 %. Двукратное опрыскивание фунгицидами обеспечило высокий уровень биологической эффективности против пятнистостей. Септориоз подавлялся на 50,8-67,9 %, пиренофороз – на 68,0-70,8 %.

Таблица 2 – Динамика развития пятнистостей и биологическая эффективность фунгицидов в посевах озимой пшеницы, 2023-2024 г.

Вариант	Лист	ст. 39		ст. 59		ст. 73				ст. 83			
		септориоз		септориоз		*пиренофороз		септориоз		пиренофороз			
		R	БЭ	R	БЭ	R	БЭ	R	БЭ	R	БЭ		
2023 год													
1. Контроль	1	0	0	8,4	-	2,7	-	49,2	-	8,9			
	2	0	8,3	12,6	-	4,1	-	57,7		15,0			
2. Солигор, КЭ 0,6 л/га – ст. 37	1	0	0	1,5	44,4	0	100	29,8	39,4	6,5	27,0		
	2	0	0	9,9	40,7	0	100	38,8	32,8	9,7	35,3		
3. Солигор, КЭ 0,8 л/га – ст. 31 + Скайвей Хпро, КЭ 1,25 л/га – ст. 55	1	0	0	0	100	0	100	15,8	67,9	2,6	70,8		
	2	0	0	5,0	70,0	0	100	28,4	50,8	4,8	68,0		
2024 год													
1. Контроль	1	0	8,3	36,7	-	16,7	-	42,8	-	12,4	-		
	2	7,5	16,5	51,3	-	6,8	-	60,2	-	22,6	-		
2. Солигор, КЭ 0,6 л/га – ст. 37	1	0	2,6	32,1	12,5	14,6	12,6	36,6	14,5	8,0	35,5		
	2	0	5,8	42,4	17,3	5,3	22,0	50,3	16,4	15,8	30,0		
3. Солигор, КЭ 0,8 л/га – ст. 31 + Скайвей Хпро, КЭ 1,25 л/га – ст. 55	1	0	0	5,2	85,8	2,5	85,0	9,5	77,8	5,6	54,8		
	2	0	3,6	10,8	78,9	0	100	15,7	73,9	8,9	60,6		

Примечание – R – развитие болезни, %; БЭ – биологическая эффективность, %; * – в 2024 году ржавчина

В 2024 году септориоз в посевах пшеницы появился в фазу флаг-листа в контроле на втором листе сверху. В фазу цветения в контроле был поражен флаг-лист с развитием болезни 8,3 %, а на втором листе сверху этот показатель достиг 16,5 %. Применение Солигора (0,6 л/га) в фазу флаг-листа позволило снизить поражение септориозом на 68,7 и 64,8 %. Двукратное опрыскивание посевов фунгицидами обеспечило полную защиту флаг-листа от септориоза, а на подфлаговом листе обработка снизила развитие болезни на 78,2 %. В 73 стадии, когда в контроле наблюдалось эпифитотийное развитие септориоза (36,7 и 51,3 %), однократное применение Солигора не сдерживало распро-

странение болезни, и биологическая эффективность препарата снизилась до 12,5 и 17,3 %. Защитный эффект двукратной обработки посевов против септориоза оставался на высоком уровне – 85,8 и 78,9 %.

Важно отметить, что в период налива зерна на верхних листьях растений пшеницы сорта Тобак появились пустулы бурой ржавчины. Максимальная степень поражения наблюдалась на флаг-листе в контроле (16,7 %). Почти такой же уровень поражения (14,6 %) отмечен в варианте с использованием Солигора (0,6 л/га), что свидетельствует о слабом защитном эффекте однократной обработки против ржавчины (БЭ – 12,6 % на флаг-листе и 22,0 % на подфлаговом). В то же время схема двукратного применения фунгицидов эффективно сдерживала распространение ржавчины, т. к. развитие болезни снизилось по сравнению с контролем на флаг-листе на 85,0 %, а на втором листе пустулы ржавчины отсутствовали.

В период созревания зерна прошедшие дожди и высокая температура воздуха активизировали дальнейшее распространение септориоза и провоцировали поражение растений пиренофорозом. Так, развитие септориоза в контроле на флаг-листе составило 42,8 %, на 2-м листе – 60,2 %, пиренофороза – 12,4 и 22,6 % соответственно. Биологическая эффективность однократного применения Солигора против септориоза составила 14,5 и 16,4 %, против пиренофороза – 35,5 и 30,0 %. Двукратная фунгицидная защита позволила достаточно эффективно снизить развитие указанных пятнистостей на верхних листьях пшеницы: септориоза – на 77,8 и 73,9 %, пиренофороза – на 54,8 и 60,6 % соответственно.

Учет, проведенный перед уборкой в 2023 году, показал, что на озимой пшенице наблюдались признаки фузариоза колоса с развитием болезни в контроле от 6,5 % (таблица 3). Однократная обработка посевов Солигором даже на фоне депрессивного развития фузариоза колоса не обеспечила надежную защиту от заболевания, т. к. показатель развития болезни снизился всего до 5,2 %. Высокая степень защиты отмечена в случае применения фунгицида Скайвей Хрго (ст. 55), который снизил развитие фузариоза колоса на 87,7 %.

Высокая температура воздуха и достаточное количество осадков в июне-июле 2024 года создали благоприятные условия для заражения колоса растений пшеницы возбудителем фузариоза в период налива и созревания зерна (ст.71-90). В этой ситуации применение фунгицида в ст. 55 оказалось своевременным и достаточно эффективным. Биологическая эффективность обработки составила 87,5 %.

Таблица 3 – Влияние фунгицидов на развитие фузариоза колоса и корневой гнили в посевах озимой пшеницы

Вариант	2023			2024		
	Р	Р	БЭ	Р	Р	БЭ
1. Контроль (без применения фунгицидов)	20,3	6,5	-	36,5	8,9	-
2. Солигор, КЭ 0,6 л/га – ст. 37	16,9	5,2	20,0	28,8	6,2	23,5
3. Солигор, КЭ 0,8 л/га – ст. 31 + Скайвей Хпро, КЭ 1,25 л/га – ст. 55	4,0	0,8	87,7	4,0	1,1	87,5

Примечание – Р – распространенность болезни, %; Р – развитие болезни, %; БЭ – биологическая эффективность, %

Оптимизация фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы позволила максимально реализовать потенциал созданного агрофона и получить существенное увеличение урожайности (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние фунгицидов на основные элементы структуры урожая и урожайность зерна озимой пшеницы, 2023-2024 гг.

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га	Хозяйственная эффективность, %
2023 год						
1. Контроль	448	37,5	36,8	61,8	-	-
2. Солигор, КЭ 0,6 л/га – ст. 37	456	37,9	40,6	70,2	8,4	13,6
3. Солигор, КЭ 0,8 л/га – ст. 31 + Скайвей Хпро, КЭ 1,25 л/га – ст. 55	478	39,8	46,2	87,9	26,1	42,2
НСР ₀₅					3,1	
2024 год						
1. Контроль	450	37,4	37,2	62,6	-	-
2. Солигор, КЭ 0,6 л/га – ст. 37	454	37,8	40,4	69,3	6,7	10,7
3. Солигор, КЭ 0,8 л/га – ст. 31 + Скайвей Хпро, КЭ 1,25 л/га – ст. 55	474	39,4	44,4	82,9	20,3	32,4
НСР ₀₅					4,2	

Анализ данных таблицы 4 показал, что основным элементом структуры урожая, обеспечившим существенное сохранение урожайности защищенных посевов относительно контроля, была масса 1000 зерен.

Наибольшее увеличение массы 1000 зерен и наибольшее количество сохраненного урожая зерна в 2023 году отмечено в вариантах с

двукратной обработкой растений фунгицидами. Так, масса 1000 зерен увеличилась на 9,4 г, урожайность – на 26,1 ц/га. Примечательно, что и в случае однократного опрыскивания посевов фунгицидом Солигор масса 1000 зерен увеличилась на 3,8 г.

Детальный анализ структуры урожая в 2024 году показал, что в вариантах с применением фунгицидов масса 1000 зерен увеличивалась по сравнению с контролем на 3,2 и 7,2 г.

При проведении однократной обработки посевов фунгицидом Солигор (0,6 л/га) биологическая урожайность зерна озимой пшеницы существенно превысила контрольный вариант и составила 69,3 ц/га.

Наибольшее количество сохраненного урожая зерна (20,3 ц/га) было получено в варианте с двукратным применением фунгицидов. Биологическая урожайность в данном варианте составила 82,9 ц/га.

Хозяйственная эффективность однократного применения Солигора на сорте Тобак составила 10,7 %, при двукратном применении фунгицидов значение показателя увеличилось до 32,4 %.

Заключение. На основании полученных результатов исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. В условиях вегетационных периодов 2023-2024 года посевы озимой пшеницы были поражены мучнистой росой, септориозом листьев и колоса, пиренофорозом, фузариозом колоса и обыкновенной корневой гнилью.

2. Наиболее высокую степень защиты посевов озимой пшеницы от поражения болезнями проявили двукратные схемы применения фунгицидов. Биологическая эффективность защиты флаг-листа от поражения мучнистой росой составила от 65,9 % в 2024 году до 100 % в 2023 году, септориозом – от 85,8 до 100 % соответственно, пиренофорозом – 100 % в 2023 году, ржавчиной – 85 % в 2024 году.

3. Высокая степень защиты колоса отмечена в случае применения фунгицида Скайвей Хрго (ст. 55), который снизил развитие фузариоза колоса на 87,5-87,7 % в течение двух лет исследований.

4. Применение изучаемых схем и комбинаций фунгицидов в посевах озимой пшеницы проявило высокий уровень хозяйственной эффективности. Однократное применение фунгицида Солигор, КЭ в фазу флаг-листа позволило сохранить от 6,7 до 8,4 ц/га урожая зерна культуры. Наибольшая хозяйственная эффективность отмечена в вариантах с двукратной обработкой посевов фунгицидами с различной комбинацией действующих веществ: от 20,3 до 26,1 ц/га, или 32,4-42,2 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буга, С. Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси: монография / С. Ф. Буга; РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: укрупн. тип. им. С. Будного, 2013. – 240 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) 5-е изд., доп. и перераб. / Б. А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Интегрированные системы защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: (рекомендации) / С. В. Сорока [и др.]. – Несвиж: укрупн. тип. им. С. Будного, 2012. – 176 с.

УДК 631.52:635.75

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ НИГЕЛЛЫ (*NIGELLA L.*)

А. Л. Исакова

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного знамени сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 213407, г. Горки,
ул. Мичурина, 5; e-mail: nastyaisakova213@gmail.com)

Ключевые слова: сорт, нигелла, селекция, стабильность, адаптивность, пластичность.

Аннотация. *Нигелла* – малораспространенная, но перспективная культура в Республике Беларусь, однако в настоящее время в широких масштабах не возделывается. В этой связи изучение и анализ ее продуктивности и адаптивности к местным условиям является актуальной темой исследования и имеет практическое значение для народного хозяйства. Целью работы являлась оценка экологической пластичности, адаптивности и стабильности отечественных сортов нигеллы по признаку «масса семян с растения». Все сорта имели достаточно высокие значения коэффициента адаптивности (0,96-0,99). Сорта Беларускі Духмяны и Радасць – наиболее адаптивные сорта, их средние показатели максимально приближены к лучшему значению. Сорта Сунічны Водар и Искра также хорошо адаптированы, но имеют небольшие колебания. Сорт Знахарка показывает наименьшую адаптивность, что говорит о возможных более сильных отклонениях урожайности в неблагоприятные годы. Таким образом, для устойчивого выращивания в различных условиях лучше подойдут сорта Беларускі Духмяны и Радасць.

ECOLOGICAL PLASTICITY AND STABILITY OF NIGELLA VARIETIES IN BELARUS

A. L. Isakova

Belarusian State Order of the October Revolution and the Red Banner of Labor Agricultural Academy
Gorki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 213407, Gorki,
5 Michurin St.; e-mail: nastyaisakova213@gmail.com)

Key words: *variety, nigella, selection, stability, adaptability, plasticity.*

Summary. *Nigella is a rare but promising crop in the Republic of Belarus, but is currently not cultivated on a large scale. In this regard, the study and analysis of its productivity and adaptability to local conditions is a relevant research topic and has practical significance for the national economy. The aim of the work was to assess the ecological plasticity, adaptability and stability of nigella varieties based on the «seed weight per plant» feature. All varieties had fairly high adaptability coefficient values (0,96-0,99). The Belaruzki Dukhmyany and Radasc varieties are the most adaptive varieties, their average values are as close as possible to the best value. The Sunichny Vodar and Iskra varieties are also well adapted, but have small fluctuations. The Znaharka variety shows the least adaptability, which indicates possible stronger deviations in yield in unfavorable years. Thus, Belaruzki Dukhmyany and Radasc are better suited for sustainable cultivation in various conditions.*

(Поступила в редакцию 17.06.2025 г.)

Введение. Большую ценность для потребителей представляют сорта, сочетающие высокие биологические, хозяйственные и технологические свойства и одновременно обладающие достаточной экологической стабильностью и пластичностью. Создание экологически устойчивых сортов, т. е. форм средней интенсивности, способных давать, возможно, не очень высокую, но стабильную урожайность в любых условиях, остается одной из актуальных проблем в растениеводстве. Наличие арсенала сортов, отвечающих требованиям современного агропроизводства, является фундаментом для повышения эффективности растениеводческой отрасли. В связи с этим в современных условиях значительно возрастает роль адаптивной селекции растений при создании сортов, сочетающих высокую потенциальную продуктивность с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам. В ряду характеристик сортов существенная роль отведена их адаптивным свойствам, правильная и разносторонняя оценка которых позволяет максимально использовать позитивный эффект взаимодействия генотип-среда [2, 3].

Нигелла – малораспространенная, но перспективная культура в Республике Беларусь, однако в настоящее время в широких масштабах не возделывается. В этой связи изучение и анализ ее продуктивности и

адаптированности к местным условиям является актуальной темой исследования и имеет практическое значение для народного хозяйства.

Цель работы – оценка экологической пластичности, адаптивности и стабильности сортов нигеллы по признаку «масса семян с растения».

Материалы и методика исследований. Объектом исследования были сорта нигеллы дамасской Радасць, Сунічны Водар, Искра и нигеллы посевной Знахарка, Беларускі Духмяны отечественной селекции. Изучение особенностей роста и развития нигеллы проводили в 2021-2023 гг.

Полевые исследования в Республике Беларусь проводили на опытном поле кафедры плодоовощеводства УО «БГСХА» (г. Горки, Могилевская область, Республика Беларусь) на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: pH_{KCl} – 6,1-6,2, P_2O_5 (0,2 М HCl) – 173-182 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 205-212 мг/кг, гумус (0,4 н $K_2Cr_2O_7$) – 2,5-2,7 % (индекс агрохимической окультуренности – 0,85). Климат Республики Беларусь умеренно континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет 7,1 соответственно. Сумма активных температур за период вегетации растений в Республике Беларусь в среднем составляет 2667,0 °С, сумма осадков за вегетацию составляет 383 мм.

Устойчивость к стрессу и генетическую гибкость (или компенсаторную способность) сорта определяли по методу А. А. Rossielle, J. Nemblin [7], гомеостатичность (Ном) по методике В. В. Хангильдина [5], показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) по методике Э. Д. Неттевича и А. И. Моргунову [4], коэффициент адаптивности (КА) по методике Л. А. Животкова [1], индекс экологической пластичности по Eberhard S. A., Russell W. A. [6]. Расчет НСР₀₅ производился при помощи программы BASIC.

Посев нигеллы проводили в 1-й декаде мая рядовым способом, норма высева всхожих семян – 1,1 млн./га, площадь делянки – 5 м², повторность опыта 3-кратная, предшественник – капуста белокочанная, чистый пар, свекла. Посев проводили ручной сеялкой, уборку – селекционным комбайном WINTERSTEIGER.

Результаты исследований и их обсуждение. В целом, в годы проведения исследований климатические условия в северо-восточной зоне Республики Беларусь были благоприятными для возделывания нигеллы и способствовали активному росту, развитию ее растений и своевременному созреванию семян (таблица 1).

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод, что вегетационный период культуры в 2021 г. характеризовался как умеренно

влажный, коэффициент увлажнения составил 0,96 в Республике Беларусь. За время роста и развития нигеллы общая сумма осадков составила 268,3 мм в Республике Беларусь при среднесуточных температурах 22,8 °С. В 2022-2023 гг. условия вегетации нигеллы в Республике Беларусь были как умеренно засушливыми (ГТК 0,86), так и засушливыми (ГТК 0,69). Средние температуры в эти годы составили 21,3 и 21,5 °С соответственно, а количество осадков за указанный период колебалось от 182,9 до 224,7 мм.

Как показали исследования, гидротермические условия благоприятны для возделывания нигеллы. Обеспеченность теплом на всей территории возделывания составляет 100 %. Самым неустойчивым элементом климата являются осадки. Их количество сильно колеблется как по годам, так и в течение года.

Таблица 1 – Метеорологические условия за период вегетации нигеллы, 2021–2023 гг.

Месяц/год	2021		2022		2023	
	Температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	Температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм	Температура воздуха, °С	Сумма осадков, мм
Май	16,5	53,3	14,6	60,3	16,5	5,4
Июнь	23,8	22,3	22,5	88,0	21,5	46,2
Июль	28,1	74,8	22,5	65,5	22,5	88,5
Август	22,8	117,9	25,6	10,9	25,5	42,8
Среднее	22,8	268,3	21,3	224,7	21,5	182,9
ГТК	0,96		0,86		0,69	

Высота растений является важным признаком, влияющим на продукционные процессы.

Например, сильно низкие растения создают большие сложности при уборке. И наоборот, более высокие приводят к полеганию растений и, как следствие, к потере урожая. В наших исследованиях в условиях Республики Беларусь высота растений колебалась от 52,6 до 74,5 см, при этом по годам изменчивость данного признака была низкой, коэффициент вариации составил 0,27-2,48 % (таблица 2).

Количество листовок на одном растении составило 15,3-17,3 шт. В условиях Республики Беларусь количество листовок по годам было стабильно, коэффициент вариации по сортам составил всего 0,37-5,78 %.

Наибольшее количество листовок на растении отметили у сорта Сунічны Водар (17,3 шт.), что на 1,0 и 2,0 шт. превышает другие сорта, при НСР₀₅ – 1,68 шт.

Количество семян в одной листовке формируется от 68,4 до 78,6 шт., коэффициент вариации составлял 0,26-8,69 %.

В условиях Беларуси масса семян с одного растения составила 2,87-3,97 г, существенно выделился сорт Сунічны Водар (3,97 г), что на 0,8-1,1 г превышало показатели других сортов. Отечественные сорта нигеллы сформировали крупные семена, масса 1000 семян составила 2,42-3,09 г.

Таблица 2 – Параметры структуры урожая сортов нигеллы (среднее за 2021-2023 гг.)

Показатель	Параметр	Знахарка	Беларускі Духмяны	Радасць	Сунічны Водар	Искра	НСР ₀₅
Высота растения, см	среднее	57,2	74,5	52,6	64,0	53,1	1,41
	CV, %	1,9	0,4	0,3	0,2	2,5	
Количество листовок на растении, шт.	среднее	16,5	16,5	15,4	17,5	15,3	1,68
	CV, %	5,8	2,1	0,3	1,1	1,1	
Количество семян в листовке, шт.	среднее	68,7	73,2	68,4	78,6	72,7	10,2
	CV, %	8,7	1,9	2,4	0,2	1,3	
Масса семян с 1-го растения, г	среднее	3,2	2,8	3,1	3,9	3,1	0,39
	CV, %	3,6	2,0	1,8	3,8	3,1	
Масса 1000 семян, г	среднее	2,5	2,4	2,9	3,1	2,9	0,08
	CV, %	2,8	1,3	1,7	1,1	0,6	

Урожайность культуры высокая, в среднем за годы исследований по сортам составила 1,50-1,61 т/га (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность сортов нигеллы (среднее за 2021-2023 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га
Беларускі Духмяны	1,58
Знахарка	1,48
Радасць	1,50
Искра	1,54
Сунічны Водар	1,61

Генетическая гибкость сорта (ГГ) определяет реакцию сорта на условия выращивания и характеризует способность растений противостоять различным факторам среды. Чем ниже S^2_i , тем выше стабильность сорта. Сорта Беларускі Духмяны и Радасць имеют наиболее стабильные показатели, поскольку их дисперсия самая низкая (0,0033). Сорта Знахарка и Искра показывают умеренную гибкость, с дисперсией 0,0133 и 0,0094 соответственно. Сорт Сунічны Водар имеет самую высокую изменчивость (0,0233), что говорит о высокой адаптивности, но низкой стабильности. Этот анализ помогает выбрать сорта в зависимости от условий: для стабильных условий (например, равномерный

агрофон) лучше подходят Беларускі Духмяны и Радасць. Для переменных условий (разные годы, климат) Сунічны Водар может быть более продуктивным, но с риском больших колебаний урожайности (таблица 4).

Таблица 4 – Параметры адаптивности и стабильности сортов нигеллы по признаку «масса семян с растения»

Сорт	ГГ	Ном	Уровень стабильности S_i	КА	СЦ	Коэффициент пластичности (bi)
Знахарка	0,0133	27,53	0,0042	0,96	3,16	1,12
Беларускі Духмяны	0,0033	49,85	0,0011	0,99	2,86	0,85
Сунічны Водар	0,0233	26,02	0,0058	0,97	3,96	1,20
Радасць	0,0033	54,52	0,0010	0,98	3,13	0,92
Искра	0,0094	31,87	0,0030	0,97	3,08	1,05

Гомеостатичность – это свойство растений при изменении условий их выращивания сохранять внутреннее равновесие и реализовать генетическую активность [5]. Этот критерий часто связывают со стабильностью сортов. Принято считать, что гомеостатичность – это способность растений поддерживать внутреннее равновесие и реализовывать генетические возможности сорта при отклонении от нормы условий их возделывания. Свойство гомеостатичности заключается в определенной устойчивости сортов какой-либо культуры против созданных изменений условий среды.

Так как связана она с экологической пластичностью, то устойчивость к дефициту влаги, высокой температуре воздуха и вообще к перепадам экологических условий произрастания характерна высокогомееостатичным сортам.

Наибольший интерес представляют сорта Радасць и Беларускі Духмяны с высоким уровнем гомеостаза (Ном) – 54,52 и 49,85 соответственно, т. е. это указывает на их способность формировать высокие потенциальные урожайности как в оптимальных, так и в лимитированных условиях, а также на стабильность генетической системы устойчивости растений. Сорт Сунічны Водар подходит для изменчивых условий, но имеет высокую изменчивость.

Сорта Радасць (0,0010) и Беларускі Духмяны (0,0011) – наиболее стабильные сорта, подходят для выращивания в стабильных условиях. Сорта Знахарка (0,0042) и Искра (0,0030) имеют умеренную стабильность, могут адаптироваться к разным условиям. Сорт Сунічны Водар наиболее пластичный, способен давать высокие урожаи в благоприятные годы, но чувствителен к неблагоприятным условиям.

Экологическая пластичность показывает способность сорта адаптироваться к изменяющимся условиям среды. Сорта Радасць и Беларускі Духмяны – наиболее стабильные сорта, подходят для предсказуемых условий выращивания. Сорта Знахарка и Искра – сорта средней пластичности, могут адаптироваться к разным условиям. Сорт Сунічны Водар – самый пластичный сорт, подходит для изменчивых условий, но менее стабилен.

Наивысшая селекционная ценность у сорта Сунічны Водар (3,96) – этот сорт сочетает высокое число семян и умеренную стабильность. Сорта Радасць (3,13) и Знахарка (3,16) также показывают высокую селекционную ценность, с небольшой разницей в стабильности. Беларускі Духмяны (2,86) – самый стабильный сорт, но с меньшей продуктивностью. Сорт Искра (3,08) – средний вариант по всем параметрам.

Также важно отметить, что все сорта имели достаточно высокие значения коэффициента адаптивности (0,96-0,99). Сорта Беларускі Духмяны и Радасць – наиболее адаптивные сорта, их средние показатели максимально приближены к лучшему значению. Сорта Сунічны Водар и Искра также хорошо адаптированы, но имеют небольшие колебания. Сорт Знахарка показывает наименьшую адаптивность, что говорит о возможных более сильных отклонениях урожайности в неблагоприятные годы.

Заключение. Почвенно-климатические условия Республики Беларусь обеспечивают нормальный рост, развитие и получение полноценного урожая нигеллы до 1,58-1,61 т/га. Наибольшую урожайность сформировал по результатам исследований сорт Сунічны Водар (1,61 т/га). Кроме того, сорта имели достаточно высокие значения коэффициента адаптивности (0,96-0,99). Наибольший интерес представляют сорта Радасць и Беларускі Духмяны с высоким уровнем гомеостаза (Ном) – 54,52 и 49,85 соответственно, т. е. это указывает на их способность формировать высокие потенциальные урожайности как в оптимальных, так и в лимитированных условиях, а также на стабильность генетической системы устойчивости растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайности / Л. А. Животков [и др.] // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3-6.
2. Нигелла в Беларуси / А. Л. Исакова [и др.]. – Горки, 2021. – 118 с.
3. Адаптивный потенциал сортов зернового гороха / Н. А. Коробова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3. – С. 41-44.
4. Неттевич Э. Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в Центральном районе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства / Э. Д. Неттевич // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2001. – № 3. – С. 50-55.

5. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В. В. Хангильдин [и др.] // Генетико-цитологические аспекты в селекции сельскохозяйственных растений. – 1984. – № 1. – С. 67-76.
6. Eberhart, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russell // Crop. sci. – 1966. – Vol. 6, No. 1. – P. 36-40.
7. Rossielle, A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments / A. A. Rossielle, J. Hemblin // CropScience. – 1981. – Vol. 21., № 6. – P. 27-29.

УДК 631.895:633.16«324»(476)

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ
УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА
ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ ФУРАЖНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
(АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)**

В. С. Лагута, В. Г. Смольский

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

Ключевые слова: минеральные удобрения, органоминеральные удобрения, озимый ячмень, урожайность, качественные показатели зерна.

Аннотация. В аналитическом обзоре представлены литературные данные о влиянии минеральных и органоминеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимого ячменя фуражного назначения, которые должны учитываться при разработке дифференцированных технологий возделывания этой культуры в Республики Беларусь.

**INFLUENCE MINERAL AND ORGANO -MINERAL FERTILIZERS
ON YIELD AND QUALITY GRAIN WINTER BARLEY FORAGE
PURPOSE (ANALYTICAL REVIEWING)**

V. S. Laguta, V. G. Smolsky

EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,
28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: mineral fertilizers, organic mineral fertilizers, winter barley, yield, quality indicators of grain.

Summary. The analytical review presents literature data on the influence of mineral and organo-mineral fertilizers on the yield and quality of grain of forage-winter barley, which should be taken into account when developing differentiated technologies for the cultivation of this crop in the Republic of Belarus.

(Поступила в редакцию 11.06.2025 г.)

Введение. Зерно ячменя содержит 10-12 % сырого протеина, 2,3-2,5 % жира, 2,5-2,8 % золы, 72-80 % безазотистых экстрактивных веществ. Из зерна ячменя производят перловую и ячневую крупы, солодовые экстракты и другие пищевые продукты. Основная масса производимого зерна ячменя (около 70 %) в нашей стране расходуется на нужды животноводства. В 1 кг зерна содержится в среднем 80-100 г переваримого белка и 1,15-1,18 к. ед. [9].

При современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур в комплексе факторов формирования урожая и качества растениеводческой продукции решающее значение приобретает сбалансированное питание растений всеми необходимыми макроэлементами. Использование их в системе удобрений сельскохозяйственных культур способствует повышению эффективности минеральных удобрений и качества урожая.

Минеральное питание растений – совокупность процессов поглощения, передвижения и усвоения растениями химических элементов, получаемых из почвы в форме ионов минеральных солей [2]. В формировании величины урожая и его качества большая роль принадлежит листовому аппарату. Одним из наиболее эффективных путей рационального использования удобрений является комплексная диагностика с обязательным биометрическим контролем за ростом и развитием растений в течение вегетационного периода [7].

Цель исследования – провести литературный анализ и выявить значение минеральных и органоминеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимого ячменя.

Результаты исследований и их обсуждение. В условиях Республики Беларусь ячмень является высокоурожайной культурой и обеспечивает наибольшее валовое производство зерна. Среди многих факторов, способствующих повышению урожайности ячменя, большое значение имеет грамотно подобранная система применения удобрений. Ввиду низкого естественного плодородия почвы дерново-подзолистого типа, преобладающего в республике, урожай формируется на 40-50 % за счет удобрений. Для повышения эффективности использования удобрений необходимо располагать информацией о динамике продуктивности ячменя в зависимости от применения минеральных и органоминеральных удобрений, а также уровне их реальной эффективности [2, 7].

При возделывании сельскохозяйственных культур наряду с показателями урожайности немаловажное значение отводится качеству полученной продукции, которая используется для питания человека, в качестве корма для животных и сырья для промышленности. С помощью удобрений можно изменять направленность процессов обмена

веществ и регулировать накопление в растениях полезных для человека и животных веществ: белков, крахмала, сахаров, витаминов, элементный состав растений (содержание фосфора, калия, кальция, магния, микроэлементов) и др. [1].

Фотосинтез является одним из главных процессов, определяющих урожайность сельскохозяйственных культур, т. к. в результате его протекания образуется до 90-95 % сухого вещества растений. Минеральное питание растений и фотосинтез составляют две стороны единого процесса питания растений. Чем лучше создаются условия для процесса фотосинтеза, тем выше его продуктивность и конечный урожай растений, тем больше гарантия получения продукции высокого качества.

Особое внимание при разработке приемов повышения урожайности сельскохозяйственных культур уделяется разработке методов увеличения продуктивности фотосинтеза: ассимиляционной поверхности, времени активной фотосинтетической деятельности и др. Регуляция процесса фотосинтеза в первую очередь осуществляется с помощью внесения минеральных удобрений, а интенсивность его является одним из методов управления формированием урожайности посевов. Одним из важных показателей фотосинтетической деятельности посевов является величина листовой поверхности [5].

Важным показателем качества фуражного зерна как корма помимо белковой и энергетической компоненты является содержание азота и минеральных веществ, необходимых для синтеза жизненно важных соединений. Оптимальное содержание калия в кормах составляет 0,7-1,0 %, кальция – 1,01-1,15 %, меди и цинка – 7-12 и 20-40 мг/кг сухого вещества соответственно. Применение минеральных удобрений и регуляторов роста оказывает влияние на содержание данных элементов в зерне ячменя [1].

Среди других зерновых культур ячмень характеризуется наиболее коротким периодом потребления элементов питания. Ко времени выхода в трубку он потребляет около 70 % калия, 40 % фосфора и более 60 % азота, используемых за весь вегетационный период [5].

Из минеральных удобрений особое значение имеют азотные удобрения. Уменьшение поступления азота ведет к снижению урожайности и накопления белков, что ухудшает качество комбикормов. Нарушение фосфорного питания ограничивает усвоение азота почвы и удобрений. На качественный состав белков фосфор оказывает большее влияние, чем на их накопление. О влиянии калийных удобрений на урожайность и качество зерна известно, что неправильное соотношение между основными элементами минерального питания в сторону увеличения доз калия резко снижает качество зерна [5].

Противоречивость полученных в республике результатов по влиянию доз азота на урожайность озимого ячменя объясняется особенностями реакции этой культуры на его внесение в зависимости от целого ряда факторов: почвы, предшественника, метеорологических условий, складывающихся в период вегетации, сортовых особенностей [6]. Это свидетельствует о необходимости дифференцированного подхода к применению азотных удобрений на посевах озимого ячменя.

По данным почвенной диагностики устанавливаются дозы азота для внесения до посева и в ранневесеннюю подкормку. Применение азотных удобрений перед посевом исключается в следующих случаях: при размещении после бобовых, сидератов, пропашных, однолетних трав в смеси с бобовыми; при непосредственном внесении органических удобрений; при содержании гумуса в дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных, подстилаемых суглинком, почвах более 2,5 %, в песчаных и супесчаных, подстилаемых песком, – более 1,8 % [1, 4].

В опытах, проведенных в северо-восточной части республики на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, содержащей 1,90-1,95 % гумуса, было установлено, что при осеннем внесении азота в дозе N_{30} с последующим его применением весной в дозе N_{90} урожайность зерна озимого ячменя составила в среднем 49,7 ц/га. На вариантах, где весь азот в дозе N_{120} вносили весной, этот показатель был равен 51,7-52,6 ц/га, т. е. на 2,0-2,9 ц/га больше [5].

О нецелесообразности внесения под озимый ячмень на таких почвах азота осенью свидетельствуют также результаты, полученные в исследованиях, которые проводились в центральной части республики [6]. При внесении под культуру навоза применять осенью минеральный азот не рекомендуется на всех типах почв [1].

В весенний период под озимый ячмень планируется проведение двух или трех подкормок. Наиболее эффективным сроком внесения азотных удобрений в первую подкормку является начало активной вегетации растений, которое происходит при переходе среднесуточных температур через $+5^{\circ}\text{C}$, когда в почве установится водное равновесие и появятся белые корешки. Продолжительность срока проведения подкормки не должна превышать 10 дней на легких и 10-15 дней на тяжелых почвах.

Большое значение в выборе доз фосфорных и калийных удобрений имеет обеспеченность почвы P_2O_5 и K_2O . При этом прослеживается определенный вывод, что нижний предел обеспеченности почвы фосфором должен быть на уровне 150-180 мг P_2O_5 и калия 140-200 мг K_2O на кг почвы. Что касается эффективности азотных удобрений, то основным критерием их действия являются степень окультуренности почв и уровень содержания в них органического вещества. По мере

повышения плодородия почв и их гумусированности появляется возможность снижения доз азотных удобрений.

Наиболее дефицитными и дорогостоящими в нашей республике являются фосфорные удобрения. По этой причине внесение фосфорных удобрений на пахотных землях не всегда компенсировало вынос этого элемента с урожаем, что приводит к снижению его содержания в почвах. Поэтому при расчетах потребности в фосфорных удобрениях под озимые зерновые культуры под урожай 2024 года необходимо обязательно обеспечить применение фосфорных удобрений в дозах, компенсирующих вынос фосфора с урожаем (11 кг на 1 тонну зерна с соответствующим количеством соломы). При планируемой урожайности 35-37 ц/га расчетная доза фосфорных удобрений должна составить 40 кг/га д. в., при планируемой урожайности 60 ц/га – соответственно 80 кг/га д. в [6].

Доза калийных удобрений в 100-105 кг/га д. в. компенсирует вынос калия с планируемой урожайностью на уровне 35-37 ц/га (25 кг K_2O на 1 тонну зерна с соответствующим количеством соломы). Применительно к каждому полю дозы калийных удобрений необходимо дифференцировать следующим образом. Повышенные их дозы (при 120-130 % выноса с урожаем) следует применять на почвах с содержанием обменного калия менее 200 мг/кг почвы. При содержании K_2O 200-300 мг/кг доза калия должна компенсировать его вынос с урожаем. При более высоком содержании в почве подвижного калия необходимо предусматривать возврат 50-70 % потребляемого урожаем элемента за счет минеральных удобрений [7].

В результате исследований В. В. Лапы и Н. Н. Ивахненко (2015) было установлено, что погодные условия и внесение минеральных удобрений на фоне последствия 60 т/га органических удобрений оказало существенное влияние на повышение продуктивности зерна [3].

Полученные экспериментальные данные РУП «Институт почвоведения и агрохимии» в годы исследований свидетельствуют, что применение на дерново-подзолистых легкосуглинистых и рыхлосупесчаных почвах комплексных удобрений с модифицирующими добавками при возделывании сельскохозяйственных культур обеспечивает по сравнению со стандартными формами удобрений: на зерновых культурах – увеличение урожайности зерна в среднем у озимого ячменя на 3,0, у озимого тритикале на 3,3, у овса на 4,0 ц/га, при повышении содержания белка в зерне на 0,2-0,7 %; критических аминокислот на 1,4-3,3 г/кг зерна, незаменимых аминокислот на 0,21-0,62 г/кг зерна [4].

Заключение. Таким образом, проведенный аналитический обзор свидетельствует о том, что в основе получения высоких урожаев озимого ячменя наряду с другими факторами лежит достаточная обеспе-

ченность растений элементами питания. Система удобрений должна разрабатываться с учетом конкретных почвенно-экологических условий, сортовых особенностей, уровня урожайности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вильдфлуш, И. Р. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на динамику роста, продуктивность, элементный состав и качество зерна ячменя кормового назначения рекомендации / И. Р. Вильдфлуш, А. Р. Цыганов, Н. В. Барбасов. – Горки: БГСХА, 2019. – 28 с.
2. Зубкович, А. А. Яровой ячмень: основные элементы технологии возделывания / А. А. Зубкович // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 161-176.
3. Лапа, В. В. Диагностические признаки содержания элементов питания в растениях / В. В. Лапа, М. В. Рак // Справочник агрохимика. – Минск, 2007. – С. 58-72.
4. О преимуществах и эффективности комплексных удобрений. Беларусь сегодня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/o-preimushchestvakh-i-effektivnosti-kompleksnykh-udobreniy.html>. – Дата доступа: 21.05.2025.
5. Оптимизация минерального питания зерновых культур на основе регулирования интенсивности продукционных процессов: рекомендации / Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – 12 с.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных, технических и кормовых растений: сборник отраслевых регламентов / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2023. – 505 с.
7. Райнер, Л. Озимый ячмень / Л. Райнер, И. Штайнбергер, У. Дееке. – М.: Колос, 1980. – 214 с.
8. Сельское хозяйство Республики Беларусь 2022-2023 гг.: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; ред. И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2024. – 179 с.
9. Ячмень [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [HTTP://BIOFILE.RU/BIO/18493.HTML](http://biofile.ru/bio/18493.html). – Дата доступа: 20.05.2025.

ПЛУГ СО СКЛАДНОЙ РАМОЙ ПОНС-4-40

**Н. Д. Лепешкин¹, В. В. Мижурин¹, В. В. Миккульский¹,
А. И. Филиппов²**

¹ – РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220049,
г. Минск, ул. Кнорина, 1; e-mail: belagromechmo@tut.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:** оборотный плуг, складная рама, центр тяжести, обработка почвы, эксперимент, устройство, результаты испытаний.*

***Аннотация.** В данной статье обоснован и предложен оборотный плуг со складной рамой, конструкция которого позволяет уменьшить опрокидывающий момент при его транспортировке и агрегатировании с трактором, что является решением актуальной научно-технической задачи. Дано подробное описание его устройства, технологического процесса и принципа его работы. В статье также приводятся результаты испытаний данного плуга на полях ГП «Экспериментальная база «Зазерье», ОАО «Зазерка» Пуховичского района и ГСХУ «Несвижская сортировальная станция» Несвижского района Минской области во время летне-осенних полевых работ 2024 года, которые подтверждаются протоколом приемных испытаний ГУ «Белорусская МИС».*

PLOUGH WITH FOLDING FRAME PONS-4-40

N. D. Lepeshkin¹, V. V. Mizhurin¹, V. V. Mikulsky¹, A. I. Filippov²

¹ – RUP «SPC of the National Academy of Sciences of Belarus for Agricultural Mechanization»
Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220049, Minsk,
1 Knorina str.; e-mail: belagromechmo@tut.by);

² – EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,
28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

***Key words:** reversible plough, folding frame, center of gravity, soil cultivation, experiment, device, test results.*

***Summary.** In this article, a reversible plow with a folding frame is substantiated and proposed, the design of which makes it possible to reduce the tipping moment during its transportation and aggregation with a tractor, which is a solution to an urgent scientific and technical problem. A detailed description of its structure, technological process and the principle of its operation is given. The article also presents the results of tests of this plow in the fields of the State Enterprise «Experimental Base «Zazerye», JSC «Zazerka» of the Pukhovichi district and the State Ag-*

ricultural Enterprise Nesvizh Sorting Station of the Nesvizh district of the Minsk region during the summer and autumn field work in 2024, which are confirmed by the protocol of acceptance tests of the State Enterprise «Belorusskaya MIS».

