

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО – ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Сборник научных трудов

Основан в 2003 году

Под редакцией члена-корреспондента
НАН Беларуси В. К. Пестиса

Том 51

АГРОНОМИЯ

Гродно
ГГАУ
2020

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. К. Пестис (ответственный редактор),
В. В. Пешко (зам. ответственного редактора),
А. В. Глаз, В. М. Голушко, Ю. А. Горбунов, Г. А. Жолик,
М. А. Кадыров, А. В. Кильчевский, К. В. Коледа,
В. В. Малашко, В. А. Медведский,
А. П. Шпак, Н. С. Яковчик

АГРОНОМИЯ

УДК: 631.8:633.888:658.153

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ВАЛЕРИАНЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ

О. М. Ануфрик¹, С. А. Тарасенко²

¹ – РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси»

г. Щучин, Беларусь (Республика Беларусь, 231513, Гродненская область, г. Щучин, ул. Академическая, 21; e-mail: gznii@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: валериана лекарственная, органические и минеральные удобрения, экономическая эффективность, чистый доход, уровень рентабельности.

Аннотация. Экономическая эффективность совместного применения органических и минеральных удобрений при возделывании валерианы лекарственной высокая. В условиях 2016–2017 гг., как наиболее благоприятных для развития валерианы, наибольшие показатели имеет вариант с дозой 60 т/га навоза и минеральных удобрений $N_{120}P_{80}K_{160}$. Чистый доход составил 30 719,89 руб./га, а уровень рентабельности – 99,5 %. В менее благоприятных для роста и развития условиях 2018 г. показатели экономической эффективности оказались значительно ниже, однако наилучший результат также показал вариант с применением 30 т/га навоза и минеральных удобрений $N_{120}P_{80}K_{160}$. Чистый доход составил 8331,24 руб./га, а уровень рентабельности – 27,5 %.

ECONOMIC EFFICITNCY OF USE OF ORGANIC AND MINERAL FERTILIZERS IN THE CULTIVATION OF VALERIAN OFFICINALIS IN DIFFERENT GROWING CONDITIONS

О. М. Anufrik¹, S. A. Tarasenko²

¹ – RUE «Grodno Zonal Plant Production Institute of the NAS of Belarus» Shhuchin, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 231513, Shhuchin, 21 Academic street; e-mail gznii@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: *valerian officinalis*, organic and mineral fertilizers, economic efficiency, net income, level of profitability.

Summary. *The economic efficiency of the combined use of organic and mineral fertilizers in the cultivation of Valerian officinalis is high. In the conditions of 2016-2017, as the most favorable for the development of valerian, the option with a dose of 60 t/ha of manure and mineral fertilizers $N_{120}P_{80}K_{160}$ has the highest indicators. Net income amounted to 30 719,89 rubles/ha, and the level of profitability was 99,5 %. In 2018, difficult for growth and development, the economic efficiency indicators turned out to be significantly lower, but the best result was also shown by the option with the use of 30 t/ha of manure and mineral fertilizers $N_{120}P_{80}K_{160}$. Net income amounted to 8331,24 rubles/ha, and the level of profitability was 27,5 %.*

(Поступила в редакцию 31.05.2020 г.)

Введение. Проблема повышения продуктивности агроценозов в современном земледелии решается путем оптимизации применения различных видов органических и минеральных удобрений в комплексе с другими агротехническими приемами. Научно обоснованная система удобрения должна обеспечивать высокую урожайность сельскохозяйственных культур с оптимальными показателями качества продукции. Для оценки эффективности применения удобрений используют показатели агрономической, энергетической и экономической эффективности [1]. К таковым относится прибавка урожайности, качество товарной продукции и окупаемость затрат за счет полученного урожая.

Лекарственное растениеводство одна из отраслей сельского хозяйства, которая выделяется высокой рентабельностью. По данным Всемирной организации здравоохранения, мировой рынок лекарственного растительного сырья составляет около 60 млрд. долл. США [2].

Выращивание валерианы лекарственной в Республике Беларусь может быть высокоэффективным. Так, в условиях РУСП «Совхоз «Большое Можейково» за 2002-2005 гг. рентабельность производства корневища валерианы составляла 82,1 % [3]. Это связано с высокой закупочной ценой данного вида лекарственного растительного сырья.

В то же время на возделывание валерианы лекарственной требуются дополнительные затраты, связанные со стоимостью органических и минеральных удобрений, средств защиты растений, расходами на уборку и доработку полученной продукции. Это, прежде всего, ручная уборка (ввиду отсутствия соответствующих механизмов), погрузка, значительные транспортные расходы на перевозку сырой загрязненной продукции (из 8 т исходного сырья получается тонна кондиционного), мойка, сушка, размол, просеивание и фасовка [4].

Методика и условия проведения исследований. Полевой опыт по изучения влияния различных доз органических и минеральных удобрений на урожайность и качество корней и корневищ валерианы лекарственной закладывался на опытном поле УО «ГГАУ» в 2016-2018 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на песчанистой связной супеси, подстилаемая с глубины 50 см мореным суглинком. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: гумус – 1,6 %, рН в KCl – 6,2; содержание P_2O_5 – 165, K_2O – 150 мг/кг почвы.

Все варианты опыта были размещены в 3-кратной повторности. Общая площадь делянки – 28 м² (2,8 x 10), площадь учетной делянки – 11,2 м² (1,4 x 8), что соответствовало требованиям методики полевого опыта.

Размещение делянок рендомизированное. Технология возделывания валерианы лекарственной включала в себя 2 агротехнических этапа: 1 этап – посев семян в почву и получение рассады в закрытом грунте (парники); 2 этап – посадка рассады в открытый грунт и получение товарной продукции за один год возделывания данной культуры.

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Фон I – 30 т/га навоза (фактор 1);
2. Фон I + $N_{30}P_{20}K_{40}$;
3. Фон I + $N_{60}P_{40}K_{80}$;
4. Фон I + $N_{90}P_{60}K_{120}$;
5. Фон I + $N_{120}P_{80}K_{160}$;
6. Фон II – 60 т/га навоза (фактор 2);
7. Фон II + $N_{30}P_{20}K_{40}$;
8. Фон II + $N_{60}P_{40}K_{80}$;
9. Фон II + $N_{90}P_{60}K_{120}$;
10. Фон II + $N_{120}P_{80}K_{160}$.

Уборка полевого опыта проводилась поделяночным сплошным способом, вручную. Были отобраны средние пробы корней и корневищ со всех вариантов опыта для анализа качества, предварительно они отмывались и высушивались. Для того чтобы дать экономическую оценку агрономических приемов, которые применялись в опыте, используются такие показатели, как урожайность с 1 га в натуральных показателях и стоимостном выражении, затраты труда на 1 га и на 1 ц продукции, производственные затраты на 1 га, себестоимость 1 ц продукции, прибыль или убыток с 1 га и окупаемость затрат (уровень рентабельности).

Результаты исследований и их обсуждение. Из-за большой разницы в метеорологических условиях, которые сложились в годы исследований, возникает необходимость провести сравнения экономиче-

ской эффективности выращивания валерианы лекарственной в благоприятные годы (2016-2017 гг.) (таблица 1) и неблагоприятный 2018 год (таблица 2).

Таблица 1 – Экономическая эффективность возделывания валерианы лекарственной, 2016-2017 гг. (среднее)

Показатели	ФАКТОР 1 (30 т/га навоза)					ФАКТОР 2 (60 т/га навоза)				
	Фон I	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Фон 2	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9	Вариант 10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Урожайность с 1 га, ц	33,4	34,8	40,9	48,5	54,2	42,0	44,2	49,1	59,1	61,6
Прибавка урожая к фону, ц/га	-	1,4	7,5	15,1	20,8	-	2,2	7,1	17,1	19,6
Стоимость продукции, руб./га	33400	34800	40900	48500	54200	42000	44200	49100	59100	61600
Производственные затраты на 1 га, тыс. руб.	29670,85	29817,92	29951,94	30113,20	30260,71	30296,52	30445,72	30574,71	30746,06	30880,11
Себестоимость 1 ц продукции, руб.	888,35	856,84	732,32	620,89	558,32	721,35	688,82	622,70	520,24	501,30
Затраты труда, чел.-час: - на 1 га	1,478	1,483	1,483	1,483	1,483	1,478	1,483	1,483	1,483	1,483
- на 1 ц	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
Чистый доход (прибыль) на 1 га, руб.	3729,15	4982,08	10948,06	18386,80	23939,29	11703,48	13754,28	18525,29	28353,94	30719,89

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Уровень рентабельности, %	12,6	16,7	36,6	61,1	79,1	38,6	45,2	60,6	92,2	99,5

Таблица 2 – Экономическая эффективность возделывания валерианы лекарственной, 2018 г.

Показатели	ФАКТОР 1 (30 т/га навоза)					ФАКТОР 2 (60 т/га навоза)				
	Фон 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Фон 2	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9	Вариант 10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Урожайность с 1 га, ц	26,4	27,9	32,9	35,2	38,6	26,7	27,3	33,4	36,6	38,8
Прибавка урожая к фону, ц/га	-	1,5	6,5	8,8	12,2	-	0,6	6,7	9,9	12,1
Стоимость продукции, руб./га	26400	27900	32900	35200	38600	26700	27300	33400	36600	38800
Производственные затраты на 1 га, руб.	29641,42	29813,45	29957,58	30116,19	30268,76	30214,12	30399,21	30547,97	30710,36	30857,89
Себестоимость 1 ц продукции, руб.	1122,78	1068,58	910,56	855,57	784,16	1131,61	1113,52	914,61	839,08	795,31
Затраты труда, чел.-час: - на 1 га	1,478	1,483	1,483	1,483	1,483	1,478	1,483	1,483	1,483	1,483
- на 1 ц	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04
Чистый доход (прибыль) на 1 га, руб.	-3241,42	-1913,45	2942,42	5083,81	8331,24	-3514,12	3099,21	2852,03	5889,64	7942,11

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Уровень рентабельности, %	-10,9	-6,4	9,8	16,9	27,5	-11,6	-10,2	9,3	19,2	25,7

Анализ экономических показателей за 2016-2017 гг. указывает на то, что возделывание валерианы лекарственной при близких к оптимальным погодным условиям рентабельно как при применении только органических удобрений, так и совместно органических с минеральными.

Установлено, что наивысшие экономические показатели наблюдаются в варианте при совместном применении 60 т/га органических удобрений + $N_{120}P_{80}K_{160}$ кг/га в д. в. В этом варианте урожайность составила 61,6 ц/га корней и корневищ валерианы, чистый доход составил 30719,89 руб., а уровень рентабельности достиг 99,5 % (таблица 1).

В условиях, неблагоприятных для роста и развития культуры (2018 г.), возделывание валерианы было менее рентабельным (таблица 2). Тем не менее, даже в этом году совместное применение органических и минеральных удобрений приводило к росту уровня рентабельности, достигая отметки 27,5 % на первом фоне, и 25,7 % на втором (при совместном их использовании с минеральными удобрениями в дозах $N_{120}P_{80}K_{160}$). Наиболее эффективным, с экономической точки зрения, среди исследуемых вариантов оказалось совместное применение 30 т/га органических удобрений + $N_{120}P_{80}K_{160}$ кг/га в д. в. Уровень рентабельности составил 27,5 %, чистый доход достиг 8331,24 руб./га, обеспечена самая высокая прибавка к урожаю, по сравнению с фоном, – 12,2 ц/га.

Заключение. Высокая экономическая эффективность возделывания валерианы лекарственной обеспечивается совместным применением максимальных доз органических (60 т/га) и минеральных ($N_{120}P_{80}K_{160}$) удобрений при благоприятных условиях. В условиях засухи использование высоких доз органических удобрений (60 т/га) экономически невыгодно. Оправдано применение 30 т/га органических удобрений и максимальных доз NPK.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2003. – 176 с.
2. Состояние и пути повышения эффективности функционирования рынка овощей, картофеля и лекарственных растений в Республике Беларусь / А. П. Шпак [и др.]. – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2009. – 68 с.
3. Дорошкевич, И. Н. Лекарственное растениеводство: тенденции и перспективы / И. Н. Дорошкевич // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2010 г. – № 1. – С. 71-76.

4. Тарасенко, С. А. Физиолого-биохимические основы высокой продуктивности лекарственных растений в агроценозах: монография / С. А. Тарасенко, С. В. Брилева, О. А. Белоус. – Гродно: ГГАУ, 2008. – 191 с.

УДК 635.64.044:631.526.32

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОРТОВ (ГИБРИДОВ) ТОМАТА ДЛЯ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

О. А. Белоус, Е. Г. Кравчик

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

***Ключевые слова:** томат, защищенный грунт, гидропоника, морфологические особенности роста томата, урожайность.*

***Аннотация.** В статье представлен сравнительный анализ сортов (гибридов) томата, выращиваемых в условиях защищенного грунта методом малообъемной гидропоники. Определены морфологические особенности развития томата, связанные с характеристикой культуры к началу цветения первой кисти (количество листьев и толщина стебля), получение высокой урожайности данной культуры. Максимальная урожайность при равных условиях выращивания была получена у гибрида Торреро F1 и сорта Алтадена, что позволило рекомендовать их к выращиванию в тепличном хозяйстве.*

COMPARATIV ANALISYS OF TOMATOVARIETIES (HEBRIDES) FOR PROTECTED SOIL

O. A. Belavus, E. G. Kravchik

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, protected ground, hydroponics, morphological features of tomato growth, productivity.*

***Summary.** The article presents a comparative analysis of tomato varieties (hybrids) grown in protected soil using low-volume hydroponics.*

The morphological features of tomato development associated with the characteristics of the crop at the beginning of flowering of the first brush (number of leaves and stem thickness) and the high yield of this crop are determined. The maximum yield under equal growing conditions was obtained from the hybrid Torrero F1 and cultivars Altadena, which made it possible to recommend them for cultivation in the greenhouse.

(Поступила в редакцию 31.05.2020 г.)

Введение. Одной из важнейших задач агропромышленного комплекса является всесезонное обеспечение питания человека свежими овощами. В этом случае овощеводство поставляет растительные продукты, обладающие питательными и целебными свойствами, которые содержат в легкоусвояемой форме все основные энергосодержащие вещества: углеводы, белки, жиры. Особая ценность овощей, в т. ч. и томатов, как продуктов определяется высоким содержанием практически всех витаминов (А, В и С), минеральных веществ, гормонов и ферментов, органических кислот, жирных масел, пектиновых веществ. Томаты, в свою очередь, также богаты микроэлементами (марганец, молибден, йод, бор, цинк и др.). Невысокая энергетическая ценность томатов, по сравнению с другими видами овощной продукции, делает их особенно необходимыми для сбалансированности пищевых рационов при диетическом питании [1, 2].

Особенностью выращивания томатов является то, что практикуются 2 схемы их производства: в открытом и защищенном грунте (производство овощей в теплицах). Сортотоматный ассортимент томатов защищенного грунта должен обладать определенной скороспелостью, а также длительным периодом получения продукции, с целью обеспечить рынок и перерабатывающие предприятия. Несомненно, морфологическая характеристика культуры (мощность стебля, количество томатов в кисти и т. д.) должна соответствовать условиям выращивания методом малообъемной технологии [3, 10].

Соответственно, подбор сортов и гибридов томата для разных условий выращивания имеет важное значение. В условиях защищенного грунта искусственно создают требуемый микроклимат и почвенные условия, что позволяет выращивать томаты в зимний период и период ранней весны, а также производить уборку культуры в разную фазу спелости, в зависимости от целевого назначения продукции (для употребления в свежем виде, для транспортировки, маринования и т. п.) [2, 4, 8].

Требования к сортам и гибридам томата в защищенном грунте гораздо выше, чем в открытом. Плоды этих сортов должны быть высококачественными как по внешнему виду, так и по биологической ценности и обладать скороспелостью, высокой урожайностью, иметь хорошие вкусовые и товарные качества [3, 4].

Цель работы – дать сравнительную комплексную хозяйственно-морфологическую оценку сортам и гибридам томата для защищенного грунта, выращиваемым способом малообъемной гидропоники.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению продуктивности различных сортов (гибридов) томата проводились

в условиях защищенного грунта по малообъемной технологии (на гидропонике) в ОАО «ТК «Берестье»» Брестского района в 2019 г. в двух оборотах.

Схема опыта предусматривала изучение следующих индетерминантных сортов и гибридов:

1. Бартеза F1 – контроль;
2. Торреро F1;
3. Алтадена;
4. Томимару Мучо F1.

В качестве контроля использовался гибрид Бартеза F1. Исследуемые сорта (гибриды) относятся к среднеспелой группе спелости. Семена закупались у официальных представителей на территории Республики Беларусь либо непосредственно у производителей. Используемые семена принадлежат к сортам и гибридам, включенным в государственный реестр сортов Республики Беларусь. Предпосевная обработка семян не требовалась, т. к. они прошли обработку на фирменном производителе. Опыт закладывался по методике ВНИИ овощеводства. Схема посадки томата – 100 x 45 см. Общая площадь делянки – 13,5 м², учетная – 9,0. Повторность опыта трехкратная, что соответствовало требованиям методики полевого опыта [6, 7]. Посадку томатов проводили дважды за год (зимне-весенний оборот и летне-осенний) на минеральную вату.

Культура томата выращивается рассадным методом, а абиотические факторы внешней среды создаются человеком искусственно, в соответствии с требованиями культуры. В данном случае рассаду томатов формировали в специальном рассадном отделении с применением минеральной ваты в качестве субстрата. Перед посевом в ячейки кассет вставляли пробки из минеральной ваты, на которые высевали семена и засыпали тонким слоем вермикулита. Затем кассеты опускали в емкость с питательным раствором при pH 5,0-5,2, удельная электропроводность раствора (Hc) – 1,6-1,8, при температуре раствора на уровне 25 °C. В период проращивания семян в микрокамерах поддерживали первые сутки температуру 25,0 °C, во вторые и третьи – 24,0-24,5 °C, на четвертые сутки температуру понижали до 23,5-24,0 °C, при оптимальной влажности 70-80 %.

Всходы томатов появились на 4-й день. При появлении 60 % всходов их выносят в рассадное отделение, где температура воздуха составила 24 °C, грунта – 21-23 °C, а в кассетах – 20 °C, относительная влажность воздуха – 75-80 %. Осуществляли ежедневный полив рабочим раствором pH – 5,0-5,5, Hc – 1,8-2,0.

После посадки рассады на постоянное место в течение 4-5 недель растения поливали стартовым раствором pH – 5,0-6,0, Нс – 2,8-3,0. Температура воздуха в пасмурную погоду днем поддерживалась на уровне 19-22 °С, ночью – 17 °С, в солнечную погоду – 22-24 °С, ночью – 18 °С, относительная влажность – 65 % [4, 5].

В период вегетации томатов с использованием соответствующих методик [6, 7] определяли:

- количество листьев до 1-й цветочной кисти (1 декада февраля, августа);
- толщину стебля (среднее из 20 замеров) (1 декада февраля, августа);
- камерность плодов методом подсчета в зрелых ягодах (2 декада апреля, октября);
- количество томатов в кисти методом подсчета (среднее из 20 растений) (2 декада апреля, октября).

Основные экспериментальные данные в исследованиях подвергались статистической обработке с использованием дисперсионного анализа в программе Excel [8].

Результаты исследований и их обсуждение. Одним из важнейших условий получения высокого и устойчивого урожая томата в защищенном грунте является развитие стебля и листового аппарата овощной культуры. Листовой аппарат томата обыкновенного регулирует транспирацию, охлаждая растение и повышая относительную влажность воздуха, что, в свою очередь, улучшает цветение и плодообразование [5, 9].

Проведенные нами наблюдения показали, что раньше других появилась первая цветочная кисть у томата Торреро F1 – в среднем после образования 7,6 листьев (таблица 1). Позже других при одинаковых условиях выращивания, после формирования около 9 листьев зацвели томаты сорта Алтадена. У гибридов Бартеза и Томимару Мучо первая цветочная кисть образовалась при наличии 7,7-7,8 листьев (среднее из замеров).

Таблица 1 – Характеристика растений томата обыкновенного к началу цветения первой кисти, среднее за 2 оборота 2019 г.

Сорт (гибрид)	Количество листьев до 1-й цветочной кисти, шт.		Толщина стебля (см), среднее из 20 замеров
	крайние значения показателя	среднее из 20 замеров	
1. Бартеза F1 – контроль	7-8	7,7	1,6
2. Торреро F1	7-8	7,6	1,8
3. Алтадена	8-9	8,8	1,9
4. Томимару Мучо F1	7-8	7,8	1,7

Стебель томата в молодом возрасте мягкий, очень хрупкий, а во взрослом – грубеет и древеснеет. Длина индетерминантного растения может достигать до 12 м, при этом растение выдерживает достаточную нагрузку, что имеет важное значение в период плодоношения [9]. Проведенные к началу созревания плодов в первой кисти замеры диаметра стебля показали, что более прочными и ранее одревесневающими выделялись Торреро F1 и Алтадена – 1,9 и 1,8 см соответственно (таблица 1). Более гибкий стебель к данному периоду роста и развития томата был у гибридов Томимару Мучо F1 и Бартеза F1, где диаметр составил 1,7 и 1,6 см соответственно.

Количество томатов в кисти определяет не только урожайность, но и оказывает влияние на рост и развитие растения, а также качество продукции. В этом случае, учитывая сортовые характеристики, проводят нормировку завязи. Так, в соответствии с технологией выращивания, количество томатов в кисти по вариантам опыта составило в среднем за 2 оборота 4,3-6,1 шт. (таблица 2). Максимальное количество наблюдалось у гибридов Томимару Мучо F1 и Торреро F1 (6,1 и 5,5 соответственно).

Таблица 2 – Общая характеристика плодов томата обыкновенного перед уборкой, за 2 оборота 2019 г.

Сорт (гибрид)	Кол-во томатов в кисти, шт.			Камерность плодов, шт.
	1 оборот	2 оборот	среднее	
1. Бартеза F1 – контроль	4,5	4,1	4,3	5
2. Торреро F1	5,6	5,3	5,5	6
3. Алтадена	4,6	4,4	4,5	7
4.Томимару Мучо F1	6,2	6,0	6,1	7

Плоды томата состоят из кожицы, мякоти, сока и семян. Внутренняя полость плода разделена на семенные камеры, которых может быть у различных видов томата от 2 до 20. Чем толще стенки камер, тем больше мясистость плодов и меньше количество семян [9]. По нашим наблюдениям, максимальная камерность выявлена у сорта Алтадена и гибрида Томимару Мучо F1 (7 камер) (таблица 2). Камерность плодов у томатов Бартеза F1 и Торреро F1 составила 5 и 6 соответственно.

Морфологические особенности томата (количество листьев до 1-й цветочной кисти, толщина стебля, нормировка завязи и т. д.) оказывают значительное влияние на урожайность данной культуры, которую принято в тепличном овощеводстве выражать в килограммах с 1 м² (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность и качество томата обыкновенного, за 2 оборота 2019 г.

Сорт (гибрид)	Урожайность за оборот, кг/м ²			Прибавка		Нитраты, мг/кг сырой массы
	1	2	среднее	кг/м ²	%	среднее
1. Бартеза F1 – контроль	42,1	39,3	40,7	-	-	146,0
2. Торреро F1	47,9	45,7	46,8	6,1	+15,0	121,5
3. Алтадена	47,1	44,9	46,0	5,3	+13,0	125,0
4. Томимару Мучо F1	31,8	24,8	28,3	-12,4	-30,5	155,5
НСР ₀₅	1,1	1,1				

Как видно из приведенных данных, максимальной урожайностью (46,8 кг томатов с 1 м²) выделялся гибрид Торрера. Прибавка урожая по отношению к контрольному варианту составила 6,1 кг/м², или 15,0 %. Урожайность сорта Алтадена была достаточно высокой и составила 46,0 кг/м², что на 13 % выше в сравнении с контрольным вариантом. В связи с небольшой массой плода у гибрида Томимару Мучо урожайность данного томата составила 28,3 кг/м², что значительно ниже контрольного варианта.

Качество овощной продукции в защищенном грунте характеризует пищевую ценность и безопасность. Один из таких показателей – это нитраты.

Нитраты – это естественная составляющая пищевых продуктов растительного происхождения, основной источник азота, который необходим для синтеза белковых молекул растений, т. е. для их роста и созревания. Опасность для человека возникает, когда уровень нитратов в овощной продукции превышает допустимые нормы.

Ни в одном из вариантов не было превышения предельно допустимой концентрации по содержанию нитрат-иона в томатах защищенного грунта (не более 300 мг/кг сырой массы). Однако максимальное количество наблюдалось в томатах гибрида Томимару Мучо и в контрольном варианте (гибрид Бартеза F1) (таблица 3). Показатель составил в среднем за 2 оборота 155,5 и 146,0 мг/кг сырой массы томатов соответственно. Гибрид Торреро и сорт Алтадена содержали нитратов на 17 и 14 % меньше, чем в контрольном варианте.

Заключение. По результатам исследований, проведенных на томатах за 2 оборота в защищенном грунте ОАО «ТК «Берестье» в 2019 г., можно сделать следующие выводы:

1) достаточно стабильной и высокой урожайностью в условиях выращивания способом малообъемной гидропоники в «ТК «Берестье» Брестского района выделялись гибрид Торреро, обеспечивающий по-

лучение до 46,8 кг/м² томата, и сорт Алтадена – 46,0 кг/м². Менее перспективны по урожайности – Бартеза F1 и Томимаро Мучу F1 (40,7 и 28,3 кг/м² соответственно);

2) ранняя отдача урожая характерна для более мощно развивающегося сорта Алтадена (количество листьев до первой кисти составило 8,8 шт., толщина стебля – 1,9 см) и гибрида Торреро (7,6 шт. и 1,8 см соответственно). Несколько позже вступают в плодоношение гибриды Бартеза и Томимару Мучо;

3) наибольшее количество плодов в кисти при нормировке завязи томата составило в среднем за 2 оборота 6,1 шт. (при камерности 7 шт.) у гибрида Томимару Мучо, что говорит о хороших вкусовых качествах томата. Минимальное количество плодов в кисти томата было у гибрида Бартеза (4,3 шт.) при камерности плода 5 шт.;

4) для выращивания в тепличном овощеводстве рекомендованы сорт Алтадена и гибрид Торреро F1;

5) при определении содержания нитратов в томатах защищенного грунта все гибриды и сорта зарекомендовали себя положительно, превышения ПДК (не более 300 мг/кг) не выявлено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко, А. А. Приоритеты современного овощеводства / А. А. Аутко, Г. Амелин // *Агрохимия*. – 1999. – № 9. – С. 29.
2. Аутко, А. А. Современные технологии производства овощей в Беларуси / А. А. Аутко. – Мн.: ООО «Красико-Принт», 2005. – 270 с.
3. Аутко, А. А. Современные технологии производства овощей в Беларуси / А. А. Аутко. – Мн.: ООО «Красико-Принт», 2005. – 270 с.
4. Гавриш, С. Ф. Томаты / С. Ф. Гавриш. – М.: НИИОЗГ, ООО «Издательство Скрипторий 2000», 2003. – 184 с.
5. Димитриев, В. Л. Возделывание томатов закрытого грунта по малообъемной гидропонике по сравнению с традиционной / В. Л. Димитриев, Е. В. Косарев // *Современные проблемы науки и образования*. – 2018. – № 2-1.
6. Дружкин, А. Ф. Основы научных исследований в агрономии. Часть 2. Биометрия. / А. Ф. Дружкин, З. Д. Ляшенко, М. А. Панина. – Саратов, 2009. – 70 с.
7. Литвинов, С. С. «Методика полевого опыта в овощеводстве» / С. С. Литвинов. – Россельхозакадемия, 2011. – ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства», 2011. – 256 с.
8. Прохорова, К. Г. Селекция томатов полудетерминантного типа роста / К. Г. Прохорова, Т. А. Терешонкова // *Инновационные пути развития АПК: Проблемы и перспективы. Материалы международной научно-практической конференции (6-8 февраля 2013 г.)*, Донской ГАУ т. 2. – С. 25-31.
9. Приходько, Н. В. Физиология и биохимия культурных растений. Т. 6. / Н. В. Приходько. – 1974. – 605 с.
10. Сологуб, Ю. И. Овощеводство. Новые подходы: особенности выращивания томата в пленочных теплицах / Ю. И. Сологуб, И. М. Стрелюк, А. С. Максимюк. – Полиграфплюс, 2017. – 312 с.

УДК 631.8:634.711(476)

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАЛИНЫ РЕМОНТАНТНОЙ. (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

А. С. 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: малина ремонтантная, побег, полкустарник, элементы питания, процессы роста и развития, дефицит, симптомы недостатка.

Аннотация. В аналитическом обзоре представлены литературные данные о влиянии отдельных элементов питания на процессы роста и развития растений малины ремонтантной, которые должны учитываться при разработке дифференцированных технологий возделывания этой культуры в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь.

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL SIGNIFICANCE OF INDIVIDUAL NUTRITIONAL ELEMENTS IN THE LIFE OF RAPPY REPAIR

A. S. Bruylo, A. V. Chaychits

El «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,
28 Tereshkova st.; e-mail: kafedra.plod@mail.ru)

Key words: raspberry remontan, shoot, shrub, measuring elements of nutrition, deficit, symptoms of malnutrition.

Summary. The analytical review presents literature data on the influence of individual nutrients on the growth and development of remontan raspberry plants, which should be taken into account when developing differentiated technologies for cultivating this crop in the soil and climatic conditions of the Republic of Belarus.

(Поступила в редакцию 28.05.2020 г.)

Введение. Малина ремонтантная является одной из наиболее ценных ягодных культур. Ее плоды пользуются большим спросом у населения, т. к. обладают комплексом уникальных питательных и лечебных свойств [1]. Период плодоношения у растений ремонтантной малины растянут, а урожай формируется, начиная с конца лета, и продолжается до начала-середины осени. Популярность данной культуры связана и с возможностью за один вегетационный сезон формировать как побеги, так и давать урожай, что, на наш взгляд, является одним из важнейших достоинств в этой культуры. Также к несомненным досто-

инствам ремонтантной малины, кроме вышеперечисленных, можно отнести и значительно большую толерантность к болезням и вредителям. Однако эта культура более требовательна к водно-воздушному и питательному режимам почвы, потому что основная масса корней у нее залегает в верхних слоях почвы на глубине до 30-40 см [1].

Малина ремонтантная – многолетнее поликарпическое растение. В течение всей своей жизни она растет и плодоносит на одном и том же месте, выносит из почвы одни и те же элементы питания. Ежегодный вынос одних и тех же элементов питания приводит к резкому их дефициту в почве.

Одним из самых доступных и эффективных способов устранения данного дефицита является внесение удобрений. Основой для проектирования и разработки системы удобрения данной культуры являются данные по обеспеченности почвы теми или иными элементами питания, а также соответствие особенностей питания физиологическим потребностям этой культуры.

Результаты исследований и их обсуждение. В аналитическом обзоре литературы будет рассмотрено биолого-физиологическая роль и значение отдельных, наиболее важных, на взгляд авторов, элементов питания, необходимых для нормального роста и развития растений малины ремонтантной, а также будут представлены визуальные симптомы их недостатка.

Урожай малины ремонтантной, в основном, определяется сбалансированным уровнем азотного питания, который считается основным урожаеобразующим компонентом [17]. Точное определение доз внесения этого элемента питания затруднительно, учитывая его подвижность в почве. При возделывании малины ремонтной несбалансированное азотное питание с завышенными дозами этого элемента резко снижает морозо- и зимостойкость этой культуры, в результате чего в холодные и суровые зимы значительно возрастает риск вымерзания побегов. Завышенные дозы азотных удобрений ведут к последующему загрязнению окружающей среды. Дефицит азота вызывает заметное замедление роста растений. Симптомы дефицита азота проявляются на листьях, которые приобретают светло-зеленую окраску [25].

Ранней весной очень остро на плантациях малины ремонтантной и стоит проблема обеспеченности их фосфором, который отвечает за процессы деления клеток, переноса энергии и правильное развитие корневой системы этой культуры. Малина ремонтантная характеризуется сравнительно невысокой потребностью в этом элементе питания. Выявлено, что ежегодно малина ремонтантная выносит с гектара от 6 до 8 кг P_2O_5 [24], следовательно, при своевременной и качествен-

ной подготовке почвы под закладку ее плантаций, характеризующихся оптимальной для этой культуры реакцией почвенной среды, во время ее последующего возделывания существует минимальный риск в недостатке этого элемента питания [24]. Однако, если в период вегетации наблюдается характерное фиолетово-пурпурное обесцвечивание листьев, указывающее на дефицит фосфора, то этот элемент питания лучше всего внести в виде некорневой подкормки.

Калий также является элементом питания, который требует своего ежегодного внесения. Подтверждением тому являются и данные по выносу данного элемента питания, т. к. вместе с урожаем в 1 т малина ремонтантная выносит 2,9 кг калия [23]. Физиологическая роль же этого элемента заключается в управлении водным потенциалом растений малины, повышении их морозостойкости и влиянии на такую важную характеристику качества ягод малины ремонтантной, как содержание сахаров и плотность ягод. Точную дозу внесения калия лучше всего рассчитать на основе результатов химического анализа почвы, которые отображают содержание калия в подвижной (доступной) растениям форме. Это важно, потому что избыток этого элемента питания в ризосфере уменьшает возможность поглощения малиной ремонтантной кальция и магния [21].

При дефиците калия рост и развитие растений малины ремонтантной существенно замедляются, а ее однолетние побеги становятся тонкими и постепенно отмирают. Симптомы дефицита калия проявляются во время созревания и уборки ягод на краях листьев, а сами же листья становятся коричневыми и усыхающими. Недостаток калия сильно влияет на урожайность – урожайность уменьшается. Плоды становятся мелкими и слабоокрашенными. Недостаток этого элемента питания можно устранить путем некорневой подкормки [14]. Однако слишком высокие дозы внесения калия приводят к характерным симптомам дефицита магния на листьях, а на ягодах это проявляется в ухудшении их вкусовых качеств и характеристик. Чаще всего дефицит калия проявляется на легких, кислых и плохо дренированных почвах, где корневая система малины ремонтантной развита слабо.

После азота, фосфора и калия к важнейшим для роста и развития растений малины ремонтантной питательным элементам относится магний. При этом, в первую очередь, определяющую роль магний играет потому, что он необходим растениям малины ремонтантной для образования хлорофилла. Без магния в растениях не смог бы нормально протекать процесс фотосинтеза [17]. Симптомы дефицита магния чаще всего возникают на легких песчаных почвах, реже – на тяжелых. Характерным признаком недостатка данного элемента является хлороз, первоначально

проявлявшийся на старых листьях. Высокие дозы калийных удобрений являются наиболее частой причиной возникновения дефицита магния. Для устранения дефицита этого элемента питания применяется некорневая подкормка микроудобрениями, содержащими в своем составе данный элемент питания, до и после цветения растений.

Вторым по физиологической значимости для роста и развития растений малины ремонтантной микроэлементом является бор. Он оказывает существенное влияние на углеводный, белковый и нуклеиновый обмены и целый ряд других биохимических процессов. При его недостатке нарушаются синтез и, особенно, передвижение углеводов, формирование репродуктивных органов, оплодотворение и плодоношение [22]. Бор не может реутилизироваться в растениях малины ремонтантной, поэтому при его недостатке, прежде всего, страдают молодые растущие органы, происходит отмирание точек роста. Бор оказывает существенное влияние на метаболизм кальция и эффективность его функционирования в растении. Он играет ключевую роль в процессах обеспечения фертильности пыльцы и ее последующем прорастании, следовательно, в формировании качественных семян и нормальном развитии ягод. Бор влияет на митоз, развитие и удлинение клеток [22]. Недостаток бора проявляется в том, что на растениях малины ремонтантной формируются маленькие по размеру цветки (лепестки цветка не пересекаются!), а в последующем они также формируют и маленькие ягоды [5, 11].

В первый период после закладки плантации малины ремонтантной требуется высокое содержание в почве магния, железа и марганца.

Физиологическая роль железа для роста и развития растений малины ремонтантной заключается в том, что оно является функциональной составляющей, частью ферментативных систем растений малины ремонтантной. Особенно важна его роль в окислительном и энергетическом обменах, а также в образовании хлорофилла. Поэтому органические соединения, в состав которых входит железо, прежде всего, необходимы растениям малины ремонтантной для протекания биохимических процессов, происходящих во время дыхания и фотосинтеза [3, 12]. Таким образом, в биохимии и физиологии растений малины ремонтантной железу отводится одна из ключевых ролей, поскольку процессы образования хлорофилла нормально протекают только при участии железа. Оно непосредственно участвует в фотосинтезе, а органические комплексы железа принимают участие в переносе электронов. Кроме этого, негемовые железосодержащие белки принимают участие в восстановлении нитритов и сульфатов, а само железо принимает непосредственное участие в метаболизме нуклеиновой кислоты

[5]. Основными и постоянными признаками, сопровождающими и нарушение питания малины ремонтантной данным элементом, является расстройство работы пигментного аппарата и подавление синтеза зеленого пигмента листа – хлорофилла [13]. Дефицит железа чаще всего наблюдается на почвах с высоким содержанием усвояемых форм фосфатов, которые способствуют переводу железа в малодоступное для растений состояние. Дефицит железа в растении (особенно после посадки и первые 2 года после этого) является причиной угнетения роста и развития растений малины ремонтантной (вызывает плохое развитие корней и надземных частей) [16], а также способствует снижению их морозо- и зимостойкости [15]. Симптомы дефицита железа могут проявляться на почвах со щелочной реакцией почвенной среды (рН почвы > 7,2) [21], а также на почвах с высоким содержанием фосфора в почве. На молодых верхушках побегов растений малины ремонтантной листовая пластинка становится яркой, белой, а иногда ее побеги отмирают [23].

Марганец также является важным элементом питания, который требуется для нормального роста и развития кустов малины ремонтантной и получения стабильной и высокой ее урожайности. Он увеличивает интенсивность дыхания, повышает усвоение углекислого газа и синтез углеводов. Дефицит марганца проявляется в виде межжилочного хлороза, начиная с краев листовой пластинки [25]. Листовая пластинка желтеет и имеет вид елочки, а главная и боковые жилки остаются зелеными. Рост растений малины ремонтантной существенно замедляется. Симптомы недостатка марганца могут проявляться на влажных, суглинистых, плохо дренированных почвах с высоким уровнем залегания грунтовых вод, характеризующихся слабокислой реакцией почвенной среды (рН почвы > 6,7), наряду с высоким содержанием кальция и органических веществ [2, 26].

Медь также входит в состав целого ряда окислительно-восстановительных ферментов и принимает непосредственное участие в процессах фотосинтеза, углеводного и белкового обменов. Симптомы дефицита меди могут проявляться на торфяных, песчаных, кислых или сильно щелочных почвах. Коричневые пятна образуются на апикальных листьях в июле и августе, а затем края листовой пластинки скручиваются вверх. Они постепенно усыхают и опадают. Верхушка растения тоже усыхает. Дефицит меди также существенно снижает морозо- и зимостойкость растений малины ремонтантной [5].

Цинк оказывает многостороннее действие на процессы обмена энергии и веществ в растениях малины ремонтантной, что обусловлено его участием в составе целого ряда ферментов и в синтезе ростовых

веществ – ауксинов. При недостатке цинка резко тормозится рост, выявляются функциональные нарушения процессов фотосинтеза, фосфорилирования, синтеза углеводов и белков, а также обмена фенольных соединений [4].

Молибден является неотъемлемым компонентом азотного обмена растений малины ремонтантной, т. к. функционально входит в состав нитраредуктазы, нитрогеназы и некоторых других ферментов. Физиологическая роль молибдена заключается в его участии не только в первичном метаболизме азотистых соединений (редукция нитратов), но и в заключительном этапе синтеза белков. При недостатке молибдена растения малины ремонтантной значительно отстают в своем росте и снижают урожайность, а на листьях проявляются признаки хлороза в виде бледной окраски. В результате нарушения азотного обмена листья культуры теряют тургор [1].

Кремний выполняет множество разнообразных функций в процессах роста и развития растений малины ремонтантной, но основная из них – это придание прочности опорному скелету растения. Этот микроэлемент присутствует в волокнах механических тканей, обеспечивает высокую силу цветения, а также энергию плодоношения [7-10]. Необходимо отметить также и эффективность участия кремния в процессах повышения борьбы иммунитета растений малины ремонтантной к грибковым и бактериальным заболеваниям. Этот элемент незаменим в процессах повышения устойчивости растений малины ремонтантной к стрессовым условиям (засуха, экстремальный температурный режим, ветровая нагрузка, жизнеспособность растений в условиях заболоченности и засоленности). В оптимальных дозах кремний улучшает азотный и фосфорный обмены в тканях растений, повышает потребление бора и других элементов питания, обеспечивает снижение токсичности избыточных количеств тяжелых металлов [6].

Кремний принято считать условно необходимым микроэлементом для растений малины ремонтантной. Таким образом, внешних признаков его дефицита невозможно обнаружить на растениях малины ремонтантной. В то же время практические наблюдения показывают, что его присутствие вызывает интенсивный рост растений (формируется более мощная корневая система, увеличивается площадь листьев), улучшает развитие (увеличивается количество и качество скелетных побегов, ускоряется и усиливается цветение, увеличивается содержание сахаров и других полезных компонентов в ягодах, а также продлевается срок их хранения) [6-7], повышает устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, что в конечном итоге способствует росту урожайности малины ремонтантной.

Сегодня применение кремнийсодержащих соединений, являющихся экологически чистой альтернативой пестицидам, рассматривается как способ восстановления и улучшения почвенного плодородия. Это весьма перспективное направление в технологиях получения экологически чистых продуктов, базирующееся на применении природных нетоксичных материалов [12-18].

Кобальт в растениях малины ремонтантной накапливается, в первую очередь, в пыльце и ускоряет ее прорастание, участвует в ауксиновом обмене, т. е. стимулирует процессы роста растений (в т. ч. способствует растяжению клеточных оболочек). Этот металл участвует в клеточной репродукции листьев (увеличение толщины и объема мезофилла, размеров и количества клеток столбчатой и губчатой паренхимы листа). Кроме этого, кобальт повышает общее содержание воды в растениях, что способствует повышению засухоустойчивости растений малины ремонтантной. Кроме того, многолетними исследованиями установлено положительное влияние кобальта и на процессы формирования и функционирования фотосинтетического аппарата растений путем повышения концентрации хлоропластов и пигментов в листьях [20, 21]. И хотя необходимое для нормального роста и развития растений количество этого микроэлемента очень низкое, а его физиологическая незаменимость для растений малины строго не доказана, кобальтовые удобрения все же способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных культур и улучшают качество производимой продукции. Внешние признаки недостатка кобальта в растениях малины ремонтантной очень схожи с признаками дефицита азота. Они внешне проявляются в замедлении процессов роста растений малины, пожелтении и хлорозе листьев, укороченном цикле их развития [13].

Современная практика применения удобрений на плантациях малины ремонтантной базируется, в основном, на данных полевых опытов и анализах почв. Вместе с тем известно, что полевыми опытами невозможно охватить все различия в почвенном плодородии и не по всем элементам питания имеются надежные критерии обеспеченности почв (например, по азоту). Кроме того, показатели содержания подвижных форм элементов питания в почве весьма динамичны, а на их способность обеспечивать растения малины ремонтантной тем или иным элементом питания оказывают существенное влияние агротехнические, погодно-климатические, почвенно-агрохимические и микробиологические факторы. Оценить доступность питательных элементов можно и с помощью самого растения. Поэтому наряду с почвенными анализами все большее распространение получает и анализ самих растений на содержание в них тех или иных элементов питания, которые

являются интегрированным выражением всех факторов на минеральное питание того или иного растения (тканевая или растительная диагностика минерального питания).

Тканевая диагностика включает в себя ряд взаимосвязанных методов по определению неорганических форм соединений тех или иных элементов питания в отобранных пробах, причем для анализа используют срезы стеблей, черешков, жилок листьев, выжатого сока, а также вытяжек или навесок из этих частей или других органов сельскохозяйственных растений, что позволяет корректировать дозы вносимых удобрений.

Применительно к малине ремонтантной вопросы тканевой (растительной) диагностики с целью корректировки доз вносимых удобрений и по настоящее время не разработаны.

Заключение. Проведенный выше анализ специальных литературных источников по теме статьи показал, что с помощью отдельных элементов питания, обладающих высокой биологической активностью, можно целенаправленно и точно воздействовать на процессы роста и развития растений малины ремонтантной, к примеру, на устойчивость ее к неблагоприятным как биотическим, так и абиотическим факторам произрастания. Как избыток элементов питания, так и их недостаток ведут к разного рода биологическим и физиологическим реакциям, которые необходимо учитывать при разработке дифференцированных технологий возделывания данной культуры в различных регионах мира.

Разработка и последующие использование методов тканевой (растительной) диагностики позволит оперативно корректировать дозы вносимых под ремонтантную малину удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анспок, П. И. Микроудобрения: справочник / П. И. Анспок. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград.: Агропромиздат., 1990. – 354 с.
2. Северин, В. Ф. Листовая диагностика в практике применения удобрений на промышленной плантации смородины / В. Ф. Северин. – Новосибирск.: Автопилот В, 1991. – 197 с.
3. Кондаков, А. К. Удобрения плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур / А. К. Кондаков. – Мичуринск: Издательский дом «Мичуринск», 2006. – 254 с.
4. Jelenic Djurdje. Savrmenice gledanja na problem ishrane vocana mikroelementima i mogućnosti njihove primene preko Lista / Agrohemija. – 1973. – № 4. – С. 25-31.
5. Шкурко, Т. И. Влияние внесения удобрений перед посадкой в период плодоношения на рост, развитие и урожай черной смородины (БССР): Автореф. дис... канд. с.-х. наук / Т. И. Шкурко. – Жодино, 1990. – 34 с.
6. Садыков, Б. С. Усовершенствование мер борьбы с болезнями в целях построения интегрированной системы защиты черной смородины от болезней и вредителей в Нечерноземной зоне РСФСР: Автореф. дис... канд. с.-х. наук / Б. С. Садыков. – М., 1990. – 263 с.
7. Бурмистров, А. Д. Ягодные культуры / А. Д. Бурмистров. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 237 с.

8. Клональное микроразмножение ремонтантных форм малины и подходы к разработке системы трансформации малины / В. В. Вовк [и др.] // Достижения науки и передовой опыт в производстве и учебно-воспитательный процесс. – Брянск, 1997. – С. 94-96.
9. Высоцкий, В. А. Особенности клонального микроразмножения некоторых форм ремонтантной малины / В. А. Высоцкий // Плодоводство и ягодоводство России: сбор. науч. работ. – М., 1996. – С. 90-95.
10. Использование метода микрклонального размножения для ускорения селекционного процесса и производства посадочного материала малины / И. В. Казаков [и др.] // Использование биотехнологических методов для решения генетико-селекционных проблем: сб. докл. / ВНИИГиСПР. – Мичуринск, 1998. – С. 20-22.
11. Казаков, И. В. Итоги и перспективы селекции малины / И. В. Казаков // Проблемы научного обеспечения садоводства России и пути их решения: Сб. докл. / ВНИИСПК. – Орел, 1995. – С. 72-74.
12. Казаков, И. В. Малина / И. В. Казаков, В. В. Кичина. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 76 с.
13. Казаков, И. В. Малина / И. В. Казаков, В. В. Кичина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 71 с.
14. Казаков, И. В. Малина в вашем саду / И. В. Казаков. – Брянск: «Придесенье», 1995. – 144 с.
15. Казаков, И. В. Малина и ежевика / И. В. Казаков. – Москва: «Фолио», 2001. – 256 с.
16. Казаков, И. В. Малина и ежевика / И. В. Казаков. – М., Колос, 1994. – 141 с.
17. Казаков, И. В. Малина без вредителей, болезней и химикатов. Садоводство / И. В. Казаков. – М., Колос, 1993. – С. 18-19.
18. Казаков, И. В. Малина ремонтантная / И. В. Казаков, С. Н. Евдокименко. – М.: Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства Россельхозакадемии, 2007. – 288 с.
19. Казаков, И. В. Малина, ежевика и их гибриды / И. В. Казаков, Л. А. Грюнер, В. В. Кичина // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 154 с.
20. Казаков, И. В. Наследование компонентов урожайности в гибридном потомстве ремонтантных сортов и форм малины / И. В. Казаков, Т. В. Носенко // Новое в ягодоводстве Нечерноземья: сб. науч. работ / НИЗИСНП. – М., 1990. – С. 66-73.
21. Казаков, И. В. Новые технологии возделывания малины / И. В. Казаков // Садоводство России. – Тверь: «Дайжест», 1994. – С. 194-195.
22. Казаков, И. В. Перспективы создания ремонтантных сортов малины для машинной уборки урожая / И. В. Казаков, С. Н. Евдокименко // Плодоводство и ягодоводство: сб. науч. работ / ВСТИСП. – М., 2004. – Т. 11. – С. 114-125.
23. Казаков, И. В. Проблемы и перспективы создания сортов малины ремонтантного типа / И. В. Казаков // Селекционно-генетические проблемы развития садоводства в средней полосе европейской части России: сб. докл. / ВНИИГиСПР. – Мичуринск, 1995. – С. 26-29.
24. Селекционная оценка родительских форм малины по степени проявления ремонтантности плодоношения / И. В. Казаков [и др.] // Современные проблемы генетики и селекции плодовых и ягодных культур и пути их решения: сб. докл. / ВНИИГиСПР. – Мичуринск, 1999. – С. 81-83.
25. Селекционные возможности защиты насаждений малины от патогенов и вредителей / И. В. Казаков [и др.] // Актуальные вопросы теории и практики защиты плодово-ягодных культур от вредных организмов в условиях многоукладности сельского хозяйства. – М., 1998. – С. 336-340.
26. Казаков, И. В. Селекция малины в средней полосе РСФСР / И. В. Казаков. – Тула: Приокское книжное издательство, 1989 – 217 с.