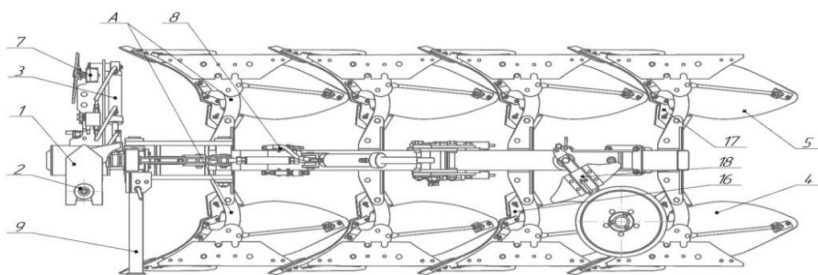
(Поступила в редакцию 29.06.2025 г.)

Введение. В настоящее время все выпускаемые в республике оборотные плуги, за исключением 3-корпусных плугов, созданы в полунавесном варианте. Многочисленные же отечественные и зарубежные исследования, а также результаты различных видов испытаний плугов показывают, что производительность навесных плугов превышает производительность полунавесных с аналогичным количеством корпусов на 15-20 % за счет экономии времени на вспомогательных операциях [1, 2]. Кроме того затруднена, а иногда и невозможна вспашка мелкоконтурных полей и полей со сложной конфигурацией полунавесными оборотными плугами. Вместе с тем создание навесных оборотных плугов по классической конструктивной схеме затруднено из-за невозможности обеспечения достаточной загрузки переднего управляемого моста трактора для его безопасного управления, особенно при транспортных переездах.

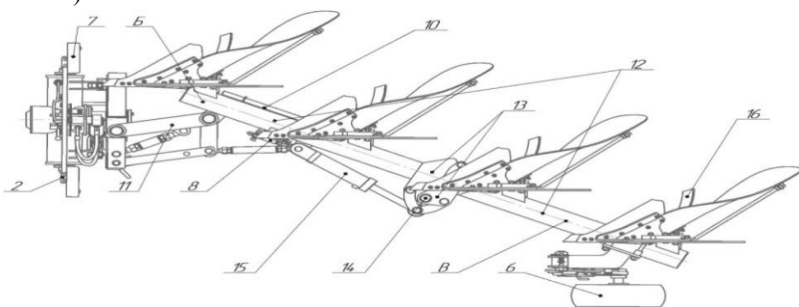
Цель исследования – разработка и создание оборотного навесного плуга, конструкция которого позволяет уменьшить опрокидывающий момент, возникающий при его транспортировке, является актуальной научно-технической задачей.

Материалы и методы исследований. В связи с вышеизложенным РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» была обоснована и запатентована конструкция плуга, позволяющая уменьшить опрокидывающий момент при его транспортировании и обороте за счет приближения центра масс плуга к оси его подвеса путем складывания рамы [3-5].

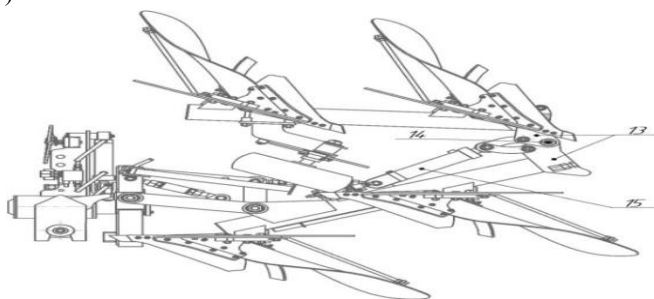
Предложенный плуг со складной рамой состоит из навесного устройства 1 (рисунок 1), с помощью которого он навешивается на ось автосцепки 2 и затем агрегируется с трактором. Механизм оборота 3 рамы 12 служит для перевода правооборачивающих корпусов 4 с углоснимами 16 и левооборачивающих корпусов 5 с углоснимами 17 в рабочее положение, в зависимости от направления движения трактора с плугом по полю. Колесо опорное 6 с механизмом регулировки 18 предназначено для установки и поддержания глубины вспашки плуга. Электрооборудование 7 предназначено для обозначения габаритов, указания поворотов и стоп-сигнала при транспортировании плуга по дорогам.



а)



б)



в)

а – вид сбоку; б – вид сверху; в – плуг в транспортном положении
 1 – навесное устройство; 2 – автосцепка; 3 – механизм оборота;
 4 – правооборачивающиеся корпуса; 5 – левооборачивающиеся
 корпуса; 6 – колесо опорное; 7 – электрооборудование;
 8 – гидросистема; 9 – опора; 10 – чистик; 11 – параллелограммный
 механизм корректировки ширины захвата; 12 – рама; 13 – кронштейн;
 14 – ось; 15 – гидроцилиндр складывания-раскладывания;
 16, 17 – углосним; 18 – механизм регулировки

Рисунок 1 – Плуг навесной оборотный со складной рамой

Гидросистема 8 служит для перевода плуга из транспортного положения в рабочее и наоборот. Опора 9 предназначена для обеспечения устойчивого положения плуга при хранении. Чистик 10 предназначен для очистки правооборачивающих корпусов 4 с углоснимами 16 и левооборачивающих корпусов 5 с углоснимами 17 в случае налипания на них почвы.

Параллелограммный механизм корректировки ширины захвата 11 первого корпуса *A*, предназначен для изменения его положения в поперечной плоскости, в зависимости от колеи колес трактора, для обеспечения слитности пахоты при переменной работе правооборачивающих корпусов 4 с углоснимами 16 и левооборачивающих корпусов 5 с углоснимами 17. При этом рама 12 плуга состоит из передней *B* и задней *B* части, которые шарнирно соединены между собой с помощью кронштейнов 13 и оси 14. Гидроцилиндр складывания-раскладывания 15 также соединяет переднюю *B* и заднюю *B* части рамы 12 и служит для перевода задней *B* части из транспортного положения в рабочее. Таким образом, при переводе задней *B* части рамы 12 плуга в рабочее положение образуется единая несущая конструкция рамы 12 плуга.

Результаты исследований и их обсуждение. С использованием предложенного технического решения РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с ОАО «МЗШ» был разработан и испытан в ГУ «Белорусская МИС» опытный образец навесного 4-корпусного оборотного плуга ПОНС-4-40 [6]. Испытания плуга проводились на полях ГП «Экспериментальная база «Зазерье», ОАО «Зазерка» Пуховичского района и ГСХУ «Несвижская сортировальная станция» Несвижского района Минской области во время летне-осенних полевых работ 2024 года.

Условия испытаний характеризовались низкой влажностью почвы (4,6-22 %) и повышенной твердостью (2,1-7,5 МПа) из-за продолжительного отсутствия в этот период осадков. Фоном при проведении испытаний плуга являлись поля после уборки зерновых, овощных и технических культур, однолетних и многолетних трав, а также пастбища [7-9].

Плуг работает следующим образом. При помощи навесного устройства 1 и оси автосцепки 2 плуг агрегируют с трактором. Далее гидросистема 8 плуга подсоединяется к гидросистеме трактора. Электрооборудование 7 плуга соединяется с розеткой электрооборудования трактора. Затем на ровной площадке производят корректировку ширины захвата плуга с помощью параллелограммного механизма корректировки ширины 11 захвата первого корпуса *A*. После этого при помощи колеса опорного 6 с механизмом регулировки

18 устанавливают требуемую глубину вспашки. Далее плуг транспортируется на поле. По прибытии на место работы плуг из транспортного положения переводят в рабочее. Для этого с помощью механизма оборота 3 рамы 12 производят оборот рамы 12 в правое или левое положение, соответственно будут задействованы в работе правооборачивающие корпуса 4 с углоснимами 16 или левооборачивающие корпуса 5 с углоснимами 17. Затем с помощью гидроцилиндра складывания-раскладывания 15 задней *B* части рамы 12 осуществляют ее перевод в рабочее положение. При начале движения трактора с плугом правооборачивающие корпуса 4 с углоснимами 16 или левооборачивающие корпуса 5 с углоснимами 17 плуга заглубляются, отделяют пласт почвы от массива и оборачивают его. Колесо опорное 6 с механизмом регулировки 18 обеспечивает заданную глубину обработки. В конце гона плуг переводится в транспортное положение, осуществляется разворот и оборот рамы 12 плуга механизмом оборота 3 рамы 12 в другое положение (рисунки 2 и 3).



Рисунок 2 – Плуг ПОНС-4-40 в транспортном положении



Рисунок 3 – Плуг ПОНС-4-40 в работе

Заключение. В результате испытаний были определены фактические значения показателей плуга ПОНС4-40 и установлено, что опытный образец плуга соответствует требованиям ТЗ и других ТНПА по функциональным и эксплуатационно-технологическим показателям, что подтверждается протоколом №083-1/2-2024 от 17 декабря 2024 года приемочных испытаний плуга оборотного навесного с изменяемым центром масс ПОНС-4-40.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные направления развития механизации обработки почвы и посева в Республике Беларусь до 2030 года / Н. Д. Лепешкин [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; – Минск, 2018. – Вып. 5.1 – С. 10-16.
2. Лепешкин, Н. Д. Почвообрабатывающие машины для основной обработки почвы и перспективы их развития (для условий Республики Беларусь) / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; – Минск: Белорусская наука, 2023. – Вып. 56. – С. 45-51.
3. Навесной плуг с изменяемым центром масс: полез. модель ВУ 13590 / Н. Д. Лепешкин [и др.]. – Опубл. 20.11.2024.
4. Плуг с изменяемым центром масс: промышленный образец ВУ 5276 / Н. Д. Лепешкин [и др.]. – Опубл. 20.11.2024.
5. Обоснование конструктивной схемы, разработка и испытания экспериментального образца навесного оборотного 4-х корпусного плуга с изменяемым центром масс к тракторам «БЕЛАРУС 1221» / Н. Д. Лепешкин [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. наун. – техн. конф. (Минск, 17-18 окт. 2024 г.) / ред. кол.: П. П. Казакевич [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2024. – С. 227-231.
6. Протокол №083-1/2-2024 от 17 декабря 2024 года приемочных испытаний плуга оборотного навесного с изменяемым центром масс ПОНС-4-40 / ГУ «Белорусская МИС» – 2024. – 79 с.

7. Перспективный плуг ПО-(8+4)-40 для тракторов мощностью 450 л.с. / Н. Д. Лепешкин [и др.] // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. № 1. г. Горки, 2021. – С. 167-171.
8. Разработка оборотного 12-корпусного плуга для различных почв / Н. Д. Лепешкин [и др.] // Сборник научных статей по материалам XXIII Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2020. – С. 102-104.
9. Лепешкин, Н. Д. Требования к рабочим органам агрегата для основной обработки склоновых земель и выбор их типа / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, А. И. Филиппов // Сборник научных статей «Современные технологии сельскохозяйственного производства» по материалам XXV Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2022. – С. 89-92.

УДК 631.53.04:633.853.494(476)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАДУСО-ДНЕЙ РОСТА КАК ИНДИКАТОРА СРОКОВ СЕВА ОЗИМОГО РАПСА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

О. Л. Ломонос

УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220013,

г. Минск, ул. П. Бровки, 6; e-mail: volha.lamanos@gmail.com)

***Ключевые слова:** климат, потепление, градусо-дни роста, озимый рапс, урожайность, сроки сева.*

***Аннотация.** Представлен сравнительный анализ показателей производства озимого рапса по административным областям Беларуси за 2012-2014 гг. и 2022-2024 гг. На основании научной информации установлено, что для успешной перезимовки культуры с момента посева до окончания осенней вегетации требуется порядка 600-700 градусо-дней роста (ГДР). С учетом этого, посев озимого рапса в условиях изменения климата в зависимости от накопления градусо-дней роста на территории Брестской области рекомендуется проводить не позднее 25-30 августа, Витебской – 15 августа, Гомельской – 25 августа, Гродненской – 20-25 августа, Минской – 15-20 августа, Могилевской области – 15-20 августа.*

DETERMINATION OF GROWTH DEGREE-DAYS AS AN INDICATOR OF WINTER OILSEED RAPE SOWING TIMING IN BELARUS UNDER CLIMATE CHANGE

V. L. Lamanos

IE «The Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics»

Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220013, Minsk,

6 P. Brovki st.; e-mail: volha.lamanos@gmail.com)

***Key words:** climate, warming, growth degree days, winter oilseed rape, yield, sowing dates.*

Summary. *The article presents a comparative analysis of winter oilseed rape production indicators by administrative regions of Belarus for 2012-2014 and 2022-2024. Based on scientific information it has been established that for successful overwintering of the crop, order of 600-700 growth degree days (GDD) are required from the moment of sowing until the end of the autumn vegetation. Taking this into account, sowing of winter oilseed rape, in the conditions of climate changing depending on the accumulation of growth degree-days in the Brest region, it is recommended to be carried out not later than August 25-30, Vitebsk region – August 15, Gomel region – August 25, Grodno region – August 20-25, Minsk region – August 15-20, Mogilev region – August 15-20.*

(Поступила в редакцию 10.06.2025 г.)

Введение. Изменения климата, включая глобальное потепление, изменение режимов осадков и частоты экстремальных погодных явлений, формируют новые климатические условия регионов и оказывают прямое и косвенное воздействие на погодозависимые сектора экономики, прежде всего сельское, лесное и водное хозяйство [1], представляя серьезные вызовы для продовольственной безопасности и устойчивого развития.

Территория Беларуси, находящаяся в умеренном климатическом поясе, испытывает более интенсивный, по сравнению со средне глобальными данными, рост среднегодовых температур. Несомненно, этому способствуют не только широтное расположение территории страны и ее открытость для проникновения с запада теплых влажных воздушных масс с Атлантики в течение всего года, но и проникновение сухих жарких воздушных масс из субтропических широт в летнее время с более южных регионов [2].

С начала XX века и до конца 80-х годов на территории Беларуси наблюдалось чередование кратковременных периодов потепления и непродолжительных периодов похолодания. С 1989 г. в республике начался самый продолжительный период потепления за все время инструментальных наблюдений [3, 4]. За период 1989-2020 гг. среднегодовая температура воздуха на территории страны превышала климатическую норму в среднем на 1,3 °С. С течением времени температура воздуха продолжит расти и к 2035 г. прогнозируется ее увеличение в зимний период на 1,3-2,5 °С, в весенний – на 0,7-2,0 °С, в осенний – на 1,3-1,8 °С. Летом же большинство показателей температур останутся на текущем уровне, однако ожидается небольшой рост числа жарких дней [5].

В результате потепления произошло изменение границ агроклиматических зон (областей): Северная агроклиматическая область распалась, а на юге Белорусского Полесья образовалась более теплая Новая агроклиматическая область. Исследования показывают, что тенденции этих изменений в ближайшие десятилетия сохранятся [6].

Существенное изменение условий произрастания сельскохозяйственных культур в результате потепления требует корректировки практики ведения сельского хозяйства при разработке стратегии развития растениеводства, его адаптации к изменениям климата. Экспертные оценки уже показывают, что погодные и климатические условия приводят к изменению валового продукта сельского хозяйства в Беларуси, как минимум на 15-20 % [6].

В настоящее время рапс является основной масличной (99 %) и важнейшей белковой культурой республики [7]. Нарастание объемов производства маслосемян рапса способствует обеспечению пищевой промышленности страны растительным маслом, а животноводства высокобелковыми, жиросодержащими кормами. Существенное значение занимает и экспортная составляющая продукции рапсового подкомплекса.

Климатические условия Беларуси наряду с оптимальными сроками сева культуры являются определяющими или даже «критическими» для хорошей перезимовки озимого рапса по мере распространения посевов с запада на восток [7]. Строго учитывая зональный фактор и соблюдая технологические регламенты возделывания культуры, можно в определенной степени компенсировать влияние неблагоприятных почвенных и изменяющихся климатических условий региона [8].

Потепление климата и высокая значимость оптимальных сроков сева озимого рапса как одного из главных критериев, определяющих перезимовку культуры на территории Беларуси, обеспечили необходимость постановки данного вопроса на изучение.

Цель работы – проанализировать динамику показателей производства озимого рапса по административным областям Беларуси и определить оптимальные сроки сева культуры в зависимости от накопления градусо-дней роста в условиях изменения климата.

Материал и методика исследований. Объект исследования – озимый рапс. Предмет исследования – динамика накопления градусо-дней роста, их влияние на сроки сева озимого рапса.

Метод исследования – системный анализ с применением общепринятых методик обработки данных.

Исследования проводились в два временных периода с интервалом в 10 лет – 2012-2014 гг. и 2022-2024 гг. (август-ноябрь).

Информационной базой для выполнения работы служили данные Национального статистического комитета Республики Беларусь [9, 10], а также данные суточного разрешения по приземной температуре воздуха, представленные ООО «Расписание Погоды» [11]. Для Брестской области использованы метеоданные метеорологической станции Тересполь; Витебской – Витебск (аэропорт); Гомельской –

Гомель; Гродненской – Лида; Минской – Минск/Уручье; Могилевской области – Горки.

Метод градусо-дневной роста (ГДР) со средней температурой воздуха, рассчитанной как среднее значение минимальных и максимальных суточных температур, является наиболее точным и широко используемым в сельскохозяйственных, фенологических и других исследованиях [13, 19, 20, 21], несмотря на то что данный показатель не учитывает дополнительные факторы окружающей среды и различные реакции растений на одну и ту же температуру на разных стадиях их жизненного цикла. Концепция ГДР предполагает, что рост и развитие растений будет происходить только тогда, когда температура превысит определенную базовую температуру в течение определенного количества дней.

Расчет ГДР для определения оптимальных сроков сева озимого рапса на территории Беларуси в условиях изменения климата произведен по формуле [12]:

$$\text{ГДР} = \frac{(T_{\text{max}} + T_{\text{min}})}{2} - T_{\text{баз.}},$$

где T_{max} – максимальная дневная температура;

T_{min} – минимальная дневная температура;

$T_{\text{баз.}}$ – базовая температура (5 °С).

Результаты исследований и их обсуждение. Сравнительный анализ данных Национального статистического комитета Республики Беларусь отображает рост урожайности и валового сбора маслосемян озимого рапса по стране на 6,5 ц/га и 171,6 тыс. т соответственно за период 2022-2024 гг. по сравнению с 2012-2014 гг. (таблица 1).

Среди областей значительно преуспели в этом Брестская, Гродненская и Минская, в которых за счет интенсификации технологии возделывания культуры (использования для посева гибридов озимого рапса, интегрированной системы защиты, рациональной системы удобрения и других агротехнических приемов) в исследуемый период валовый сбор маслосемян увеличился на 65,9-127,6 тыс. т при урожайности 29,3-34,1 ц/га.

Таблица 1 – Динамика показателей производства озимого рапса в сельскохозяйственных организациях Беларуси за 2012-2014 гг. и 2022-2024 гг.

Область	Урожайность, ц/га	Уборочная площадь, тыс. га	Валовый сбор, тыс. т
1	2	3	4
2012-2014 гг.			
Брестская	21,1	55,3	116,6
Витебская	13,0	41,8	54,5
Гомельская	14,6	56,6	82,9

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Гродненская	21,9	48,7	106,6
Минская	20,0	88,0	175,9
Могилевская	17,1	59,5	102,0
Беларусь	18,3	349,9	638,5
2022-2024 гг.			
Брестская	29,3	64,6	189,2
Витебская	12,3	29,6	36,5
Гомельская	13,9	33,7	46,8
Гродненская	34,1	68,6	234,2
Минская	27,2	88,9	241,8
Могилевская	14,9	41,4	61,6
Беларусь	24,8	326,9	810,1

Несколько противоположная картина складывается в условиях Витебской и Могилевской областей, где наблюдается снижение урожайности маслосемян озимого рапса на 0,7-2,2 ц/га и валового сбора на 18,0-40,4 тыс. т, несмотря на то что данные регионы располагают наибольшим удельным весом (44,6-53,2 %) почв, пригодных для возделывания рапса [14], но пока не в состоянии их освоить и получить высокие показатели продуктивности. Это связано с недостаточным количеством площадей рано убираемых предшественников для увеличения ежегодной посевной площади озимого рапса, а также более поздней их уборкой по сравнению с другими регионами, что создает высокую напряженность работ при подготовке полей для посева и во время его, с целью осуществления работ в оптимальные сроки. Кроме того, для Витебской области характерна мелкоконтурность полей значительной территории, что усложняет посев рапса в оптимальные сроки, а также избыточное переувлажнение в ранневесенний период, приводящее к гибели растений на данных участках и тем самым исключая возможность возделывания озимого рапса [15].

Низкие показатели урожайности озимого рапса (13,9-14,6 ц/га) в условиях Гомельской области могут быть связаны с острым дефицитом влаги в период вегетации, а также сохранностью посевов после перезимовки, что в большей степени обусловлено условиями и сроками сева культуры, т. к. при поздних сроках сева и остром дефиците влаги отмечается изреженность всходов, слабое развитие перед уходом в зиму и в итоге повреждение после перезимовки, что в конечном счете негативно влияет на показатели продуктивности.

Для озимого рапса большое значение имеет соответствие биологических особенностей культуры условиям произрастания. Многолетнее изучение и сравнение факторов, усиливающих или смягчающих влияние низких температур на перезимовку растений озимого рапса на

территории Беларуси, позволили прийти к выводу, что решающим из них является оптимальный срок сева культуры [16]. Именно срок сева определяет фазу органогенеза растений рапса перед уходом в зиму и, как следствие, оптимальное накопление пластических веществ, что способствует его перезимовке. Растения озимого рапса линейных сортов перед уходом в зиму должны иметь 8-10 листьев, диаметр корневой шейки 8-12 мм, длину хорошо развитого стержневого корня 15-20 см, высоту точки роста не более 2 см. Для гибридов оптимальным является наличие 8-12 листьев, длина корня – 17-25 см, диаметр корневой шейки – 10-14 мм, высота точки роста – до 2 см [17].

Одним из важных показателей, определяющих сроки сева озимого рапса, является температура. Так, по данным Бородька А. А. [18], для достижения оптимальных параметров роста и развития растений озимого рапса в условиях центральной части Беларуси продолжительность летне-осенней вегетации должна составлять 61-75 дней, а сумма активных температур – 690-927 °С.

Влияние температуры на развитие рапса можно интерпретировать как градусо-дни роста (ГДР) – это мера тепла, накопленного урожаем за определенный период времени [22]. Расчет ГДР широко используется во многих странах для оценки накопленного тепла и прогнозирования стадии роста основных сельскохозяйственных культур умеренных широт, в частности рапса и пшеницы [13, 19, 20, 21, 22].

Данные о «типичном» значении ГДР для рапса в условиях Беларуси отсутствуют. Однако в научной литературе имеется информация о ГДР для регионов, близких по климатическим условиям, согласно которой при накоплении 500 °С и более ГДР растения рапса хорошо перезимовывают [23, 24].

Расчет ГДР для условий Беларуси в разрезе областей показал, что за последние 10 лет он достаточно сильно изменился. Так, в среднем за период с начала августа до окончания вегетации в 2012-2014 гг. данный показатель для южных областей республики (Гомельская, Брестская) находился в пределах 844-873 °С, в то время как в условиях Могилевской и Витебской областей он составил лишь 698-732 °С (рисунок 1).

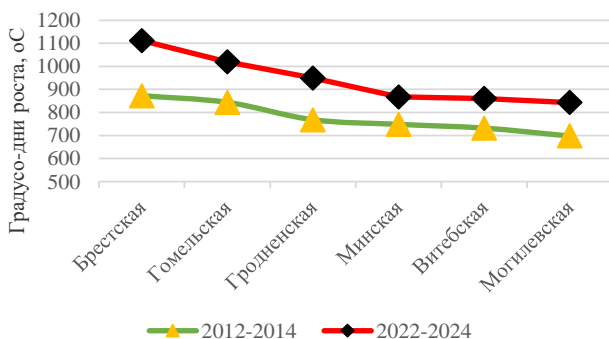


Рисунок 1 – Динамика накопления градусо-дней роста по областям Беларуси с 1-го августа до окончания вегетационного периода в 2012-2014 гг. и 2022-2024 гг.

С течением времени (2022-2024 гг.) показатель ГДР увеличился на 175-239 °С в условия Гомельской и Брестской областей, а в Могилевской и Витебской составил в среднем 843 и 860 °С соответственно. На территории Минской области сумма ГДР за исследуемый период увеличилась с 748 до 868 °С, а в условиях Гродненской области – на 181 °С.

Анализ помесячного накопления ГДР указывает на значительный рост данного показателя в августе-сентябре 2022-2024 гг. по сравнению с 2012-2014 гг. (таблица 2).

Таблица 2 – Помесячное накопление градусо-дней роста по областям Беларуси с 1-го августа до окончания вегетационного периода в 2012-2014 гг. и 2022-2024 гг.

Область	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
2012-2014 гг.				
1	2	3	4	5
Брестская	430	279	149	15
Витебская	404	231	91	8
Гомельская	450	263	128	21
Гродненская	401	251	117	17
Минская	405	238	95	16
Могилевская	396	217	81	12
2022-2024 гг.				
Брестская	514	363	195	40
Витебская	472	285	93	10
Гомельская	523	330	140	26
Гродненская	487	310	126	26
Минская	470	280	95	22

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Могилевская	468	273	85	17
±				
Брестская	84	85	46	25
Витебская	68	54	2	3
Гомельская	73	67	12	5
Гродненская	86	60	9	8
Минская	64	42	0	6
Могилевская	73	55	4	5

В зависимости от региона Беларуси показатель ГДР вырос на 64-86 °С в августе и на 42-85 в сентябре, что способствовало накоплению растениями озимого рапса большего количества пластических веществ и лучшей перезимовке в условиях 2022-2024 гг. Что касается октября-ноября месяца, мы видим совсем незначительные изменения в Витебской, Гомельской, Гродненской, Минской и Могилевской областях. Значения ГДР увеличились от 2 до 12 °С в октябре и от 3 до 8 °С в ноябре. Отдельно необходимо выделить Брестскую область, т. к. здесь отмечен рост ГДР на 31 % в октябре и на 167 % в ноябре, что говорит о более интенсивной вегетации растений в указанные месяцы на территории данной области в 2022-2024 гг. по сравнению с 2012-2014 гг.

Согласно ряду исследований установлено, что количество дней от посева озимого рапса до прорастания семян составляет приблизительно 60-79 ГДР, а для формирования первой пары настоящих листьев необходимо 150 ГДР [25]. Исходя из этого можно определить, что для формирования 8-12 листьев необходимо порядка 600-700 ГДР с момента посева до окончания вегетации.

Вышеприведенная информация позволяет на основании расчета ГДР спрогнозировать рост и развитие растений озимого рапса в зависимости от сроков сева культуры (таблица 3).

Таблица 3 – Прогноз накопления ГДР в зависимости от сроков сева озимого рапса

Сроки сева	Область					
	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
	ГДР с даты посева до окончания вегетации					
01.08	1112	860	1019	949	868	843
10.08	977	726	876	822	744	712
15.08	894	660	799	752	675	647
20.08	802	574	709	657	588	563
25.08	718	498	624	577	513	489

Если за основу расчетов взять средние ГДР в период 2022-2024 гг., то для достижения 600-700 ГДР сроки сева озимого рапса для успешной перезимовки в условиях Брестской области должны быть не позднее 25-30 августа, Витебской – 15 августа, Гомельской – 25 августа, Гродненской – 20-25 августа, Минской – 15-20 августа и Могилевской – 15-20 августа.

Безусловно расчет ГДР учитывает только показатель температуры, который как мы знаем является наиболее значимым, но не следует забывать и про влагу, т. к. при ее отсутствии время появления всходов может увеличиться, а период с момента их появления и до окончания вегетации может оказаться недостаточным. Поэтому необходимо отметить, что при планировании посева исходя из ГДР обязательным условием должно быть наличие достаточного количества влаги и тогда срок сева озимого рапса может быть установлен более точно.

Заключение. Таким образом, в исследуемый период (2012-2014 и 2022-2024 гг.) на территории Беларуси в условиях изменения климата отмечается увеличение урожайности и валового сбора маслосемян озимого рапса соответственно на 6,5 ц/га и 171,6 тыс. т. Для формирования оптимальных параметров роста и развития растений в летне-осенний период с момента посева до окончания вегетации требуется порядка 600-700 ГДР. Посев озимого рапса в условиях потепления в зависимости от накопления градусо-дней роста на территории Брестской области рекомендуется проводить не позднее 25-30 августа, Витебской – 15 августа, Гомельской – 25 августа, Гродненской – 20-25 августа, Минской – 15-20 августа, Могилевской – 15-20 августа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка агроклиматических ресурсов территории Беларуси за период с 1989 по 2015 г. / В. И. Мельник [и др.] // Природные ресурсы. – 2018. – № 2. – С. 88-101.
2. Недобега, А. П. Изменение климата на территории Беларуси в контексте глобального потепления / А. П. Недобега, Д. Л. Иванов // XV Сибирское совещание и школа молодых ученых по климато-экологическому мониторингу: материалы докладов всерос. конф. с междунар. участием / Ин-т мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения РАН. – Томск, 2023. – С. 87-90.
3. Мельник, В. И. Влияние изменения климата на агроклиматические ресурсы и продуктивность основных сельскохозяйственных культур Беларуси: автореф. дис. ... канд. географ. наук: 25.00.23 / В. И. Мельник; БГУ. – Минск, 2004. – 21 с.
4. Мельник, В. И. Основные результаты изменения климата на территории Республики Беларусь: в 2 ч. / В. И. Мельник // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: сб. науч. ст. / Брест. гос. техн. ун-т; под ред. А. А. Волчека [и др.]. – Брест: БрГТУ, 2016. – Ч. 1. – С. 230-237.
5. Прогноз состояния природной среды Беларуси на период до 2035 года / В. М. Байчоров [и др.]; под общ. ред. В. С. Хомича. – Минск: Беларуская навука, 2022. – 332 с.
6. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата / В. И. Мельник [и др.]. – Минск-Женева, 2017. – 84 с.

7. Пилюк, Я. Э. Перезимовка и продуктивность озимого рапса в Беларуси и пути их повышения / Я. Э. Пилюк // *Земледелие и селекция в Беларуси*. – 2020. – № 56. – С. 224-235.
8. Фетюхин, И. В. Зимостойкость и продуктивность озимого рапса в зависимости от сроков и норм посева / И. В. Фетюхин, Г. Г. Литвинов, В. И. Кусурова // *Полидисциплинарный сетевой электронный научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]*. – Краснодар: КубГАУ. – 2012. – № 75(01). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/64.pdf>. – Дата доступа: 23.04.2025.
9. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск: РУП «Информационно-вычислительный центр Национального статистического комитета Республики Беларусь», 2015. – 318 с.
10. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск: РУП «Информационно-вычислительный центр Национального статистического комитета Республики Беларусь», 2023. – 36 с.
11. tr5.by: офиц. сайт ООО «Расписание Погоды». – Санкт-Петербург 2004-2025. – Режим доступа: <https://tr5.by/>. – Дата доступа: 23.04.2025.
12. Gordon, R. Analyses of growing degree-days for agriculture in Atlantic Canada / R. Gordon, A. Bootsma // *Climate Research*. – 1993. – Vol. 3. – P. 169-176.
13. An improved model for determining degree-day values from daily temperature data / C. Cesaraccio [et al.] // *International Journal of Biometeorology*. – 2001. – Vol. 45. – P. 161-169.
14. Методика формирования посевных площадей для возделывания сельскохозяйственных культур в изменяющихся агроклиматических условиях для обеспечения экологически безопасного и ресурсосберегающего землепользования / Т. Н. Азаренок [и др.]. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2024. – 64 с.
15. Ломонос, О. Л. Анализ приемов увеличения производства маслосемян рапса и их экологическая составляющая / О. Л. Ломонос, М. М. Ломонос // *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. – 2025. – № 1. – С. 67-76.
16. Пилюк, Я. Э. Возделывание озимого рапса в Республике Беларусь / Я. Э. Пилюк, В. М. Белявский // *Международный аграрный журнал*. – 2001. – № 9. – С. 10–17.
17. Методические рекомендации по оценке состояния посевов рапса после перезимовки и заморозков \ Я. Э. Пилюк [и др.]. – Жодино: Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, 2012. – 36 с.
18. Бородько, А. А. Влияние различных сроков сева на развитие растений и перезимовку рапса озимого в условиях центральной части Беларуси / А. А. Бородько // *Земледелие и селекция в Беларуси*. – 2020. – № 56. – С. 124-131.
19. Variations in Thermal Growing, Heating, and Freezing Indices in the Nordic Arctic, 1900-2050 / E. J. Førland [et al.] // *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*. – 2004. – Vol. 36, No. 3. – P. 346-355.
20. Climatology of growing degree days in Greece / A. Matzarakis [et al.] // *Climate Research*. – 2007. – Vol. 34(3). – P. 233-240.
21. Fealy, R. The spatial variation in degree days derived from locational attributes for the 1961 to 1990 period / R. Fealy, R. Fealy // *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. – 2008. – Vol. 47(1). – P. 1-11.
22. Bonhomme, R. Bases and limits to using 'degree day' units / R. Bonhomme // *European Journal of Agronomy*. – 2000. – Vol. 13. – P. 1-10.
23. The effect of agronomic and climatic factors on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) root neck growth in autumn / G. Šidlauskas [et al.] // *Rural development 2015: towards the transfer of knowledge, innovations and social progress: 7th international scientific conference, 19-20 November, 2015 / Aleksandras Stulginskis University, Lithuania; edited by prof. A. Raupelienė*. – Kauno, 2015. – P. 1-6.

24. Sowing date influence on winter oilseed rape overwintering in Estonia / P. Laaniste [et al.] // Soil & Plant Science, Section B: Acta Agriculturae Scandinavica. – 2007. – Vol. 57(4). – P. 342-348.
25. Martinez-Feria, R. A. Suitability of winter canola (*Brassica napus* L.) for enhancing summer annual crop rotations in Iowa: A thesis submitted to the graduate faculty in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science / R. A. Martinez-Feria; Iowa State University. – Iowa, 2015. – 158 p.

УДК 635.928

РОЛЬ ОВСЯНИЦЫ ОВЕЧЬЕЙ (*FESTUCA OVINA* L.) В БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

А. Е. Лященко

РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева
г. Москва, Российская Федерация (Российская Федерация, 230008,
г. Москва, ул. Лиственничная аллея, 16а, к3;
e-mail: lyashchenko.aleksiya@mail.ru)

Ключевые слова: овсяница овечья (*Festuca ovina* L.), биологическая рекультивация, нарушенные земли, рост и развитие, почвенные свойства, корневая система, адаптация, эрозия, растения, экология, агрономия.

Аннотация. В статье исследуется овсяница овечья (*Festuca ovina* L.) в качестве инструмента биологической рекультивации нарушенных земель, представляющих собой серьезную экологическую проблему. Проанализированы адаптивные характеристики данного вида, его рост и развитие на техногенных субстратах, отличающихся неблагоприятными условиями для большинства растений. Детально изучено влияние *F. ovina* на улучшение физико-химического состава почв, включая повышение плодородия, изменение структуры и оптимизацию водно-воздушного режима. Оценка эрозийной устойчивости и способности к задернению территорий, заселенных овсяницей овечьей, позволила установить ее эффективность в предотвращении деградации почвенного покрова. Отдельное внимание уделено анализу устойчивости *F. ovina* к высоким концентрациям тяжелых металлов, часто присутствующих в нарушенных землях. На основании полученных данных сделан вывод о целесообразности и обоснованности включения овсяницы овечьей в программы биологической рекультивации, направленные на восстановление экологического баланса и устойчивости деградированных территорий.

THE ROLE OF SHEEP'S FESCUE (*FESTUCA OVINA L.*) IN BIOLOGICAL RECLUTIVATION OF DISTURBED LANDS

A. E. Lyashchenko

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Moscow, Russia (Russia, 230008, Moscow, Listvennichnaya Alley 16a k3;

e-mail: lyashchenko.aleksiya@mail.ru)

Key words: *sheep's fescue (Festuca ovina L.), biological reclamation, disturbed lands, growth and development, soil properties, root system, adaptation, erosion.*

Summary. *The article examines sheep fescue (Festuca ovina L.) as a tool for biological reclamation of disturbed lands, which is a serious environmental problem. The adaptive characteristics of this species, its growth and development on technogenic substrates are analyzed, and strict limitations for most plants are identified. The influence of F. ovina on the improvement of the physical and chemical composition of soils, including increased fertility, changes in structure and optimization of the water-air regime, was studied in detail. Evaluation of erosion resistance and the ability to sod the territories inhabited by sheep fescue allowed to establish its effectiveness in preventing degradation of the soil cover. Special attention is paid to the analysis of F. ovina resistance to high concentrations of heavy metals, often present in disturbed lands. Based on the data obtained, a conclusion is made on the feasibility and validity of including sheep fescue in biological reclamation programs aimed at restoring the ecological balance and sustainability of degraded areas.*

(Поступила в редакцию 27.05.2025 г.)

Введение. Газоны – важнейший и неотъемлемый элемент благоустройства населенных пунктов и урбанизированных экосистем, защищающий почву от водно-ветровой эрозии, улучшающий ее структуру, а также являющийся существенным декоративным элементом городского озеленения. Зеленый цвет газонных покрытий оказывает положительное воздействие на эмоциональное состояние человека, создавая благоприятную атмосферу для работы и отдыха человека [1-6]. Антропогенная деятельность, связанная с горнодобывающей промышленностью, строительством и техногенным загрязнением, приводит к масштабным нарушениям земель, сопровождающимся деградацией почвенного покрова, утратой биоразнообразия и снижением экологической и экономической ценности территорий. Нарушенные земли характеризуются рядом специфических проблем, таких как бедность питательными веществами, эрозионные процессы, загрязнение тяжелыми металлами и отсутствие устойчивого растительного покрова. Эти факторы не только ограничивают естественное восстановление экосистем, но и создают риски для окружающей среды и здоровья человека, что

обуславливает необходимость разработки эффективных методов рекультивации.

Современные подходы к восстановлению нарушенных земель включают физические, химические и биологические методы. В этом контексте важную роль играют травянистые растения, способные адаптироваться к неблагоприятным условиям, улучшать структуру почвы, аккумулировать загрязняющие вещества и стимулировать развитие почвенного микробиома. Одним из перспективных видов для использования в рекультивационных программах является овсяница овечья (*Festuca ovina* L.), обладающая высокой устойчивостью к засухе, низким температурам и загрязнению тяжелыми металлами.

Цель работы – изучить влияние *Festuca ovina* L. в биологической рекультивации нарушенных земель.

Материал и методика исследования. В качестве основы исследования послужил системный анализ научной литературы. Дополнительно использованы аналитические данные сторонних лабораторий, включающие характеристики образцов удобрений и почв с нарушенных территорий.

Овсяница овечья демонстрирует высокую экологическую пластичность, что позволяет ей успешно адаптироваться к широкому спектру нарушенных земель. *Festuca ovina* способна эффективно использовать ограниченные ресурсы благодаря симбиозу с арбускулярными микоризными грибами, которые увеличивают доступность фосфора и других микроэлементов. Кроме того, ее корневая система способствует накоплению органики, что постепенно улучшает гумусовый слой. В условиях техногенно нарушенных территорий, особенно в районах с аридным климатом, почвы часто подвергаются засолению и иссушению. Овсяница овечья обладает ксероморфными признаками (узкие листья, толстая кутикула), снижающими транспирационные потери, а также механизмами осморегуляции, позволяющими переносить умеренное засоление. На участках, загрязненных тяжелыми металлами (Cd, Pb, Zn, Cu), *Festuca ovina* проявляет свойства металлофита, ограничивая транспорт токсичных элементов в надземные органы и аккумулируя их в корнях. Это снижает фитотоксичность и позволяет растению выживать в условиях, непригодных для большинства других видов. На склоновых и деградированных землях, подверженных водной и ветровой эрозии, овсяница овечья формирует плотную дернину, стабилизирующую почвенный слой. Корневая система *Festuca ovina* формирует сеть тонких волокнистых корней, которые связывают почвенные частицы, предотвращая их распыление и эрозию. В результате увеличивается водопрочность агрегатов, что особенно важно на техногенных

субстратах, где естественная структура почвы нарушена. По мере развития корневой системы происходит рыхлае уплотненных горизонтов, что улучшает аэрацию и водопроницаемость. Это способствует активизации почвенной биоты и ускорению процессов почвообразования. Плотный травостой овсяницы овечьей снижает скорость ветровой и водной эрозии, особенно на откосах и склонах, где эрозионные процессы наиболее интенсивны.

На кислых почвах овсяница овечья способствует слабому подщелачиванию за счет выделения корневых экссудатов и деятельности ассоциированных микроорганизмов. На щелочных субстратах (например, отходы металлургии) она может умеренно подкислять ризосферную зону, улучшая доступность фосфатов и микроэлементов. Растение способствует накоплению азота, фосфора и калия в верхних слоях почвы, что связано как с естественным круговоротом элементов, так и с деятельностью микоризных грибов, улучшающих фосфорное питание.

Festuca ovina проявляет свойства фитостабилизатора, связывая тяжелые металлы (Pb, Cd, Zn) в корневой зоне и ограничивая их миграцию в грунтовые воды и пищевые цепи. За счет выделения корневых экссудатов и взаимодействия с микроорганизмами растение способствует переходу металлов в менее подвижные формы, уменьшая их фитотоксичность.

Корневые выделения овсяницы овечьей служат субстратом для развития бактерий и грибов, участвующих в разложении органики и гумификации. Овсяница овечья (*Festuca ovina* L.) демонстрирует выраженную толерантность к высоким концентрациям тяжелых металлов, что делает ее перспективным видом для фиторемедиации загрязненных территорий.

Смешанные посевы с участием овсяницы овечьей и других видов трав представляют собой эффективный подход к рекультивации нарушенных земель. Например, сочетание овсяницы овечьей с мятликом луговым (*Poa pratensis*) способствует формированию газонного покрова с улучшенными характеристиками: мятлик луговой увеличивает высоту травостоя и повышает устойчивость газона к вытаптыванию, тогда как овсяница овечья обеспечивает высокую засухоустойчивость и стабильность почвенного покрова благодаря развитой корневой системе. Такая смесь оптимальна для восстановления поврежденных участков и создания долговечных удаленных газонов. Комбинация овсяницы овечьей с райграсом пастбищным (*Lolium perenne*) обеспечивает быстрое покрытие почвы за счет интенсивного роста райграса, ускоряя восстановление травяного покрова, при этом овсяница сохраняет устойчивость к засухе и вытаптыванию, что гарантирует долговечность газона в меняющихся климатических условиях. Кроме того, смешанный

посев овсяницы овечьей и костреца безостого (*Agrostis capillaris*) позволяет получить газон с высокими эстетическими качествами и повышенной устойчивостью к регулярному скашиванию; кострец улучшает декоративность и структуру травостоя, а овсяница способствует укреплению почвы и снижению эрозионных процессов, что делает данный вариант перспективным для восстановления склонов и эродированных участков. Таким образом, использование овсяницы овечьей в сочетании с другими травами является эффективным инструментом для создания устойчивых и функциональных растительных сообществ на нарушенных землях [4-7].

Таким образом, овсяница овечья обладает комплексом адаптационных механизмов, делающих ее перспективным видом для биологической рекультивации различных типов нарушенных земель. Однако эффективность ее применения зависит от конкретных почвенно-климатических условий, что требует дальнейших исследований, включая изучение взаимодействия с почвенными микроорганизмами и оптимизацию агротехнических приемов при восстановительных работах

Результаты исследований и их обсуждение. Овсяница овечья демонстрирует способность к выживанию и росту на различных типах нарушенных земель. Рост и развитие растений зависят от комплекса факторов среды, включая pH и содержание тяжелых металлов. Посев овсяницы овечьей способствует улучшению физико-химических свойств почв, в частности, увеличению содержания органического вещества и улучшению структуры почвы. Устойчивость к тяжелым металлам: в тканях растений обнаружено наличие тяжелых металлов, при этом оценена степень их аккумуляции. Посев овсяницы овечьей способствует снижению смыва почвы и увеличению степени покрытия почвы растительностью. Наблюдаются изменения в структуре и функциональном разнообразии почвенного микробиома, а также корреляции между наличием овсяницы и определенными группами микроорганизмов.

Сопоставление результатов с данными литературы показывает, что эффективность использования овсяницы овечьей в рекультивации нарушенных земель поддерживается рядом с исследованиями, посвященными восстановлению растительного покрова и устойчивых почвенных свойств. Перспективными направлениями в настоящее время являются углубленный анализ взаимодополняющих эффектов при совместном использовании овсяницы овечьей с другими фитомелиорантами, а также изучение различных агротехнических приемов по продуктивности и устойчивости травостоев в условиях рекультивации.

Заключение. Для полного подтверждения эффективности использования овсяницы овечьей (*Festuca ovina* L.) в рекультивации

нарушенных земель необходимо провести комплекс дополнительных исследований, охватывающих несколько ключевых аспектов. Прежде всего требуется организация долгосрочного мониторинга восстановленных территорий с периодической оценкой изменения физико-химических показателей почв на протяжении минимум 5-10 лет, что позволит определить устойчивость достигнутых результатов рекультивации. Особое внимание следует уделить изучению влияния растения на почвенный микробиом, включая глубокий анализ структурных изменений микробных сообществ и их функциональной активности в ризосферной зоне. Не менее важным представляется проведение сравнительных исследований в различных климатических зонах для выявления оптимальных условий применения данного вида. Перспективным направлением является изучение эффективности смешанных посевов овсяницы овечьей с другими видами растений-фитомелиорантов, что может значительно повысить продуктивность рекультивационных мероприятий. Завершающим этапом должна стать разработка оптимальных агротехнических приемов выращивания овсяницы овечьей на нарушенных землях с учетом их специфических особенностей. Реализация указанных исследований позволит создать научно обоснованную систему применения данного вида в рекультивационной практике и разработать эффективные технологии восстановления нарушенных территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние почвенных кондиционеров на качество газонного покрытия в условиях городской среды / И. И. Голоктионов [и др.] // Лесохозяйственная информация. – 2024. – № 2. – С. 97-106.
2. Голоктионов, И. И. Изучение влияния почвенных кондиционеров в выращивании газонных трав / И. И. Голоктионов // Мат-лы Междунар. науч. конф. молодых ученых и специалистов, посв. 135-летию со дня рождения А. Н. Костякова. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2022. – С. 311-314.
3. Голоктионов, И. И. Изучение влияния почвенных кондиционеров при выращивании газонных трав / И. И. Голоктионов // Мат-лы Всеросс. с междунар. участием науч. конф. молодых ученых и специалистов, посв. 155-летию со дня рождения Н. Н. Худякова. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2021. – С. 347-348.
4. Голоктионов, И. И. Оценка влияния почвенных кондиционеров на прорастание семян райграсса пастбищного / И. И. Голоктионов // Мат-лы Междунар. науч. конф. молодых ученых и специалистов, посв. 180-летию со дня рождения К. А. Тимирязева. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2023. – С. 39-41.
5. Цвет как важнейший показатель декоративности газонного покрытия на фоне внесения комплексных удобрений современного поколения / К. М. Гордошкина [и др.] // Лесохозяйственная информация. – 2024. – № 3. – С. 112-120. – DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2024.3.09.

6. Макаров, С. С. Перспективы использования почвенных кондиционеров при создании газонных покрытий из райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.) / С. С. Макаров, И. И. Голоктоинов, А. И. Чудецкий // Вестник Бурятской ГСХА имени В. Р. Филиппова. – 2024. – № 2 (75). – С. 157-163. – DOI: 10.34655/bgsha. 2024.75.2.019.
7. Soil organic carbon stocks following afforestation of pastures on mineral soils in New Zealand / J. D. Parfitt [et al.] // European Journal of Soil Science. – 2005. – Vol. 56, № 4. – P. 551-564. – DOI: 10.1111/j.1365-2389.2005.00576x. – Режим доступа: <https://bsssjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2389.2005.0756f.x>

УДК 631.526.32:633.367.2

НОВЫЕ СОРТА ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

Ю. С. Малышкина, Е. В. Равков, Д. В. Гатальская

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 213407, г. Горки,
ул. Мичурина, 5; e-mail: malyshkina.yuli@gmail.com)

Ключевые слова: желтый люпин, сорт, сортоиспытание, урожайность семян.

Аннотация. В статье приводятся результаты изучения новых сортов люпина желтого Соперник и Муза в конкурсном и государственном сортоиспытаниях по продолжительности вегетационного периода, урожайности семян, содержанию белка, алкалоидности, а также морфологическим особенностям сортов. Сорта Соперник и Муза по результатам двух лет испытаний были включены в Государственный реестр сортов. Урожайность семян по результатам испытаний у сорта Соперник составила 25,0-25,5 ц/га, у сорта Муза – 18,4-20,0 ц/га. Содержание белка у сорта Соперник варьировало от 42,3 до 46,2 %, а у сорта Муза от 39,1 до 45,8 %. Продолжительность вегетационного периода детерминантных сортов на зерно у сорта Соперник составила 76-98 дней и у сорта Муза – 72-102 дня.

NEW VARIETIES OF YELLOW LUPINE FOR PRODUCTION BY

Y. S. Malyshkina, E. V. Ravkov, D. V. Gatalskaya

El «Belarusian state agricultural academy»
Gorki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 213407, Gorki,
5 Michurina str.; e-mail: malyshkina.yuli@gmail.com)

Key words: yellow lupine, variety, variety testing, seed yield.

Summary. The article presents the results of the study of new varieties of yellow lupine Sopernic and Muse in competitive and state variety tests for the duration of the growing season, seed yield, protein content, alkalinity, as well as morphological features of the varieties. According to the results of two years of testing, the Sopernic and Muse varieties were included in the State Register of Varieties. The seed yield according to the test results for the Sopernic variety was 25,0-25,5 c/ha, for the Muse variety – 18,4-20,0 c/ha. The protein content of the Sopernic variety ranged

from 42,3 to 46,2 %, and that of the Muse variety from 39,1 to 45,8 %. The duration of the growing season of the determinant varieties for grain in the Sopernic variety was 76-98 days and in the Muse variety – 72-102 days.

(Поступила в редакцию 19.06.2025 г.)

Введение. В настоящее время в животноводческой отрасли Беларуси недостаток белка не только снижает продуктивность животных и качество продукции, но и ведет к перерасходу кормов, удорожанию молока и мяса. Недобор животноводческой продукции при нехватке белка составляет 30-35 % и вызывает увеличение себестоимости продукции в 1,5-2 раза. Значительная роль в сокращении существующего дефицита растительного кормового белка в Беларуси должна принадлежать зернобобовым культурам. Люпин желтый имеет ряд преимуществ перед другими зернобобовыми культурами. Он может использоваться в корм животным без тепловой обработки, т. к. не содержит ингибиторы трипсина, в отличие от сои. Бобы формируются на оптимальной высоте для механизированной уборки. Корневая система глубоко проникает в почву и может использовать труднорастворимые фосфаты, недоступные другим культурам, лучше других бобовых фиксирует атмосферный азот. Люпин является хорошим предшественником для сельскохозяйственных растений и питательным кормом как в сыром виде (зеленая масса), так и в переработанном (производство комбикормов) [1, 2, 3]. Среди зернобобовых он имеет более высокое содержание белка в семенах, адаптирован к биоклиматическим условиям страны, поэтому может конкурировать с соей [3, 4].

Таким образом, внедрение в производство современных сортов люпина позволит уменьшить дефицит растительного кормового белка и объемы завозимого соевого компонента, что позволит снизить себестоимость производства животноводческой продукции и повысить ее конкурентоспособность на производственном мировом рынке.

Цель работы – создать перспективные сорта желтого люпина различного направления использования с измененной архитектурой растений, адаптивных к условиям Республики Беларусь.

Материал и методика исследований. На кафедре селекции и биотехнологии растений УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» ведутся исследования по выведению сортов люпина желтого разнонаправленного использования. Закладка полевых опытов, учеты и наблюдения проводились в соответствии с общепринятой методикой по Б. А. Доспехову [5] и методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6]. В качестве контроля служил сорт Владко (универсального направления использования), районированный по всем областям республики. Учетная площадь делянки в конкурсном сортоиспытании составляла 7 м². Повторность

четырёхкратная. Посев осуществлялся порционной сеялкой «Hege-80» с нормой высева 1,2 млн. всхожих семян на гектар. Глубина заделки семян в почву составляла 2-3 см. Урожайность зерна определяли сплошным методом, с последующим переводом полученной урожайности в ц/га. Продолжительность вегетационного периода определена от даты посева до момента созревания. Содержание белка определяли по ГОСТ 13496.4-2019 п.8 в химико-экологической лаборатории УО «БГСХА».

Результаты исследований и их обсуждение. Селекция люпина желтого на кафедре селекции и биотехнологии растений ведется с 60-х гг. прошлого столетия. За это время собрана обширная коллекция образцов люпина желтого различного происхождения, которая характеризуется разнообразием как по фенотипическим, так и по генотипическим признакам. Изучение полученного исходного материала проводится как в естественных условиях произрастания растений, так и на антракнозном и фузариозном инфекционном фонах. Все отобранные толерантные и продуктивные растения в дальнейшем оцениваются в питомниках селекционного процесса.

Сорт люпина желтого Муза был получен в результате рекуррентного отбора на антракнозном и фузариозном инфекционном фонах. Было отобрано растение с желтой окраской цветка и толерантными свойствами к болезням из сорта Демидовский, имеющего лимонную окраску цветка.

Сорт Муза относится к ранней группе спелости, зернового направления использования. Особенностью сорта является детерминантный тип развития (колосовидный тип ветвления), в пазухах листьев генетически заблокировано боковое ветвление, а вместо побегов образуются бобы, что обеспечивает дружное созревание сорта. Не израстает при избытке влаги и характеризуется отличимостью, однородностью и стабильностью. На высоту растений, которая составила 41-62 см, оказывали влияние климатические условия, особенно в засушливые годы. Продолжительность вегетационного периода варьировала от 90 до 105 дней, что на 12 дней короче контрольного сорта Владко, масса 1000 семян – 109-136 г.

Сорт Муза имеет следующие отличительные апробационные признаки: стебель прямостоячий, окраска вегетативных частей темно-зеленая, листья, опушенные с обеих сторон, пальчатосложные, состоят из 5-9 листочков (рисунок 1).



Рисунок 1 – Растение и семена нового сорта люпина желтого Муза

Соцветие – верхушечная кисть, расположение цветков мутовчатое, окраска цветка желтая, кончик лодочки темный, бобы сплюснутые и немного изогнутые. Семена темно-серые, рисунок загущенный, полулунный просвет хорошо выражен.

Сорт люпина желтого Муза устойчив полеганию, фомопсису, фузариозу, толерантен к антракнозу и вирусным болезням. Разновидность var. maculosus.

В конкурсном сортоиспытании в среднем за 3 года (2019-2021 гг.) сорт Муза превысил контрольный сорт Владко по урожайности семян на 2,4 ц/га. Максимальная урожайность семян в конкурсном сортоиспытании составила 22,5 ц/га (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты конкурсного сортоиспытания сорта люпина желтого Муза, 2019-2021 гг.

Сорт	Урожайность семян, ц/га			
	2019	2020	2021	среднее
Владко (контроль)	17,3	15,3	22,1	18,2
Муза	18,9	22,5	20,5	20,6
± к контролю	1,6	7,2	-1,6	2,4
НСР _{0,05}	3,03	2,07	2,12	-

Содержание белка в семенах высокое – 40,9-45,1 %, алкалоидов – 0,025 %. Сорт Муза относится к зерновому типу и может возделываться на семенные цели, т. к. он отличается скороспелостью и одновременным созреванием, за счет отсутствия боковых побегов.

При оценке селекционного материала на инфекционном фоне была выделена спонтанная мутация из сортообразца Академический 352. У данного растения полулунный просвет на семенах был не светлый, а

черный, а семена имели высокое содержание белка. Его растение явилось родоначальником сорта Соперник.

Сорт Соперник относится к ранней группе спелости, универсального (зернового и зеленоукосного) направления использования. Характеризуется детерминантным типом ветвления, боковые кисти укороченные, бобы завязываются только первого порядка. Не израстает при избытке влаги и характеризуется отличимостью, однородностью и стабильностью. Высота растений – 51-55 см, продолжительность вегетационного периода – 93-110 дней, масса 1000 семян – 133-155 г.

В конкурсном сортоиспытании в среднем за 3 года (2020-2022 гг.) сорт Соперник превысил контрольный сорт Владко по урожайности семян на 7,2 ц/га. Максимальная урожайность семян в конкурсном сортоиспытании составила 30,2 ц/га (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты конкурсного сортоиспытания сорта люпина желтого сорта Соперник, 2020-2022 гг.

Сорт	Урожайность семян, ц/га			
	2020	2021	2022	среднее
Владко (контроль)	15,3	22,1	18,2	18,5
Соперник	24,4	22,5	30,2	25,7
± к контролю	9,1	0,4	12,0	7,2
НСР 0.05	2,07	2,12	1,30	-

Содержание белка в семенах за годы исследований варьировало от 43,6 до 45,0 %, алкалоидов – 0,025 %. Сорт люпина желтого Соперник устойчив полеганию, фомопсису, фузариозу, толерантен к антракнозу и вирусным болезням. Разновидность var. melanosider.

Имеет следующие отличительные апробационные признаки: окраска вегетативных частей светло-зеленая, листья слабо опушенные с обеих сторон, пальчатосложные, состоят из 5-9 листочков, соцветие – верхушечная кисть, расположение цветков мутовчатое, окраска цветка желтая, кончик лодочки темный. Бобы сплюснутые и немного изогнутые, семена темно-серые, рисунок загущенный, полулунный просвет хорошо выражен и имеет черную окраску (рисунок 2).



Рисунок 2 – Растение и семена нового сорта люпина желтого Соперник

Анализ экономической эффективности возделывания люпина желтого на зерно в конкурсном сортоиспытании показал, что себестоимость 1 ц зерна у сорта Соперник была ниже на 21,8 рублей за 1 ц, а чистый доход и уровень рентабельности в сравнении с контрольным сортом превышал почти в 7 раз. У сорта Муза себестоимость 1 ц зерна была ниже 5,3 рубля контрольного сорта Владко, а чистый доход и уровень рентабельности превышал в 2 раза (таблица 3).

Таблица 3 – Сравнительная экономическая эффективность возделывания люпина желтого на зерно в конкурсном сортоиспытании за 2020-2022 гг.

Показатели	Владко (контроль)	Соперник	Муза
Урожайность зерна, ц/га	18,5	25,7	21,9
Цена реализации, руб./ц	90,0	90,0	90,0
Выручка от реализации, руб./га	1665,0	2313,0	1971,0
Прямые затраты, руб./га	1354,4	1395,0	1468,3
Накладные расходы всего, руб./га	203,2	209,2	220,2
в том числе: управленческие и прочие расходы	135,4	139,5	146,8
амортизация и техническое обслуживание	67,7	69,7	73,4
Всего затрат, руб./га	1557,6	1604,2	1688,5
Себестоимость 1 ц зерна, руб.	84,2	62,4	77,1
Чистый доход, руб./га	107,4	708,8	282,5
Уровень рентабельности, %	6,9	44,2	16,7

Данные сорта желтого люпина были переданы в систему Государственного сортоиспытания сорт Муза в 2022 г., Соперник в 2023 г. и по результатам двух лет испытаний включены в Государственный реестр сортов с 2024 г. и с 2025 г. соответственно.

Продолжительность вегетационного периода в ГСИ до уборки на зерно у сорта Муза составила 72-100 дней, а у сорта Соперник – 76-98 дней.

За годы испытаний урожайность семян сорта Муза в среднем по всем сортоиспытательным станциям составила 19,2 ц/га. Максимальная урожайность семян 33,9 ц/га была получена в 2022 г. на Жировичской СС (таблица 4).

У сорта Соперник за годы испытаний урожайность семян в среднем по всем сортоиспытательным станциям составила 25,3 ц/га. Максимальная урожайность семян 42,8 ц/га была получена в 2023 г. на Турской СС.

Таблица 4 – Результаты урожайности семян в государственном сортоиспытании сортов люпина желтого Муза и Соперник

ГСХУ	Урожайность семян, ц/га					
	Сорт Муза			Сорт Соперник		
	2022	2023	среднее	2023	2024	среднее
Кобринская СС	14,2	16,1	15,2	16,5	21,2	18,8
Лепельская СС	26,2	16,5	21,4	22,3	27,5	24,9
Турская СС	12,1	28,4	20,3	42,8	19,8	31,3
Жировичская СС	33,9	33,3	33,6	32,9	29,5	31,2
Молодечненская СС	14,8	4,8	9,8	5,8	23,0	14,4
Горещкая СС	9,3	20,8	15,1	32,6	29,1	30,8
Среднее	18,4	20,0	19,2	25,5	25,0	25,3
X max	33,9	33,3	33,6	42,8	29,5	31,3

Содержание белка в период испытания в ГСИ у сорта Муза составило 39,1-45,8 %, а у сорта Соперник – 42,3-46,2 %.

Заключение. Таким образом в результате селекционной работы созданы новые сорта люпина желтого Муза и Соперник, зернового и универсального направления использования, относящихся к ранней группе спелости, характеризующихся отсутствием бокового ветвления и ограниченным боковым ветвлением, с повышенным содержанием белка в семенах и низким содержанием алкалоидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Привалов, Ф. И. Перспективы возделывания, селекции и семеноводства люпина в Беларуси / Ф. И. Привалов, В. Ч. Шор. – Вестні Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі Серыя аграрных навук. – 2015. – №2. – С. 47-53.
2. Малышкина, Ю. С. Результаты оценки перспективных образцов желтого люпина на скороспелость и урожайность семян в условиях Северо-Востока Беларуси / Ю. С. Малышкина, Е. В. Равков, // Вестник Белорус. гос. с.-х. академии. – 2019. – № 1. – С. 75-78.
3. Равков, Е. В. Адаптивный потенциал белого люпина в условиях республики Беларусь / Е. В. Равков, Ю. С. Малышкина // Вестник Белорус. гос. с.-х. академии. – 2019. – № 2. – С. 97-100.

4. Давыденко, О. Безальтернативная фабрика белка / О. Давыденко. – Белорусское сельское хозяйство. – №2. – 2013.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под редакцией М. А. Федина. – 1-й вып. – Москва: Колос, 1985. – 281 с.

УДК 633.111.1 «324»: 631.526:32

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

С. К. Михайлова, 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:** селекция, схема селекционного процесса, питомники, зимостойкость, высота растений, структура урожая, стекловидность.*

***Аннотация.** В результате внутривидовой гибридизации создано 11 новых гибридов. Завязываемость зерен в среднем составила 32,7 %. В питомниках определены элементы структуры урожая и хозяйственно-биологические особенности. Установлено, что для дальнейшего селекционного процесса можно использовать следующие селекционные линии озимой пшеницы, обладающие хозяйственно полезными признаками: высокой зимостойкостью – 40-17 Л1 (4,7 балла); короткостебельностью – 40-17 Л1, 40-17 Л2, 40-17 Л3, 52-17 Л2, 52-17 Л1; массой зерен в колосе – 40-17 Л2 (1,8 г) и 52-17 Л1 (2,0 г).*

RESULTS OF SOFT WINTER WHEAT BREEDING

S. K. Mikhailova, I.D. Samusik

EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,
28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

***Key words:** selection, nurseries, selection process scheme, winter hardiness, plant height, crop structure, vitreousness.*

***Summary.** As a result of intraspecific hybridization, 11 new hybrids were created. The average grain setting was 32,7 %. The elements of the crop structure and economic and biological characteristics were determined in the hybrid nurseries. It was found that the following winter wheat breeding lines with economically useful traits can be used for further selection process: high winter hardiness – 40-17 L1 (4,7 points); short stemness – 40-17 L1, 40-17 L2, 40-17 L3, 52-17 L2, 52-17 L1; grain weight per ear – 40-17 L2 (1,8 g) and 52-17 L1 (2,0 g).*

(Поступила в редакцию 13.06.2025 г.)

Введение. В Республике Беларусь озимая пшеница в последние годы занимает более 600 тыс. га [1]. При этом почти на 70 % посевных

площадей возделываются сорта белорусской селекции. Создание новых сортов озимой пшеницы – одно из первостепенных условий в повышении генетического потенциала урожайности и получении высококачественного зерна. Как и в общемировой практике, в Республике Беларусь определены основные направления селекционной работы по мягкой озимой пшенице: повышение зимостойкости, урожайности, устойчивости к болезням и вредителям, полеганию, стрессовым факторам, повышение хлебопекарных и кормовых достоинств зерна [3].

В учреждении образования «Гродненский государственный аграрный университет», начиная с 1980 г., идет успешная работа по селекции озимой пшеницы, которая имеет практический характер с непосредственным выходом на производство. В Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород РБ в различные годы внесено 11 сортов мягкой озимой пшеницы селекции УО «ГГАУ»: Гармония (1997 г.), Каравай (1998 г.), Гродненская 23 (1999 г.), Гродненская 7 (2001 г.), Веда (2005 г.), Зарица (2007 г.), Ядвися (2009 г.), Кредо (2011 г.), Городничанка 5 (2013 г.), Раница (2018 г.), Маля (2021 г.) [2].

Анализ элементов структуры урожая гибридов F1-F3 показывает, что гибриды озимой пшеницы формируют высокие значения элементов структуры урожая в F1, а в последующих поколениях эти значения снижаются [4, 5].

Цель исследований – создать и изучить по хозяйственно-биологическим признакам новый исходный материал мягкой озимой пшеницы в почвенно-климатических условиях Гродненского района.

Материал и методика исследований. Исследования проводили на опытном поле УО «ГГАУ» в 2017-2020 гг.

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая моренным суглинком с глубины 0,5 м. Агрохимические свойства почвы следующие: рН (KCL) – 6,1; содержание гумуса – 1,5 %; P₂O₅ – 250 мг и K₂O – 180 мг на 1 кг почвы.

Предшественник (занятый пар) – пелюшко-ячменно-овсяная смесь, убираемая на зеленый корм. Основной агрохимический фон – N₁₃₀P₈₀K₁₀₀ кг/га д. в. Весной в фазу кущения применяли гербицид Алистер (0,6-1,0 л/га).

Селекционные питомники закладывались по методике ВИР. Площадь делянок питомника гибридов зависела от наличия семян, селекционного питомника от количества семян, собранных с выделенных растений. Контрольный питомник закладывали на делянках размером 3-5 м². Норма высева – 500 шт./м² всхожих семян. В качестве контроля использовался сорт белорусской селекции Ядвися.

Метеорологические условия в годы проведения исследований (2017-2020 гг.) существенно отличались от среднемноголетних значений, что оказало влияние на биологические особенности и урожайность селекционного материала озимой пшеницы.

Часть учетов проводили на посевах озимой пшеницы в поле и далее в лабораторных условиях с использованием методов оценки селекционного материала [6].

Результаты исследований и их обсуждение. Успех селекционной работы во многом определяется разнообразием форм исходного материала и его соответствием целям селекции в конкретной зоне.

Следуя цели исследований, в 2017 г. провели скрещивания озимой пшеницы и получили новый исходный материал. Было создано 11 гибридов озимой пшеницы методом внутривидовой гибридизации. При подборе родительских пар для скрещивания учитывалась продуктивность, степень зимостойкости и высота растений. Результаты скрещиваний озимой пшеницы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты скрещиваний озимой пшеницы в 2017 г.

№ п/п	Гибридная комбинация	Вовлечено колосьев, шт.	Опылено цветков, шт.	Завязалось гибридных зерен, шт.	Завязываемость, %
7-17	Элас х Былина	5	120	103	85,8
10-17	Академическая х Богатка	5	132	8	6,1
14-17	Немчиновская х Московская 39	5	110	77	70,0
19-17	Губернатор Дона х Бусерд	5	110	28	25,5
21-17	Муза х Акротос	6	150	10	6,7
27-17	Соряя х Ларс	5	104	17	16,3
35-17	Тадорна х Раница	5	128	40	31,3
38-17	Турнья х Каларыць	5	138	55	40,0
40-17	38-14 х Туарег	5	120	27	22,5
51-17	Московская 39 х Губернатор Дона	5	134	37	27,6
52-17	Ларс х Рагнал	5	120	33	27,5
	Итого	56	1366	435	32,7

Всего было кастрировано 56 колосьев. Количество опыленных цветков составило 1366 шт. В результате опыления получено 435 шт. зерен озимой пшеницы. Наибольшее количество зерен оказалось у гибридных комбинаций: 7-17 (Элас х Былина) – 103 шт., 14-14 (Немчиновская х Московская 39) – 64 шт. и 38-17 (Турнья х Каларыць) – 55 шт. Завязываемость зерен варьировала от 6,1 до 85,8 %. В среднем этот показатель составил 32,7 %.

Полученные гибриды озимой пшеницы высели в питомнике гибридов первого поколения. Результаты испытания данных гибридов по элементам структуры урожая представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Элементы структуры урожая гибридов F1 (2018 г.)

№ п/п	Длина колоса, см	Кол-во колосков колосе, шт.	Кол-во зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г
Ядвига (к.)	8,3	17,6	35,6	1,50
7-17	8,5	16,3	47,4	2,82
10-17	8,5	18,5	44,1	1,96
14-17	7,9	16,5	44,9	1,99
19-17	9,0	18,0	46,0	2,20
21-17	8,4	14,5	42,6	2,17
27-17	9,4	19,5	46,8	2,10
35-17	9,3	19,6	43,1	2,28
38-17	9,9	19,0	48,0	2,60
40-17	10,1	20,5	51,4	2,40
51-17	9,6	16,3	45,6	2,00
52-17	9,1	19,0	51,0	2,60

У гибридных комбинаций F1 длина колоса варьировала от 7,9 до 10,1 см. Максимальную длину колоса сформировали гибриды 40-17 (10,1 см), 38-17 (9,9 см) и 27-17 (9,4 см).

Гибрид озимой пшеницы 40-17 сформировал более 20,5 шт. колосков в колосе. Максимальное количество их оказалось у гибридной комбинации 27-17 – 19,5 шт., 35-17 – 19,6 шт. и 52-17 – 19,0 шт.

Показатель количества зерен в колосе изменялся в пределах 42,6-51,4 шт. Два гибрида имели наибольшее количество зерен в колосе 40-17 – 51,4 шт. и 52-17 – 51,0 шт.

Масса зерна с колоса является главным элементом структуры урожая. В условиях 2018 г. масса зерна с главного колоса была высокой и составила у 82 % гибридов более 2,0 г. Наиболее высоким этот показатель оказался у гибрида 7-17 и составил 2,82 г, незначительно меньше масса зерна с колоса оказалась у гибридов 38-17 и 52-17 – 2,6 г.

Результаты испытания данных гибридов в 2019 г. по основным хозяйственно ценным и биологическим признакам представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Хозяйственно-биологические признаки гибридов F2 (2019 г.)

№ п/п	Зимостой- кость, балл	Высота растений, см	Длина колоса, см	Кол-во колосков колосе, шт.	Кол-во зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г
1	2	3	4	5	6	7
Ядвига (к.)	4,0	74,8	7,5	14,4	25,5	1,1
7-17	3,0	85,1	9,1	17,0	28,9	1,3
10-17	4,0	80,3	9,1	12,4	36,4	1,0
14-17	3,8	73,2	9,1	17,3	35,5	1,7

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
19-17	3,0	74,0	6,9	15,2	38,0	1,5
21-17	3,5	90,5	9,7	17,7	29,2	1,2
27-17	4,0	79,4	8,5	17,3	30,1	1,7
35-17	4,5	92,0	8,1	18,2	36,8	1,3
38-17	4,0	76,8	9,6	17,2	37,2	1,7
40-17	4,2	68,4	8,4	17,8	41,9	1,7
51-17	3,5	73,6	8,2	16,5	28,9	1,4
52-17	4,0	91,6	9,0	18,2	35,4	1,7

Зимостойкость гибридов F2 варьировала от 3,0 до 4,5 балла. Гибридные комбинации 35-17 и 40-17 превысили по зимостойкости контрольный сорт Ядвися – 4,0 балла, четыре гибрида по зимостойкости были на уровне контроля.

Высота растений не превысила 100 см. Пять гибридов имели высоту растений на уровне контрольного сорта. Самым низкорослым оказался гибрид 40-17 – 68,4 см.

У гибридов F2 длина колоса варьировала от 6,9 до 9,7 см. Максимальную длину колоса сформировали гибриды 21-17 (9,7 см), 38-17 (9,6 см), 7-17, 10-17 и 14-17 (9,1 см).

Гибриды озимой пшеницы 35-17 и 52-17 сформировали по 18,2 шт. колосков в колосе, что значительно выше, чем у всех остальных гибридов. Несколько ниже этот показатель оказался у гибридных комбинаций 40-17 – 17,8 шт. и 21-17 – 17,7 шт.

Показатель количества зерен в колосе изменялся в пределах 25,5-41,9 шт. Два гибрида имели наибольшее количество зерен в колосе: 40-17 – 41,9 шт. и 19-17 – 38,0 шт.

Масса зерна с колоса является главным элементом структуры урожая. В условиях 2019 г. масса зерна с главного колоса составляла 1,0-1,7 г. Четыре гибрида имели наибольшую массу зерна (1,7 г).

В питомнике гибридов второго поколения были выделены константные семьи лучших гибридных комбинаций озимой пшеницы для их посева в селекционном питомнике первого года. Из расщепляющихся семей провели повторный отбор выщепившихся форм для посева их семей в селекционном питомнике на следующий год.

Общезвестно, что величина урожайности озимой пшеницы в первую очередь зависит от устойчивости сорта к неблагоприятным условиям перезимовки. Зимостойкость – важнейшее биологическое свойство, определяющее пригодность сорта для производства.

Селекционный материал озимой пшеницы по зимостойкости в 2020 г. представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Хозяйственно-биологическая характеристика озимой пшеницы в СП-1 (2020 г.)

№ п/п	Зимостой- кость, балл	Высота растений, см	Кол-во продук- тивных стеблей, шт./м ²	Масса 1000 зерен, г	Стекловид- ность, %
Ядвися (к.)	4,0	84,8	532	43,3	50,0
40-17 Л1	4,7	82,8	488	43,1	42,0
40-17 Л2	4,0	80,2	632	41,4	47,0
40-17 Л3	4,3	79,0	472	42,4	51,5
52-17 Л2	4,3	95,8	448	47,2	49,4
52-17 Л1	4,4	99,8	588	47,7	52,0

Показатель зимостойкости варьировал от 4,0 до 4,7 балла. На уровне контрольного сорта Ядвися этот показатель оказался у семьи 40-17 Л2. Все остальные изучаемые семьи озимой пшеницы превысили контроль по показателю зимостойкости. Высокий уровень зимостойкости показали растения семьи 40-17 Л1.

Высота растений изменялась от 79,0 до 99,8 см. По данному показателю все изучаемые семьи озимой пшеницы относятся к низкорослым и не превышают 100 см.

Количество продуктивных стеблей было высоким у линий 40-17 Л2 и 52-17 Л1, чем у контрольного сорта Ядвися (532 шт./м²). Этот показатель составил у данных линий 40-17 Л2 – 632 шт./м², 52-17 Л2 – 588 шт./м².

Масса 1000 зерен у большинства изучаемого селекционного материала превысила 40,0 г. Наиболее высокий показатель отмечен нами у линии 52-17 Л1 – более 47,0 г.

Стекловидность зерна в 2020 г. варьировала в пределах 42,0-52,0 %, но не достигла необходимого показателя 70 %.

Структура урожая зерна озимой пшеницы в СП-1 представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Структура урожая озимой пшеницы в СП-1 (2020 г.)

№ п/п	Длина колоса, см	Кол-во колосков в колосе, шт.	Кол-во зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г
Ядвися (к.)	8,7	17,3	25,4	1,06
40-17 Л1	8,8	18,0	37,0	1,40
40-17 Л2	7,9	16,2	46,6	1,80
40-17 Л3	8,0	17,2	23,4	1,51
52-17 Л2	7,9	17,5	42,6	1,73
52-17 Л1	8,0	17,0	43,0	2,00

Длина колоса варьировала от 7,9 до 8,8 см. Длинный колос сформировала селекционная линия 40-17 Л1 (8,8 см).

У этой же линии озимой пшеницы было сформировано 18,0 шт. колосков в колосе. Количество зерен в колосе у трех селекционных линий озимой пшеницы было более 42,0 шт.

Масса зерна была средней и составляла 1,4-2,0 г. Лучшими по данному показателю оказались селекционные линии 40-17 Л2 (1,8 г) и 52-17 Л1 (2,0 г).

Заключение. Таким образом, для дальнейшего селекционного процесса можно использовать следующие селекционные линии озимой пшеницы, обладающие хозяйственно полезными признаками: высокой зимостойкостью – 40-17 Л1 (4,7 балла); короткостебельностью – 40-17 Л1, 40-17 Л2, 40-17 Л3, 52-17 Л2 и 52-17 Л1; массой зерен в колосе – 40-17 Л2 (1,8 г) и 52-17 Л1 (2,0 г).

ЛИТЕРАТУРА

1. Главные злаки Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avgust.com/services/newspaper/glavnye-zlaki-belarusi/>. – Дата доступа: 01.06.2025.
2. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений / ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» редакция В. А. Бейня. – Минск: ИВЦ Минфина, 2025. – 300 с.
3. Коледа, К. В. Результаты селекции и экономическая эффективность сортосмены мягкой озимой пшеницы в Гродненской области / К. В. Коледа, Е. К. Живлюк, И. И. Коледа // XVI международная научно-практическая конференция «Современные технологии сельскохозяйственного производства»: агрономия. Ветеринария. Зоотехния: материалы конференции (Гродно, 17 мая, 7 июня 2013 года) / Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно, 2013. – С. 73-74.
4. Михайлова, С. К. Селекция мягкой озимой пшеницы в западной части Республики Беларусь / С. К. Михайлова, Р. К. Янкевич // XIX Международная научно-практическая конференция «Инновационные направления развития АПК и повышение конкурентоспособности предприятий, отраслей и комплексов – вклад молодых ученых» Ярославль, 27-28 января 2016 года. – С. 109-113.
5. Михайлова, С. К. Элементы структуры урожая гибридов озимой пшеницы / С. К. Михайлова, Р. К. Янкевич, И. П. Есис // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXVI Международной научно-практической конференции (Гродно, 23 марта 2023 года) / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно: ПГАУ, 2023. – С. 96-98.
6. Тарануха, Г. И. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Г. И. Тарануха. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 420 с.

УДК 636.2.034.636.087.7

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ УСТОЙЧИВЫХ ГАЗОНОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

М. О. Пичугина

РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

г. Москва, Российская Федерация (Российская Федерация, 127434,

г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: Mak-lady@mail.ru)

***Ключевые слова:** устойчивый газон, изменение климата, засухоустойчивость, адаптивные травосмеси, ресурсосберегающие технологии, газонные травы.*

***Аннотация.** Изменение климата, проявляющееся в учащении экстремальных погодных явлений (засухи, аномальная жара, ливни), дестабилизации температурного режима и перераспределении осадков, ставит под угрозу функциональность и внешний вид классических газонов. Статья рассматривает современные научно обоснованные подходы к созданию устойчивых газонных покрытий, способных противостоять меняющимся климатическим условиям. Анализируются ключевые направления: подбор адаптированных травосмесей и сортов, внедрение ресурсосберегающих технологий ухода (полив, стрижка, питание), применение методов биологизации и интегрированной защиты растений, а также оптимизация структуры газонных покрытий в ландшафте. Особое внимание уделяется снижению антропогенной нагрузки на экосистемы. Реализация предлагаемых подходов позволит обеспечить долговечность, экологичность и экономическую эффективность газонов в новых климатических реалиях.*

MODERN APPROACHES TO CREATING SUSTAINABLE LAWNS IN A CHANGING CLIMATE

M. O. Pichugina

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Moscow, Russia (Russia, 127434, Moscow, 49 Timiryazevskaya st.; e-mail: Mak-lady@mail.ru)

***Key words:** sustainable lawn, climate change, drought tolerance, adaptive grass mixtures, resource-saving technologies, lawn grasses.*

***Summary.** Climate change, manifested in the increase in extreme weather events (droughts, heat waves, heavy rains), destabilization of the temperature regime and redistribution of precipitation, jeopardizes the functionality and appearance of classic lawns. The article examines modern scientifically based approaches to creating sustainable lawn coverings that can withstand changing climatic conditions. The key areas are analyzed: the selection of adapted grass mixtures and varieties, the introduction of resource-saving care technologies (watering, shearing, nutrition), the use of methods of biologization and integrated plant protection, as well as opti-*

mization of the structure of lawn coverings in the landscape. Special attention is paid to reducing anthropogenic pressure on ecosystems. The implementation of the proposed approaches will ensure the durability, environmental friendliness and economic efficiency of lawns in the new climatic realities.