УДК 632.952:632.4:635.262(324)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТЫ ЧЕСНОКА ОЗИМОГО ОТ ГНИЛЕЙ

Д. А. Брукиш, Н. А. Матиевская

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

Ключевые слова: чеснок озимый, возбудители гнилей, фунгициды, распространенность, эффективность.

Аннотация. Проведены исследования по изучению экономической эффективности применения фунгицидов для протравливания зубков чеснока озимого перед посадкой. Использовали протравитель Ламадор Про, КС с нормой расхода 0,8 л/т. В результате исследований установлено, что предпосевная обработка зубков чеснока озимого повышает сохранность растений после перезимовки на 23,8 % и снижает распространенность гнилей к моменту уборки урожая на 7,6 %. Данный прием защиты чеснока озимого от гнилей позволил увеличить урожайность луковиц на 14,6 ц/га.

Уровень хозяйственной эффективности применения протравителя Ламадор Про, КС составил 17,3 %. При этом чистый доход от выращивания чеснока озимого в СООО «Леор-Фиш» Новогрудского района с применением фунгицида Ламадор Про, КС составил 16203,36 \$ США на 1 га при уровне рентабельности 419,8 %.

ECONOMIC EFFICIENCY OF PROTECTING WINTER GARLIC FROM ROTS

D. A. Brukich, N. A. Matievskaja

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 garlic, pathogens of rot, fungicides, prevalence, effectiveness.

Summary. Researches on economic efficiency of application of fungicides for etching of winter garlic before planting have been conducted. Lamador Pro, KS with the consumption rate of 0,8 l/t was used. As a result of studies it was found that pre-sowing treatment of winter garlic increases the safety of plants after overwintering by 23,8 % and reduces the prevalence of rot by 7,6 % by the time of harvest. This method of protection of winter garlic from rotting allowed to increase the yield of bulbs by 14,6 c/ha.

The level of economic efficiency of Lamador Pro, KS etchant application was 17,3 %. At the same time, the net income from winter garlic growing in «Leor-Fish»,

Novogrudok district with the use of Lamador Pro, CW made up 16203,36 USD per 1 ha with the level of profitability 419,8 %.

(Поступила в редакцию 01.06.2020 г.)

Введение. Среди овощных культур чеснок является одним из ценных продуктов питания. Популярность чеснока объясняется его бактерицидными и антиоксидантными свойствами. Увеличение его производства связано с возрастающими потребностями населения, перерабатывающей промышленности и медицины. Однако, несмотря на большой спрос, в структуре посевных площадей чеснок занимает лишь незначительное место. Культура чеснока пока не получила распространения в промышленном овощеводстве республики. Уровень производства чеснока в стране не способен в полном объеме удовлетворить спрос населения и промышленности в этой культуре, поэтому нехватка чеснока покрывается завозом из-за рубежа [1].

Для обеспечения жителей высококачественным и конкурентоспособным чесноком необходимо применение прогрессивных технологий его возделывания. При этом одним из основных факторов, влияющих на повышение производства чеснока, является урожайность, которая в настоящее время в Республике Беларусь остается достаточно низкой [2].

Одним из стрессовых факторов, снижающих урожайность и качество луковиц чеснока озимого, является поражение болезнями грибной этиологии. В последние десятилетия, ввиду изменения климата, сложился достаточно напряженный провокационный фон в естественных условиях, что приводит к потере 40-50 % урожая, а в годы эпифитотий – до 70 % [3].

К защите чеснока от заболеваний необходимо подходить комплексно. Однако многие авторы указывают, что основным источником инфекции является посадочный материал. Поэтому в системе защиты данной культуры большое хозяйственно-экономическое значение имеют мероприятия, направленные на оздоровление посадочного материала [4, 5, 6].

Основным способом оздоровления является обеззараживание зубков фунгицидами перед посадкой [7, 8]. Однако в Государственном реестре средств защиты растений и удобрений Республики Беларусь не были зарегистрированы фунгициды для применения на чесноке озимом.

Учитывая это, **целью** наших **исследований** являлось определение экономической эффективности применения фунгицидов для протравливания зубков чеснока озимого перед посадкой.

Материал и методика исследований. Опыты по изучению эффективности предпосадочной обработки зубков чеснока озимого про-

водились в условиях СООО «Леор-Фиш» Новогрудского района на сорте чеснока Полесский сувенир.

Осенью 2018 г. зубки чеснока перед посадкой были обработаны фунгицидом Ламадор Про, КС с нормой расхода 0,8 л/т. Посадку обеззараженных зубков проводили по технологии, предусмотренной для данной культуры. Контролем служили посадки чеснока, где обработка зубков протравителем не осуществлялась.

Весной 2019 г., после появления всходов проводили учет перезимовавших растений и степень поражения растений болезнями. Второй учет проводили в момент уборки урожая и оценивали распространенность и видовой состав гнилей на луковичках.

Результаты исследований и их обсуждение. Погодные условия осени 2018 г. были благоприятны для посадки чеснока. Количество выпавших осадков и температура воздуха находились на уровне среднелетних показателей. Начало весны 2019 г. было значительно теплее многолетних значений, что способствовало активному развитию гнилей на растениях чеснока.

Учеты, проведенные весной во время всходов растений показали положительное влияние фунгицида Ламадор Про, КС на перезимовку зубков чеснока. Всходы растений появились одновременно на обоих вариантах опыта, однако их густота стояния на единице площади по вариантам была разная (таблица 1).

Обработка зубков перед посадкой препаратом Ламадор Про, КС повысила сохранность растений. Так, число перезимовавших растений в данном варианте составило 318,6 шт./10 м². В то время как в варианте без обработки после зимовки сохранилось 257,3 растений на 10 м².

Таблица 1 – Результаты оценки влияния предпосевной обработки зубков чеснока озимого на распространенность гнилей в фазу роста вегетативной массы

Вариант опыта	Норма расхода препарата, кг/т	Количество перезимовавших растений, шт./10 м ²	Количество пораженных растений, шт./10 м ²	Распространенность гнилей, %
Ламадор Про, КС	0,8	318,6	8,5	2,67
Контроль – без обработки	-	257,3	15,1	5,87
НСР _{0,05}		58,45	4,62	

Распространенность гнилей в контрольном варианте в фазу роста вегетативной массы достигла 5,9 %, тогда как при применении фунгицида Ламадор Про, КС – 2,8 %.

При проведении второго учета было установлено, что протравливание зубков перед посадкой оказало положительное влияние на коли-

чество сохранившихся растений к моменту уборки урожая. Данный прием защиты позволил сохранить 60 растений на 10 м², по сравнению с вариантом, где протравитель не применялся (таблица 2).

Таблица 2 – Влияния предпосевной обработки зубков чеснока озимого на видовой состав гнилей на луковицах в момент уборки урожая (фаза вызревания луковиц)

Вариант опыта	Количество сохранившихся растений, шт./10 м ²	Количество пораженных луковиц, шт./10 м ²	Распространенность гнилей, %				
			серая шейковая гниль	черная гниль	зеленая плесень	фузариозная гниль	общая
Ламадор Про, КС	298,5	10,3	0	0	0,8	3,1	3,5
Контроль – без обработки	238,6	26,5	0,8	0	2,3	7,5	11,1
НСР _{0,05}	36,54	4,59					

Распространенность гнилей в контрольном варианте (без применения фунгицида) достигла 11,1 %. Применение протравителя Ламадор Про, КС позволило снизить этот показатель на 7,6 %.

Микологический анализ головок чеснока показал, что на пораженных луковицах преобладали фузариозная гниль и зеленая плесень. В контрольном варианте распространенность фузариозной гнили составила 7,5 %, а зеленой плесени – 3,1 %. Предпосадочная обработка зубков привела к снижению распространенности гнилей на 4,4 и 1,5 % соответственно.

Протравливание зубков чеснока озимого перед посадкой позволило увеличить урожайность луковиц на 14,6 ц/га.

Полученные результаты подтверждаются хозяйственной эффективностью применения протравителя Ламадор Про, КС, уровень которой составил 17,3 %.

Большое значение имеет организация производства чеснока в промышленных масштабах. Важным является экономический анализ эффективности мероприятий, с помощью которых можно изыскать действенные методы повышения урожайности культуры и качества продукции. Основным показателем, характеризующим эффективность применения средств защиты растений, является расчет экономической эффективности проводимых защитных мероприятий [9].

В результате проведенных исследований установлено, что протравливание зубков чеснока озимого перед посадкой фунгицидом Ламадор Про, КС является экономически выгодным приемом. Оценка эффективности данного приема защиты чеснока озимого от гнилей

позволяет констатировать, что предпосадочная обработка зубков протравителем обеспечила увеличение чистого дохода в размере 3349,88 \$ США на 1 га по сравнению с вариантом без применения протравителя (таблица 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность протравливания чеснока озимого препаратом Ламадор Про, КС

Показатели	Контроль – без протравливания зубков	Протравливание зубков фунгицидом Ламадор Про, КС
Урожайность с 1 га, ц	69,7	84,3
Сохраненный урожай, ц/га	-	14,6
Стоимость 1 ц продукции, \$ США	238	238
Стоимость продукции, \$ США/га	16588,6	20063,4
Производственные затраты на 1 га, \$ США	3735,12	3860,04
Себестоимость 1 ц продукции, \$ США	53,59	45,79
Затраты труда, чел.-час: - на 1 га - на 1 ц	2723,11 39,07	2939,76 34,87
Чистый доход (прибыль) на 1 га, \$ США	12853,48	16203,36
Уровень рентабельности, %	344,1	419,8

При этом чистый доход от выращивания чеснока озимого в СООО «Леор-Фиш» Новогрудского района с применением фунгицида Ламадор Про, КС составил 16203,36 \$ США на 1 га при уровне рентабельности 419,8 %.

Заключение. Таким образом, исследованиями установлено, что предпосевная обработка зубков чеснока озимого фунгицидом Ламадор Про, КС повышает сохранность растений после перезимовки на 23,8 %, снижает распространенность гнилей к моменту уборки урожая на 7,6 % и приводит к сохранению 14,6 ц/га урожая при уровне хозяйственной эффективности 17,3 %. Данный прием защиты чеснока озимого от гнилей является экономически выгодным, т. к. обеспечивает чистый доход в размере 16203,36 \$ США на 1 га при уровне рентабельности 419,8 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попков, В. А. Чеснок: биология, технология, экономика / В. А. Попков. – Минск: Наша Идея, 2012. – 768 с.
2. Волчкевич, И. Г. Эффективность приемов защиты посадок чеснока озимого от вредных организмов / И. Г. Волчкевич, Ф. А. Попов // Защита растений: сб. науч. трудов / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», Ин-т защиты растений. – Минск, 2018. – Вып. 42. – С. 316-326.

3. Распространение и вредоносность микозов на культуре чеснока озимого в условиях Московской области / Т. М. Середин [и др.] // Овощи России. – 2018. – № 6. – С. 84-90.
4. Матиевская, Н. А. Вредоносность гнилей чеснока озимого / Н. А. Матиевская, Д. А. Брукиш // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. трудов. – Гродно: ГГАУ, 2018. – Т. 42 (Агрономия). – С. 101-106.
5. Алексеева, Т. В. Влияние предпосевной обработки однозубковых на массу и урожайность чеснока озимого / Т. В. Алексеева // Актуальные проблемы биологической и химической экологии: сб. материалов V Международной науч.-практ. конф. – Москва: ИИУ МГОУ, 2016. – С. 8-11.
6. Улимбашев, А. М. Влияние вида посадочного материала на урожай и качество озимого чеснока / А. М. Улимбашев, Е. В. Прудникова // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2017. – № 9 (157). – С. 12-14.
7. Матиевская, Н. А. Эффективность протравителей семян озимого чеснока / Н. А. Матиевская, Д. А. Брукиш // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. статей по материалам XI Междунар. науч.-практ. конф. – Горки: БГСХА, 2018. – С. 141-143.
8. Волчкевич, И. Г. Эффективность приемов защиты посадок чеснока озимого от вредных организмов / И. Г. Волчкевич, Ф. А. Попов // Защита растений: сб. науч. трудов / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», Ин-т защиты растений. – Минск, 2018. – Вып. 42. – С. 316-326.
9. Дегтяревич, И. И. Организация производства / И. И. Дегтяревич // Учебное пособие. – Гродно: ГГАУ, 2018. – 220 с.

УДК 631.523:634.721

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЯГОД АЛЛОТЕТРАПЛОИДНЫХ ФОРМ *RIBES NIGRUM* L. X *GROSSULARIA RECLINATA* MILL.

И. Э. Бученков, А. Г. Чернецкая, Е. Р. Грицкевич

Белорусский государственный университет Международный
государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова БГУ
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220070,
г. Минск, ул. Долгобродская, 23/1; e-mail: butchenkow@mail.ru,
chealval@gmail.com)

Ключевые слова: химический состав ягод, аллотетраплоидные формы, отдаленная гибридизация, крыжовник, смородина черная.

Аннотация. В статье отражены результаты изучения свойств гибридов отдаленных межродовых реципрокных скрещиваний *R. nigrum* x *Gr. Reclinata*, которые были направлены на объединение в гибридной форме признаков высокой урожайности, иммунности, зимостойкости, длинной плодовой кисти, крупноплодности, высокой витаминности, бесшипности побегов.

Важным показателем ценности полученных форм является биохимический состав ягод: содержание сахаров, органических кислот, витамина С.

В данном исследовании проведен анализ химического состава ягод аллотетраплоидных форм *Ribes nigrum* x *Grossularia reclinata*, а именно изучение

содержания общей суммы сахаров, титруемой кислотности, витамина С в ягодах исходных диплоидных сортов и отдаленных гибридов.

CHEMICAL MUTAGENESIS IN BREEDING RIBES NIGRUM AND RIBES RUBRUM

I. E. Buchenkov, A. G. Chernetskaya, E. R. Gritskevitch

International Environmental Sakharov Institute of Belorussian State University

Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220070, Minsk, 23/1 Dolgobrodskaya str.; e-mail: butchenkow@mail.ru)

Key words: *chemical composition of berries, allotetraploid forms, distant hybridization, gooseberries, black currants.*

Summary. *The article reflects the results of a study of the properties of hybrids of distant intergeneric reciprocal crosses *R. nigrum* x *Gr. Reclinata*, which were aimed at combining in a hybrid form the attributes of high productivity, immunity, winter hardiness, long fruit brush, large-fruited, high vitamin content, shoot-free shoots.*

An important indicator of the value of the obtained forms is the biochemical composition of berries – the content of sugars, organic acids, vitamin C.

*This study analyzed the chemical composition of the berries of allotetraploid forms *Ribes nigrum* x *Grossularia reclinata*, namely, the study of the total amount of sugars, titratable acidity, vitamin C in the berries of the original diploid varieties and distant hybrids.*

(Поступила в редакцию 25.05.2020 г.)

Введение. Черная смородина (*Ribes nigrum* L.) – наиболее широко распространенный ягодный кустарник, имеющий большое значение, благодаря высоким достоинствам плодов. Ягоды черной смородины – важный пищевой и лечебный продукт, содержащий необходимые для нормальной жизнедеятельности организма вещества, ягоды используются, прежде всего, как источник витаминов С, Р, В, провитамина А. По содержанию аскорбиновой кислоты плоды черной смородины превосходят абсолютное большинство ягодных растений. Кроме того, ягоды ее богаты сахарами, органическими кислотами, минеральными солями, содержат пектиновые и дубильные вещества.

Крыжовник обыкновенный (*Grossularia reclinata* Mill.), либо европейский, либо отклоненный – данный вид является представителем рода смородина семейства крыжовниковые. Крыжовник выгодно отличается от других ягодных культур тем, что его ягоды пригодны для употребления в различной степени зрелости. Полузрелые, еще твердые ягоды, которые только начинают приобретать окраску, свойственную сорту, ис-

пользуют для приготовления компотов и т. н. «царского» варенья. При полном созревании, когда ягоды приобретут характерную для сорта окраску и мягкую консистенцию, их потребляют в свежем виде, а также готовят из них соки, джемы, мармелад, повидло. Важно не допускать их перезревания, т. к. при этом у некоторых сортов ухудшается внешний вид и вкус, снижается содержание витаминов и сахаров.

Ягоды крыжовника хорошо переносят транспортировку, однако лучше для этого собирать их в полужрелом состоянии: ягоды крыжовника способны дозревать после сбора. Благодаря этому они могут сохраняться без существенных потерь в прохладном помещении в течение 2-х суток, а в холодильнике гораздо дольше (при температуре близкой к 0 °С до 7-10 дней).

Научно обоснованная селекционная работа уже привела к созданию ценных форм по всем группам культурных растений. Однако время меняет сорт и требования к нему. Поэтому состав сортимента сельскохозяйственных культур динамичен и требует непрерывного совершенствования, которое возможно на основе генетического улучшения культивируемых и создания новых сортов интенсивного типа.

Успехи селекционной работы во многом зависят от исходного материала и степени его изученности. Практика не раз доказывала, что разработка методов создания исходного материала эффективна и перспективна. Полученный в короткие сроки богатый исходный материал является надежным и реальным резервом интенсификации селекционного процесса. В настоящее время к исходному материалу предъявляют особые требования. При этом решающее значение имеет выделение из созданного генофонда хозяйственно ценных форм, получение новых генетических доноров по актуальным направлениям селекции, разработка эффективных методов вовлечения их в селекционные программы.

Особое значение в создании исходного селекционного материала имеет метод гибридизации, который позволяет получать новые растительные организмы с выгодным сочетанием ценных признаков исходных родительских форм. Большой интерес при этом представляет отдаленная гибридизация, которой принадлежит ведущая роль в происхождении и эволюции большинства дикорастущих растений [2].

Эффективность метода отдаленной гибридизации в получении исходных форм заключается в том, что он позволяет объединить разобщенные ходом эволюции ценные признаки и получить разнообразный по многим параметрам гибридный материал. В целом, метод отдаленной гибридизации обуславливает возможность искусственного получения новых растительных организмов с комплексом хозяйственно ценных признаков, которые редко присутствуют в генотипе одного

сорта. Отдаленная гибридизация позволяет сокращать сроки селекционного процесса, добиваться более сильного вмешательства в наследственность растений, вовлекать в гибридизацию генетически разнообразный материал, обладающий контрастными свойствами, создавать оригинальные, не существующие в природе формы с новыми признаками, управлять процессом изменчивости, расширяя ее диапазон [4].

О возможности отдаленной гибридизации растений человечество знало давно. Однако отсутствие научно обоснованной теоретической базы долгое время сдерживало ее на уровне случайных поисков. Перспективы искусственной отдаленной гибридизации видов и родов в создании ценных форм растений были предсказаны Н. И. Вавиловым, теоретические основы определены Г. Д. Карпеченко, а практические рекомендации разработаны И. В. Мичуриным. Работы этих ученых показали принципиальную значимость метода отдаленной гибридизации, который позволяет расширить формообразовательные процессы по различным направлениям и управлять ходом их развития по усмотрению человека. Развитие работ по отдаленной гибридизации, методов переноса чужеродных генов, рекомбиогенеза и генетического конструирования геномов, синтеза новых таксономических единиц позволяет получать исходный материал, на основе которого возможно создание нового поколения сортов с высокой экологической адаптивностью и выносливостью к неблагоприятным региональным факторам среды [5].

Ни один из селекционных методов не позволяет так широко обогащать генофонд культурных растений, как отдаленная гибридизация. Метод отдаленной гибридизации позволяет получать новые формы растений с различной наследственностью в относительно короткие сроки [2]. Эффективность метода отдаленных скрещиваний в развитии теоретической биологии и практическом преобразовании природы является в настоящее время вполне доказанной работами и достижениями как отечественных, так и зарубежных ученых [1, 3, 4, 6].

Большое значение для увеличения наследственной изменчивости при получении исходного селекционного материала имеет метод полиплоидии, который вызывает глубокие и разносторонние изменения признаков и свойств растений. Исследования по экспериментальной полиплоидии, выясняющие специфику автополиплоидов в сравнении с исходными диплоидами, создают основу для более рационального использования генофонда растений в качестве исходного материала для селекции. В связи с этим искусственную автополиплоидию следует рассматривать как один из важных приемов селекции, позволяющий получать новый исходный генофонд. С середины прошлого века индуцированная автополиплоидия все интенсивнее внедряется в практику и

является результативной у ряда сельскохозяйственных культур. Практика доказывает, что хозяйственно полезные признаки, которые на диплоидном уровне проявились недостаточно, при переходе на новый уровень ploидности могут реализоваться в большей степени, изменяя норму реакции и обуславливая биологические преимущества [2].

Цель исследований – провести анализ химического состава ягод гибридов отдаленных межродовых реципрокных скрещиваний *R. nigrum* x *Gr. Reclinata* для отбора ценных для практической селекции форм.

Материал и методика исследований. Объектами исследований являлись сорта, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков: сорта смородины черной – Наследница, Белорусская сладкая, Клуссоновская; крыжовника – Белорусский сахарный, Машека.

Отдаленные межродовые реципрокные скрещивания *R. nigrum* x *Gr. reclinata* были направлены на объединение в гибридной форме признаков высокой урожайности, иммунности, зимостойкости, длинной плодовой кисти, крупноплодности, высокой витаминности, бесшипности побегов.

С целью получения аллотетраплоидных форм проводили обработку верхушечных почек отдаленных гибридов в фазе начала распускания 1 % раствором колхицина в воде методом наложения желатиновых капсул при экспозиции 36 ч. После обработки почки промывали 0,001%-м раствором гетероауксина, а после развития побегов их отщипывали и укореняли. В конце первого вегетационного периода отбор аллотетраплоидных форм осуществляли по морфологическим признакам, а на второй год – на основе подсчета хромосом в клетках кончиков корешков на окрашенных давленных препаратах.

С целью определения химического состава ягод аллотетраплоидных форм *Ribes nigrum* x *Grossularia reclinata* проведено изучение содержания общей суммы сахаров, титруемой кислотности, витамина С в ягодах исходных диплоидных сортов и отдаленных гибридов. Общую сумму сахаров определяли по методу Бертрана, который основан на способности альдегидной группы сахаров взаимодействовать с реактивом Фелинга и восстанавливать окись меди до закиси меди, выпадающей в виде осадка красного цвета. Титруемую кислотность определяли титрованием вытяжек 0,1н раствором гидроокиси натрия. Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах в фазе полной спелости определяли по индофенольному методу в модификации Н. А. Брюхановой.

Исследования проводили на агробиологической станции БГПУ им. М. Танка (1999 по 2008 гг.) и опытном поле ПолесГУ (2009 по 2015 гг.).

Скрещивания, полевые опыты, наблюдения, описание признаков выполнены по Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Всего в 6 комбинациях скрещиваний опылен 1921 цветок, высеяно 484 гибридных семян, из которых выращено 41 растение. С целью перевода отдаленных гибридов на полиплоидный уровень колхицином было обработано 245 почек, из которых выращено 186 растений. На основе морфологического анализа было отобрано 98 растений, а на основе цитологического анализа – 49 аллотетраплоидов.

Важным показателем ценности полученных форм является биохимический состав ягод: содержание сахаров, органических кислот, витамина С. Анализ данных по содержанию суммы сахаров показывает, что для исходных родительских сортов смородины черной он изменяется в пределах 7,74-11,64 %; у крыжовника – 8,57-13,68 %. У аллотетраплоидов данный показатель колеблется в пределах 8,98-13,05 % (таблица).

Показатель содержания органических кислот у родительских сортов смородины черной изменяется в пределах 1,02-3,06 %; у крыжовника – 1,52-2,63 %; у аллотетраплоидов – 1,23-2,98 % (таблица).

Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах исходных сортов смородины черной изменяется в пределах 98-298 мг/100 г; у крыжовника – 19-36 мг/100 г; у аллотетраплоидов – 99-299 мг/100 г (таблица).

Таблица – Химический состав ягод сортов *Ribes nigrum*, *Grossularia reclinata* и реципрокных аллотетраплоидных форм *Ribes nigrum* x *Grossularia reclinata*

Сорт, комбинация скрещивания	Плоидность	Сумма сахаров, %	Титруемая кислотность, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г
1	2	3	4	5
R. nigrum				
Наследница	2n	7,74-8,54* 8,14**	2,56-3,06 2,81	154-158 156
Клуссоновская	2n	7,87-10,11 8,99	2,61-3,38 2,99	98-118 108
Белорусская сладкая	2n	10,83-11,64 11,24	1,02-1,05 1,04	276-298 287
Gr. reclinata				
Белорусский сахарный	2n	8,57-13,68 11,13	1,52-1,89 1,71	19-23 21
Машека	2n	9,63-10,33 9,98	2,11-2,63 2,37	32-36 34

Продолжение таблицы

R. nigrum x Gr. reclinata				
1	2	3	4	5
Наследница х Машека	4n	8,98-10,35 9,67	2,40-2,53 2,47	139-171 155
Клуссоновская х Белорусский сахарный	4n	10,92-11,33 11,13	1,90-2,42 2,16	99-117 108
Клуссоновская х Машека	4n	9,63-10,11 9,87	2,35-2,63 2,49	99-115 107
Белорусская сладкая х Белорусский сахарный	4n	10,12-12,21 11,17	1,23-1,52 1,38	274-296 285
Белорусская сладкая х Машека	4n	9,36-10,22 9,79	1,64-1,75 1,69	273-299 286
Gr. reclinata x R. nigrum				
Белорусский сахарный х Наследница	4n	10,21-12,12 11,16	2,02-2,50 2,26	142-164 153
Белорусский сахарный х Белорусская сладкая	4n	10,62-11,66 11,14	1,23-1,52 1,38	274-292 283
Белорусский сахарный х Клуссоновская	4n	10,65-11,73 11,19	2,03,2,67 2,35	100-112 106
Машека х Наследница	4n	9,76-10,15 9,96	2,37-2,81 2,59	141-163 152
Машека х Белорусская сладкая	4n	9,84-10,09 9,97	1,32-2,09 1,71	277-291 284
Машека х Клуссоновская	4n	9,87-10,11 9,99	2,38-2,98 2,68	99-111 105

*Примечание – * колебания показателей по годам; ** средние данные*

Закключение. В результате изучения химического состава ягод реципрокных аллотетраплоидных форм *Ribes nigrum* x *Grossularia reclinata* и исходных родительских сортов *Ribes nigrum* и *Grossularia reclinata* установлено, что:

- наследование признака суммы сахаров у аллотетраплоидов происходит по родительскому сорту крыжовника и не зависит от того, материнской или отцовской формой он является;
- показатель содержания органических кислот у аллотетраплоидов характеризуется промежуточными значениями между исходными сортами смородины черной и крыжовника, представленными в генотипе гибрида;
- содержание аскорбиновой кислоты в ягодах аллотетраплоидов наследуется по родительскому сорту смородины черной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бавтуто, Г. А. Обогащение генофонда и создание исходного материала плодово-ягодных культур на основе экспериментальной полиплоидии и мутагенеза: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.05 / Г. А. Бавтуто; Тартуский гос. ун-т. – Тарту, 1980. – 49 с.
2. Еремин, Г. В. Повышение эффективности использования отдаленной гибридизации в селекции плодовых и ягодных культур / Г. В. Еремин // Отдаленная гибридизация и полиплоидия в селекции плодовых и ягодных культур: тезисы докл. на секции садоводства РАСХН, Орел, 3-6 августа 1993 г. / ВНИИСПК; редкол.: Е. Н. Седов [и др.]. – Орел, 1993. – С. 3-5.
3. Кузьмин, А. Я. Отдаленная гибридизация в семействе крыжовниковых / А. Я. Кузьмин, Н. И. Чувашина // Отдаленная гибридизация растений и животных. – М., 1960. – С. 113-126.
4. Курсаков, Г. А. Отдаленная гибридизация и перспективы ее использования в селекции плодовых растений / Г. А. Курсаков // Отдаленная гибридизация и полиплоидия в селекции плодовых и ягодных культур: тезисы докл. на секции садоводства РАСХН, Орел, 3-6 августа 1993 г. / ВНИИСПК; редкол.: Е. Н. Седов [и др.]. – Орел, 1993. – С. 33.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел, 1999. – 608 с.
6. Сергеева, К. Д. Крыжовник / К. Д. Сергеева. – М., 1989. – 208 с.

УДК 633.11 «321»:632.952:631.559:577.112

ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА И СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В ЗЕРНЕ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ И ОБРАЗЦОВ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ

В. Н. Буштевич, Е. И. Позняк, М. А. Дашкевич

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

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

г. Жодино, ул. Тимирязева, 1; e-mail: triticale@tut.by)

Ключевые слова: яровая пшеница, урожайность зерна, содержание белка в зерне, фунгициды.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению влияния фунгицидов на урожайность зерна и содержание белка в зерне различных сортов и образцов пшеницы яровой. Отмечено, что в контрастных погодных условиях урожайность зерна и содержание в нем белка в большей степени зависели от метеорологических условий, складывающихся в период вегетации растений, чем от технологии возделывания пшеницы. Установлено, что в зависимости от уровня интенсификации технологии возделывания данной культуры самая высокая прибавка урожайности 4,8-12,3 ц/га (10,5-29,8 %) была сформирована при двукратном применении фунгицидов. Увеличение содержания белка в зерне в зависимости от применения фунгицидов отмечено только у пшеницы яровой Эврика.

INFLUENCE OF FUNGICIDES ON THE YIELD AND PROTEIN CONTENT IN GRAIN OF DIFFERENT VARIETIES AND SAMPLES OF SPRING WHEAT

V. N. Bushtevich, E. I. Poznyak, M. A. Dashkevich

Research and Practical Center of the NAS for Arable Farming
Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222160, Zhodino,
1 Timiryazeva Str., e-mail: triticale@tut.by)

Key words: *spring wheat, grain yield, protein content in grain, fungicides.*

Summary. *The paper presents the results of the research on the influence of fungicides on the yield and protein content in grain of different varieties and samples of spring wheat. It is noted that under contrast weather conditions grain yield and protein content depend mostly on weather conditions during the vegetation period than on the technology of wheat cultivation. It's established that depending on the level of intensification of the cultivation technology the highest yield increase of 4,8-12,3 dt/ha (10,5-29,8 %) is formed with a dual application of fungicides. Only Evrika, a spring wheat variety, demonstrates the increase of protein content in grain depending on fungicide application.*

(Поступила в редакцию 25.05.2020 г.)

Введение. Яровая мягкая пшеница – важная продовольственная культура в Беларуси. Несмотря на значительное увеличение в последние годы посевов озимой пшеницы (более 500 тыс. га), площадь, занимаемая яровой пшеницей, в республике значительна и составляет 130-150 тыс. га [1].

Данная культура поражается комплексом болезней, которые значительно снижают урожайность зерна и приводят к ухудшению его качества. Видовой состав фитопатогенов яровой пшеницы существенно не отличается от озимой. На ней зарегистрировано 4 вида головни, 3 вида ржавчины, а также мучнистая роса, септориоз, фузариоз и корневые гнили [2, 3, 4]. Наиболее вредоносными болезнями пшеницы яровой, поражающими вегетативные и генеративные органы, в условиях республики являются септориоз листьев (возбудитель – *Mycosphaerella graminicola* (синоним *Septoria tritici*)), мучнистая роса (возбудитель – *Blumeria graminis*), а также септориоз (возбудитель – *Phaeosphaeria nodorum* (синоним *Stagonospora nodorum*)) и фузариоз (возбудитель – *Fusarium* spp.) колоса [5].

Цель работы – изучить влияние фунгицидов на формирование максимальной урожайности зерна высокого качества при разработке элементов технологии возделывания пшеницы яровой с учетом ее сортовых особенностей.

Материал и методика исследований. Исследования проводили в селекционно-семеноводческом комплексе «Перемежное» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» на средне окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (гумус – 2,1-2,3 %, P_2O_5 – 220-260 мг/кг, K_2O – 200-300 мг/кг почвы, pH_{KCl} – 5,8-6,2). За исключением изучаемых факторов, технология возделывания пшеницы яровой в опытах осуществлялась в соответствии с отраслевым регламентом [6] на делянках 10 м², в трехкратной повторности.

Объектами исследований служили 5 сортов и 2 сортообразца пшеницы яровой: Любава, Ладея, Эврика, Награда, Мадонна, МР 3/16 и МР 4/16. В качестве протравителя использовали Ламадор Про, КС (Протиоконазол 100 г/л, Тебуконазол 60 г/л, Флуопирам 20 г/л) (0,5 л/т). Для борьбы с сорняками применяли гербицид Секатор Турбо, МД (Амидосульфурон 100 г/л, Йодосульфурон-метил-натрий 25 г/л, Мефенпир-диэтил 250 г/л) (0,1-0,125 л/га). Обработку посевов фунгицидами проводили в соответствии со схемой опыта: 1 – контроль без внесения фунгицидов; 2 – Зантара, КЭ (Биксафен 50 г/л, Тебуконазол, 166 г/л) 0,8-1,0 л/га (ДК 39-41); 3 – Зантара, КЭ 0,8-1,0 л/га (ДК 31-32) + Прозаро, КЭ (Протиоконазол 125 г/л, Тебуконазол 125 г/л) 0,8-1,0 л/га (ДК 60-61).

Метеорологические условия в годы исследований существенно различались по температурному режиму и влагообеспеченности. Так, вегетационный период 2017 г. был наиболее благоприятным для роста и развития растений, что привело к формированию высокой урожайности зерна пшеницы яровой в условиях этого года. Погодные условия 2018 г. были наиболее экстремальными. Отсутствие дождей, наряду с высокой температурой воздуха, в мае и начале июня привело к значительному снижению плотности продуктивного стеблестоя. Избыточное количество осадков выпавших в июле способствовало улучшению условий для налива зерна, однако привело к образованию дополнительного количества мелких и щуплых зерен из-за появления подгонов.

Результаты исследований и их обсуждение. Как известно, сорт является одним из значимых факторов повышения продуктивности любой сельскохозяйственной культуры. Его роль в прибавке урожая по мере улучшения культуры земледелия может достигать 50-75 % [7, 8].

На основании проведенных исследований было установлено, что в 2017 г. во всех вариантах опыта самая высокая урожайность зерна пшеницы яровой была сформирована у сорта Мадонна – 58,4; 65,6 и 71,6 ц/га соответственно (таблица 1). Прибавка его урожайности, по сравнению с другими сортами и образцами в контрольном варианте, находилась в пределах 2,2-16,4 ц/га (3,9-39,0 %), при однократном

применении фунгицида – 1,9-14,4 ц/га (3,0-28,1 %), при двукратной обработке посевов – 2,6-12,0 ц/га (3,8-20,1 %), была практически везде достоверной.

В условиях 2018 г. урожайность зерна пшеницы яровой была существенно ниже. Наиболее продуктивным (47,2; 47,5 и 51,7 ц/га) во всех вариантах опыта был образец МР 4/16 (таблица 1). В условиях вегетационного периода этого года прибавка его урожайности, по сравнению с другими образцами и сортами пшеницы в контрольном варианте, составила 6,7-14,3 ц/га (16,5-43,5 %), в варианте 1 – 2,8-10,5 ц/га (6,2-28,4 %) и в варианте 2 – 4,1-12,6 ц/га (8,6-32,2 %).

Установлено, что погодные условия в период вегетации растений по-разному влияли на изменение величины урожайности зерна пшеницы яровой. Так, максимально по годам величина данного показателя варьировала у сорта Мадонна, и в зависимости от технологии возделывания изменения составили 23,8; 25,7 и 30,8 ц/га (68,8; 64,4 и 75,5 %). Урожайность зерна сорта Эврика была невысокой, но стабильной по годам. Изменения величины данного показателя за годы исследований находились в пределах 1,5-12,0 ц/га (3,7-25,2 %). Необходимо отметить, что за исключением сорта Эврика у остальных образцов и сортов пшеницы в условиях 2018 г. даже при двукратном применении фунгицидов урожайность зерна была ниже, чем при благоприятных условиях произрастания растений в контрольном варианте в 2017 г.

Таблица 1 – Влияние фунгицидов на урожайность зерна пшеницы яровой, 2017-2018 гг.

Образец	Урожайность зерна, ц/га					
	2017 г.			2018 г.		
	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Контроль	Вариант 1	Вариант 2
Любава	54,0	57,6	65,3	32,9	37,0	39,1
МР 3/16	53,0	59,6	60,2	38,8	40,6	41,2
МР 4/16	56,2	63,7	69,0	47,2	47,5	51,7
Ладья	54,6	58,3	65,3	38,3	42,9	43,8
Эврика	42,0	51,2	59,6	40,5	44,7	47,6
Награда	49,7	62,5	63,7	38,0	38,4	43,7
Мадонна	58,4	65,6	71,6	34,6	39,9	40,8
НСР	3,4			3,0		
НСР тех.	1,3			1,2		
НСР сорт	2,0			1,7		

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что обработки посевов фунгицидами оказали существенное влияние на урожайность зерна пшеницы яровой. Так, в условиях 2017 г. величина данного показателя в зависимости от сорта в контрольном варианте варьировала от 42,0 до 58,4 ц/га. В вариантах при однократном и двукратном применении фунгицидов она находилась в пределах 51,2-65,6

ц/га и 59,6-71,6 ц/га и была достоверно выше, по сравнению с контролем, на 3,6-12,8 ц/га (6,7-25,7 %) и на 7,2-17,6 ц/га (13,6-41,9 %) соответственно.

Такая же закономерность была отмечена и в неблагоприятных условиях 2018 г. Так, у всех образцов и сортов пшеницы в контроле урожайность зерна была ниже, чем в вариантах при однократном и двукратном применении фунгицидов. Величина данного показателя была значительно ниже, чем в 2017 г., и в зависимости от технологии возделывания находилась в пределах 32,9-47,2; 37,0-47,5 и 39,1-51,7 ц/га. Урожайность зерна у пшеницы яровой в вариантах 1 и 2 была практически у всех достоверно выше, по сравнению с контролем, на 0,3-5,3 ц/га (0,6-12,6 %) и 2,4-7,1 ц/га (6,2-17,5 %) соответственно.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что в среднем за период исследований самая высокая урожайность зерна во всех вариантах опыта была сформирована у образца МР 4/16 (51,7; 55,6 и 60,4 ц/га) (рисунок 1). В сравнении с другими сортами и образцами прибавка его урожайности в контроле находилась в пределах 5,2-10,4 ц/га (11,2-25,2 %), в варианте при однократной обработке посевов фунгицидами – 5,0-8,3 ц/га (9,9-17,5 %) и при двукратном внесении фунгицида – 4,2-9,7 ц/га (7,5-19,1 %).

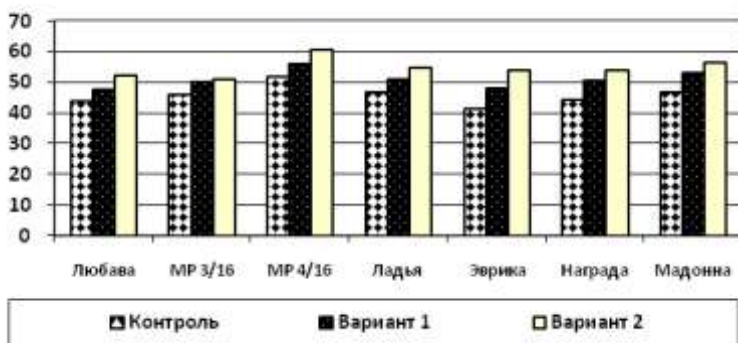


Рисунок 1 – Влияние фунгицидов на урожайность зерна пшеницы яровой, в среднем за 2017-2018 гг.

На основании проведенных исследований было установлено, что сорта яровой пшеницы по-разному реагируют на применение фунгицидов. Так, у сорта Эврика, по сравнению с другими образцами и сортами, при однократном и двукратном применении фунгицидов уро-

жайность зерна увеличилась в большей степени (на 6,7 и 12,3 ц/га) (16,2-29,8 %). Прибавка урожайности зерна в варианте 1 у сорта Любава и образца МР 4/16, а в варианте 2 у МР 3/16 была наименьшей и составила 3,8; 3,9 и 4,8 ц/га (8,7; 7,5 и 10,5 %) соответственно.

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что различные сорта и образцы яровой пшеницы характеризовались определенной специфичностью по содержанию белка в зерне в зависимости от погодных условий в период вегетации растений и применения фунгицидов. Так, в 2017 г., когда метеорологические условия в период налива зерна находились на уровне среднеголетних значений, самое высокое содержание белка в зерне пшеницы яровой независимо от технологий возделывания было отмечено у сорта Награда – 16,0; 16,0 и 16,3 %. По сравнению с другими изучаемыми образцами и сортами величина данного показателя у него была выше в контрольном варианте в абсолютном выражении на 1,0-2,0 % (в относительном выражении – 6,7-14,3 %), в варианте 1 – на 1,0-2,1 % (6,7-15,1 %) и в варианте 2 – на 0,8-2,3 % (5,2-16,4 %) (таблица 2). В сложившихся погодных условиях у образца МР 4/16, а также сортов Награда и Мадонна под влиянием различных технологий возделывания изменение содержания белка в зерне было незначительным и не превышало 0,3 % в абсолютном выражении (не более 2,0 % в относительном выражении), а у сортов Любава, Ладья и образца МР 3/16 не более 0,6 % (не более 4,3 %). В большей степени на уровень интенсивности технологий возделывания реагировал сорт Эврика. По сравнению с контролем содержание белка в зерне данного сорта в вариантах с применением фунгицидов было выше на 0,7 и 1,2 % (4,9 и 8,5 %).

Таблица 2 – Влияние фунгицидов на содержание белка в зерне пшеницы яровой, 2017-2018 гг.

Образец	Содержание белка в зерне, %					
	2017 г.			2018 г.		
	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Контроль	Вариант 1	Вариант 2
Любава	14,0	14,5	14,6	17,5	17,5	17,4
МР 3/16	15,0	14,9	15,5	16,5	16,5	16,8
МР 4/16	14,7	15,0	14,9	17,2	17,5	17,6
Ладья	14,0	14,6	14,6	17,5	17,4	17,4
Эврика	14,2	14,9	15,4	16,3	16,6	17,1
Награда	16,0	16,0	16,3	17,9	17,7	18,2
Мадонна	14,1	13,9	14,0	17,9	17,6	17,9
НСР	0,42			0,23		
НСР тех.	0,10			0,04		
НСР	0,23			0,09		

В 2018 г., когда формирование зерна проходило при недостаточном увлажнении, содержание белка в зерне было выше. Самым высокобелковым, как и в 2017 г., был сорт Награда (таблица 2). Превышение содержания белка в зерне данного сорта по отношению к 2017 г., в зависимости от вариантов опыта, составило в абсолютном выражении 1,9; 1,7 и 1,9 % (в относительном выражении – 11,9; 10,6 и 11,7 %) соответственно.

В условиях 2018 г. под влиянием фунгицидов практически у всех изучаемых сортов и образцов изменение содержания белка в зерне, по сравнению с контролем, было незначительным и не превысило 0,4 % (2,3 %). Только у сорта Эврика изменение величины данного показателя достигало 0,8 % (4,9 %).

На основании полученных результатов исследований установлено, что содержание белка в зерне пшеницы яровой в большей степени зависело от погодных условий, чем от применения фунгицидов. Так, по годам в контрольном варианте, различия по данному показателю у изучаемых сортов и образцов в абсолютном выражении находились в пределах 1,5-3,8 % (в относительном выражении – 10,0-26,9 %), при применении одного фунгицида – 1,6-3,7 % (10,7-26,6 %), при двукратной обработке фунгицидами – 1,3-3,9 % (8,4-27,9 %). Установлено, что у сортов Мадонна, Любава и Ладья во всех вариантах опыта, в зависимости от погодных условий, в период вегетации содержание белка в зерне варьировало в большей степени, и изменения составили 3,7-3,9 % (26,6-27,9 %); 2,8-3,5 % (19,2-25,0 %) и 2,8-3,5 % (19,2-25,0 %) соответственно.

В среднем за годы исследований самым высоким содержанием белка в зерне характеризовался сорт Награда, в зависимости от технологии возделывания, оно составило 17,0; 16,9 и 17,3 % соответственно (рисунок 2).

Величина данного показателя под влиянием фунгицидов максимально изменялась у сорта пшеницы яровой Эврика. Так, по сравнению с контролем при однократном применении фунгицида содержание белка в зерне у данного сорта повысилось на 0,5 % (3,3 %), а при двукратном внесении фунгицида было выше на 1,0 % (6,5 %).

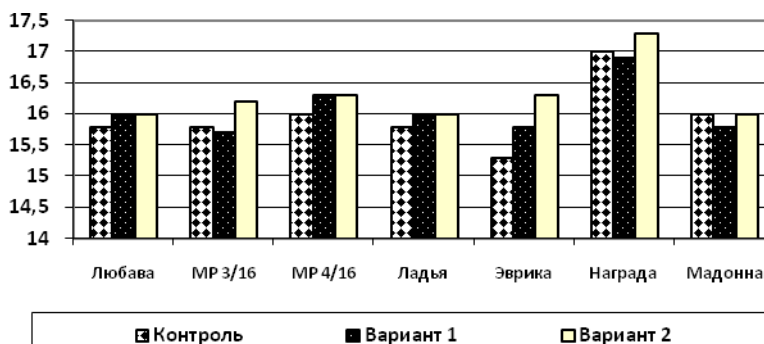


Рисунок 2 – Влияние фунгицидов на содержание белка в зерне пшеницы яровой, в среднем за 2017-2018 гг.

Закключение. Таким образом, урожайность зерна и содержание белка в зерне пшеницы яровой за годы изучения в большей степени зависели от формирующихся метеорологических условий вегетационного периода растений, чем от технологии возделывания данной культуры. Величина урожайности зерна пшеницы яровой варьировала в зависимости от применяемых фунгицидов на его посевах. В среднем у всех изучаемых сортов и образцов самая высокая прибавка урожайности (от 4,8 до 12,3 ц/га) (от 10,5 до 29,8 %) была сформирована при двукратном применении фунгицидов. Однократное и двукратное использование фунгицидов на посевах пшеницы яровой способствовало максимальному увеличению содержания белка в зерне (в относительном выражении – на 3,3 и 6,5 %), по сравнению с контролем, только у сорта Эврика. Изменения величины данного показателя у остальных изучаемых сортов и образцов пшеницы были несущественными под влиянием указанного выше элемента технологии возделывания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / Национальный статистический комитет; ред. И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2019. – С. 57.
2. Койшыбаев, М. Болезни зерновых культур: монография / М. Койшыбаев. – Анкара: Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО), 2018. – 367 с.
3. Wheat Diseases and Pests / J. M. Prescott [et al.] – Mexico: CIMMYT, 1986. – 135 p.
4. Левитин, М. М. Грибные болезни зерновых культур / М. М. Левитин, С. Л. Тютюрев // Защита и карантин растений. – 2003. – N 11. – С. 53-99.
5. Технология возделывания яровой мягкой пшеницы / С. И. Гриб [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; ред. Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 134-152.

6. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых и крупных культур: сборник отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; под ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск, 2014. – С. 63-78.
7. Гриб, С. И. Инновационная роль сорта в системе адаптивной интенсификации растениеводства / С. И. Гриб // Научные приоритеты инновационного развития отрасли растениеводства: результаты и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 23-24 июня 2011г. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Жодино, 2011. – С. 156-160.
8. Гриб, С. И. Прогресс в селекции – важнейший фактор адаптивной интенсификации и инноваций в растениеводстве / С. И. Гриб // Сорта и технологии: инновации в растениеводстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию организации, Гродно, 2010г. / РУНП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси»; редкол.: В. В. Курилович [и др.]. – Щучин, 2010. – С. 12-21.

УДК 631.821.1:631.415.1:631.95

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОВТОРНОГО ИЗВЕСТКОВАНИЯ СЛАБОКИСЛЫХ ПОЧВ

**В. Б. Воробьев¹, Л. А. Булавин², А. Ч. Скируха², А. П. Гвоздов²,
Ф. Н. Леонов³, Л. Я. Степук⁴**

¹ – УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» г. Горки, Республика Беларусь (Республики Беларусь, 213407, г. Горки, ул. Мичурина, 5);

² – РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» г. Жодино, Республика Беларусь (Республики Беларусь, 222160, г. Жодино, ул. Тимирязева, 1);

³ – УО «Гродненский государственный аграрный университет» г. Гродно, Республика Беларусь (Республики Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28);

⁴ – РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» г. Минск, Республика Беларусь (Республики Беларусь, 220049, г. Минск, ул. Кнорина, 1)

Ключевые слова: плодородие почвы, известкование, кислотность почвы, урожайность, качество продукции.

Аннотация. Проведена оценка роли известкования кислых почв в повышении их плодородия и эффективности основных элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Показано, что повторное известкование слабокислых почв имеет свои особенности. Для повышения его эффективности необходимо корректирование дозы внесения доломитовой муки, сочетание ее применения с рыхлением подпахотного горизонта, а также использование современной техники, которая характеризуется высокой равно-

мерностью внесения пылевидных известковых материалов и исключает загрязнения ими окружающей среды.

AGROECOLOGICAL ASPECTS OF THE TECHNOLOGY OF REPEATED LIMESTONE OF WEAK SOILS

V. B. Vorobiev¹, L. A. Bulavin², A. Ch. Skirukha², A. P. Gvozдов²,
F. N. Leonov³, L. J. Stepuk⁴

¹ – EI «Belarusian state agricultural academy»

Gorky, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 213407, Gorki,
5 Michurina st.);

² – RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Arable Farming»

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

³ – EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28
Tereshkova st.);

⁴ – RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Agricultural Mechanization»

Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220049, Minsk, 1 Knorina st.)

Key words: soil fertility, liming, soil acidity, productivity, product quality.

Summary. The role of liming of acidic soils in increasing their fertility and the effectiveness of the main elements of the technology of cultivation of agricultural crops is assessed. It is shown that the repeated liming of weakly acidic soils has its own characteristics. To increase its efficiency, it is necessary to adjust the dose of dolomite flour introduction, a combination of its use with loosening the subsoil horizon, as well as the use of modern technology, which is characterized by a high uniformity of the introduction of pulverized lime materials and excludes their pollution of the environment.

(Поступила в редакцию 01.06.2020 г.)

Введение. Важным элементом технологии возделывания сельскохозяйственных культур является известкование почвы, которое оказывает существенное влияние на ее плодородие и протекание продукционного процесса в растениях. Особенностью пахотных земель Беларуси является то, что под влиянием многолетнего применения минеральных удобрений и известковых материалов существенно изменились агрохимические свойства пахотного горизонта, в т. ч. его кислотность. Известкование преобладающих в республике слабокислых почв имеет свои особенности, что необходимо принимать во внимание при его проведении.

Цель работы – обоснование способов повышения эффективности повторного известкования слабокислых дерново-подзолистых почв.

Материал и методика исследований. Изучение различных способов повышения эффективности известкования проводили на преобладающих в Беларуси дерново-подзолистых супесчаных и легкосуглинистых почвах в соответствии с общепринятыми методиками. В качестве известкового материала использовали доломитовую муку. Величину вносимой дозы CaCO_3 определяли в зависимости от гидролитической кислотности почвы и дифференцировали на полную, половинную и четвертную. Доломитовую муку в полевых опытах вносили вручную, в производственных – с помощью традиционных и новых агрегатов для внесения пылевидных известковых материалов.

Результаты исследований и их обсуждение. Важным показателем плодородия почвы является кислотность [11]. Ее устранение путем проведения известкования может приводить к определенным последствиям агрономического характера. Установлено, что ценность гумуса как источника элементов питания растений и фактора стабильности физических и химических параметров плодородия почвы зависит от присутствия кальция [5]. Он регулирует закрепление гумуса в пахотном горизонте и щелочно-кислотное равновесие в почвенном растворе, а также создание водопрочной агрономически ценной почвенной структуры [19]. Кальций снижает токсическое действие на культурные растения подвижных форм алюминия и высоких концентраций марганца и железа. Это способствует также переходу в доступное для растений состояние различных питательных веществ: соединений азота, фосфора, калия, молибдена и др. Поэтому насыщение почвы кальцием создает благоприятные условия для развития культурных растений [2, 6, 9, 10].

Значение известкования существенно возрастает в ресурсосберегающих и природоохранных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует, что для охраны окружающей среды и получения экологически чистой продукции известкование кислых почв находится в числе наиболее доступных и действенных мероприятий [1]. Установлено, что в результате известкования значительно увеличиваются коэффициенты использования питательных веществ из почвы и минеральных удобрений, что сокращает их непродуктивные потери [8]. В этом случае можно получить высокие урожаи с существенно меньшими (на 25-30 %) затратами минеральных удобрений. Это позволяет не только экономить ресурсы, но и охранять природную среду, снижая содержание нитратов, хлоридов и сульфатов в инфильтрационных водах [12].

При нейтрализации почвенной кислотности повышается микробиологическая активность почвы, улучшается развитие бактерий, участвующих в разложении пестицидов и их метаболитов. Кроме того, кальций и магний известковых удобрений резко снижают поступление в растения радионуклидов и тяжелых металлов [9, 20]. Поэтому известкование является также одним из способов устранения загрязнения почвы остатками пестицидов и других продуктов антропогенной деятельности человека [21].

Сельскохозяйственные культуры различаются по реакции на почвенную кислотность. Выделяют культуры кальцефобы, т. е. отрицательно реагирующие на избыток кальция в почвенном растворе (лен, картофель), и культуры кальцефилы, которые формируют высокую урожайность при кислотности почвы, близкой к нейтральной (сахарная свекла, озимая пшеница). Для большинства же культур оптимальной является кислотность почв с показателем pH в интервале от 5,7 до 6,0. Поскольку в севообороте возделываются разные культуры по отношению к кислотности, то при известковании кислых почв в основу положен принцип оптимизации реакции почвенной среды в целом для севооборота, а не отдельных культур. В связи с тем, что известь действует на протяжении 4 лет, то известкование повторяется каждые 4 года [10]. При этом наиболее целесообразно его проводить в севообороте под культуры наиболее чувствительные к почвенной кислотности.

На основании многолетних исследований были установлены средние дозы извести для проведения в условиях Беларуси известкования кислых почв. В зависимости от гранулометрического состава почв, содержания гумуса и уровня обменной кислотности этот показатель изменяется в пределах от 2,5 до 10,0 т/га (таблица 1).

Таблица 1 – Средние дозы извести (д. в. CaCO_3) для известкования кислых почв, т/га [15]

Почвы	Содержание гумуса, %	Обменная кислотность, $\text{pH}_{\text{КСЛ}}$							
		4,25 и <	4,26-4,50	4,51-4,75	4,76-5,00	5,01-5,25	5,26-5,50	5,51-5,75	5,76-6,00
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Дерново-подзолистые песчаные	< 1,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	-	-
	1,51-3,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	-	-
	> 3,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	-	-
Рыхлосупесчаные	< 1,5	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	-
	1,51-3,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	-
	> 3,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	-
Связно-супесчаные	2,0 и <	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
	> 2,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	4,5	4,0	3,5

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Легко- и среднесуглинистые	2,0 и <	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,0	4,5	3,5
	> 2,0	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,0	5,0	4,0
Тяжелосуглинистые и глинистые	любое	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,0	6,0	5,0

При проведении известкования выделяется основное (I и II группа кислотности) и поддерживающее известкование (III и IV группа). В последнем случае внесение извести проводится для компенсации влияния подкисляющих факторов на почву при относительно благоприятном исходном уровне кислотности. В результате проводимого известкования количество кислых почв в Беларуси постоянно уменьшается. В настоящее время для поддержания оптимальной реакции и насыщенности поглощающего комплекса почв обменными формами кальция и магния необходимо ежегодно проводить известкование на площади 474 тыс. га пахотных и луговых земель [10]. Для сравнения следует отметить, что в 1971-1990 гг. ежегодные объемы известкования в Беларуси составляли 1007-1244 тыс. га, т. е. были в 2,1-2,6 раза больше [10].

Установлено, что прибавка урожайности от проведения известкования зависит от уровня кислотности почвы и биологических особенностей возделываемых культур. Так, например, у озимой пшеницы при кислотности почвы pH менее 4,5 урожайность зерна при внесении оптимальной дозы извести увеличивалась на 4,9-5,1 ц/га в зависимости от гранулометрического состава, а при pH 5,1-5,5 – на 1,8-2,2 ц/га, т. е. в 2,3-2,7 раза меньше. У овса эти показатели были равны соответственно 2,8-3,0 и 1,3-1,4 ц/га, т. е. различались в 1,5-2,1 раза (таблица 2).

Таблица 2 – Нормативы прибавок урожая сельскохозяйственных культур от внесения извести [16]

Культура	Исходная величина pH	Прибавка урожая, ц/га			
		Суглинистые почвы		Супесчаные почвы	
		Всего	на 1 т CaCO ₃	Всего	на 1 т CaCO ₃
1	2	3	4	5	6
Озимая пшеница	4,5 и ниже	5,1	0,64	4,9	0,82
	4,6-5,0	2,9	0,45	2,7	0,54
	5,1-5,5	2,2	0,44	1,8	0,45
Яровая пшеница	4,5 и ниже	2,9	0,36	3,0	0,50
	4,6-5,0	1,8	0,28	1,7	0,34
	5,1-5,5	0,9	0,18	0,8	0,20
Озимая рожь	4,5 и ниже	3,0	0,38	2,7	0,45
	4,6-5,0	2,1	0,32	1,5	0,30
	5,1-5,5	1,1	0,22	0,9	0,23

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Ячмень	4,5 и ниже	4,4	0,55	4,3	0,72
	4,6-5,0	3,0	0,46	2,8	0,56
	5,1-5,5	2,2	0,44	1,8	0,45
Овес	4,5 и ниже	2,8	0,35	3,0	0,50
	4,6-5,0	2,3	0,35	2,3	0,46
	5,1-5,5	1,4	0,28	1,3	0,33
Картофель	4,5 и ниже	19	2,4	17	2,8
	4,6-5,0	15	2,3	14	2,8
	5,1-5,5	6	1,2	5	1,3
Сахарная свекла	4,5 и ниже	80	10,0	70	11,7
	4,6-5,0	60	9,2	50	10,0
	5,1-5,5	35	7,0	30	7,5
Кукуруза (зеленая масса)	4,5 и ниже	70	8,8	60	10,0
	4,6-5,0	40	6,2	30	6,0
	5,1-5,5	20	4,0	15	3,8
Клевер (сено)	4,5 и ниже	21	2,6	17	2,8
	4,6-5,0	13	2,0	11	2,2
	5,1-5,5	7	1,4	5	1,3
Однолетние травы (сено)	4,5 и ниже	11	1,4	9	1,5
	4,6-5,0	7	1,1	6	1,2
	5,1-5,5	5	1,0	5	1,3

Из вышеизложенного следует, что повторное известкование почв уступает по величине прибавки сельскохозяйственных культур основному, что свидетельствует о необходимости дальнейшего совершенствования технологии его проведения.

Исследование по совершенствованию технологии повторного известкования слабокислых почв проводили в севообороте ячмень - зернобобовые - озимая пшеница - ячмень - зернобобовые на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с содержанием гумуса 1,23 %. При этом были использованы четвертная, половинная и полная дозы доломитовой муки, рассчитанные по гидролитической кислотности (Нг), которые составляли соответственно 0,43; 0,85 и 1,7 т/га (таблица 3).

В этом опыте максимальные потери гумуса (-0,22 %) были отмечены на делянках без удобрения. К концу ротации севооборота содержание гумуса в варианте без удобрения и известкования составило 1,01 %. Внесение минеральных удобрений несколько сдержало дегумификацию почвы, но не обеспечило бездефицитного баланса гумуса. Так, на фоне минерального удобрения в варианте без известкования содержание гумуса в конце ротации лишь на 0,08 % было больше, чем на удобренных делянках.

Таблица 3 – Влияние минерального удобрения и доз известкования на содержание гумуса в дерново-подзолистой почве 4-й группы кислотности [7]

Фон (А)	Дозы известкования, т/га (В)	Гумус, % от массы почвы			
		1996 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.
Без удобрений	Без известкования	1,23 + 0,03	1,09	1,05	1,01
	0,43		1,17	1,12	1,10
	0,85		1,19	1,17	1,15
	1,70		1,14	1,14	1,12
НРК	Без известкования		1,12	1,10	1,09
	0,43		1,20	1,17	1,14
	0,85		1,22	1,21	1,19
	1,70		1,16	1,15	1,15
НСР ₀₅ для А для В для АВ			0,01	0,01	0,02
			0,02	0,02	0,02
			0,02	0,03	0,03

Существенно снизились потери гумуса в вариантах с известкованием, особенно на фоне применения минеральных удобрений и дозы доломитовой муки 0,85 т/га. В этом варианте баланс гумуса на 4-й год после закладки опыта оказался более близким к бездефицитному (-0,03 %). Это говорит о том, что для снижения темпов дегумификации дерново-подзолистых почв IV группы кислотности необходимо проводить лишь поддерживающее известкование половинной дозой известкового материала, рассчитанного по гидролитической кислотности.

Полученные результаты дают основание считать, что доза повторного известкования дерново-подзолистой слабокислой легкосуглинистой почвы 4-й группы кислотности (рН – 5,51-6,00) не должна превышать 0,5 Нг, т. е. 1,0 т/га доломитовой муки. При этом следует отметить, что средние дозы СаСО₃ на таких почвах, согласно «Инструкции по известкованию кислых почв сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь», составляют 3,5-4,0 т/га. Следовательно затраты на проведение повторного известкования слабокислых почв можно существенно уменьшить, что имеет важное ресурсосберегающее значение.

Установлено, что на формирование урожайности сельскохозяйственных культур оказывают влияние не только свойства пахотного, но и более глубоких слоев почвы. При традиционном внесении известковых удобрений кислотность подзолистого горизонта изменяется незначительно и поэтому не обеспечиваются оптимальные условия питания культур с глубоко развитой корневой системой, значительная часть которой находится глубже 20 см [13]. В этой связи представляет интерес устранение кислотности в подзолистом горизонте. Ее нейтрализация в этом слое почвы позволит существенно снизить токсичность некоторых соединений, а также улучшить развитие в нем почвенных

микроорганизмов. Это может стабилизировать урожайность в менее благоприятных погодных условиях [21].

В модельном полевом опыте традиционное известкование слабокислой дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы (рН – 5,6) увеличило урожайность зерна озимой пшеницы в среднем на 2,4 ц/га. При таком внесении извести, проводимом в сочетании с рыхлением подзолистого горизонта, прибавка урожайности составила 5,1 ц/га, т. е. была выше в 2,1 раза. При этом отмечалось улучшение качества продукции. Сбор сырого белка при традиционном известковании слабокислой почвы увеличился на 0,3 ц/га, а при сочетании его с рыхлением подпахотного горизонта – на 0,8 ц/га. В последнем случае имело место также увеличение выноса урожая азота на 4, а фосфора – на 13 % (таблица 4). Это уменьшило непродуктивные потери азотных удобрений и, следовательно, загрязнение ими окружающей среды.

Таблица 4 – Влияние доз и способов внесения доломитовой муки на урожайность озимой пшеницы и вынос ею основных элементов питания [3]

Вариант	Урожайность зерна		Сбор сырого белка		Вынос зерном и соломой, %		
	ц/га	%	ц/га	%	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль (без извести)	30,6	100	3,4	100	100	100	100
Доломитовая мука 1 Нг в пахотный слой (0-20 см)	33,0	108	3,7	109	112	108	97
Доломитовая мука 1 Нг в пахотный слой (0-20 см) с рыхлением подзолистого горизонта (20-40 см)	35,7	116	4,2	123	116	121	93
НСР ₀₅	2,6-4,3						

Установлено, что сочетание известкования пахотного горизонта с одновременным рыхлением подзолистого усиливает нейтрализацию почвенной кислотности в подпахотных слоях почвы. Так, в подзолистом горизонте (21-40 см) рН солевой вытяжки увеличилась, по сравнению с традиционным известкованием, с 5,4 до 5,7, а гидролитическая кислотность уменьшилась с 2,62 до 2,52 мг-экв./100 г почвы. Вероятно, рыхление подзолистого горизонта способствовало усилению миграции кальция по почвенному профилю, что оказывало положительное влияние на кислотные свойства подпахотных слоев и, как следствие этого, на уровень урожайности озимой пшеницы.

Сопоставляя прибавку урожайности зерна озимой пшеницы, полученную при сочетании известкования пахотного горизонта с рыхлением подпахотного, и нормативы отдачи от внесения 1 т CaCO₃ на кислых почвах, можно сделать вывод о том, что предлагаемая технология

повторного известкования слабокислых почв обеспечивает примерно такой же эффект, как традиционное известкование кислых почв.

В настоящее время рыхление подпахотного горизонта с целью его разуплотнения рекомендуется проводить один раз в 3-4 года осенью, используя для этого имеющиеся в республике агрегаты для глубокой обработки почвы [4, 14]. Представленные выше результаты исследований убедительно свидетельствуют о том, что разуплотнение подпахотного горизонта следует проводить в годы внесения известковых материалов под культуры, отличающиеся повышенной чувствительностью к почвенной кислотности (озимая пшеница, сахарная свекла и т. д.).

Высокая эффективность известкования почв может быть обеспечена только при равномерном поверхностном внесении известковых материалов. В настоящее время примерно 90 % потребности республики в известковых материалах удовлетворяется за счет пылевидной доломитовой муки производства Витебского ПО «Доломит», которую вносят пневматическими машинами (РУП-8, АРУП-8), а также центробежными разбрасывателями (МХА-7, МВУ-8, МВУ-12). При проведении исследований неравномерность распределения меллиоранта по ширине захвата этих машин составила 56,5 %, что значительно выше допустимой (25 %). В отдельных случаях неравномерность внесения доломитовой муки достигала 70 % и более. Это существенно снижает положительное влияние известкования на продуктивность возделываемых культур. Так, например, при внесении доломитовой муки в дозе 3,0 т/га с неравномерностью 50 % прибавка урожайности озимой пшеницы уменьшается на 13,9 % при pH 4,5 и ниже на 11,4 % при pH 5,1-5,5. Аналогичная закономерность отмечалась и у других культур. Существенно повысить равномерность внесения известковых материалов можно при использовании разработанных в Беларуси и поставленных на производство штанговых машин для внесения пылевидных химмелиорантов МШХ-9 и МСХ-10, при использовании которых неравномерность внесения доломитовой муки не превышает 15 % [17, 18].

При использовании для известкования почвы пневматических и центробежных машин образуется облако пыли длиной свыше 500 м и высотой до 70 м. В таких условиях значительная часть вносимых известковых материалов уносится за пределы обрабатываемого поля, загрязняя окружающую среду. Избежать этого можно за счет использования указанных выше машин (МШХ-9, МСХ-10), которые при поверхностном внесении пылевидных химических меллиорантов с помощью шнековых штанг позволяют свести к минимуму запыленность окружающей среды [17, 18].

Отрицательным эффектом известкования кислых почв является снижение подвижности микроэлементов Cu, Zn, Mn, B, а вместе с этим ухудшение питания растений данными элементами. Поэтому культуры, возделываемые на произвесткованных почвах, нуждаются во внесении микроудобрений [15].

Закключение. Для повышения эффективности повторного известкования слабокислых почв и сокращения производственных затрат на его проведение необходима оптимизация доз внесения доломитовой муки, сочетания ее применения с рыхлением подпахотного горизонта, а также использование современной техники для внесения пылевидных химмелиорантов МШХ-9 и МСХ-10, отличающейся высокой равномерностью их внесения и исключаящей загрязнения ими окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонова, О. И. Экологические проблемы накопления токсических веществ в сельскохозяйственной продукции и окружающей среде / О. И. Антонова, Т. А. Пудовкина // Экологические проблемы химизации сельского хозяйства. – Барнаул, 1990. – С. 4-6.
2. Изменение агрофизических свойств мелиорированных почв западной части белорусского Полесья под влиянием севооборотов и удобрений / В. А. Бачило [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 6. – С. 30-37.
3. Булавин, Л. А. Агроэкологические аспекты адаптивной интенсификации земледелия: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / Л. А. Булавин. – Жодино, 2001. – 268 с.
4. Ресурсосберегающие природоохранные системы обработки почвы / Л. А. Булавин [и др.] // 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. 21-36.
5. Величко, В. А. Особенности известкования почв в Российской Федерации / В. А. Величко // Химия в сельском хозяйстве. – 1987. – № 6. – С. 20-23.
6. Рациональное применение удобрений: пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА. – 2002. – 324 с.
7. Воробьев, В. Б. Закономерности изменения гумусового состояния дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы под влиянием антропогенной нагрузки: монография / В. Б. Воробьев. – Горки, 2012. – 158 с.
8. Кореньков, Д. А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений в интенсивных технологиях / Д. А. Кореньков // Экологические проблемы химизации в интенсивном земледелии: тр. ин-та ВИУА. – М., 1990. – С. 21-27.
9. Кореньков, Д. А. Агроэкологические аспекты применения известковых удобрений / Д. А. Кореньков // Химизация сельского хозяйства. – 1989. – № 8. – С. 2-6.
10. Лапа, В. В. Известкование кислых почв в комплексе мероприятий по сохранению и повышению их плодородия / В. В. Лапа, И. М. Богдевич, Г. В. Пироговская // Земледелие и защита растений (приложение к журналу № 2 (117), 2018). – 2018. – № 2. – С. 26-29.
11. Лапа, В. В. Роль уровня почвенной кислотности и условий питания в изменении агрохимических свойств дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы / В. В. Лапа, О. Г. Кулеш // Почвоведение и агрохимия. – 2015. – № 54 (1). – С. 140-150.
12. Пупонин, А. И. Действие различных систем обработки дерново-подзолистой суглинистой почвы, удобрений и периодического известкования на кислотность, ионообмен-

- ные свойства почвы и урожайность полевых культур / А. И. Пупонин, В. П. Манжосов // Агрохимия. – 1992. – № 10. – С. 56-61.
13. Рахуба, М. К. Воздействие известкования на агрохимические свойства подпахотного горизонта / М. К. Рахуба // Почвоведение и агрохимия. – 1982. – С. 91-95.
14. Симченков, Г. В. Совершенствование системы обработки почвы и методов борьбы с сорной растительностью / Г. В. Симченков, Н. Г. Бачило, Л. А. Булавин // Весці ААН Беларусі. – 1997. – № 2. – С. 49-53.
15. Система применения удобрений: учебник для студентов учреждений высшего образования по агрономическим специальностям / В. В. Лапа [и др.]; ред. В. В. Лапа. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 439 с.
16. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск: Белорусская наука. – 2007. – 390 с.
17. Степук, Л. Внесение пылевидных химмелиорантов / Л. Степук, С. Антошук // Белорусское сельское хозяйство. – 2004. – № 12 (32). – С. 21-23.
18. О проблемах механизации применения известковых материалов и эффективности машины химизации МСХ-10 / Л. Степук [и др.] // Аграрная экономика. – 2012. – № 4. – С. 55-59.
19. Шильников, И. А. Известкование кислых почв / И. А. Шильников // Химия в сельском хозяйстве. – 1987. – № 6. – С. 2-5.
20. Шильников, И. А. Природоохранное значение известкования кислых почв / И. А. Шильников // Химизация сельского хозяйства. – 1991. – № 10. – С. 29-32.
21. Штиканс, Ю. А. Экологические аспекты известкования в интенсивном земледелии / Ю. А. Штиканс // Химизация сельского хозяйства. – 1989. – № 12. – С. 10-12.

УДК 633.25:574.45

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО НА ЗЕЛЕНЫЙ КОРМ ПРИ РАЗНЫХ СРОКАХ СКАШИВАНИЯ

**С. И. Гриб, В. Н. Буштевич, М. А. Дашкевич, Е. П. Позняк,
В. П. Гавриленко**

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

г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220160,

г. Жодино, ул. Тимирязева, 1)

Ключевые слова: *тритикале озимое, сорт, озимая рожь, урожайность, зеленая масса, фаза, облиственность, кустистость, длина и ширина листа, высота растения, химический состав, питательная ценность.*

Аннотация. *На основании результатов исследований выявлены сорта белорусской селекции с высокой урожайностью зеленой массы (Ковчег, ИЗС-2, ИЗС-3, Жемчуг, Свислочь и Благо 16) и питательной ценностью (ИЗС-4, ИЗС-3, Ковчег, Юбилей, ИЗС-2, Жемчуг и Свислочь). Данные сорта могут использоваться в двойном направлении: на зерно и зеленый корм.*

Установлена высокая корреляционная связь в фазу трубкувания между урожайностью зеленой массы и суммой положительных температур за период возобновления вегетации до фазы трубкувания ($r = 0,61$), высотой растения ($r = 0,58$) и количеством стеблей на единицу площади ($r = 0,52$). В фазы

флагового листа и начало колошения – между урожайностью и массой одного стебля ($r = 0,60$ и $r = 0,56$), длиной ($r = 0,54$ и $r = 0,49$), шириной листьев ($r = 0,51$ и $r = 0,50$).

USE OF WINTER TRITICALE FOR GREEN FEED AT DIFFERENT MOWING TIME

S. I. Grib, V. N. Bushtevich, M. A. Dashkevich, E. P. Poznyak,
V. P. Gavrilenko

RUE Research and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Arable Farming
Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220160, Zhodino,
1 Timiryazeva Str.)

Key words: winter triticale, variety, winter rye, yield, green mass, phase, leafiness, bushiness, leaf length and width, plant height, chemical composition, nutritional value.

Summary. Based on the research results, varieties of Belarusian selection were identified with a high yield of green mass (Kovcheg, IZS-2, IZS-3, Zhemchug, Svisloch and Blago 16) and nutritional value (IZS-4, IZS-3, Kovcheg, Yubiley, IZS-2, Zhemchug and Svisloch). These varieties can be used for double purpose – for grain and green fodder.

A high correlation was determined during boot stage between the yield of green mass and the sum of positive temperatures for the period of vegetation resumption to the bump stage ($r = 0,61$), plant height ($r = 0,58$) and the number of stems per area unit ($r = 0,52$). During the flag leaf and heading start stages – between the yield and one stem weight ($r = 0,60$ and $r = 0,56$), length ($r = 0,54$ and $r = 0,49$) and width ($r = 0,51$ and $r = 0,50$) of leaves.

(Поступила в редакцию 27.05.2020 г.)

Введение. В связи с интенсивным развитием животноводческой отрасли в настоящее время отмечается повышенный интерес агропроизводителей к тритикале зернофуражного и зеленоукосного направлений использования. В первую очередь тритикале возделывается в регионах с развитым животноводством, потому что оно способствует получению высоких показателей продуктивности сельскохозяйственных животных [1, 2, 3].

Основой успешного развития животноводства является создание кормовой базы, особенно в ранневесенний период, когда во многих хозяйствах осуществляется острый недостаток биологически полноценных кормов. Одним из путей решения этой проблемы может быть широкое внедрение в производство тритикале озимого зернофуражного и зеленоукосного направлений использования, которое характеризуется

сочетанием высокой урожайности биомассы с ее качеством [4, 5]. Кормовые сорта тритикале предназначены для замены пшеницы в зеленом конвейере и заполняют в нем интервал между озимой рожью и многолетними травами. Они имеют высокую кустистость (4-8 стеблей), хорошую облиственность, высокую скорость отрастания после скашивания, дольше сохраняют кормовые качества по сравнению с рожью и пшеницей. Благодаря повышенному содержанию сахаров и каротиноидов зеленую массу тритикале скот поедает более охотно, чем массу ржи или пшеницы, что способствует повышению молочной продуктивности и среднесуточных привесов скота [6, 7].

При соблюдении технологии возделывания тритикале дает высокие урожаи зерна и зеленой массы, превышающие в аналогичных условиях озимые пшеницу и рожь. Стабильный уровень урожайности зеленой массы тритикале озимого в условиях Беларуси составляет 350-500 ц/га, сбор сухого вещества, энергии и протеина с единицы площади на посевах тритикале превышает аналогичные показатели пшеницы озимой в 1,5-2,5 раза.

За последние годы в результате проведения комплексной селекционной программы по созданию высокопродуктивных сортов озимого тритикале, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Республики Беларусь, создан ряд сортов с высокой энергетической и протеиновой ценностью, не содержащих антипитательных веществ [8, 9]. Однако имеются проблемы в создании кормовых сортов тритикале. Основными проблемами являются сроки наступления технологической спелости, повышение питательной ценности зеленого корма, семенная продуктивность.

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что вопрос создания новых кормовых сортов, сочетающий высокий уровень продуктивности, кормовой ценности зеленого корма с высокой адаптивностью, является актуальным. Тем не менее, культура по-прежнему не рассматривается как эффективный компонент для кормления, а ее зоотехническая оценка в полной мере не проводится.

Цель работы – изучить продуктивную способность и питательную ценность вегетативной массы тритикале озимого для определения возможности использования на ранний зеленый корм при разных сроках скашивания.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в 2016-2019 гг. в лаборатории тритикале РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Почва опытного поля дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на средних супесях, подстилаемых с глубины 0,7 м суглинистой мореной. Аг-

рохимические показатели пахотного горизонта: рН (в KCl) – 5,8-6,2, подвижный P_2O_5 – 260-340 мг, обменный K_2O – 200-300 мг на 100 г почвы, гумус – 2,1-2,3 %. Предшественник – горох на зерно.

Минеральные удобрения (P_{80} , K_{120}) вносились осенью под вспашку. Весной, после возобновления вегетации в фазу кушения подкормка азотными удобрениями в дозе 60 кг д. в./га.

Материалом для исследования являлись 16 сортов тритикале озимого белорусской селекции, выведенных сотрудниками лаборатории тритикале. В качестве контроля был взят сорт тритикале озимого Динамо и сорт озимой ржи Офелия, которые являются стандартом в Государственном сортоиспытании сортов.

Исследования по определению возможности использования тритикале озимого на кормовые цели проводили путем закладки полевых опытов по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Площадь делянки – 10 м², в четырехкратной повторности. Посев проводили рядовым способом в оптимальные для культуры сроки с нормой высева из расчета 5 млн. всхожих семян на 1 га. Размещение делянок систематическое.

Учет данных опыта по использованию зеленой массы тритикале озимого на зеленый корм проводили в фенологические фазы (трубкования (ВВСН 32), флагового листа (ВВСН 37), начало колошения (ВВСН 51)) и учитывали следующие показатели: урожайность зеленой массы, высота растений, кустистость, количество листьев, ширина и длина листьев, вес растения и его частей.

Для изучения биометрических показателей развития растений тритикале озимого и озимой ржи произвольно были отобраны по 15 растений из каждой делянки.

Химический состав зеленой массы тритикале озимого и озимой ржи определяли в лаборатории биохимического анализа при РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» в соответствии с ГОСТми.

Для обоснования достоверности выводов использованы методы биометрической статистики [10].

Результаты исследований и их обсуждение. Метеорологические показатели вегетационных периодов в годы исследований были различными. Осенние периоды вегетации были благоприятным для появления всходов, развития растений и подготовки к зимовке. Растения уходили под зиму в фазу кушения. Переходы к зимнему периоду были не резким с постепенным снижением температуры и выпадением снега. Во второй декаде ноября среднесуточная температура воздуха опустилась ниже 0 °С. Устойчивый снежный покров устанавливался в конце декабря во все годы исследований. Самым благоприятным для

роста и развития был 2017 г.: запасы почвенной влаги были высокими, температура воздуха неустойчивой. В 2018 г. температура была выше среднемноголетних значений, с середины мая и до конца июня в почве наблюдали дефицит почвенной влаги. В 2019 г. наблюдалось резкое потепление, начавшееся в первой декаде февраля, что способствовало быстрому таянию снега. Март был достаточно теплым, и температура превышала норму на 2,7-3,7 °С. Количество осадков за первые две декады составило 119 % от нормы, а с третьей декады марта до первой декады мая наблюдался дефицит влаги из-за отсутствия осадков. В первой декаде мая была холодная и дождливая погода. Температура воздуха была ниже климатической нормы на 2,8 °С, а количество осадков выпало 329 %. Со второй декады мая по третью декаду июня наблюдается потепление воздуха на 2,4-6,0 °С. В этот период осадков выпало 16,5-91,5 % от нормы. Низкие температуры и отсутствие дождей в апреле месяце в 2018-2019 гг. способствовали удлинению продолжительности фазы трубкования и снижению урожайности сортов тритикале озимого.

На основании собственных полевых наблюдений установлено, что в центральном регионе Беларуси в зависимости от погодных условий фаза трубкования на тритикале озимом приходится с третьей декады апреля по вторую декаду мая. Фаза начала колошения начинается с первых дней III декады мая до середины I декады июня [9].

На основании данных исследований (таблица 1) установлено, что на дерново-подзолистых почвах тритикале озимое может формировать урожайность в фазу начала колошения в среднем до 608 ц/га. В благоприятные годы урожайность достигает до 800 ц/га.

Максимальная урожайность зеленой массы в среднем за 3 года исследований (не зависимо от сроков скашивания) получена у сортов Ковчег, ИЗС-2, ИЗС-3, Жемчуг, Свислочь и Благо 16. Эти сорта обеспечили наибольшую прибавку урожайности и превосходили контрольный сорт Динамо в фазы трубкования на 23,4-60,3 %, флагового листа – на 5,9-54,1 %, начало колошения – 6,6-42,0 %, озимую рожь сорта Офелия – на 0,7-31,3 %, 5,1-53,0 %, 4,3-39,0 % соответственно. В первый срок уборки (ВВСН 32) средняя урожайность зеленой массы тритикале озимого по сортам белорусской селекции составила 144,7 ц/га. В дальнейшем наблюдалось существенное увеличение зеленой массы до 459,2 ц/га в фазу начала колошения, а к фазе полного колошения сорта прекращали ее наращивать.

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы тритикале озимого в среднем за 3 года в зависимости от фаз развития растений

№ п/п	Сорт	Урожайность по фазам развития растений, ц/га		
		ВВСН 32	ВВСН 37	ВВСН 51
1	Динамо (контроль)	123,9	345,9	428,1
2	Атлет 17	124,2	326,2	423,7
3	Устье	134,3	354,5	441,9
4	Импульс	122,5	268,5	429,5
5	ИЗС-1	130,1	377,2	439,2
6	Гродно	157,0	323,5	387,3
7	ИЗС-4	165,6	336,5	405,1
8	Березино	124,0	335,2	430,0
9	ИЗС-3	178,5	433,9	526,0
10	Ковчег	192,8	533,2	607,9
11	Юбилей	120,5	312,2	441,4
12	ИЗС-2	198,6	461,5	576,6
13	Прометей	126,0	311,7	395,6
14	Жемчуг	152,7	429,2	510,4
15	Благо 16	152,3	366,3	456,3
16	Свислочь	156,3	371,2	506,6
17	ИЗС-5	120,7	340,5	401,6
	Среднее значение	144,7 ± 6,3	365,3 ± 15,3	459,2 ± 16,0
	Изменчивость (Cv), %	17,9	17,7	14,0
	Рожь Офелия (контроль)	151,2	348,6	437,5

Урожайность зеленой массы тритикале озимого в первый срок уборки (ВВСН 32) зависела от суммы положительных температур за период возобновления вегетации до фазы трубкования ($r = 0,61$), высоты растения ($r = 0,58$) и количества стеблей на единицу площади ($r = 0,52$). Во второй и третий сроки скашивания – от массы одного стебля ($r = 0,60$ и $r = 0,56$), длины ($r = 0,54$ и $r = 0,49$) и ширины листьев ($r = 0,51$ и $r = 0,50$).

Обязательной составляющей структуры зеленой массы является весовая доля листьев. Установлено, что наиболее интенсивный прирост надземной массы у тритикале озимого идет через 10 дней после выхода в трубку. В этот период наблюдается самая высокая массовая доля листьев в общей укосной массе. Сорта ИЗС-3, Ковчег, Юбилей, ИЗС-4, ИЗС-2 имели высокую облиственность (56-62 %). При дальнейшем росте и развитии растений происходит снижение содержания листовой пластинки к общей массе. В фазу начала колошения облиственность снизилась почти в 2 раза и составляла 28-30 %. Данный показатель сильно зависел от сорта, срока скашивания, погодных условий, плодородия почвы и продолжительности вегетационного периода.

Изучаемые сорта тритикале озимого во все фазы развития имели более высокую кустистость и превосходили контроль озимой ржи Офелия до 38,5 % в зависимости от сорта. Высокая кустистость выявлена у сортов ИЗС-4 (3,6 шт.) и Ковчег (3,6 шт.). К широколистным можно отнести сорта Гродно, Ковчег, ИЗС-2, они превосходили контрольный сорт Динамо по ширине второго, третьего и четвертого листа на 15,7-32,9 %, 17,2-23,2 % и 18,6-16,8 %, а также озимую рожь сорта Офелия – на 1,3-16,3 %, 9,4-15,1 % и 1,5-3,1 % соответственно. В ходе исследований выявлены сорта тритикале с длинной листовой пластиной: Динамо, Атлет, Устье, ИЗС-1, Березино, ИЗС-3, Ковчег, Прометей, Жемчуг. По высоте растения сорта тритикале озимого уступали озимой ржи сорта Офелия на 11,4-28,8 % при $P < 0,05-0,01$. Более высокорослыми являются сорта Устье, ИЗС-3 и Березино и превосходят контрольный сорт Динамо на 14,7; 8,9 и 3,1 % соответственно.

Сорта тритикале озимого на зеленый корм в фазу начала колошения должны быть среднестебельными (120-140 см), хорошо облиственными, устойчивыми к полеганию. В условиях засухи это обеспечивает оптимальный уровень метаболитов в листьях и растениях, следовательно, устойчивых урожаев зеленой массы.

Для кормления крупного рогатого скота важно иметь биомассу определенной питательной ценности. Отличительной особенностью зеленой массы тритикале озимого в фазу трубкования являлась влажность (81-84 %), высокое содержание протеина, минеральных веществ и витаминов, а также низкое содержание клетчатки. В 1 кг зеленой массы тритикале озимого в фазу ВВСН 32 содержалось 19-23 % сырого протеина, 4-5 % сырого жира, 17-20 % сырой клетчатки и 9-11 % сырой золы. В фазу начала колошения в зеленой массе наблюдается снижение влажности на 5-10 %, содержания сырого жира на 1-2 %, сырой золы на 2-5 %, а содержание сырой клетчатки увеличивается на 12-15 %.

Самая высокая питательная ценность зеленого корма тритикале озимого получена в фазу трубкования (таблица 2). Количество сырого и переваримого протеина в зависимости от сорта значительно колеблется от 31,9 до 42,1 г и от 22,8 до 30,2 г соответственно. Наиболее высокое содержание сырого и переваримого протеина выявлено у сортов ИЗС-1, Березино, Ковчег, Юбилей, Прометей, Атлет 17, Импульс, ИЗС-3. Они превосходили контрольный сорт Динамо на 19,6-10,8 % и 20,3-12,7 % соответственно. Озимая рожь сорта Офелия уступала всем сортам тритикале озимого по содержанию сырого протеина на 0,6-32,8 % и переваримого протеина на 2,2-35,4 %.

Таблица 2 – Химический состав зеленой массы белорусских сортов тритикале озимого в фазу трубкования

№ п/п	Сорт	В 1 кг зеленой массы содержится							
		кормовых единиц	обменной энергии, МДЖ	сухого вещества, г	сырого протеина, г	переваримого протеина, г	сырого жира, г	сырой клетчатки, г	БЭВ, г
1	Динамо (контроль)	0,18	1,96	172	35,2	25,1	7,50	34,6	77,3
2	Атлет 17	0,20	2,13	181	39,9	29,2	7,37	32,4	82,3
3	Устье	0,18	1,94	170	31,9	22,8	6,31	33,7	82,8
4	Импульс	0,19	2,04	177	39,4	28,3	8,00	34,2	77,0
5	ИЗС-1	0,20	2,12	185	42,1	30,2	8,27	36,3	80,4
6	Гродно	0,18	1,89	163	38,0	27,5	6,70	30,6	72,1
7	ИЗС-4	0,18	1,94	169	36,1	26,0	7,28	32,8	75,2
8	Березино	0,19	2,08	182	41,0	29,3	8,55	36,1	77,1
9	ИЗС-3	0,20	2,07	177	39,0	28,3	7,54	32,6	80,4
10	Ковчег	0,21	2,19	185	40,7	29,8	8,47	32,8	84,2
11	Юбилей	0,22	2,27	192	40,2	29,4	8,97	34,2	89,2
12	ИЗС-2	0,18	1,91	166	35,6	25,6	7,35	32,2	73,8
13	Прометей	0,19	2,02	175	39,9	28,8	7,54	33,7	76,7
14	Жемчуг	0,20	2,08	178	37,2	27,0	7,89	32,7	83,3
15	Благо 16	0,18	1,91	166	34,1	24,6	7,07	32,1	75,7
16	Свислочь	0,18	1,96	171	36,1	25,9	7,61	33,4	77,3
17	Рождь Офелия (контроль)	0,18	2,15	192	31,7	22,3	7,12	40,7	96,0

Исходя из данных таблицы 3, установлено, что питательная ценность зеленого корма тритикале озимого по мере роста и развития растений постепенно снижалась. В фазу начала колошения, по сравнению с фазой ВВСН 32, наблюдалось существенное снижение содержания сырого и переваримого протеина у сортов Импульс, ИЗС-1, Березино, что связано с более быстрым огрубением зеленой массы.

Таблица 3 – Химический состав зеленой массы белорусских сортов тритикале озимого в фазу начало колошения

Сортооб-разец	В 1 кг зеленой массы содержится							
	кормовых единиц	обменной энергии, МДЖ	ве- щества, г	сырого протеина, г	переваримого протеина, г	сырого жи- ра, г	сырой клет- чатки, г	БЭВ, г
Динамо (контроль)	0,14	2,00	229	21,1	12,5	6,46	79,8	109,9
Атлет 17	0,16	2,10	225	20,8	12,9	6,18	70,5	115,7
Устье	0,18	2,29	242	19,5	12,2	6,18	73,87	130,4
Импульс	0,18	2,31	238	19,2	12,2	6,29	70,3	130,5
ИЗС-1	0,16	2,20	242	19,7	12,0	5,62	79,41	125,4
Гродно	0,17	2,20	227	19,7	12,6	5,81	66,94	122,3
ИЗС-4	0,15	2,02	218	22,1	13,7	6,48	69,16	108,9
Березино	0,15	2,06	237	19,6	11,6	6,47	82,89	114,8
ИЗС-3	0,15	2,03	228	23,1	13,9	7,20	77,29	106,6
Ковчег	0,15	2,04	217	21,6	13,4	6,55	67,7	106,6
Юбилей	0,15	1,95	210	23,3	14,5	6,54	66,22	101,6
ИЗС-2	0,14	1,90	210	22,6	13,8	6,89	69,17	97,2
Прометей	0,17	2,16	229	20,5	12,8	7,14	70,64	117,6
Жемчуг	0,15	2,00	223	22,6	13,7	7,12	74,82	106,8
Благо 16	0,15	2,00	220	19,1	11,6	6,06	72,05	111,2
Свислочь	0,17	2,26	244	21,6	13,4	6,83	77,67	124,9
Рожь Офелия (контроль)	0,13	2,11	269	16,3	9,5	4,59	107,1	129,4

В фазу начала колошения питательная ценность зеленого корма тритикале озимого выше, чем ржи. Все изучаемые сорта тритикале превосходили рожь сорта Офелия по количеству кормовых единиц в 1 кг корма, по сырому и переваримому протеину, сырому жиру и характеризовались более низким содержанием клетчатки. Сорта ИЗС-4, ИЗС-3, Ковчег, Березино, Атлет 17, Прометей, ИЗС-1, Гродно, Свислочь, Устье, Импульс превосходили контрольный сорт Динамо по обменной энергии на 0,1-15,5 %. Сорта ИЗС-4, ИЗС-3, Ковчег, Юбилей, ИЗС-2, Жемчуг и Свислочь превосходили по содержанию сырого (2,4-10,4 %) и переваримого (4,8-16,0) протеина и сырого жира (0,3-11,4 %) и отличались более низким содержанием сырой клетчатки. На основании показателей урожайности и питательной ценности зеленой массы данные сорта могут использоваться как в зернофуражном, так и в зеленоукосном направлениях.

Закключение. 1. На основании результатов исследований выявлены сорта тритикале озимого белорусской селекции Ковчег, ИЗС-2,

ИЗС-3, Жемчуг, Свислочь и Благо 16 с высокой урожайностью зеленой массы в различные сроки скашивания.

2. Исходя из химического анализа зеленой массы тритикале озимого в фазы трубкования и начала колошения выявлены сорта с высокой питательной ценностью (ИЗС-4, ИЗС-3, Ковчег, Юбилей, ИЗС-2, Жемчуг и Свислочь), которые могут использоваться в двойном направлении: на зерно и зеленый корм.

3. Установлена высокая корреляционная связь в фазу трубкования между урожайностью зеленой массы и суммой положительных температур за период возобновления вегетации до фазы трубкования ($r = 0,61$), высотой растения ($r = 0,58$) и количеством стеблей на единицу площади ($r = 0,52$). В фазы флагового листа и начала колошения – между урожайностью и массой одного стебля ($r = 0,60$ и $r = 0,56$), длиной ($r = 0,54$ и $r = 0,49$), шириной листьев ($r = 0,51$ и $r = 0,50$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Волошин, В. А. Технология возделывания озимой тритикале на зерно и корм для формирования сырьевого конвейера / В. А. Волошин. – Пермь, 2010. – 24 с.
2. Грабовец, А. И. Селекция тритикале / А. И. Гробовец // Зернофураж в России.: сб. науч. тр. по материалам координационного совещания по заданию IV. 12.05. – М., 2009. – С. 206-220.
3. Буштевич, В. Н. Благо 16 – современный белорусский сорт тритикале / В. Н. Буштевич, М. А. Дашкевич, Н. П. Шишлова // Белорусское сельское хозяйство. – 2019. – № 4. – С. 90-91.
4. Ковтунеко, В. Я. Значение зернокармливых сортов тритикале в увеличении производства кормов в Краснодарском крае / В. Я. Ковтунеко // Эволюция научных технологий в растениеводстве. Тритикале. Сортоизучение и семеноводство. Ячмень. Кукуруза / РАСХН, КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко. – Краснодар, Т. 2. – 2004. – С. 21-31.
5. Паспелова, Л. С. Новое направление в селекции тритикале- зернокармливые двуручки / Л. С. Паспелова // Тритикале России / РАСХН, Донской ЗНИИСХ, Северо-Донецкая СХОС Ростов-на-Дону. – 2000. – С. 66-74.
6. Сорта озимого тритикале как источники фуражного зерна и зеленого корма в условиях Беларуси / В. Н. Буштевич [и др.] // Научное обеспечение животноводства Сибири: матлы III Междунар. науч.-практ. конф., 16-17 мая 2019. – Красноярск: КрасНИИЖ ФИЦ КНЦ СО РАН, 2019. – С. 16-19.
7. Тимофеев, В. Б. Об урожайности и качестве зеленой массы тритикале / В. Б. Тимофеев // Сельскохозяйственная биология. – 1986. – № 11. – С. 46-51.
8. Сравнительная оценка сортов коллекции тритикале озимого селекции сопредельных с Беларусью государств / Е. И. Позняк [и др.] // Тритикале – культура XXI сторіччя: тезі доповідней Міжнародної науково-практичної конференції 4-6 липня 2017 р. Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Український інститут експертизи сортів рослин. – Харків: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. – С. 38-39.
9. Тритикале озимое на зеленый корм / В. Н. Буштевич [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч. статей по материалам XXI Международной науч.- практ. конф., 18 мая 2018 – Гродно: ГГАУ, 2018. – С. 123-125.
10. Плохинский, Н. А. Биометрия / Н. А. Плохинский. – Н.: АН СССР, 1969. – 360 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ПЛОДОСМЕННОМ СЕВООБОРОТЕ

А. А. Дудук, П. Л. Тарасенко, Н. И. Таранда

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

Ключевые слова: севооборот, обработка почвы, урожайность.

Аннотация. На дерново-подзолистых супесчаных почвах, сравнительно чистых от сорняков, при возделывании в плодосменном севообороте сельскохозяйственных культур целесообразно применять вместо традиционной отвальной обработки энергосберегающую комбинированную систему обработки почвы. Отвальную вспашку проводить не реже, чем через 2 года, применяя ее для обработки занятого пара, под озимый рапс, для заделки органических удобрений при возделывании пропашных культур и заделки дернины многолетних трав.

EFFICIENCY OF SOIL TILLAGE SYSTEMS IN CROP ROTATION

A. A. Duduk, P. L. Tarasenko, N. I. Taranda

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

Key words: crop rotation, tillage, yield.

Summary. On sod-podzolic sandy loam soils that are relatively clean of weeds, it is advisable to use an energy-saving combined tillage system instead of traditional plowing during the cultivating crops in the crop rotation. Plowing should be carried out at least in two years, using it for processing occupied fallow, for winter colza, for plowing organic fertilizers during the cultivating row crops and sealing the sod of perennial grasses.

(Поступила в редакцию 12.06.2020 г.)

Введение. Высокая затратная традиционная обработка почвы, основанная на проведении отвальной вспашки, и ее негативные экологические последствия постоянно требуют новых подходов при проведении этой технологической операции. В настоящее время особое внимание уделяется разработке и внедрению в производство энергосберегающих систем обработки почвы. Обработка почвы наряду с созданием для растений благоприятного водного, воздушного и пищевого режимов должна обеспечивать повышение производительности труда и экономии энергоресурсов [1-3].

Научный подход к обоснованию и выбору способов и приемов обработки почвы в условиях интенсивного земледелия предполагает соблюдение следующих принципов: соответствие обработки почвенно-климатическим условиям; минимализацию механического воздействия на почву; системный подход к выбору количества механических обработок почвы; дискретность, т. е. чередование во времени и по глубине различных способов механического воздействия на почву; дифференциацию обработки в зависимости от предшественника, возделываемой культуры и засоренности почвы [3].

Биологизация и экологизация земледелия требуют дальнейшего совершенствования систем обработки почвы в севооборотах на основе углубления и расширения комплексных исследований по разработке почвозащитных, энерго- и ресурсосберегающих способов и приемов обработки почвы, устранения многооперационности в обработке почвы, снижения негативного влияния ходовых систем тракторов и почвообрабатывающих орудий на переуплотнение почвы [4].

По мнению многих ученых, в республике должна быть принята за основу разноглубинная комбинированная обработка почвы, которая включает в себя положительные стороны как отвальной, так безотвальной и поверхностной обработок. Такая комбинированная обработка наиболее полно отвечает агротехническим требованиям сохранения плодородия почвы [2].

В Беларуси исследования о возможности замены отвальной вспашки безотвальной обработкой проводятся с конца 50-х гг. XX ст. Установлено, что вспашка плугами на глубину пахотного слоя не является единственным приемом основной обработки почвы. На песчаных, супесчаных и легкосуглинистых почвах, не засоренных многолетними сорняками, возможна замена ее приемами поверхностной обработки: дискованием, чизелеванием в 2 следа и отвальным лушением. Отмечается, что поверхностная обработка почвы, по сравнению со вспашкой, лучше способствует накоплению и сохранению влаги в почве, положительно влияет на физические свойства, не оставляет разъемных борозд и свальных гребней, снижает энергозатраты, способствует повышению производительности труда, обеспечивает проведение обработки в оптимальные агротехнические сроки [3].