(Поступила в редакцию 04.06.2025 г.)

Введение. Изменение климата оказывает существенное влияние на сельское хозяйство и ландшафтный дизайн, включая газоноведение. Однако традиционные подходы к созданию газонов и их содержанию, сформированные в условиях относительно стабильного климата прошлого, становятся все менее эффективными. Нарастающая частота и интенсивность засух, волн жары, чередующихся с периодами переувлажнения, создают экстремальные условия для газонных травостоев. В связи с этим возникает необходимость разработки современных подходов к созданию газонов, способных адаптироваться к изменяющимся условиям [6].

Целью данной работы является анализ современных методик создания устойчивых газонов с учетом климатических изменений.

Материал и методика исследований. В качестве основы исследования были выбраны газонные травосмеси. Дополнительно использовались научные работы, связанные с темой газонов и их устойчивости к различным климатическим условиям.

Материалом исследования выступили описания основных видов газонных трав, их биологических и экологических характеристик, а также методики формирования и ухода за газонами, рекомендованные в современных агротехнических справочниках и научных статьях.

Методика исследования включает:

1. Анализ литературных источников.

Систематизация и обобщение информации о биологических особенностях травосмесей, влиянии климатических факторов на газонные растения и современных технологиях их использования.

2. Сравнительный анализ.

Сопоставление различных подходов к подбору травосмесей с учетом климатических условий и требований к устойчивости газонов.

3. Метод моделирования.

Рассмотрение теоретических моделей взаимодействия компонентов травосмесей и их адаптивных реакций на факторы окружающей среды, основанных на данных из профильных исследований.

Основной акцент в данной научной работе сделан на изучении следующих аспектов:

1. Биологические и экологические характеристики газонных трав.

Изучены виды и сорта трав, традиционно используемых для создания газонов, с учетом их морфологических особенностей, корневых

систем, периодов вегетации и устойчивости к стрессовым факторам (засуха, вытаптывание, заболевания). Особое внимание уделено таким видам, как мятлик луговой (*Poa pratensis*), овсяница красная (*Festuca rubra*), клевер белый (*Trifolium repens*) и другим, которые широко применяются в газоноведении.

2. Принципы формирования травосмесей.

Проанализированы подходы к составлению травосмесей с целью повышения адаптивности газонного покрытия. В основе формирования адаптивных травосмесей лежит принцип сочетания видов с разными биологическими особенностями, что обеспечивает устойчивость газонного покрытия к климатическим стрессам. Комбинирование видов с различными корневыми системами (поверхностными и глубокими), разными периодами вегетации и скоростью роста способствует более эффективному использованию влаги и питательных веществ почвы. Включение бобовых растений (например, клевера белого) улучшает азотное питание почвы, что снижает потребность в минеральных удобрениях и способствует экологической безопасности газонов. В работе И. И. Голоктионова подчеркивается, что выбор травосмесей с учетом экологических условий и адаптивных качеств растений является ключевым фактором для формирования газонных покрытий, способных противостоять неблагоприятным воздействиям окружающей среды [1].

3. Агротехнические методы ухода за газонами.

Рассмотрены теоретические основы применения полива, удобрения, стрижки и защиты от сорняков и вредителей, направленные на поддержание здоровья и устойчивости травяного покрова. Считаем, что основной упор должен быть направлен на профилактику через правильный подбор трав, оптимизацию полива и стрижки, аэрацию, поддержание оптимального pH почвы. В частности, анализируется оптимизация режимов полива с учетом климатических изменений – сокращение избыточного увлажнения и предотвращение засухи, применение органических и минеральных удобрений для улучшения структуры почвы и питания растений [4]. Одним из примеров новых технологий является «умный» полив. Он включает в себя применение систем автоматического полива с погодными станциями и датчиками влажности почвы, позволяющими подавать воду строго по потребности растения и в оптимальное время (ночь или раннее утро), капельный полив или микроорошение для точечного увлажнения критически важных зон (молодые посевы, спортивные «пятна»). Также обсуждается роль регулярной стрижки для стимулирования активного роста и предотвращения зарастания сорняками [3].

4. Влияние климатических факторов на устойчивость газонов.

Изучены теоретические модели воздействия факторов окружающей среды – температуры, влажности, осадков, интенсивности солнечного излучения – на физиологию газонных растений. Рассмотрены механизмы адаптации трав к стрессам, такие как смена фаз вегетации, активация защитных метаболитов, изменения в корневой системе. Эти знания позволяют рекомендовать создание газонов с учетом прогнозируемых климатических изменений, что особенно актуально в современных условиях глобального потепления [2, 3].

5. Комплексный подход к созданию устойчивых газонов.

На основе анализа многочисленных источников и теоретических положений сформирована методика, предполагающая интеграцию знаний о биологических особенностях растений, почвенных и климатических условиях, а также современных агротехнологий. Такой подход обеспечивает максимальную адаптацию газонного покрытия к изменяющимся условиям среды, продлевает срок его службы и снижает затраты на уход [5].

Адаптивный подбор травосмесей и сортов. Ключевое значение приобретают виды с глубокой и мощной корневой системой, способные эффективно использовать влагу из глубоких горизонтов почвы, и физиологическими механизмами термотолерантности. Рассмотрим наиболее подходящие травы.

Овсяница тростниковая (*Festuca arundinacea*): обладает исключительной засухоустойчивостью, терпимостью к широкому диапазону почв, включая засоленные, устойчива к вытаптыванию. Современные сорта отличаются улучшенной плотностью дернины и декоративностью.

Овсяница красная (*Festuca rubra* L.) (особенно корневищные и корневищно-рыхлокустовые формы). Умеренно засухоустойчива, теневынослива, образует плотную эластичную дернину. Имеет много сортов, что позволяет подбирать формы для разных условий внутри вида.

Полевица побегообразующая (*Agrostis stolonifera* L.). Полевица хотя и требовательна к влаге на стадии всходов, но укоренившись, обладает высокой регенеративной способностью благодаря stolонам, что критично для спортивных газонов и участков с частичным выпадением.

Однако есть и климатически уязвимые виды газонных трав. Традиционно доминирующий в газонах Мятлик луговой (*Poa pratensis*) проявляет высокую чувствительность к длительным засухам и жаре, особенно на бедных почвах и без интенсивного полива. Его доля в смесях для обыкновенных и луговых газонов должна снижаться в пользу

более устойчивых видов, либо использоваться только в комбинации с ними и при гарантированном поливе.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате теоретического анализа научных источников и агротехнических рекомендаций удалось выделить ключевые факторы, влияющие на создание устойчивых газонов в условиях изменяющегося климата.

Анализ показал, что включение в состав травосмесей видов с разными биологическими и экологическими характеристиками существенно повышает устойчивость газонов. Комбинация растений с различными корневыми системами и периодами вегетации способствует более эффективному использованию ресурсов почвы и влаги, а также обеспечивает равномерное покрытие и высокую плотность травостоя [1].

Также теоретические данные свидетельствуют о том, что использование трав с высокой засухоустойчивостью и способностью к быстрому восстановлению после повреждений снижает негативное влияние экстремальных погодных условий. Применение таких видов позволяет значительно уменьшить потребность в поливе и уходе, что особенно важно в возможных условиях дефицита водных ресурсов.

Не стоит забывать про регулярное удобрение и своевременную стрижку, т. к. это способствует поддержанию здоровья газонных трав и повышению их сопротивляемости болезням и вредителям. Теоретический анализ показывает, что сбалансированное внесение удобрений (органических и минеральных) улучшает структуру почвы и питательный режим, что положительно сказывается на жизнеспособности трав [4].

При создании устойчивых газонов появляется не только сохранение почвы и борьбе с эрозией, но и улучшению микроклимата сельских территорий, снижению запыленности и повышению эстетической привлекательности ландшафта. Газоны выполняют важную роль в биоразнообразии, создавая среду обитания для различных микроорганизмов и насекомых.

Результаты анализа подтверждают, что устойчивость газонов обеспечивается только при комплексном учете биологических особенностей растений, климатических условий и агротехнических приемов. Игнорирование хотя бы одного из этих факторов снижает эффективность создаваемых газонных покрытий.

В целом, теоретические выводы свидетельствуют о том, что современные подходы к газоноведению, основанные на интеграции знаний из агрономии, экологии и климатологии, позволяют разрабатывать газонные покрытия, адаптированные к условиям

изменяющегося климата и способные сохранять свои функции на протяжении длительного времени.

Заключение. Изменяющиеся климатические условия ставят перед газоноведением новые задачи, требующие пересмотра традиционных методов создания и ухода за газонами. Современные научно обоснованные подходы, включающие подбор адаптивных травосмесей, внедрение ресурсосберегающих технологий и применение биологических методов защиты растений, позволяют создавать устойчивые газонные покрытия. Их применение способствует снижению антропогенной нагрузки на экосистемы, улучшению микроклимата и эстетического состояния сельских территорий. Реализация данных подходов является важным направлением для обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства и ландшафтного дизайна в условиях глобальных климатических изменений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голоктионов, И. И. Изучение влияния почвенных кондиционеров при выращивании газонных трав / И. И. Голоктионов // Мат-лы Всеросс. с междунар. участием науч. конф. молодых ученых и специалистов, посв. 155- летию со дня рождения Н. Н. Худякова. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2021. – С. 347-348.
2. Голоктионов, И. И. Оценка влияния почвенных кондиционеров на прорастание семян райграса пастбищного / И. И. Голоктионов // Мат-лы Междунар. науч. конф. молодых ученых и специалистов, посв. 180-летию со дня рождения К. А. Тимирязева. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2023. – С. 39-41.
3. Влияние почвенных кондиционеров на качество газонного покрытия в условиях городской среды / И. И. Голоктионов [и др.] // Лесохозяйственная информация. – 2024. – №2. – С. 97-106. – DOI:10.24419/LHI.2304-3083.2024.2.08.
4. Цвет как важнейший показатель декоративности газонного покрытия на фоне внесения комплексных удобрений современного поколения / К. М. Гордюшкина [и др.] // Лесохозяйственная информация. – 2024. – № 3. – С. 112-120. DOI:10.24419/LHI.2304-3083.2024.3.09.
5. Декоративное садоводство с основами ландшафтного проектирования / А. В. Исачкин [и др.]. – ИНФРА-М, 2022. – С. 150-171.
6. Тюльдюков, В. А. Газоноведение и озеленение населенных территорий. Под. ред. В. А. Тюльдюков. – Москва: КолосС, 2002. – С. 263.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ВЫРАЩИВАНИЯ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ АРБУЗОВ

Е. В. Поух, О. С. Иванова, М. В. Мацеюк, Т. П. Кобринец

РУП «Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция
Национальной академии наук Беларуси»

г. Пружаны, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 224154,
г. Пружаны, ул. Урбановича, 5; e-mail: elena.v.poukh@yandex.by)

***Ключевые слова:** арбуз, сорт, регуляторы роста, урожайность, Беларусь.*

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по оценке урожайности арбузов сортов Икар, Импульс, Медунок, Триумф, Романза F1 при выращивании рассадным способом и посевом семенами с использованием укрывного материала СпанБел. Приводятся результаты влияния микроудобрения Наноплант и регуляторов роста Экогум БИО, Экосил на урожайность арбузов при возделывании культуры рассадным способом на примере сорта Триумф.*

Применение укрывного материала СпанБел обеспечило прибавку урожая арбузов при выращивании семенами на 16-112 %, при выращивании рассадой на 2-35 % в зависимости от сорта. Установлена эффективность применения микроудобрения Наноплант и регуляторов роста Экогум БИО, Экосил на урожайность арбуза. Прибавка урожая составляет от 8,8 до 21,6 т/га. Обработка препаратами Экогум БИО и Наноплант + Экогум БИО + Экосил обеспечивает прибавку урожая 58,8 и 66,5 % соответственно.

THE INFLUENCE OF GROWING METHODS AND GROWTH REGULATORS ON THE YIELD OF WATERMELONS

A. V. Poukh, O. S. Ivanova, M. V. Matseuk, T. P. Kobrinets

Brest regional agricultural experimental station of the National Academy of Science of Belarus

Pruzani, Republic of Belarus (Republic of Belarus, Pruzani, 224154,
5 Urbanovich str., e-mail: elena.v.poukh@yandex.by)

***Key words:** watermelon, variety, growth regulators, yield, Belarus.*

***Summary.** The article presents the results of research on the yield assessment of watermelons of the varieties Icarus, Impulse, Medunok, Triumph, Romansa F1 when grown by seedling method and sowing seeds with the use of covering material SpanBel. The results of the influence of the microfertilizer Nanoplant and growth regulators Eco gum BIO, Ecosil on the yield of watermelons when cultivating the crop by seedling method using the example of the Triumph variety are presented.*

The use of covering material SpanBel ensured an increase in watermelon yield when grown from seeds by 16-112 %, and when grown from seedlings by 2-35 %

depending on the variety. The effectiveness of the application of the microfertilizer Nanoplant and growth regulators Ecogum BIO, Ecosil on watermelon yield has been established. The yield increase ranges from 8,8 to 21,6 t/ha. Treatment with Ecogum BIO and Nanoplant + Ecogum BIO + Ecosil provides yield increases of 58,8 % and 66,5 %, respectively.

(Поступила в редакцию 19.06.2025 г.)

Введение. В республике Беларусь погодные условия в последние десятилетия стали более теплые, а лето более жарким и продолжительным. В результате вегетационный период для возделывания сельскохозяйственных культур увеличился на 10-14 дней, а сумма активных температур воздуха – на 200-250 °С. Это соответствует сдвигу на 150-200 км по широте к югу, а следовательно, появилась возможность возделывать бахчевые культуры [1].

Имеющийся опыт возделывания арбуза на приусадебных и дачных участках и в отдельных фермерских хозяйствах показывает возможность возделывания этой культуры в республике. Особое распространение арбуз имеет в Брестской области, однако начинает широко распространяться среди населения и в другие регионы страны. Данная продукция у населения пользовалась высоким спросом. Однако объемы арбуза отечественного производства весьма незначительны [2-4].

Для существенного увеличения объемов производства арбуза ставилась задача создать промышленную технологию ее возделывания. Работа велась по заданию разработать и освоить промышленную технологию производства арбуза с применением материалов и средств механизации отечественного производства подпрограммы «Агропромкомплекс – эффективность и качество» Государственной научно-технической программы «Агропромкомплекс-2020» [5].

Целью исследований было выделить более эффективные способы выращивания арбузов и определить влияние микроудобрения Наноплант и регуляторов роста Экогум БИО, Экосил на урожайность при возделывании культуры рассадным способом.

Материал и методика исследований. Исследования проводили в отделе плодоводства РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» в полевых условиях в 2016-2017 годах.

Схема посадки: 210 x 80 см с размещением 5952 растений на 1 га. Повторность четырехкратная, по 15 растений в повторности.

Почва опытного участка дерново-подзолистая рыхло-супесчаная, развивающаяся на рыхлой супеси, подстилаемая связным песком, а с глубины 80-110 см моренным суглинком. Глубина пахотного горизонта – 19 см. Содержание гумуса (по Тюрину) составило 2,57 %. Пахотный горизонт характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН (KCl) – 5,78; содержание подвижного фосфора (P₂O₅) – 196 мг,

обменного калия (K_2O) – 312 мг/кг почвы (по Кирсанову). Наличие микроэлементов в почве (мг на 100 г почвы): Са – 719 мг, Mg – 249 мг, Zn – 2,5 мг, В – 0,78 мг, Cu – 2,4 мг.

Объектами исследований при оценке урожайности арбузов при выращивании рассадным способом и посевом семенами с использованием укрывного материала СпанБел являлись сорта Икар, Импульс, Медунок, Триумф, Романза F1.

Влияние микроудобрения Наноплант, регуляторов роста Экогум БИО, Экосил на урожайность арбузов при возделывании культуры рассадным способом изучалось на примере сорта Триумф. Варианты опыта: Контроль (обработка водой); Наноплант 100 мл/га; Экогум БИО 3 л/га; Экосил 80 г/га; Наноплант 100 мл/га + Экогум БИО 3 л/га + Экосил 80 г/га. Время проведения обработок: через 5 дней после посадки; фаза шатрика, фаза начала цветения, фаза начала плодоношения.

Икар. Среднепоздний. Период от полных всходов до первого сбора плодов – 88-110 дней. Товарная урожайность – 12,5-16,5 т/га. Масса плодов – 3,0-5,4 (16) кг.

Импульс. Среднеспелый. Период от полных всходов до первого сбора плодов – 83-107 дней. Товарная урожайность – 10,5-12,3 т/га. Масса плодов – 3,3-4,2 кг.

Медунок. Среднеранний. Период от полных всходов до первого сбора плодов – 68-85 дней. Товарная урожайность – 25-30 т/га. Масса плодов – 7,0-11,4 кг.

Триумф. Раннеспелый. Период от полных всходов до первого сбора плодов – 63-87 дней. Товарная урожайность – 13,6-29,9 т/га. Масса плодов – 2,8-6,2 кг.

Романза F1. Среднеранний – среднеспелый. Период от полных всходов до первого сбора плодов – 68-82 дней. Товарная урожайность – 22,6-29,9 т/га. Масса плодов – 3,0-7,8 кг.

Метеоусловия. Третья декада мая 2016 года характеризовалась минимальной температурой +6,4 °С, максимальная составляла +27,0 °С. Средняя за декаду была выше нормы на 2,6 °С и составила +17,4 °С. Влагообеспеченность – 108 % к норме. Температура воздуха в июне 2016 года была выше нормы во второй и третьей декадах на 0,8 °С и 5,0 °С соответственно. Более +30 °С воздух прогревался 17, 24-26, 30 июня. Осадков в третьей декаде не было, их количество за месяц составило 32 % от нормы. Температура июля, подекадно и за месяц была выше нормы. Выше +30 °С было 1, 2, 11, 26 и 28 июля. 14 и 27 выпадало 102 и 91 % осадков. За месяц сумма осадков превысила средние многолетние данные на 17 %. Температура воздуха

в первой декаде августа была выше на 2,0 °С. Выше +30 °С отмечалось 5, 28, 29 августа. Количество осадков ниже нормы.

Вторая декада мая 2017 г. была холодной. Средняя температура воздуха составила +12,3 °С при средней многолетней +13,4 °С. Минимальная температура почвы – 0,5 °С, максимальная – +7,7 °С. Количество осадков составило 7 % от нормы. В третьей декаде температура воздуха прогрелась до +16,1 °С, что выше средней многолетней на +1,3 °С. Температура почвы колебалась от +5,0 до +12,6 °С. Температура воздуха в июне 2017 года была выше нормы во второй и третьей декадах на 0,6 °С и 1,2 °С соответственно. Максимальная температура воздуха +29,0 и +29,8 °С отмечалась 20 и 29 июня. Количество осадков за месяц составило 86 % от нормы. Температура первой и второй декад июля была ниже нормы на 1,7 и 0,8 °С. Третья декада на 1,2 °С теплее, минимальная составила +11,2 °С, максимальная – 31,9 °С. Количество осадков – 340 % от нормы. Первая и вторая декады августа были жаркими и сухими. В среднем за первую декаду +21,3 °С и вторую – +21,2 °С при норме +18,7 и +18,9 °С соответственно. Выше +30,0 °С отмечалось 1, 2, 10, 11, 12 и 19 июля. В третьей декаде похолодало на 0,7 °С в сравнении с многолетними данными и было дождливо – 133 % к норме.

Урожайность учитывали предварительным подсчетом ягод на дежанке и взвешиванием плодов в кг с последующим пересчетом в т/га [6]. Статистическая обработка данных проведена с использованием методики Б. А. Доспехова [7], а также пакета программ статистической обработки данных MS EXCEL.

Результаты исследований и их обсуждение. В условиях 2016 года урожайность изучаемых сортов арбуза при выращивании семенами в варианте «без укрытия» (контроль) колебалась от 9,0 до 33,8 т/га. В варианте с применением материала СпанБел – от 19,0 до 47,4 т/га (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние способов выращивания на урожайность сортов арбуза, 2016 г.

Сорт	Урожайность, т/га				Прибавка к контролю			
	Без укрытия (контроль)		СпанБел		т/га	%	т/га	%
	семена	рассада	семена	рассада	семена		рассада	
Икар	9,0	44,2	19,1	46,0	10,1	112	1,8	4
Импульс	22,9	52,5	28,6	53,5	5,7	25	1	2
Медунок	28,9	51,1	33,5	60,4	4,6	16	9,3	18
Триумф	33,8	42,9	47,4	58,0	13,6	40	15,1	35
Романза F1	-	55,6	-	61,3	-	-	5,7	10
НСР ₀₅	-	3,6	-	4,2	-	-	-	-

Низкую урожайность при выращивании семенами формирует среднепоздний сорт Икар – 9,0 т/га в варианте «без укрытия» (контроль) и 19,1 т/га с применением укрывного материала СпанБел.

Наибольшую урожайность арбузов при выращивании семенами получили у раннеспелого сорта Триумф в обоих вариантах: «без укрытия» (контроль) – 33,8 т/га, с материалом СпанБел – 47,4 т/га. Применение материала СпанБел до фазы цветения при выращивании арбузов семенами способствовало увеличению урожайности изучаемых сортов на 4,6-13,6 т/га (16-112 %).

Наибольшую урожайность при выращивании рассадным способом с применением укрывного материала СпанБел сформировали сорта Триумф, Медунок и Романза F1, где урожайность составила 58,0 т/га, 60,4 и 61,3 т/га соответственно. При выращивании сортов ранней группы с применением материала СпанБел прибавка урожайности к контролю составила 10-35 %.

В условиях вегетационного периода 2017 года прибавка к урожаю при выращивании арбуза рассадным способом в варианте с материалом СпанБел в зависимости от сорта составила от 21 до 100 % по сравнению с вариантом «без укрытия» (контроль). Наиболее отзывчивыми на данный агротехнический прием были сорта Икар и Медунок, где прибавка составила 14,8 т/га (58 %) и 24,1 т/га (100 %) соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние укрывного материала СпанБел на урожайность сортов арбуза, выращенных рассадным способом, 2017 г.

Сорт	Средняя масса, кг		Урожайность, т/га		Прибавка к контролю	
	Без укрытия (контроль)	СпанБел	Без укрытия (контроль)	СпанБел	т/га	%
Икар	4,4	4,6	25,5	40,3	+14,8	58
Импульс	4,8	4,3	32,2	39,0	+6,8	21
Медунок	4,7	5,1	24,0	48,1	+24,1	100
Триумф	5,1	5,1	37,6	48,0	+10,4	28
Романза F1	4,3	5,0	32,0	43,6	+11,6	36
НСР ₀₅	-	-	9,58	8,00	-	-

Большая средняя масса плодов при выращивании без укрытия (контроль) сформировалась у среднеспелого сорта Импульс (4,8 кг). У раннеспелого сорта Триумф (5,1 кг) была одинаковой при двух способах выращивания.

Изучение влияния обработок микроудобрением Наноплант и регуляторами роста Экогум БИО, Экосил на урожайность арбуза показало, что у сорта Триумф средняя масса ягоды варьирует от 4,6 до 5,8 кг. Достоверное увеличение массы отмечается в варианте с применением

комплекса Наноплант + Экогум БИО + Экосил над вариантами Контроль, Наноплант, Экосил (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние обработок микроудобрением и регуляторами роста на урожайность арбуза сорта Триумф, среднее 2016-2017 гг.

Препарат	Средняя масса, кг	Среднее кол-во на делянке, шт.	Урожайность		
			т/га	Прибавка	
				т/га	%
Контроль	4,6	17,8	32,5	-	-
Наноплант	5,1	24,0	48,6	16,1	49,5
Экогум БИО	5,2	25,0	51,6	19,1	58,8
Экосил	5,0	20,8	41,3	8,8	27,1
Наноплант + Экогум БИО + Экосил	5,8	23,5	54,1	21,6	66,5
НСР ₀₅	0,74	-	12,38	-	-

Количество арбузов на делянке отличается между вариантами. Так, в варианте Контроль оно наименьшее и составляет 17,8 штук. Обработка изучаемыми препаратами способствовала лучшему завязыванию арбузов. Больше среднее количество ягод отмечается в варианте с обработкой Экогум БИО – 25,0 штук.

Урожайность в контрольном варианте составила 32,5 т/га. Варианты опыта с обработками микроудобрением Наноплант, регуляторами роста Экогум БИО, комплексом Наноплант + Экогум БИО + Экосил достоверно выше по урожайности в сравнении с контролем. Наибольшая прибавка урожая получена в вариантах Наноплант, Экогум БИО, Наноплант + Экогум БИО + Экосил – 49,5 %, 58,8 и 66,5 % соответственно.

Заключение. Таким образом, применение укрывного материала СпанБел при выращивании семенами позволяет увеличить урожайность арбузов на 4,6-13,6 т/га (16-112 %), при выращивании рассадой – на 1,0-15,1 т/га (2-35 %).

Выращивание арбузов рассадным способом с применением укрывного материала СпанБел позволяет получить урожайность арбузов на уровне 39,0-60,4 т/га в зависимости от сорта и условий года.

Установлена эффективность применения микроудобрения Наноплант, регуляторов роста Экогум БИО, Экосил на урожайность арбуза. Прибавка урожая составляет от 8,8 до 21,6 т/га. Более эффективными были обработки Экогум БИО и комплексом Наноплант + Экогум БИО + Экосил, где прибавка составила 19,1 т/га (58,8 %) и 21,6 т/га (66,5 %) соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полевой, В. В. Физиология растений / В. В. Полевой. – М.: Высш. школа, 1989. – 188 с.
2. Современные технологии в овощеводстве / А. А. Аутко [и др.]; под ред. А. А. Аутко. – Нац. Акад. наук Беларуси, Ин-т овощеводства. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 490 с.
3. Степуро, М. Белорусские арбузы – это реально / М. Степуро, А. Ботько // Белорусское сельское хозяйство: Ежемес. науч.-произ. журнал для работников АПК. – 2011. – N 4. – С. 32-33.
4. Волосюк, С. Н. Агробиологические основы возделывания арбуза столового (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) в условиях юго-западной части Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.08 / С. Н. Волосюк. – Жодино, 2018. – 22 с.
5. Разработать и освоить промышленную технологию производства арбуза с применением материалов и средств механизации отечественного производства: отчет о НИР Подпрограмма «Агропромкомплекс-эффективность и качество» государственной научно-технической программы «Агропромкомплекс-2020», 2016-2020 гг. за 2017 год (заключит.) / РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси»; рук. А. Б. Протас. – Пружаны, 2017. – 101 с. – № ГР20164360.
6. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / под ред. В. Ф. Белика, Г. Л. Бондаренко. – М.: НИИОХ, УкрНИИОБ, 1979. – 210 с.
7. Доспехов, Б. А. Основы статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов // Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 5-е, доп. и перераб. – М., 1985. – Ч. 2. – 350 с.

УДК 633.367.2: 631.526.32

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ И НОРМ ВЫСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ УЗКОЛИСТНОГО ЛЮПИНА

И. Д. Самусик, В. В. Завгородняя, С. К. Михайлова

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,

г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: узколиственный люпин, зеленая масса, сроки сева, норма высева, урожайность, кормовые единицы, протеин.

Аннотация. Проведены исследования по оценке потенциальных возможностей узколистного люпина укосного направления использования по формированию урожая зеленой массы в зависимости от плотности стеблестоя и сроков посева в условиях Гродненской области. Узколиственный люпин сорт Геркулес на зеленую массу высевался в четыре срока с интервалом приблизительно в 10-12 дней. Изучались три нормы высева – 1,2; 1,4; 1,6 миллиона всхожих семян на гектар. Выполнялись учеты продуктивности зеленой массы, содержания протеина, кормовых и кормо-протеиновых единиц.

Оптимальный срок посева узколистного люпина сорта Геркулес на зеленую массу по результатам исследований – начало мая. Норма высева 1,4-1,6 млн. всхожих семян на 1 га обеспечивает формирование оптимальной площади питания растений люпина при использовании их на зеленый корм. Продуктивность возрастала до 607 ц/га на фоне изменения сроков посева. Зеленая масса данного сорта обладает высокими показателями кормовой ценности.

INFLUENCE OF TERMS AND NORMS OF SEEDING ON PRODUKTIVITY AND QUALITY OF GREEN WEIGHT OF LUPINUS ANGUSTIFOLIUS

I. D. Samusik, V. V. Zavgorodnjaja, S. K. Mikhailova

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,

28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: *lupinus angustifolius*, green weight, sowing terms, norm of seeding, productivity, fodder units, a protein.

Summary. *Researches are conducted according to potential possibilities Lupinus angustifolius haymaking use directions on formation of a crop of green weight depending on density of seeding and terms of crops in the conditions of the Grodno area. Lupinus angustifolius the grade Gerkules on green weight were sowed in four terms: with an interval approximately in 10-12 days. Three norms of seeding – 1,2; 1,4; 1,6 million seeds on hectare. Efficiency accounts green weights, maintenances of a protein, fodder and forage-protein units were carried out.*

Optimum term of crops Lupinus angustifolius the grade Gerkules on green weight in the data of researches the beginning of May. The norm of seeding of 1,4-1,6 million seeds on 1 hectare provides formation of the optimum area of a food of plants Lupinus angustifolius at their use on a green forage. Efficiency increased to 607 ts/hectares against change of terms of crops. The green weight of the given grade possesses high indicators of fodder value.

(Поступила в редакцию 30.06.2025 г.)

Введение. Производство переваримого протеина в республике за последние годы по группам кормов было следующим: в грубых – 50 %, сочных – 16 % и концентрированных – 34 %. Вместе с тем по зоотехническим нормам необходимо производить протеина в этих кормах соответственно 60, 20 и 40 %. При дефиците белка нельзя добиться экономически и зоотехнически оправданных привесов, животные чаще болеют, заметно снижается их воспроизводительная функция [2, 3].

Среди существующих источников растительного белка для сбалансирования кормов экономически выгодным является высокобелковое зерно и зеленая масса бобовых культур.

Большое кормовое и агротехническое значение в условиях Беларуси имеет люпин, обладающий наибольшим содержанием белка и более активной азотфиксирующей способностью. Люпин – одна из немногих культур, сохраняющая в почве положительный баланс гумуса и других питательных веществ. Благодаря высокой азотфиксирующей способности люпин не нуждается в азотных удобрениях. При урожайности семян 15-20 и зеленой массы 400-500 центнеров с гектара он фиксирует до 160-180 кг азота на гектаре посева, из которых одна

половина накапливается в урожае, а другая остается в почве с корневыми и пожнивными остатками [1].

Кроме высокой азотфиксирующей способности и возможности эффективного улучшения плодородия бедных почв, эта культура обладает еще одним очень ценным свойством – является высокобелковым кормовым растением. На выращивание зеленой массы люпина требуется энергозатрат в 4 раза меньше, чем на выращивание кукурузы, подсолнечника и других небелковых культур, а с учетом его повышенной белковости энергоемкость 1 ц люпинового силоса в 10 раз меньше кукурузного [4].

Цель работы – определить потенциальные возможности узколистного люпина сорта Геркулес по формированию урожая зеленой массы в зависимости от плотности стеблестоя и сроков посева.

Материал и методика исследований. Полевые исследования были проведены на опытном поле УО «ГГАУ» в 2023-2024 годах. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины менее 1 м мореным суглинком.

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка: содержание гумуса – 1,8-2,1 %; рН (солевая) – 5,6-5,7; подвижных P_2O_5 по Кирсанову – 180-190 мг/кг почвы; K_2O по Кирсанову – 195-215 мг/кг почвы; доступных форм бора – 0,4 мг/кг почвы.

Метеорологические условия в целом в 2024 году были более благоприятными для роста и развития вегетативной массы у растений узколистного люпина, хотя, как и в 2023 году, в отдельные периоды отличались нестабильностью.

Схема опыта: узколистный люпин сорта Геркулес на зеленую массу высевался в четыре срока с интервалом приблизительно в 10-12 дней.

Изучались следующие нормы посева – 1,2; 1,4; 1,6 миллиона всхожих семян люпина на гектар.

Общая площадь делянки – ~ 30 м²; учетная – 25 м². Повторность в опыте трехкратная. Размещение вариантов по повторениям последовательное.

Предшественник – зерновые (озимые и яровые). Посев проводили сеялкой СПУ-6. Система удобрений базировалась на оптимизации фосфорно-калийного питания люпина $P_{30}K_{80}$.

Учет урожая зеленой массы выполнялся сплошным методом посредством уборки растений с учетной площади делянки с последующим перерасчетом урожайности на гектар посева. Срок уборки люпина на зеленую массу – начало плодообразования (конец цветения главной кисти – сизый боб).

Во время уборки со всех делянок согласно методическим требованиям Б. А. Доспехова и И. Г. Строны были отобраны растительные пробы для проведения химических анализов (определение качества зеленого корма).

Выход кормо-протеиновых единиц (КПЕ) рассчитывали по формуле:

$$КПЕ = \frac{КЕ + 10 \times ПП}{2},$$

где КЕ – сбор кормовых единиц, ц/га;

ПП – сбор переваримого протеина, ц/га;

10 и 2 – коэффициенты.

Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа для двухфакторного опыта.

Результаты исследований и их обсуждение. Хозяйственное использование узколистного люпина оказывает существенное влияние на выбор оптимальных сроков и норм высева. Целесообразность высева люпина в несколько сроков обуславливается потребностью в зеленом корме для организации зеленого конвейера.

Как видно из представленных данных (таблица 1), урожайность зеленой массы узколистного люпина сорта Геркулес при смещении сроков сева с интервалом в одну декаду существенно влияла на выход товарной продукции. Наименее благоприятными для роста и развития вегетативной массы растений люпина были метеоусловия, когда посев данной культуры осуществлялся в сроки высева ранних яровых культур. Урожайность в среднем за два года исследований составила 384-422 ц/га, повышаясь с увеличением нормы высева с 1,2 до 1,6 млн. всхожих семян на 1 га. Пониженная продуктивность при посеве в первой декаде апреля была обусловлена низкорослостью растений люпина по сравнению с более поздними сроками высева. Последовательное смещение сроков высева приводило к резкому повышению урожайности иногда почти на треть. Максимальная урожайность зеленой массы была достигнута при проведении посева в начале мая (562-601 ц/га). При третьем сроке получена достоверная прибавка урожайности вегетационной массы по отношению ко всем другим изучаемым срокам. К первому сроку эта прибавка составила 178-192 ц/га.

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы узколистного люпина сорта Геркулес в зависимости от сроков и норм высева

№ вариантов	Срок посева	Норма высева, млн. шт./га	Урожайность, ц/га			
			2023 г.	2024 г.	Сред.	± прибавка
1	I срок (6-11 апреля)		366	402	384	-
2			388	420	404	-
3			395	449	422	-
4	II срок (18-22 апреля)	1,2	508	543	526	+ 142
5		1,4	525	563	544	+ 140
6		1,6	480	567	524	+ 102
7	III срок (2 мая – 4 мая)	1,2	535	588	562	+ 178
8		1,4	582	609	596	+ 192
9		1,6	575	626	601	+ 179
10	IV срок (12-15 мая)	1,2	496	565	531	+ 147
11		1,4	526	585	556	+ 152
12		1,6	555	591	573	+ 151
НСР ₀₅ , ц/га	Срок посева		18,6	20,9		
	Норма высева		17,2	18,1		

При четвертом сроке высева отмечено постепенное снижение продуктивности люпина на зеленый корм, однако и при этом сроке прибавка урожайности была значительной – 147-152 ц/га (в среднем за 2 года и в зависимости от соответствующей нормы высева).

Норма высева люпина на 3.-м. увеличивается в среднем на 200-300 тыс. всхожих семян на гектар по сравнению с нормой при возделывании на зерно.

В наших опытах наибольший урожай зеленой массы сорт Геркулес формировал при норме высева 1,4-1,6 млн. шт./га всхожих семян. Продуктивность варьировала от 422 до 601 ц/га (при норме 1,6 млн. шт./га) и от 404 до 596 ц/га (при норме 1,4 млн. шт./га) на фоне изменения сроков посева. Достоверное снижение укосной массы люпина отмечалось при норме высева 1,2 млн. шт./га всхожих семян, урожайность составила 384-562 ц/га (таблица 1).

В то же время при переходе от посева с высевом 1,4 к 1,6 млн. шт./га отмечалась только тенденция повышения урожайности зеленой массы (1, 3, 4 сроки, а при 2 сроке наоборот), достоверной прибавки сбора хозяйственно ценной продукции на фоне всех сроков посева получить не удалось. Поэтому дальнейший расход семенного материала не имеет практического значения.

Главная ценность узколистного люпина, как, впрочем, и всех других культур бобового семейства, – способность обеспечивать биологи-

ческую фиксацию азота из воздуха и превращать его через ряд последовательных реакций главным образом в белковые вещества.

Таблица 2 – Содержание белка в зеленой массе узколистного люпина сорта Геркулес и его сбор с 1 га в зависимости от сроков посева и норм высева

№ вариантов	Срок посева	Норма высева, млн. шт./га	Сод. протеина на обс. сух. в-во, %			Сбор протеина, ц/га			± прибавка
			2023 год	2024 год	Сред.	2023 год	2024 год	Сред.	
1	I срок	1,2	22,18	20,94	21,56	14,4	16,2	15,3	-
2		1,4	21,52	18,06	19,79	14,3	14,0	14,2	-
3		1,6	21,36	19,42	20,39	15,6	14,5	15,1	-
4	II срок	1,2	21,79	18,65	20,22	19,9	19,6	19,8	+ 4,5
5		1,4	22,03	18,47	20,25	20,9	19,9	20,4	+ 6,2
6		1,6	21,73	18,49	20,11	18,6	20,2	19,4	+ 4,3
7	III срок	1,2	21,33	19,03	20,18	21,1	22,3	21,7	+ 6,4
8		1,4	21,13	18,49	19,81	22,9	22,3	22,6	+ 8,4
9		1,6	21,23	19,25	20,24	22,6	24,6	23,6	+ 8,5
10	IV срок	1,2	20,86	20,96	20,91	19,8	23,3	21,6	+ 6,3
11		1,4	22,96	20,08	21,52	22,7	24,2	23,5	+ 9,3
12		1,6	22,18	19,72	20,95	23,8	23,4	23,6	+ 8,5

Содержание сырого протеина в зеленой массе при изучении сроков и норм высева люпина изменялось мало с незначительной тенденцией его увеличения при проведении более поздних посевов (таблица 2). Накопление белка к моменту уборки люпина на зеленый корм в фазу плодообразования достигало в среднем за годы исследований 18,49-22,96 %. По литературным источникам этот показатель у узколистного люпина в большей степени зависит от сорта и от соотношения между массой листьев и стеблей.

Сбор белка в наших исследованиях коррелировался с величиной урожайности. При продуктивности зеленой массы на уровне 573 ц/га и содержании протеина 20,95 % сбор последнего составил 23,6 ц с единицы площади посева (таблица 2, вариант 12).

На основе химического состава рассчитано содержание кормовых единиц. Высокое содержание кормовых единиц в 1 кг з.-м. люпина обеспечил самый ранний срок посева при наибольшем из изучаемых загущений – 0,18 единиц.

По интегральным показателям кормовой ценности сельскохозяйственных культур беспорное преимущество имели сроки посева люпина на зеленую массу в начале мая при норме высева 1,4-1,6 млн. всхожих семян на гектар. Сбор кормовых и кормо-протеиновых единиц достигал максимально 132,2 и 184,1 единиц соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Выход кормовых и кормо-протеиновых единиц с 1 га посева узколистного люпина сорта Геркулес в зависимости от сроков и норм высева (в среднем за 2023-2024 гг.)

№ вариан- тов	Срок посева	Норма высева, млн. шт./га	Выход кормовых еди- ниц		Выход кормо-протеиновых единиц	
			ц/га	± к 1 сроку	ц/га	± к 1 сроку
1	I срок	1,2	88,3	-	120,6	-
2		1,4	92,9	-	117,4	-
3		1,6	101,2	-	126,1	-
4	II срок	1,2	110,4	+ 22,1	154,2	+ 33,6
5		1,4	114,2	+ 21,3	159,1	+ 41,7
6		1,6	110,0	+ 8,8	152,0	+ 25,9
7	III срок	1,2	118,0	+ 29,7	167,5	+ 46,9
8		1,4	131,1	+ 38,2	178,6	+ 61,2
9		1,6	132,2	+ 31,0	184,1	+ 58,0
10	IV срок	1,2	111,5	+ 23,2	163,8	+ 43,2
11		1,4	122,3	+ 29,4	178,6	+ 61,2
12		1,6	126,1	+ 24,9	181,1	+ 55,0

Заключение. Таким образом, оптимальным сроком высева узколистного люпина сорта Геркулес на зеленую массу по данным наших исследований можно считать начало мая. Норма посева 1,4 млн. всхожих семян на 1 га обеспечивает формирование оптимальной площади питания растений люпина при использовании их на зеленый корм.

Зеленая масса узколистного люпина отличается высокой питательной ценностью. На фоне значительной продуктивности растительной массы можно получать высокий выход кормовых и кормо-протеиновых единиц с 1 га посева.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гринь, В. В. Кормовой люпин / В. В. Гринь // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – № 4. – С. 34-35.
2. Кадыров, М.А. Расширение посевов узколистного люпина – стратегическая цель земледелия Беларуси / М. А. Кадыров // Земляробства і ахова раслін. – 2018 – № 6. – С. 3-10.
3. Наймарк, Л. Б. Возделывание люпина на семена и кормовые цели в Белорусской ССР / Л. Б. Наймарк, Г. И. Тарануха. – Горки, 2012. – 32 с.
4. Пироговская, Г. В. Эффективность возделывания люпина на дерново-подзолистых почвах при различном хозяйственном использовании / Г. В. Пироговская, В. В. Гавриленко, В. И. Сороко // Международный аграрный журнал. – 2019. – № 2. – С. 18-23.

УДК 633.15 :631.89 (476)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ ДР ГРИН ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Т. Г. Синевич, М. В. Зимина, Е. В. Турук

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

Ключевые слова: кукуруза, удобрения ДР ГРИН, некорневая подкормка, урожайность.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по оценке влияния комплексных удобрений ДР ГРИН на урожайность и качество зерна кукурузы в условиях дерново-подзолистых почв Республики Беларусь. Изучены различные схемы применения удобрений, включая предпосевную обработку семян и листовые подкормки в критические фазы развития растений. Установлено, что комплексное применение удобрений обеспечивает прибавку урожайности до 19,7 ц/га (19,4 %). Проведен анализ влияния удобрений на содержание крахмала и сырого протеина в зерне. Результаты исследований подтверждают высокую агрономическую эффективность применения комплексных удобрений ДР ГРИН в современных технологиях возделывания кукурузы.

EFFICIENCY OF DR GREEN COMPLEX FERTILIZERS APPLICATION IN GRAIN MAIZE CULTIVATION UNDER CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

T. G. Sinevich, M. V. Zimina, E. V. Turuk

EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,
28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: maize, DR GREEN fertilizers, foliar fertilization, yield.

Summary. The article presents research results on evaluating the effect of DR GREEN complex fertilizers on yield, grain quality and economic efficiency of maize cultivation in sod-podzolic soils of Belarus. Different application schemes were studied, including seed pretreatment and foliar fertilization during critical growth stages. It was established that complex fertilizer application provides yield increase up to 19,7 t/ha (19,4 %). The analysis of fertilizer influence on starch and crude protein content in grain was conducted. Research results confirm high agronomic efficiency of DR GREEN complex fertilizers application in modern maize cultivation technologies.

(Поступила в редакцию 20.06.2025 г.)

Введение. В современных агроэкономических условиях устойчивое и динамичное развитие агропромышленного комплекса

Республики Беларусь возможно исключительно при обеспечении расширенного воспроизводства почвенного плодородия и оптимизированного применения минеральных удобрений в дозах, соответствующих научно обоснованным агрохимическим нормативам. Критически важным аспектом при этом является формирование такой системы удобрения, которая обеспечивает максимальную агрономическую и экономическую эффективность их использования, выражающуюся в значимом приросте урожайности сельскохозяйственных культур.

В условиях интенсификации сельскохозяйственного производства особую актуальность приобретает разработка научно обоснованных систем применения минеральных удобрений, направленных на обеспечение устойчивой продуктивности агроценозов. Основная задача при этом заключается в создании оптимальных условий минерального питания растений, позволяющих не только получать высокие и стабильные урожаи, но и улучшать качественные характеристики продукции при одновременном повышении почвенного плодородия. Важнейшим условием эффективного использования удобрений является их строгое нормирование в соответствии с физиологическими потребностями растений на разных этапах органогенеза и особенностями трансформации питательных веществ в конкретных почвенно-климатических условиях [4, 5].

Современные подходы к применению удобрений предполагают комплексный учет целого ряда факторов, включая биологические особенности возделываемых культур, агрохимические показатели почв, предшественников в севообороте, а также планируемый уровень урожайности. Особое значение при этом приобретает дифференциация сроков и способов внесения питательных веществ, включая основное внесение под вспашку, припосевное (локальное) применение и некорневые подкормки в критические периоды вегетации. Научно обоснованное сочетание этих приемов позволяет максимально приблизить режим минерального питания к физиологическим потребностям растений, что способствует повышению коэффициента использования элементов питания из удобрений до 60-70 % для азота, 20-25 % для фосфора и 60-65 % для калия [3]. Кроме того, важнейшим аспектом рационального применения удобрений является обеспечение их экономической эффективности, которая достигается за счет строгого соблюдения научно обоснованных доз и оптимизации соотношения питательных элементов. При этом рентабельность применения минеральных удобрений при соблюдении всех агротехнических требований может достигать 150-200 %, что делает их использование экономически оправданным.

Эффективным инструментом оперативной коррекции минерального питания сельскохозяйственных культур является некорневая подкормка, позволяющая в кратчайшие сроки восполнить дефицит макро- и микроэлементов. В отличие от традиционного корневого питания, при листовом внесении питательные вещества поступают непосредственно в метаболически активные органы растения, что обеспечивает их быстрое включение в физиолого-биохимические процессы. Особенно это важно в критические периоды вегетации, когда потребность растений в элементах питания резко возрастает, а корневая система не всегда способна обеспечить их достаточное поступление из почвы [2].

Кукуруза, возделываемая на зерно, занимает важное место в сельском хозяйстве Беларуси, играя значительную роль как в кормопроизводстве, так и в экономике страны в целом [1]. Эта культура служит ценным источником высокоэнергетического корма для животноводства, обеспечивая до 25 % объема зернофуража. Кроме того, она является сырьевой базой для пищевой и перерабатывающей промышленности. За последнее десятилетие посевные площади под данной культурой увеличились более чем на 50 %.

Оптимизация продуктивности кукурузы при возделывании на зерно существенно зависит от системы минерального питания, где ключевую роль играет азотное удобрение. Физиологически обоснованное применение повышенных доз азота не только повышает урожайность данной культуры, но и способствует усилению иммунного статуса растений, а также улучшению физиолого-биохимических показателей.

Параллельно с азотным питанием критическое значение для формирования высокого урожая кукурузы имеет обеспеченность фосфором и калием. Хотя традиционно эти макроэлементы вносятся при основном удобрении, их доступность часто лимитируется, особенно в засушливых условиях. Недостаток фосфора приводит к ингибированию ростовых процессов и ограничению развития корневой системы, что, в конечном счете, отражается на продуктивности культуры. Обеспеченность калием отражается в регулировании азотного метаболизма растений. Для оперативного реагирования на симптомы дефицита данных элементов питания рекомендуется применение некорневых подкормок фосфорными и калийными удобрениями [5].

Микроэлементы являются неотъемлемым компонентом минерального питания кукурузы и оказывают влияние на хозяйственно-биологические, физиологические и биохимические процессы, протекающие в растениях, а соответственно, и на их продуктивность в целом. Особое значение микроэлементы приобретают в условиях интенсивных технологий возделывания, когда их дефицит становится лим-

тирующим фактором реализации генетического потенциала культуры. Физиологическая роль отдельных микроэлементов проявляется в их специфическом воздействии на различные стороны метаболизма. Так, бор регулирует процессы оплодотворения и формирование генеративных органов, медь участвует в окислительно-восстановительных реакциях, цинк регулирует развитие корневой системы и т. д. При этом не следует забывать о синергическом взаимодействии между различными элементами, например, между цинком и азотом, марганцем и фосфором.

В современном земледелии традиционно применяется протравливание семян кукурузы, направленное главным образом на защиту от патогенов (фузариоз, гельминтоспориоз, плесневые грибы). Однако, помимо защиты от болезней, критически важным аспектом является обеспечение растений элементами питания на ранних стадиях роста, когда формируется потенциал будущей урожайности. В связи с этим предпосевная обработка семян микро- и макроэлементами позволяет обеспечить проростки необходимыми питательными веществами в критический начальный период вегетации, повысить энергию прорастания и всхожесть семян, стимулировать развитие корневой системы на ранних этапах, а также усилить устойчивость растений к стрессовым факторам.

Таким образом, предпосевная обработка семян кукурузы макро- и микроэлементами, а также проведение некорневых подкормок в критические периоды роста и развития растений кукурузы представляют собой наиболее рациональный способ оптимизации минерального питания, обеспечивающий как экономическую эффективность, так и экологическую безопасность.

Цель работы – оценка эффективности применения комплексных удобрений ДР ГРИН, включающего предпосевную обработку семян и проведение некорневых подкормок.

Материал и методика исследований. Для изучения эффективности применения комплексных микроудобрений на посевах кукурузы были заложены опыты в УО «Гродненский государственный аграрный университет» на дерново-подзолистой связносупесчаной, развивающейся на водно-ледниковой связной супеси, подстилаемой легким моренным суглинком почве. Почва характеризовалась средним содержанием гумуса и обменного калия, повышенной степенью обеспеченности подвижного фосфора и близкой к нейтральной реакцией среды. Содержание микроэлементов оценивалось как среднее (медь и бор) и низкое (цинк и марганец).

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе исследований изучалось влияние различных схем применения

препаратов линейки ДР ГРИН на урожайность кукурузы. Опыт включал четыре варианта, в т. ч. контроль (фон), и проводился в течение 2023-2024 гг. (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность зерна кукурузы

Вариант	2023 год		2024 год		Среднее за два года	
	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га
1. 40 т/га органических удобрений + N ₁₀₀₋₄₀ P ₃₅ K ₁₀₀ – Фон	108,6	-	94,6		101,6	
2. Фон + ДР ГРИН Прайм – 0,2 кг/100 кг семян (предпос. обр. семян)	122,7	14,1	98,5	3,9	110,6	9,0
3. Фон + ДР ГРИН Прайм – 0,2 кг/100 кг семян (предпос. обр. семян) + ДР ГРИН Кукуруза – 2 кг/га (6 листьев) + ДР ГРИН Кукуруза – 1 кг/га (8-10 листьев)	128,0	19,4	105,1	10,5	116,6	15,0
4. Фон + ДР ГРИН Прайм – 0,2 кг/100 кг семян (предпос. обр. семян) + ДР ГРИН Кукуруза – 2 кг/га + ДР ГРИН Старт – 1 кг/га (6 листьев) + ДР ГРИН Кукуруза – 1 кг/га + ДР ГРИН Энергия – 1 кг/га (8-10 листьев)	132,5	23,9	110	15,4	121,3	19,7
НСР ₀₅	3,4		3,9			

На формирование урожая кукурузы, наряду с уровнем минерального питания, большое влияние оказывают водный и температурный режимы почвы и воздуха в течение вегетации. В процессе роста и развития посевы кукурузы часто страдают от неблагоприятных погодных условий: как избыток, так и недостаток влаги и тепла негативно сказывается на уровне получаемого урожая [4]. Климатические условия 2023-2024 годов оказали существенное негативное влияние на продуктивность кукурузы, возделываемой на зерно. В оба вегетационных периода наблюдался выраженный дефицит атмосферных осадков в сочетании с повышенными температурами воздуха.

Наиболее критичными стали периоды начального роста растений. В 2023 году майская засуха (-35 % осадков) замедлила прорастание семян, а экстремальный дефицит влаги в июне (-55 %) вызвал сильный стресс у молодых растений. Хотя в июле условия несколько улучшились, аномально жаркий август и сентябрь (+4,5°C к норме) привели к преждевременному созреванию.

2024 год характеризовался еще более сложными условиями – общий дефицит осадков за вегетацию составил 37 %, а в ключевой период всходов достигал 55 %. Даже относительно благоприятные условия в июле-августе не смогли компенсировать негативное влияние ранней засухи на формирование продуктивности.

Проведенные исследования показывают существенное влияние применяемых комплексных удобрений на продуктивность кукурузы в различных погодных условиях. Контрольный вариант (фон) показал значительную зависимость от метеоусловий: в засушливом 2024 году урожайность снизилась на 14,0 ц/га (12,9 %) по сравнению с более благоприятным 2023 годом.

Применение предпосевной обработки семян препаратом ДР ГРИН Прайм (вариант 2) обеспечило стабильную прибавку урожая, составившую в среднем 9,0 ц/га за два года. Однако эффективность данного удобрения в условиях засухи 2024 года снизилась в 3,6 раза по сравнению с 2023 годом.

Наиболее значимые результаты получены при комплексном применении удобрений. Вариант 3 (предпосевная обработка + двукратная листовая подкормка) показал максимальную эффективность в 2023 году (+19,4 ц/га), сохранив существенную прибавку и в засушливых условиях 2024 года (+10,5 ц/га). Это свидетельствует о высокой адаптивности данной технологии.

Оптимальные результаты продемонстрировал вариант 4, где дополнительно применялся росторегулирующий компонент ДР ГРИН Энергия и ДР ГРИН Старт. Данная схема применения удобрений обеспечила не только максимальную прибавку урожая в благоприятном 2023 году (+23,9 ц/га), но и наименьшее снижение эффективности в засушливых условиях 2024 года (+15,4 ц/га).

Полученные данные убедительно доказывают, что комплексное применение предпосевной обработки семян, листовых подкормок и росторегуляторов позволяет не только существенно повысить урожайность кукурузы, но и минимизировать потери продуктивности в неблагоприятных погодных условиях.

В ходе изучения качественных характеристик зерна кукурузы установлено, что содержание крахмала демонстрирует относительную стабильность, изменяясь в пределах 64-65 % с незначительными колебаниями по годам (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание крахмала и сырого протеина в зерне кукурузы, %

Вариант	Содержание крахмала, %			Содержание сырого протеина, %		
	2023 г.	2024 г.	Среднее	2023 г.	2024 г.	Среднее
1. 40 т/га органических удобрений + N ₁₀₀₊₄₀ P ₃₅ K ₁₀₀ – Фон	64,0	65,0	64,5	10,54	10,30	10,42
2. Фон + ДР ГРИН Прайм – 0,2 кг/100кг семян (предпосевная обработка семян)	64,2	65,0	64,6	10,61	9,85	10,23
3. Фон + ДР ГРИН Прайм – 0,2 кг/100 кг семян (предпосевная обработка семян) + ДР ГРИН Кукуруза – 2 кг/га (6 листьев) + ДР ГРИН Кукуруза – 1 кг/га (8-10 листьев)	64,1	64,8	64,5	10,60	9,55	10,10
4. Фон + ДР ГРИН Прайм – 0,2 кг/100 кг семян (предпосевная обработка семян) + ДР ГРИН Кукуруза – 2 кг/га + ДР ГРИН Старт – 1 кг/га (6 листьев) + ДР ГРИН Кукуруза – 1 кг/га + ДР ГРИН Энергия – 1 кг/га (8-10 листьев)	64,2	65,0	64,6	10,58	10,25	10,43

Среднее значение остается практически неизменным (около 64,5 %), что указывает на несущественное влияние дополнительных обработок удобрениями ДР ГРИН на содержание крахмала. В 2023 году содержание сырого протеина было стабильно высоким (10,54-10,61 %). В 2024 году наблюдалось снижение данного показателя (9,55-10,30 %). Изучаемые удобрения ДР ГРИН не оказывают существенного влияния на содержание крахмала и сырого протеина.

Закключение. Таким образом, результаты исследований позволяют рекомендовать комплексное применение удобрений ДР ГРИН (предпосевная обработка + листовые подкормки) как эффективный элемент ресурсосберегающих технологий возделывания кукурузы на зерно в условиях Республики Беларусь. Применение удобрений ДР ГРИН обеспечивает устойчивую прибавку урожайности зерна кукурузы в среднем 15,0-19,7 ц/га (14,8-19,4 %), а также способствует повышению устойчивости растений к стрессовым факторам.

Качественные показатели зерна (содержание крахмала и сырого протеина) остаются стабильными при применении удобрений ДР ГРИН, что свидетельствует о сохранении технологических свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багринцева, В. Н. Влияние видов удобрений на урожайность кукурузы / В. Н. Багринцева, Г. Н. Сухоярская // Кукуруза и сорго. – 2010. – № 4. – С. 12-14.
2. Вильдфлуш, И. Р. Влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на фотосинтетическую деятельность посевов, урожайность и качество кукурузы при возделывании на силос на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве /

И. Р. Вильдфлуш, С. С. Мосур, Г. В. Пироговская // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 1(64). – С. 205-220.

3. Лапа, В. В. Значение систем удобрения в реализации потенциальной продуктивности сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / В. В. Лапа, А. Р. Цыганов, М. В. Рак // Состояние и динамика плодородия почв в связи с продуктивностью земледелия: Материалы IX Международного симпозиума НП «Содружество ученых агрохимиков и агроэкологов», Казань, 09-12 июня 2017 года / Под редакцией В. Г. Сычева. – Казань: Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д. Н. Прянишникова, 2017. – С. 55-61.

4. Мезенцева, Е. Г. К вопросу повышения устойчивости кукурузы к неблагоприятным условиям / Е. Г. Мезенцева, О. Г. Кулеш // Наше сельское хозяйство. – 2021. – № 7(255). – С. 77-87.

5. Система применения удобрений: учебник / В. В. Лапа и [и др.]; под ред. В. В. Лапа. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 440 с.

УДК 631.558.5:633.521

АНАЛИЗ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Н. В. Степанова

РУП «Институт льна»

аг. Устье, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 211003,

Оршанский район, аг. Устье, ул. Центральная, 27;

e-mail: Natali1673@mail.ru)

Ключевые слова: лен-долгунец, посевная площадь, волокно, треста, семена.

Аннотация. В статье представлен анализ возделывания льна-долгунца в Республике Беларусь, включающий посевные площади, объемы производства льнопродукции с 1950 г., динамику урожайности тресты и волокна в разрезе областей страны за последние 10 лет функционирования льноводческого подкомплекса. В настоящее время лидирующую позицию по посевам и валовому сбору волокна занимает Витебская область: 27 % от общей площади льна и 26 % от общего сбора волокна в стране. Оценка устойчивости получения урожая за период 2015-2024 гг. показала, что Брестская, Витебская, Могилевская области входят в зону допустимой устойчивости получения урожайности льнопродукции ($K_u = 0,81-0,89$). Несмотря на неустойчивое получение урожайности тресты в Гомельской ($K_u = 0,80$), волокна – в Гродненской ($K_u = 0,79$), семян – в Гомельской, Гродненской и Минской областях ($K_u = 0,78-0,79$) в среднем по льноводческому подкомплексу страны, отмечается высокая устойчивость урожайности тресты и волокна ($K_u = 0,92$) и допустимая устойчивость по урожайности семян ($K_u = 0,88$).

ANALYSIS OF FLAX CULTIVATION IN THE REPUBLIC OF BELARUS

N. V. Stepanova

RUE «Flax Institute»

ag. Ustye, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 211003, ag. Ustye, Orsha district, 27 Centralnaya st., e-mail: Natali1673@mail.ru)

Key words: flax, sown area, fiber, trusts, seeds.

Summary. *The article presents an analysis of flax cultivation in the Republic of Belarus, including sown areas, volumes of flax production since 1950, dynamics of flax yield and fiber in the context of regions of the country over the past 10 years of operation of the flax-growing subcomplex. Currently, the leading position in terms of crops and gross fiber harvest is occupied by the Vitebsk region: 27 % of the total flax area and 26 % of the total fiber harvest in the country. An assessment of the sustainability of the harvest for the period 2015-2024 showed that the Brest, Vitebsk, and Mogilev regions are in the zone of acceptable sustainability of flax yields ($K_u = 0,81-0,89$). Despite the unstable yield of coarse flax in the Gomel region ($K_u = 0,80$), fiber in the Grodno region ($K_u = 0,79$), and seeds in the Gomel, Grodno and Minsk regions ($K_u = 0,78-0,79$), on average, the flax-growing sub-complex of the country shows high stability of coarse flax and fiber yield ($K_u = 0,92$) and acceptable stability of seed yield ($K_u = 0,88$).*

(Поступила в редакцию 19.06.2025 г.)

Введение. Производство льнопродукции – одно из традиционных и экономически важных видов деятельности в развитии сельского хозяйства Беларуси, обеспечивающее перерабатывающую промышленность сырьем для выработки волокна, различных текстильных изделий и растительного масла.

В настоящее время лен-долгунец в структуре посевов технических культур республики ежегодно занимает 8-11 %, уступая свои позиции рапсу и сахарной свекле.

За период 2010-2021 гг. в льноводческом подкомплексе страны произошло значительное обновление сортимента льна-долгунца. Белорусскими селекционерами создано и рекомендовано производству 17 новых высокопродуктивных сортов с урожайностью общего волокна до 38, длинного – до 19 ц/га [1, 3, 4]. Разработаны прогрессивные технологии возделывания льна-долгунца, обеспечивающие использование диверсификационного потенциала современных сортов по урожайности и технологическому качеству льнопродукции, которые предусматривают: использование льнопригодных почв по агрохимическим, агротехническим, культуртехническим показателям; применение экономически окупаемых доз удобрений и эффективных средств защиты; использование современных технических средств для выращивания, уборки и первичной переработки льнопродукции [2, 6, 9].

С 2009 по 2013 гг. проведено техническое перевооружение льнозаводов, включающее установку импортных льноперерабатывающих линий фирм «Derooterge» (7 шт.) и «Van Dommele engineering» (2 шт.) производства Бельгии, в 2022 г. – МТА (2 шт.) производства России.

Цель работы – провести ретроспективный анализ посевных площадей льна-долгунца и объема производства льноволокна для оценки состояния и развития льноводческого подкомплекса Беларуси.

Материалы и методика исследований. Объектом исследований являлся лен-долгунец (*Linum usitatissimum*): семена, треста, волокно. Предмет исследования – статистические данные Национального статистического комитета Республики Беларусь, данные отраслевой отчетности Минсельхозпрода Республики Беларусь.

Для характеристики производства льносырья проводилась оценка стабильности получения урожаев тресты, волокна и семян в стране и в разрезе областей путем определения коэффициентов устойчивости и вариации.

Коэффициент устойчивости (K_u , %) определялся по методу Суслова С. А. и Громовой И. В. По градации значений показателя устойчивости $K_u > 0,9$ соответствует нормативу устойчивости; 0,9-0,81 % – допустимая устойчивость; 0,8-0,61 – неустойчивое развитие процесса; 0,6-0,4 – крайне неустойчивое; $K_u < 0,4$ – недопустимое [10].

Коэффициент вариации (V , %), характеризующий степень изменчивости по отношению к среднему показателю, рассчитывался по методу Доспехова Б. А. как отношение стандартного отклонения к средней арифметической величине. При $V < 10$ вариация показателей слабая, в интервале 10-20 % – средняя, $V > 20$ – значительная [5].

Результаты исследований и их обсуждение.

В 1950-1970 гг. Беларусь ежегодно выращивала в среднем 269 тыс. га льна-долгунца, получая 85 тыс. т льноволокна при урожайности 3 ц/га (рисунок 1) [7]. В 1975-1995 гг. посевные площади снизились до 186 тыс. га (на 31 %) при росте урожайности волокна на 42 %. За период 2000-2010 гг. площади под посевом льна продолжали снижаться в среднем до 74 тыс. га (практически в 3,5 раза), а урожайность волокна повысилась в 2 раза. В последние годы (2011-2024 гг.) посевные площади стабилизировались до 44-53 тыс. га, производство льноволокна – до 41-45 тыс. т при его урожайности 9,3-9,5 ц/га [8].

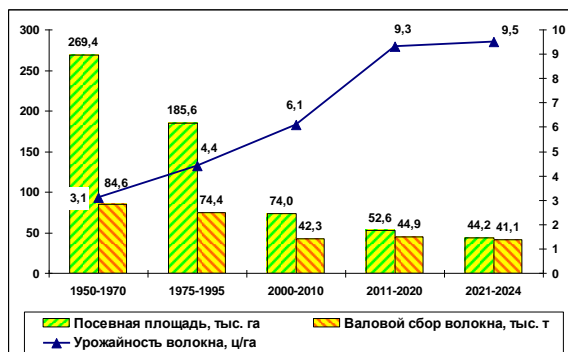


Рисунок 1 – Динамика выращивания льна-долгунца и получения волокна в Беларуси, 1950-2024 гг.

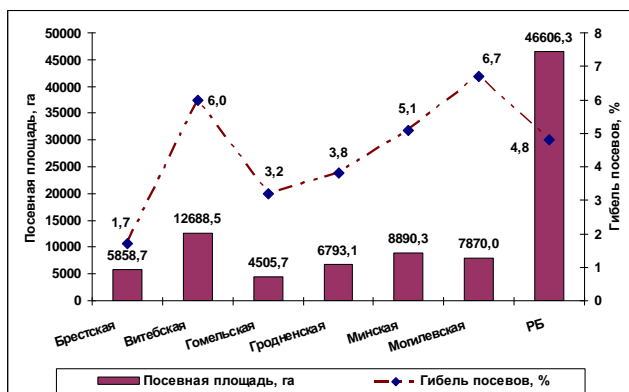


Рисунок 2 – Посевная площадь и гибель посевов льна-долгунца (среднее, 2015-2024 гг.)

Из шести областей Беларуси основная посевная площадь льна-долгунца сосредоточена в Витебской области (рисунок 2), где в последние 10 лет ежегодно высевается 11-13 тыс. га (в 2019 г. – 15 тыс. га), или 27 % от общей площади льна. На долю Минской и Могилевской областей приходится в среднем 8-10 и 7-9 тыс. га, или 19 и 17 % площадей льна соответственно. Гомельская и Брестская области имеют самый низкий процент посевной площади – 10 и 13 % – по причине не очень подходящих почвенно-климатических условий (частые засухи и супесчаные почвы). Ежегодная гибель посевов по республике составляет 2-7 % общей посевной площади в основном из-за погодных условий и (или) организационно-хозяйственных факторов.

По результатам последних 10 лет Брестская, Витебская, Могилевская области относятся к зоне допустимой устойчивости получения урожайности льнопродукции ($K_u = 0,81-0,89$) (таблица 1). Неустойчивая урожайность тресты установлена в Гомельской области ($K_u = 0,80$) с варьированием по годам от 18,8 ц/га в 2017 г. до 31,2 ц/га в 2022 г.; волокна – в Гродненской области ($K_u = 0,79$) с варьированием от 6,8 ц/га в 2018 г. до 13,8 ц/га в 2022 г.; семян – в Гомельской, Гродненской и Минской областях ($K_u = 0,78-0,79$) с варьированием от 2,2-3,0 до 4,6-5,6 ц/га. В среднем по льноводческому подкомплексу страны в настоящее время отмечается высокая устойчивость по урожайности тресты и волокна ($K_u = 0,92$) и допустимая устойчивость по урожайности семян ($K_u = 0,88$).

Таблица 1 – Урожайность и валовой сбор льнопродукции в разрезе областей льноводческого подкомплекса Беларуси (среднее, 2015-2024 гг.)

Область	Валовой сбор, тыс. т	Урожайность, ц/га			S	V, %	K _u , %
		min	max	\bar{x}			
треста							
Брестская	21,31	24,8	45,0	37,1	5,8	15,6	0,84
Витебская	37,04	24,3	35,3	31,0	3,7	11,9	0,88
Гомельская	11,73	18,8	31,2	26,9	5,3	19,7	0,80
Гродненская	22,81	24,4	41,9	34,4	5,9	17,2	0,83
Минская	25,30	24,0	33,9	30,1	3,4	11,3	0,89
Могилевская	25,07	29,4	39,8	34,3	3,8	11,1	0,89
РБ	∑ 143,26			32,3	2,5	7,7	0,92
волокно (в пересчете)							
Брестская	6,75	7,0	14,9	11,8	2,2	18,6	0,81
Витебская	10,89	6,7	10,7	9,1	1,3	14,3	0,85
Гомельская	3,30	5,5	9,0	7,6	1,3	17,1	0,83
Гродненская	6,91	6,8	13,8	10,4	2,2	21,2	0,79
Минская	6,95	6,8	10,2	8,3	1,0	12,0	0,88
Могилевская	7,25	8,1	10,9	9,8	1,0	10,0	0,89
РБ	∑ 42,05			9,5	0,78	8,2	0,92
семена							
Брестская	1,17	3,2	6,0	5,0	0,91	18,2	0,82
Витебская	2,40	3,6	5,4	4,4	0,57	13,0	0,87
Гомельская	0,57	2,2	4,6	3,2	0,70	21,9	0,78
Гродненская	1,00	2,6	5,2	4,1	0,90	22,0	0,78
Минская	1,52	3,0	5,6	4,4	0,91	20,7	0,79
Могилевская	1,53	3,7	5,5	4,5	0,66	14,7	0,85
РБ	∑ 8,19			4,3	0,54	12,6	0,88

Примечание – \bar{x} – среднее значение, ∑ – сумма показателей, S – стандартное отклонение, V – коэффициент вариации, K_u – коэффициент устойчивости получения урожая

На основании анализа данных составлены графики динамики урожайности тресты и волокна в разрезе областей (рисунки 3-8), а также рассчитан коэффициент вариации, показывающий степень изменчивости по отношению к среднегодовым показателям.

За анализируемый период самая высокая среднегодовая урожайность волокна 11,8 и тресты 37,1 ц/га отмечена в Брестской области, в которой функционируют 2 льнозавода (валовой сбор волокна области составляет 16 % от общего волокна по республике) (рисунок 3). Максимальная урожайность волокна 14,9 и тресты 45,0 ц/га получена в 2015 г., минимальная – соответственно 7,0 и 24,8 ц/га в 2018 г. Изменчивость урожайности в данной области средняя ($V = 18,6$ и $15,6$ соответственно).

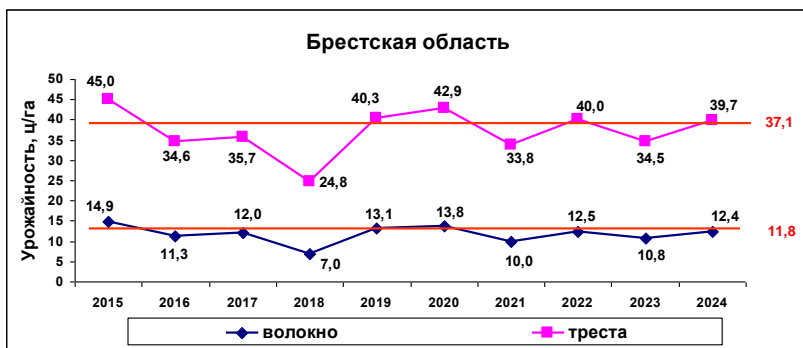


Рисунок 3 – Динамика урожайности тресты и волокна по Брестской области, 2015-2024 гг.

Самая низкая урожайность волокна 7,6 и тресты 26,9 ц/га установлена в Гомельской области, в которой функционируют 2 льнозавода (валовой сбор волокна области – 8 % от общего по республике) (рисунок 4). Колебания по годам составляют от 5,5 до 9,0 ц/га и от 18,8 до 31,2 ц/га соответственно при средней вариативности урожайных данных ($V = 17,1$ и $19,7$ соответственно).

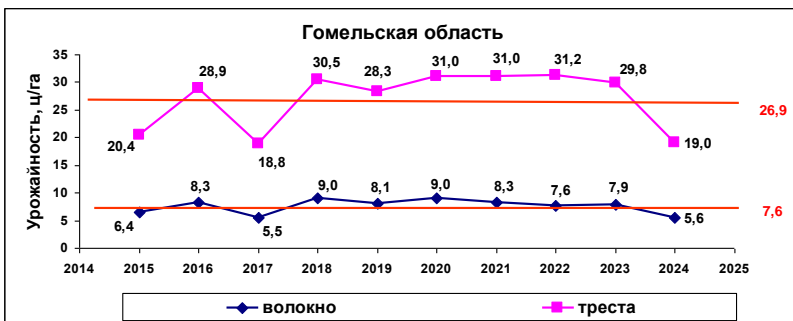


Рисунок 4 – Динамика урожайности тресты и волокна по Гомельской области, 2015-2024 гг.

В Витебской области выращиванием и первичной переработкой льна занимаются 6 льнозаводов. За анализируемый период 4 года из 10 урожайность льносырья была ниже среднемноголетней и колебалась по волокну от 6,7 до 10,7 ц/га, по тресте от 24,3 до 35,3 ц/га (рисунок 5). Наиболее высокие урожаи были получены в 2016 и 2024 гг. (10,6-10,7 и 34,9-35,3 ц/га соответственно) при средней вариативности показателей ($V = 14,3$ и $11,9$ соответственно). Валовой сбор волокна области составляет 26 % от общего волокна по республике, или 21-33 % по годам.

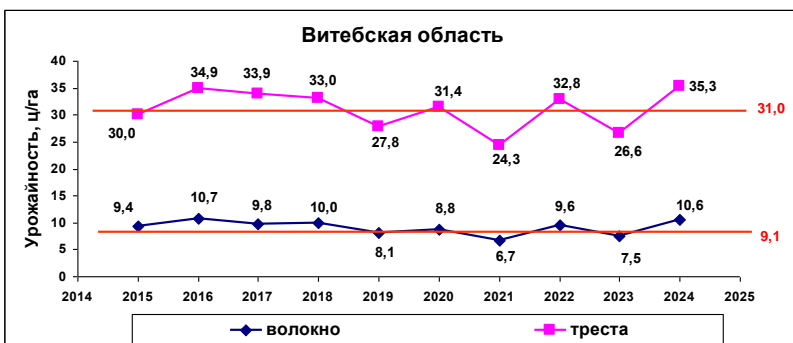


Рисунок 5 – Динамика урожайности тресты и волокна по Витебской области, 2015-2024 гг.

Средняя урожайность тресты в Могилевской (4 льнозавода) и Гродненской (2 льнозавода) областях составила 34,3 и 34,4 ц/га, волокна – 9,8 и 10,4 ц/га соответственно, но показатели Могилевской области более выровнены по годам с незначительной вариабельностью по волокну ($V = 10,0$) и средней – по тресте ($V = 11,1$) (рисунки 6, 7).

Валовой сбор волокна областей составляет 17 и 16 % от общего по республике.

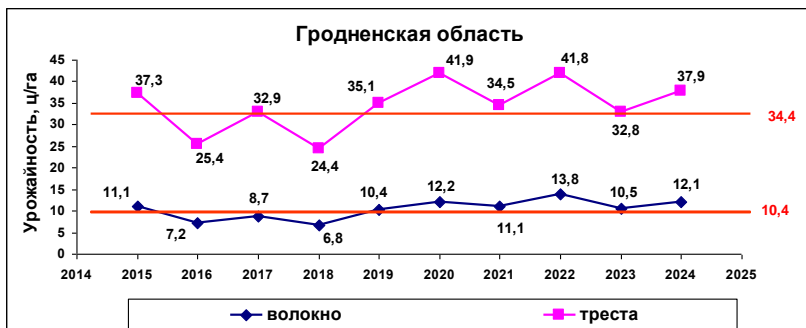


Рисунок 6 – Динамика урожайности тресты и волокна по Гродненской области, 2015-2024 гг.

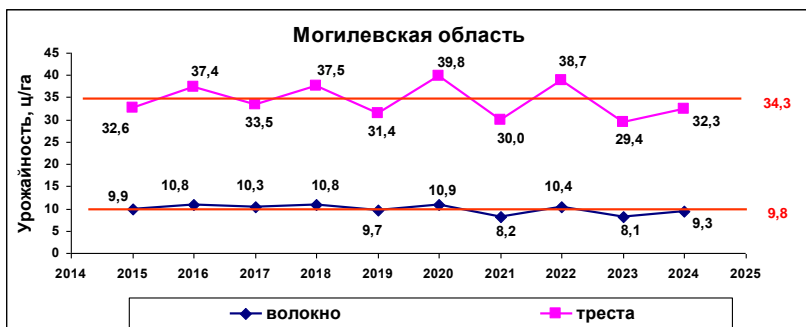


Рисунок 7 – Динамика урожайности тресты и волокна по Могилевской области, 2015-2024 гг.

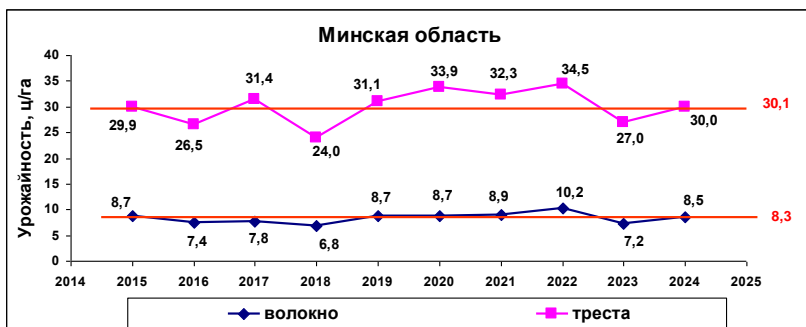


Рисунок 8 – Динамика урожайности тресты и волокна по Минской области, 2015-2024 гг.

В среднем по стране за 10 лет функционирования льноводческого подкомплекса установлена слабая изменчивость урожайности тресты и волокна ($V = 7,7$ и $8,2$ соответственно), средняя изменчивость урожайности семян ($V = 12,6$). Значительное варьирование по урожайности волокна отмечено в Гродненской области ($V = 21,2$), по семенам – в Гомельской, Гродненской и Минской областях ($V = 20,7-22,0$).

Заключение.

За период с 1950-1970 до 2021-2024 гг. посевные площади льна-долгунца в Беларуси снизились с 269 до 44 тыс. га (в 6 раз), валовой сбор волокна – с 85 до 41 тыс. т (в 2 раза). Лидирующую позицию по посевам и валовому сбору волокна в настоящее время занимает Витебская область: 27 % от общей площади льна, 26 % от общего сбора волокна в стране.

Создание новых высокопродуктивных сортов и разработка новых инновационных приемов возделывания льна-долгунца в совокупности с модернизацией льнозаводов способствовало росту урожайности волокна с 3-4 ц/га (в 1950-1995 гг.) до 9-10 ц/га (в 2011-2024 гг.). В разрезе областей наиболее перспективной является Брестская область, где среднемноголетняя урожайность волокна составила 11,8 ц/га, семян – 5,0 ц/га. Минимальная урожайность волокна и семян установлена в Гомельской области – 7,6 и 3,2 ц/га соответственно.