Исследования, проведенные в НППЦ по земледелию НАН Беларуси, показывают агроэкономическую целесообразность применения дифференцированной системы обработки почв с учетом их гранулометрического состава, степени окультуренности, засоренности посевов и биологических особенностей культур. Выявлена более высокая эффективность комбинированной обработки почвы, сочетающей отваль-

ную и безотвальную обработки, а также применение в севооборотах разнотравной обработки почвы [1, 3].

Цель работы – изучить эффективность различных систем основной обработки дерново-подзолистой супесчаной почвы в плодосменном севообороте.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в течение 2011-2019 гг. на опытном поле УО «Гродненский государственный аграрный университет» в стационарном опыте в плодосменном севообороте со следующим чередованием сельскохозяйственных культур: 1. Однолетние травы; 2. Озимое тритикале; 3. Озимый рапс; 4. Ячмень; 5. Картофель; 6. Ячмень + клевер; 7. Клевер; 8. Озимая пшеница.

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаяемая с глубины 0,8 м моренным суглинком. Мощность пахотного слоя – 23-25 см. Агрохимические показатели пахотного слоя: рН (КС1) – 6,3-6,8; содержание гумуса – 2,09-2,18 %; P_2O_5 – 140-145 и K_2O – 170-175 мг на 1 кг почвы.

Изучались следующие способы основной обработки почвы: 1. Лущение на глубину 5-7 см + вспашка на глубину 20-22 см (отвальная); 2. Дискование на глубину 10-12 см + дискование на глубину 10-12 см (поверхностная); 3. Чизелевание на глубину 10-12 см + чизелевание на глубину 20-22 см (безотвальная); 4. 57,1 % отвальная + 42,9 % поверхностная; 5. 28,6 % отвальная + 71,4 % поверхностная; 6. 57,1 % отвальная + 42,9 % безотвальная; 7. 28,6 % отвальная + 71,4 % безотвальная. Лущение и дискование почвы проводили тяжелой дисковой бороной БДТ-3, вспашку – плугом ППО-4-40, чизелевание – чизель-культиватором КЧ-5,1. Опыт закладывался по общепринятой методике. Учетная площадь делянки – 50 м². Повторность трехкратная.

Результаты исследований и их обсуждение. Современные взгляды на теоретические основы механической обработки теснейшим образом связаны с агрофизическими свойствами почвы и, прежде всего, ее плотностью. Она влияет на рост корневых систем, доступность влаги, аэрацию почвы, тепловые свойства и биологическую активность почвы. В проводимых исследованиях плотность пахотного слоя находилась в пределах оптимальных значений, характерных для супесчаной почвы, и в определенной степени зависела от применяемых приемов основной обработки почвы. При чизельной (безотвальной) обработке почвы отмечалась несколько меньшая плотность верхней части пахотного слоя. Это связано с большим содержанием в этом слое пожнивных остатков по сравнению со вспашкой, где они заделывались на

большую глубину. Более высокая плотность пахотного слоя отмечалась при поверхностной обработке почвы.

Исследованиями установлено незначительное преимущество по влиянию на влажность почвы безотвальной обработки почвы по сравнению с отвальной и поверхностной обработками. При безотвальной (чизельной) обработке в верхней части пахотного слоя создавалась мульчирующая прослойка из растительных остатков и почвы, что препятствовало испарению влаги из почвы.

Изучаемые системы обработки почвы оказывали влияние на рост, развитие и формирование урожая сельскохозяйственных культур. Более высокая полевая всхожесть семян зерновых культур и озимого рапса отмечалась в вариантах с применением отвальной обработки. Применение чизельной обработки и, особенно, дискования на глубину 10-12 см снижало полевую всхожесть семян вследствие наличия на поверхности почвы растительных остатков, которые снижали качество посева. Отвальная обработка почвы обеспечивала лучшие условия для формирования продуктивного стеблестоя зерновых культур. Безотвальная обработка способствовала повышению массы зерна в колосе за счет увеличения массы 1000 зерен.

На дерново-подзолистых супесчаных почвах, сравнительно чистых от сорняков, при возделывании озимого тритикале после однолетних бобово-злаковых смесей, оптимизации минерального питания растений и фитосанитарного состояния посевов целесообразно применять энергосберегающую безотвальную или поверхностную обработку почвы с использованием высокопроизводительных чизельных и дисковых почвообрабатывающих орудий, которая обеспечивает практически одинаковую урожайность, позволяет сократить затраты, ускорить выполнение важнейшего и сложнейшего вида сельскохозяйственных работ (таблица 1).

Вспашка и чизельная обработка почвы в годы проведения исследований обеспечивали практически одинаковую урожайность ярового ячменя, размещаемого после озимого рапса, которая в среднем за 2 года исследований соответственно составила 62,1 и 60,2 ц/га.

Применение поверхностной обработки почвы (дискования) приводило к достоверному снижению урожайности зерна ярового ячменя в среднем за 2 года исследований по сравнению с вспашкой на 7,7 ц/га и с чизельной обработкой на 6,1 ц/га. При размещении ярового ячменя после картофеля отвальная, поверхностная и безотвальная обработки почвы по влиянию на урожайность данной культуры существенно не различались.

Таблица 1 – Влияние систем основной обработки почвы на продуктивность севооборота

№ п/п	Система обработки почвы	Урожайность, ц/га								Выход кормовых единиц за ротацию севооборота, ц/га
		Однолетние травы 2011-2012 гг.	Озимое тритикале 2012-2013 гг.	Озимый рапс 2013-2014 гг.	Ячмень 2014-2015 гг.	Картофель 2015-2016 гг.	Ячмень + клевер 2016-2017 гг.	Клевер 2017-2018 гг.	Озимая пшеница 2018-2019 гг.	
1.	Отвальная	286	64,8	35,4	62,1	271	50,1	623	59,3	592,9
2.	Поверхностная	266	62,0	27,4	54,4	221	47,0	571	51,7	526,1
3.	Безотвальная	275	63,9	33,1	60,2	248	48,1	591	56,9	566,7
4.	Комбинированная (отвальная 57,1 % + поверхностная 42,9 %)	293	63,6	35,9	56,3	277	50,6	604	58,5	586,3
5.	Комбинированная (отвальная 28,6 % + поверхностная 71,4 %)	289	64,1	29,6	53,7	260	47,5	583	53,4	560,4
6.	Комбинированная (отвальная 57,1 % + безотвальная 42,9 %)	283	66,9	36,5	59,3	282	51,4	624	60,7	602,8
7.	Комбинированная (отвальная 28,6 % + безотвальная 71,4 %)	298	65,3	30,7	55,4	273	51,6	609	56,0	577,3

Приемы обработки почвы и системы удобрений оказывали существенное влияние на урожайность озимого рапса. Отвальная обработка почвы в годы проведения исследований имела преимущество перед чизельной и поверхностной обработками при внесении применяемых норм минеральных удобрений. При применении чизельной обработки почвы урожайность маслосемян озимого рапса снижалась в среднем за 2 года исследований на 2,1 ц/га, при поверхностной обработке – на 8,0 ц/га.

При размещении озимой пшеницы после клевера более высокую урожайность в среднем за 2 года (59,3 ц/га) обеспечивала отвальная обработка (вспашка). Применение безотвальной (чизельной) и поверхностной (дискования) обработки почвы приводило к достоверному снижению урожайности зерна озимой пшеницы в среднем за 2 года исследований по сравнению с вспашкой соответственно на 2,4 и 7,6 ц/га.

Применяемая в севообороте отвальная обработка почвы обеспечивала за ротацию севооборота выход кормовых единиц 592,9 ц/га, тогда как поверхностная – 526,1 ц/га и безотвальная – 566,7 ц/га. Существенное снижение урожайности при безотвальной и, особенно, при поверхностной обработках отмечалось при их применении, начиная с 3-4 года. Более высокий выход кормовых единиц за ротацию севооборота (602,8 ц/га) обеспечивала комбинированная обработка почвы, включающая 57,1 % отвальных и 42,9 % безотвальных (чизельных) обработок. При комбинированной системе, включающей 57,1 % отвальных и 42,9 % поверхностных обработок, выход кормовых единиц за ротацию севооборота составил 586,3 ц/га. Сокращение числа отвальных обработок в севообороте до 28,6 % снижало продуктивность севооборота.

Эффективность различных систем обработки почвы в севообороте определяется суммой энергозатрат и получаемой урожайностью (таблица 2). Поверхностная и безотвальная обработки почвы значительно сокращали расход топлива и энергетические затраты по сравнению с отвальной обработкой, однако при их применении наблюдалось достоверное снижение выхода кормовых единиц с 1 га. Комбинированная обработка почвы, включающая 57,1 % отвальных и безотвальных или поверхностных обработок, оказалась более эффективной по сравнению с отвальной системой. При меньшем расходе топлива (18,5 и 21,1 кг/га) и более низких энергозатратах (1053 и 1170 МДж/га) они обеспечивали практически одинаковый выход кормовых единиц 73,3 и 75,4 ц/га.

Таблица 2 – Энергетическая оценка систем основной обработки почвы

№ п/п	Система обработки почвы	Расход топлива, кг/га	Энергетические затраты, МДж/га	%	Выход кормовых единиц, ц/га
1	2	3	4	5	6
1.	Отвальная	25,1	1352	100	74,1
2.	Поверхностная	9,8	654	48,4	65,8
3.	Безотвальная	15,9	927	68,6	70,8
4.	Комбинированная (отвальная 57,1 % + поверхностная 42,9 %)	18,5	1053	77,9	73,3

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
5.	Комбинированная (отвальная 28,6 % + поверхностная 71,4 %)	14,2	853	63,1	70,0
6.	Комбинированная (отвальная 57,1 % + безотвальная 42,9 %)	21,1	1170	86,4	75,4
7.	Комбинированная (отвальная 28,6 % + безотвальная 71,4 %)	18,5	1048	77,5	72,2

Закключение. На дерново-подзолистых супесчаных почвах, сравнительно чистых от сорняков, при возделывании в плодосменном севообороте сельскохозяйственных культур целесообразно применять вместо традиционной отвальной обработки энергосберегающую комбинированную систему обработки почвы с использованием высокопроизводительных чизельных и чизельно-дисковых почвообрабатывающих орудий, которая обеспечивает практически одинаковую урожайность, позволяет сократить затраты, ускорить выполнение сельскохозяйственных работ. Отвальную вспашку проводить не реже, чем через 2 года, применяя ее для обработки занятого пара, под озимый рапс, для запашки органических удобрений при возделывании пропашных культур и заделки дернины многолетних трав.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ресурсосберегающие природоохранные системы обработки почвы / А. Л. Булавин [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 21-36.
2. Зеленский, В. А. Обработка почвы и плодородие / В. А. Зеленский, Я. У. Яроцкий. – 2-е изд. перераб. и доп. – Мн.: Беларусь, 2004. – 542 с.
3. Никончик, П. И. Земледелие / П. И. Никончик, В. Н. Прокопович. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 584 с.
4. Клименко, В. И. Инновационные методы обработки почвы / В. И. Клименко // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 3. – С. 21-23.

УДК631.15.017.1:(633.35/ 633.13/633.39)

**АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ
АГРОНОМИЧЕСКИХ, ЗООТЕХНИЧЕСКИХ И
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИВИДОВОЙ
КОРМОСМЕСИ ОДНОЛЕТНИХ АГРОКУЛЬТУР
(ПО МАТЕРИАЛАМ ПАТЕНТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)**

В. В. Линьков

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины»

г. Витебск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 210026,
г. Витебск, ул. 1-я Доватора, 7/11; e-mail: linkovvitebsk@mail.ru)

Ключевые слова: агросистема, поливидовая кормосмесь, межотраслевое взаимодействие, экономическая эффективность.

Аннотация. Проведенные многолетние полевые и лабораторные исследования агрономических, агrobiологических и других факторов сельскохозяйственного производства растительной кормопроизводства в 2009-2019 гг. позволили сформулировать новые подходы в создании высокоэффективной агросистемы производства растениеводческой и животноводческой продукции при рациональном сочетании отраслей. В результате этого был получен патент Республики Беларусь, которым показана высокая экономическая эффективность зоны наибольшей оптимизации трехкомпонентной поливидовой смеси вики яровой, овса обыкновенного (посевого) и мальвы курчаволистной в составе биомассы перед уборкой ($23 \div 60 \div 17 \%$). Все это предопределяет характеристики суммарных межотраслевых взаимодействий получения и использования зерносилоса из отмеченной кормосмеси для кормления коров дойного стада с уровнем рентабельности производства в зоне наибольшей реализации в 31,1 %.

**AGROBIOLOGICAL OPTIMIZATION AGRONOMIC,
ZOOTECNICAL AND ECONOMIC PARAMETERS OF POLYBID
FODDER MIXTURE OF ANNUAL AGRICULTURAL PRODUCTS
(BY MATERIAL OF THE PATENT OF THE REPUBLIC OF
BELARUS)**

V. V. Linkov

EI «Vitebsk Order «Badge of Honor» State Academy of Veterinary
Medicine»

Vitebsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 210026, Vitebsk, 1-st.
Dovatora St., 7/11; e-mail: linkovvitebsk@mail.ru)

Key words: agricultural system; polyvalent feed mixture; intersectoral interaction; economic efficiency.

Summary. Long-term field and laboratory studies of agronomic, agrobiological and other factors of agricultural production of plant fodder products in 2009-2019 were carried out. allowed us to formulate new approaches in creating a highly efficient agricultural system for the production of crop and livestock products with a rational combination of industries. As a result of this, a patent of the Republic of Belarus was obtained, which showed the high economic efficiency of the zone of greatest optimization of a three-component polyvid mix of spring vetch, common oats (sowing) and curly-leaved mallow in the biomass before harvesting ($23 \div 60 \div 17 \%$). All this predetermines the characteristics of the total interindustry interactions of obtaining and using grain silo from the indicated feed mixture for feeding cows of the dairy herd with the level of profitability of production in the zone of greatest sales of 31,1 %.

(Поступила в редакцию 05.04.2020 г.)

Введение. Организация системы производства сельскохозяйственной продукции в первую очередь направлена на решение практических задач по рациональному использованию располагаемых видов ресурсного потенциала агропредприятия [1-17]. Среди постоянно используемых ресурсов активно выделяются следующие, представленные на рисунке 1.



Рисунок 1 – Основные виды производственно-экономических ресурсов, используемые при создании высокоэффективных агросистем (интерпретировано по [1, 2, 4-8, 13, 15, 17])

При этом, отличительной особенностью аграрной сферы производства продукции является взаимодействие (сочетание и эффективное

взаимодополнение) следующих субстанциональных составляющих организации и управления производством (в качестве элементов структурирования процессов труда): особенностей земельных ресурсов; распределения производства во времени и в пространстве; специфики использования трудоресурсного потенциала; индивидуализации применения форм хозяйствования [1, 2, 5, 13, 16].

Среди уникальных особенностей земли необходимо отметить ее свойства в сельскохозяйственном использовании как основного средства производства, а также предмета труда и результатов труда. При правильном использовании аграрных земельных угодий свойства земли постепенно улучшаются и способствуют получению очень достойного, высококачественного урожая. Кроме того, при использовании современных концепций севооборотного земледелия, особенностей биоманеврирования культивируемого сообщества и другой биоты во времени и в пространстве, происходят значительные улучшения процессов биологизации и экономической экологизации производства в растениеводстве и животноводстве [1, 2, 4-6, 10, 12, 14, 16]. В дополнение к отмеченным особенностям организации и управления на особом месте находятся персонификация производственного применения различных форм хозяйствования и, как следствие, образование специфических характеристик эффективного использования трудоресурсного потенциала в составе руководства и высшего менеджмента предприятия, технико-технологического состава руководителей среднего звена и непосредственных исполнителей производственных процессов аграрной деятельности хозяйства.

Основной **целью** обнародуемых **исследований** послужило изучение особенностей научно-практического взаимодействия при создании высокоэффективной агросистемы, использующей различные агрономические, зоотехнические и экономические параметры при возделывании и использовании поливидовой смеси однолетних кормовых культур в качестве основного сырья для получения зерносилоса. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: производились полевые опыты, имеющие производственное и научно-производственное значение; осуществлялись лабораторные исследования полученной растениеводческой кормопродукции; проводились производственные исследования по использованию полученного зерносилоса для кормления коров молочного направления специализации (Белголштины); осуществлялась математическая обработка полученных результатов исследований и их интерпретация.

В связи с этим представленные результаты исследований имеют научно-производственный, практический характер, являются актуаль-

ными и востребованными при использовании в крупнотоварном сельскохозяйственном производстве.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в 2009-2019 гг. в производственных условиях специализированного крупнотоварного сельскохозяйственного предприятия ОАО «Возрождение» Витебского района Витебской области. Мелкоделяночные опыты осуществлялись в условиях старопойменных низкогидроморфных почв правобережья р. Западная Двина в Витебском районе. Методика опытов общепринятая. Лабораторные анализы проводились на базе сертифицированной лаборатории ГП «Госстройуниверсал» г. Витебск и аккредитованной лаборатории оценки качества кормов УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». В исследованиях использовались методы анализа, синтеза, сравнений, логический, прикладной математической статистики.

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенные исследования были разграничены на следующие этапы, представляющие собой направленное сужение опытно-экспериментальных объемов исследований и расширение производственных опытов, имеющих под собой основу – производственное внедрение: 1) определение наиболее эффективных (с точки зрения использования в молочнотоварном скотоводстве) сочетаний компонентов поливидовой смеси однолетних кормовых культур (вико-овсяно-мальевой); 2) изучение обусловленных зон оптимизации компонентного состава кормосмеси (внутри и межотраслевые взаимодействия); 3) анализ производственно-технологических требований создания оптимальной трехкомпонентной поливидовой кормосмеси однолетних агрокультур.

В таблице 1 приведены показатели изучения вико-овсяно-мальевой кормосмеси, представляющей собой сырье для производства зерносилоса для кормления коров дойного стада.

Таблица 1 – Состав и питательность вико-овсяно-мальевого зерносилоса для кормления коров при разных соотношениях компонентов смеси (составлено с использованием собственных исследований [5, 6, 9])

Анализируемые параметры	Показатели химического состава, питательности зерносилоса и экономической оценки*			
	(25 ÷ 55 ÷ 20)	(20 ÷ 60 ÷ 20)	(20 ÷ 65 ÷ 15)	(23 ÷ 60 ÷ 17)
1	2	3	4	5
Сухое вещество, %	30,0	31,0	34,0	33,0
Сырой протеин, г/кг сухого вещества	165,0	160,0	155,0	157,0
Переваримый протеин, г/кг сухого вещества	115,5	112,0	109,0	110,0
К. ед. г/кг сухого вещества	0,93	0,92	0,91	0,92

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Переваримый протеин, на 1 к. ед., г	123,0	122,0	120,0	120,0
Рентабельность производства молока, %	15,7	14,5	13,4	19,3

*Примечание – * первый показатель в скобках – процентное содержание (удельный вес) вики яровой в составе зерносилоса кормосмеси, второй показатель – удельный вес содержания овса посевного, третий показатель – содержание мальвы курчаволистной*

Анализ данных таблицы 1 позволяет ориентировать исследователя и практика на оптимизацию количественных и качественных параметров создания поливидовой кормосмеси. Так, наиболее выгодными показателями выделяется смесь в следующем составе компонентов (весовой процент): вика – 23, овес – 60, мальва курчавая – 17. Данная смесь характеризуется близкими параметрами с другими смесями (другим компонентным составом) по накоплению сухого вещества, сырого и переваримого протеина, питательной ценности, но очень сильно отличается от остальных по показателям экономической эффективности производства и использования. Экономическая эффективность производства молока с использованием данного компонентного состава зерносилоса ($23 \div 60 \div 17$) характеризуется достаточно высокими показателями рентабельности производства – в 19,3 %, превышая рентабельности других составов на 3,6-5,9 п. п. Все это указывает на то, что на данном этапе исследований найдено эффективное и рациональное сочетание компонентов поливидовой кормосмеси, по результатам которого в 2019 г. получен патент Республики Беларусь [9].

С точки зрения создания высокоэффективной агросистемы представленные параметры оптимизации получения поливидовой кормосмеси узкоспецифического характера использования должны выполнять следующие 3 основные задачи: планирование производства; составление рабочих заданий и координацию работ; управление технологическими процессами. При этом декомпозиция производственно-экономической системы в растениеводстве может быть представлена в виде следующей наглядной схемы (рисунок 2).



Рисунок 2 – Основные элементы (факторы) декомпозиции высокоэффективной системы производства растениеводческой продукции (составлено с интерпретацией [1, 2, 4, 5, 10, 14, 17] и новых собственных исследований)

Сам отмеченный подход (рисунок 2), конечно, представляет отдельное направление совершенствования сельскохозяйственного производства и, в рамках отведенных для обнародованной публикации объемах, может быть рассмотрен с позиции оценки отраслевых и суммарных взаимодействий процессов производства зерносилоса (таблица 2).

Таблица 2 – Результирующие параметры отраслевых и суммарных взаимодействий рационализации получения зерносилоса для коров

Анализируемые показатели (обусловленные зоны оптимизации)	Отраслевые особенности*			
	А	З	Т	В
Зона вне оптимума (соотношение компонентов зерносилоса)**: $15 \div 75 \div 10$ $10 \div 50 \div 40$	22,3	14,3	34,9	23,8
	26,4	15,4	35,1	25,6
Зона третьего оптимума: $20 \div 65 \div 15$	33,8	13,4	35,2	27,5
Зона второго оптимума: $20 \div 60 \div 20$	32,7	14,5	35,3	27,5
Зона первого оптимума: $25 \div 55 \div 20$	32,1	15,7	35,4	27,7
Зона наибольшей оптимизации: $23 \div 60 \div 17$ ***	38,6	19,3	35,5	31,1

Примечание

1 * уровень рентабельности для А – агрономических параметров; З – зоотехнических; Т – технологических; В – взаимодействие отраслей;

2 ** компоненты зерносилоса для коров в анализируемой последовательности: вика яровая; овес посевной; мальва курчаволистная;

3 *** подтверждено авторским патентом [9]

Из данных таблицы 2 видно, что целостная картина создания высокоэффективной агросистемы производства поливидовой трехкомпонентной смеси однолетних кормовых агрокультур оптимизируется на

ее количественном составе (% соотношение компонентов по весу биомассы при уборке), при котором зонирование соотношений при междоотраслевом (агрокластеризационном) взаимодействии отраслей растениеводства и животноводства достигает наиболее высокого показателя рентабельности – 31,1 % у состава 23 ÷ 60 ÷ 17 (вики ÷ овса ÷ мальвы карчавой).

Агрономические условия создания качественно новой кормосмеси с учетом зоотехнических требований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Агрономические и зоотехнические требования создания качественно нового вико-овсяно-мальвового зерносилоса для коров

Изучаемые показатели	Компоненты смеси		
	вика	овес	мальва
Норма высева всхожих семян, млн./га	1,3	3,7	0,9
Весовая норма высева семян в составе смеси, кг*	56	131	3
Оптимальный состав биомассы для зерносилоса, %	23	60	17
Фактический состав зерносилоса, весовой, т с га**	6,1	17,6	4,3
Фактический состав зерносилоса, %	21,8	62,9	15,3
Оптимальный состав зеленой массы смеси перед уборкой, т/га***	9,2	24,0	6,8
Фактический агрофитоценоз (густота растений ко времени уборки), шт./м ²	89	278	43
Фактическая наземная биомасса одного растения, г	6,9	6,3	10,0
Оптимальный агрофитоценоз (моделирование густоты растений к моменту уборки), шт./м ²	100	300	50

Примечание

1 * при стандартной влажности 14,0 % и массе 1000 шт. кондиционных семян вики 44,0 г, овса 35,0, мальвы курчаволистной 3,4 г осуществляется рядовой способ посева (междурядья – 15 см);

2 ** при влажности 70,0 % и рН = 4,5-5,0 и урожайности зеленой массы 40 т/га;

*** наиболее лучшие сроки уборки связаны в получении качественной кормовой продукции и осуществляются в следующие фазы развития видов растений в агрофитоценозе: вики – окончания массового цветения и формирования бобов на нижней части растений (наиболее рано развивающихся) в восковой спелости; овса – молочно-восковой, восковой спелости зерна; мальвы – в фазу активного цвете-

ния в верхней части растений и в период завершения образования семян в нижней части растений

Из данных таблицы 3 можно сделать следующие выводы:

1) Условия формирования определенной нормы высева характеризуются массой 1000 семян каждого из трех компонентов смеси. При заданных параметрах вики – 44,0 г, овса – 35 г и мальвы – 3,4 г/1000 зерен весовая норма высева составляет соответственно 56, 131 и 3 кг, что в сумме есть 192 кг/га.

2) Фактическое получение близкого к оптимальному соотношению компонентного состава биомассы поливидовой смеси $21,8 \div 62,9 \div 15,3$ в среднем за годы исследований (вместо наиболее оптимального $23 \div 60 \div 17$) показывает, насколько сложно добиться создания расчетно-сбалансированной смеси к моменту уборки, и скорее указывает на труднопреодолимые противоречия создания высокоэффективной агросистемы поливидовой трехкомпонентной смеси отмеченных агрокультур, которые могут быть решены техническим, технологическим и селекционным путем, при том что смесь высевалась в оптимальные сроки, в хорошо подготовленную почву, заправленную расчетными дозами органических и минеральных удобрений, убиралась в строго регламентированные сроки, устанавливаемые по фазам развития растений смеси.

3) Несмотря на это, представленная в наиболее рациональном виде поливидовая однолетняя кормосмесь заслуживает должного внимания и может оказаться серьезным подспорьем в формировании высокоэффективной системы производства агропродукции: кормопроизводства и животноводства.

Заключение. Таким образом, обнародованные результаты исследований научно-практического взаимодействия эффективного использования отдельных агрономических, зоотехнических и экономических особенностей формирования поливидовой однолетней кормосмеси для производства зерносилоса в качестве компонента рациона дойного стада коров требуют их внимательного изучения и широкомасштабного внедрения в крупнотоварное специализированное сельскохозяйственное производство. Высокая экономическая эффективность зоны наибольшей оптимизации трехкомпонентной смеси вики, овса и мальвы курчаволистной в составе биомассы перед уборкой ($23 \div 60 \div 17$ %) характеризует суммарные межотраслевые взаимодействия получения и использования зерносилоса для кормления коров с комплексным уровнем рентабельности таких взаимодействий в 31,1 %.

Предложения производству. Рекомендуется использовать в больших масштабах возделывание поливидовой трехкомпонентной кор-

мосмеси однолетних агрокультур вики яровой, овса посевного и мальвы курчаволистной, при условии создания высокоэффективной кормосмеси в соответствующем составе биомассы перед уборкой ($23 \div 60 \div 17\%$). При создании высокоэффективной агросистемы производства растениеводческой и животноводческой продукции необходимо учитывать научно-практическое взаимодействие отраслей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дегтяревич, Н. А. Факторы эффективности управления / Н. А. Дегтяревич, И. И. Дегтяревич // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XVIII Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2015. – С. 37-38.
2. Жолик, Г. А. Производство комбикормов в Республике – проблемы и перспективы / Г. А. Жолик // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XIX Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2016. – С. 250-251.
3. Зенькова, Н. Н. Снова о кормах, качестве и технологиях / Н. Н. Зенькова, Н. П. Разумовский // Белорусское сельское хозяйство. – 2017. – № 5. – С. 44-46.
4. Линьков, В. В. Агрономические элементы создания высокоэффективной поливидовой кормосмеси / В. В. Линьков // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сборник статей по материалам XV Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Заслуженного агронома БССР, Почетного профессора БГСХА А. М. Богомолова. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 214-217.
5. Линьков, В. В. Введение в прогрессивную агрономию: Монография / В. В. Линьков. – Riga (EU) Mauritius: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 167 с.
6. Линьков, В. В. Производственно-экономические подходы возделывания смесей однолетних культур для кормления дойного стада коров / В. В. Линьков // Молочнохозяйственный вестник: Электронный периодический теоретический и научно-практический журнал. – 2019. – № 4. – С. 79-93.
7. Линьков, В. В. Саморегуляция биодинамических систем: теория и использование в агрономической практике / В. В. Линьков // Вестник Донского ГАУ, № 25, Выпуск 3, Часть 1, 2017. – С. 18-28.
8. О необходимости адаптации сельскохозяйственного производства Беларуси к изменению климата / Е. Б. Лосевич [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XIX Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2016. – С. 74-76.
9. Разумовский, Н. П. Зерносилос для коров: Патент Республики Беларусь / Н. П. Разумовский, В. В. Линьков // Официальный бюллетень: Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы. Технологии интегральных микросхем. – 2019. – № 4. – С. 53-54.
10. Разумовский, Н. П. Зоотехнику нужна поддержка! / Н. П. Разумовский, А. А. Хрущев // Белорусское сельское хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 9-11.
11. Разумовский, Н. П. Эффективное кормление коров в стойловый период / Н. П. Разумовский // Наше сельское хозяйство. Ветеринария и животноводство. – 2018. – № 20. – С. 54-61.
12. Рысина, Е. Н. Формирование урожайности однолетних многокомпонентных смесей на корм / Е. Н. Рысина, О. В. Ябанжи // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: сборник статей 66-й Международной научно-практической конференции в 3 т. – Т. 1. – Агробизнес. Ветеринарная медицина и зоотехния. – Караваево: Костромская ГСХА, 2015. – С. 70-73.

13. Тюпаков, К. Э. Особенности эффективного формирования и воспроизводства технико-технологической базы растениеводства: монография / К. Э. Тюпаков. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 274 с.
14. Loor, J. J. Dietary impacts on rumen microbiota in beef and dairy production / J. J. Loor, A. A. Elolimy, J. C. McCann // *Animal Frontiers*. – 2016. – Vol. 6, Iss. 3. – P. 22-29.
15. Nutritional strategies in ruminants: A lifetime approach / J. McCrath [ets.] // *Research in Veterinary Science*. – 2018. – Vol. 116. – P. 28-39.
16. Sustainable livestock systems to improve human health, nutrition, and economic status / P. Varijakshapanicker [ets.] // *Animal Frontiers*. – 2019. – Vol. 9, Iss. 4. – P. 39-50.
17. Yield and quality traits of some perennial forages as both sole crops and intercropping mixtures under irrigated conditions / M. S. Sayar [ets.] // *Turkish Journal of Field Crops*. – 2014. – № 19. – P. 59-65.

УДК 633.41:632.51:661.162.2:631.8:631.582

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОРНОГО ЦЕНОЗА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Н. А. Лукьянюк

ЕАО KWS SAAT SE

г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220030,

г. Минск, ул. Немига, 5-507; e-mail: Luk_Nik@tut.by)

***Ключевые слова:** севооборот, удобрение, гербицид, сорняк, сахарная свекла.*

***Аннотация.** В статье обобщены результаты влияния элементов технологии на засоренность посевов свеклы сахарной в Республике Беларусь. Указаны основные источники засорения и пути их снижения. Показано влияние погодных условий на динамику изменения сорного компонента свекловичного ценоза.*

PECULIARITIES OF FORMING THE WEED CENOSIS OF SUGAR BEET IN THE REPUBLIC OF BELARUS

N. Lukyaniuk

EAO KWS SAAT SE

Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220030, Minsk, 5-507

Nemiga st.; e-mail: Luk_Nik@tut.by)

***Key words:** crop rotation, fertilizer, herbicide, weed, sugar beet.*

***Summary.** The article summarizes the results of the influence of technology elements on the weediness of sugar beet crops in the Republic of Belarus. Identifies the major sources of fouling and ways to reduce them. Shows the effect of weather conditions on the dynamics of change component weed beet cenosis.*

(Поступила в редакцию 28.05.2020 г.)

Введение. Свекловичный агроценоз – агробиологическая система, характеризующаяся низкой конкурентной способностью к сорному ее компоненту, что связано как с биологическими особенностями роста свеклы, так и его количественным составом.

На полях Республики Беларусь выявлено 174 вида сорных растений, свекловичный агроценоз, по данным маршрутного обследования 2010-2015 гг., представлен 49 видами сорняков, из них двудольных сорняков 41 вид (однолетние – 31 вид, многолетние – 10 видов), злаковых 8 видов (однолетние – 7 видов, многолетние – 1 вид), хвощи – 1 вид. Причем видовой состав сорного компонента на посевах относительно постоянен, а различия в большей степени проявляются в относительном изменении доли того либо иного сорного вида [5].

Сорный компонент свекловичного ценоза на протяжении вегетационного периода находится в постоянной динамике. На характер и интенсивность засоренности посевов, распространение сорняков и их видовой состав существенно влияют комплекс биотических и абиотических факторов. Смена элементов сорного фитоценоза зависит от присутствия различных групп сорняков (эфимеры, ранние и поздние яровые, зимующие и озимые виды) их конкуренции, применяемой системы контроля на культуре и звене севооборота [1, 4, 9].

Цель работы – изучить факторы, влияющие на формирование сорного ценоза сахарной свеклы в Республике Беларусь.

Материал и методика исследований. Исследования проводились на РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» в 2001-2013 гг. Опыты закладывали на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой рыхлым песком глубже 0,7 м, и дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой с глубины 0,7-0,8 м средним и легким суглинком. Почва высококультуренная, содержание гумуса – 2,04-3,61 %, подвижного фосфора – 251-339 мг/кг, обменного калия – 218-358 мг/кг, кислотность – 6,1-6,6. Агротехника возделывания свеклы сахарной в опытах, за исключением изучаемых факторов, была общепринятой, согласно отраслевому регламенту ОР МСХП РБ 0215-2005.

Учет сорняков в опытах проводили путем наложения рамки площадью 0,25 м² в пяти местах делянки до проведения первой гербицидной обработки.

Запас семян в почве проводили по методике ВНИИЗ путем отбора почвенных проб буром в 20 местах с формированием средней пробы не менее 2 кг. Полученную пробу сушили и в дальнейшем промывали на ситах [5, 13].

Результаты исследований и их обсуждение. По результатам исследований установлено, что в условиях Беларуси количество семян

сорняков в почве составило от 209,0 до 322,5 млн. шт./га, что выше, чем при учете, проведенном К. П. Паденовым в 1977-1984 гг., где их количество варьировало в пределах 129-155 млн. шт./га [5].

Одной из причин роста численности семян в почве является нарушение технологии контроля сорной растительности. Так, семенная продуктивность одного растения василька синего может составить до 7000, ромашки непахучей – 45 000, мари белой – 100 000, щирицы запрокинутой – до 500 000 жизнеспособных семян. При отсутствии борьбы с сорняками запасы их семян в почве за сезон могут увеличиться в 2 раза, а при засорении щирицей запрокинутой и марью белой – в 3 и более раз [1, 2, 3, 9, 11].

Не менее важное значение в засорении почвы и влиянии на видовой состав сорной флоры в свекловичном агрофитоценозе принадлежит органическим удобрениям. Так, по данным К. П. Паденова, в 1 т навоза содержится от 15 тыс. до 4,5 млн. жизнеспособных семян сорняков [6, 8, 12].

Нами изучалось влияние на засоренность посевов органических и минеральных удобрений. В стационарном опыте установлено, что наименьшее количество семян сорняков содержалось в контрольном варианте (без удобрений) – 209,8 млн. шт./га, а с увеличением доз внесения органических и минеральных удобрений запас семян сорняков в почве увеличился на 31,6 млн. шт./га. При внесении 40 т/га навоза запас семян сорняков увеличивался на 4,9 млн./га (2,4 %), а количество всходов – на 15 шт./м² (28,8 %). Применение минеральных удобрений N₉₀₋₁₂₀P₉₀₋₁₂₀K₁₅₀₋₁₈₀ способствовало дальнейшему росту как запаса семян сорняков на 13,1-18,0 млн./га (6,1-8,4 %), так и засоренности посева на 9-14 шт./м² (14,8-20,9 %) (таблица 1).

Таблица 1 – Засоренность посевов сахарной свеклы при различных системах удобрений, среднее за 2002-2005 гг.

Системы примененных удобрений	Количество семян сорняков в почве, млн. шт./га	Количество всходов сорняков, шт./м ²
Без удобрений	209,8	52
40 т навоза	214,7	67
40 т навоза + N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	232,7	76
40 т навоза + N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	227,8	81

В результате многолетних исследований нами установлена тенденция в уменьшении количества всходов сорняков при использовании в качестве органического удобрения соломы и редьки масличной (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние форм органических удобрений на засоренность посевов сахарной свеклы, 2000-2004 гг.

Вариант	Количество всходов сорняков, шт./м ²
Навоз 60 т/га	115
Солома, N ₆₀	103
Редька + солома, N ₉₀	104

Под влиянием удобрений изменяется ботанический состав сорняков. Так, на фоне без органических удобрений доминировали марь белая, щирица запрокинутая и ярутка полевая, при внесении навоза увеличивалась доля звездчатки средней и фиалки полевой, сохранилась на прежнем уровне доля ромашки непахучей, горца птичьего, горца выюнного (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние навоза на засоренность посевов сахарной свеклы, среднее за 2001-2004 гг.

№ п/п	засоренность	Марь белая	Звездчатка средняя	Ромашка непахучая	Горец выюнный	Горец птичий	Щирица запрокинутая	Фиалка полевая	Ярутка полевая	Всего
Контроль (без навоза)	шт./м ²	79,8	7,3	3,7	2,0	2,1	25,7	28,2	25,2	179,6
	%	44,4	4,1	2,1	1,1	1,2	14,3	15,7	14,0	100,0
навоз (60 т/га)	шт./м ²	96,7	16,4	4,9	2,8	2,5	29,1	37,4	28,2	227,4
	%	42,5	7,2	2,2	1,2	1,1	12,8	16,5	12,4	100,0

Определенное значение на изменение количественного состава сорняков в посевах свеклы принадлежит сроку применения удобрений, особенно азотных. В исследованиях, проведенных нами в 2003-2004 гг., установлено, что полная норма азота N₁₂₀, независимо от вида удобрения, внесенная непосредственно перед севом, оказывала фитотоксическое действие на всходы сорняков, снижала их количество на 134-154 шт./м² (31,1-35,7 %), по сравнению с контролем (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние сроков, норм и форм азотных удобрений на засоренность посевов сахарной свеклы, 2003-2004 гг.

Вариант	Количество всходов сорняков, шт./м ²
Контроль (без азотных удобрений)	431
КАС N ₁₂₀ за 10 дней до посева	327
КАС N ₁₂₀ перед посевом	297
КАС N ₉₀ перед посевом	413
Сульфат аммония N ₁₂₀ за 10 дней до посева	311
Сульфат аммония N ₁₂₀ перед посевом	277
Сульфат аммония N ₉₀ перед посевом	413
Мочевина N ₉₀ перед посевом	287

Фитоценоотические отношения между культурным и сорным компонентами обычно регулируются с помощью агротехнических мероприятий [2, 10, 12].

Достаточно хорошо изучена и подтверждена положительная роль севооборота в регулировании состава сорной растительности. На РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» в стационарном опыте в 1977-1984 гг. (Паденов К. П.), в 2002-2005 гг. (Комлач А. А.) проводилась оценка запаса семян сорняков в севообороте. Результатами второго учета было установлено, что фитосанитарную функцию сахарная свекла выполняет при насыщении севооборота 20 %, дальнейшее увеличение доли свеклы не ведет к изменению количества семян сорняков в почве и их численности в посевах. При их первой оценке более высокое насыщение севооборота свеклой оказывало положительную роль на фитосанитарную ситуацию посевов. Это может быть связано с применением более эффективных гербицидов на других культурах севооборота в более поздний период учета (таблица 5).

Таблица 5 – Засоренность посевов сахарной свеклы в зависимости от насыщения севооборота свеклой сахарной

Насыщение севооборота свеклой, %	Количество семян сорняков в почве, млн. шт./га		Количество всходов сорняков, шт./м ²
	1977-1984	2002-2005	2002-2005
10	154,56	286,2	139
20	143,57	234,6	102
30	129,03	233,5	100

Имеет значение и чередование культур в севообороте. В Республике Беларусь, по данным Н. П. Вострухина, наиболее приемлемым предшественником является звено клевер - озимые - свекла, где численность сорняков составила 187 шт./м², хотя роль данного фактора не имеет существенного значения, т. к. изменения численности сорняков по 14 вариантам опыта не превысили 16 % [7].

Проведенные нами исследования свидетельствуют, что наилучшим звеном севооборота является горох - озимая пшеница - сахарная свекла, где наблюдался наименьший запас сорняков – 230,9 млн. шт./га, что на 28 % меньше, чем в звене севооборота клевер - озимая пшеница - сахарная свекла, где их запас составил 322,5 млн. шт./га (таблица 6). Также наблюдались различия и во всходах сорняков 96-143 шт./м², различия достигали 49 % (таблица 6).

Таблица 6 – Засоренность посевов сахарной свеклы в зависимости от звена севооборота, 2000-2005 гг.

Вариант	Количество семян сорняков в почве, млн. шт./га	Количество всходов сорняков, шт./м ²
клевер - озимая пшеница - сахарная свекла	322,5	96
горох - картофель - сахарная свекла	284,8	143
горох - озимая пшеница - сахарная свекла	230,9	112

В Республике Беларусь главным элементом основной обработки является вспашка, в связи с чем семена сорняков в почвенном профиле распределены равномерно: 0-10 см – 42,6-44,1 % семян; 10-20 см – 36,2-41,7 %; 20-30 см – 15,7-19,6 % [5].

По результатам наших исследований система обработки почвы в севообороте в многолетнем стационарном опыте не оказала существенного влияния на засоренность посевов – 83-91 шт./м², что связано с формированием специфических сорных сообществ под влиянием обработки почвы и дифференциацией запаса семян сорняков в его плодородном слое (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние системы обработки почвы в сеимпольном севообороте на засоренность посевов сахарной свеклы, 2000-2005 гг.

Вариант	Количество сорняков, шт./м ²
дисковое лушение	
Вспашка на 20 см под все культуры	83
Лушение на 10 см в 4-х полях, вспашка на 20 см в 3-х	86
Лушение на 10 см под все культуры	85
отвальное лушение	
Вспашка на 20 см под все культуры	91
Лушение на 10 см в 4-х полях, вспашка на 20 см в 3-х	85
Лушение на 10 см под все культуры	84

Однако наблюдалась неравномерность динамики всходов сорняков в вариантах с минимальной обработкой, что усложняло построение системы химического контроля.

По иному складывается ситуация при проведении краткосрочной замены вспашки минимальной обработкой. Проведение данного приема вызвало рост засоренности посева на 23,4 % – с 182,2 до 224,8 шт./м². При этом наблюдалось изменение количественно-видового состава, связанное с увеличением при дисковании доли в сообществе мари белой и щирицы запрокинутой и снижением ярутки полевой, фиалки полевой и звездчатки средней (рисунок 1).

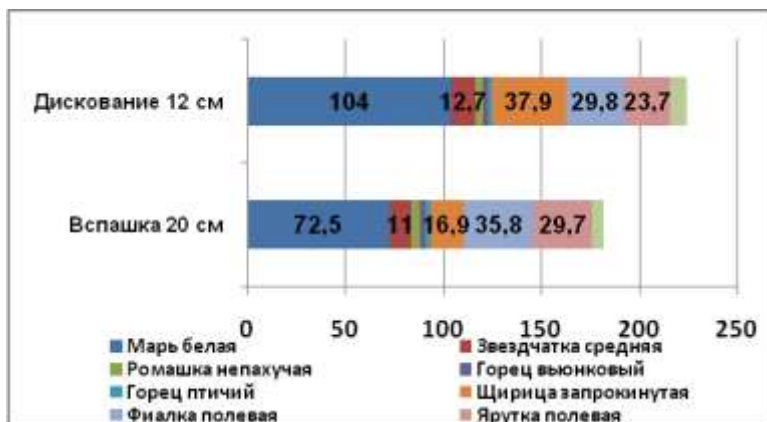


Рисунок 1 – Влияние способа обработки почвы на засоренность посева сахарной свеклы, 2001-2004 гг.

В современных условиях хозяйствования важная роль в формировании сорной флоры принадлежит гербицидам. При их использовании наблюдается гибель одних видов сорняков, а для других, устойчивых, создаются благоприятные условия для роста и развития. Так, при проведении производственных опытов в 2012 г. общая численность сорняков – 181,0 шт./м²; причем в посевах доминировали падалица рапса – 34,5 %; марь белая – 17,7 %; ярутка полевая – 10,3 %; горец вьюнковый – 2,9 %; горец почечуйный – 2,0 %; ромашка непахучая – 1,3 %. После применения гербицидов на основе фенмедифама, десмедифама и этофумезата с препаратами на основе метаметрона, в среднем по 14 вариантам, их численность снизилась до 12,7 шт./м², причем доля падалицы рапса в сорном ценозе возросла до 63,8 %, мари белой – до 22,0 %, а ромашки непахучей – до 15 %.

Использование в звене севооборота для контроля сорной растительности многокомпонентных гербицидов либо баковых смесей с широким спектром действия ведет к изменению его структуры, что выражается в снижении видового разнообразия и приближении посевов к одновидовым сообществам.

Существенное значение в разнообразии сорного ценоза принадлежит погодным условиям в период вегетации, которые во многом влияют на динамику прорастания семян сорняков [1, 3].

Нашими исследованиями установлена зависимость между засоренностью посевов и показателем гидротермического коэффициента (ГТК). Так, максимальное количество всходов сорняков в посевах

свеклы наблюдается при достаточном увлажнении, в 2001 г. ГТК составил 1,71, а засоренность – 242 сорняка/м², в 2003 г. при ГТК = 1,42 засоренность – 199 шт./ м², а в 2004 г. – соответственно 1,34 и 168 шт./м² соответственно (рисунок 2).

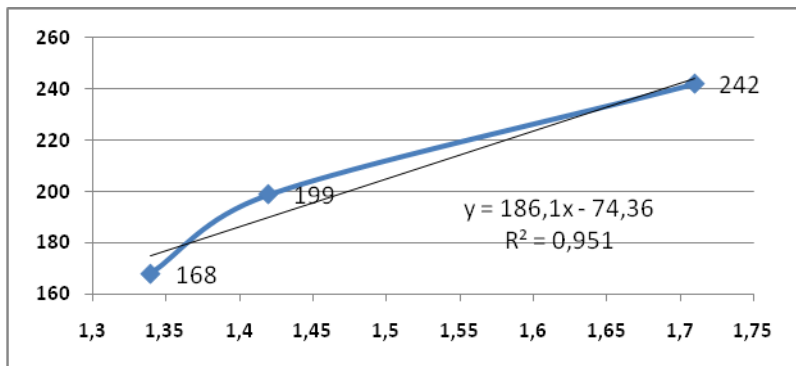


Рисунок 2 – Влияние ГТК на засоренность посевов сахарной свеклы

Установлено влияние погодных условий в период прорастания сорняков и на их количественно-видовой состав в посевах сахарной свеклы. В 2001 г. при ГТК = 0,65 в мае, доля мари белой в структуре сорняков составляла 61,4 %, щирицы запрокинутой – 14,0 %, фиалки полевой – 11,9 %, ярутки полевой – 6,7 %. В 2003 г., когда в мае ГТК = 1,36, доля мари белой в сорном ценозе снизилась до 33,3 %, щирицы запрокинутой – до 3,1 %, а фиалки полевой и ярутки полевой увеличилось до 23,8 и 23,9 % соответственно (рисунок 3).

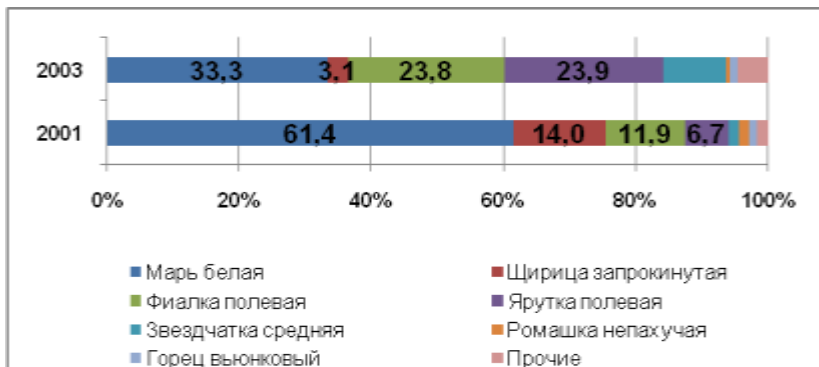


Рисунок 3 – Зависимость количественно-видового состава сорняков от ГТК

Таким образом, сорный ценоз свекловичного поля является сложной биотической системой, которая формируется под воздействием комплекса факторов. Его регулирование должно базироваться на знании запаса семян в почве, количественного и видового сорного компонента ценоза.

Заключение. В формировании сорного компонента свекловичного ценоза участвует комплекс факторов, формирующих как запас семян в почве, так и засоренность посева.

Запас семян сорных растений в посевах свеклы Республики Беларусь составляет от 209 до 322,5 млн. жизнеспособных семян на гектар, а количество всходов сорняков в период вегетации – 300 экземпляров/м², или 1,0-1,5 % от общего запаса семян.

С увеличением доли свеклы в севообороте с 10 до 30 % содержание семян в почве снижается на 23,0 %, засоренность – 39,0 %, а при правильном подборе звена свекловичного севооборота количество семян в почве можно уменьшить до 38,3 %, а ее засоренность – до 48,9.

Органические и минеральные удобрения, внесенные под сахарную свеклу, в большей степени влияют на засоренность посева, которая возрастает на 28,8 % и 13,4-20,9 %, чем на их запас в почве, где рост составляет 2,3-8,4 % и 6,1-8,4 % соответственно. Применение азотных удобрений оказывает фитотоксическое действие на всходы сорняков, снижая их численность в зависимости от вида и дозы до 35,7 %.

Кратковременная замена вспашки минимальной обработкой приводит к росту засоренности на 23,4 %, однако многолетнее использование минимальной обработки почвы не вызывало роста засоренности посевов.