Оценка устойчивости получения урожая показала, что Брестская, Витебская, Могилевская области входят в зону допустимой устойчивости получения урожайности льнопродукции ($K_u = 0,81-0,89$). Несмотря на неустойчивое получение урожайности тресты в Гомельской ($K_u = 0,80$), волокна – в Гродненской ($K_u = 0,79$), семян – в Гомельской, Гродненской и Минской областях ($K_u = 0,78-0,79$) в среднем по льноводческому подкомплексу страны отмечается высокая устойчивость урожайности тресты и волокна ($K_u = 0,92$) и допустимая устойчивость по урожайности семян ($K_u = 0,88$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Богдан, В. З. Генофонд, мнгоды и результаты селекции льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) в Республике Беларусь: дис. ... док. с.-х. наук: 06.01.05 / В. З. Богдан; РУП «НПЦ НАНБ по земледелию». – Жодино, 2024. – 235 с.
2. Возделывание льна-долгунца. Типовые технологические процессы / В. А. Прудников [и др.] // Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных, технических и кормовых растений: сб. отраслевых регламентов, 2-е изд., доп. и перераб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск, 2023. – С. 391-399.
3. Высокопродуктивные сорта льна-долгунца – основа высоких урожаев и качества продукции: характеристика новых сортов / под ред. В. З. Богдана. – Устье: РУП «Институт льна», 2021. – 11 с.
4. Голуб, И. А. Оценка и отбор экологически пластичных сортов льна долгунца / И. А. Голуб, С. А. Иванов // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 2 (123). – С. 45-49.

5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
6. Прудников, В. А. Энергетическая и экономическая оценка технологии возделывания льна-долгунца и приготовления льнотресты / В. А. Прудников, Н. В. Степанова – Устье: РУП «Институт льна», 2022. – 27 с.
7. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск: Информ.-выч. центр Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2021. – 179 с.
8. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический буклет / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Медведева (пред.) [и др.]. – Минск: Информ.-выч. центр Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2024. – 36 с.
9. Система организационно-технологических мероприятий производства льнопродукции в условиях Республики Беларусь / В. В. Гракун [и др.] // Научные системы ведения сельского хозяйства Республики Беларусь: сб. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, М-во сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – С. 461-475.
10. Сулов, С. А. Методика региональной оценки экономической устойчивости сельскохозяйственного производства / С. А. Сулов, И. В. Громова // Вестник НГИЭИ. – 2012. – № 5. – С. 100-114.

УДК 632.951.02:632.768.12(476.7)

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДА АКТАРА, ВДГ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КООПЕРАТИВА «ОЛЬГОВСКОЕ»

Е. В. Стрелкова, Н. В. Зык

УО «Белорусский национальный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220000,

г. Минск, пр. Независимости, 65; e-mail: elena.strelcova2011@mail.ru)

***Ключевые слова:** инсектицид, морковь столовая, биологическая и хозяйственная эффективность.*

***Аннотация.** В статье рассмотрен вопрос совершенствования элемента технологии возделывания моркови столовой при защите культуры от морковной мухи. Дан анализ поражения фитофагом посевов в фазе 2-3 и 4-5 листьев. Дана оценка биологической и хозяйственной эффективности инсектицида Актара, ВДГ различными дозами препарата на моркови столовой в условиях производственного кооператива «Ольговское» Витебской области Беларуси.*

BIOLOGICAL AND ECONOMIC EFFECTIVENESS OF THE USE OF THE INSECTICIDE AKTARA, EDG IN THE CULTIVATION OF CANTEEN CARROTS IN THE CONDITIONS OF THE OLGOVSKOYE PRODUCTION COOPERATIVE

E. V. Strelkova, N. V. Zyk

EI «Belarusian national technical university»

Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220000, Minsk,

65 Nezavisimosti Ave.; e-mail: elena.strelcova2011@mail.ru)

Key words: *insecticide, table carrots, biological and economic efficiency.*

Summary. *The article considers the issue of improving the technology of carrot cultivation in the dining room while protecting crops from carrot flies. The analysis of phytophagous damage to crops in the phase of 2-3 leaves and 4-5 leaves is given. The assessment of the biological and economic effectiveness of the insecticide Actara, EDG with various doses of the drug on canteen carrots in the conditions of the Olgovskoye production cooperative of the Vitebsk region of Belarus is given.*

(Поступила в редакцию 15.05.2025 г.)

Введение. Важная роль в круглогодичном обеспечении населения овощами отводится моркови, которая считается одной из важных овощных культур открытого грунта. В Республике Беларусь морковь занимает второе место после капусты.

Морковь является двулетним растением. В первый год жизни образует розетку листьев и сочный корнеплод, во второй – цветет и дает семена. Корнеплоды мясисто-утолщенные, веретеновидные, конические, цилиндрические, округлые (со всеми переходами между ними). Окраска их чаще оранжевая разной интенсивности, реже желтая и белая, только у гибридных форм может быть красновато-фиолетовая; боковых корней обычно немного. Масса корнеплода – 100-300 г, реже – 500-1000 г; длина – 15-20 см, диаметр – 3,5-4,5 (до 10) см. Масса 1000 семян – 1,0-2,4 г. Хорошо растет на плодородных, рыхлых супесчаных, песчаных и легких суглинистых почвах с нейтральной или слабощелочной реакцией (рН 5,5-7,0). Холодостойкое растение. Прорастание семян начинается при t почвы +4,5-5 °С. При +16-18 °С всходы появляются через 2 недели после посева. Оптимальная температура для роста – +20-25 °С. Всходы выдерживают заморозки до -3-4 °С. Наименьшая сумма активных t (выше 10 °С), необходимых для достижения корнеплодами товарной спелости, – 1500 °С. Относительно засухоустойчивое растение (среди корнеплодов имеет наименьшую потребность в воде, но в первые фазы роста требует повышенной влагообеспеченности). Высокие и устойчивые урожаи дает при равномерном увлажнении почвы в течение всего периода вегетации. Уровень грунтовых вод не должен быть ближе 60-80 см от поверхности почвы. Про-

должительность вегетационного периода моркови – 110-140 дней [2, 3, 4].

Одним из самых распространенных вредителей на моркови является морковная муха. Практически всегда численность вредителя достигает экономического порога вредоносности. Морковная муха распространена в Беларуси повсеместно [5, 7].

Исследования по определению эффективных средств защиты от фитофага являются актуальными.

Цель исследований – определить биологическую и хозяйственную эффективность инсектицида Актара, ВДГ в посевах моркови столовой против морковной мухи в условиях производственного кооператива «Ольговское» Витебской области Республики Беларусь.

Материал и методика исследований. Исследования по определению биологической и хозяйственной эффективности средств защиты от морковной мухи в период вегетации столовой моркови проводились в условиях ПК «Ольговское» в 2022 и 2023 гг.

ПК «Ольговское» – многопрофильное сельхозпредприятие Витебского района. Центральная усадьба сельхозпредприятия находится в населенном пункте Ольгово. Климат данной зоны характеризуется мягкой и влажной зимой и относительно прохладным, солнечным летом, что достаточно благоприятно для возделывания моркови столовой. Среднегодовая температура воздуха составляет +4,6 °С. Годовая амплитуда средних месячных температур воздуха составляет 26 °С. Самым теплым месяцем является июль при среднемесячной температуре 17,8 °С, а самым холодным – январь (-8,2 °С). Сумма активных температур за вегетационный период составляет 2100-2600 °С, для нормального роста и развития ячменя достаточно суммы активных температур 1100-1400 °С [2, 6].

В борьбе с морковной мухой использовали инсектицид Актара, ВДГ. Инсектицид относится к классу неоникотиноидов. Актара – кишечно-контактный инсектицид, предназначенный для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей. Эффективно подавляет жуков (имаго и личинок), тлей, листоблошек, белокрылок, цикадок, двукрылых минервов, но слабо эффективен против чешуекрылых вредителей. Инсектицид применяют как для опрыскивания растений в период вегетации, так и для внесения в почву.

Механизм действия инсектицида основан на одном действующем веществе. Тиаметоксам воздействует на никотин-ацетилхолин-рецепторы в нервной системе, вызывая прекращение питания через 15-60 минут в зависимости от типа вредителя. Применяется двумя способами: опрыскиванием и внесением под корень с поливной водой. При почвенном применении за счет системного действия инсектицид

одновременно защищает от почвенных и наземных вредителей: сосущих, скрытноживущих и листогрызущих. Период защитного действия – 14-21 день при опрыскивании культуры, 40-60 дней при почвенном внесении [8, 10].

В производственном кооперативе «Ольговское» под посевы моркови столовой отведено 16 га пахотной земли.

Метод постановки эксперимента производственный. Методика проведения исследования общепринятая. Исследования проводились в четырехкратной повторности. Площадь учетной делянки – 1 га. Расположение последовательное. Полевые наблюдения и учет биологической эффективности проведены по общепринятой методике государственного сортоиспытания [5, 6, 8, 10]. Высевали сорт моркови столовой Наполи. Сорт относится к ранним сортам по срокам созревания. Семена по сортовым качествам элитные. По посевным качествам – семена 1-го класса (всхожесть семян – не менее 70 %). Семена характеризовались посевными показателями, представленными в таблице 1 [9].

Таблица 1 – Характеристика семян моркови столовой, используемых в опыте

Показатель	Соответствующие данные 2022/2023 гг.	
	Наполи	Наполи
Сорт	Элита	Элита
Репродукция	Элита	Элита
Масса 1000 семян, г	1,8	2,1
Количество семян в 1 г, шт.	850	720
Лабораторная всхожесть, %	98,9	98,2
Чистота, %	98,1	98,4
Высеяно всхожих семян, тыс. шт./га	800	805

Предшественником для моркови столовой являлись однолетние травы [1, 4, 7, 10]. Обработка почвы включала традиционную вспашку на глубину 20 см оборотным плугом. Осеннее внесение НРК. Общий агрофон для закладки всех вариантов был следующим: N₁₀₀P₉₀K₁₂₀. Весной внесли карбамид в дозе 200 кг/га. Чизелование с целью заделки влаги. Затем АКШ 7.2 и нарезка двустрочных гребней КЧ 5.1. Перед посевом в борьбе с сорняками использовали гербицид Гезагард 2 л/га. Посев проведен сеялкой пневматической овощной СПО-4 (4-рядная, 2-строчная). При двустрочном высеве расстояние между строчками 8 см с указанными шагами между центрами строчек. Посев был проведен 10 мая (2022 г.) и 13 мая (2023 г.). Ширина междурядий – 70 см. Глубина заделки семян – 1,5 см на расстоянии 1-1,5 см друг от друга. В борьбе с бурой пятнистостью использовали фунгицид Квадрис, СК 0,8 л/га.

В производственном опыте изучалась обработка посевов моркови столовой от личинки морковной мухи инсектицидом Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг) различными дозами при 2-кратном применении. Расход рабочей жидкости – 200 л/га. Опрыскивание растений моркови проводили в фазу 2-3 листьев и 4-5 листа. Одновременно вносили микроудобрение Текамин Макс. Учет вредных объектов проводили по методике РУП ИЗР [12]. Агротехника полевых работ вегетационного периода общепринятая для региона. Уход за посевами общепринятый в Республике Беларусь [13]. Уборка проводилась вручную в конце сентября месяца 2022 года и в конце октября месяца 2023 года.

Результаты исследований и их обсуждение.

Тест-объектом в опыте являлись личинки морковной мухи.

Опыт закладывался на участках с однородным субстратом, состоянием растений и применением инсектицида, согласно схеме опыта, приведенной в таблице 2.

Таблица 2 – Схема опыта

№	Вариант	Норма расхода		Концентрация рабочего раство- ра, % по препарату	Кратность
		препарата, кг/га	рабочего раствора, л/га		
1	Контроль (без обработки)			-	
2	Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,04	200	0,08	2
3	Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,08	200	0,16	2
4	Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,1	200	0,2	2

На культуре моркови в условиях производственного кооператива «Ольговское» наиболее распространенным и вредоносным объектом является морковная муха – *Psila rosae*. Муха относится к семейству голотелки – *Psilidae*, отряду двукрылые – *Diptera* [3, 7].

Вредят личинки, повреждают морковь, петрушку, сельдерей. Пораженные личинками морковной мухи корнеплоды легко распознать по листьям растений, которые приобретают фиолетово-красный оттенок, а по мере загнивания корнеплода – желтеют и засыхают.

На самих корнеплодах видны поперечные трещины и извилистые ходы, окруженные почерневшими некротизированными участками коры, что приводит к потере вкусовых качеств и лежкости, и молодые растения могут погибнуть. Нередко корни становятся деревянистыми и уродливыми. В Республике Беларусь морковная муха развивается в 2 поколениях. ЭПВ в разные периоды жизненного цикла морковной мухи составляет: в фазе 2-3 настоящих листьев – 1 муха на 1 желто-оранжевую клеевую цветоловушку за 7 дней, через три недели после

всходов моркови – 3-4 яйца на 1 растение, в период роста корнеплодов – 1 муха на 1 цветоловушка за 7 дней [9]. ЭПВ (3-4 яйца на растение) вредителем был достигнут. Необходимость проведения защитных мероприятий очевидна [7].

Определение биологической эффективности применения инсектицида Актара, ВДГ на моркови столовой показало, что уровень биологической эффективности инсектицида характеризуется его способностью снижать заселенность культуры конкретным вредителем на опытных участках в сравнении с необработанным контролем, что, в итоге, должно сказаться на повышении урожайности (таблицы 3, 4, 5, 6).

Таблица 3 – Биологическая эффективность инсектицида Актара, ВДГ на моркови столовой в фазе 2-3 листьев против морковной мухи в 2022 году

Вариант	Норма расхода препарата, кг/га	Число поврежденных растений, шт./м ² на дату учета			Биологическая эффективность, % на дату учета			
		до обработки (30.05)	после обработки			после обработки		
			05.06	09.06	16.06	05.06	09.06	16.06
			3 сутки	7 сутки	14 сутки	3 сутки	7 сутки	14 сутки
Контроль	-	59,1	71,4	90,3	140,2	-	-	-
Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,04	59,5	44,3	36,7	25,8	38	59,4	81,6
Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,08	57,7	36,4	30,1	19,5	49,9	66,7	86,1
Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,1	54,2	23,9	19,9	8,1	66,5	78	94,4

Примечание – Первая обработка проведена 02.06

Биологическая эффективность инсектицида Актара, ВДГ против морковной мухи в фазу 2-3 листьев составила 94,4 % при применении препарата в дозе 0,1 кг/га. Следует отметить, что применение препарата в дозе 0,04 кг/га на 14 сутки также показало высокий процент биологической эффективности – 81,6.

В фазе роста моркови 4-5 настоящих листьев сохранялась влажная и теплая погода, что способствовало дальнейшему развитию вредителя (таблица 4).

Таблица 4 – Биологическая эффективность инсектицида Актара, ВДГ на моркови столовой в фазе 4-5 листьев против морковной мухи в 2022 году

Вариант	Норма расхода препарата, кг/га	Число поврежденных растений, шт./м ² на дату учета			Биологическая эффективность, % на дату учета			
		до обработки (30.05)	после обработки					
			15.06	19.06	26.06	15.06	19.06	26.06
Контроль	-	59,1	85,4	93,5	152,2	-	-	-
Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,04	54,2	24,1	19,7	10,8	71,8	78,9	92,9
Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,08	52,7	21,9	12,1	8,5	74,4	87,1	94,4
Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,1	59,5	14,3	9,9	4,1	83,3	89,4	97,7

Примечание – Вторая обработка проведена 12.06

Поврежденность растений морковной мухой в 2022 году колебалась от 59,1 до 152,2 шт./м² в вариантах, где растения не обрабатывались инсектицидом. В контрольном варианте число поврежденных растений достигло 152,2 шт./м², что превышало пороговую численность. На 14 сутки после обработки биологическая эффективность инсектицида в дозе 0,1 кг/га достигла 97,7 %.

Морковная муха является влаголюбивым и тенелюбивым насекомым. Высокая температура воздуха июля и августа месяца при очень малом количестве выпавших осадков не способствовали развитию 2 поколения морковной мухи. Поэтому защитных мероприятий не проводили.

Биологическая эффективность инсектицида Актара, ВДГ в 2023 году в фазу 2-3 листьев в варианте 0,1 кг/га составила 97,9 % на 14 сутки. В фазу 4-5 листьев – 98 %. Снижение числа поврежденных растений наблюдалось уже на 3 сутки после обработки растений инсектицидом (таблица 5, 6). Год также был засушливым с повышенным фоном летних температур. Поэтому не проводили мероприятий против 2 поколения морковной мухи.

Таблица 5 – Биологическая эффективность инсектицида Актара, ВДГ на моркови столовой в фазе 2-3 листьев против морковной мухи в 2023 году

Вариант	Норма расхода препарата, кг/га	Число поврежденных растений, шт./м ² на дату учета			Биологическая эффективность, % на дату учета			
		до обработки (02.06)	после обработки			08.06	11.06	18.06
			08.06	11.06	18.06			
			3 сутки	7 сутки	14 сутки	3 сутки	7 сутки	14 сутки
Контроль	-	62,2	83,5	95,5	152,2	-	-	-
Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,04	60,2	52,3	42,7	28,8	37,1	55,3	81,1
Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,08	59,5	33,9	25,1	14,5	59,3	73,7	90,5
Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,1	57,7	25,3	15,5	4,1	69,6	83,8	97,7

Примечание – Первая обработка проведена 05.06

Таблица 6 – Биологическая эффективность инсектицида Актара, ВДГ на моркови столовой в фазе 4-5 листьев против морковной мухи в 2023 году

Вариант	Норма расхода препарата, кг/га	Число поврежденных растений, шт./м ² на дату учета			Биологическая эффективность, % на дату учета			
		до обработки (02.06)	после обработки			19.06	23.06	30.06
			19.06	23.06	30.06			
			3 сутки	7 сутки	14 сутки	3 сутки	7 сутки	14 сутки
Контроль	-	59,1	94,8	123,3	158,3	-	-	-
Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,04	57,2	46,4	31,7	21,8	51,1	74,3	86,2
Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,08	59,5	33,9	19,1	9,5	64,2	84,5	94,0
Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг)	0,1	57,7	14,3	8,0	3,2	84,9	93,5	98,0

Примечание – Вторая обработка проведена 15.06

Поврежденность корнеплодов морковной мухой в годы исследований колебалась от 52,7 до 62,2 шт./м² до обработки. Проведенные защитные мероприятия в борьбе с фитофагом существенно повысили

уровень выхода товарной продукции. Применение инсектицида Актара, ВДГ способствовало повышению урожайности товарной продукции с 358,7 до 409,7 ц/га. В этом случае прибавка составила 51,0 ц/га, или 14,2 % (таблица 7).

Таблица 7 – Урожайность моркови столовой при применении инсектицида Актара, ВДГ против морковной мухи

Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка урожая, ц/га
	2022 г.	2023 г.	среднее	
Контроль	300	320	310	–
Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг) – 0,04 кг/га	420	440	430	120
Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг) – 0,08 кг/га	540	550	545	235
Актара, ВДГ (тиаметоксам, 250 г/кг) – 1.0 кг/га	880	890	885	575
НСР _{0,5}			4,6	

В контрольном варианте, без защиты растений от морковной мухи, урожайность составила 310 ц/га в среднем за два года исследований. Прибавка урожая корнеплодов моркови столовой при защите растений инсектицидом Актара, ВДГ в дозе 0,1 кг/га составила 575 ц/га. Разница в урожае между вариантами испытываемого инсектицида была существенной (таблица 1) [9].

Заключение. Повреждение морковной мухой растений моркови столовой в годы исследований превышало ЭПВ и составляло от 52,7 до 62,2 шт./м² до обработки.

Биологическая эффективность инсектицида Актара, ВДГ в дозе 0,1 кг/га в 2022 году составила в фазу 2-3 листьев 94,4 %, в фазу 4-5 листьев – 97,7 %. Биологическая эффективность инсектицида Актара, ВДГ в дозе 0,1 кг/га в 2023 году составила в фазу 2-3 листьев 97,7 %, в фазу 4-5 листьев – 98 %. Именно эта доза препарата в борьбе с фитофагом показала наибольшую биологическую эффективность.

Наибольшую прибавку к урожаю показал вариант с применением инсектицида Актара, ВДГ в дозе 0,1 кг/га – 885 ц/га. Урожайность товарной продукции в результате мероприятия, направленного на борьбу с морковной мухой, повысилась на 575 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курдеко, А. П. Справочное пособие руководителя сельскохозяйственной организации. В. 2. 4. 2. / Под ред. проф. А. П. Курдеко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2012. – 480 с.
2. Сорока, С. В. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации НАН Беларуси; под ред. С. В. Сороки. – Минск: Бел. наука, 2005. – 462 с.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gr-agro.uz/atlas-vrednyh-obektov/vrediteli/morkovnaya-muha.htm>. – Дата доступа: 13.05.2025.

4. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет Республики Беларусь. – Минск, 2011. – 283 с.
5. Логинов, В. Ф. Последствия современных изменений климата в Беларуси / В. Ф. Логинов // Земляробства і ахова раслін. – 2002. – №5. – С. 3-4.
6. Володичев, М. А. Методы учета вредителей / М. А. Володичев // Защита растений. – 1986. – №6. – С. 15-16.
7. Танский, В.И. Экономические пороги вредоносности насекомых / В. И. Танский // Защита растений. – 1988. – №6. – С. 32-34.
8. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь // Прил. к журналу «Земляробства і ахова раслін». – 2017. – № 6 / ГУ «Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; сост. Р. А. Плешко [и др.]. – Бизнесофсет, 2017. – С. 125-143.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов // Агропромиздат. – 1985. – С. 351.
10. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве // РУП ««Ин-т защиты растений»; под ред. Л. И. Трепашко. 2009. – С. 120-145.
11. Сауткин, Ф. В. Современное распространение в условиях Беларуси инвазивных видов минирующих молей (Lepidoptera: Gracillariidae) – филлофагов-минеров белой акации (*Robinia pseudoacacia*) / Ф. В. Сауткин, С. И. Евдошенко // Вестник Белорус. гос. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2012. – № 1. – С. 103-104.
12. Сельскохозяйственная энтомология / А. А. Мигулин [и др.]. – М.: Колос, 1983. – С. 116-123.
13. Сорока, С. В. Интегрированная система защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С. В. Сорока. – Мн.: «Белорусская наука», 2006. – С. 61-85.

УДК 633.352.3:631.542.4(476)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ГЕТЕРОЦЕНОЗАХ ВИКИ МОХНАТОЙ И ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

В. Г. Тимощенко¹, В. Н. Халецкий¹, О. Г. Тимощенко²

¹ – РУП «Брестская опытная сельскохозяйственная станция НАН Беларуси»

г. Пружаны, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 225133,

г. Пружаны, ул. Урбановича, 5);

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: посевы, вика мохнатая (озимая), озимая пшеница, гербициды, надземная биомасса, бобовый компонент, оптимальный срок уборки.

Аннотация. Применение гербицидов почвенного действия до всходов вики-пшеничной смеси способствовало снижению засоренности однолетними сорными растениями на 25-50 %, повышению общего урожая зерна на 1,7-8,2 ц/га, увеличению сбора семян вики на 100-230 кг/га (или на 10,1-23,1). Лучшими с точки зрения экономики являются препараты Гром (0,5 л/га) и Зонтран (0,4 л/га), обеспечившие окупаемость затрат (в среднем за 2 года) в 13,4 и 12,8 раз соответственно.

EFFICIENCY OF HERBICIDE APPLICATION IN HETEROCENOSES OF HAIRY VETCH AND WINTER WHEAT

V. G. Tsimoshchanka¹, V. N. Khaletsky¹, O. G. Tsimoshchanka²

¹ – Republican Unitary Enterprise «Brest Regional Agricultural Experimental Station of the National Academy of Sciences of Belarus» Pruzhany, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 225133, Pruzhany, 5 Urbanovich St.);

² – EI «Grodno state agrarian university» Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: *crops, hairy vetch (winter), winter wheat, herbicides, aboveground biomass, legume component, optimal harvesting time.*

Summary. *The use of soil-acting herbicides before the emergence of a vetch-wheat mixture contributed to a decrease in infestation by annual weeds by 25-50 %, an increase in the total grain yield by 1,7-8,2 c/ha, and an increase in the collection of vetch seeds by 100-230 kg/ha (or 10,1-23,1 %). The best preparations from an economic point of view are Grom (0,5 l/ha) and Zontran (0,4 l/ha), which provided a payback of costs (on average over 2 years) of 13,4 and 12,8 times respectively.*

(Поступила в редакцию 20.06.2025 г.)

Введение. В решении белковой проблемы в рационах животных важное место отводится бобовым культурам. Одним из ценных в кормовом отношении, но малораспространенных в сельскохозяйственном производстве однолетних видов является вика мохнатая озимая, которая благодаря высокому коэффициенту размножения и малой норме высева (в отличие от сои, гороха и люпина) позиционируется в первую очередь как зеленоукосная, а не зернофуражная культура.

Содержание протеина в сухой массе этого вида достигает 20-25 %, в зерне – свыше 25 %. В 100 кг зеленой массы содержится 16 кормовых единиц и более 2,5 кг переваримого протеина. Сумма основных незаменимых аминокислот достигает 65-80 г и более на 1 кг сухого вещества [2, 6].

При этом следует отметить, что вика мохнатая – единственный бобовый компонент для промежуточных озимых посевов зерновых культур на корм. Вико-злаковые смеси по урожайности зеленой массы и сбору сухого вещества превосходят одновидовые посевы ржи или тритикале на 25-50 %, а по сбору протеина – в 1,5-2,0 раза [5].

Наряду с кормовыми достоинствами вика мохнатая играет важную агротехническую роль в полевых и семеноводческих севооборотах, т. к. благодаря симбиотической азотфиксации с пожнивными и корневыми остатками оставляет до 100 кг/га биологического азота.

Кроме того, вика мохнатая (в отличие от других зернобобовых культур) является хорошим медоносом и при благоприятных условиях способна обеспечить сбор меда более 100 кг/га. Как типично энтомофильное растение вика способствует сохранению и размножению диких насекомых-опылителей в естественных биоценозах [2].

В то же время, несмотря на многосторонние кормовые достоинства, вика мохнатая на сегодняшний день является малораспространенной в производстве культурой.

Одной из основных причин такой ситуации является ее недостаточная зимостойкость. При этом гибель взошедших растений вики происходит не столько из-за действия низких отрицательных температур, сколько по причине значительных колебаний термического режима, неустойчивого снежного покрова. Для достаточного развития растений вики осенью требуется более длинный период вегетации, чем зерновым злаками, а следовательно, необходим и более ранний срок ее сева [1, 3, 4].

Кроме того, возделывание озимых зерновых культур по интенсивной технологии предполагает использование высокоэффективных, но токсичных для вики гербицидов, применение высоких доз азотных удобрений, что также оказывает крайне негативное влияние на рост и развитие растений вики [1].

В связи с вышеизложенным актуален научный поиск путей повышения защиты от сорняков, что позволит снизить риск гибели бобового компонента, повысить его семенную продуктивность

Цель работы – изучение влияния гербицидов почвенного действия на полевую всхожесть, начальный рост и развитие, вико-пшеничной смеси и семенную продуктивность культур-компонентов.

Материал и методика исследований. Исследования проводятся в РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» с осени 2020-2023 года для проведения исследований по смешанным посевам вики мохнатой с озимыми зерновыми культурами подобран участок общей площадью 2,0 га (урочище «Мармач») на дерново-подзолистой рыхло-супесчаной почве, подстилаемой с глубины 0,6 м рыхлыми водно-ледниковыми песками. Данные агрохимических обследований свидетельствуют, что данный участок характеризуется мощностью пахотного горизонта 21 см, pH – 5,09 ед., содержанием гумуса – 1,74 %, P₂O₅ – 190,0 мг/кг, K₂O – 268 мг/кг, CaO – 824,0 мг/кг, MgO – 135 мг/кг, S – 6,4 мг/кг, B – 0,62 мг/кг, Cu – 1,7 мг/кг, Zn – 4,2 мг/кг, Mn – 5,0 мг/кг почвы. Предшественником для виковых смесей явился озимый рапс, после уборки которого была проведено измельчение соломы, вспашка, внесены под культивацию фосфорные и калийные удобрения (из расчета P₆₀K₉₀), осуществлена предпосевная обработка агрегатом АКШ-3,6.

Посев был произведен 10 сентября селекционной сеялкой «Wintersteiger Plotseed», уборка – комбайном «Wintersteiger delta».

Норма высева вики во всех вариантах посева составляла 1 млн. всхожих семян на гектар (или примерно 40 кг/га в весовом измерении). Нормы высева злакового компонента (озимая пшеница) – 4,5 млн./га.

Погодные условия в период вегетации в целом были благоприятны для роста и развития озимых культур.

Результаты исследований и их обсуждение. С целью подбора гербицидов для использования в смешанных посевах озимой вики с пшеницей после посева до всходов культур-компонентов в 2022-2023 годах был проведен полевой опыт, включающий 6 вариантов: 1) Контроль (без гербицидов); 2) Гезагард (1,5 л/га); 3) Рейсер (1,0 л/га); 4) Зонтран (0,3 л/га); 5) Марафон (2,0 л/га); 6) Гром (0,5 л/га).

Указанные гербициды зарегистрированы на других зернобобовых культурах (горох, соя, люпин) и на их смесях с зерновыми злаками, в т. ч. с яровой пшеницей.

Информация о действии вышеуказанных гербицидов на вику мохнатую (озимую) отсутствует, поэтому основной задачей проведения опыта на озимой вико-пшеничной смеси является исследование фитотоксичности препаратов для культур-компонентов.

Применение гербицидов осуществлялось на 2-3 день после посева. Расход рабочей жидкости использовался из расчета 250 л/га.

Учет полевой всхожести 2022 года позволил выявить определенные различия по вариантам химпрополки: наиболее полные всходы вики получены на контроле, а также при применении препаратов Марафон (2 л/га) и Зонтран (0,3 л/га) – на уровне 75-80 %, наименьшая всхожесть отмечена при внесении до посева гербицидов Гром (0,5 л/га) и Рейсер (1 л/га) – 60-64 %. Снижение всхожести пшеницы наблюдалось только в вариантах с препаратами Рейсер и Гезагард до уровня 64-65 % (на контроле – 85,3 %). Таким образом, по одногодичным данным была выявлена определенная фитотоксичность препарата Рейсер для обеих культур, гербицида Гром – для вики, а гербицида Гезагард – для озимой пшеницы. Однако взошедших растений обеих культур оказалось достаточно для формирования оптимального по густоте стеблестоя и получения экономически оправданных урожаев как зеленой массы, так и зерна (семян).

В 2023 году таких колебаний полевой всхожести не наблюдалось: практически во всех вариантах опыта всхожесть вики достигала 85-90 %, пшеницы – 90-95 %.

Учеты перезимовки (в условиях мягких зим периода исследований) свидетельствуют о практически 100 % сохранности взошедших растений обеих видов вне зависимости от использованного гербицида.

Изучаемые гербициды, использованные в пониженных на 25-50 % от оптимальной дозах, удовлетворительно контролировали засоренность посевов вико-пшеничной смеси.

Урожайные данные свидетельствуют, что использование всех изучаемых гербицидов способствовало достоверному повышению урожайности озимой вико-пшеничной смеси относительно контроля без химпрополки.

Так, в 2022 году статистически достоверный сохраненный урожай (при $НСР_{05} = 2,6$ ц/га) обеспечило применение препаратов Гром (1 л/га), Зонтран (0,4 л/га) и Рейсер (2 л/га) – от 3 до 6,8 ц/га зерносмеси. Прибавки от использования гербицидов Марафон (2 л/га) и Гезагард (1,5 л/га) оказались в пределах ошибки опыта.

В 2023 году наибольший урожай получен при довсходовом применении гербицида Рейсер (40,6 ц/га), что на 9,4 ц/га (30,1 %) выше, чем в контроле. Этот же вариант оказался лучшим по итогам 2 лет исследований.

Низкий эффект отмечен при использовании препарата Марафон: +1,9 ц/га в 2023 году и +1,8 ц/га в среднем за 2 года исследований.

В целом следует отметить, что в 2023 году урожайность вико-пшеничной озимой смеси оказалась в среднем на 30 % выше уровня предыдущего года (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние почвенных гербицидов на продуктивность озимой вико-пшеничной смеси (2022-2023 гг.), ц/га

Вариант химзащиты	Урожай смеси, ц/га			± к контролю
	2022	2023	в среднем за 2 года	
Контроль (без гербицидов)	23,6	31,0	27,3	-
Гром (0,5 л/га)	26,6	35,3	30,9	3,6
Марафон (2 л/га)	25,2	32,8	29,0	1,7
Зонтран (0,4 л/га)	27,5	31,8	29,6	2,3
Рейсер (2 л/га)	30,4	40,7	35,5	8,2
Гезагард (1,5 л/га)	25,8	32,8	29,3	2,0
$НСР_{05}$	2,6	1,7	2,7	-

Влияние изученных гербицидов на содержание семян вики в зерносмеси оказалось неоднозначным: в среднем за 2 года колебания данного показателя не превышали 2 п. п. (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние почвенных гербицидов на семенную продуктивность озимой вики в смешанном посеве (2022-2023 гг.)

Вариант химзащиты	Доля вики в общем урожае, %			Выход семян озимой вики, кг/га		
	2022	2023	в среднем	2022	2023	в среднем
1	2	3	4	5	6	7
Контроль (без гербицидов)	22,3	48,2	35,2	527	1494	1010
Гром (0,5 л/га)	26,1	47,9	37,0	695	1690	1192

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Марафон (2 л/га)	26,1	48,6	37,4	658	1596	1127
Зонтран (0,4 л/га)	18,6	53,9	36,3	511	1713	1112
Рейсер (2 л/га)	25,4	43,6	34,5	711	1775	1243
Гезагард (1,5 л/га)	21,3	52,4	36,8	549	1717	1133
НСР ₀₅	x	x	x	45,2	100,7	x

В 2023 году выход семян вики с одного гектара был в 2,5-3,4 раза выше по сравнению с предыдущим годом исследований и составил от 14,9 до 17,8 ц/га (таблица 2).

В среднем за 2 года урожай семян составил от 10,0 ц/га в контроле до 12,4 ц/га в варианте с использованием гербицида Рейсер. Прибавка урожая вики при применении гербицидов составляла 10,1-22,8 % в зависимости от варианта. Лучшими препаратами для использования на семенных посевах вико-пшеничной смеси оказались Рейсер (2 л/га) и Гром (0,5 л/га).

В 2023 году проведены исследования биохимического состава зерна пшеницы и вики при внесении разных гербицидов (таблица 3), в результате которых отмечено явное снижение содержания сырого протеина в зерне как пшеницы, так и вики. Однако за счет повышения урожайности варианты с использованием препаратов Рейсер и Гром обеспечили увеличение сбора белка на 25,7 и 4,5 % соответственно.

Таблица 3 – Влияние почвенных гербицидов на кормовую ценность озимой вико-пшеничной зерносмеси (2023 г.)

Вариант химзащиты	Содержание сырого протеина, %			Сбор сырого протеина, кг/га		
	в пшенице	в вике	в смеси*	пшеница	вика	смесь
Контроль (без гербицидов)	19,3	31,1	26,1	310	499	809
Гром (0,5 л/га)	16,3	29,8	24,0	300	548	847
Марафон (2 л/га)	17,6	27,9	23,4	297	471	768
Зонтран (0,4 л/га)	15,9	28,4	20,4	233	416	649
Рейсер (2 л/га)	16,3	31,1	26,7	374	714	1089
Гезагард (1,5 л/га)	15,5	30,2	21,8	242	471	713
НСР ₀₅				11,8	21,7	48,7

Примечание – * средневзвешенный показатель

Закключение. Применение гербицидов почвенного действия до всходов вико-пшеничной смеси способствовало снижению засоренности однолетними сорными растениями на 25-50 %, повышению общего урожая зерна на 1,7-8,2 ц/га, увеличению сбора семян вики на 100-230 кг/га (или на 10,1-23,1 %). Стабильного достоверного изменения урожайности зерносмеси при этом не отмечается. Наибольшая прибавка урожая в стоимостном выражении (стоимость семян вики + стоимость фуража пшеницы) получена при

применении препарат Рейсер (2 л/га), но учитывая, что данный препарат дороже других, аналогичных по действию, окупаемость затрат оказалась самая низкая. Лучшими с точки зрения экономики являются препараты Гром (0,5 л/га) и Зонтран (0,4 л/га), обеспечившие окупаемость затрат (в среднем за 2 года) в 13,4 и 12,8 раз соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин, М. А. Сравнительная оценка эффективности минерального и биологического азота на посевах озимых зерновых культур / М. А. Алешин // Вестник Курской гос. с.-х. академии. – Курск, 2020; N 4. – С. 30-39.
2. Арефин, А. А. Озимая вика как источник в начале зеленого конвейера / А. А. Арефин // Роль агроном. науки в оптимизации технологий возделывания с.-х. культур / Ижев. гос. с.-х. акад. – Ижевск, 2020. – С. 24-27.
3. Арефин, А. А. Зависимость всхожести семян озимой вики от сроков и способов уборки / А. А. Арефин // Роль агроном. науки в оптимизации технологий возделывания с.-х. культур / Ижев. гос. с.-х. акад. – Ижевск, 2020. – С. 19-24.
4. Арефин, А. А. Влияние срока и способа уборки на урожайность и качество зерна озимых культур в одновидовых и бинарных посевах / А. А. Арефин; Р. Б. Нурлыгаянов // Вестник Красноярского ГАУ / Красноярский гос. аграрный ун-т. – Красноярск, 2020. – Вып. 3. – С. 67-74.
5. Курочкин, А. М. Причины выпадения вики мохнатой (озимой) в период весенне-летней вегетации / А. М. Курочкин // Регуляция продукционного процесса сельскохозяйственных растений / Всерос. науч.-исслед. ин-т зернобобовых и крупяных культур. – Орел, 2006; Ч. 2. – С. 203-211.
6. Вика мохнатая (*Vicia villosa* Roth.) в кормопроизводстве России: монография / Н. В. Парахин [и др.]. – Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2010. – 507 с.

УДК 633.63(476) 661.152.3.

ВЛИЯНИЕ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

**Е. В. Турук, Е. Б. Лосевич, Н. И. Зверинская, Т. Г. Синевич,
М. В. Зимина, С. И. Юргель**

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

Ключевые слова: сахарная свекла, жидкие комплексные удобрения, корнеплоды, урожайность, технологические качества.

Аннотация. В полевых опытах установлено равноценное положительное действие некорневого внесения жидких комплексных удобрений YaraVitaBiotrac, YaraVitaUniversalBio, YaraVitaBiomaris и эталонного удобрения МаксимусАмино Микро на урожайность сахарной свеклы и технологические качества корнеплодов. Урожайность корнеплодов под действием комплексных удобрений увеличилась на 38-45 ц/га (5,0-5,9%), выход сахара – на 1,0-1,39 т/га по сравнению с фоном.

THE INFLUENCE OF LIQUID COMPLEX FERTILIZERS ON THE YIELD AND TECHNOLOGICAL QUALITIES OF SUGAR BEET ROOTS

E. V. Turuk, E. B. Losevich, N. I. Zverinskaya, T. G. Sinevich,
M. V. Zimina, S. I. Yurgel

EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,
28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: sugar beet, liquid complex fertilizers, root crops, yield, technological qualities.

Summary. In field experiments, equivalent positive effects of foliar application of liquid complex fertilizers YaraVitaBiotrac, YaraVita Universal Bio, YaraVitaBiomaris and reference fertilizer Maximus Amino Micro on sugar beet yield and technological qualities of root crops were established. The yield of root crops under the influence of complex fertilizers increased by 38-45 c/ha (5,0-5,9 %), the sugar yield by 1,0-1,39 t/ha compared to the background.

(Поступила в редакцию 30.06.2025 г.)

Введение. Сахарная свекла остается одной из наиболее продуктивных культур и имеет первостепенное экономическое значение. Развитие ее производства – не только одно из условий обеспечения продовольственной независимости страны, но и гарантия рабочих мест, доходов свекловодов, значительный фактор повышения культуры земледелия, крупный источник ценных кормовых ресурсов для животноводства. Вместе с тем достигнутая урожайность в Беларуси не соответствует возможностям этой культуры [1, 5].