Погодные условия влияют на количественный и видовой состав сорного ценоза. Так, во влажные годы засоренность посевов может возрасти до 30,6 %. Установлена тесная прямая корреляционная $r = 0,98$ связь между гидротермическим коэффициентом и засоренностью посева.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гулидов, А. М. Видовой состав сорной флоры и его регулирование / А. М. Гулидов // Защита растений. – 1991. – № 2. – С. 6-9.
2. Земледелие: учебник / С. А. Воробьев [и др.]; под ред. С. А. Воробьева, Е. М. Козина. – М.: Агропромиздат, 1991. – 527 с.
3. Киселев, А. Н. Сорные растения и меры борьбы с ними: учеб. пособие / А. Н. Киселев. – М.: Колос, 1971. – 192 с.
4. Паденов, К. П. Сорные растения в Белоруссии / К. П. Паденов, В. Ф. Самерсов // Защита и карантин растений. – 1997. – № 1. – С. 18-19.
5. Паденов, К. П. Сорные растения, их вредоносность, методы учета и меры борьбы / К. П. Паденов, В. К. Довбан. – Минск: БелНИИТИ, 1979. – 54 с. – (Обзорная информация. Серия «Сельское хозяйство» / БелНИИТИ Госплана БССР).

6. Паденов, К. П. Система защитных мероприятий посевов сахарной свеклы от сорных растений в интенсивных технологиях ее возделывания в 1998 году / К. П. Паденов. – Минск; Прилуки: [б. и.], 1998. – 28 с.
7. Продуктивность полевого севооборота / Н. П. Вострухин [и др.]; под ред. Н. П. Вострухина. – Минск: Ураджай, 1990. – 200 с.
8. Протасов, Н. И. Гербициды в интенсивном земледелии: учеб. пособие / Н. И. Протасов. – Минск: Ураджай, 1988. – 232 с.
9. Протасов, Н. И. Сорные растения и меры борьбы с ними / Н. И. Протасов, К. П. Паденов, П. М. Шершнев. – Минск: Ураджай, 1987. – 272 с.
10. Сахарная свекла: выращивание, уборка, хранение / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – М.: [б. и.], 2013. – 315 с.
11. Сорные растения и особенности борьбы с ними : рекомендации / Белорус. науч.-иссл. ин-т защиты растений. – Минск: [б. и.], 1987. – 20 с.
12. Справочник по защите растений / В. А. Захаренко [и др.]; под ред. Ю. Н. Фадеева. – М.: Агропромиздат, 1985. – 415 с.
13. Фитосанитарная диагностика / А. Ф. Ченкин [и др.]; под ред. А. Ф. Ченкина. – М.: Колос, 1994. – 322 с.

УДК 633.413:632.952:632.4:632.959

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДОВ НА САХАРНОЙ СВЕКЛЕ В БАКОВЫХ СМЕСЯХ

Н. А. Лукьянюк¹, Е. В. Турук²

¹ – ЕАО KWS SAAT SE

(Республика Беларусь, 220030, г. Минск, ул. Немига, 5-507; e-mail: Luk_Nik@tut.by);

² – УО «Гродненский государственный аграрный университет»

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

г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: grin_lena@mail.ru)

Ключевые слова: сахарная свекла, болезни листьев, церкоспороз, фунгициды, баковые смеси, поверхностно-активные вещества, микроэлементы, регуляторы роста.

Аннотация. В статье обобщены результаты исследований по изучению применения фунгицидов в баковых смесях с ПАВ, микроэлементами и регуляторами роста в посевах сахарной свеклы в Республике Беларусь. Установлено, что применение ПАВ «Нью-Филм», «Перифолис» и «Био-Пауэр» с фунгицидами Рекс ДУО, СК и Абакус, СЭ позволяет снизить норму внесения фунгицидов на 0,1 и 0,25 л/га с сохранением высокой биологической эффективности фунгицида против церкоспороза и без снижения продуктивности культуры. Указано, что применение ПАВ «Нью-Филм» и «Перифолис» совместно с фунгицидами эффективно с экономической точки зрения, т. к. обеспечивает рост рентабельности, снижение себестоимости и увеличение дополнительного чистого дохода в сравнении с фунгицидом в чистом виде

EFFICIENCY OF APPLICATION OF FUNGICIDES ON SUGAR BEET IN TANK MIXES

N. A. Lukyaniuk¹, E. V. Turuk²

¹ – EAO KWS SAAT SE

Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220030, Minsk, 5-507 Nemiga st.; e-mail: Luk_Nik@tut.by);

² – EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: grin_lena@mail.ru)

Key words: sugar beet, leaf diseases, cercosporosis, fungicides, tank mixtures, surfactants, microelements, growth regulators.

Summary. The article summarizes the results of research on the use of fungicides in tank mixtures with surfactants, trace elements and growth regulators in sugar beet crops in the Republic of Belarus. It was found that the use of surfactants «new-Film», «Peripholis» and «Bio-Power» with fungicides Rex DUO, SK and abacus, SE, can reduce the rate of application of fungicides by 0,1 l/ha and 0.25 l/ha while maintaining the high biological effectiveness of the fungicide against cercosporosis and without reducing the productivity of the culture. It is indicated that the use of surfactants «new-Film» and «Peripholis» together with fungicides is effective from an economic point of view, as it provides growth, profitability, cost reduction and an increase in additional net income in comparison with the fungicide in its pure form

(Поступила в редакцию 28.05.2020 г.)

Введение. В настоящее время уровень урожайности сахарной свеклы, в значительной степени зависит от фитосанитарного состояния посевов. Поэтому очень важным элементом технологии возделывания является защита культуры от болезней листьев для поддержания листового аппарата в здоровом состоянии, т. к. этим обеспечивается высокая продуктивность фотосинтетической активности. Наиболее доступный и эффективный способ контроля листовых болезней в посевах свеклы – использование препаратов фунгицидного действия [1].

Изменение погодных условий (в последние 50 лет среднегогодовой температура воздуха возросла более чем на 1 °C), увеличение периода вегетации культуры на 20-25 дней (более ранние сроки сева, более поздние уборки), появление на рынке гибридов с низкой устойчивостью к болезням стали причиной увеличения фунгицидной нагрузки на свекловичный агроценоз. Если в середине 80-х годов обработки посевов сахарной свеклы в Беларуси производились выборочно, то в настоящее время на 60-70 % посевов проводятся фунгицидные обработки, а отдельные сельхозпредприятия на части посевов практикуют и двукратное применение фунгицидов на сахарной свекле [6, 7].

Учитывая достаточно узкий спектр действующих веществ, включенных в процесс ротации фунгицидов, важно максимально уменьшить фунгицидную нагрузку на гектар посева, без снижения продуктивности свекловичного агроценоза. Одним из направлений в решении данной задачи является использование ПАВ, обеспечивающих более качественное распределение пестицидов на поверхности растений и быстрое проникновение в растение.

Цель работы – изучить влияние совместного применения фунгицидов с ПАВ, микроэлементами и регуляторами роста на продуктивность сахарной свеклы.

Материал и методика исследований. Полевые опыты по изучению эффективности применения фунгицидов при возделывании сахарной свеклы проводились в Несвижском р-не Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве (содержание гумуса – 2,56-2,9 %, P_2O_5 – 164-205 мг/кг, K_2O – 188-33 мг/кг, рН – 6,0-6,6). Повторность опыта четырехкратная, учетная площадь деланки – 27 м². Предшественник – озимые зерновые. Фосфорные и калийные удобрения ($P_{90}K_{150}$) вносились осенью под вспашку. Азотные удобрения N_{120} вносились весной под предпосевную культивацию. Посев – 15-20 апреля. В посевах сахарной свеклы применялись гербициды Бетанал Эксперт ОФ (1,0 л/га) + Голтикс (1,0-1,25 л/га) в фазу семядолей сорняков трехкратно; Лонтрел 300, ВР (0,4 л/га), Пантера, КЭ (1,0 л/га). Микроэлементы Поликом «Свекла-1» и Поликом «Свекла-2» (2,0 и 2,5 л/га) соответственно в смеси с борным удобрением «Полибор» (2,5 л/га) применялись в фазы ВВСН 39 и ВВСН 43. Фунгициды и ПАВ вносились в согласно схеме опыта ранцевым опрыскивателем Jecto-16. Норма расхода рабочего раствора – 250 л/га.

Учет церкоспороза проводился по методике БелНИИЗРа [5]. Расчет показателей распространенности и развития болезней производился по общепринятым в фитопатологии формулам [5, 8, 10, 11].

Уборка механизированная – трехрядным свеклоуборочным комбайном с последующей ручной доочисткой. Урожайность определялась поделаяночным взвешиванием. Технологические качества (сахаристость, калий, натрий, альфа-аминный азот) определялись на автоматической линии «Венема» [2].

Результаты исследований и их обсуждение. В 2012 г. были заложены опыты с использованием ПАВ «НьюФилм» и «Перифолис» на фунгицидах Рекс Дуо, КС и Абакус, СЭ, а также ПАВ «Адью» с фунгицидом Раек, КЭ.

Исследования проведены на инфекционном фоне, в посевах использовали восприимчивый к церкоспорозу гибрид Кларина. Во время

проведения обработок и после них наблюдались высокие температуры воздуха и отсутствие осадков, что привело к полеганию и частичному отмиранию листового аппарата. Развитие церкоспороза на момент последнего учета высокое – 40,3 % (таблица 1).

Таблица 1 – Развитие церкоспороза и продуктивность сахарной свеклы при использовании ПАВ совместно с фунгицидами, 2012 г.

Вариант	Норма, л/га	R, %	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	AmN, ммоль/кг	Выход сахара, т/га
Контроль		40,3	59,6	17,3	23,2	8,9
Рекс Дуо, СК (эталон)	0,6	16,9	63,7	17,9	15,3	10,1
Рекс Дуо, СК	0,5	17,1	63,1	17,9	15,9	9,9
Рекс Дуо, СК + ПАВ «Нью-Филм»	0,5 + 0,2	16,7	65,8	17,8	15,9	10,3
Рекс Дуо, СК + ПАВ «Перифолис»	0,5 + 0,1	16,8	65,5	18,1	15,1	10,5
Абакус Ультра, СЭ (эталон)	1,5	17,3	68,1	17,7	18,2	10,5
Абакус Ультра, СЭ	1,25	17,4	66,8	17,3	23,0	10,0
Абакус Ультра, СЭ + ПАВ «Нью-Филм»	1,25 + 0,2	16,7	67,8	17,4	23,5	10,2
Раек, КЭ	0,4	17,0	66,7	18,0	22,8	10,5
Раек, КЭ + ПАВ «Адыо»	0,4 + 0,2	16,7	64,9	17,8	19,7	10,1
Раек, КЭ 0,5 л/га	0,5	17,0	69,1	18,0	20,1	10,8
НСР ₀₅			5,3	0,7		

В результате исследований было установлено, что при совместном применении ПАВ «НьюФильм» с фунгицидом Рекс ДУО, СК с нормой 0,5 л/га и Абакус, СЭ 1,25 л/га через 45 сут после внесения различий в развитии церкоспороза с эталонным вариантом не выявлено (16,9 и 16,7 %; 17,3 и 16,7 % соответственно). Схожая ситуация получена и в вариантах с применением ПАВ «Перифолис» и «Адыо» (таблица 1).

Урожайность корнеплодов в вариантах с применением ПАВ «НьюФильм» имела тенденцию к росту – +2,7 т/га (Рекс Дуо, СК) и 1,0 т/га (Абакус, СК). Различий в сахаристости и содержании меласообразующих соединений не выявлено. Отмечена тенденция в увеличении сбора сахара с гектара на 0,4 и 0,2 т/га соответственно.

Несколько лучше получены показатели при применении ПАВ «Перифолис», который в смеси с Рекс Дуо, СК обеспечил прибавку урожая – 2,4 т/га, сахара – 0,2 % и выхода сахара – 0,4 т/га. Различий в содержании меласообразующих веществ между изучаемым и эталонным вариантом также не выявлено (таблица 1).

Фунгицид Раек, КЭ в норме 0,4 л/га имел высокую биологическую эффективность против церкоспороза, однако при его применении совместно с ПАВ «Адьо» можно наблюдать тенденцию к снижению урожайности на 4,2 т/га и сахаристости на 0,2 % корнеплодов (таблица 1).

В 2013 г. были продолжены исследования по совместному применению ПАВ с фунгицидом Рекс Дуо, СК. Развитие церкоспороза в посевах сахарной свеклы было 40,3 %, сроки появления ранние. Так же, как и в 2012 г. не было установлено различий в развитии церкоспороза через 45 сут после применения в вариантах с применением ПАВ и эталоном (14,9 % и 14,7-15,3 % соответственно) (таблица 2).

Таблица 2 – Развитие церкоспороза и продуктивность сахарной свеклы при использовании ПАВ совместно с фунгицидами, 2013 г.

Вариант	Норма, л/га	R, %	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	AmN, ммоль/кг	Выход сахара, т/га
Контроль		34,3	56,4	18,5	23,1	9,1
Рекс Дуо, СК (эталон)	0,6	14,9	64,0	18,7	17,7	10,5
Рекс Дуо, СК	0,5	15,1	65,3	19,3	18,5	11,1
Рекс Дуо, СК + ПАВ «Био-Пауэр»	0,5 + 0,5	14,7	67,0	18,7	21,8	11,0
Рекс Дуо, СК + ПАВ «Нью-Филм»	0,5 + 0,2	14,8	68,2	18,8	19,2	11,2
Рекс Дуо, СК + ПАВ «Перифолис»	0,5 + 0,1	15,3	64,3	18,2	23,9	10,2
НСР ₀₅			5,1	0,8		

Урожайность корнеплодов в вариантах с применением ПАВ в сравнении имела тенденцию к росту – на 0,3-4,2 т/га и максимальной была с ПАВ «Нью-Филм» – 68,2 т/га. Различий в сахаристости при применении ПАВ «Нью-Филм» и «Био-Пауэр» не отмечено, однако при применении ПАВ «Перифолис» наблюдается ее снижение с 18,7 до 18,2 %. Отмечена тенденция роста сбора сахара с гектара на 0,4 и 0,2 т/га соответственно (таблица 2).

Таким образом, при совместном использовании ПАВ «Нью-Филм», «Перифолис» и «Био-Пауэр» с фунгицидами Рекс Дуо, СК и Абакус, СЭ возможно снижение норм фунгицидов на 0,1 л/га (18,0 %) и 0,25 л/га (16,6 %) с сохранением высокой биологической эффективности фунгицида против церкоспороза и без снижения продуктивности агроценоза.

В современных условиях ведения сельского хозяйства важное значение приобретают препараты, повышающие устойчивость растений к болезням и неблагоприятным погодным условиям, а также активирующие обмен веществ. К данной группе препаратов относятся регуляторы роста. До последнего времени были известны 5 групп соеди-

нений: ауксины, гиббереллины, цитокинины, этилен и абсцизовая кислота. В настоящее время описано более 5000 соединений, обладающих регуляторным действием, но на практике используется не более 50 [4, 9].

В республике в основном на сельскохозяйственных культурах используются препараты на основе гуминовых кислот (Гумат калия, Оксигумат, Гидрогумат), тритерпеновых кислот (Новосил, Экосил), аминокислот (Аминокат, ТерраСорб Фолиар), брассинолидов (Эпин) [3].

В 2004-2005 гг. изучалось совместное применение фунгицида Рекс Дуо, СК с росторегулятором Новосил. В 2004 году регулятор роста Новосил применялся в условиях эпифитотийного развития церкоспороза. Был установлен слабый фунгицидный эффект препарата Новосил, как в чистом виде, так и в смеси с Рекс Дуо, СК, где развитие болезни снижалось на 16,0 и 9,1 % соответственно. В 2005 г. наблюдалась депрессия церкоспороза, однако фунгицидное действие Новосила не было подтверждено (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность и технологические качества корнеплодов, 2004-2005 гг.

Вариант	Развитие болезни, %		Урожайность, т/га		Сахаристость, %		Сбор сахара, т/га	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Контроль	76,8	17,8	60,4	65,4	16,6	20,4	8,7	12,0
Рекс Дуо, 0,6 л/га	42,1	1,0	60,1	64,1	16,8	20,4	8,7	11,8
Рекс Дуо, 0,6 л/га + Новосил, 0,1 л/га	33,0	1,8	59,4	63,9	16,7	20,4	8,6	11,8
Новосил, 0,1 л/га	60,8	16,1	58,2	60,7	16,6	20,3	8,4	11,2
НСР ₀₅			2,3	4,9	0,3	0,4		

Не установлено влияния регулятора роста на урожайность и сахаристость корнеплодов сахарной свеклы. Была отмечена тенденция к снижению урожайности в вариантах с применением данного препарата на 0,7-2,2 т/га в 2004 г. и 0,2-4,7 т/га в 2005 г.

Таким образом, применение регулятора роста Новосил в конце вегетации нецелесообразно, что скорее всего связано с усилением процессов обмена веществ, замедляющих процесс роста и сахаронакопления свеклы (таблица 3).

В 2012 г. изучено влияние регулятора роста Блекджек, КС состоящего из гуминовых и аминокислот. При его совместном применении с фунгицидом Рекс ДУО, СК в период появления первых признаков церкоспороза не установлено влияния на развитие болезни – 16,8-16,9 %, однако подтверждены росторегулирующие особенности препарата, что позволило получить дополнительную прибавку урожая кор-

неплодов – 4,5 т/га. Также отмечен рост выхода сахара с гектара на 0,4 т/га, при этом снижение сахаристости составило 0,3 % (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние Блекджек, КС на урожайность и технологические качества корнеплодов сахарной свеклы, 2012 г.

Вариант	Развитие болезней, %	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Содержание, ммоль/кг			Выход сахара, т/га
				К	Na	AmN	
Контроль	40,3	59,6	17,3	60,1	1,7	23,2	8,9
Рекс Дуо, СК 0,6 л/га	16,9	63,7	17,9	54,8	1,3	15,3	10,1
Рекс Дуо, СК 0,6 л/га + Блекджек, КС 1,5 л/га	16,8	68,2	17,6	54,2	1,3	20,0	10,5
НСР ₀₅		4,1	0,7				0,9

В 2008-2011 гг. проводились исследования по применению фунгицидов совместно с микроэлементами Поликом «Свекла», производства РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле».

По нашим данным, влияние на развитие церкоспороза и мучнистой росы применения микроэлементов как в чистом виде, так и в смеси с фунгицидом Рекс Дуо, СК не оказало. Также не было отмечено влияние микроэлементов на урожайность и сахаристость корнеплодов. Так, при применении Поликом «Свекла» урожайность составила 61,8 т/га против 59,3 т/га в контроле, по сахаристости наблюдалась сходная ситуация 16,8 и 16,8 % соответственно. В смеси с Рекс Дуо, СК показатели урожайности составили 66,1 и 66,3 т/га, сахаристости – 17,5 и 17,7 % соответственно (таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность и технологические качества корнеплодов, 2008-2011 гг.

Вариант	Развитие болезни, %		Урожайность, т/га	Сахаристость, %	AmN, ммоль/кг	Выход сахара, т/га
	Церкоспороз	Мучнистая роса				
Контроль	37,8	20,7	59,3	16,8	16,0	8,7
Поликом «Свекла»	34,4	17,5	61,8	16,8	17,8	9,0
Рекс Дуо, 0,6 л/га	11,8	9,5	66,3	17,5	16,0	10,1
Рекс Дуо, 0,6 л/га + Поликом «Свекла»	11,8	8,7	66,1	17,7	13,3	10,3
НСР ₀₅			3,0	0,3		1,0

В результате исследований было установлено, что при совместном применении фунгицида Рекс ДУО, СК с микроэлементами Поликом «Свекла» снижалось содержание альфа-аминного азота на 2,7 ммоль/кг (16,9 %) (таблица 5).

Для объективной оценки полученных результатов нами была проведена оценка экономической эффективности совместного применения

фунгицидов с поверхностно-активными веществами при средней степени развития церкоспороза. Определение основных показателей экономической эффективности изучаемых приемов технологии проводилось по урожайности, пересчитанной на базисную сахаристость, которая составляет 16 %.

Проведенные нами расчеты показали, что применение ПАВ «Нью-Филм» и «Перифолис» совместно с фунгицидом Рекс Дуо, СК экономически оправдано. Так, дополнительный чистый доход, при применении данных ПАВ составил 147,68-172,9 руб./га, рентабельность возрасла на 4,9-7,4 %, а себестоимость продукции снизилась на 1,2-1,4 руб./т, в сравнении с нормой Рекс Дуо, СК 0,5 л/га. Использование Рекс Дуо, СК в норме 0,5 л/га с ПАВ также было экономически более эффективно, чем его применение в чистом виде с нормой внесения 0,6 л/га (таблица 6).

Таблица 6 – Экономическая эффективность совместного применения фунгицидов с ПАВ, 2012 г.

Фунгицид	Норма расхода, л/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Чистый доход, руб./га	Рентабельность, %	Себестоимость, руб./т
Контроль		4188,8	2572,11	1616,66	62,9	43,2
Рекс Дуо, СК (эталон)	0,6	4632,2	2641,82	1990,37	75,3	41,5
Рекс Дуо, СК	0,5	4588,6	2631,56	1956,99	74,4	41,7
Рекс Дуо, СК + Нью-Филм	0,5 + 0,2	4758,2	2653,49	2104,67	79,3	40,3
Рекс Дуо, СК + Перифолис	0,5 + 0,1	4816,3	2653,03	2163,27	81,5	40,5
Абакус Ультра, СЭ (эталон)	1,5	4896,8	2695,44	2201,37	81,7	39,6
Абакус Ультра, СЭ	1,25	4694,8	2676,93	2017,86	75,4	40,1
Абакус Ультра, СЭ + Нью-Филм	1,25 + 0,2	4792,6	2691,31	2101,30	78,1	39,7
Раек, КЭ	0,4	4877,4	2681,90	2195,54	81,9	40,2
Раек, КЭ + ПАВ «Адю»	0,4 + 0,2	4693,1	2676,28	2016,80	75,4	41,2
Раек, КЭ	0,5	5052,9	2710,64	2342,30	86,4	39,2

Положительные показатели экономической эффективности также получены при применении ПАВ «Нью-Филм» с фунгицидом Абакус Ультра, СК, где дополнительный чистый доход составил 83,44 руб./га, рентабельность возрасла на 2,7 % в сравнении с применением фунгицида с нормой 1,25 л/га. Однако при норме Абакус Ультра, СК 1,5 л/га экономическая эффективность была выше, чем при применении нормы 1,25 л/га с ПАВ «Нью-Филм» (таблица 6).

Применение ПАВ «Адю» совместно с фунгицидом Раек, КЭ снижало основные экономические показатели применения фунгицида (таблица 6).

Таким образом, применение ПАВ «Нью-Филм» оправдано с фунгицидом Рекс Дуо, СК и Абакус Ультра, СК.

Совместное применение Рекс Дуо, СК с удобрением Блекджек обеспечило дополнительный чистый доход – 165,79 руб./га, при этом рентабельность возросла на 4,0 %, а себестоимость продукции снизилась на 1,6 руб./т (таблица 7).

Таблица 7 – Экономическая эффективность совместного применения фунгицидов с удобрением против церкоспороза, 2012 г.

Фунгицид	Норма расхода, л/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Чистый доход, руб./га	Рентабельность, %	Себестоимость, руб./т
Контроль		4188,8	2572,11	1616,66	62,9	43,2
Рекс Дуо, СК 0,6 л/га	0,6	4632,2	2641,82	1990,37	75,3	41,5
Рекс Дуо, СК 0,6 л/га + Блекджек 1,5 л/га	0,6 + 1,5	4876,3	2720,14	2156,16	79,3	39,9

Заключение. Таким образом, применение ПАВ «Нью-Филм», «Перифолис» и «Био-Пауэр» с фунгицидами Рекс Дуо, СК и Абакус, СЭ позволяет снизить норму внесения фунгицидов на 0,1 л/га (18,0 %) и 0,25 л/га (16,6 %) с сохранением высокой биологической эффективности фунгицида против церкоспороза и без снижения продуктивности агроценоза. Регулятор роста Блекджек, КС в норме 1,5 л/га, применяемый совместно с фунгицидом Рекс Дуо, СК, не влияет на развитие болезни. Однако подтверждена его росторегуляторная функция, обеспечивающая рост урожайности на 4,7 т/га (7,1 %) и выход сахара с гектара на 0,4 т/га (4,0 %).

Применение ПАВ «Нью-Филм» и «Перифолис» совместно с фунгицидами – эффективный прием, обеспечивающий дополнительный чистый доход – 147,68-172,9 руб./га, рост рентабельности – 4,9-7,4 % и снижение себестоимости на 1,2-1,4 руб./т в сравнении с фунгицидом в чистом виде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайтюкевич, С. Н. Эффективность фунгицидов в посевах сахарной свеклы / С. Н. Гайтюкевич, Е. А. Андреева, Е. М. Кашевич // Земледелие и защита растений. – 2017. – Прил. № 3. – С. 44-47.
2. Глеваский, И. В. Свекловодство: практикум / И. В. Глеваский, В. Ф. Зубенко, А. С. Мельниченко. – Киев: Выща шк., 1989. – 206 с.

3. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: [б. и.], 2017. – 668 с.
4. Дударевич, В. И. Влияние регулятора роста Экосил на формирование фотосинтетического аппарата и продуктивность среднеспелых сортов картофеля / В. И. Дударевич, С. С. Позняк, Ч. А. Романовский // Вестн. АПК Верхневолжья. – 2008. – № 1. – С. 19-24.
5. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Ин-т защиты растений Нац. акад. наук Беларуси; под ред. С. В. Сороки. – Минск: Беларус. наука, 2005. – 462 с.
6. Лукьянюк, Н. А. Влияние элементов технологии на содержание вредных несахаров у гибридов сахарной свеклы / Н. А. Лукьянюк, И. К. Абрамович // Почвоведение и агрохимия. – 2013. – № 1 (50). – С. 272-282.
7. Лукьянюк, Н. А. Состояние и проблемы защиты сахарной свеклы от болезней / Н. А. Лукьянюк, О. А. Бендузан // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений: материалы междунар. науч.-практ. конф., Горки, 27-29 мая 2003 г. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: Ю. А. Миренков [и др.]. – Горки, 2003. – Ч. 3. – С. 84-87.
8. Методические указания по созданию инфекционных фонов и оценке сортов сахарной свеклы на устойчивость к основным болезням / сост.: К. Н. Хованская [и др.]; Науч.-произв. об-ние «Сахсвекла», Всесоз. науч.-исслед. ин-т сахар. свеклы. – Киев: [б. и.], 1985. – 48 с.
9. Тарасенко, В. С. Эффективность применения препарата Экосил при возделывании сахарной свеклы / В. С. Тарасенко, Н. И. Тарасенко, И. А. Шаганов // Беларус. сел. хоз-во. – 2008. – № 5. – С. 49-53.
10. Фитосанитарная диагностика / А. Ф. Ченкин [и др.]; под ред. А. Ф. Ченкина. – М.: Колос, 1994. – 322 с.
11. Чумаков, А. Е. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / А. Е. Чумаков, А. Т. Захаров. – М.: Агропромиздат, 1990. – 127 с.

УДК 631.474

ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ПОЧВЕ КИСЛОТОРАСТВОРИМОЙ МЕДИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ГЕОСТАТИСТИКИ

Т. Н. Мыслыва

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 213407, г. Горки,
ул. Мичурина, 5; e-mail: kancel@baa.by)

Ключевые слова: кислоторастворимая медь, геопространственная статистика, менеджмент-зоны, почва, кластеризация.

Аннотация. Представлены результаты оценки характера пространственного распределения данных о содержании в почве кислоторастворимой меди посредством применения функциональных возможностей геоинформационных систем, в частности, выполнен анализ группирования данных с использованием алгоритма *k*-средних. Величина расстояния, с которого необхо-

димо начать анализ пространственной автокорреляции, составила 550 м, тогда как величина приращения (лага), установленная эмпирическим путем, – 250 м. Установлено наличие достоверной кластеризации содержания в почве кислоторастворимой меди (фактическая величина глобального индекса Морана составляет 0,21802; p -значение $> 2,58$). Идентифицированы три менеджмент-зоны с различным содержанием Си, площадью 2395,13 га (среднее содержание кислоторастворимой меди 1,75 мг/кг), 3270,97 (среднее содержание кислоторастворимой меди – 2,1 мг/кг) и 2540,31 га (среднее содержание кислоторастворимой меди – 2,52 мг/кг). Полученная информация может использоваться для разработки карт-заданий по дифференцированному внесению минеральных удобрений при внедрении элементов точного земледелия.

EVALUATION OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF ACID-SOLUBLE COPPER IN THE SOIL WITH USE OF THE GEOSTATISTICS TOOLS

T. N. Myslyva

EI «Belarusian state agricultural academy»

Gorki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 213407, Gorki,

5 Michurina st., e-mail: kancel@baa.by)

Key words: acid-soluble copper, geospatial statistics, management zones, soil, clustering.

Summary. The results of evaluating the nature of the spatial distribution of data on the content of acid-soluble copper in the soil by applying the functionality of geographic information systems are presented, in particular, the analysis of data grouping using the k-means algorithm is performed. The distance from which it is necessary to begin the analysis of spatial autocorrelation was 550 m, while the magnitude of the increment (lag), established empirically, is 250 m. The presence of reliable clustering of acid-soluble copper in the soil was established (the actual value of the global Moran index is 0,21802; p -value $> 2,58$). Three management zones with different Cu contents were identified, with an area of 2395,13 ha (average acid-soluble copper content 1,75 mg/kg), 3270,97 (average acid-soluble copper content 2,1 mg/kg) and 2540,31 ha (average the content of acid-soluble copper 2,52 mg/kg). The information obtained can be used to develop task maps for the differential application of mineral fertilizers during the introduction of precision farming.

(Поступила в редакцию 28.05.2020 г.)

Введение. Медь принадлежит к числу важнейших микроэлементов, участвующих в процессах окисления, она усиливает интенсивность дыхания, способствует синтезу белков и входит в состав 19 ферментов, которые являются медьсодержащими протеинами (аскорбиноксидазы, уреаза, дифинилоксидазы, церулоплазмин) [1]. Ее содержание в почве зависит прежде всего от минералогического и грануломет-

рического состава почвообразующих пород, типа почвообразующих процессов, химизма и уровня залегания грунтовых вод, количества и качества органического вещества почвы, интенсивности антропогенной деятельности [2]. Основные почвообразующие породы Беларуси традиционно бедны медью, особенно мало ее содержат флювиогляциальные и древнеаллювиальные песчаные отложения, а также продукты выветривания кристаллических пород. В связи с этим и почвы, сформированные на таких породах, имеют низкие запасы валовой и подвижной меди. Пахотные почвы Могилевской области характеризуются преимущественно низким (56,1 % площади) содержанием подвижных форм меди, а высоко обеспеченные медью почвы имеют незначительное распространение (5,1 %). На территории Горьковского района 58,9 % пахотных земель имеют содержание меди в пределах 1,51-3,0 мг/кг и только 2,8 % содержат более 5 мг/кг этого элемента [3].

Применение возможностей ГИС-анализа является наиболее оптимальным для поиска пространственных закономерностей в распределении тех или иных почвенных показателей и взаимосвязей между ними. Однако в современной практике агрохимического мониторинга, осуществляемого как в Республике Беларусь, так и в сопредельных государствах, обследование почв проводится без точного геопозиционирования, поэтому при повторном обследовании трудно с уверенностью утверждать, что пробы были отобраны в том же самом месте. Такая практика приводит к невозможности отразить реальную динамику изменения почвенных показателей в пределах землепользования, что впоследствии приводит к неверным результатам при расчете доз удобрений и химических мелиорантов и непосредственно сказывается как на экономической деятельности сельскохозяйственного предприятия, так и на экологической обстановке в пределах целого агроландшафта [4].

Цель работы. Целью проведенного исследования являлся анализ возможности использования методов геопространственной статистики для оценки пространственного распределения кислоторастворимой меди в почве пахотных земель РУП «Учебно-опытное хозяйство БГСХА» для формирования менеджмент-зон при внедрении элементов системы точного земледелия.

Задачи исследования предусматривали следующее: 1) выполнить анализ группирования данных с использованием алгоритма k-средних; 2) определить минимальное и максимальное расстояния окрестности поиска ближайшего соседства, дающие возможность подобрать оптимальную величину окрестности поиска при моделировании пространственного распространения кислоторастворимой меди; 3) рассчитать глобальный индекс Морана I, позволяющий определить, имеет ли ме-

сто явление кластеризации по отношению к атрибутивным данным, каковыми являются сведения о содержании кислоторастворимой меди в почве; 4) определить общий индекс Getis-OrdG для оценки общей структуры и тренда геоданных, а также степени кластеризации высоких и/или низких значений выборки данных о содержании кислоторастворимой меди; 5) рассчитать индекс Getis-OrdG*, позволяющий установить наличие кластеризации данных с высокими и низкими значениями; 6) выполнить анализ кластеров и выбросов для установления отличий атрибутивных значений каждого рабочего участка от его окрестности, а окрестности рабочего участка – от остальной территории; 7) сформировать менеджмент-зоны по содержанию кислоторастворимой меди в почве.

Материал и методика исследований. Исследования выполнялись в 2017-2019 гг. на территории Горечковского района Могилевской области в пределах землепользования РУП «Учебно-опытное хозяйство БГСХА» на площади 8206,41 га. Шейп-файл с размещением земельных участков и атрибутивными значениями содержания кислоторастворимой меди в пределах территории выполнения исследования был создан в среде ГИС ArcGIS версии 10.5 по результатам оцифровки плано-картографических материалов, полученных при проведении агрохимического обследования территории хозяйства УКПП «Могилевская областная проектно-изыскательская станция агрохимизации» в 2018 г. Почвенный покров представлен преимущественно дерново-подзолистыми супесчаными на водно-ледниковых супесях и дерново-подзолистыми суглинистыми на лессовидных суглинках почвами [5].

Анализ пространственного распределения выполнялся с помощью функциональных возможностей наборов инструментов «Анализ структурных закономерностей» и «Расчет кластеризации» модуля «Пространственная статистика» ГИС ArcGIS версии 10.5. Сведения об основных статистических характеристиках выборки исходных данных представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Статистические характеристики выборки данных о содержании в почве кислоторастворимой меди, используемой для выполнения геостатистического анализа

Название показателя и объем выборки	Значение показателя			Sd	Cv, %	Med	Экс-цесс	Асимметрия
	min	max	mid					
Cu, мг/кг, n = 1611	0,76	4,15	2,14	0,62	28,9	2,09	3,26	0,49

Примечание – Sd – среднеквадратическое отклонение; Cv – коэффициент вариации; mid – среднее значение; Med – медиана

Глобальный индекс Морана (I) рассчитывали по формуле (1) [6]:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{[\sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n w_{ij}] [\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2]}, \quad (1)$$

где n – количество единиц в выборке; w_{ij} – вес пространственной связи между i -й и j -й единицей выборки; y_i – атрибутивное значение для i -й единицы выборки; $\bar{y}$ – выборочное среднее значение атрибута.

Величину индекса Getis-OrdGi* рассчитывали по формуле (2) [6]:

$$\text{Getis-OrdGi}^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{x} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{s \sqrt{\frac{[n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2]}{n-1}}}, \quad (2)$$

где x_j – атрибутивное значение объекта наблюдений; j , $w_{i,j}$ – пространственный вес между объектами i и j ; n – общее число объектов.

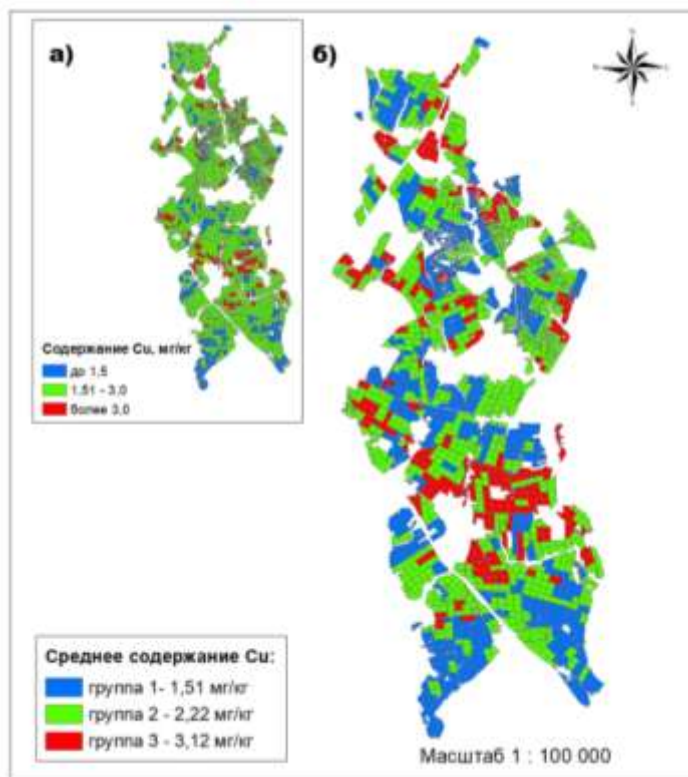
Результаты исследований и их обсуждение. Анализ группирования – действенный инструмент изучения геопространственных данных, выполняющий процедуру классификации, целью которой является поиск естественных кластеров в данных. С его помощью данные о почвенных параметрах распределяются на заданное число групп, в которых все показатели наиболее схожи между собой, в то время как сами группы максимально отличаются друг от друга. С помощью анализа группирования возможно установить наличие в пределах землепользования однородных зон с определенным набором параметров. В нашем случае под «набором параметров» подразумеваются интервалы значений содержания в почве меди согласно градации, приведенной в методических указаниях по проведению крупномасштабного агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь [7]. Поскольку минимальное содержание меди в почве составило 0,76, а максимальное – 4,15 мг/кг (таблица 1), при анализе группирования были выделены три группы кластеров, локализация которых показана на рисунке 1, а основные характеристики – в таблице 2. Максимальную площадь выделенных кластеров имеет группа 2 – 3928,25 га, в то время как группа 1 имеет площадь кластеров 2792,79, а группа 3 – 1485,37 га.

Таблица 2 – Статистические характеристики идентифицированных групп кластеров по содержанию в почве кислоторастворимой меди

Группа кластеров	Среднее значение	Sd	Минимальное значение	Максимальное значение	R ²
1	1,51	0,26	0,76	1,86	0,32
2	2,22	0,23	1,87	2,67	0,24
3	3,12	0,36	2,68	4,15	0,43

В целом можно констатировать следующее: 1) анализ группирования позволяет установить наличие в пределах землепользования однородных зон с определенным содержанием кислоторастворимой меди; 2) выделенные группы кластеров дают определенное представление о характере пространственного распределения меди в пределах исследуемой территории, однако являются непригодными для установления границ менеджмент-зон.

Выполнение кластерного анализа, в отличие от анализа группирования, позволяет не только установить наличие кластеров и оценить достоверность кластеризации, а и проанализировать кластеры, идентифицировать выбросы высоких и низких значений и установить границы менеджмент-зон с различным содержанием в почве меди. Для определения величины фиксированного расстояния или минимального расстояния окрестности поиска соседства между значениями содержания кислоторастворимой меди в почве использовали инструмент «Пошаговая пространственная автокорреляция», в диалоговом окне которого задавали величину начального (расстояние, на котором необходимо начать анализ пространственной автокорреляции) и приращенного (расстояние, на которое необходимо увеличивать начальное расстояние при каждой последующей итерации) расстояний. Величина расстояния, на котором необходимо начать анализ пространственной автокорреляции, составила 550 м, тогда как величина приращения (лага), установленная эмпирическим путем, – 250 м. При выполнении пошаговой пространственной автокорреляции выделялись десять интервалов расстояний, равномерно распределенных по всему экстену. Для каждого интервала рассчитывался глобальный индекс Морана и интервал, для которого данный индекс будет наибольшим, рекомендовался как оптимальное расстояние для окрестности поиска. В результате получали граф, на котором отмечены минимальное и максимальное расстояния окрестности поиска ближайшего соседства (рисунок 2).



а – содержание меди согласно общепринятой классификации; б – идентифицированные группы кластеров

Рисунок 1 – Пространственная локализация идентифицированных групп кластеров содержания кислоторастворимой меди в пределах землепользования РУП «Учебно-опытное хозяйство БГСХА»

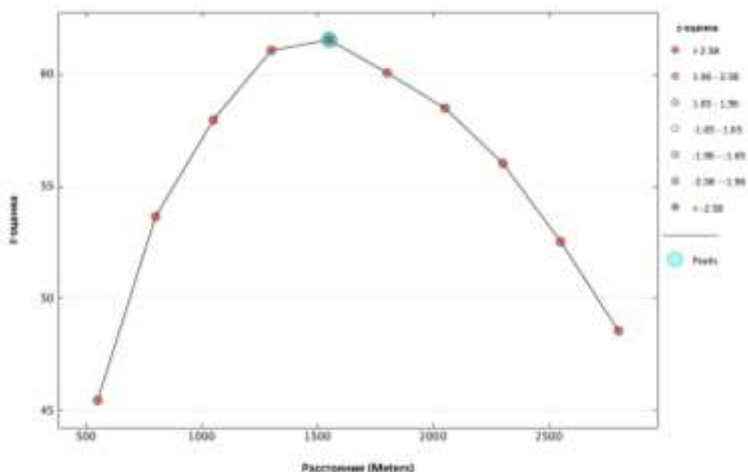


Рисунок 2 – Графическая интерпретация величины минимального расстояния окрестности поиска соседства между значениями содержания кислоторастворимой меди в почве

Для того чтобы определить, имеет ли место явление кластеризации по отношению к атрибутивным данным, рассчитывалась величина глобального индекса Морана. Данный индекс является мерой пространственной автокорреляции и характеризует наличие или отсутствие пространственной автокорреляции геоданных. В таблице 3 приведены результаты определения величины глобального индекса Морана, рассчитанной для выборки по значениям атрибута, а также величины z-оценки, позволяющие судить о характере распределения данных.

Таблица 3 – Результаты определения величины глобального индекса Морана и общего индекса Getis-OrdG

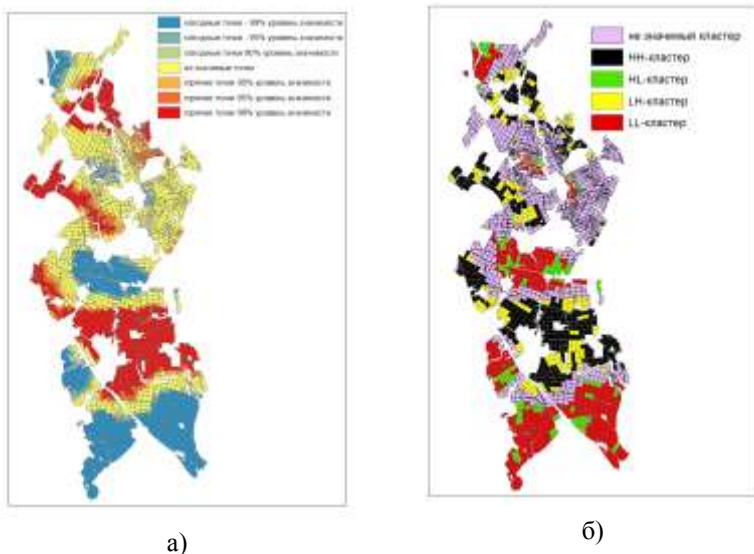
Название показателя и объем выборки	Фактическое значение	Ожидаемое значение	p-значение	z-оценка
Глобальный индекс Морана				
Cu, мг/кг, n = 1611	0,218027	-0,000621	0,000013	59,681461
Общий индекс Getis-OrdG				
Cu, мг/кг, n = 1611	0,054925	0,053854	0,000001	4,855469

Фактическая величина глобального индекса Морана составляет 0,218027, следовательно, данные содержания кислоторастворимой меди в почве в пределах исследуемой территории распределены не случайно и кластеризованы. Поскольку величина z-оценки превышает 2,58, то с вероятностью 99 % можно утверждать, что кластеризованный тип распределения данных является не случайным.

Степень кластеризации значений (поиска неожиданных всплесков высоких либо низких значений в пространстве) определяли посредством вычисления общего индекса Getis-OrdG, с помощью которого оценивали общую структуру и тренд геоданных. Поскольку фактическая величина общего индекса Getis-OrdG больше ожидаемой, имеет место кластеризация данных с высокими значениями атрибута (таблица 3).

В результате выполнения анализа горячих точек, целью которого является определение наличия у окрестности объекта статистически значимых отличий изучаемого атрибута от всей области значений, были определены статистически значимые пространственные кластеры высоких значений (горячих точек) и низких значений (холодных точек) для содержания кислоторастворимой меди в почве и выполнена визуализация полученных данных. Анализ кластеров и выбросов позволяет идентифицировать концентрации высоких и низких значений и помогает установить, где проходят наиболее четкие границы между контурами с высоким и низким значением содержания меди в почве, а также есть ли в пределах исследуемой территории аномально высокие или аномально низкие значения показателей, которые можно отнести к пространственным выбросам (рисунок 3).

Идентифицированные пространственные выбросы могут быть обусловлены как несовершенством методики отбора проб почвы при выполнении ее агрохимического обследования, так и несовершенством применяемых методов картографирования результатов агрохимических исследований, основанных на определении средневзвешенного показателя. Бесспорно, что при обнаружении участков с пространственными выбросами необходимо провести дополнительное их обследование. Также необходимо исключать данные участки из выборки, используемой для моделирования пространственного распределения меди в почве посредством метода интерполяции. Однако наличие выбросов может быть обусловлено и объективными причинами, например, применением различных доз минеральных удобрений либо химических мелиорантов в пределах отдельных рабочих участков. Поскольку после выполнения перепроверки идентифицированных кластеров.



HH – кластер высоких значений; HL – кластер выбросов высоких значений; LH – кластер выбросов низких значений; LL – кластер низких значений

Рисунок 3 – Результаты анализа «горячих точек» (а) и анализа кластеров и выбросов (б)

Для получения оптимальных результатов при определении пространственных выбросов был выполнен оптимизированный анализ, при котором вычисления локального индекса Морана производилось автоматически с использованием параметров, извлеченных из характеристик входных данных. В результате оптимизации кластерного анализа было идентифицировано 96 выбросов с высокими значениями общей площадью 494,17 га и 148 выбросов с низкими значениями общей площадью 757,43 га. Поскольку при выполнении перепроверки идентифицированных кластеров было подтверждено только 22 % из них, следовательно, можно пренебречь их наличием при установлении окончательных границ менеджмент-зон по содержанию кислоторастворимой меди. Исходя из этого, площади идентифицированных зон составили: зона 1: среднее содержание кислоторастворимой меди – 1,75, площадь – 2395,13 га; зона 2: среднее содержание кислоторастворимой меди – 2,14, площадь – 3270,97 га; зона 3: среднее содержание кислоторастворимой меди – 2,52, площадь – 2540,31 га.

Следует отметить, что выделенные менеджмент-зоны посредством использования функциональных возможностей ГИС могут быть разбиты на рабочие участки, сформированные под ширину захвата используемой высокоточной сельскохозяйственной техники, применяемой для дифференцированного внесения минеральных удобрений, а полученные картографические изображения – использоваться в качестве карт-заданий для ее эффективной работы.

Заключение. Использование геостатистического анализа данных о качественном состоянии земель позволяет: 1) выявить и математически оценить пространственное распределение агрохимических и физико-химических показателей почвы; 2) изучить пространственную автокорреляцию данных и определить величину лага, которую следует учитывать при подборе шага в процессе создания мониторинговой сети наблюдений за качественным состоянием земель для целей точного земледелия; 3) оценить кластеризацию данных о свойствах почвы и определить местоположения кластеров в пространстве; 4) выполнить визуализацию кластеров путем построения карт локальных индикаторов пространственной ассоциативности; 5) установить наиболее четкие границы между плодородными и мало плодородными землями, позволяющие определить менеджмент-зоны для целей точного земледелия, в пределах которых будут осуществляться те или иные землеустроительные мероприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Школьник, М. Я. Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник. – М.: Наука, 1978. – 250 с.
2. Мислива, Т. М. Мідь у ґрунтах Житомирського Полісся / Т. М. Мислива // Вісник ЖНАЕУ. – 2010. – № 2 (27). – С. 30–45.
3. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013–2016 гг.) / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2017. – 275 с.
4. Якушев, В. В. Точное земледелие: теория и практика / В. В. Якушев. – СПб.: ФГБНУ АФИ, 2016. – 364 с.
5. Мыслыва, Т. Н. Геостатистический анализ пространственного распределения агрохимических свойств почв земель сельскохозяйственного назначения / Т. Н. Мыслыва, Ю. А. Белявский // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти ученых: А. И. Горбылевой, Ю. П. Сиротина и В. И. Тюльпанова. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 101–103.
6. Mitchell, A. The ESRI Guide to GIS Analysis / A. Mitchell. – Esri Press, 2005. – Volume 2. – 252 p.
7. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: методические указания / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск, 2006. – 63 с.

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ БЕЛКОВОГО КОМПЛЕКСА
КОНДИТЕРСКИХ СОРТОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА
СЕЛЕКЦИИ ВНИИМК**

**Ю. Ю. Поморова, Ю. М. Серова, Д. В. Бескоровайный,
В. В. Пятовский, Ю. С. Болховитина**

ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт
масличных культур»

г. Краснодар, Российская Федерация (Российская Федерация, 350038,
г. Краснодар, ул. Филатова, 17; e-mail: protein@vniimk.ru)

Ключевые слова: биологическая ценность, незаменимые аминокислоты, белок подсолнечника, высокоэффективная жидкостная хроматография.

Аннотация. Дефицит полноценного пищевого и кормового белка в мире обуславливает актуальность поиска альтернативных ресурсов, в особенности растительного происхождения. Эффективность использования белка определяется его сбалансированностью по содержанию незаменимых аминокислот в сравнении с эталонным белком. Изучение содержания аминокислот имеет научно-практическую значимость для разработки сбалансированных рационов из полноценно-сырьевых источников. В данной работе количественно определены незаменимые аминокислоты (кроме триптофана) методом ВЭЖХ в белке кондитерских сортов подсолнечника Джинн и Лакомка. Выполнена оценка полноценности белка подсолнечника исследуемых сортов по содержанию незаменимых аминокислот в сравнении с эталонным белком ФАО / ВОЗ. Установлено, что первой лимитирующей аминокислотой является лизин (скор менее 45 %). Аминокислотный скор более 100 % обнаружен у треонина и пары аминокислот фенилаланина и цистеина. Биологическая ценность протеина подсолнечника характеризуется относительно низкой биологической ценностью 53,93 и 59,67 %, для сортов Джинн и Лакомка соответственно. Невысокие коэффициенты утилитарности аминокислотного состава (0,52 и 0,49 дол. ед.) свидетельствуют, что монобелковые продукты, содержащие только подсолнечный белок, не могут являться источниками полноценного пищевого и кормового протеина.

THE BIOLOGICAL VALUE OF THE PROTEIN COMPLEX OF CONFECTIONERY SUNFLOWER CULTIVARS OF VNIIMK BREEDING

**Yu. Yu. Pomorova, Yu. M. Serova, D. V. Bezkorovayny,
V. V. Pyatovsky, Yu. S. Bolkhovitina**

V. S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK)
Krasnodar, Russia (Russia, 350038, Krasnodar, 17 Filatova str., e-mail:
protein@vniimk.ru)

Key words: biological value, essential amino acids, sunflower protein, high-performance liquid chromatography.

Summary. *The lack of complete food and feed protein in the world causes the urgency of searching for alternative resources, especially of plant origin. The effectiveness of protein use is determined by its balance in the content of essential amino acids in comparison with the reference protein. The study of the content of amino acids has scientific and practical significance for the development of balanced diets from high-grade raw materials. In this paper, essential amino acids (except tryptophan) were quantitatively determined by HPLC in sunflower protein of Jinn and dainty varieties of confectionery use. The assessment of the usefulness of sunflower protein of the studied varieties in terms of the content of essential amino acids in comparison with the FAO/who reference protein was performed. It was found that the first limiting amino acid is lysine (score less than 45 %). An amino acid score of more than 100 % is found in threonine and a pair of amino acids phenylalanine and cysteine. The biological value of sunflower protein is characterized by a relatively low biological value of 53,93 % and 59,67 %, for Genie and dainty varieties, respectively. Low utilitarianism coefficients of amino acid composition (0,52 and 0,49 DL.units) indicate that monobelk products containing only sunflower protein cannot be sources of complete food and feed protein.*

(Поступила в редакцию 01.06.2020 г.)

Введение. Нехватка полноценного пищевого и кормового белка является приоритетной проблемой во многих странах мира. Недостаточное обеспечение полноценным белком приводит к тяжелым специфическим заболеваниям, особенно в растущем организме. Для устранения дефицита протеина активно осваиваются альтернативные источники белка, в частности растительного происхождения [1, 2, 3].

В связи с этим исследуются масличные культуры, которые традиционно выращиваются в России. Среди ряда масличных культур подсолнечник занимает одно из главных мест по прибыльности. Кондитерский тип подсолнечника характеризуется повышенным содержанием белка в семенах, крупноплодностью ядра, поэтому широко используется в пищевой промышленности и частично в кормопроизводстве. К

2025 г. планируется увеличение площадей, занятых подсолнечником, в РФ до 9400 тыс. га, в т. ч. крупноплодные сорта кондитерского направления составят не менее 10 % [4].

С биологической точки зрения подсолнечный белок ценен из-за отсутствия в нем токсичных компонентов, что отличает его от других источников белка [5, 6]. К преимуществам подсолнечного белкового комплекса принадлежит высокая перевариваемость ферментами желудочно-кишечного тракта благодаря высокому содержанию специфической для подсолнечника формы солерастворимого белка гелиантинина [7]. Однако основная группа белков, содержащихся в семенах подсолнечника, рассматривается как запасная и не сбалансированная по составу незаменимых аминокислот [8].

Аминокислотный профиль, который представляет собой соотношение незаменимых аминокислот в белке, его сбалансированность и усвояемость являются главными факторами качества протеина [9].

Для оценки адекватности белковых компонентов сырья (их биологической ценности) используются показатели и критерии, предложенные И. А. Роговым и Н. Н. Липатовым, такие как коэффициент различия аминокислотных скоров (КРАС), коэффициент утилитарности (K_i), коэффициент рациональности (R_c), биологическая ценность (БЦ) [10].

Наиболее распространенным методом количественного аминокислотного анализа является высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ).

Цель работы – изучить биологическую ценность протеина семян подсолнечника кондитерских сортов.

Материал и методика исследований. В работе исследовались сорта подсолнечника кондитерского направления использования: Джинн и Лакомка (урожай 2017-2019 гг.). Биохимические анализы проводили в лаборатории белка отдела биологических исследований ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Общее содержание сырого протеина выполняли методом Кьельдаля [11]. Аминокислотный состав белкового комплекса определяли согласно руководству по кислотному гидролизу проб (Sevko&Co, Россия).

Анализ выполняли на системе ВЭЖХ с автоматическим реакционным модулем для пост-колоночной дериватизации пробнингидрином и колонкой с ионообменной смолой. Использовали готовые буферные растворы для разведения образца и элюирования. Расчет концентрации выполняли по стандартному образцу аминокислот (Sykam, Германия).

Для оценки биологической ценности белков подсолнечника рассматривали показатели их аминокислотной сбалансированности [10,

12]. Аминокислотный скор каждой НАК (незаменимая аминокислота) (АКС, %) рассчитывали по формуле:

$$АКС = \frac{АК_i}{АК_i.ст} \times 100, \quad (1)$$

где $АК_i$ – содержание каждой i -й незаменимой аминокислоты в 100 г исследуемого белка, г; $АК_i.ст$ – содержание той же аминокислоты в 100 г белка «эталона», г.

Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС, %) получали по формуле:

$$КРАС = \frac{\sum \Delta PAC}{n}, \quad (2)$$

где $\Delta PAC_i = AC_i - AC_{min}$ – различия аминокислотного сора i -й незаменимой аминокислоты, %; AC_{min} – минимальный из скоров НАК в исследуемом белке, %; n – количество НАК в исследуемом белке.

Показатель биологической ценности (БЦ, %) белка подсолнечника рассчитывали по формуле:

$$БЦ = 100 - КРАС. \quad (3)$$

Коэффициент утилитарности (K_i) i -й незаменимой аминокислоты рассчитывали по формуле:

$$K_i = \frac{AC_{min}}{AC_i}. \quad (4)$$

Коэффициенты утилитарности (K_i) i -й незаменимой аминокислоты использовали для расчета коэффициента утилитарности аминокислотного состава (R_c , доли единиц):

$$R_c = \frac{\sum_{i=1}^n (AK_i \times K_i)}{\sum_{i=1}^n AK_i}. \quad (5)$$

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенного исследования определили содержание протеина в семенах (лузга + ядро): сорт Лакомка – 16,31г/100 г; сорт Джинн – 17,98 г/100г.

На диаграммах (рисунки 1-2) представлено содержание НАК в изучаемых сортах в сравнении с «эталонным» белком ФАО / ВОЗ [13].

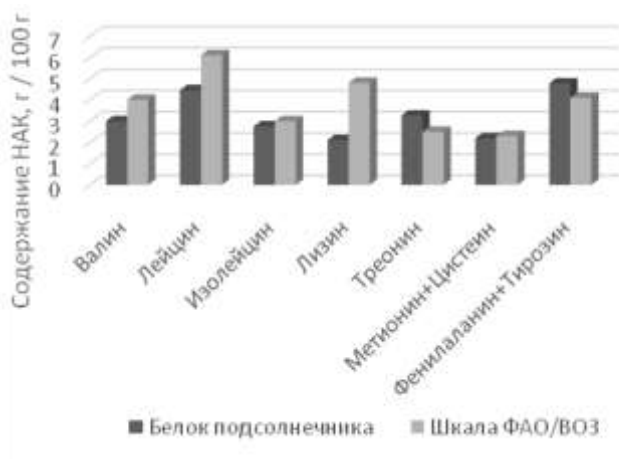


Рисунок 1 – Аминокислотный состав белка семян подсолнечника кондитерского сорта Джинн в сравнении с эталоном ФАО / ВОЗ

Согласно полученным данным, содержание большинства НАК находится на высоком уровне, но заметно уступает «эталонному» белку по содержанию лизина в 2,2-2,8раза.

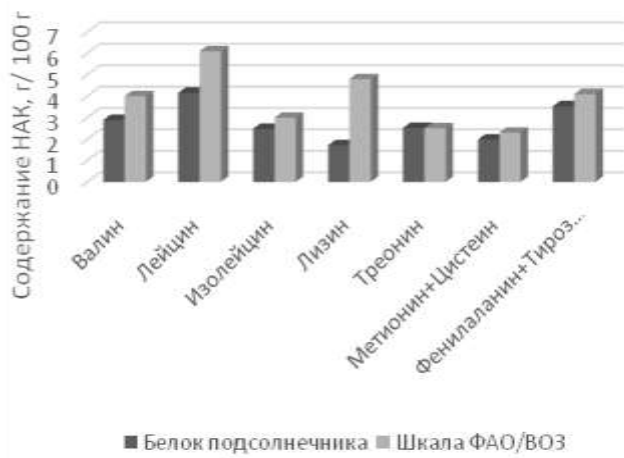


Рисунок 2 – Аминокислотный состав белка семян подсолнечника кондитерского сорта Лакомка в сравнении с эталоном ФАО / ВОЗ

Было определено содержание НАК и рассчитан АКС. Обнаружено, что белок подсолнечника исследуемых сортов наименее полноце-

нен по содержанию лизина (первая лимитирующая аминокислота). Однако количество лизина отличается между сортами и варьирует от 35,62 до 43,96 % (таблицы 1-2). Стоит отметить, что лизин является одной из основополагающих аминокислот и необходим для синтеза гемоглобина и нуклеопротеидов [13].

Таблица 1 – Содержание незаменимых аминокислот ($C_{\text{НАК}}$), аминокислотный скор (АКС) и коэффициент утилитарности лимитирующих аминокислот (K_i) в белке сорта Лакомка

Название аминокислоты	$C_{\text{НАК}}$, мг/г	АКС, %	K_i , %
Валин	177,50	72,25	0,49
Лейцин	255,05	68,19	0,52
Изолейцин	152,05	82,66	0,43
Лизин	105,15	35,62	1,00
Треонин	154,50	100,80	0,35
Метионин + Цистеин	121,70	86,08	0,41
Фенилаланин + Тирозин	216,43	86,09	0,41
Сумма незаменимых аминокислот	1182,38	-	-

Для семян подсолнечника второй лимитирующей аминокислотой является лейцин, регулирующий работу желез внутренней секреции, выступающий регулятором катаболизма аминокислот с разветвленной цепью и участвующий в обеспечении азотистого равновесия. Он обладает кетогенными свойствами и его избыток вредит организму [14-16].

Наибольшую величину АКС в белке подсолнечника исследуемых сортов имеет треонин (100,8-130,8 %), который в обмене веществ является антагонистом метионина и серина и используется для синтеза жирных кислот и углеводов [15-17].

Второй по показателю АКС отмечен у суммы аминокислот фенилаланина и тирозина (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание незаменимых аминокислот ($C_{\text{НАК}}$), аминокислотный скор (АКС) и коэффициент утилитарности лимитирующих аминокислот (K_i) в белке сорта Джинн

Название аминокислоты	$C_{\text{НАК}}$, мг/г	АКС, %	K_i , %
Валин	174,64	78,50	0,56
Лейцин	248,05	73,11	0,60
Изолейцин	152,95	91,66	0,48
Лизин	117,35	43,96	1,00
Треонин	181,86	130,80	0,33
Метионин + Цистеин	111,23	95,65	0,46
Фенилаланин + Тирозин	222,72	116,58	0,38
Сумма незаменимых аминокислот	1208,80	-	-

Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС) показывает среднюю величину избытка АКС незаменимых аминокислот по

сравнению с наименьшим уровнем сора какой-либо незаменимой аминокислоты. Результаты расчета КРАС представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика белкового комплекса кондитерских сортов подсолнечника

НАК	С _{НАК} в белке «эталона» ФАО / ВОЗ, г/100 г	Сорт Лакомка		Сорт Джинн	
		С _{НАК} белке, г/100 г	АКС, %	С _{НАК} белке, г/100 г	АКС, %
Валин	4,00	2,89	72,25	3,14	78,50
Лейцин	6,10	4,16	68,19	4,46	73,11
Изолейцин	3,00	2,48	82,66	2,75	91,66
Лизин	4,80	1,71	35,62	2,11	43,96
Треонин	2,50	2,52	100,80	3,27	130,80
Метионин + Цистеин	2,30	1,98	86,08	2,20	95,65
Фенилаланин + Тирозин	4,10	3,53	86,09	4,78	116,58
Сумма	26,80	19,27	-	22,71	-
КРАС, %		40,33		46,07	
БЦ белка, %		59,67		53,93	
R _c , дол. ед.		0,49		0,52	

Коэффициенты утилитарности НАК (таблицы 1-2) использовали для расчета коэффициента утилитарности аминокислотного состава (R_c), который наиболее полно отражает сбалансированность НАК по отношению к эталону (таблица 3).

По показателю биологической ценности белка сорт Лакомка имеет некоторое превосходство по сравнению с сортом Джинн.

Закключение. В ходе работы определено содержание незаменимых аминокислот (кроме триптофана) и выполнена оценка полноценности белков подсолнечника в сравнении с референтным белком ФАО / ВОЗ.

Полученные результаты свидетельствуют, что протеин подсолнечника сортов Джинн и Лакомка характеризуются относительно низкой биологической ценностью 53,93 и 59,67 % соответственно. Учитывая невысокие значения скоров аминокислот и относительно невысокие коэффициенты утилитарности аминокислотного состава, можно сделать вывод, что монобелковые продукты, содержащие только подсолнечный белок, не могут являться источниками полноценного пищевого и кормового протеина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агафонова, С. В. Оценка биологической ценности белков люпина и перспектив его использования в пищевой промышленности / С. В. Агафонова, А. И. Рыков, О. Я. Мезенова // Вестн. Международной академии холода. – 2019. – № 2. – С. 79-85.

2. Биологическая ценность белков молочной телятины / В. С. Колодязная [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2011. – Вып. № 1 (11).
3. Биран, М. Н. Сравнительная оценка пищевой и биологической ценности нетрадиционных источников производственного сырья / М. Н. Биран, О. Н. Замбрыцкий // Инновации в медицине и фармации. БГМУ. – 2018. – С. 757-761.
4. Децына, А. А. Оптимальная модель подсолнечника кондитерского типа / А. А. Децына, В. И. Хатнянский, И. В. Илларионова, В. О. Щербинина // Научный электронный журнал «Меридиан». – 2020. – Вып. № 7 (41).
5. Ivanov, P. Chemical composition of sunflower seed and possibilities for its alternation through breeding / P. Ivanov // Ph. D. thesis. – Bulgarian, 1991. – P. 205-212.
6. Исследование аминокислотного состава в отходах производства риса, гречихи и подсолнечника / Л. А. Земнухова [и др.] // Химия растительного сырья. – 2009. – № 3. – С. 147-149.
7. Производство подсолнечного белка, хранение и переработка продукции. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stav-ikc.ru/index.php/khranenie-i-pererabotka-skh-produktsii/2442-proizvodstvo-podsolnechnogo-belka>. – Дата доступа: 12.04.2020.
8. Бердина, А. Н. Исследование биохимического состава липопротеинов семян подсолнечника / А. Н. Бердина, Н. В. Ильчишина, С. Г. Ефименко // Масличные культуры. – 2008. – Вып. 2 (139). – С. 15-18.
10. Надточий, Л. А. Инновации в биотехнологии. Пищевая комбинаторика: учеб.-метод. пособие / Л. А. Надточий, О. Ю. Орлова. – СПб.: ИТМО, 2015. – 37 с.
11. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина: ГОСТ 13496.4-93. Взамен ГОСТ 13496.4-84; введ. РФ.21.10.93.- Москва: Стандартинформ, 2011. – 18 с.
12. Мезенова, О. Я. Проектирование поликомпонентных пищевых продуктов: учеб. пособие / О. Я. Мезенова. – СПб.: Проспект науки, 2015. – 224 с.
13. ConsultationFE. Dietari protein quality evaluation in human nutrition FAO Food and Nutrition Paper, 2013. – 66 p.
14. Karau, A. Amino acids in human and animal nutrition / A. Karau, I. Grayson // AdvBiochemEngBiotechnol. – 2014. – No. 143. – P. 189-228.
15. Гашук, Р. А. Повышение продуктивности и качества мяса цыплят-бройлеров за счет использования в рационах триптофана отдельно и совместно с кормовой добавкой «Хондро Тан»: – дис. ... канд. с/х наук: 06.02.10 / Р. А. Гашук. – Самара, 2017. – 200 с.
16. Аминокислоты глазами химиков, фармацевтов, биологов: в 2 т. / А. О. Сырвая [и др.]. – Харьков: Щедра садиба плюс, 2014-2015. – Т. 1 – 2014. – 228 с.
17. Аминокислоты глазами химиков, фармацевтов, биологов: в 2 т. / А. О. Сырвая [и др.]. – Харьков: Щедра садиба плюс, 2014-2015. – Т. 1. – 2015. – 268 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПРОТЕИНА СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА

Ю. Ю. Поморова, Ю. М. Серова, Д. В. Бескорвайный,
В. В. Пятовский, Ю. С. Болховитина

ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт
масличных культур»

г. Краснодар, Российская Федерация (Российская Федерация, 350038,
г. Краснодар, ул. Филатова, 17; e-mail: protein@vniimk.ru)

Ключевые слова: биологическая ценность, животноводство и кормовая промышленность, незаменимые аминокислоты, белок подсолнечника, высокоэффективная жидкостная хроматография.

Аннотация. Потребность в полноценном кормовом белке стоит остро во многих странах мира, т. к. продуктивность животных напрямую зависит от сбалансированности рационов. Определение содержания аминокислот в источниках кормового протеина позволяет более точно прогнозировать состав и полноценность кормов, детализировать нормы кормления. В данной работе рассмотрены вопросы применения жидкостной хроматографии для исследования белкового комплекса семян подсолнечника. Определены незаменимые аминокислоты (кроме триптофана) в белке сортов Умник, Круиз, Скормас. Аминокислотный скор более 100 % отмечен у суммы фенилаланина и тирозина, и треонина. Установлено, что аминокислотами, лимитирующими биологическую ценность, в сравнении с эталонным белком, являются лизин, лейцин и валин. Семена подсолнечника характеризуются низкой биологической ценностью, относительно высокими показателями утилитарности, поэтому могут быть рекомендованы для кормопроизводства с последующим обогащением лизином или в комплексе с другими кормовыми компонентами.

THE STUDY OF AMINO ACID COMPOSITION AND BIOLOGICAL VALUE OF SUNFLOWER SEEDS PROTEIN

Yu. Yu. Pomorova, Yu. M. Serova, D. V. Bezkorovayny,
V. V. Pyatovsky, Yu. S. Bolkhovitina

V. S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK)
Krasnodar, Russia (Russia, 350038, Krasnodar, 17 Filatova str., e-mail:
protein@vniimk.ru)

Key words: biological value, livestock feed industry, essential amino acids, sunflower protein, high-performance liquid chromatography.

Summary. The need for complete feed protein is acute in many countries of the world, as the productivity of animals depends directly on the balancing of diets.

Determining the content of amino acids in feed protein sources allows you to more accurately predict the composition and fullness of feed, to detail the feeding standards. This paper discusses the application of liquid chromatography to study the protein complex of sunflower seeds. Identified essential amino acids (except for tryptophan) in the protein varieties of Umnic, Cruise, Scormus. An amino acid score of more than 100 % was observed in the sum of phenylalanine and tyrosine and threonine. It was found that the amino acids that limit the biological value, in comparison with the reference protein are lysine, leucine and valine. Sunflower seeds are characterized by low biological value, relatively high utility indicators, so they can be recommended for feed production with subsequent enrichment with lysine or in combination with other feed components.

(Поступила в редакцию 01.06.2020 г.)

Введение. Потребность населения в продуктах питания обуславливает развитие отрасли животноводства. В свою очередь, перед агропромышленным комплексом стоит задача реализации генетического потенциала животных в сочетании с оптимизацией условий содержания. Одним из решающих факторов в этой системе является повышение эффективности кормления животных.

Вследствие неполноценности белка по аминокислотному составу происходит существенный перерасход кормов, и генетические возможности животных реализуются не в полной мере. В результате низкой трансформации белка в животноводческую продукцию сектор недополучает почти 30-35 % продукции, возрастает ее себестоимость [1]. Так, по данным ФАО, затраты кормового белка на 1 кг белка свинины составляют 8 кг, говядины – 21,8 кг, птицы – 5,5 кг, или соответственно 12,5; 4,6 и 18,0 % [2].

На Юге России проблема кормового белка решается, прежде всего, за счет использования распространенных масличных культур. Наиболее ценные продукты переработки их семян – жмых и шрот – служат для производства кормов и комбикормов [3]. Подсолнечник является основной масличной культурой нашей страны, поэтому его использованию в кормопроизводстве отводится одно из ведущих мест. К преимуществам подсолнечного шрота и жмыха относится высокое содержание (от 30 до 43 %) сырого протеина и перевариваемость протеина (78-80 %) по сравнению с другими белковыми кормами растительного происхождения. Лимитирующим фактором использования подсолнечных кормов является повышенное содержание клетчатки (15 %) и дефицитность по лизину [4].

При разработке рецептур кормов внимание уделяется степени его сбалансированности по незаменимым аминокислотам относительно потребности животных, в особенности лимитирующим [5-7]. Для оценки белкового комплекса используют критерии, такие как коэффициент

различия аминокислотных скоров (КРАС), коэффициент утилитарности (K_i), коэффициент рациональности (R_c), биологическая ценность (БЦ) [8]. В расчетных показателях принято соотносить незаменимые аминокислоты исследуемого белка с «эталонным» белком ФАО [3].

Одним из наиболее точных и эффективных методов идентификации аминокислотного состава является анализ высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) белковых изолятов.

Цель работы – оценить степень соответствия аминокислотного состава семян подсолнечника «эталонному» белку и выявить возможность составления полноценных кормов, сбалансированных по незаменимым аминокислотам.

Материал и методика исследований. В работе исследовались сорта подсолнечника селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК: Умник, Круиз и Скормас (урожай 2016-2018 гг.). Определение аминокислотного состава семян проводили в лаборатории белка отдела биологических исследований согласно руководству по кислотному гидролизу проб (Sevko&Co, Россия).

Анализ выполняли на аминокислотном анализаторе Sevco (система ВЭЖХ с автоматическим реакционным модулем для постколоночной дериватизации проб нингидрином и колонкой с ионообменной смолой). Использовали готовые буферные растворы для разведения образца и элюирования. Расчет концентрации выполняли по стандартному образцу аминокислот (Sykam, Германия).

Общее содержание сырого протеина определяли методом Кельдаля [9].

Для оценки биологической ценности белков подсолнечника рассчитывали показатели их аминокислотной сбалансированности [8]. Аминокислотный скор каждой НАК (незаменимая аминокислота) (АКС, %) рассчитывали по формуле:

$$АКС = \frac{AK_i}{AK_{i,ст}} \times 100, \quad (1)$$

где – содержание каждой i -й незаменимой аминокислоты в 100 г исследуемого белка, г; . – содержание той же аминокислоты в 100 г белка «эталона», г.

Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС, %) получали по формуле:

$$КРАС = \frac{\sum \Delta PАС}{n}, \quad (2)$$

где = $AC_i - AC_{min}$ – различия аминокислотного сора i -й незаменимой аминокислоты, %; AC_{min} – минимальный из скоров НАК в исследуемом белке, %; n – количество НАК в исследуемом белке.

Показатель биологической ценности (БЦ, %) белка подсолнечника рассчитывали по формуле:

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС}. \quad (3)$$

Коэффициент утилитарности () i-й незаменимой аминокислоты рассчитывали по формуле:

$$K_i = \frac{AC_{\min}}{AC_i}. \quad (4)$$

Коэффициенты утилитарности () i-й незаменимой аминокислоты использовали для расчета коэффициента утилитарности аминокислотного состава (, доли единиц):

$$R_c = \frac{\sum_{i=1}^n (AK_i \times K_i)}{\sum_{i=1}^n AK_i}. \quad (5)$$

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенного исследования установлено содержание протеина в семенах (лузга + ядро): сорт Умник – 19,53 г/100 г; сорт Круиз – 21,80 г/100г; сорт Скормас – 19,91 г/100 г.

Обнаружено, что для белка подсолнечника исследуемых сортов первой лимитирующей аминокислотой является лизин, АКС составляет менее 55 %. Также протеин подсолнечника неполноценен по содержанию лейцина и валина (таблицы 1-3).

Таблица 1 – Содержание незаменимых аминокислот (), аминокислотный скор (АКС) и коэффициент утилитарности лимитирующих аминокислот () в белке сорта Умник

Название НАК	С _{НАК} в белке «этало-на» ФАО / ВОЗ, г/100 г	С _{НАК} в белке, г/100 г	АКС, %	K _i , %
Валин	4,00	3,60	90,00	0,56
Лейцин	6,10	5,04	82,62	0,61
Изолейцин	3,00	3,15	105,00	0,48
Лизин	4,80	2,42	50,41	1,00
Треонин	2,50	3,06	122,40	0,41
Метионин + Цистеин	2,30	2,26	98,26	0,52
Фенилаланин + Тирозин	4,10	5,21	127,07	0,40
Сумма НАК	26,80	24,74	-	-

Аминокислотные скоры суммы фенилаланина и тирозина, а также треонина превышают 100 % (таблица 1-3).

Таблица 2 – Содержание незаменимых аминокислот (), аминокислотный скор (АКС) и коэффициент утилитарности лимитирующих аминокислот () в белке сорта Круиз

Название НАК	$S_{\text{НАК}}$ в белке «эталона» ФАО / ВОЗ, г/100 г	$S_{\text{НАК}}$ в белке, г/100 г	АКС, %	Ki, %
Валин	4,00	3,51	87,75	0,53
Лейцин	6,10	4,53	74,26	0,63
Изолейцин	3,00	2,68	89,33	0,53
Лизин	4,80	2,26	47,08	1,00
Треонин	2,50	2,79	111,60	0,42
Метионин + Цистеин	2,30	2,64	114,78	0,41
Фенилаланин + Тирозин	4,10	4,96	120,97	0,39
Сумма НАК	26,80	23,37	-	-

Для суммы аминокислот метионин и цистеин отмечено близкое значение АКС к «эталонному» белку в сортах Умник и Скормас и выше 100 % в белке сорта Круиз (таблицы 1-3).

Таблица 3 – Содержание незаменимых аминокислот (), аминокислотный скор (АКС) и коэффициент утилитарности лимитирующих аминокислот () в белке сорта Скормас

Название НАК	$S_{\text{НАК}}$ в белке «эталона» ФАО / ВОЗ, г/100 г	$S_{\text{НАК}}$ в белке, г/100 г	АКС, %	Ki, %
Валин	4,00	3,29	82,25	0,55
Лейцин	6,10	4,63	75,90	0,59
Изолейцин	3,00	2,90	96,66	0,47
Лизин	4,80	2,17	45,20	1,00
Треонин	2,50	2,83	113,30	0,40
Метионин + Цистеин	2,30	2,18	94,78	0,47
Фенилаланин + Тирозин	4,10	4,82	117,56	0,38
Сумма НАК	26,80	22,82	-	-

В таблице 4 приведены расчетные значения КРАС, БЦ, R_c для рассматриваемых сортов подсолнечника.

Таблица 4 – Сравнительная характеристика белкового комплекса сортов подсолнечника

Показатели	Эталон ФАО / ВОЗ	Сорт Умник	Сорт Круиз	Сорт Скормас
КРАС, %	0,0	46,12	45,17	44,16
БЦ, %	100	53,88	54,83	55,84
R_c , дол. ед.	1,0	0,69	0,58	0,60

Значение коэффициента различия аминокислотного сора в исследуемых белках подсолнечника отличается незначительно. Максимальное значение биологической ценности отмечено у сорта Скормас. Наибольший показатель коэффициента утилитарности аминокислотно-

го состава выявлен у сорта Умник, превышающий на 0,11 дол. ед. сорт Круиз и 0,09 дол. ед. сорт Скормас.

Заключение. В результате исследования определено содержание незаменимых аминокислот (кроме триптофана) и выполнена оценка полноценности белков подсолнечника в сравнении с «эталонным» белком ФАО / ВОЗ.

Имеющиеся данные показывают, что протеин подсолнечника сортов Умник, Круиз, Скормас характеризуются относительно низкой биологической ценностью 53,88; 54,83 и 55,84 % соответственно. Однако коэффициенты утилитарности аминокислотного состава отражают относительно высокую сбалансированность к эталону, несмотря на низкое содержание лизина. Вследствие этого, применение протеина подсолнечника в кормопроизводстве рекомендуется сочетать с другими кормовыми компонентами или обогащать их лизином.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулинцев, В. В. Оптимизация аминокислотного питания молодняка сельскохозяйственных животных: автореф. дис. ... д-ра. с-х. наук: 06.02.08 / В. В. Кулинцев; Рос.госуд. агр. унив. К. А. Тимирязева – Москва, 2011. – 38 с.
2. Amino acid in animal nutrition [Electronic resource]. – Mode of access: <http://studyres.com/doc/1238420/amino-acids-in-animal-nutrition>. – Date of access: 20.04.2020.
3. Сравнительный анализ аминокислотного состава белка семян подсолнечника селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК / Ю. Ю. Поморова [и др.] // Масличные культуры. – Краснодар, 2020. – Выпуск 1 (181). – С. 31-37.
4. Жмыхи и шроты – отходы технических производств. Инновационные израильские технологии – Животноводство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://alecon.co.il/animals/shrot_i-_zhmyh_cho-i-kak.html. – Дата доступа: 24.03.2020.
5. Аверкиева, О. М. Использование аминокислот в кормлении свиней / О. М. Аверкиева // Главный зоотехник. – 2005. – № 5. – С. 34-37.
6. Лемешева, Н. А. Аминокислотное питание птицы / Н. А. Лемешева // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2007. – № 4. – С. 57-60.
7. Рядчиков, В. Г. Производство и рациональное использование белка / В. Г. Рядчиков // Аминокислотное питание животных и проблема белковых ресурсов: материалы науч. конф., Краснодар, 23.03.2004 г. / Кубанский гос. агр. университет. – 2005. – С. 17-70.
8. Надточий, Л. А. Инновации в биотехнологии. Пищевая комбинаторика: учеб.-метод. пособие / Л. А. Надточий, О. Ю. Орлова. – СПб.: ИТМО, 2015. – 37 с.
9. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина: ГОСТ 13496.4-93. Взамен ГОСТ 13496.4-84; введ. РФ.21.10.93. – Москва: Стандартинформ, 2011. – 18 с.

УДК: 631.8:633.162"321"

БИОПРЕПАРАТЫ КАК ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ДВУРЯДНОГО

О. А. Порхунцова

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

Ключевые слова: ячмень яровой, биопрепараты Азотовит и Фосфатовит, фунгицид Старт, КС, продуктивная кустистость, урожайность, себестоимость зерна, условный чистый доход, окупаемость дополнительных затрат.

Аннотация. Естественные по своему происхождению микробиологические препараты, не проявляя отрицательного воздействия на экосистему, способствуют восстановлению нормальной структуры биоценоза почвы, тем самым оказывают позитивное воздействие на рост и развитие растений. Включение биопрепаратов, обладающих азотфиксирующей (Азотовит) и фосфатмобилизирующей (Фосфатовит) активностью, обеспечило увеличение урожайности ярового ячменя двурядного сорта Бровар. При применении Азотовита продуктивная кустистость составила 757 шт./м², Фосфатовита – 735 шт./м² в сравнении с контрольными вариантами – 650 шт./м². О положительном действии биопрепаратов также свидетельствует уровень семенной продуктивности растений ячменя, которая в совокупности с продуктивной кустистостью обеспечила получение прибавки урожайности на 10,5 и 22,9 ц/га. Высокая урожайность ячменя также обеспечила получение 148,6 руб./га (Фосфатовит) и 339,9 руб./га (Азотовит) условного чистого дохода при окупаемости дополнительных затрат 2,4-2,6 руб./руб., что экономически подтверждает целесообразности включения биопрепаратов в технологию возделывания ярового ячменя двурядного.

BIOLOGICS AS COST-EFFECTIVE ELEMENTS OF SPRING CROP CULTIVATION TECHNOLOGY BARLEY TWO-ROWED

O. A. Porkhuntsova

EI «Belarusian state agricultural academy»
Gorki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 213407, Gorki,
5 Michurina st.; e-mail: botanika_bgsha@mail.ru)

Key words: spring barley, biologics Azotovit and Phosphatovit, fungicide Start, CS, productive bushiness, yield, cost of grain, conditional net income, payback of additional costs.

Summary. Naturally occurring microbiological preparations, without having a negative impact on the ecosystem, contribute to the restoration of the normal struc-

ture of the soil biocenosis, thereby having a positive impact on the growth and development of plants. The inclusion of biologics that have nitrogen-fixing (Azotemic) and phosphatability (Fosfatami) activity, provided an increase in the yield of spring barley of the two-row Brovar variety. When using Azotovite productive bushiness was 757 pcs/ m², Phosphatovite – 735 pcs/m² in comparison with the control variants – 650 pcs/m². The positive effect of biologics is also evidenced by the level of seed productivity of barley plants, which, together with productive bushiness, provided an increase in yield by 10,5 and 22,9 quintals/ha. The high yield of barley also provided 148,6 rub/ha (Phosphatovite) and 339,9 rub/ha (Azotovite) of conditional net income with a payback of additional costs of 2,4-2,6 rub/rub, which economically confirms the feasibility of including biologics in the technology of cultivation of double-row spring barley.

(Поступила в редакцию 28.05.2020 г.)

Введение. В современной отрасли растениеводства все более актуальным является направление биологического земледелия, обеспечивающего получения экологически чистой продукции. Значимым и доступным элементом является включение в технологию возделывания культуры биопрепаратов, применение которых улучшает естественное минеральное питание, повышает устойчивость растений к патогенным микроорганизмам и их продуктивность, а следовательно, и экономическую эффективность ее возделывания.

Одной из традиционных зерновых культур является ячмень, зерно которого широко используется на продовольственные крупяные и кормовые фуражные цели, а также в пивоварении при производстве солода. В зерне ячменя содержится 10-12 % сырого протеина, 2,3-2,5 % жира, 2,5-2,8 % золы, 72-80 % без азотистых экстрактивных веществ. Белок зерновки ячменя содержит весь набор незаменимых аминокислот, включая лизин и триптофан. Высокое кормовое значение ячменя обусловлено содержанием в 1 кг его зерна 80-100 г переваримого белка и 1,15-1,18 к. ед. Пивоваренное направление использования именно ячменя из зерновых культур объясняется одновременной выработкой ферментов α -амилаза и β -амилаза при гидролизе крахмала в период прорастания зерновки, а также морфологическими особенностями ее строения [1].

В настоящее время в мире ячмень возделывается примерно на 49 млн. га. В последние десятилетия мировые масштабы возделывания ячменя сократились практически в 2 раза [6], например, в России посевные площади возделывания ячменя в 2019 г. составили только 8,1 млн. га [11]. По посевным площадям и валовому сбору зерна среди зерновых культур ячмень в Республике Беларусь занимает второе место после пшеницы, в последние годы они составляют немного более

400 тыс. га, из которых на долю пивоваренного ячменя приходится около 150 тыс. га [4].

Селекционная работа с ячменем ярового типа в нашей стране находится на достаточно высоком уровне. Лидером среди сортов пивоваренного типа является Бровар, который имеет белорусское селекционное происхождение, включенный в Государственный реестр сортов Республики Беларусь в 2007 г. Посевная площадь под сортом Бровар ежегодно в Республике Беларусь составляют более 120 тыс. га [8].

Высокое хозяйственное значение и агротехнические преимущества (невысокая потребность в азоте и короткий период вегетации среди зерновых культур) служат основанием для того, чтобы ячменю уделялось большое внимание. Производство достаточного количества высококачественного зерна ячменя для пивоварения позволит экономить денежные ресурсы, затрачиваемые на импорт этого сырья [1].

Использование в технологии возделывания культуры элементов биологического земледелия при наличии высокого сортового потенциала обеспечивает увеличение ее урожайности. Одним из таких широко внедряемых элементов являются биопрепараты, микробный состав которых обеспечивает повышение урожайности, способствует восстановлению почвенного плодородия, подавлению фитопатогенной микрофлоры. Биоудобрения – безопасная эффективная альтернатива минеральным формам, сохранившая возможность получения высокого качественного урожая. В современном мире этому направлению все больше уделяется внимание: в США в год производится бактериальных удобрений из расчета на 20 млн. га, в Австрии – 6-9 млн. га, Бразилии – 4-6 млн. га, Канаде, Индии, Аргентине – 2-4 млн. га [5].

В первую очередь на урожайность сельскохозяйственных растений оказывает их азотное питание. Содержание доступного растениям азота в почве невелико, а с минеральными удобрениями вносится лишь около 30 % его необходимой дозы. Дефицит азота в значительной степени компенсируется в результате биологической аккумуляции азота почвенными микроорганизмами. Наиболее изученными являются клубеньковые бактерии, которые обладают высокой азотфиксирующей способностью в симбиозе с бобовыми растениями.

Актуальным направлением является разработка биопрепаратов на основе азотфиксирующих микроорганизмов (*Azotobacter*, *Clostridium*, *Beijerinckia*), обеспечивающих повышение продуктивности небобовых культур (зерновые и овощные культуры, картофель). *Azotobacter* обладает значительной азотфиксирующей способностью (до 15-20 мг N/r), которая зависит от почвенных условий (уровень плодородия, кислотности, аэрации, влажности). Также он синтезирует витамины группы

В, никотиновую и пантотеновую кислоты, биотин, гетероауксин и гиббереллин, а также противогрибковые антибиотики [9].

Активно развивается *Azotobacter* в почвах, богатых органическими соединениями, продукты распада растительного происхождения. На его активность также косвенно влияют почвенные микроорганизмы, вырабатывая биологически активные вещества, проявляющие антагонистическое действие. Поэтому в естественной ризосфере растений количество клеток Азотобактера не превышает 1 %.

В производстве микробиологических препаратов все больше начинают использовать ассоциативные микроорганизмы (бактерии родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*), обладающие фосфатмобилизирующей активностью – способностью переводить малодоступные для растений формы фосфатов в подвижные и легкоусвояемые формы [10].

Высокая биологическая активность бактерий родов *Azotobacter* и *Bacillus* была положена в основу разработки биопрепаратов Азотовит и Фосфатовит, обогащающие полезную ризосферную микрофлору растений, способствующих интенсивному развитию растений, повышению их устойчивости к неблагоприятным факторам среды, улучшающих уровень азотного и фосфорного питания растений.

Цель работы – дать сравнительную оценку эффективности применения биопрепаратов Азотовит и Фосфатовит при возделывании ярового ячменя двурядного по урожайности и показателям экономической целесообразности.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в полевых условиях на опытном поле УНЦ «Опытные поля БГСХА». Почва участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке. По тепло- и влагообеспеченности Горецкий район относится к прохладной зоне с достаточным увлажнением. Основная и предпосевная обработки почвы осуществлялась в соответствии с существующими рекомендациями по Могилевской области.

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Ячмень, сорт Бровар (контроль 1).
2. Протравливание фунгицидом Старт, КС (Ст) (контроль 2).
3. Предпосевная обработка зерна Азотовитом (Аз)
4. Предпосевная обработка зерна Азотовитом и Старт, КС.
5. Предпосевная обработка зерна Фосфатовитом (Фосф).
6. Предпосевная обработка зерна Фосфатовитом и Старт, КС.
7. Предпосевная обработка зерна Азотовитом, Фосфатовитом.
8. Предпосевная обработка зерна Аз, Фосф и Старт, КС.

Исследования проводились в 2017 и 2018 гг. Предпосевная обработка зерна фунгицидом Старт, КС была за 2-3 дня до посева по схеме из расчета 0,5 л/т [2]; Азотовитом и Фосфатовитом – в день посева по схеме из расчета 3 л/т [5]. Посев был проведен сеялкой HEGE-80 11 апреля 2017 года и 25 апреля 2018 г., что определялось метеорологическими условиями весеннего периода. Норма высева семян составила 4,5 млн./га всхожих семян, площадь одного варианта – 10 м², повторность 3-кратная. Возделывание культуры проводилось согласно общепринятой технологии возделывания для условий Беларуси [6].

Обработка посевов ячменя против двудольных сорняков проводилась в фазу кущения гербицидами Тамерон, ВДГ (20 г/га) и Герби-токс, ВРК (0,8 л/га); в период вегетации – против болезней (Рекс Дуо, КС 0,6 л/га) и вредителей (Фастак, КЭ 0,1 л/га) [2].

Учет элементов семенной продуктивности осуществлялся путем отбора пробного снопа с площади 0,25 м², определения продуктивной кустистости, числа зерен в колосе и их массы. Массу 1000 семян определяли согласно ГОСТ 12042-66. Проводился расчет биологической урожайности. Полученные данные статистически обработаны с использованием дисперсионного анализа [3], а также экономически обоснованы.

Ячмень двурядный ярового типа был представлен короткостебельным, среднепоздним сортом Бровар (вегетационный период – 87-94 дня) пивоваренного типа (белок – 11,5 %, экстрактивность солода – 80,4 %). Этот сорт имеет высокую продуктивную кустистость, крупное зерно (масса 1000 семян – 44-48 г), обладает устойчивостью к болезням и вредителям, полеганию и прорастанию на корню, а также стабильно высокой урожайностью (до 110 ц/га в 2004 г.) [7].

Микробиологическую основу Азотовита представляют бактерии *Azotobakter chroococcum* (штамм В-9029 с числом жизнеспособных клеток не менее 5 млрд./см³) в сочетании с комплексом полезной почвенной микрофлоры. Применение Азотовита улучшает азотное питание небобовых культур, способствует развитию их вегетативных органов, повышает эффективность применения азотных минеральных удобрений и подавляет фитопатогенную микрофлору в зоне ризосферы, а также повышает урожайность культуры от 15 до 40 % [5].

Бактерии *Bacillus mucilaginosus* (штамм В-8966, с числом жизнеспособных клеток не менее 120 млн./см³) в сочетании с комплексом полезной почвенной микрофлоры формируют микробную составляющую препарата Фосфатовит. Его применение обеспечивает растения фосфорным, калийным и азотным питанием, повышает эффективность применения сложных минеральных удобрений, повышает урожай-

ность, подавляет фитопатогенную ризосферную микрофлору, способствует восстановлению плодородия почвы [5].

Фунгицид Старт КС рекомендован для применения на ячмене против всех видов головни, септориоза [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Метеорологические условия весеннего периода 2017 г. (высокая среднесуточная температура и отсутствие осадков) способствовали раннему посеву ячменя. Но во второй половине апреля среднесуточная температура резко снизилась и обильно выпадали осадки, что задерживало появления всходов, через 20 дней. Это также отразилось на развитии растений в период вегетации и урожайности ярового ячменя двурядного.

Варианты опыта значительно различались по количеству продуктивного стеблестоя (464-684 шт./м²). Самый низкий уровень был отмечен в варианте при совместном применении биопрепаратов и фунгицида – 464 шт./м². Свыше 600 продуктивных стеблей/м² сформировал ячмень в вариантах с применением Азотовита (632 продуктивных стеблей/м²) или Фосфатовита (684 продуктивных стеблей/м²). В стрессовых метеорологических условиях 2017 г. применение микробиологических препаратов способствовало формированию более высокого уровня продуктивной кустистости в сравнении с контрольными вариантами, а также с применением фунгицида (таблица 1).

Таблица 1 – Элементы семенной продуктивности ярового ячменя

Вариант опыта	Продуктивных стеблей, шт./м ²		Масса 1000 зерен, г		Масса зерна / колос, г	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Контроль 1	592	708	54,8	51,5	0,92	0,81
Контроль 2	528	771	51,5	49,5	1,07	0,84
Аз	632	883	53,2	54,0	1,21	0,93
Аз + Ст	520	785	52,8	52,2	1,15	0,82
Фосф	684	787	51,8	51,2	0,98	0,84
Фосф + Ст	576	609	53,4	50,8	1,04	0,91
Аз + Фосф	588	706	53,3	51,8	1,03	0,81
Аз + Фосф + Ст	464	567	53,3	51,0	1,0	0,86
x ± Sx	573 ± 67,7	727 ± 102,5	53,0 ± 1,02	51,5 ± 1,29	1,05 ± 0,09	0,85 ± 0,04

Масса 1000 зерен составила 51,5-54,8 г, что объясняется изреженность продуктивного стеблестоя в 2017 г. В варианте с применением Фосфатовита (684 продуктивных стеблей/м²) масса 1000 зерен составила лишь 51,8 г; Азотовит – масса 1000 семян составила 53,2 г при достаточно высоком количестве продуктивных стеблей (632 шт./м²).

Одним из важных элементов семенной продуктивности является озерненность колоса, которая в 2017 г. составила 16,8-22,8 шт. Обработка семян протравителем и биоудобрениями способствовали ее увеличению (18,5-22,8 зерен). Масса зерна с колоса ячменя была 0,92-

1,21 г, лучшими по данному показателю были варианты с применением Азотовита, Азотовита с протравителем (1,15 и 1,21 г зерна / колос соответственно).

Метеорологические условия 2018 г. были более благоприятными для роста и развития растений ярового ячменя, о чем свидетельствует 567-883 продуктивных стеблей/м².

Низкая продуктивная кустистость за 2 года исследований была при совместном применении биопрепаратов и протравителя. Одновременное применение фунгицида и биоудобрений способствует угнетению как внесенной азотфиксирующей и фосфатмобилизирующей микрофлоры на этапе всходов, так и аборигенной микрофлоры при дальнейшем развитии растений ячменя. Высокую продуктивную кустистость в 2018 г. имели варианты с Азотовитом (883 шт./м²), Азотовитом + фунгицид (785 шт./м²), а также Фосфатовитом (787 шт./м²).

В 2018 г. масса 1000 зерен была на уровне 50-52 г, за исключением варианта с Азотовитом (54,0 г). Варианты опыта незначительно различались по массе зерна с колоса (0,81-0,93 г).

Итоговым показателем, определяющим значимость, экономическую эффективность изучаемого элемента технологии возделывания, является урожайность сельскохозяйственной культуры (таблица 2).

В 2017 г. урожайность составила 46,5-76,5 ц/га. Наименьшая биологическая урожайность получена в варианте при совместном применении биопрепаратов и протравителя. При использовании биоудобрений урожайность была выше контрольных вариантов: Азотовит – 76,5 ц/га, Фосфатовит – 67,2 ц/га. При совместном применении биопрепарат + протравитель урожайность снижалась до 59,7 ц/га.

Таблица 2 – Урожайность ярового ячменя сорта Бровар

Вариант опыта	Урожайность, ц/га			Прибавка, ц/га
	2017	2018	среднее	
Контроль 1	54,5	57,8	56,2	
Контроль 2	56,1	64,3	60,2	+4,0
Аз	76,5	81,8	79,1	+22,9
Аз + Ст	59,7	64,3	62,0	+5,8
Фосф	67,2	66,3	66,7	+10,5
Фосф + Ст	59,7	54,8	57,3	+1,1
Аз + Фосф	60,3	59,4	59,8	+3,6
Аз + Фосф + Ст	46,5	48,2	47,3	-8,9
$\bar{x} \pm Sx$			61,08 $\pm$ 9,17	
НСР ₀₅	1,43	1,22		

В 2018 г. урожайность ячменя в опыте составила 48,2-81,8 ц/га. Отмечено различие контрольных вариантов: с протравителем урожайность ячменя увеличилась на 6,5 ц/га (контроль 1 – 57,8 ц/га). Высокий

уровень биологической урожайности обеспечили варианты с Азотовитом (81,8 ц/га) и Фосфатовитом (66,3 ц/га). Как и в 2017 г., совместное применение биопрепарат + протравитель приводило к снижению урожайности до уровня контрольных вариантов и ниже.

Высокая эффективность применения биопрепаратов Азотовит и Фосфатовит в технологии возделывания ячменя также должна экономически обоснована. При средней урожайности 47,3-79,1 ц/га и стоимости зерна ячменя 240 руб./т стоимость дополнительной продукции составила 26,4-552,0 руб./га. Вариант с применением биопрепаратов и протравителя имел урожайность ниже контрольного, поэтому изначально был экономически нецелесообразен (таблица 3).

При уровне дополнительных затрат 26,6-212,1 руб./га себестоимость дополнительной продукции при применении биопрепаратов составила 9,2-24,2 руб./ц, условный чистый доход – 24,6-339,9 руб./га. Лучшими вариантами опыта было раздельное применение биопрепаратов, а также контрольный вариант с протравителем. При применении Азотовита окупаемость дополнительных затрат составила 2,6 руб./руб. при максимальном уровне дополнительных затрат (212,1 руб./га) и самом низком уровне себестоимости дополнительной продукции (9,2 руб./ц). В вариантах Фосфатовит и контроль 2 окупаемость также составила 2,4 и 2,0 руб./руб.