Успешное решение задач, стоящих перед свеклосахарным производством республики, предопределяется ростом урожайности и повышением исходного качества корнеплодов, что возможно только на основе постоянного совершенствования базовых элементов системы земледелия [4].

Для увеличения производства сахарной свеклы, снижения ее себестоимости и стабильного развития свекловодческой отрасли необходимо совершенствовать систему применения удобрений культуры, т. к. применение удобрений обеспечивает более 50 % прибавки урожая [2, 3].

В последние годы в мире разрабатывается большой ассортимент комплексных удобрений, содержащих различные сочетания макроэлементов, а также микроэлементов в хелатной форме [6]. Одними из таких удобрений являются YaraVitaBiotrac, YaraVitaUniversalBio, YaraVitaBiomaris.

Для применения этих удобрений на посевах сельскохозяйственных культур в условиях Республики Беларусь необходимо определение их эффективности в указанных условиях.

Цель работы – изучение влияния жидких комплексных удобрений на урожайность и технологические качества корнеплодов сахарной свеклы.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению влияния комплексных удобрений на урожайность и технологические качества корнеплодов сахарной свеклы проводились в 2021-2022 гг. на опытном поле УО «ГГАУ» Гродненского района Гродненской области Республики Беларусь. Почва дерново-подзолистая связносупесчаная, с повышенным содержанием гумуса, реакцией среды близкой к нейтральной, повышенным содержанием фосфора и калия. Некорневую подкормку проводили в два срока (первая – смыкание ботвы в рядках, вторая – смыкание ботвы в междурядьях) на фоне внесения органических (60 т/га подстилочного навоза) и минеральных удобрений $N_{120}P_{80}K_{140}$ (карбамид, аммофос, хлористый калий).

Опыт проводился по следующей схеме:

1. 60 т/га органических удобрений + $N_{120}P_{60}K_{140}$ – Фон;
2. Фон + МаксимусАмино Микро (эталон) – 0,4 кг/га (двукратно);
3. Фон + YaraVitaBiotrac – 2,0 л/га (двукратно);
4. Фон + YaraVitaUniversalBio – 2,0 л/га (двукратно);
5. Фон + YaraVitaBiomaris – 2,0 л/га (двукратно).

Статистическая обработка результатов проводилась методом дисперсионного анализа.

В условиях вегетационных периодов 2021 и 2022 года апрель и май были холодными, что несколько замедлило появление всходов и рост сахарной свеклы на начальных этапах онтогенеза. И в 2021, и в 2022 году, начиная с июня, складывались достаточно благоприятные погодные условия для развития сахарной свеклы, т. к. температура и количество осадков были выше среднеголетней нормы, что способствовало нарастанию ботвы и, в дальнейшем, корнеплода. Теплый и сухой октябрь как в 2021, так и в 2022 году способствовал интенсивному сахаронакоплению.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о высоком уровне урожайности гибрида Акация (при возделывании его по интенсивной технологии на фоне органоминеральной системы удобрения) в более благоприятном по метеорологическим условиям 2022 году (таблица 1). В этом году наблюдается значительный рост урожайности по всем вариантам опыта по сравнению с 2021 годом. Так, на фоновом варианте урожайность

увеличилась с 672 до 855 ц/га. Это свидетельствует о сильном влиянии погодных-климатических условий на продукционный процесс.

Таблица 1 – Влияние комплексных удобрений на урожайность корнеплодов сахарной свеклы, 2021-2022 гг.

Вариант	2021 г.			2022 г.			Среднее		
	урожай- ность, ц/га	прибавка		урожай- ность, ц/га	прибавка		урожай- ность, ц/га	прибавка	
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
1. 60 т/га органических удобрений + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₄₀ – Фон	672	-	-	855	-	-	764	-	-
2. Фон + МаксимумАмино Микро (эталон) 0,4 кг/га	704	32	4,7	893	38	4,5	799	35	4,6
3. Фон + YaraVitaBiotrac 2,0 л/га	714	42	6,2	898	43	5,0	806	42	5,5
4. Фон + YaraVitaUniversalBio 2,0 л/га	706	34	5,0	899	44	5,2	802	38	5,0
5. Фон + YaraVitaBiomaris 2,0 л/га	715	43	6,5	901	46	5,4	809	45	5,9
НСР ₀₅	12,9	-	-	22,4	-	-	-	-	-

В 2021 году применение МаксимумАмино Микро (0,4 кг/га) обеспечило прибавку урожайности на 32 ц/га, что составило 4,7 % к фону. В 2022 году эффективность данного удобрения осталась на сопоставимом уровне: абсолютная прибавка составила 38 ц/га при относительном показателе 4,5 %. В среднем за два года эталонное удобрение показало стабильную, но наименее выраженную эффективность со средней прибавкой 35 ц/га, или 4,6 %.

Независимо от погодных условий и уровня урожайности на фоновом варианте, в опытах отмечена высокая эффективность новых жидких комплексных удобрений YaraVitaBiotrac, YaraVitaUniversalBio, YaraVitaBiomaris.

Применение удобрения YaraVitaBiotrac (2,0 л/га) в 2021 году показало высокую эффективность, обеспечив одну из наибольших прибавок в 42 ц/га, что в относительном выражении составило 6,2 % к контролю. В 2022 году результативность применения удобрения сохранилась на высоком уровне. Абсолютная прибавка урожайности увеличилась до 43 ц/га, хотя относительный показатель несколько снизился (до 5,0 %). В среднем за два года данный вариант проявил себя как стабильный и эффективный: средняя прибавка урожайности корнеплодов сахарной свеклы составила 42 ц/га (5,5 %). При этом по эффективности жидкое комплексное удобрение YaraVitaBiotrac было равноценно

удобрению МаксимумАмино Микро, которое использовали в качестве эталона.

В 2021 году эффективность препарата YaraVitaUniversalBio (2,0 л/га) была средней среди изучаемых вариантов. Прибавка к фону составила 34 ц/га (5,0 %). В 2022 году данный вариант показал наилучший результат, обусловив получение максимальной абсолютной прибавки среди всех вариантов опыта – 44 ц/га (5,2 %). В среднем за два года эффективность удобрения оценивается как стабильно высокая со средней прибавкой 38 ц/га, или 5,0 %.

Вариант с применением удобрения YaraVitaBiomaris (2,0 л/га) в 2021 году оказался наиболее эффективным, обеспечив максимальную прибавку урожайности как в абсолютном (43 ц/га), так и в относительном выражении (6,5 %). В 2022 году при урожайности 901 ц/га прибавка к фону составила 46 ц/га, что является наивысшим показателем. В среднем за два года исследований удобрение YaraVitaBiomaris обеспечило максимальную среднюю абсолютную прибавку урожая корнеплодов сахарной свеклы 45 ц/га, что в относительном выражении составило 5,9 %.

Сравнение результатов влияния всех изучаемых жидких комплексных удобрений на урожайность корнеплодов сахарной свеклы свидетельствует о равнозначной их эффективности. Применение комплексных удобрений YaraVitaBiotrac, YaraVitaUniversalBio, YaraVitaBiomaris в некорневые подкормки сахарной свеклы в фазу смыкания ботвы в рядах, в фазу смыкания ботвы в междурядьях на фоне органоминеральной системы удобрений в среднем за 2 года способствовало достоверному повышению урожайности корнеплодов на 38-45 ц/га по сравнению с фоновым вариантом.

Важнейшим показателем качества корнеплодов сахарной свеклы является содержание в них сахарозы. Результаты исследований свидетельствуют о положительном влиянии жидких комплексных удобрений на содержание сахара в корнеплодах (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние комплексных удобрений на качественные показатели корнеплодов сахарной свеклы (среднее за 2021-2022 гг.)

Варианты	Сахаристость, %	Содержание, ммоль/100 г свеклы			Расчетный выход сахара, %	Сбор сахара, т/га
		K ⁺	Na ⁺	α-N		
1	2	3	4	5	6	7
1. 60 т/га органических удобрений + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₄₀ – Фон	18,4	5,43	0,53	2,16	16,1	12,27
2. Фон + МаксимумАмино Микро (эталон) 0,4 кг/га	18,8	5,04	0,49	1,95	16,5	13,22
3. Фон + YaraVitaBiotrac 2,0 л/га	19,2	5,14	0,45	1,91	16,8	13,66

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
4. Фон + YaraVitaUniversal Bio 2,0 л/га	18,8	5,48	0,48	1,86	16,5	13,27
5. Фон + YaraVitaBiomaris 2,0 л/га	19,1	5,62	0,59	2,01	16,8	13,59
НСР ₀₅	0,7					

В результате проведенного двухлетнего полевого опыта установлено достоверное влияние комплексных микроудобрений на качественные показатели корнеплодов сахарной свеклы, в частности на показатель сахаристости.

На фоновом варианте (60 т/га органических удобрений + N₁₂₀P₆₀K₁₄₀) уровень сахаристости корнеплодов составил 18,4 %. Применение комплексных удобрений обеспечило увеличение данного показателя. Наибольшая эффективность отмечена при использовании удобрения YaraVitaBiotrac, где сахаристость достигла 19,2 %, что на 0,8 % превышает фоновый показатель и является максимальным значением среди всех изучаемых вариантов при НСР₀₅ = 0,7 %.

Высокую эффективность также продемонстрировало удобрение YaraVitaBiomaris, обеспечившее увеличение сахаристости до 19,1 % (+0,7 % к фоновому). Эталонный препарат МаксимусАмино Микро и удобрение YaraVitaUniversalBio показали одинаковую эффективность, увеличив сахаристость до 18,8 % (+0,4 % к контролю).

Некорневые подкормки сахарной свеклы комплексными удобрениями способствовали снижению содержания альфа-аминного азота в корнеплодах. Так, при обработке посевов удобрениями YaraVitaBiotrac, YaraVitaUniversalBio, YaraVitaBiomaris отмечено значительное снижение показателя (с 2,16 ммоль/100 г свеклы в фоновом варианте до 1,91, 1,86 и 2,01 ммоль/100 г свеклы в данных вариантах соответственно).

Применение комплексных удобрений также способствовало значительному снижению содержания в корнеплодах сахарной свеклы калия и натрия по сравнению с фоновым вариантом, что благоприятно отразилось на величине расчетного выхода сахара.

В результате проведенного двухлетнего полевого опыта установлено положительное влияние комплексных микроудобрений на продукционный процесс сахарной свеклы. Интегральным показателем эффективности применяемых удобрений выступил сбор сахара с единицы площади, который комплексно отражает воздействие на урожайность и качественные характеристики корнеплодов.

Фоновый вариант (60 т/га органических удобрений + N₁₂₀P₆₀K₁₄₀) характеризовался выходом сахара на уровне 12,27 т/га. Применение комплексных микроудобрений обеспечило значимое увеличение данного показателя во всех опытных вариантах. Наименьшая

эффективность среди изучаемых препаратов отмечена у эталонного варианта (МаксимусАмино Микро 0,4 кг/га), где сбор сахара составил 13,22 т/га, что на 0,95 т/га превышает контрольный показатель.

Близкие результаты продемонстрировал вариант с применением YaraVitaUniversalBio (2,0 л/га) – 13,27 т/га. Наибольшая эффективность зафиксирована при использовании препаратов YaraVitaBiomaris (2,0 л/га) и YaraVitaBiotrac (2,0 л/га), обеспечивших сбор сахара 13,59 и 13,66 т/га соответственно. Максимальный показатель у варианта с YaraVitaBiotrac обусловлен синергетическим эффектом от одновременного значительного повышения как урожайности (+42 ц/га к контролю), так и сахаристости корнеплодов (+0,8 % к контролю).

Полученные данные свидетельствуют о том, что применение комплексных микроудобрений, в особенности препаратов YaraVitaBiotrac и YaraVitaBiomaris, является высокоэффективным агроприемом, обеспечивающим существенное увеличение выхода сахара с гектара. Это имеет первостепенное значение для экономики производства сахарной свеклы, т. к. именно сбор сахара с единицы площади является ключевым экономическим показателем при оценке эффективности возделывания данной культуры.

Заключение. На основании комплексного анализа агрономических и экономических показателей в условиях полевых опытов 2021-2022 гг. установлена высокая эффективность применения жидких комплексных удобрений при возделывании сахарной свеклы.

Все изучаемые препараты обеспечили достоверное увеличение урожайности корнеплодов на 4,6-5,9 % относительно фонового варианта питания с максимальной прибавкой у варианта YaraVitaBiomaris (+45 ц/га). Одновременно отмечено улучшение качественных показателей: повышение сахаристости на 0,4-0,8 % и увеличение сбора сахара на 0,95-1,39 т/га.

Таким образом, применение жидких комплексных удобрений, в частности YaraVitaBiomaris и YaraVitaBiotrac, может быть рекомендовано для включения в технологию возделывания сахарной свеклы как экономически целесообразный прием, обеспечивающий одновременное повышение продуктивности и качества продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брилев, М. С. Влияние микроудобрений на показатели качества корнеплодов сахарной свеклы / М. С. Брилев, С. В. Брилева, М. В. Зимина // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXIV Международной научно-практической конференции (Гродно, 23 марта, 14 мая 2021 года): к 70-летию образования университета: агрономия, защита растений, технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. – Гродно: ГГАУ, 2021. – С. 34-35.
2. Брилев, М. С. Продуктивность сахарной свеклы под влиянием микроудобрений / М. С. Брилев, С. В. Брилева, М. В. Зимина // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXIV Международной

научно-практической конференции (Гродно, 23 марта, 14 мая 2021 года): к 70-летию образования университета: агрономия, защита растений, технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, УО «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно: ГГАУ, 2021. – С. 36-37.

3. Брилев, М. С. Экономическая эффективность применения органо-минерального удобрения Райкат в посевах сахарной свеклы / М. С. Брилев, С. В. Брилева // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XVII Международной научно-практической конференции (Гродно, 14 марта 2014 года): агрономия. Защита растений / Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет»; отв. за вып. В. В. Пешко. – Гродно, 2014. – С. 42-43.

4. Драгун, В. В. Влияние комплексных удобрений на качество корнеплодов сахарной свеклы / В. В. Драгун, Е. В. Турук // Сб. науч. статей по материалам XXIV междунар. студ. науч. конф. г. Гродно, 22 марта, 2022 г/ Гродненский государственный аграрный университет; ред. кол. В. В. Пешко [и др.]. – Гродно, 2023. – С. 3-4.

5. Эффективность некорневых подкормок сахарной свеклы комплексными удобрениями / Е. В. Турук [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник сб. науч. статей по материалам XXVI междунар. науч.-практ. конф., г. Гродно, 23 марта, 2022 г. / Гродненский государственный аграрный университет; ред. кол. В. В. Пешко [и др.]. – Гродно, 2023. – С. 162-163.

6. Турук, Е. В. Эффективность комплексных удобрений при возделывании сахарной свеклы в Республике Беларусь / Е. В. Турук, В. В. Драгун // VII Докучаевские молодежные чтения «Устойчивость почвенного покрова и продуктивность экосистем»: мат. всероссийской науч. конф. посвященной 70-летию Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск, 22 декабря 2022 г. / Красноярский государственный аграрный университет; ред. кол. Н. Л. Кураченко [и др.]. – Красноярск, 2022. – С. 77-80.

УДК 631.33.024.2:633.13(476)

АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОСЛЕПОСЕВНОГО ПРИКАТЫВАНИЯ ОВСА ПРИ ПОСЕВЕ СЕЯЛКОЙ СПУ-6

А. И. Филиппов¹, Н. Д. Лепешкин², О. В. Иванович¹

¹ – УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by);

² – РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220049,
г. Минск, ул. Кнорина, 1; e-mail: belagromechmo@tut.by)

Ключевые слова: сеялка, сошники, семена, высевающий аппарат.

Аннотация. В статье дано описание результатов исследований посева овса сеялкой СПУ-6 с послепосевной обработкой катком КЗК-6 на супесчаных почвах. Приводится методика исследования посредством закладки полевого опыта с использованием лабораторно-аналитических методов и дисперсионного анализа. Результаты исследований показали, что при посеве овса сеялкой СПУ-6 с послепосевной обработкой катком КЗК-6 на супесчаных почвах обеспечивается более равномерная заделка семян овса по глубине, сохранение влаги в почве. В результате, более дружные всходы, прибавка

урожайности и лучшие экономические показатели, нежели при посеве овса сеялкой СПУ-6 без послепосевной обработки КЗК-6. Полученные результаты могут быть рекомендованы производству.

COMPARISON OF OAT YIELDS WHEN SOWING WITH A SPU-6 SEEDER WITHOUT POST-SOWING ROLLING AND WITH ROLLING WITH A RING-TOOTHED ROLLER KZK-6

A. I. Filippov¹, N. D. Lepeshkin², O. V. Ivanovich¹

¹ – ЕІ «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by);

² – RUE «NPC of the National Academy of Sciences of Belarus on agricultural Mechanization»

Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220049, Minsk, 1 Knorina str.; e-mail: belagromechmo@tut.by)

Key words: seeder, coulters, seeds, seeding machine.

Summary. The article describes the results of research on sowing oats with a SPU-6 seeder with a post-sowing treatment with a KZK-6 roller on sandy loam. The research methodology is presented by laying down field experience using laboratory analytical methods and analysis of variance. The research results showed that when sowing oats with a SPU-6 seeder with post-sowing treatment with a KZK-6 roller on sandy loam soils, it provides a more uniform sealing of oat seeds in depth, and moisture retention in the soil. As a result, it provides more friendly shoots, increased productivity and better economic indicators than when sowing oats with a SPU-6 seeder without post-sowing treatment of KZK-6. The results obtained can be recommended to the production.

(Поступила в редакцию 09.06.2025 г.)

Введение. Одним из условий получения ровных и дружных всходов необходимой густоты является создание плотного ложа, которое зависит, прежде всего, от рабочих органов, укладываемых семена в почву, обеспечивающего постоянный капиллярный приток влаги к высеянным семенам, что способствует их быстрому набуханию и дружному прорастанию. Кроме того, необходимо равномерно заделать семена по глубине, что обеспечивает им одинаковый водный, тепловой и пищевой режимы, требующиеся для обеспечения прорастания равномерных всходов и формирования мощного узла кущения, вторичных корней. Именно в этот период закладываются основы будущей высокой урожайности, устойчивость к полеганию, стрессовым факторам.

Каждая культура требует определенной глубины заделки семян. Большое значение эти параметры имеют при посеве зерновых культур, в т. ч. при посеве овса [1, 2].

Оптимальная глубина заделки овса обеспечивает быстрые и дружные всходы, а также от глубины зависит глубина закладки кущения, жизнедеятельность которого влияет на жизнедеятельность всего растения. Если заделка слишком глубокая, то проростки погибнут, либо выйдут на поверхность слишком ослабленными. При мелкой заделке семян узел кущения закладывается позже и слишком мелко, что отрицательно влияет на развитие вторичных корней и ведет к существенному снижению урожая.

При посеве овса необходимо и очень важно добиться равномерной заделки семян и сохранения влаги, поэтому послепосевную обработку на супесчаных почвах необходимо сопровождать выравниванием и прикатыванием почвы катком КЗК-6.

Послепосевное прикатывание – необходимая операция для влагозадержания, обеспечения контакта семян с почвой. Такой контакт создает благоприятные условия для получения более раннего и дружного прорастания семян, что имеет существенное значение в повышении урожайности при посеве в засушливых и подверженных ветровой эрозии районах [3, 4].

Объектом исследования является процесс посева овса сеялкой СПУ-6 без послепосевного прикатывания и с прикатыванием кольчато-зубчатым катком КЗК-6. Предметом исследования является сравнительная оценка качества посева и урожайности овса сеялкой СПУ-6 с послепосевной обработкой КЗК-6 и без обработки.

Цель работы – определение зависимости урожайности овса на участках, засеянных сеялкой СПУ-6 с послепосевной обработкой КЗК-6 в сравнении с сеялкой СПУ-6 без обработки КЗК-6.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- анализ количества растений овса (шт./м²) при различных технологиях;
- определение урожайности овса по различным технологиям возделывания;
- анализ экономической эффективности рассматриваемых технологий возделывания овса.

Материал и методика исследований. Для проведения исследований использовались сеялка СПУ-6 с трактором Беларус-1221 и кольчато-зубчатый каток КЗК-6 с трактором Беларус-82.1.

Сеялка СПУ-6 настраивалась на одинаковую норму высева как с послепосевной обработкой КЗК-6, так и без обработки. Перед выездом в поле оценивалась точность настройки сеялки СПУ-6, оценка высеваемых доз и посев, а также была выполнена послепосевная обработка КЗК-6 на смежных участках поля.

В течение двух лет (2023 и 2024 г.) исследования проводились на опытном поле УО «Гродненский государственный аграрный университет» вблизи населенного пункта Зарица.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, супесчаная, подстилаемая с глубины 0,5 м моренным суглинком. Глубина пахотного слоя – 20-22 см. Агрохимическая характеристика его следующая: рН – 6,0-6,5, содержание гумуса – 1,8-1,9 %, содержание подвижных форм Р₂О₅ – 250-263 мг/кг, К₂О – 168-179 мг/кг. Предшественником являлись пропашные культуры [5, 6].

В 2023 году посев проводился 20 апреля. При посеве использовались элитные семена сорта Эрбграф. Согласно оценке посевных качеств семян в 2023 году масса 1000 зерен составляла 37 г, посевная годность – 92 %.

В 2024 году посев проводился 25 апреля. Как и в 2023 г., для посева использовались элитные семена сорта Эрбграф. Посевная годность составляла 94 %. Масса 1000 зерен – 38 г [7, 8, 9].

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты определения количества растений овса после всходов на участках, засеянных сеялкой СПУ-6 с послепосевной обработкой КЗК-6 и без обработки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения количества растений овса после всходов

Годы посева	Марка сеялки	Количество растений, шт./м ²				Среднее количество, шт./м ²	Отклонение	
		Повторность					шт.	%
		1	2	3	4			
2023	СПУ-6	480	479	478	476	41	8,0	
	СПУ-6 + КЗК-6	520	518	519	520			
НСР _{0,05} 3,44								
2024	СПУ-6	482	480	478	488	37	7,0	
	СПУ-6 + КЗК-6	519	518	521	519			
НСР _{0,05} 7,83								

Анализируя данные, представленные в таблице 1, следует отметить, что в 2023 г. на 1 м² участка, засеянного сеялкой СПУ-6, насчитывалось в среднем 478 растения, а на 1 м² посевов, засеянных сеялкой СПУ-6 + кольчато-зубчатый каток КЗК-6, – 519 растений, т. е. на 41 растение больше, что составляет 8 %. В 2024 году на 1 м² участка, засеянного сеялкой СПУ-6, в среднем насчитывалось 482 растений, а на 1 м² участка, засеянного сеялкой СПУ-6 с послепосевной обработкой КЗК-6, – 519 растений, т. е. на 37 растений больше, что составляет 7 %. Это можно объяснить более равномерной заделкой по глубине семян в сравнении с сеялкой СПУ-6 без обработки КЗК-6.

Результаты определения урожайности овса на участках, засеянных сеялкой СПУ-6 без обработки КЗК-6 и сеялкой СПУ-6 с обработкой КЗК-6, представлены в таблице 2.

Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что средняя урожайность зерна овса в 2023 г. на участке, засеянном сеялкой СПУ-6 без обработки КЗК-6, составила 35,7 ц/га, а средняя урожайность зерна овса на участке, засеянном сеялкой СПУ-6 с послепосевной обработкой КЗК-6, – 43,1 ц/га, т. е. на 7,4 ц/га, или на 17,2 %, больше. В 2024 г. были получены аналогичные результаты. Так, средняя урожайность овса в 2024 г. на участке, засеянном сеялкой СПУ-6 без обработки КЗК-6, составила 41,2 ц/га, а средняя урожайность зерна овса на участке, засеянном сеялкой СПУ-6 с послепосевной обработкой КЗК-6, – 47,7 ц/га, т. е. на 6,5 ц/га, или на 13,6 %, больше [10, 11, 12].

Таблица 2 – Результаты определения урожайности овса

Годы посева	Марка сеялки	Урожайность овса, ц/га				Средняя урожайность, ц/га	Отклонение	
		Повторность					ц/га	%
		1	2	3	4			
2023	СПУ-6	34,8	36,2	36,1	35,6	7,4	17,2	
	СПУ-6 + КЗК-6	42,5	43,6	42,8	43,6			
НСР _{0,05} 0,89								
2024	СПУ-6	40,8	41,2	42,2	40,5	6,5	13,6	
	СПУ-6 + КЗК-6	46,1	48,2	49,3	47,3			
НСР _{0,05} 1,34								

Таким образом, в годы исследований четко прослеживается зависимость увеличения урожайности овса на участках, засеянных сеялкой СПУ-6 с послепосевной обработкой КЗК-6, в сравнении с участками, засеянными сеялкой СПУ-6 без обработки КЗК-6. Это можно объяснить более лучшим контактом семян с почвой, задержкой влаги в верхнем слое почвы, более качественным технологическим процессом и уплотнением верхнего слоя почвы при работе КЗК-6.

Таблица 3 – Результаты экономической оценки посевных агрегатов

Показатели	СПУ-6	СПУ-6 + КЗК-6
1	2	3
Урожайность с 1 га, ц	38,5	45,4
Прибавка урожая, ц	-	6,9
Стоимость продукции, руб.	2718,1	3205,24
Производственные затраты на 1 га, руб.	1699,99	1749,77
Себестоимость 1 ц продукции, руб.	44,15	38,54

Продолжение таблицы 3

1	2	3
Затраты труда, чел.-ч:		
– на 1 га	16,81	10,26
– на 1 ц	0,44	0,23
Чистый доход (прибыль) на 1 га, руб.	1018,11	1455,47
Уровень рентабельности, %	37,5	45,4

Результаты экономической оценки посевных агрегатов показали, что при применении послепосевной обработки КЗК-6 в сравнении с сеялкой СПУ-6 чистый доход увеличился с 1018,11 до 1455,47 руб./га, а уровень рентабельности – с 37,5 до 45,4 %, т. е. экономически выгоднее производить посев овса сеялкой СПУ-6 с применением послепосевной обработки КЗК-6.

Заключение. В результате оценки всхожести овса было выявлено, что на 1 м² участка, засеянного сеялкой СПУ-6 с послепосевной обработкой КЗК-6, было больше растений, чем на 1 м² участка, засеянного сеялкой СПУ-6, соответственно в 2023 г. на 41 растение, в 2024 г. – на 37 растений, что составляет соответственно 8,0 и 7,0 %, что можно объяснить более равномерной заделкой семян по глубине и созданием более уплотненного семенного ложа послепосевной обработкой КЗК-6.

В результате исследований выявлено, что урожайность овса на участках, засеянных сеялкой СПУ-6 с послепосевной обработкой КЗК-6, превышала на 7,4 ц/га урожайность овса на участках, засеянных сеялкой СПУ-6, т. е. на 17,2 %, 2023 г. Урожайность овса на участках, засеянных сеялкой СПУ-6 + КЗК-6, в 2024 г. была на 6,5 ц/га больше в сравнении с урожайностью овса на участках, засеянных сеялкой СПУ-6 без КЗК-6, что составило 13,6 %.

Результаты экономической оценки посевных агрегатов показали, что при применении послепосевной обработки КЗК-6, в сравнении с сеялкой СПУ-6 чистый доход увеличился с 1018,11 до 1455,47 руб./га, а уровень рентабельности – с 37,5 до 45,4 %, т. е. экономически выгоднее производить посев овса сеялкой СПУ-6 с применением послепосевной обработки КЗК-6.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат для высокопроизводительного посева зерновых и других культур / Н. Д. Лепешкин [и др.] // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. № 3. – г. Горки, 2021. – С. 181-186.
2. Лукашевич, С. М. Оценка густоты всходов и глубины заделки семян килевидными и дисковыми сошниками почвообрабатывающего агрегата АПП-3А при возделывании люпина узколистного / С. М. Лукашевич, А. И. Филипов // Сборник научных статей по материалам XXIII Международной студенческой конференции. Агрономия. 22 марта 2022 г. / ГГАУ, ответственный за выпуск О. В. Вертинская. – Гродно, 2022 г. – С. 26-28.

3. Лукашевич, С. М. Сравнительная оценка урожайности люпина узколистного при посеве килевидными и дисковыми сошниками агрегата АПП-3А / С. М. Лукашевич, А. И. Филиппов // Сборник научных статей по материалам XXIII Международной студенческой конференции. Агрономия. 22 марта 2022 г. / ГГАУ, ответственный за выпуск О. В. Вертинская. – Гродно, 2022 г. – С. 29-30.
4. Лепешкин, Н. Д. Анализ конструкций и технологических возможностей почвообрабатывающих катков / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, А. И. Филиппов // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. №4. г. Горки, 2022. – С. 144-149.
5. Филиппов, А. И. К исследованиям работы почвообрабатывающее-посевого агрегата АПП-3А и сеялки СПУ-4Д с дисковыми и килевидными сошниками при посеве овса и люпина / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XX междунар. науч.-практ. конф. – Гродно: ГГАУ, 2017. – С. 249-251.
6. Филиппов, А. И. Результаты агротехнической оценки почвообрабатывающее-посевого агрегата АПП-3А и сеялки СПУ-4Д с дисковыми и килевидными сошниками при посеве овса и люпина / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XX междунар. науч.-практ. конф. – Гродно: ГГАУ, 2017. – С. 251-254.
7. Прямой посев сельскохозяйственных культур в условиях республики Беларусь – ближайшая реальность / А. И. Филиппов [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2017. – Т. 38. – С. 245-251.
8. Филиппов, А. И. Исследование килевидных и дисковых сошников с сеялкой СПУ-4Д при возделывании люпина / А. И. Филиппов, А. Э. Копач // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2019. – С. 174-180.
9. Анализ устройств, обеспечивающих надежность технологического процесса посева посевного материала / А. И. Филиппов [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: ГГАУ, 2019. – С. 181-192.
10. Филиппов, А. И. Сравнительная агротехническая оценка работы сеялки СПУ-4 и комбинированного почвообрабатывающе-посевого агрегата АПП-3А при посеве люпина / А. И. Филиппов, С. Ю. Шука // Материалы XIV междунар. студент. конф. – Гродно, 2013. – С. 92-93.
11. Филиппов, А. И. Экономическое и энергетическое обоснование результатов исследований при возделывании люпина узколистного агрегатом АПП-3А с килевидными и дисковыми сошниками / А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, С. М. Лукашевич // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр.: в 3 т. / Гродненский гос. аграрный ун-т; редкол.: В. К. Пестис [и др.]. – Гродно, 2022. – Т. 3. – С. 266-275.
12. Филиппов, А. И. Сравнение урожайности и качества посева люпина почвообрабатывающе – посевным агрегатом АПП-3А с килевидными и дисковыми сошниками / А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, С. М. Лукашевич // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр.: в 3т. / Гродненский гос. аграрный ун-т; В. К. Пестис [и др.]. – Гродно, 2022. – Т. 3. – С. 119-127.

УДК 633.175; 631.527

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТИВНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ ЧУМИЗЫ

Е. М. Чирко, Т. В. Гончаревич

РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси»

г. Пружаны, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 225133,

г. Пружаны, ул. Урбановича, 5; e-mail: chirko1968@tut.by)

Ключевые слова: чумиза, экологическое сортоиспытание, стабильность, пластичность, адаптивность.

Аннотация. Приведены результаты анализа показателей стабильности и пластичности по признаку «урожайность зерна» с применением различных параметров оценки на примере результатов экологического сортоиспытания сортов и сортообразцов чумизы. Наиболее полную информацию об адаптивности сортов и сортообразцов дает принцип ранжирования по всем параметрам с последующей оценкой по сумме рангов, полученной каждым методом. Среди набора сортов наиболее ценными как для селекции, так и для производства являются те, которые имеют более высокий средний уровень урожайности и в то же время меньший размах колебаний признака при более высоком нижнем значении интервала варьирования в неблагоприятный год.

EVALUATION OF ECOLOGICAL ADAPTABILITY OF CHUMIZA VARIETIES

E. M. Chirko, T. V. Goncharevich

RUE «Brest RAES of the NAS of Belarus»

Pruzhany, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 225133, Pruzhany,

5 Urbanovicha str.; e-mail chirko1968@tut.by)

Key words: chumiza, ecological variety testing, stability, plasticity, adaptability.

Summary. On the example of the results of ecological variety testing of chumiza the analysis of stability and plasticity indices of varieties and varietal samples on the trait 'grain yield' with the use of different evaluation parameters was carried out. The most complete information on the ecological adaptability of varieties and cultivars is given by the principle of ranking by all parameters with subsequent evaluation by the sum of ranks obtained by each method. Among the set of varieties, the most valuable for both breeding and production are those that have a higher average yield level and at the same time a smaller range of fluctuations of the trait with a higher lower value of the variation interval in an unfavourable year.

(Поступила в редакцию 13.06.2025 г.)

Введение. Многолетние исследования, проводимые в нашей республике, свидетельствуют, что чумиза, являясь культурой универсального использования, успешно вписывается в систему полевого кормопроизводства. Особенно это актуально на фоне участвовавших засух в

весенне-летний период. Обладая рядом биологических особенностей, свойственных представителям растений с типом фотосинтеза C_4 , чумиза имеет преимущества перед другими однолетними кормовыми культурами в условиях недостатка влаги, обеспечивая гарантированное получение зеленых кормов в летний период. Для кормовых культур наряду с высоким кормовым потенциалом важное значение имеет и семенная продуктивность. Экологическое сортоиспытание селекционного материала в конкретных почвенно-климатических условиях дает возможность выявления изменчивости признаков генотипов и проведения целенаправленной селекционной работы с культурой, прежде всего создание сортов, сочетающих в себе достаточно высокую кормовую продуктивность и стабильность при получении семян. Проблема соотношения потенциальной продуктивности и экологической устойчивости сортов приобретает все большее теоретическое и практическое значение.

Понятие адаптивности включает в себя широкий спектр определений, главными из которых являются экологическая пластичность, экологическая стабильность и гомеостатичность генотипа. Степень проявления их зависит от взаимодействия генотип-среда (ВГС) [1]. В научной литературе широко обсуждаются различные аспекты ВГС и методы его оценки, в т. ч. в связи с проблемами экологической селекции [2, 3]. Стабильность и пластичность признака являются двумя противоположными сторонами модификационной изменчивости генотипа, т. е. генотип не может быть одновременно стабильным и пластичным по изучаемому признаку. При этом стабильность в проявлении одного признака может сочетаться с пластичностью в проявлении другого [4].

В соответствии с большим практическим значением определения адаптивности создаваемых сортов и гибридов возрастает количество публикаций по этой теме. При этом зачастую наблюдаются различия как в принципах и методах оценок пластичности и стабильности, так и в биологической интерпретации значений вычисляемых параметров, что вызывает некоторое затруднение и сомнение при выборе методов оценок.

Все большее распространение получает оценка сортов с использованием нескольких методик с последующим их ранжированием по сумме рангов, полученной каждым методом, поскольку оценка одним или двумя методами недостаточно полно отражает пластичность и стабильность генотипов. В то же время применение большого количества методов оценки адаптивности может дать противоположные результаты. В этом случае оценка по сумме рангов позволяет в некоторой степени нивелировать возникающую противоречивость полученных результатов [5, 6, 7].

Цель исследований – оценка адаптивности сортов и сортообразцов по признаку «урожайность зерна» с применением различных показателей пластичности и стабильности на примере результатов экологического сортоиспытания чумизы.

Материал и методика исследований. Полевые исследования проводились на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве опытных полей РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» в 2021-2023 гг. Объектом исследований являлись сорта и сортообразцы чумизы.

Учитываемый признак – урожайность зерна. Данные подвержены статистической обработке дисперсионным методом [8]. Индексы условий среды рассчитаны по методике Эберхарта и Рассела в изложении В. А. Зыкина [9], селекционная ценность (S_c) – по В. В. Хангильдину [10], фактор стабильности (SF) – по D. Lewis [11]. Коэффициент адаптивности (KA) – по Л. А. Животкову [12]. Размах урожайности (d) – по В. А. Зыкину [13]. Устойчивость сортов к стрессу и среднюю урожайность в контрастных условиях рассчитывали по уравнениям Россили и Хемблина в изложении А. А. Гончаренко [14]. Год с максимальным проявлением изучаемого признака и с самым высоким уровнем индекса среды (I) принят в оценках урожайности как (Y_{max}), с минимальным проявлением и с наименьшим значением индекса среды (Y_{min}).

В годы исследований на протяжении вегетационного периода наблюдались различия по температурному режиму и по количеству выпавших осадков. Учитывая количество выпавших осадков и сумму активных температур ($1925\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 360 мм), 2021 год характеризуется как избыточно влажный, о чем свидетельствует величина ГТК – $1,9$. Исходя из величины ГТК 2022 и 2023 гг. ($1,0$ и $1,1$ соответственно) данные вегетационные периоды следует отнести к категории слабозасушливых. Сумма активных температур в эти годы составила $1900\text{ }^{\circ}\text{C}$, однако количество осадков было значительно меньше, чем в 2021 году, – 198 и 203 мм соответственно.

Результаты исследований и их обсуждение. Сравнительная оценка сортообразцов по адаптивности правомерна лишь в том случае, когда доказана значимость влияния экологических условий на проявление признака. Согласно результатам дисперсионного анализа двухфакторного опыта установлено достоверное влияние на урожайность зерна чумизы факторов «год (A)», «сорт (B)», а также их взаимодействия (таблица 1). Это свидетельствует о том, что сорта по-разному реагируют на изменение климатических условий. При этом большая часть изменчивости ($77,6\%$) обусловлена влиянием метеорологических условий вегетационного периода.

Таблица 1 – Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта экологического испытания чумизы по признаку «урожайность зерна» (2021-2023 гг.)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	F ₀₅
Общая	6739,9	83	-	-	-
Повторения	16,6	3	-	-	-
Год (А)	5231,8	2	2615,9	716,7	3,18
Сорт (В)	340,9	6	56,8	15,6	2,29
Взаимодействие (АВ)	931,4	12	77,6	21,3	1,95
Остаток	219,1	60	3,65	-	-

Влияние сорта было достоверным, но проявлялось в значительно меньшей мере и составляло 5,3 %. Взаимодействие между факторами также достоверно и составляет 13,3 %, что позволяет провести расчет параметров экологической пластичности.

Исследования показали, что для чумизы характерна высокая вариабельность урожайности зерна по годам, обуславливаемая погодными условиями конкретного вегетационного периода. За годы исследований зерновая продуктивность изучаемых сортообразцов варьировала от 11,0 до 38,2 ц/га (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность сортов и сортообразцов чумизы (2021-2023 гг.)

Сорт, сортообразец	Урожайность, ц/га			
	2021	2022	2023	Ср.
Золушка (st)	11,3	31,5	23,0	21,9
Красуня	13,6	38,2	24,9	25,6
Si 57/131	12,2	26,0	23,8	20,7
Si 67/82	11,0	31,2	34,0	25,4
Стрела 189	15,4	32,3	20,7	22,8
Красная стрела	15,0	28,6	34,6	26,1
Si 57/123	11,0	33,6	20,8	21,8
НСР ₀₅	2,2	2,7	4,2	x
Среднесортная урожайность	12,8	31,6	26,0	23,5
Индекс среды (I _i)	-10,7	8,1	2,5	x

В 2021 году, который характеризовался отрицательным индексом среды (I_i = -10,7), среднесортная урожайность чумизы не превысила уровень 13,0 ц/га. В благоприятном 2022 году (I_i = 8,1) более ярко проявились потенциальные возможности анализируемых сортообразцов, при этом средняя урожайность изучаемого набора образцов чумизы составила 31,6 ц/га. По уровню средней урожайности за три года испытаний самой высокой урожайностью характеризовались сорта Красуня, Красная стрела и сортообразец Si 67/82.

Между тем, как показывает научный и практический опыт, оценка сортов и сортообразцов лишь по средней урожайности не объективна и не обеспечивает выявления всех их достоинств и недостатков и требует дополнительных критериев оценки [15-17].

В научной практике довольно широко распространена методика оценки пластичности и стабильности генотипов по методу Эберхарта и Рассела в изложении В. А. Зыкина [9]. Пластичность сорта в данном случае оценивается двумя показателями: коэффициентом регрессии (b_1), который отражает реакцию сорта на изменение условий среды и среднему квадратичному отклонению от линии регрессии (S_d^2), характеризующему стабильность урожайности. Данный метод при своей универсальности и широком применении имеет ряд недостатков. К недостаткам следует отнести трудоемкость, необходимость большого набора сортов в испытании, зависимость от среднего значения признака. Кроме этого, недостатком данной методики является низкая статистическая значимость коэффициентов регрессии при небольшом числе лет (пунктов) испытания [18, 19]. Отсутствие достоверных связей урожайности с (b_1) и (S_d^2) говорит о том, что данные показатели являются в большей степени теоретическими [5].

Для расчета ряда показателей, которые применяются для оценки пластичности и стабильности генотипов, в качестве вспомогательных величин используются дисперсия или среднеквадратичное отклонение. К ним относятся показатель относительной стабильности (S_i^2) и средняя стабильная урожайность (A) по Н. А. Соболеву [19], дисперсия (σ^2) и вариационный коэффициент (V) [8], индекс стабильности (ИС), показатель уровня и стабильности урожайности сорта (ПУСС) по Э. Д. Нетевичу [18], гомеостатичность (Hom) по В. В. Хангильдину [10].

Нами для оценки адаптивности сортов применены показатели, расчет которых производится на основе урожайных данных без применения дисперсионного и регрессионного анализов (таблица 3).

Разница между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_{\min} - Y_{\max}$) выражает степени устойчивости сорта к неблагоприятным факторам среды и также используется при экологическом сортоиспытании как один из показателей, характеризующий адаптивность [14].

Таблица 3 – Оценка адаптивности сортов и сортообразцов чумизы по величине зерновой продуктивности (2021-2023 гг.)

Сорт, сортообразец	\bar{x} , ц/га	$Y_{\min} - Y_{\max}$	$(Y_{\max} + Y_{\min}) / 2$	d, %	(КА)	SF	S_c
1	2	3	4	5	6	7	8
Золушка (st)	21,9	-20,2	21,4	64,1	0,93	2,79	7,86
Красуня	25,6	-24,6	25,9	64,4	1,09	2,81	9,11
Si 57/131	20,7	-13,8	19,1	53,1	0,88	2,13	9,71

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
Si 67/82	25,4	-20,2	21,1	67,6	1,08	3,09	8,21
Стрела 189	22,8	-16,2	23,9	52,3	0,97	2,10	10,8
Красная стрела	26,1	-13,6	21,8	56,6	1,11	2,31	11,32
Si 57/123	21,8	-22,6	22,3	67,3	0,93	3,05	7,14

Этот показатель имеет отрицательное значение, чем меньше его величина, тем стрессоустойчивость сорта выше. Наибольшей стрессоустойчивостью отмечены сортообразцы Si 57/131, Стрела 189 и Красная Стрела. Средняя урожайность сорта в контрастных условиях $(Y_{\max} + Y_{\min}) / 2$ дает представление о генетической гибкости сорта. Высокие значения данной величины свидетельствуют о соответствии между генотипом сорта и условиями окружающей среды. Из изученного набора сортообразцов самый высокий уровень средней урожайности в контрастных условиях получен у сортообразца Si 57/131. На уровне стандарта компенсаторной способностью отмечены сортообразцы Si 67/82 и Красная стрела.

По мнению Зыкина В. А., в ходе экологического исследования надлежит использовать параметр «размах урожайности (d)», который позволяет определить уровень стабильности сортов, выраженный в процентах [11]. Наименьший размах урожайности (52,3-56,6 %) имели сортообразцы Стрела 189, Si 57/131 и Красная стрела.

Животковым Л. А. для оценки экологической устойчивости сортов предложен коэффициент адаптивности (КА), который рассчитывается, как отношение урожайности каждого сорта к среднесортовой в опыте [13]. При этом цифровое значение данного показателя может выражаться в процентах (долевое участие) либо как относительная величина (коэффициент адаптивности). В неблагоприятных условиях потенциальная продуктивность реализуется слабо, а адаптивность, наоборот, более ярко. В наших исследованиях коэффициент адаптивности варьировал в пределах от 0,88 до 1,11. Три сорта имели величину (КА) больше единицы, что указывает на их высокую степень адаптивности.

Фактор стабильности (SF), рассчитываемый как отношение наибольшей урожайности к наименьшей, характеризует фенотипическую стабильность генотипа и является важной адаптивной характеристикой [12]. Чем выше значение (SF), тем сорт менее стабилен. К наиболее устойчивыми по фенотипу следует отнести Стрела 189 (SF = 2,10) и Si 57/131 (SF = 2,13).

Показатель селекционная ценность сорта (Sc) также широко используется при оценке адаптивности сортов. Хангильдин В. В. рекомендовал в практической селекции использовать (Sc), тогда как (Hom)

более пригоден в генетических исследованиях [10]. Селекционная ценность генотипа (S_c) является величиной, сочетающей в себе уровень продуктивности и адаптивные свойства. Чем выше данный показатель, тем большую селекционную ценность имеет генотип. В наших исследованиях изученные сортообразцы, за исключением Si 57/123, по селекционной ценности превосходили стандарт.

Для итоговой оценки адаптивного потенциала сортов наряду с одновременным использованием нескольких методик целесообразно применять систему суммы рангов. В таблице 4 отображено ранжирование сортообразцов чумизы по показателям оценок зерновой продуктивности и адаптивности.

Таблица 4 – Ранжирование сортов и сортообразцов чумизы по показателям оценок зерновой продуктивности (2021-2023 гг.)

Показатели	Золушка (st)	Красуня	Si 57/131	Si 67/82	Стрела 189	Красная стрела	Si 57/123
\bar{x} , ц/га	5	2	7	3	4	1	6
$Y_{\min} - Y_{\max}$	4	6	2	4	3	1	5
$(Y_{\max} + Y_{\min}) / 2$	5	1	7	6	2	4	3
d, %	4	5	2	7	1	3	6
(KA)	5	2	6	3	4	1	5
Sc	6	4	3	5	2	1	7
SF	4	5	2	7	1	3	6
Сумма ранга	33	25	29	35	17	14	38
Место сорта	5	3	4	6	2	1	7

Чем меньше сумма рангов, тем сорта считаются более адаптивными. Как видно из данных таблицы, самыми приспособленными к условиям региона являются сортообразцы Стрела 189 и Красная стрела. Сортообразец Si 57/123 занимает последнее место по суммам рангов. Итоги ранжирования сортов по показателям оценок зерновой продуктивности дают основание утверждать, что некоторые показатели совпадают между собой по результатам, в частности размах урожайности (d) и фактор стабильности (SF).

Закключение. Всесторонняя оценка адаптивности сортов и сортообразцов чумизы позволила установить, что сортообразцы Стрела 189 и Красная стрела в наибольшей степени проявляют способность к формированию стабильной урожайности в контрастных погодных условиях региона.

При оценке адаптивного потенциала сортообразцов в экологическом испытании по признаку «урожайность зерна» система оценок должна включать в себя такие показатели, как стрессоустойчивость,

уровень средней урожайности в контрастных условиях, коэффициент адаптивности, размах урожайности и селекционную ценность.

Наиболее полную информацию о пластичности и стабильности сортов дает принцип ранжирования по всем параметрам с последующей оценкой по сумме рангов, полученной каждым методом.

Среди набора сортов наиболее ценными как для селекции, так и для производства будут те, которые имеют более высокий средний уровень урожайности и в то же время меньший размах колебаний признака при более высоком нижнем значении интервала варьирования в неблагоприятный год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зыкин, В. А. Экологическая пластичность сортов яровой мягкой пшеницы / В. А. Зыкин // Теоретические основы селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Западной Сибири: сб. науч. тр. – Новосибирск, 1985. – С. 9-12.
2. Кильчевский, А. В. Основные направления экологической селекции растений / А. В. Кильчевский // Селекция и семеноводство. – 1993. – №3. – С. 5-9.
3. Рыбась, И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) / И. А. Рыбась // Сельскохозяйственная биология, 2016. – Том 51. – №5. – С. 617-626.
4. Кильчевский, А. В. Генетические основы селекции растений. В 4 т. Т. 1. Общая генетика растений [Электронный ресурс] / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 552 с. – ISBN 978-985-08-1791-4. – Режим доступа: <https://ibooks.ru/bookshelf/343206/reading>. – Дата доступа: 05.12.2024.
5. Сравнительная оценка сортов озимой ржи по экологической устойчивости в условиях Кировской области / Н. А. Набатова [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – №23 (5). – С. 655-665.
6. Волкова, Л. В. Сравнительная оценка методов расчета адаптивных реакций зерновых культур / Л. В. Волкова, И. Н. Щенникова // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – №3. – С. 140-146.
7. Сафонова, И. В. Уровень качества зерна и и дифференциация образцов озимой ржи по адаптивной способности в Северо-Западном федеральном округе / И. В. Сафонова, Н. И. Аниськова // Аграрный вестник Урала. – 2024. – Т. 24. №10. – С. 1289-1301.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Зыкин, В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ / В. А. Зыкин, В. В. Мешков, В. А. Сапега // Метод. рек. – Новосибирск: Сиб. отд. ВАСХНИЛ. – 1984. – 24 с.
10. Хангильдин, В. В. Гомеостаз компонентов урожая зерна и предпосылки к созданию модели сорта яровой пшеницы / В. В. Хангильдин, И. Ф. Шаяхметов, А. Г. Мардамшин // Генетический анализ количественных признаков растений. – Уфа, 1979. – С. 5-39.
11. Селекция яровой пшеницы на адаптивность: результаты и перспективы / В. А. Зыкин [и др.] // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2000. – №2. – С. 5-7.
12. Lewis, D. Geneenvironment interaction: A relationship between dominance, heterosis, Phenotyp stability and variability / Heredity. 1954. – С. 333-356.
13. Животков, Л. А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеница по показателю «урожайности» / Л. А. Животков, З. А. Морозова, Л. И. Секатуева // Селекция и семеноводство. – 1994. – №2. – С. 3-6.
14. Гончаренко, А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А. А. Гончаренко // Вестник РАСХН. – 2005. – №6. – С. 49-53.

15. Литун, П. П. Взаимодействие генотип-среда в генетических и селекционных исследованиях и способы его изучения / П. П. Литун // Проблемы отбора и оценки селекционного материала: сб. науч. тр. – Киев, 1980. – С. 63-92.
16. Лопатина, Л. М. Планирование экологических испытаний и оценка пластичности сортов и гибридов с помощью регрессионных моделей / Л. М. Лопатина // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1986. – №5. – С. 71-75.
17. Гончаренко, А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А. А. Гончаренко // Вестник РАСХН. – 2005. – №6. – С. 49-53.
18. Неттевич, Э. Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качество зерна / Э. Д. Неттевич, А. И. Моргунов, М. И. Максименко // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. – № 1. – С. 66-73.
19. Соболев, Н. А. Методика оценки экологической стабильности сортов и генотипов / Н. А. Соболев // Проблемы отбора и оценки селекционного материала: сб. науч. тр. – Киев, 1980. – С. 100-106.

УДК 632.954:633.853.494(476)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА КОНВИЗО 1, МД В КОНТРОЛЕ ПАДАЛИЦЫ РАПСА КЛАССИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Е. А. Шкраба¹, Н. А. Лукьянюк²

¹ – РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»

г. Несвиж, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 222603,

г. Несвиж, ул. Озерная, 1);

² – КВС ЗААТ СЕ в Республике Беларусь

г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, г. Минск,

ул. Немига, 5)

***Ключевые слова:** сахарная свекла, падалица рапса, гербициды, корнеплоды, урожайность, технологические качества.*

***Аннотация.** В статье представлены результаты двухлетних исследований по изучению биологической и хозяйственной эффективности гербицида Конвизо 1, МД (форамсульфурон, 50 г/л; тиенкарбазон-метил, 30 г/л) в отношении падалицы рапса классических гибридов и сортов в посевах сахарной свеклы. В опыте оценивались различные комбинации норм расхода гербицида при внесении его двукратно. Выявлено, что использование Конвизо 1, МД является эффективным приемом контроля данного засорителя, обеспечивая его 100%-ю гибель. В среднем за 2 года применение гербицида обеспечило получение урожая корнеплодов в пределах 55,9-57,4 т/га, что на 10,9-12,4 т/га выше, чем в эталонном варианте с применением классической системы защиты сахарной свеклы.*

EFFICIENCY OF HERBICIDE CONVISO 1, MD IN CONTROL OF VOIDING RAPE OF CLASSICAL BREEDING

E. A. Shkraba¹, N. A. Lukyanuk²

¹ – RUP «Experimental Scientific Station for Sugar Beet»

Nesvizh, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222603, Nesvizh, 1 Ozernaya str.);

² – KVS ZAAT SE in the Republic of Belarus

Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, Minsk, 5 Nemiga str.)

Key words: *sugar beet, rapeseed volunteer, herbicides, root crops, yield, technological qualities.*

Summary. *The article presents the results of two years of research on the biological and economic effectiveness of the herbicide Conviso 1, MD (foramsulfuron, 50 g/l; thiencazuron-methyl, 30 g/l) against rapeseed volunteer of classical hybrids and varieties in sugar beet crops. In the experiment, various combinations of herbicide application rates were evaluated when applying it twice. It has been revealed that the use of Conviso 1, MD is an effective method of controlling the weed, ensuring its 100 % death. On average, over 2 years, the use of the herbicide ensured a yield of root crops in the range of 55,9-57,4 t/ha, which is 10,9-12,4 t/ha higher than in the reference version using the classical sugar beet protection system.*

(Поступила в редакцию 30.05.2025 г.)

Введение. Одной из проблем современного свекловодства в Беларуси является засорение посевов падалицей рапса, который в силу своих биологических особенностей является серьезным конкурентом для сахарной свеклы [3, 4].

По результатам маршрутного обследования, проведенного в республике в 2011-2015 гг., засоренность посевов сахарной свеклы падалицей рапса к середине вегетации составляла 1,0 шт./м². При средней засоренности посевов на уровне 6,8 шт./м² доля, приходящаяся на падалицу, была равной 14,7 %. Согласно данному маршрутному обследованию, такой же процент встречаемости был отмечен у мари белой – одного из самых типичных и вредоносных сорняков в посевах сахарной свеклы [5]. В 2016-2018 гг. было выявлено около 70 % свекловичных полей, в той или иной степени засоренных падалицей рапса [2].

В Республике Беларусь популярным является выращивание сахарной свеклы по производственной системе CONVISO[®]SMART, основанной на использовании гибридов сахарной свеклы, устойчивых к гербицидам-ингибиторам ацетолактатсинтазы (ALS), в комплексе с гербицидом Конвизо 1, МД (форамсульфурон, 50 г/л; тиенкарбазон-метил, 30 г/л). С момента появления на рынке система рассматривалась, в основном, в качестве эффективного приема контроля трудноискоренимых сорняков и посевов, засоренных дикой свеклой [1].

Цель работы – изучить биологическую и хозяйственную эффективность гербицида Конвизо 1, МД против падалицы рапса классической селекции и рассчитать экономическую эффективность данного приема.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в 2019-2020 гг. на базе РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» в Несвижском районе Минской области. Опыт был заложен на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой песком ниже 0,7 м. После уборки предшественника применялся гербицид Спрут Экстра, ВР (3,0 л/га), вносились фосфорные и калийные удобрения $N_{16}P_{90}K_{240}$ (двойной аммонизированный суперфосфат и хлористый калий), проводилась отвальная вспашка на глубину 20-22 см. Весной после закрытия влаги вносились азотные удобрения N_{150} (КАС-30). Посев свеклы осуществляли сеялкой «Монопил» с нормой высева 1,3 п. е./га, использовали гибрид Смарт Калледония КВС. Учетная площадь делянки – 25 м², повторность 4-кратная, повторения располагались в 4 яруса. Размещение вариантов в повторениях – систематическое с заданным их смещением. Обработку гербицидами Бицепс Гарант, КЭ и Пилот, ВСК (эталон) проводили по семядолям рапса, варианты с применением Конвизо 1, МД обрабатывали, ориентируясь на фазу мари белой (два настоящих листа). Учет засоренности посевов проводили по общепринятым методикам.

Опыт был заложен по следующей схеме (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

№	1-я	2-я	3-я	4-я
1	контроль (без обработки)			
2 (эталон)	Бицепс Гарант, КЭ 1,0 л/га + Пилот, ВСК 1,5 л/га	Бицепс Гарант, КЭ 1,0 л/га + Пилот, СК 1,5 л/га	Бицепс Гарант, КЭ 1,0 л/га + Пилот, СК 1,5 л/га	Миура, КЭ 1,0 л/га + Лонтрел, ВР л/га
	1-я		2-я	
3	Конвизо1, МД 0,5 л/га + Мерио, КЭ 1,0 л/га		Конвизо1, МД 0,9 л/га + Мерио, КЭ 1,0 л/га	
4	Конвизо 1, МД 0,6 л/га + Мерио, КЭ 1,0 л/га		Конвизо1, МД 0,8 л/га + Мерио, КЭ 1,0 л/га	
5	Конвизо 1, МД 0,7 л/га + Мерио, КЭ 1,0 л/га		Конвизо1, МД 0,7 л/га + Мерио, КЭ 1,0 л/га	
6	Конвизо 1, МД 0,8 л/га + Мерио, КЭ 1,0 л/га		Конвизо1, МД 0,6 л/га + Мерио, КЭ 1,0 л/га	
7	Конвизо1, МД 0,9 л/га + Мерио, КЭ 1,0 л/га		Конвизо1, МД 0,5 л/га + Мерио, КЭ 1,0 л/га	

Погодные условия в годы исследований имели свои особенности. Стрессовые условия для сахарной свеклы сложились весной 2019 года, когда в конце марта уже отсутствовал снежный покров и почва физически созрела. Апрель характеризовался практически полным отсутствием атмосферных осадков (11,6 % от нормы), в результате наблю-

далось иссушение верхнего слоя почвы в период массового сева сахарной свеклы. Сухая погода в апреле и прохладная в первой декаде мая способствовали растянутому периоду появления и замедленному росту всходов свеклы, в то время как всходы рапса всходили более дружно. В таких условиях эффективность гербицидов, особенно их почвенных компонентов, была ниже, чем в нормальные по увлажнению годы.

Второй год исследований выдался жарким и влажным (ГТК = 1,1), на протяжении вегетации сахарной свеклы отмечалось относительно равномерное выпадение осадков. Период всходов сахарной свеклы оказался сильно растянут ввиду недостаточного увлажнения и низких температур (выпало 38,8 % осадков от среднеголетней нормы, среднесуточная температура воздуха была ниже нормы на 0,6 °С, в мае – ниже на 2,6 °С). Выпавшие в мае-июне осадки, в целом, соответствовали среднеголетним значениям, что благоприятно повлияло на эффективность гербицидов.

Для статистической обработки экспериментальных данных применяли метод дисперсионного и корреляционного анализа при помощи пакета компьютерных программ, входящих в состав Microsoft Excel.

Экономическую эффективность изучаемых агроприемов оценивали по методике, применяемой в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». Расчет стоимости семян, минеральных удобрений, гербицидов и ГСМ производили исходя из цен товара на 01.01.2024 г.

Результаты исследований и их обсуждение. Засоренность посевов сахарной свеклы в двухлетнем опыте в среднем составила 94,7-110,7 шт./м², причем преобладали однолетние двудольные сорняки. В посевах культуры чаще всего встречались марь белая – 54,9-58,7 шт./м², горец вьюнковый – 11,0-17,0 шт./м², реже встречались ярутка полевая – 2,7-6,7 шт./м², фиалка полевая – 1,7-4,4 шт./м², пас-тушья сумка – 1,9-3,4 шт./м², вероника персидская – 1,6-2,1 шт./м². Единично встречались щирица запрокинутая (1,7 шт./м²), ромашка непахучая (1,3-1,5 шт./м²), пикульник обыкновенный (1,0 шт./м²). Из числа злаковых сорняков в посевах произрастало просо куриное (1,3-1,6 шт./м²), из числа многолетних сорняков – дрема белая (4,3-6,2 шт./м²). Средняя численность падалицы рапса в опыте за два года исследований составила 7,3-8,9 шт./м².

Проведенные исследования подтвердили высокую эффективность гербицида Конвизо 1, МД против основного спектра однолетних сорняков в посевах сахарной свеклы, по результатам первого учета гибель сорняков составила 93,5-94,9 %. Биологическая эффективность классической баковой смеси гербицидов Бицепс Гарант, КЭ 1,0 л/га и Пилот, ВСК 1,5 л/га составила 89,8 %.

Гербицид Конвизо 1, МД обеспечил высокую эффективность против падалицы рапса классической селекции. Первые признаки угнетения растений рапса были отмечены уже на 3-4 сутки после обработки, а на момент проведения первого учета его гибель составила 98,3-99,4 %, тогда как в эталоне – 82,3 %.

Отмечена недостаточная эффективность изучаемого гербицида в отношении дремы белой (60,5-74,2 %), вероники персидской (75,6-82,9 %) и подмаренника цепкого (40,0-60,0 %). В то же время гибель вероники персидской и подмаренника цепкого в эталонном варианте составила 95,1 и 100,0 % соответственно.

При проведении первого учета отмечено, что применение в первую обработку более высоких норм Конвизо 1, МД (0,8-0,9 л/га) несколько эффективнее подавляло дрему белую, ромашку непахучую, пикульник обыкновенный, щирцу запрокинутую, фиалку полевую и веронику персидскую (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность применения гербицида Конвизо 1, МД против падалицы рапса классической селекции (учет на 15-е сутки), среднее за 2019-2020 гг.

№	Просо куринное	Дрема белая	Горец вьюнковый	Марь белая	Ромашка непахучая	Пикульник обыкновенный	Щирца запрокинутая	Ярутка полевая	Фиалка полевая	Пастушья сумка	Рапс	Подмаренник цепкий	Вероника персидская	Всего
	Численность сорных растений, шт./м ²													
1	1,5	6,2	17,0	54,9	1,5	1,0	1,7	6,7	4,4	3,4	8,9	1,5	2,1	110,7
2	0,9	2,5	2,5	1,6	0,5	0,0	0,1	0,0	1,5	0,0	1,6	0,0	0,1	11,3
3	0,2	2,5	0,4	2,7	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,6	0,5	7,3
4	0,2	2,2	0,2	2,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	0,4	6,1
5	0,2	2,2	0,0	2,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	0,4	5,8
6	0,2	1,8	0,2	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,9	0,4	5,7
7	0,2	1,6	0,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9	0,4	6,2
Гибель сорных растений относительно контроля, %														
2	40,0	59,3	85,6	97,1	66,7	100,0	94,1	100,0	65,5	100,0	82,3	100,0	95,1	89,8
3	90,0	60,5	97,9	95,1	93,3	95,0	94,1	100,0	97,7	100,0	98,3	60,0	75,6	93,5
4	90,0	64,5	98,8	96,4	93,3	90,0	94,1	100,0	100,0	100,0	98,3	53,3	80,5	94,5
5	90,0	65,3	100,0	96,2	100,0	100,0	97,1	100,0	100,0	100,0	98,9	46,7	80,5	94,8
6	90,0	71,0	98,8	96,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,1	99,4	40,0	82,9	94,9
7	90,0	74,2	98,8	94,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,4	40,0	82,9	94,4

По результатам второго учета биологическая эффективность вариантов с гербицидом Конвизо 1, МД составила 96,4-97,6 % по чис-

ленности и 98,9 % по массе сорняков, в эталоне она была на уровне 92,5 и 96,3 % соответственно. Применение гербицида обеспечило полную гибель ромашки непахучей, пикульника обыкновенного, щирицы запрокинутой, ярутки полевой, фиалки полевой, пастушьей сумки, а также подмаренника цепкого, эффективность против которого по результатам первого учета не превышала 53,3 %. Изучаемый гербицид контролировал марь белую на уровне 98,6-99,2 % по количеству и 99,3-99,5 % по массе, горца вьюнкового – на 99,1-100 % и 97,9-100 % соответственно. Эффективность против проса куриного получена в пределах 92,3-100 % по количеству и 90,0-100,0 % по массе сорняков.

Результаты количественно-вещного учета подтвердили недостаточную эффективность гербицида Конвизо 1, МД в отношении вероники персидской 59,4-62,5 % по количеству и 61,3-70,2 % по массе, дремы белой – 59,9-75,6 % и 61,2-69,9 % соответственно. Применение Конвизо 1, МД обеспечило полную гибель падалицы рапса классической селекции в посевах свеклы (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность гербицида Конвизо 1, МД против падалицы рапса классической селекции (учет на 30-е сутки), среднее за 2019-2020 гг.

№	Просо куриное	Дрема белая	Горец вьюнковый	Марь белая	Ромашка непахучая	Пикульник обыкновенный	Щирица запрокинутая	Ярутка полевая	Фиалка полевая	Пастушья сумка	Рапс	Подмаренник цепкий	Вероника персидская	Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Численность сорных растений, шт./м ²														
вегетативная масса сорных растений, г/м ²														
1	<u>1,3</u> 13,0	<u>4,3</u> 56,5	<u>11,0</u> 141,5	<u>58,7</u> 3694,8	<u>1,3</u> 58,6	<u>1,0</u> 26,9	<u>1,7</u> 53,4	<u>2,7</u> 15,5	<u>1,7</u> 14,8	<u>1,9</u> 12,0	<u>7,3</u> 592,5	<u>0,2</u> 6,0	<u>1,6</u> 22,6	<u>94,7</u> 4708,0
2	<u>0,6</u> 8,0	<u>1,5</u> 21,8	<u>1,6</u> 15,5	<u>1,0</u> 51,5	<u>0,6</u> 7,2	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,1</u> 5,5	<u>0,0</u> 0,0	<u>1,0</u> 6,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,8</u> 56,8	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>7,1</u> 172,2
3	<u>0,1</u> 1,0	<u>1,7</u> 21,9	<u>0,1</u> 1,5	<u>0,9</u> 19,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,7</u> 8,3	<u>3,4</u> 51,7
4	<u>0,0</u> 0,0	<u>1,4</u> 21,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,6</u> 23,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,6</u> 8,3	<u>2,6</u> 52,3
5	<u>0,1</u> 1,0	<u>1,4</u> 19,8	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,5</u> 21,8	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,6</u> 8,8	<u>2,6</u> 51,3
6	<u>0,1</u> 1,3	<u>1,2</u> 17,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,7</u> 24,7	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,7</u> 7,9	<u>2,6</u> 51,4

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7	<u>0,0</u> 0,0	<u>1,1</u> 17,2	<u>0,1</u> 3,0	<u>0,5</u> 23,7	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,0</u> 0,0	<u>0,6</u> 6,8	<u>2,3</u> 50,6
Гибель сорных растений относительно контроля, %														
снижение вегетативной массы сорных растений относительно контроля, %														
2	<u>53,8</u> 38,5	<u>64,5</u> 61,5	<u>85,9</u> 89,0	<u>98,3</u> 98,6	<u>57,7</u> 87,8	<u>100,0</u> 100,0	<u>95,6</u> 89,7	<u>100,0</u> 100,0	<u>41,2</u> 59,3	<u>100,0</u> 100,0	<u>89,0</u> 90,4	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>92,5</u> 96,3
3	<u>92,3</u> 92,3	<u>59,9</u> 61,2	<u>99,1</u> 98,9	<u>98,6</u> 99,5	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>59,4</u> 63,5	<u>96,4</u> 98,9
4	<u>100,0</u> 100,0	<u>66,9</u> 62,8	<u>100,0</u> 100,0	<u>99,1</u> 99,4	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>62,5</u> 63,5	<u>97,3</u> 98,9
5	<u>92,3</u> 92,3	<u>67,4</u> 65,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>99,2</u> 99,4	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>60,9</u> 61,3	<u>97,3</u> 98,9
6	<u>92,3</u> 90,0	<u>73,3</u> 69,9	<u>100,0</u> 100,0	<u>98,9</u> 99,3	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>59,4</u> 65,1	<u>97,3</u> 98,9
7	<u>100,0</u> 100,0	<u>75,6</u> 69,6	<u>99,1</u> 97,9	<u>99,1</u> 99,4	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>100,0</u> 100,0	<u>60,9</u> 70,2	<u>97,6</u> 98,9

В двухлетнем опыте была получена средняя урожайность корнеплодов в пределах 45,0-57,4 т/га, выход сахара – 6,1-8,0 т/га. В эталонном варианте урожайность и выход сахара оказались достоверно ниже, чем в вариантах, где применялся гербицид Конвизо 1, МД, на 10,9-12,4 и 1,6-1,9 т/га соответственно. Изучаемые варианты не имели существенных различий по содержанию сахара в корнеплодах (таблица 4).

Таблица 4 – Продуктивность и технологические качества корнеплодов сахарной свеклы, 2019-2020 гг.

Вариант	Урожайность, т/га			Сахаристость, %			Выход сахара, т/га		
	2019 г.	2020 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	среднее
1	5,9	1,6	3,8	16,3	16,4	16,4	0,8	0,2	0,5
2	53,9	36,0	45,0	16,5	16,8	16,7	7,3	4,9	6,1
3	64,3	49,1	56,7	16,5	17,2	16,9	8,9	6,8	7,9
4	62,9	49,6	56,3	17,0	17,4	17,2	9,0	7,0	8,0
5	63,4	51,3	57,4	16,6	17,3	17,0	8,7	7,2	8,0
6	62,4	49,4	55,9	16,6	17,2	16,9	8,6	6,8	7,7
7	62,5	50,7	56,6	16,9	17,2	17,1	8,9	7,1	8,0
НСР ₀₅	4,9	2,8	4,0	0,5	0,5	0,5	0,8	0,42	0,6

Сложившиеся в период проведения исследований погодные условия не оказали существенного влияния на общую тенденцию в продуктивности сахарной свеклы. В 2019 году различия в урожайности корнеплодов между классической технологией и технологией CONVISO®SMART не превышали 8,5-10,4 т/га, в выходе сахара – 1,3-1,7 т/га, учитывая, что погодные условия благоприятно складыва-

лись для применения классических гербицидов. Неблагоприятные погодные условия 2020 года способствовали проявлению сильного фитотоксического воздействия классических гербицидов на всходы свеклы, что отразилось на продуктивности, где различия в урожайности и выходе сахара между технологией CONVISO®SMART и эталоном составили 13,1-15,3 т/га и 1,9-2,3 т/га соответственно. В вариантах с применением Конвизо 1, МД прослеживалась тенденция увеличения содержания сахара в корнеплодах на 0,4-0,6 %.

Расчет экономической эффективности применения гербицида Конвизо 1, МД в контроле падалицы рапса классической селекции позволил установить, что в вариантах, где применяли данный препарат, стоимость дополнительной продукции составила 6022,5-6220,7 руб./га, что на 1231,7-1429,9 руб./га выше, чем в эталоне, где применялась традиционная схема. Несмотря на более высокие производственные затраты в вариантах с применением Конвизо 1, МД – 3772,26-3781,16 руб./га (эталон – 3372,01 руб./га), данные варианты имели более высокие показатели чистого дохода 2250,27-2439,57 руб./га. Рентабельность в вариантах с применением гербицида Конвизо 1, МД составила 59,7-64,5 %, в эталоне она была 42,1 %. Себестоимость продукции в изучаемых вариантах составила 65,9-67,5 руб./т, что на 7,4-9,0 руб./т меньше, чем в эталоне (таблица 5).

Таблица 5 – Экономическая эффективность применения гербицида Конвизо 1, МД в посевах сахарной свеклы

Вариант опыта	Норма расхода, л/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Чистый доход, руб./га	Рентабельность, %	Себестоимость, руб./т
Контроль	-	397,3	2208,05	-1810,76	-82,0	581,1
Бицепс Гарант, КЭ + Пилот, ВСК (эталон)	(1,0 + 1,5) x3	4790,8	3372,01	1418,80	42,1	74,9
Конвизо 1, МД + Мера, КЭ	0,5 + 1,0/ 0,9 + 1,0	6108,7	3777,00	2331,71	61,7	66,6
Конвизо 1, МД + Мера, КЭ	0,6 + 1,0/ 0,8 + 1,0	6173,3	3774,63	2398,66	63,5	67,0
Конвизо 1, МД + Мера, КЭ	0,7 + 1,0/ 0,7 + 1,0	6220,7	3781,16	2439,57	64,5	65,9
Конвизо 1, МД + Мера, КЭ	0,8 + 1,0/ 0,6 + 1,0	6022,5	3772,26	2250,27	59,7	67,5
Конвизо 1, МД + Мера, КЭ	0,9 + 1,0/ 0,5 + 1,0	6170,1	3776,41	2393,70	63,4	66,7

Заключение. Таким образом, двукратное применение гербицида Конвизо 1, МД является высокоэффективным и экономически оправ-

данным средством контроля падалицы рапса классической селекции в посевах сахарной свеклы. Независимо от выбранной комбинации норм расхода препарат обеспечил 100%-ю гибель засорителя, способствовал получению на 1,6-1,9 т/га больше очищенного сахара, чем при использовании классической гербицидной системы защиты.

Наилучшей схемой применения гербицида Конвизо 1, МД с ПАВ Мери, исходя из экономических расчетов, является двукратное применение с нормами 0,7 л/га + 1,0 л/га, где получены максимальный чистый доход и рентабельность (2439,57 руб./га и 64,5 % соответственно), а также минимальная себестоимость продукции 65,9 руб./т.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барановский, А. М. Выращивание сахарной свеклы в Республике Беларусь по инновационной технологии CONVISO SMART / А. М. Барановский, С. Н. Гайтокевич, Н. А. Лукьянюк // Сахар. – 2019. – №8. – С. 10-14.
2. Ботько, А. В. Защита посевов сахарной свеклы от падалицы рапса озимого и другой сеgetальной растительности / А. В. Ботько, С. Н. Гайтокевич, М. И. Гуляка // Земледелие и защита растений. – Приложение № 3 (июль). – 2017. – С. 34-37.
3. Гамуев, В. В. Способы защиты сахарной свеклы от сорняков / В. В. Гамуев // Научное обеспечение отрасли свекловодства: материалы междунар. научн.-практ. конф., посвященной 85-летию РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», Несвиж, 28-29 ноября 2013г.; редкол.: М.И. Гуляка [и др.]. – Минск: Беларус. Навука, 2013. – С. 216-222.
4. Лужинский, Д. В. Борьба с засоренностью посевов сельскохозяйственных культур падалицей рапса / Д. В. Лужинский, Я. Э. Пилюк, Л. А. Булавин // Земляробства і аховараслін : навукова-практычны часопіс. – 2011. – № 4. – С. 36-37.
5. Лукьянюк, Н. А. Особенности формирования сорного ценоза в посевах сахарной свеклы Республики Беларусь / Н. А. Лукьянюк // Защита растений: сборник научных трудов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт защиты растений». – Минск: Колорград, 2020. – Вып. 44. – С. 35-43.

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ

Аутко А. А., Таранда Н. И., Шаганов И. А. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ЭКОЛОГИЗИРОВАННОМУ ЗЕМЛЕДЕЛИЮ	3
Белоус О. А., Тарасевич А. Г., Лешик Е. А. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПЛОДАХ ТОМАТА, ВЫРАЩИВАЕМОГО В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА	13
Бруйло А. С., Бруйло Е. Д., Чайчиц А. В. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ КАРЛИКОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ ГРАБА ОБЫКНОВЕННОГО (С. BETULUS А. К.) СОРТА СПОРОВСКИЙ	18
Бруйло А. С., Олецкая И. Л. ФАКТОРЫ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕССЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕРЕШНИ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)	24
Войтка Д. В., Михнюк А. В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ГРИБОВ РОДА TRICHODERMA ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПЕТРУШКИ В УСЛОВИЯХ ПРОТОЧНОЙ ГИДРОПОНИКИ	32
Володькин Д. Н., Мелешкевич М. М., Зелень А. Н. АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕР И ГЕРБИЦИДОВ ПРОТИВ СОРНЯКОВ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ БЕЛАРУСИ	39
Дайнеко Т. М., Близнюк Н. А. НОВОЕ В БОРЬБЕ С ЯСТРЕБИНКОЙ ВОЛОСИСТОЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ	47
Жолик Г. А., Минина Е. М. ТРАВМИРОВАННОСТЬ ПОСТАВЛЯЕМОГО НА ХЛЕБОПРИЕМНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И РЖИ	52
Зенчик С. С., Брукиш Т. П., Шостко А. В., Сидунова Е. В., Бейтюк С. Н. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	58
Исакова А. Л. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ НИГЕЛЛЫ (NIGELLA L.)	69
Лагута В. С., Смольский В. Г. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ ФУРАЖНОГО НАЗНАЧЕНИЯ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)	76
Лепешкин Н. Д., Мижурин В. В., Миккульский В. В., Филиппов А. И. ПЛУГ СО СКЛАДНОЙ РАМОЙ ПОНС-4-40	82
Ломонос О. Л. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАДУСО-ДНЕЙ РОСТА КАК ИНДИКАТОРА СРОКОВ СЕВА ОЗИМОГО РАПСА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	88

Лященко А. Е. РОЛЬ ОВСЯНИЦЫ ОВЕЧЕЙ (FESTUCA OVINA L.) В БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ	98
Малышкина Ю. С., Равков Е. В., Гатальская Д. В. НОВЫЕ СОРТА ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА	104
Михайлова С. К., Самусик И. Д. РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	111
Пичугина М. О. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ УСТОЙЧИВЫХ ГАЗОНОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА	118
Поух Е. В., Иванова О. С., Мацеюк М. В., Кобринец Т. П. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ВЫРАЩИВАНИЯ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ АРБУЗОВ	124
Самусик И. Д., Завгородняя В. В., Михайлова С. К. ВЛИЯНИЕ СРОКОВ И НОРМ ВЫСЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ УЗКОЛИСТНОГО ЛЮПИНА	130
Синевич Т. Г., Зимина М. В., Турук Е. В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ ДР ГРИН ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	137
Степанова Н. В. АНАЛИЗ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	144
Стрелкова Е. В., Зык Н. В. БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДА АКТАРА, ВДГ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КООПЕРАТИВА «ОЛЬГОВСКОЕ»	153
Тимошенко В. Г., Халецкий В. Н., Тимошенко О. Г. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ГЕТЕРОЦЕНОЗАХ ВИКИ МОХНАТОЙ И ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	162
Турук Е. В., Лосевич Е. Б., Зверинская Н. И., Синевич Т. Г., Зимина М. В., Юргель С. И. ВЛИЯНИЕ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	168
Филиппов А. И., Лепешкин Н. Д., Иванович О. В. АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОСЛЕПОСЕВНОГО ПРИКАТЫВАНИЯ ОВСА ПРИ ПОСЕВЕ СЕЯЛКОЙ СПУ-6	175
Чирко Е. М., Гончаревич Т. В. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТИВНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ ЧУМИЗЫ	182
Шкраба Е. А., Лукьянюк Н. А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА КОНВИЗО 1,МД В КОНТРОЛЕ ПАДАЛИЦЫ РАПСА КЛАССИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИИ	190

Научное издание

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО –
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Сборник научных трудов,
входящий в перечень научных изданий
Республики Беларусь

Основан в 2003 году

Том 70

АГРОНОМИЯ

Ответственный за выпуск О. В. Вертинская
Корректор Л. Б. Иодель
Компьютерная верстка: Л. Б. Иодель

Подписано в печать 16.10.2025.
Формат 60x84/16. Бумага офсетная.
Печать Riso. Усл. печ. л. 11,74. Уч.-изд. л. 13,61.
Тираж 70 экз. Заказ 6246

ISBN 978-985-537-219-7



Издатель и полиграфическое исполнение:

Учреждение образования
«Гродненский государственный
аграрный университет»
Свидетельство о государственной
регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/304 от 22.04.2014.
Ул. Терешковой, 28, 230008, г. Гродно.