Таблица 3 – Экономическая эффективность применения биопрепаратов

Вариант опыта	Стоимость доп. продукци, руб./га	Всего доп. затрат, руб./га	Себестоимость доп. продукци, руб./ц	Условный чистый доход, руб./га	Окупаемость доп. затрат, руб./руб.
Контроль 1	-	-	-	-	-
Контроль 2	97,2	47,7	11,8	49,5	2,0
Аз	552,0	212,1	9,2	339,9	2,6
Аз + Ст	68,4	43,8	15,4	24,6	1,6
Фосф	254,4	105,8	10,0	148,6	2,4
Фосф + Ст	26,4	26,6	24,2	-0,2	1,0
Аз + Фосф	88,8	54,2	14,6	34,6	1,6
Аз + Фосф + Ст	-	-	-	-	-

Вывод. По результатам опыта были выделены варианты с применением биопрепаратом без протравителя. Применение Азотовита обеспечило прибавку урожайности (22,9 ц/га) зерна ячменя к контролю, получение 339,9 руб./га условного чистого дохода при уровне окупаемости 2,6 руб./руб. При применении на ячмене Фосфатовита условный чистый доход составил 148,6 руб./га, окупаемость дополнитель-

ных затрат – 2,4 руб./руб. при себестоимости дополнительной продукции 10,0 руб./ц и прибавке урожайности 10,5 ц/га.

Применение протравителя Старт на фоне биопрепаратов значительно снижало их микробиологическую активность. Совместное применение биопрепаратов и протравителя привело к снижению урожайности ячменя на 8,9 и 12,9 ц/га в сравнении с контрольными вариантами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вильдфлуш, И. Р. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие/ И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.
2. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / А. В. Писун [и др.]. – Минск, 2017. – 688 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Зубкович, А. А. Белорусский ячмень: задание на завтра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/tech/growing-cereals/beloruskij-yachmen-zadanie-na-zavtra.html>. – Дата доступа: 20.01.2020.
5. Микробиологические и бактериальные удобрения // Сельское хозяйство. Universityagro.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://universityagro.ru/агрохимия/микробиологические-и-бактериальные>. – Дата доступа: 31.01.2020.
6. Организационно технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых и крупяных культур: сборник отраслевых регламентов / НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. Разраб: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2013. – 288 с.
7. Сорт ячменя: Бровар [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrosbornik.ru/sorta-yachmnia/45-2011-11-06-17-20-47/582-2011-11-08-19-44-43.html>. – Дата доступа: 15.05.2019.
8. Урбан, Э. П. Зерновые: новинки белорусской селекции // Белорусское сельское хозяйство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agriculture.by/articles/rasteniyevodstvo/zernovye-novinki-beloruskoj-selekcii>. – Дата доступа: 20.01.2020.
9. Шильникова, В. К. Свободноживущие азотфиксирующие микроорганизмы / В. К. Шильникова // Жизнь растений; под редакцией А. Л. Тахтаджана. – Т. 1 Бактерии и актиномицеты. – Москва, 1974. – 478 с.
10. Фосфатмобилизирующие препараты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://selo-delo.ru/agroximiya-i-pochva/mechanizm-biologicheskoy-fiksatsii-molekulyarnogo-azota-immobilizatsiya-fosfora-mikroorganizmami-fosfatmobiliziruyushhie-preparaty.html>. – Дата доступа: 28.01.2020.
11. Ячмень: площади, сборы и урожайность в 2001-2019 гг.: Зерновые / Агровестник, 15.01.2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/cereals/yachmen-ploshchadi-sbory-i-urozhajnost-v-2001-2019-gg.html>. – Дата доступа: 02.02.2020.

КОМПОНЕНТНЫЙ И ЭНАНТИОМЕРНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Т. В. Сачивко¹, Н. А. Коваленко², Г. Н. Супиченко², В. Н. Босак¹,
М. В. Наумов¹

¹ – УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 213407, г. Горки,
ул. Мичурина, 5);

² – УО «Белорусский государственный технологический университет»
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220006, г.
Минск, ул. Свердлова 13а)

Ключевые слова: душица обыкновенная, эфирные масла, компонентный
и энантиомерный состав, зеленая масса.

Аннотация. Зеленая масса и эфирные масла душицы обыкновенной
(*Origanum vulgare* L.) широко используются в парфюмерии, косметической и
пищевой промышленности, традиционной и народной медицине.

В совместных исследованиях УО «БГСХА» и УО «БГТУ» изучены уро-
жайность и содержание эфирных масел новых районированных сортов души-
цы обыкновенной. Методом энантиоселективной газовой хроматографии
определен компонентный и энантиомерный состав эфирных масел исследуе-
мых сортов *Origanum vulgare* L. В результате исследований установлено, что
каждый сорт имеет свой характерный компонентный и энантиомерный со-
став эфирных масел. Особенности компонентного и энантиомерного состава
эфирных масел позволяют идентифицировать уже созданные сорта душицы
обыкновенной, а также проводить их селекцию для создания сортов с опреде-
ленными свойствами.

COMPONENT COMPOSITION AND ENANTIOMERS OF ESSENTIAL OILS OF OREGANO

T. U. Sachyuka¹, N. A. Kovalenko², G. N. Supichenko², V. M. Bosak¹,
M. V. Naumov¹

¹ – EI «Belarusian state agricultural academy»
Gorki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 213407, Gorki,
5 Michurina st.);

² – EI «Belarusian state technological university»
Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220006, Minsk,
13a Sverdlova str.)

Key words: oregano, essential oils, component composition, enantiomers,
green mass.

Summary. *Green mass of oregano (Origanum vulgare L.) and their essential oils are widely used in perfumery, cosmetic and food industries, traditional and folk medicine.*

In the studies of the Belarusian State Agricultural Academy and the Belarusian State Technological University, the yield and content of essential oils of new varieties of oregano were analyzed. Using the method of enantioselective gas chromatography, the component and enantiomeric composition of essential oils of the studied varieties was determined. As a result of the research, it was determined that each variety has its own characteristic component and enantiomeric composition of essential oils. The features of the component and enantiomeric composition of essential oils allow identifying the already created varieties of oregano, as well as carrying out their selection to create varieties with certain properties.

(Поступила в редакцию 29.05.2020 г.)

Введение. Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) относится к семейству Яснотковые (*Lamiaceae*) и является одной из основных эфирномасличных и пряноароматических культур [7, 8, 10-16, 19, 20].

Душица обыкновенная содержит эфирные масла, дубильные вещества, аскорбиновую кислоту, макро- и микроэлементы.

В пищу в качестве пряной приправы употребляют как свежие, так и сухие листья и соцветия. В кулинарии применение находят в основном сушеные листья верхней трети растения. Сушеная или свежая трава — один из компонентов пряности «орегано». Душицу используют при солении огурцов, томатов, грибов. Она хорошо сочетается с черным перцем, базиликом, розмарином, майораном.

В парфюмерно-косметической промышленности эфирные масла используют для ароматизации туалетного мыла, одеколонов, зубных паст и помад. Эфирные масла душицы применяют при изготовлении ликеров и наливок, а также в пивоваренном производстве.

Душица и ее эфирные масла используются в традиционной и народной медицине в составе грудных, потогонных и ветрогонных сборов, при простудных и других заболеваниях органов дыхания, в качестве противовоспалительного, отхаркивающего, стимулирующего и укрепляющего средства.

Душицу также выращивают как декоративное растение. Она является хорошим нектароносом.

Важнейшей качественным показателем душицы обыкновенной, как и других пряноароматических культур, является содержание и сбор эфирных масел, а также их компонентный и энантиомерный состав [1, 2, 4-6, 17].

Особенности компонентного и энантиомерного состава эфирных масел позволяют идентифицировать уже созданные сорта эфирномас-

личных культур, в т. ч. и душицы обыкновенной, а также проводить их селекцию для создания сортов с заданными компонентами.

Данные о компонентном и энантиомерном составе эфирных масел определенного сорта могут быть использованы для формирования его «биохимического» профиля, что в сочетании с высокими органолептическими свойствами позволяет более широко применять растительное сырье в различных областях [4].

В Государственный реестр сортов Республики Беларусь в настоящее время внесено 4 сорта душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.), рекомендуемых для товарного производства и приусадебного возделывания: Грета (2002 г.), Мрия (2013 г.), Розовая фея (2014 г.), Завіруха (2019 г.) (сорт Завіруха создан в Ботаническом саду УО «БГСХА»). Сорт Аксаміт (создан в Ботаническом саду УО «БГСХА») передан в ГСИ [3, 9, 15].

Цель исследования – изучить компонентный и энантиомерный состав эфирных масел различных сортов душицы обыкновенной.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению компонентного и энантиомерного состава эфирных масел проводили с новыми сортами душицы обыкновенной (Розовая фея, Завіруха, Аксаміт) в совместных исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и УО «Белорусский государственный технологический университет» на протяжении 2018-2020 гг.

Выделение эфирных масел из измельченного растительного сырья (зеленая масса в фазу начала цветения) проводили методом перегонки с водяным паром по ГОСТ 24027.2-80 с последующей осушкой образцов безводным сульфатом натрия.

Газохроматографический анализ образцов эфирных масел выполнен на хроматографе «Цвет-800», оснащенном пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой НР-5 30 м × 0,32 мм × 0,25 мкм в режиме программирования температуры от изотермы при 80 °С в течение 1 мин с подъемом температуры со скоростью 3 °/мин до 115 °С и подъемом температуры со скоростью 4 °/мин до изотермы при 200 °С в течение 10 мин, при температуре испарителя и детектора – 230 и 280 °С соответственно и линейной скорости газаносителя азота 18,8 см/с. Временем удерживания несорбирующегося газа считали время выхода пика метана.

Идентификацию основных компонентов эфирного масла проводили сравнением времен удерживания компонентов со значениями стандартных образцов терпеновых соединений.

В условиях линейного градиента температуры расчет G_I основных компонентов эфирных масел проводили по формуле:

$$Gl = 100 \cdot \left\{ \frac{[t'_{R(x)} + q \lg t'_{R(x)}] - [t'_{R(n)} + q \lg t'_{R(n)}]}{[t'_{R(n+1)} + q \lg t'_{R(n+1)}] - [t'_{R(n)} + q \lg t'_{R(n)}]} + n \right\},$$

где $t'_{R(x)}$, $t'_{R(n)}$, $t'_{R(n+1)}$ – приведенные времена удерживания анализируемого компонента, n -алкана (C_nH_{2n+2}) и следующего n -алкана ($C_{n+1}H_{2n+4}$) соответственно, причем $t'_{R(n)} < t'_{R(x)} < t'_{R(n+1)}$.

Значение q определяли с использованием приведенных времен удерживания трех последовательно выходящих n -алканов по формуле:

$$q = \frac{t'_{R(n)} + t'_{R(n+2)} - 2t'_{R(n+1)}}{\lg(t'^2_{R(n+1)} / t'_{R(n)} \cdot t'_{R(n+2)})}.$$

Для количественных определений идентифицированных компонентов эфирного масла использовали метод внутренней нормализации без учета относительных поправочных коэффициентов. По методу внутренней нормализации содержание компонентов вычисляли по формуле:

$$\omega_i = \frac{S_i \cdot 100}{\sum S_i},$$

где ω_i – содержание i -го компонента в смеси, %; S_i – площадь пика i -го компонента.

Энантиомерный избыток E_x рассчитывали по формуле:

$$E_x = \frac{(A_{\max} - A_{\min})}{(A_{\max} + A_{\min})} * 100,$$

где $A_{\max}$ – площадь пика преобладающего энантиомера, $A_{\min}$ – площадь пика второго энантиомера.

Все измерения проводились в четырехкратной повторности. Для статистической обработки результатов пользовались пакетом программ Excel [4, 5, 17, 18, 21].

Результаты исследований и их обсуждение. Как показали результаты исследования, урожайность зеленой массы изучаемых сортов душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) составила 170-185 ц/га при содержании эфирных масел в свежем растительном сырье 0,51-0,57 % (таблица 1).

Таблица 1 – Основные показатели продуктивности сортов *Origanum vulgare* L.

Признак	Сорт Розовая фея	Сорт Аксаміт	Сорт Завіруха
Окраска венчика	розовая	бордовая	белая
Урожайность зеленой массы, ц/га	170-180	180-185	180-185
Выход эфирного масла, % (свежее растительное сырье)	0,51	0,57	0,54

Исследование компонентного и энантиомерного состава эфирных масел у новых сортов душицы обыкновенной в фазе массового цветения (воздушно-сухое растительное сырье) показало его определенные отличия в зависимости от изучаемого сорта (таблица 2, рисунок).

Таблица 2 – Компонентный и энантиомерный состав эфирных масел различных сортов душицы обыкновенной, масс. %

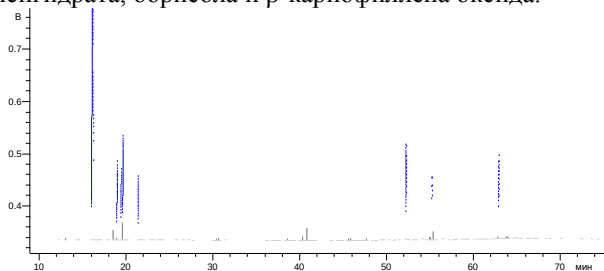
Соединение	Сорт Розовая фея	Сорт Аксаміт	Сорт Завіруха
α -туйен	0,48	0,31	0,16
(-)- α -пинен	0,14	0,15	0,15
(+)- α -пинен	0,40	0,25	0,22
камфен	<0,1	<0,01	0,57
сабинен	22,02	17,40	16,13
(+)- β -пинен	0,74	0,75	0,89
(-)- β -пинен	0,29	0,42	0,26
α -терпинен	2,05	2,29	1,06
(-)-лимонен	3,95	6,27	6,22
(+)-лимонен	4,10	5,57	4,97
(Z)- β -оцимен	6,50	5,72	5,50
(E)- β -оцимен	0,67	0,73	1,01
γ -терпинен	4,36	4,39	1,66
cis-сабиненгидрат	0,88	0,86	0,40
trans-сабиненгидрат	2,68	2,45	1,99
борнеол	2,90	1,55	1,54
терпинен-4-ол	4,47	4,51	0,42
α -терпинеол	<0,01	0,45	1,94
β -кариофиллен	6,42	8,30	9,40
α -гумулен	1,05	1,62	1,57
гермакрен D	4,35	4,13	6,68
бициклогермакрен	1,86	1,90	1,25
β -кариофиллен оксид	5,31	4,19	4,51

Среди 23 обнаруженных компонентов наибольшее содержание у исследуемых сортов душицы обыкновенной отмечено для сабинена (16,13-22,02 масс. %) с несколько большими показателями у сорта с розовой окраской венчика (Розовая фея).

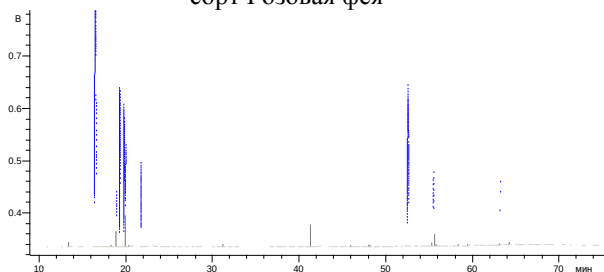
Достаточно высокие показатели, близкие по своим значениям у всех исследуемых сортов душицы обыкновенной, получены для β -кариофиллена (6,42-9,40 масс. %), (Z)- β -оцимена (5,50-6,50 масс. %),

(-)-лимонена (3,95-6,27 масс. %), (+)-лимонена (4,10-5,57 масс. %), β -кариофиллена оксида (4,19-5,31 масс. %), гермакрена D (4,13-6,68 масс. %), trans-сабиненгидрата (1,99-2,68 масс. %), борнеола (1,54-2,90 масс. %), α -терпинена (1,06-2,29 масс. %), бициклогермакрена (1,25-1,90 масс. %) и α -гумулена (1,05-1,62 масс. %).

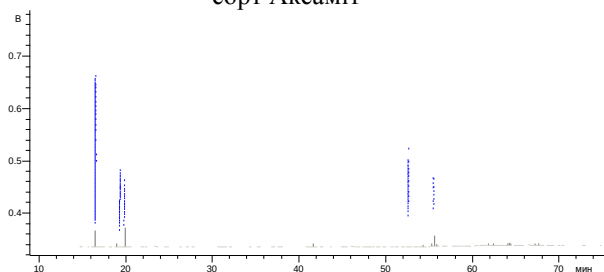
У сорта с розовой окраской венчика (Розовая фея) наряду с сабиномом, наибольшее содержание среди исследуемых сортов душицы обыкновенной отмечено для α -туйена, (+)- α -пинена, (Z)- β -оцимена, trans-сабиненгидрата, борнеола и β -кариофиллена оксида.



сорт Розовая фея



сорт Аксаміт



сорт Завіруха

Рисунок – Хроматограммы эфирных масел различных сортов *Origanum vulgare* L.

У сорта с бордовой окраской венчика (Аксаміт) наибольшее содержание компонентов получено для (-)-β-пинена, α-терпинена, (-)-лимонена и (+)-лимонена.

У сорта с белой окраской венчика (Завіруха) наибольшее содержание компонентов отмечено для камфена, (+)-β-пинена, (Е)-β-оцимена, α-терпинеола и гермакрена D.

Энантиомеры у изучаемых сортов душицы обыкновенной выявлены для α-пинена, β-пинена и лимонена.

Заключение. Урожайность зеленой массы новых сортов душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) Розовая фея, Аксаміт и Завіруха (сорта Аксаміт и Завіруха созданы в Ботаническом саду УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия») составляет 170-185 ц/га при содержании эфирных масел 0,51-0,57 %.

Эфирные масла изучаемых сортов душицы обыкновенной содержат более 23 компонентов, основными из которых являются сабинен, β-кариофиллен, (Z)-β-оцимен, (-)-лимонен, (+)-лимонен, β-кариофиллен оксид, гермакрен D, trans-сабиненгидрат, борнеол, α-терпинен, бициклогермакрен и α-гумулен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антибактериальная активность эфирных масел иссопа лекарственного / Н. А. Коваленко [и др.] // Химия растительного сырья. – 2019. – № 1. – С. 191-199.
2. Биохимический состав семян *Nigella sativa* L., выращенных в условиях Беларуси / А. Л. Исакова [и др.] // Вестні Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. – 2019. – Т. 64, № 4. – С. 440-447.
3. Государственный реестр сортов Республики Беларусь / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2019. – 272 с.
4. Использование показателей компонентного состава эфирных масел для идентификации сорта / Т. В. Сачивко [и др.] // Овощи России. – 2019. – № 3. – С. 68-73.
5. Компонентный и энантиомерный состав эфирных масел иссопа лекарственного / Т. В. Сачивко [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2019. – Т. 45. – С. 136-143.
6. Компонентный состав и антимикробные свойства эфирного масла иссопа лекарственного (*Hissopus officinalis*) / Н. А. Коваленко [и др.] // Перспективы лекарственного растениеводства. – Москва: ВНИИЛАР, 2018. – С. 591-595.
7. Коротких, И. Н. Ценные морфотипы душицы / И. Н. Коротких, Ф. М. Хазиева, С. А. Тоцкая // Картофель и овощи. – 2015. – № 4. – С. 24-25.
8. Маланкина, Е. Л. Лекарственные и эфирномасличные культуры / Е. Л. Маланкина, А. Н. Цицилин. – Москва: Инфра-М, 2016. – 367 с.
9. Моисеев, В. П. Генофонд хозяйственно полезных растений Белорусской государственной сельскохозяйственной академии / В. П. Моисеев, Т. В. Сачивко // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 6 (приложение). – С. 44-45.
10. Найда, Н. М. Онтогенетические и анатомические особенности душицы обыкновенной в условиях культуры / Н. М. Найда // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. – 2015. – № 40. – С. 11-17.
11. Особенности биохимического состава пряно-ароматических, зеленных и декоративных культур / В. Н. Босак [и др.] // Вестник БГСХА. – 2018. – № 3. – С. 93-96.

12. Позняк, А. В. Зеленные и пряно-ароматические культуры / А. В. Позняк, А. П. Шатковский. – Киев: Юнивест Медиа, 2014. – 95 с.
13. Сачивко, Т. В. Особенности накопления эфирных масел малораспространенными видами пряно-ароматических культур / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса. – Курган, 2020. – С. 124-127.
14. Сачивко, Т. В. Оценка сортов душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) по основным хозяйственно полезным признакам / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак, М. В. Наумов // Овощеводство. – 2019 – Т. 27. – С. 189-194.
15. Характеристика и особенности агротехники новых сортов пряно-ароматических культур: рекомендации / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 19 с.
16. Шкляров, А. П. Пряноароматические и лекарственные культуры в Беларуси (инновации, технологии, экономика и организация производства) / А. П. Шкляров. – Минск: БГАТУ, 2014. – 200 с.
17. Энантиомерный состав компонентов эфирных масел *Ocimum* L. / Т. В. Сачивко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – № 1. – С. 164-171.
18. Davies, N. W. Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and Carbowax 20M phases / N. W. Davies // Journal Chromatography. – 1990. – Vol. 503. – P. 1-24.
19. Evaluation agronomique et chimique de differentes especes d'origan / X. Simonnet [et al.] // Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic. – 2011. – Vol, 43, Nr. 6. – P. 344-349.
20. Growth, essential oil characterization, and antimicrobial activity of three wild biotypes of oregano under cultivation condition in Southern Italy / E. De Falco [et al.] // Industrial crops and products. – 2014. – Nr. 62. – P. 242-249.
21. Konig, W. A. Enantioselective Gas Chromatography in Flavor and Fragrance Analysis: Strategies for the Identification of Known and Unknown Plant Volatiles / W. A. Konig, D. H. Hochmuth // Journal of Chromatographic Science. – 2004. – V. 42. – P. 423-439.

УДК 631.811.98:633.112.9"324"

ВЛИЯНИЕ МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА БИОПРОДУКТИН НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ, ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОСЕВОВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО

**А. В. Свиридов¹, Э. И. Коломиец², О. Ч. Коженевский¹,
М. Н. Мандрик², А. А. Дудук¹, Е. Ю. Шмыга²**

¹ – УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by);

² – Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220141,
г. Минск, ул. Купревича, 2; e-mail: microbio@mbio.bas-net.by)

Ключевые слова: озимое тритикале, микробный препарат Биопродуктин, биологическая активность, фитосанитарное состояние, продуктивность посевов.

Аннотация. Приведены результаты исследований по изучению эффективности применения микробного препарата Биопродуктин при возделывании озимого тритикале после ячменя при различном использовании соломы предшественника.

Установлено положительное влияние микробного препарата на биологическую активность почвы и азотное питание растений озимого тритикале. Применение Биопродуктина до посева тритикале и по вегетации в фазу кущения способствовало существенному снижению распространенности и развитию корневых гнилей, оптимизации развития растений и повышению продуктивности посевов озимого тритикале.

INFLUENCE OF THE MICROBIAL PREPARATION BIOPRODUCTIN ON BIOLOGICAL SOIL ACTIVITY, PHYTOSANITARY CONDITION AND PRODUCTIVITY OF WINTER TRITICALE

A. V. Sviridov¹, E. I. Kolomic², O. C. Kazhaneuski¹, M. N. Mandrik²,
A. A. Duduk¹

¹ – EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Teshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by);

² – Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus
Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220141, Minsk,
2 Kuprevich st.; e-mail: microbio@mbio.bas-net.by)

Key words: winter triticales, microbial preparation Bioproductin, biological activity, phytosanitary condition, crop productivity.

Summary. The results of studies on the effectiveness of the use of the microbial preparation Bioproductin in the cultivation of winter triticales after barley with various uses of straw precursor are presented.

The positive effect of the microbial preparation on the biological activity of the soil and nitrogen nutrition of winter triticales plants has been established. The use of Bioproductin before sowing triticales and vegetation during the tillering phase significantly reduced the prevalence and development of root rot, optimized plant development and increased productivity of winter triticales crops.

(Поступила в редакцию 28.05.2020 г.)

Введение. Урожайность и качество зерна в значительной мере зависит от обеспеченности растений элементами минерального питания на протяжении всей вегетации. Потребление озимым тритикале питательных веществ зависит от наличия их в почве, условий выращивания, возраста и развития растений, сортовых особенностей, приемов возделывания и других факторов [1, 2].

Анализ современного состояния сельскохозяйственного производства, оценка динамики качественных показателей земель свидетельствуют о тенденции снижения плодородия почв и ухудшения общей экологической обстановки в агропромышленном комплексе. Выделяется множество факторов, ограничивающих проявление реального плодородия почв. Основными причинами, вызывающими чрезмерные потери гумуса почвами является их интенсивная механическая обработка [3, 4] и ежегодное отчуждение с полей большого количества органической массы с урожаем основной и побочной продукции [5, 6, 7]. Это приводит к нарушению природных сбалансированных процессов в агрофитоценозах и, как следствие, изменению структуры микробных сообществ, обеспечивающих сохранение устойчивости почвенной экосистемы, ее способности поддерживать плодородие и продуктивность [5, 8].

В последние годы в мировом сельском хозяйстве наблюдается замена традиционных минеральных удобрений на «микробные» биопрепараты, что способствует снижению высоких доз химикатов за счет замены их на более экологически чистые и экономически выгодные ресурсосберегающие технологии [9, 10].

Цель исследований – изучить влияние микробного препарата Биопродуктин на биологическую активность почвы, фитосанитарное состояние и продуктивность посевов озимого тритикале.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению эффективности применения микробного препарата Биопродуктин проводились в 2018-2019 гг. на опытном поле учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет». Почва опытного поля дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 0,5-0,7 м моренным суглинком, пахотный слой которой характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание подвижных форм фосфора в пахотном слое почвы – 205-226 мг и обменного калия – 185-187 мг на 1 кг почвы, pH (KCl) – 4,8-5,6, гумуса – 1,81-2,19 %.

Исследования проводились в звене севооборота: пропашные – яровые зерновые – озимые зерновые.

Схема опыта:

1. NPK (отчуждение соломы)* – контроль;
2. NPK (отчуждение соломы);
3. NPK (измельчение соломы);
4. NPK (измельчение соломы) + N;
5. NPK (измельчение соломы) + N + Биопродуктин;
6. NPK (измельчение соломы) + Биопродуктин;

7. NPK (отчуждение соломы) + Биопродуктин.

Примечание – * в первом варианте не применяется фунгицидная обработка против болезней листового аппарата.

Полевой опыт закладывался в соответствии с общепринятой методикой [11] в 4-кратной повторности методом расщепленных делянок. Общая площадь делянки – 180 м² (6 x 30), учетная – 120 м² (4 x 30), расположение делянок систематическое.

Микробный препарат Биопродуктин вносился вслед за уборкой ярового ячменя с последующей заделкой лущильником и по вегетирующим растениям озимого тритикале в фазу кущение - начало выхода в трубку.

Биологическую (целлюлозную) активность почвы определяли по интенсивности разложения целлюлозы аппликационным методом [12].

Показатели метеорологических условий в период проведения исследований отличались от среднепогодных данных не значительно и в целом благоприятствовали развитию посевов озимого тритикале.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования по оценке биологической эффективности микробного препарата Биопродуктин в полевых условиях показали положительное влияние на целлюлозную активность почвы в летне-осенний период.

Обработка препаратом пожнивных остатков после уборки ячменя увеличивала интенсивность деструкции бумаги на 4,7 %. Применение измельченной соломы в качестве удобрения способствовало повышению целлюлозной активности почвы на 4,1 % без применения компенсирующей дозы азота и на 8,7 % при его внесении. Применение Биопродуктина, также было эффективным – интенсивность разложения бумаги повышалась на 0,5-5,4 % соответственно. Идентичные результаты были получены в результате определения убыли массы льняной ткани.

Внесение Биопродуктина по вегетирующим растениям озимого тритикале в фазу начала стеблевания не приводило к существенному изменению целлюлозной активности почвы.

Как показали исследования, убыль массы фильтровальной бумаги и льняной ткани находилась на уровне или меньше в сравнении с вариантами, где микробный препарат не применялся. Определение целлюлозоразрушающей активности почвы в весенний период показало, что в вариантах, где вносился микробный препарат в послеуборочный период ячменя, интенсивность разложения фильтровальной бумаги составляла 27,2-52,7 %, льняной ткани – 25,0-34,3 %, что значительно превосходило показатели с вариантов, где Биопродуктин не применялся.

Наблюдения за содержанием нитратного азота в почве под растениями озимого тритикале показали, что общий характер динамики накопления $N-NO_3$ в почве на всех вариантах опытов существенно не отличался. Максимальное содержание его было отмечено при внесении Биопродуктина после уборки предшественника (ячменя), которое варьировало в пределах от 15,9 до 22,1 мг/кг.

Допосевное внесение Биопродуктина в сочетании с соломой (4 т/га) существенно не повлияло на содержание нитратного азота в почве перед посевом озимого тритикале. Содержание его в почве оставалось примерно на том же уровне, что и до внесения Биопродуктина – 15,6-20,5 мг/кг. Накопление $N-NO_3$ в почве после перезимовки озимого тритикале к периоду возобновления весенней вегетации значительно (в 1,8-3,8 раза) снизилось и оставалось без существенных изменений в течение всей вегетации.

Аналогичная закономерность в динамике содержания нитратного азота в почве наблюдалась и на паровой делянке. Отсутствие значительного накопления $N-NO_3$ в пахотном слое почвы, очевидно, обусловлено миграцией его в нижележащие слои почвы.

Запашка 4 т/га соломы ячменя не проявила депрессирующего действия на содержание нитратного азота в почве в начальные периоды развития озимого тритикале (BBBB, фаза выхода в трубку). Оно было заметным к фазе колошения. Как в опытах, так и на паровой делянке в этот период содержание $N-NO_3$ в почве при внесении соломы уменьшилось на 2,5-5,5 мг/кг (30-50 %) по сравнению с вариантом без соломы. Аналогичная тенденция сохранялась и после уборки озимого тритикале. Следует предположить, что это может быть связано со снижением к этому времени количества внесенного азота удобрений в почве, которого недостаточно для поддержания оптимального соотношения $C : N$ в почве.

Положительное действие допосевного применения Биопродуктина совместно с соломой на азотный режим в почве проявилось лишь в период возобновления весенней вегетации. Содержание нитратного азота в почве было в 1,7 раза выше, чем при внесении одной соломы.

В то же время двукратное внесение препарата (до и после посева) в сочетании с соломой оказало эффективное действие на обеспеченность озимого тритикале минеральным азотом в течение всей вегетации. Так, содержание нитратного азота в почве на варианте солома + Биопродуктин было на 2,8-3,8 мг/кг (в 1,5-1,9 раза) выше относительно варианта с одной соломой. При этом следует отметить, что положительное действие на накопление нитратного азота в почве наблюдалось и после уборки озимого тритикале. Можно предположить, что это обу-

словлено сужением отношения С : N в соломе ярового ячменя в результате усиления процессов азотфиксации в почве за счет применения Биопродуктина.

При этом следует отметить положительное действие Биопродуктина на содержание нитратного азота в почве и на фоне отчуждения соломы с поля, о чем свидетельствуют данные по динамике N-NO₃ в почве. Так, содержание нитратного азота в почве под растениями на этом варианте увеличилось на 0,7-4,3 мг/кг.

По влиянию на динамику содержания нитратного азота в почве под растениями двукратное внесение Биопродуктина с соломой было в целом равноценно применению компенсирующих доз (40 кг/га) азота удобрений с соломой. Совместное применение соломы, минерального азота и Биопродуктина не имело существенного преимущества по действию на накопление N-NO₃ в почве по сравнению с раздельным их использованием.

В результате проведенных исследований установлено, что внесение биологического препарата по стерне ячменя не оказывает существенного влияния на улучшение фитосанитарной ситуации в ранневесенний период (фаза кущения) в посеве озимого тритикале (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние обработки растений Биопродуктином на интенсивность поражения растений тритикале озимого снежной плесенью

Вариант опыта	Распространенность заболевания, %	Развитие заболевания, %
НРК (о. с.)* ** – контроль	35,0	9,4
НРК (о. с.)	27,5	6,9
НРК (и. с.)*	35,0	8,8
НРК (и. с.) + N	37,5	9,4
НРК (и. с.) + N + Биопродуктин	35,0	8,8
НРК (и. с.) + Биопродуктин	32,5	8,1
НРК (о. с.) + Биопродуктин	30,0	7,5

Примечания

1 * о. с., и. с. – соответственно отчуждение соломы и измельчение соломы;

2 ** в первом варианте не применяется фунгицидная обработка против болезней листового аппарата

Распространенность снежной плесени в посевах тритикале находилась в пределах от 27,5 до 37,5 % при интенсивности поражения растений – от 6,9 до 9,4 %. В вариантах с применением биологического препарата отмечена тенденция к снижению развития снежной плесени.

Установлено, что применение Биопродуктина не оказывало влияние на интенсивность поражения растений тритикале озимого мучни-

стой росой (таблица 2). Так, интенсивность поражения растений в контроле (без опрыскивания растений фунгицидами в период вегетации) составила 15,3 %. В то время как развитие мучнистой росы в варианте без применения Биопродуктина находилось на уровне 16 %.

Таблица 2 – Влияние Биопродуктина на интенсивность развития мучнистой росы тритикале озимого

Вариант опыта	Срок применения Биопродуктина	Распространенность заболевания, %	Развитие заболевания, %
НРК (о. с. *) ** – контроль	-	50,5	16,0
НРК (о. с.) ** – контроль + Биопродуктин	по вегетации	50,0	15,3
НРК (о. с.)	-	20,0	6,5
НРК (о. с.) + Биопродуктин	по вегетации	20,0	6,5
НРК (и. с. *)	-	22,0	5,5
НРК (и. с.) + Биопродуктин	по вегетации	20,0	6,5
НРК (и. с.) + N	-	23,5	6,0
НРК (и. с.) + N + Биопродуктин	по вегетации	22,0	6,0
НРК (и. с.) + N + Биопродуктин	до посева	22,5	5,5
НРК (и. с.) + N + Биопродуктин	до посева + по вегетации	20,0	5,0
НРК (и. с.) + Биопродуктин	до посева	24,0	5,0
НРК (и. с.) + Биопродуктин	до посева + по вегетации	22,5	4,5
НРК (о. с.) + Биопродуктин	до посева	20,0	4,5
НРК (о. с.) + Биопродуктин	до посева + по вегетации	20,0	4,5

Подобная зависимость отмечена нами и на фоне двукратного применения фунгицидов в период вегетации культуры. Развитие мучнистой росы в вариантах опыта колебалось от 4,5 до 6,5 %.

Результаты исследований показали, что применение биопестицида Биопродуктин оказывает сдерживающее влияние на развитие корневых гнилей тритикале озимого (таблица 3).

Установлено, что при применении Биопродуктина в весенний период по вегетирующим растениям тритикале на фоне без применения фунгицидных обработок в период вегетации культуры снижает развитие корневых гнилей на 15 %.

В то же самое время выявлено, что на фоне применения фунгицидов с целью защиты от болезней листового аппарата во время вегетации тритикале озимого наиболее эффективным оказалось двукратное применение Биопродуктина (до посева тритикале и по вегетации – весной во время кущения культуры). В данных вариантах опыта распространенность корневых гнилей снизилась на 5-25 % при снижении интенсивности развития заболеваний – на 8-13 %.

Таблица 3 – Влияние применения препарата Биопродуктин на распространенность и развитие корневых гнилей тритикале озимого

Вариант опыта	Срок применения Биопродуктина	Распространенность заболевания, %	Развитие заболевания, %
НРК (о. с.)* ** – контроль	-	100,0	39,0
НРК (о. с.)* ** – контроль + Биопродуктин	по вегетации	82,5	24,0
НРК (о. с.)	-	100,0	26,0
НРК (о. с.) + Биопродуктин	по вегетации	92,5	24,5
НРК (и. с.)*	-	85,0	27,0
НРК (и. с.) + Биопродуктин	по вегетации	82,5	20,5
НРК (и. с.) + N	-	100,0	29,0
НРК (и. с.) + N + Биопродуктин	по вегетации	82,5	19,5
НРК (и. с.) + N + Биопродуктин	до посева	90,0	21,5
НРК (и. с.) + N + Биопродуктин	до посева + по вегетации	72,5	16,0
НРК (и. с.) + Биопродуктин	до посева	95,0	23,5
НРК (и. с.) + Биопродуктин	до посева + по вегетации	80,0	18,0
НРК (о. с.) + Биопродуктин	до посева	82,5	19,5
НРК (о. с.) + Биопродуктин	до посева + по вегетации	75,0	18,0

Эффективным оказалось и применение биологического препарата по вегетирующим растениям тритикале озимого. Отмечено снижение развития корневых гнилей в вариантах опыта на 1,5-9,5 %. Наряду с этим применение Биопродуктина до посева тритикале озимого (по стерне ячменя) по эффективности практически не отличалась от опрыскивания растений в весенний период (в фазу кушения).

Положительное влияние микробного препарата на биологическую активность почвы и фитосанитарное состояние посевов в итоге выразилось в изменении продуктивности озимого тритикале. Так, исследованиями установлено, что на фоне отчуждения соломы ячменя применение Биопродуктина по всходам без фунгицидной обработки посевов в период вегетации обеспечило получение достоверной прибавки урожайности зерна озимого тритикале – 4,0 ц/га (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние применения препарата Биопродуктин на урожайность зерна озимого тритикале, 2019 г.

Фон	Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка
1	2	3	4
Чистый контроль – без обработки растений фунгицидами в период вегетации			
НРК	без внесения препарата – контроль	35,8	
о. с.	Биопродуктин (по вегетации)	39,8	4,0
Двукратная обработка растений фунгицидами в период вегетации			

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
НРК о. с.	без внесения препарата – контроль	40,3	
	Биопродуктин (до посева)	40,0	-0,3
	Биопродуктин (по вегетации)	43,6	3,3
	Биопродуктин (до посева) + Биопро- дуктин (по вегетации)	43,9	3,6
Двукратная обработка растений фунгицидами в период вегетации			
НРК и. с.	без внесения препарата – контроль	42,8	
	Биопродуктин (до посева)	43,5	0,7
	Биопродуктин (по вегетации)	43,4	0,6
	Биопродуктин (до посева) + Биопро- дуктин (по вегетации)	44,8	2,0
Двукратная обработка растений фунгицидами в период вегетации			
НРК и. с.	без внесения препарата – контроль	44,5	
	Биопродуктин (до посева)	46,1	1,6
	Биопродуктин (по вегетации)	46,1	1,6
	Биопродуктин (до посева) + Биопро- дуктин (по вегетации)	48,4	3,9
НСР ₀₅		3,0	

В вариантах опыта на фоне отчуждения соломы и применения на посевах фунгицида в период вегетации растений внесение микробного препарата по вегетирующим растениям озимого тритикале весной, а также в сочетании с послеуборочным применением биопрепарата по стерне позволило получить достоверную прибавку урожайности зерна озимого тритикале на уровне 3,3 и 3,6 ц/га соответственно.

На фоне использования соломы ячменя для заправки на удобрение и защиты растений фунгицидами в период вегетации наибольшую эффективность показало послеуборочное применение Биопродуктина по стерне. Так, по сравнению с вариантом, где проводилось отчуждение соломы, послеуборочное применение Биопредоуктина дало прибавку урожайности зерна озимого тритикале в 3,5 ц/га.

В вариантах опыта, где на фоне использования соломы ячменя для заправки на удобрение с дополнительным внесением азота и опрыскиванием растений фунгицидами положительное влияние обеспечивало послеуборочное применение микробного препарата по стерне и повторном его применении в период вегетации тритикале озимого. Прибавка урожайности зерна озимого тритикале составила 3,9 ц/га.

Основными элементами структуры урожая тритикале, как известно, являются количество продуктивных стеблей на единицу площади, число зерен в колосе и масса 1000 зерен. Выявлено, что применение Биопродуктина по всходам на фоне отсутствия обработки посевов фунгицидами количество продуктивных растений и масса 1000 зерен были достоверно выше по сравнению с контролем.

На фоне фунгицидной обработки применение микробного препарата как по стерне, так и по вегетирующим растениям озимого тритикале способствовало повышению числа продуктивных стеблей как при отчуждении соломы, так и при ее измельчении. При этом следует отметить, что повсходовое применение Биопродуктина было более эффективным: количество продуктивных стеблей в данных вариантах составляло 435-437 шт./м². Значительный эффект на данный показатель оказало дополнительное внесение азота при измельчении соломы ячменя – число продуктивных стеблей увеличилось до 441-454 шт./м² при максимальном значении в варианте, где микробный препарат применялся по стерне и повторно по вегетации.

Применение Биопродуктина независимо от сроков его применения не оказало существенного влияния на число зерен в колосе: величина данного показателя находилась в пределах 35,8-37,6 шт.

Результаты испытаний показали также, что применение препарата Биопродуктин на фоне измельчения соломы способствовало увеличению, по сравнению с контролем, массы 1000 зерен.

Заключение. Установлено положительное влияние применения микробного препарата Биопродуктин на биологическую активность почвы. Обработка пожнивных остатков и измельченной соломы ячменя в качестве удобрения способствовала повышению целлюлазной активности почвы на 4,6-14,1 %.

Применение препарата Биопродуктин оптимизирует азотное питание растений озимого тритикале, в частности обеспечивает растения культуры нитратным азотом на протяжении всей вегетации. Анализ динамики содержания нитратного азота в почве под растениями показал, что двукратное внесение Биопродуктина с соломой было в целом равноценно применению компенсирующих доз (40 кг/га) азота удобрений с соломой.

Двукратное применение Биопродуктина (до посева тритикале и по вегетации – весной во время кущения культуры) на фоне применения фунгицидов с целью защиты от болезней листового аппарата во время вегетации тритикале озимого оказывает существенное снижение распространенности и развития корневых гнилей. В данных вариантах опыта распространенность корневых гнилей снизилась на 5-25 % при снижении интенсивности развития заболеваний – на 8-13 %.

Определены варианты применения микробного препарата Биопродуктин и использования измельченной соломы ячменя на удобрение, позволяющие оптимизировать развитие посевов озимого тритикале, обеспечивающее получение достоверных прибавок зерна на уровне 3,3-4,0 ц/га

ЛИТЕРАТУРА

1. Научные основы формирования высокопродуктивных посевов сельскохозяйственных культур: пособие / А. А. Дудук [и др.]; под науч. ред. А. А. Дудука, О. Ч. Коженевско-го. – Гродно: ГГАУ, 2014. – 373 с.
2. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекоменда-ции / К. В. Коледа [и др.]; под общ. ред. К. В. Коледы, А. А. Дудука. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 340 с.
3. Акулов, П. Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов. – М.: Колос, 1992. – 223 с.
4. Турусов, В. И. Обработка черноземов: опыт и тенденции развития / В. И. Турусов, А. М. Новичихин // Земледелие. – 2012. – № 4. – С. 7-9.
5. Овсянников, Ю. А. Теоретические основы эколого-биосферного земледелия. – Екате-ринбург: изд-во Урал. Ун-та, 2000. – 264 с.
6. Последствия отчуждения соломы при возделывании пшеницы и ячменя: обзор литера-туры / Д.Д. Таркалсон [и др.] // Питание растений. – 2013. – № 2. – С. 2-5.
7. Безлер, Н. В. Запашка соломы ячменя и продуктивность культур в зернопропашном севообороте / Н. В. Безлер, И. В. Черепухина // Земледелие. – 2013. – № 4. – С. 11-13.
8. Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства: учеб. пособие / Т. А. Непарко [и др.]; под общ. ред. Т. А. Непарко. – Минск: ИВЦ Мин-фина, 2015. – 199 с.
9. Дедов, А. В. Приемы биологизации и воспроизводство плодородия черноземов / А. В. Дедов, М. А. Несмеянова, Н. Н. Хрюкин // Земледелие. – 2012. – № 6. – С. 4-6.
10. Чекмарев, П. А. Мониторинг плодородия пахотных почв Центрально-Черноземных областей России / П. А. Чекмарев, С. В. Лукин // Агрохимия. – 2018. – № 4. – С. 11-22.
11. Звягинцев, Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – Москва: изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
12. Дудук, А. А. Научные исследования в агрономии: учеб. пособие / А. А. Дудук, П. И. Мозоль. – Гродно: ГГАУ, 2009. – 336 с.

УДК 631.8 : 633.853.494 «324»

ВЛИЯНИЕ ДОЗ ВНЕСЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА АГРОНАН НА УРОЖАЙНОСТЬ МАСЛОСЕМЯН ОЗИМОЙ СУРЕПИЦЫ

Ф. Ф. Седляр, М. П. Андрусевич

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 сурепица, микроэлементный комплекс Агро-НАН, количество стручков, количество семян в стручке, масса 1000 семян, биологическая урожайность.

Аннотация. Изучено влияние микроэлементного комплекса АгроНАН на элементы структуры урожая озимой сурепицы. Микроэлементный комплекс АгроНАН при внесении в дозе 0,2-0,25 л/га в фазу начала бутонизации и в дозе 0,2-0,25 л/га в фазу полной бутонизации увеличивал, по сравнению с контрольным вариантом, количество стручков на 1 растении на 6-12 шт., массу 1000

семян на 0,1-0,5 г, массу семян с 1 растения на 0,56-1,04 г, биологическую урожайность маслосемян на 0,19-0,27 т/га. Внесение микроэлементного комплекса АгроНАН в дозе 0,25 л/га в фазу начала бутонизации и в дозе 0,25 л/га в фазу полной бутонизации обеспечило получение максимальной биологической урожайности культуры (2,53 т/га) при следующих элементах структуры урожая: густота стояния растений к уборке – 47 шт./м²; количество стручков на растении к уборке – 128 шт.; количество семян в стручке – 14,0 шт.; масса 1000 семян – 3,0 г; масса семян с одного растения – 5,38 г. В среднем за 3 года исследований максимальная урожайность маслосемян озимой сурепицы (1,66 т/га) получена в четвертом и пятом вариантах, прибавка к контролю составила 0,15 т/га, или 9,9 %.

INFLUENCE OF DOZES OF ENTERING OF THE MICROELEMENT COMPLEX AGRONAN ON PRODUCTIVITY OILSEEDS WINTER COLCA

F. F. Sedlyar, M. P. Andruskevych

El «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: winter colca, Microelement complex AgroNAN, the number of pods, number of seeds per pod, weight of 1000 seeds, biological productivity.

Summary. Studied influence of microelement complex AgroNAN on elements of structure of a crop winter colca. Microelement complex AgroNAN at entering into a doze of 0,2-0,25 l/hectares in a phase the beginning budding and in a doze of 0,2-0,25 l/hectares in a phase full budding increased in comparison with a control variant quantity of pods on 1 plant on 6-12 pieces, weight of 1000 seeds on 0,1-0,5 g, weight of seeds from 1 plant on 0,56-1,04 g, biological productivity oilseeds by 0,19-0,27 t/hectares. Entering of microelement complex AgroNAN into a doze of 0,25 l/hectares in a phase the beginning budding and in a doze of 0,25 l/hectares in a phase full budding has ensured the maximal biological productivity of culture of 2,53 t/hectares at following elements of structure of a crop: density of standing of plants to cleaning – 47 pieces/m²; quantity of pods on a plant to cleaning – 128 pieces; quantity of seeds in a pod – 14,0 pieces; weight of 1000 seeds – 3,0 g; weight of seeds from one plant – 5,38 g. On the average the maximal productivity oilseeds winter colca 1,66 t/hectares is received for three years of researches in the fourth and fifth variants, the increase to the control has made 0,15 t/hectares or 9,9 %.

(Поступила в редакцию 02.06.2020 г.)

Введение. Озимая сурепица является ценной масличной культурой при возделывании на супесчаных почвах. В повышении урожайности маслосемян озимой сурепицы важная роль принадлежит микроэлементам. Однако они нужны растениям только в небольших количе-

ствах. Потребность в них возрастает в связи с применением высококонцентрированных макроудобрений, которые лучше очищены и почти не содержат примесей микроэлементов. Внесение повышенных доз азота, фосфора и калия сдвигает полное равновесие почвенного раствора часто в сторону, неблагоприятную для поглощения растениями микроэлементов. На их подвижность, а значит, и на поступление в растения значительное влияние оказывают свойства почвы, применение органических, минеральных и известковых удобрений. При возделывании сельскохозяйственных культур высокопродуктивные сорта имеют интенсивный обмен веществ, которые требуют достаточной обеспеченности не только макро-, но и микроэлементами. Оптимизация питания растений, повышение эффективности использования удобрений в огромной степени связаны с обеспечением нужного соотношения в почве макро- и микроэлементов [1, 2, 3, 4, 5, 7].

Удобрение АгроНАН – экологически сверхчистый микроэлементный комплекс на основе карбоксилатов биогенных металлов, где хелатирующим агентом выступают природные пищевые кислоты, а именно лимонная, янтарная, винная, яблочная и др., а также их смеси. В целом, по своей биохимической структуре и химической чистотой получения микроэлементные комплексы очень близки к тем биометаллоорганическим соединениям, которые синтезируются в растительных клетках. Технология получения карбоксилатов микроэлементов базируется на нанотехнологических методах, которые исключают загрязнение получаемых микроудобрений побочными продуктами химических реакций. В состав микроэлементного комплекса АгроНАН, кроме традиционных элементов: марганца, цинка, железа, меди, кобальта, молибдена, магния, – входят селен, германий, ванадий, никель и титан. Данные элементы выполняют как трофическую функцию, т. е. компенсируют дефицит элементов питания, так и регуляторную, путем активизации в растении всех биохимических процессов. Так, например, селен обладает защитным антиоксидантным действием, способствует повышению устойчивости растений к условиям засухи и низких температур. Германий способствует укреплению иммунной системы растений, повышению устойчивости к грибным и бактериальным заболеваниям. Никель активизирует азотный обмен, способствует пролонгированию процесса нитрификации. Ванадий и титан способствует интенсификации процессов биологической азотфиксации симбиотическими микроорганизмами [8].

Цель работы – изучить влияние доз внесения микроэлементного комплекса АгроНАН на элементы структуры урожая и урожайность маслосемян озимой сурепицы.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению влияния доз и сроков внесения микроэлементного комплекса АгроНАН на элементы структуры урожая и урожайность маслосемян озимой сурепицы в 2016-2018 гг. были проведены в почвенно-климатических условиях опытного поля УО СПК «Путришки» Гродненского района Республики Беларусь. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 0,7-1,0 м моренным суглинком. Агрохимические показатели почвы следующие: рН КС1 – 6,0-6,3; содержание P_2O_5 – 216-228 мг/кг почвы; K_2O – 282-291; серы – 4,5-5,0; бора – 0,40-0,43; меди – 1,3; цинка – 2,5; марганца – 1,3 мг/кг почвы; гумуса – 2,35-2,46 %. Мощность пахотного слоя почвы – 24-25 см. Сорт озимой сурепицы Вероника. Норма высева – 1,5 млн. всхожих семян на 1 га. Учетная площадь делянки – 20 м², общая площадь делянки – 36 м², повторность трехкратная. Способ посева рядовой с шириной междурядий 12,5 см. Предшественник – яровой ячмень. Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа в изложении Б. А. Доспехова. Микроэлементный комплекс АгроНАН вносили в 2 срока: в начале фазы бутонизации и в фазе полной бутонизации в виде некорневых подкормок, расход рабочего раствора – 300 л/га.

Схема опыта:

Вариант 1 – $N_{20}P_{70}K_{120} + N_{120} + N_{30}$ – Фон.

Вариант 2 – Фон + АгроНАН – 0,1 + 0,1 л/га.

Вариант 3 – Фон + АгроНАН – 0,15 + 0,15 л/га.

Вариант 4 – Фон + АгроНАН – 0,2 + 0,2 л/га.

Вариант 5 – Фон + АгроНАН – 0,25 + 0,25 л/га.

В августе 2015 г. сумма выпавших осадков составила 126 % от нормы, что способствовало появлению дружных всходов растений озимой сурепицы. В сентябре 2015 г. сумма выпавших осадков составила 99 % от нормы, в октябре – 69 %, а в ноябре – 131 %, что способствовало хорошему росту и развитию растений сурепицы в осенний период.

Зимний период 2015-2016 гг. характеризовался устойчивым снежным покровом, способствующим хорошей перезимовке растений. В декабре 2015 г. выпало 122 %, в январе 2016 г. – 81 %, а в феврале – 164 % осадков от нормы в виде снега. В третьей декаде марта средняя температура воздуха составила 3,8 °С, превысив на 2,4 °С среднее многолетнее значение, что способствовало раннему возобновлению весенней вегетации растений озимой сурепицы.

В апреле выпало 103 % осадков от нормы, в мае – 59 %, в июне – 29 %. Среднемесячная температура в мае была выше нормы на 2,4 °С, а в июне – на 2,2 °С. Острый дефицит атмосферных осадков в мае и

июне (в критический период по отношению сурепицы к влаге) и повышенные температуры воздуха способствовали формированию низкой урожайности маслосемян изучаемой культуры, а действие микроэлементного комплекса АгроНАН по изучаемым вариантам опыта не проявилось.

В августе 2016 г. сумма выпавших осадков составила 63 % от нормы, этого количества осадков было достаточно для появления дружных всходов растений озимой сурепицы. В сентябре 2016 г. сумма выпавших осадков составила 129 % от нормы, в октябре – 279 %, а в ноябре – 115 %, что способствовало хорошему росту и развитию озимой сурепицы в осенний период.

Зимний период 2016-2017 гг. характеризовался устойчивым снежным покровом, обеспечившим хорошую перезимовку озимой сурепицы. В декабре 2016 г. выпало 92 %, в январе 2017 года – 69 %, а в феврале – 86 % осадков от нормы в виде снега. Средняя температура в декабре составила 0,1 °С, что на 2,8 °С выше нормы, в январе – -4,4 °С, или на -0,7 °С меньше нормы, в феврале – -1,6 °С, или на -2,8 °С меньше среднеемноголетних значений. В итоге достаточный снежный покров в сочетании с благоприятным температурным режимом обеспечил хорошую перезимовку растений озимой сурепицы.

В первой декаде марта 2017 г. средняя температура воздуха составила 4,3 °С, превысив на 6,6 °С среднее многолетнее значение, что способствовало раннему возобновлению весенней вегетации растений озимой сурепицы. Избыточное количество атмосферных осадков в марте и апреле (соответственно 148 и 128 % от нормы) обеспечило достаточный запас влаги в почве в мае, несмотря на то, что в этом месяце их выпало 11 % от нормы. Сумма атмосферных осадков в июне составила 102 % от средних многолетних значений, что способствовало формированию хорошего урожая маслосемян озимой сурепицы. В августе, сентябре и октябре 2017 г. сумма выпавших атмосферных осадков составила соответственно 119, 156 и 173 %, что способствовало хорошему росту и развитию растений в осенний период.

Зимний период 2017-2018 гг. характеризовался устойчивым снежным покровом, обеспечившим хорошую перезимовку озимой сурепицы. В декабре 2017 года выпало 135 %, в январе 2018 года – 67 %, а в феврале – 51 % осадков от нормы в виде снега. Средняя температура в январе составила -1,8 °С, а в феврале – -5,2 °С. Сумма выпавших атмосферных осадков в апреле составила 171 % от нормы, в мае – 68 %, в июне – 17 %. На основании изложенного анализа метеоусловий можно сделать вывод, что погодные условия 2017-2018 гг. были благо-

приятными для формирования хорошего урожая маслосемян озимой сурепицы.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследованиями по изучению влияния доз внесения микроэлементного комплекса АгроНАН на элементы структуры урожая озимой сурепицы установлено, что в 2016 г. различные дозы и сроки внесения изучаемого микроэлементного комплекса не оказали влияния на элементы структуры урожая. По всем изучаемым вариантам биологическая урожайность маслосемян озимой сурепицы находилась на одном уровне (таблица 1).

В 2017-2018 гг. микроэлементный комплекс АгроНАН способствовал увеличению количества стручков на одном растении, количества семян в стручке, массы 1000 семян, массы семян с одного растения. Так, в 2017 г. в третьем варианте с внесением микроэлементного комплекса АгроНАН в 2 срока в дозах по 0,15 л/га на одном растении в среднем насчитывалось 122 стручка, что на 6 стручков больше, чем в контрольном варианте. В четвертом и пятом вариантах при внесении микроэлементного комплекса АгроНАН в 2 срока в дозах от 0,2 + 0,2 л/га до 0,25 + 0,25 л/га на одном растении в среднем насчитывалось 124-128 стручков.

Таблица 1 – Элементы структуры урожая и биологическая урожайность озимой сурепицы в зависимости от доз внесения микроэлементного комплекса АгроНАН, 2016 г.

Вариант	Количество			Масса семян, г		Биологическая урожайность, т/га
	растений, шт./м ²	стручков на 1 раст., шт.	семян в стручке, шт.	1000 шт.	с 1 раст.	
1. Фон	44	34	16,9	3,1	1,80	0,79
2. АгроНАН 0,10 + 0,10 л/га	46	36	16,8	3,1	1,87	0,86
3. АгроНАН 0,15 + 0,15 л/га	45	36	16,9	3,1	1,89	0,85
4. АгроНАН 0,20 + 0,20 л/га	47	34	16,8	3,2	1,74	0,82
5. АгроНАН 0,25 + 0,25 л/га	46	35	16,8	3,1	1,83	0,84

Средняя масса 1000 семян озимой сурепицы в четвертом и пятом вариантах, по сравнению с контролем, увеличилась на 0,1 г и составила 3,0 г, а масса семян с одного растения составила в указанных вариантах 5,25-5,38 г, превысив контрольный вариант на 0,91-1,04 г. Максимальная биологическая урожайность маслосемян озимой сурепицы отмечена в четвертом-пятом вариантах и находилась на одном уровне – 2,52-2,53 т/га, а на контроле – 2,26 т/га (таблица 2). Аналогичная законо-

мерность наблюдалась и в 2018 г. (таблица 3). Установлено, что биологическая урожайность семян озимой сурепицы в 2018 г. в четвертом и пятом вариантах была меньше на 0,47-0,5 т/га, чем в 2017 г. в аналогичных вариантах.

Таблица 2 – Элементы структуры урожая и биологическая урожайность озимой сурепицы в зависимости от доз внесения микроэлементного комплекса АгроНАН, 2017 г.

Вариант	Количество			Масса семян, г		Биологическая урожайность, т/га
	растений, шт./м ²	стручков на 1 раст., шт.	семян в стручке, шт.	1000 шт.	с 1 раст.	
1. Фон	52	116	12,9	2,9	4,34	2,26
2. АгроНАН 0,10 + 0,10 л/га	50	118	13,1	3,0	4,64	2,32
3. АгроНАН 0,15 + 0,15 л/га	49	122	13,7	2,9	4,85	2,38
4. АгроНАН 0,20 + 0,20 л/га	48	124	14,1	3,0	5,25	2,52
5. АгроНАН 0,25 + 0,25 л/га	47	128	14,0	3,0	5,38	2,53

Таблица 3 – Элементы структуры урожая и биологическая урожайность озимой сурепицы в зависимости от доз внесения микроэлементного комплекса АгроНАН, 2018 г.

Вариант	Количество			Масса семян, г		Биологическая урожайность, т/га
	растений, шт./м ²	стручков на 1 раст., шт.	семян в стручке, шт.	1000 шт.	с 1 раст.	
1. Фон	69	46	17,1	3,4	2,66	1,84
2. АгроНАН 0,10 + 0,10 л/га	66	45	17,5	3,6	2,85	1,88
3. АгроНАН 0,15 + 0,15 л/га	68	44	17,4	3,7	2,84	1,93
4. АгроНАН 0,20 + 0,20 л/га	62	53	16,1	3,9	3,31	2,05
5. АгроНАН 0,25 + 0,25 л/га	63	52	16,3	3,8	3,22	2,03

Установлены коэффициенты корреляции между количеством стручков ($r = 0,68-0,97$), количеством семян в стручке ($r = -0,65-0,93$), массой 1000 семян ($r = 0,62-0,93$), массой семян с 1 растения ($r = 0,89-0,98$) и дозами внесения микроэлементного комплекса АгроНАН.

Таблица 4 – Урожайность маслосемян озимой сурепицы в зависимости от доз внесения микроэлементного комплекса АгроНАН, т/га

Вариант	Урожайность по годам			Среднее	Прибавка к контролю	
	2016	2017	2018		т/га	%
1. Фон	0,69	2,15	1,68	1,51	-	-
2. АгроНАН 0,10 + 0,10 л/га	0,75	2,20	1,71	1,55	0,04	2,6
3. АгроНАН 0,15 + 0,15 л/га	0,74	2,26	1,76	1,59	0,08	5,3
4. АгроНАН 0,20 + 0,20 л/га	0,71	2,39	1,87	1,66	0,15	9,9
5. АгроНАН 0,25 + 0,25 л/га	0,73	2,41	1,85	1,66	0,15	9,9
НСР ₀₅	0,13	0,17	0,12			

Исследованиями по изучению влияния доз и сроков внесения микроэлементного комплекса АгроНАН в 2016 г. на урожайность маслосемян озимой сурепицы установлено, что по всем изучаемым вариантам не получено достоверной прибавки урожайности. В 2017-2018 гг. оптимальным оказался вариант с внесением микроэлементного комплекса АгроНАН в дозе 0,2 л/га в фазу начала бутонизации и в дозе 0,2 л/га в фазу полной бутонизации. В пятом варианте с внесением микроэлементного комплекса АгроНАН в два срока по 0,25 л/га достоверной прибавки урожайности маслосемян не отмечено. В среднем за 3 года исследований максимальная урожайность маслосемян озимой сурепицы (1,66 т/га) получена в четвертом и пятом вариантах, прибавка к контролю составила 0,15 ц/га, или 9,9 % (таблица 4).

Закключение. 1. Микроэлементный комплекс АгроНАН при внесении в 2 срока по 0,20 и 0,25 л/га в фазу начала бутонизации и в фазу полной бутонизации увеличивал, по сравнению с первым вариантом, количество стручков на одном растении на 6-12 шт., массу 1000 семян 0,1-0,5 г, массу семян с одного растения на 0,56-1,04 г, биологическую урожайность маслосемян на 0,19-0,27 т/га.

2. Внесение микроэлементного комплекса АгроНАН в дозе 0,25 л/га в фазу начала бутонизации и в дозе 0,25 л/га в фазу полной бутонизации обеспечило получение максимальной биологической урожайности культуры (2,53 т/га) при следующих элементах структуры урожая: густота стояния растений к уборке – 47 шт./м²; количество стручков на растении к уборке – 128 шт.; количество семян в стручке – 14,0 шт.; масса 1000 семян – 3,0 г; масса семян с одного растения – 5,38 г.

3. В среднем за 3 года исследований максимальная урожайность маслосемян озимой сурепицы (1,66 т/га) получена в четвертом и пятом вариантах, прибавка к контролю составила 0,15 т/га, или 9,9 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапа, В. В. Использование жидких удобрений Адоб, Басфолиар и Солюбор ДФ в посевах зерновых культур, рапса и льна / В. В. Лапа, В. В. Рак // Белорусское сельское хозяйство: Ежемес. науч.-произ. журнал для работников АПК. – 2007. – № 5. – С. 37.
2. Песковский, Г. А. Эффективность применения некорневых удобрений Эколист на рапсе / Г. А. Песковский // Белорусское сельское хозяйство: Ежемес. науч.-произ. журнал для работников АПК. – 2008. – № 3. – С. 60-62.
3. Пилюк, Я. Э. Некорневая подкормка озимого рапса удобрениями типа Басфолиар, Адоб и Солюбор ДФ как метод повышения урожайности культуры / Я. Э. Пилюк, С. Г. Яковчик, В. В. Зеленьяк // Белорусское сельское хозяйство: Ежемесячный научно-производственный журнал для работников АПК. – 2008. – № 9. – С. 42-44.
4. Рак, М. В. Применение микроудобрений в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / М. В. Рак, Г. М. Сафроновская, С. А. Титова // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 2. – С. 7-11.
5. Чикалова, Ж. В. Актуальность изучения различных видов, форм и доз микроудобрений в посевах ярового и озимого рапса при разных уровнях азотного питания / Ж. В. Чикалова, М. В. Рак // Материалы конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства»: XI Международная научно-практическая конференция / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно: ГТАУ, 2008. – С. 134-135.
6. Schnug Ewald. Für hohe Rapsrertrage werden Spurennährstoffe immer wichtig, Rapsanbau für Könnner. Das Magazin für moderne Landwirtschaft. Landwirtschaftsverlag GmbH Münster – Hiltrup, 1991. – P. 50-53.
7. Яхимчак, А. Некорневые подкормки эффективны и в посевах рапса / А. Яхимчак // Белорусское сельское хозяйство: Ежемесячный научно-производственный журнал для работников АПК. – 2006. – № 1. – С. 18-19.
8. АгроНАН – органическое микроудобрение из хелатов нового поколения // Белорусское сельское хозяйство: Ежемесячный научно-производственный журнал для работников АПК. – 2018. – № 3. – С. 83.

УДК 631.811.98 : 633.853.494 «324»

ВЛИЯНИЕ ДОЗ ВНЕСЕНИЯ БИОСТИМУЛЯТОРА МЕГАФОЛ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО МАСЛОСЕМЯН ОЗИМОГО РАПСА

Ф. Ф. Седляр, М. П. Андрусевич, В. А. Гончарук

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

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

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

Ключевые слова: озимый рапс, биостимулятор Мегафол, количество стручков, количество семян в стручке, масса 1000 семян, биологическая урожайность, содержание сырого протеина, содержание жира.

Аннотация. Изучено влияние биостимулятора Мегафол на элементы структуры урожая озимого рапса. Биостимулятор Мегафол при внесении в

дозах 1,0-1,25 л/га в фазу начала бутонизации и в дозах 1,0-1,25 л/га в фазу полной бутонизации увеличивал, по сравнению с контрольным вариантом, количество стручков на 1 растении на 5-29 шт., массу 1000 семян на 0,2-0,4 г, массу семян с 1 растения на 1,36-3,79 г, биологическую урожайность маслосемян на 0,28-0,47 т/га. Внесение биостимулятора Мегафол в дозах 1,0-1,25 л/га в фазу начала бутонизации и в дозах 1,0-1,25 л/га в фазу полной бутонизации обеспечило получение максимальной биологической урожайности культуры (4,85-4,88 т/га) при следующих элементах структуры урожая: густота стояния растений к уборке – 40-42 шт./м²; количество стручков на растении к уборке – 149-154 шт.; количество семян в стручке – 16,9-17,1 шт.; масса 1000 семян – 4,6 г; масса семян с одного растения – 11,62-12,12 г. В среднем за 3 года исследований максимальная урожайность маслосемян озимого рапса (3,62 т/га) получена в третьем варианте, прибавка к контролю составила 0,22 т/га, или 6,5 %. Наибольшую прибавку по сбору сырого протеина (0,11-0,12 т/га) озимый рапс обеспечивал при внесении биостимулятора Мегафол в дозах 1,0-1,25 л/га в фазу начала бутонизации и в дозах 1,0-1,25 л/га в фазу полной бутонизации, а по сбору жира (0,04 т/га) – при внесении в дозе 0,75 л/га в 2 срока в аналогичные фазы.

INFLUENCE OF DOSES OF ENTERING OF THE BIOSTIMULATOR MEGAFOL ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OILSEEDS WINTER RAPE

F. F. Sedlyar, M. P. Andrushevych, V. A. Goncharuk

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 rape, Biostimulator Megafol, the number of pods, number of seeds per pod, weight of 1000 seeds, biological productivity, the maintenance of a crude protein, the maintenance of fat.

Summary. Studied influence of Biostimulator Megafol on elements of structure of a crop winter rape. Biostimulator Megafol at entering into a dose of 1,0-1,25 l/hectares in a phase the beginning budding and in a dose of 1,0-1,25 l/hectares in a phase full budding increased in comparison with a control variant quantity of pods on 1 plant on 5-29 pieces, weight of 1000 seeds on 0,2-0,4 g, weight of seeds from 1 plant on 1,36-3,79 g, biological productivity oilseeds by 0,28-0,47 t/hectares. Entering of Biostimulator Megafol into a dose of 1,0-1,25 l/hectares in a phase the beginning budding and in a dose of 1,0-1,25 l/hectares in a phase full budding has ensured the maximal biological productivity of culture of 4,85-4,88 t/hectares at following elements of structure of a crop: density of standing of plants to cleaning – 40-42 pieces /m²; quantity of pods on a plant to cleaning – 149-154 pieces; quantity of seeds in a pod – 16,9-17,1 pieces; weight of 1000 seeds – 4,6 g; weight of seeds from one plant – 11,62-12,12 g. On the average the maximal productivity oilseeds winter rape 3,62 t/hectares is received for three years of researches in the third variant, the

increase to the control has made 0,22 t/hectares or 6,5 %. The greatest increase on gathering a crude protein (0,11-0,12 t/hectares) winter rape provided at entering Biostimulator Megafol into a doze of 1,0-1,25 l/hectares in a phase the beginning budding and in a doze of 1,0-1,25 l/hectares in a phase full budding, and on gathering fat (0,04 t/hectares) – at entering into a doze of 0,75 l/hectares in two terms in similar phases.

(Поступила в редакцию 02.06.2020 г.)

Введение. В Беларуси рапс является ведущей масличной культурой. Увеличение валового сбора маслосемян озимого рапса – один из путей решения проблемы растительного масла и кормового белка. Большая роль в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур принадлежит регуляторам роста растений. Их применение дает возможность направленно регулировать важнейшие процессы в растительном организме, полнее реализовать потенциальные возможности сорта. Важным аспектом действия регуляторов роста является повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды: высоким и низким температурам, недостатку влаги, поражаемости болезнями и повреждаемости вредителями. Регуляторы роста на рапсе в странах Западной Европы применяются с 80-х гг. прошлого столетия, являясь элементом адаптивной системы земледелия [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Мегафол – жидкий биостимулятор, произведенный из растительных аминокислот с содержанием прогормональных соединений, его компоненты получены путем энзимного гидролиза из высокопротеиновых растительных субстратов. Аминокислоты необходимы для роста растения, также они обеспечивают растение готовым резервом для биологического процесса в стрессовых ситуациях (заморозки, низкая или высокая температура, градобой, химический ожог и т. п.). При совмещении с листовыми подкормками усиливает действие удобрений, играя роль транспортного агента. Мегафол может использоваться со всеми пестицидами, стимулируя обмен веществ, он позволяет легко преодолевать гербицидный стресс культурному растению.

Цель работы – изучить влияние доз внесения биостимулятора Мегафол на элементы структуры урожая, урожайность и качество маслосемян озимого рапса.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению влияния доз и сроков внесения биостимулятора Мегафол на элементы структуры урожая, урожайность и качество маслосемян озимого рапса в 2016-2018 гг. были проведены в почвенно-климатических условиях УО СПК «Путришки» Гродненского района Республики Беларусь. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, подстилаемая с глубины 0,7-1,0 м моренным суглинком. Агрохи-

мические показатели почвы следующие: pH КС1 – 6,0-6,3; содержание P_2O_5 – 216-228 мг/кг почвы; K_2O – 282-291; серы – 4,5-5,0; бора – 0,40-0,43; меди – 1,3; цинка – 2,5; марганца – 1,3 мг/кг почвы; гумуса – 2,35-2,46 %. Мощность пахотного слоя почвы – 24-25 см. Гибрид озимого рапса – Петрол F1. Норма высева – 0,6 млн. всхожих семян на 1 га. Учетная площадь делянки – 20 м², общая площадь делянки – 36 м², повторность трехкратная. Способ посева рядовой с шириной междурядий 12,5 см. Предшественник – яровой ячмень. Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа в изложении Б. А. Доспехова. Биостимулятор Мегафол вносили в 2 срока: в начале фазы бутонизации и в конце фазы бутонизации.

Схема опыта:

Вариант 1 – $N_{20}P_{70}K_{120} + N_{120} + N_{70} + N_{30}$ – Фон.

Вариант 2 – Фон + Мегафол – 0,5 + 0,5 л/га.

Вариант 3 – Фон + Мегафол – 0,75 + 0,75 л/га.

Вариант 4 – Фон + Мегафол – 1,0 + 1,0 л/га.

Вариант 5 – Фон + Мегафол – 1,25 + 1,25 л/га.

В августе 2015 г. сумма выпавших осадков составила 126 % от нормы, что способствовало появлению дружных всходов растений озимого рапса. В сентябре 2015 г. сумма выпавших осадков составила 99 % от нормы, в октябре – 69 %, а в ноябре – 131 %, что способствовало хорошему росту и развитию озимого рапса в осенний период.

Зимний период 2015-2016 гг. характеризовался устойчивым снежным покровом, способствующим хорошей перезимовке озимого рапса. В декабре 2015 г. выпало 122 %, в январе 2016 г. – 81 %, а в феврале – 164 % осадков от нормы в виде снега. В третьей декаде марта средняя температура воздуха составила 3,8 °С, превысив на 2,4 °С среднее многолетнее значение, что способствовало раннему возобновлению весенней вегетации растений озимого рапса.

В апреле выпало 103 % осадков от нормы, в мае – 59 %, в июне – 29 %. Среднемесячная температура в мае была выше нормы на 2,4 °С, а в июне – на 2,2 °С. Острый дефицит атмосферных осадков в мае и июне (в критический период по отношению рапса к влаге) и повышенные температуры воздуха способствовали формированию более низкой урожайности маслосемян озимого рапса по сравнению с 2017-2018 гг.

В августе 2016 г. сумма выпавших осадков составила 63 % от нормы, этого количества осадков было достаточно для появления дружных всходов растений озимого рапса. В сентябре 2016 г. сумма выпавших осадков составила 129 % от нормы, в октябре – 279 %, а в ноябре – 115 %, что способствовало хорошему росту и развитию озимого рапса в осенний период.

Зимний период 2016-2017 гг. характеризовался устойчивым снежным покровом, обеспечившим хорошую перезимовку озимого рапса. В декабре 2016 г. выпало 92 %, в январе 2017 г. – 69 %, а в феврале – 86 % осадков от нормы в виде снега. Средняя температура в декабре составила 0,1 °С, что на 2,8 °С выше нормы, в январе –4,4 °С, или на -0,7 °С меньше нормы, в феврале – -1,6 °С, или на -2,8 °С меньше среднеемноголетних значений. В итоге достаточный снежный покров в сочетании с благоприятным температурным режимом обеспечил хорошую перезимовку растений озимого рапса.

В первой декаде марта 2017 г. средняя температура воздуха составила 4,3 °С, превысив на 6,6 °С среднее многолетнее значение, что способствовало раннему возобновлению весенней вегетации растений озимого рапса. Избыточное количество атмосферных осадков в марте и апреле (соответственно 148 и 128 % от нормы) обеспечило достаточный запас влаги в почве в мае, несмотря на то, что в этом месяце их выпало 11 % от нормы. Сумма атмосферных осадков в июне составила 102 % от средних многолетних значений, что способствовало формированию хорошего урожая маслосемян озимого рапса. В августе, сентябре и октябре 2017 г. сумма выпавших атмосферных осадков составила соответственно 119, 156 и 173 %, что способствовало хорошему росту и развитию озимого рапса в осенний период.

Зимний период 2017-2018 гг. характеризовался устойчивым снежным покровом, обеспечившим хорошую перезимовку озимого рапса. В декабре 2017 г. выпало 135 %, в январе 2018 г. – 67 %, а в феврале – 51 % осадков от нормы в виде снега. Средняя температура в январе составила -1,8 °С, а в феврале – -5,2 °С. Сумма выпавших атмосферных осадков в апреле составила 171 % от нормы, в мае – 68 %, в июне – 17 %. На основании изложенного анализа метеоусловий можно сделать вывод, что погодные условия 2017-2018 гг. были благоприятными для формирования хорошего урожая маслосемян озимого рапса.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследованиями по изучению влияния доз внесения биостимулятора Мегафол на элементы структуры урожая озимого рапса установлено, что в 2016 г. различные дозы и сроки внесения изучаемого препарата не оказали влияния на количество растений и количество семян в стручке. В третьем-пятом вариантах с внесением Мегафола в 2 срока по 0,75-1,25 л/га количество стручков на растении увеличилось до 83-84 шт., а масса 1000 семян – до 4,0 г. Биологическая урожайность в указанных вариантах составила 2,91-2,94 т/га, превысив контрольный вариант на 0,28-0,3 т/га (таблица 1). В 2017 г. биостимулятор Мегафол способствовал увеличению количества стручков на одном растении, количества семян в стручке,

массы 1000 семян, массы семян с одного растения. Так, в третьем варианте с внесением микроэлементного Мегафол в 2 срока в дозах по 0,75 л/га на одном растении в среднем насчитывалось 145 стручков, что на 13 стручков больше, чем в контрольном варианте. В четвертом и пятом вариантах при внесении Мегафол в 2 срока в дозах от 1,0 + 1,0 л/га до 1,25 + 1,25 л/га на одном растении в среднем насчитывалось 149-154 стручков.

Таблица 1 – Элементы структуры урожая и биологическая урожайность озимого рапса в зависимости от доз внесения биостимулятора Мегафол, 2016 г.

Вариант	Количество			Масса семян, г		Биологическая урожайность, т/га
	растений, шт./м ²	стручков на 1 раст., шт.	семян в стручке, шт.	1000 шт.	с 1 раст.	
1. Фон	34	78	27,4	3,6	7,73	2,63
2. Мегафол 0,5 + 0,5 л/га	33	81	27,5	3,7	8,24	2,72
3. Мегафол 0,75 + 0,75 л/га	32	84	27,4	4,0	9,16	2,93
4. Мегафол 1,0 + 1,0 л/га	32	84	27,5	4,0	9,19	2,94
5. Мегафол 1,25 + 1,25 л/га	32	83	27,4	4,0	9,09	2,91

Таблица 2 – Элементы структуры урожая и биологическая урожайность озимого рапса в зависимости от доз внесения биостимулятора Мегафол, 2017 г.

Вариант	Количество			Масса семян, г		Биологическая урожайность, т/га
	растений, шт./м ²	стручков на 1 раст., шт.	семян в стручке, шт.	1000 шт.	с 1 раст.	
1. Фон	45	132	17,1	4,4	9,93	4,47
2. Мегафол 0,5 + 0,5 л/га	43	142	17,0	4,4	10,62	4,57
3. Мегафол 0,75 + 0,75 л/га	41	145	17,4	4,5	11,34	4,65
4. Мегафол 1,0 + 1,0 л/га	40	154	17,1	4,6	12,12	4,85
5. Мегафол 1,25 + 1,25 л/га	42	149	16,9	4,6	11,62	4,88

Средняя масса 1000 семян озимого рапса в четвертом и пятом вариантах, по сравнению с контролем, увеличилась на 0,2 г и составила 4,6 г, а масса семян с одного растения составила в указанных вариантах 11,62-12,12 г, превысив контрольный вариант на 1,69-2,19 г. Максимальная биологическая урожайность маслосемян озимого рапса отмечена в четвертом-пятом вариантах и находилась на одном уровне – 4,85-4,88 т/га, а на контроле – 4,47 т/га (таблица 2). Аналогичная закономерность наблюдалась и в 2018 г. (таблица 3). Установлено, что биологическая урожайность семян озимого рапса в 2018 г. в четвертом и пятом вариантах была меньше на 0,28-0,29 т/га, чем в 2017 г. в анало-

гичных вариантах. Установлены коэффициенты корреляции между количеством стручков ($r = 0,87-0,92$), количеством семян в стручке ($r = -0,73-0,09$), массой 1000 семян ($r = 0,91-0,97$), массой семян с 1 растения ($r = 0,89-0,92$) и дозами внесения биостимулятора Мегафол.

Таблица 3 – Элементы структуры урожая и биологическая урожайность озимого рапса в зависимости от доз внесения биостимулятора Мегафол, 2018 г.

Вариант	Количество			Масса семян, г		Биологическая урожайность, т/га
	растений, шт./м ²	стручков на 1 раст., шт.	семян в стручке, шт.	1000 шт.	с 1 раст.	
1. Фон	36	145	20,3	3,9	11,44	4,12
2. Мегафол 0,5 + 0,5 л/га	35	152	19,8	4,0	12,00	4,20
3. Мегафол 0,75 + 0,75 л/га	33	156	20,1	4,2	13,15	4,34
4. Мегафол 1,0 + 1,0 л/га	30	174	19,9	4,4	15,23	4,57
5. Мегафол 1,25 + 1,25 л/га	32	165	19,8	4,4	14,34	4,59

Исследованиями по изучению влияния доз и сроков внесения биостимулятора Мегафол в 2016 г. на урожайность маслосемян озимого рапса установлено, что оптимальным оказался третий вариант с внесением изучаемого биостимулятора в 2 срока по 0,75 л/га, обеспечивший урожайность 2,58 т/га. В четвертом и пятом вариантах с внесением Мегафола в 2 срока в дозах по 1,0 и 1,25 л/га достоверной прибавки урожайности маслосемян озимого рапса не происходило.

Таблица 4 – Урожайность маслосемян озимого рапса в зависимости от доз внесения биостимулятора Мегафол, т/га

Вариант	Урожайность по годам			Среднее	Прибавка к контролю	
	2016	2017	2018		т/га	%
1. Фон	2,31	4,07	3,83	3,40	-	-
2. Мегафол 0,5 + 0,5 л/га	2,39	4,16	3,91	3,49	0,09	2,6
3. Мегафол 0,75 + 0,75 л/га	2,58	4,23	4,04	3,62	0,22	6,5
4. Мегафол 1,0 + 1,0 л/га	2,59	4,41	4,25	3,75	0,35	10,3
5. Мегафол 1,25 + 1,25 л/га	2,56	4,44	4,27	3,76	0,36	10,6
НСР ₀₅	0,18	0,21	0,22			

Аналогичная закономерность проявилась и в 2017-2018 гг. В среднем за 3 года исследований оптимальным оказался вариант с внесением Мегафола в 2 срока по 0,75 л/га, обеспечивший урожайность 3,62 т/га (таблица 4).

Влияние различных доз биостимулятора Мегафол на качество маслосемян озимого рапса представлено в таблице 5. Как видно из данных таблицы, при увеличении доз Мегафола происходило увеличение содержания сырого протеина в маслосеменах озимого рапса. Так, в

четвертом и пятом вариантах содержание сырого протеина составило соответственно 20,18 и 20,46 %, превысив контрольный вариант на 1,09 и 1,37 %. Максимальный сбор сырого протеина (0,76 и 0,77 т/га) отмечен в четвертом и пятом вариантах с внесением Мегафол в 2 срока по 1,0 и 1,25 л/га, прибавка к контролю составила соответственно 0,11 и 0,12 т/га.

Таблица 5 – Влияние доз биостимулятора Мегафол на качество маслосемян озимого рапса (2016-2018 гг.)

Вариант	Урожай- жай- ность, т/га	Содержание, %		Сбор, т/га		Прибавка к кон- тролю, т/га	
		сырого протеина	жира	сырого протеина	жира	сырого протеина	жира
1. Фон	3,40	19,09	41,45	0,65	1,41	-	-
2. Мегафол 0,5 + 0,5 л/га	3,49	19,19	40,34	0,67	1,41	0,02	-
3. Мегафол 0,75 + 0,75 л/га	3,62	19,31	40,03	0,70	1,45	0,05	0,04
4. Мегафол 1,0 + 1,0 л/га	3,75	20,18	38,49	0,76	1,44	0,11	0,03
5. Мегафол 1,25 + 1,25 л/га	3,76	20,46	38,41	0,77	1,44	0,12	0,03

Установлено, что с увеличением доз Мегафол происходило снижение содержания жира в маслосеменах рапса. Так, в первом варианте, без применения Мегафол, содержание жира составило 41,45 %, а в четвертом и пятом вариантах – соответственно 38,49 и 38,41 %, или на 2,96 и 3,04 % меньше, чем в первом варианте. Сбор жира в указанных вариантах составил 1,44 т/га, а прибавка к контролю – 0,3 т/га. Максимальный сбор жира (1,45 т/га) отмечен в третьем варианте с внесением Мегафол по 0,75 л/га в 2 срока, прибавка к контролю составила 0,04 т/га. Таким образом, наибольшую прибавку по сбору сырого протеина озимый рапс обеспечивал при внесении Мегафол в дозах 1,0 и 1,25 л/га в 2 срока в фазу начала бутонизации и в фазу полной бутонизации, а по сбору жира – при внесении в дозах по 0,75 л/га в аналогичные фазы.

Заключение 1. Биостимулятор Мегафол при внесении в 2 срока по 1,0 и 1,25 л/га в фазу начала бутонизации и в фазу полной бутонизации увеличивал, по сравнению с первым вариантом, количество стручков на одном растении на 5-29 шт., массу 1000 семян – 0,2-0,4 г, массу семян с одного растения на 1,36-3,79 г, биологическую урожайность маслосемян на 0,28-0,47 т/га.

2. Внесение биостимулятора Мегафол в дозах 1,0-1,25 л/га в фазу начала бутонизации и в дозах 1,0-1,25 л/га в фазу полной бутонизации

обеспечило получение максимальной биологической урожайности культуры (4,85-4,88 т/га) при следующих элементах структуры урожая: густота стояния растений к уборке – 40-42 шт./м²; количество стручков на растении к уборке – 149-154 шт.; количество семян в стручке – 16,9-17,1 шт.; масса 1000 семян – 4,6 г; масса семян с одного растения – 11,62-12,12 г.

3. В среднем за 3 года исследований оптимальным оказался вариант с внесением Мегафол в 2 срока по 0,75 л/га, обеспечивший урожайность 3,62 т/га маслосемян озимого рапса.

4. Наибольшую прибавку по сбору сырого протеина (0,11-0,12 т/га) озимый рапс обеспечивал при внесении биостимулятора Мегафол в дозах 1,0 и 1,25 л/га в 2 срока в фазу начала бутонизации и в фазу полной бутонизации, а по сбору жира (0,04 т/га) – при внесении в дозе по 0,75 л/га в 2 срока в аналогичные фазы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко, А. А. Влияние регуляторов роста на качество рассады капусты белокочанной / А. А. Аутко, Г. В. Наумова, Л. Ю. Забара // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: Материалы 11 Международной научной конференции, Минск, 5-8 декабря 2001 г. / НАНБ, Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича, Бел. О-во физиол. Растений. – Минск, 2001. – С. 15.
2. Овчинникова, Т. Ф. Влияние гуминового препарата из торфа «Гидрогумат» на полиферазную активность и метаболизм дрожжевых микроорганизмов / Т. Ф. Овчинникова // Биол. Науки. – 1991. – № 10. – С. 87-90.
3. Жолик, Г. А. Влияние регуляторов роста на ход формирования семенной продуктивности озимого рапса / Г. А. Жолик // Земляробства і ахова раслін. – Минск, 2005. – № 6. – С. 13-15.
4. Клочкова, О. С. Эффективность применения Карамба и микроудобрений Эколист в посевах озимого рапса / О. С. Клочкова, А. А. Запрудский // Материалы конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства»: XI Международная научно-практическая конференция / Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно: ГГАУ, 2008. – С. 59-60.
5. Песковский, Г. А. Эффективность применения некорневых удобрений Эколист на рапсе / Г. А. Песковский // Белорусское сельское хозяйство: Ежемес. науч.-произ. журнал для работников АПК. – 2008. – № 3. – С. 60-62.
6. Экологически безопасные биологически активные препараты растительного происхождения и перспективы их использования в овощеводстве / Г. В. Наумова [и др.] // Овощеводство на рубеже третьего тысячелетия: Материалы науч. – практ. конф. / Акад. Agr. Наук РБ. Бел. НИИ овощеводства. – Минск, 2000. – С. 30-31.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПОЧВЕННЫХ ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩИХ БАКТЕРИЙ ДЛЯ АКТИВАЦИИ ПРИРОДНЫХ ФОСФОРИТОВ

**Д. С. Сергиевич¹, О. С. Игнатовец¹, А. Ф. Минаковский¹,
В. Н. Босак², О. Б. Дормешкин¹**

¹ – Белорусский государственный технологический университет
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220006, г.
Минск, ул. Свердлова 13а);

² – Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
г. Горки, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 213407, г. Горки,
ул. Мичурина 5)

Ключевые слова: фосфатмобилизующие бактерии, фосфориты, биогенный элемент, активация, оптимизация, многофакторный эксперимент.

Аннотация. В представленной работе исследована возможность управления фосфатмобилизующей активностью почвенных бактерий. Проведен подбор компонентов питательной среды, обеспечивающих высокую активность фосфатмобилизующих бактерий. На основании результатов исследований предложен состав питательной среды, основой которой является низкосортный фосфорит, эффективно поддающийся бактериальной активации. Оптимизация экспериментальной композиции проводилась с использованием многофакторных экспериментов, по результатам которых предложен состав питательной среды, состоящего из низкосортного фосфорита, сульфата аммония и хлорида калия.

Использование общепринятых подходов, связанных с изучением активности микроорганизмов, в сочетании с методом математического планирования дало возможность быстро и качественно провести оценку различных вариантов соотношений компонентов удобрительной композиции и подобрать такой состав, который целиком удовлетворяет требованиям и растений, и фосфатмобилизующих микроорганизмов.

INCREASED ACTIVITY OF SOIL PHOSPHATE BACTERIA BASED ON OPTOMIZATION OF THE COMPOSITION OF COMPLEX FERTILIZERS

**D. S. Sergievich¹, O. S. Ignatovets¹, A. F. Minakovski¹, V. N. Bosak²,
O. B. Dormeshkin¹**

¹ – Belarussian State Technological University
Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220006, Minsk,
13a Sverdlova str.);

² – Belarusian State Agricultural Academy

Gorki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 213407, Gorki, 5 Michurina str.)

Key words: *phosphate-mobilizing bacteria, phosphorytes, fertilizer, optimization, multifactor experiment.*

Summary. *In this paper we investigated the possibility of controlling the phosphate-mobilizing activity of soil bacteria. The selection of the components of the fertilizer composition providing high activity of phosphate-mobilizing bacteria was carried out. Based on the results of the research, the composition of a complex fertilizer, based on low-grade phosphoryte, which is effectively amenable to bacterial activation, is proposed. Optimization of the experimental composition was carried out using multifactor experiments. Based on the results of these experiments the composition of a complex fertilizer consisting of low-grade phosphorite, ammonium sulfate and potassium chloride is proposed.*

The use of generally accepted approaches to the study of microorganism activity, combined with the method of mathematical planning, made it possible to quickly and qualitatively evaluate various variants of the ratios of the components of the fertilizer composition and select the composition of a complex fertilizer that fully meets the requirements of nutrients of plants and microorganisms.

(Поступила в редакцию 02.06.2020 г.)

Введение. Фосфор является одним из наиболее важных для растений макроэлементов, однако в дерново-подзолистых почвах, преобладающих в почвенном покрове Республики Беларусь, в первую очередь легкого гранулометрического состава, содержится недостаточно доступных для растений фосфатов, что определяет необходимость систематического внесения фосфорных удобрений [1-3].

Фосфор входит в состав таких важных макромолекул, как ДНК, РНК, АТР, фосфолипиды и некоторые коферменты и влияет на многие биохимические процессы в растениях. При его недостатке в растениях тормозится синтез белков и углеводов, происходит задержка роста, наблюдается заметное снижение урожая. При достаточном содержании фосфора ускоряется рост и развитие растений, образование репродуктивных органов и созревание растений, увеличивается урожайность и качество сельскохозяйственных культур [4-7].

Современное земледелие требует постоянного восполнения питательных элементов в почве, что обычно обеспечивается внесением органических и минеральных удобрений, в т. ч. фосфорсодержащих. Фосфорные удобрения имеют высокую себестоимость, которая обусловлена использованием импортного сырья, а также большим количеством минеральных кислот при их переработке. Наряду с транспортными и энергетическими затратами, технологический процесс получения фосфорсодержащих удобрений связан с образованием больших

объемов отходов: фосфогипса и летучих соединений фтора, что дополняет перечень экологических проблем, а утилизация этих отходов требует дополнительных затрат.

Основным направлением в современном земледелии является оптимизация и регулирование плодородия почв посредством удобрений. В настоящее время особенно остро стоит проблема с обеспечением растений фосфором. Если учесть, что азотное питание может быть улучшено за счет биологического азота, а калия в почвах в несколько раз больше, чем фосфора, то становится очевидным, что недостаток фосфора в земледелии является лимитирующим фактором развития сельскохозяйственного производства [1, 2, 8, 9].

Процесс получения фосфорных удобрений заключается в переводе неусвояемых соединений фосфора фосфорсодержащего сырья в формы, усвояемые растениями. В традиционных методах этот перевод осуществляется разложением фосфатного сырья серной, фосфорной либо азотной кислотами. Такие технологии сопряжены с образованием крупнотоннажных отходов: фосфогипса и фторсодержащих газов, которые значительно повышают экологическую нагрузку на окружающую среду регионов. Кроме того, кислотные методы пригодны для переработки высококонцентрированного фосфатного сырья с низким содержанием примесей и практически не применяются для фосфоритов с высоким содержанием карбонатов и примесей полуторных оксидов (R_2O_3). В удобрениях, полученных кислотными методами, свыше 90 % соединений фосфора находится в водорастворимой форме. В то же время коэффициент использования фосфора из таких удобрений составляет в среднем 15-25 % от внесенной нормы вследствие протекания процессов ретроградации, а также вымывания соединений фосфора из почвенного слоя.

В настоящее время мировым производителям становится все сложнее удовлетворять стабильно растущий спрос на фосфорсодержащие удобрения ввиду выработки наиболее доступных и богатых месторождений фосфатных руд.

Поэтому не теряет актуальность использование в производстве фосфорсодержащих удобрений дешевого и доступного низкосортного фосфатного сырья, месторождения которого присутствуют в большинстве стран [10].

Проблема усугубляется при использовании низкокачественных фосфорсодержащих удобрений, что приводит к накоплению в почве сопутствующих соединений фтора, стронция, серы, редкоземельных и радиоактивных элементов. Чрезмерное использование минеральных удобрений может оказывать неблагоприятное влияние на компоненты

сельскохозяйственных ландшафтов: загрязнение почв, поверхностных и грунтовых вод, усиление эвтрофирования водоемов, уплотнение почв, а также на нарушение круговорота и баланса питательных веществ, ухудшение агрохимических свойств и снижение плодородия почвы, на развитие болезней растений и др. [11].

Альтернативным подходом является интенсификация деятельности почвенных микроорганизмов, способных переводить нерастворимый в воде минеральный фосфор в доступные для растений соединения [12-17].

Сказанное предопределяет необходимость выделения и использования фосфатмобилизирующих микроорганизмов, распространенных в определенной географоклиматической зоне, в экспериментах по изучению возможности прямого применения природных фосфоритов в качестве фосфорсодержащих удобрений, что способствовало бы повышению степени использования сельскохозяйственными культурами фосфора, внесенного в почву, и, соответственно, экологизации сельского хозяйства.

Цель исследования – подбор состава и оптимизация содержания биогенных элементов в питательной среде на основе низкосортных фосфоритов, способного стимулировать деятельность почвенных фосфатмобилизирующих микроорганизмов.

Материал и методика исследований. Объектами исследования являлись почвенные фосфатмобилизирующие бактерии штаммов ВП.6 и НВП.XVII, выделенные нами ранее из почв различных регионов Республики Беларусь [18].

Пересевы, культивирование, хранение и получение суточных культур проводили с использованием общепринятых микробиологических методов [19, 20].

Определение способности почвенных бактерий мобилизовать фосфат из фосфатсодержащих соединений проводили с использованием глюкозо-аммонийной среды (ГАА) следующего состава (г/л): глюкоза – 10,0; дрожжевой экстракт – 0,2; сернокислый аммоний – 0,5; шестиводный сернокислый магний – 0,5; в качестве источника фосфора использовали фосфориты Вятско-Камского месторождения (Российская Федерация) и бассейна Каратау (Республика Казахстан) в концентрации 0,5 г/л. Контролем служила среда ГАА, не инокулированная тест-бактериями.

При проведении исследований использовали фосфоритную муку Вятско-Камского месторождения (ВКФМ) по ГОСТ 5716-74 следующего состава (масс. %): CaO – 37,50; P₂O₅ общ. – 21,89; P₂O₅ усв. – 7,20; SiO₂ – 13,61; Al₂O₃ – 4,60; Fe₂O₃ – 3,90; MgO – 1,85; CO₂ – 7,59; F – 2,10.

Химический анализ исходной фосфоритной муки бассейна Каратау месторождения Жанатас показал содержание (масс. %) CaO – 39,44; P_2O_5 общ. – 25,66; P_2O_5 усв. – 5,1 (27,0 % от общего содержания); SiO_2 – 17,66; Al_2O_3 – 1,69; Fe_2O_3 – 0,94; MgO – 2,83; CO_2 – 6,3; п. п. п. – 3,7 [21].

Определение влияния различных компонентов питательной среды на рост и фосфатмобилизующую активность тест-культур проводили с применением среды GAA, в которой в качестве единственного источника азота присутствовал один из следующих компонентов: нитрат натрия (0,05 % об.), сульфат аммония (0,05 % об.), карбамид (0,03 % об.). Для этого в моделируемую питательную среду, объемом 10 мл, вносили по 0,1 мл суспензии тест-бактерий, предварительно разведенной до концентрации 10^6 КОЕ/мл, и инкубировали посеvy в течении 3-х суток при температуре 30 ± 1 °C и $n = 150 \text{ мин}^{-1}$ в термостатируемом шейкере-инкубаторе «Biosan» ES-20, далее производили подсчет концентрации жизнеспособных клеток путем высева суспензии на питательный агар. Для установления количества высвободившегося фосфата использовали фотометрический метод [22].

О степени доступности концентрата для бактерий судили по динамике высвобождения фосфата под действием фосфатмобилизующих микроорганизмов. Для этого в качалочные колбы, объемом 50 мл, вносили по 10 мл среды GAA и 0,1 мл суспензии тест-бактерий (предварительно разведенной до концентрации 10^6 КОЕ/мл). В качестве единственного источника фосфора в питательную среду добавляли 0,05 г соответствующего фосфорита. Инкубировали посеvy в течение 10-и суток в условиях аэрации, как описано выше. В ходе культивирования проводили анализ динамики высвобождения фосфата, используя фотометрический метод.

Оптимизацию состава питательной среды проводили с использованием тест-бактерий, которые выращивали в течение 3-х суток при 30 ± 1 °C в условиях аэрации на термостатируемом шейкере-инкубаторе «Biosan» ES-20 в жидкой питательной среде, состоящей из следующих компонентов: глюкоза 2 %, фосфоритная мука месторождений Вятско-Камского либо Каратау, сульфат аммония, хлорид калия, в количестве согласно плану эксперимента. Для инокуляции использовали суточную культуру, разведенную до концентрации 10^6 КОЕ/мл, количество инокулюма брали из расчета 0,1 мл на 10 мл среды. Для проведения оптимизации состава удобрительной композиции использовали метод математического планирования, включающий 2 этапа:

- построение адекватной математической модели процесса путем связывания выходного параметра системы (количество растворимого

фосфата в культуральной жидкости, титр клеток) с входными концентрациями компонентов (факторов) питательной среды в полных факторных экспериментах (ПФЭ) по плану 3^3 с их варьированием на трех количественных уровнях (верхнем «+», нижнем «-» и среднем «0»). Уровни варьирования подбирали исходя из потребностей микроорганизмов и экономических затрат; нахождение оптимального состава среды – по схеме «крутого восхождения».

В качестве факторов варьирования использовали содержание в питательной среде сульфата аммония (X1), фосфорита (X2), хлорида калия (X3). Уровни варьирования представлены в таблице 1, содержание остальных компонентов питательной среды зафиксировали на постоянном уровне.

Обработку данных производили в MS Excel, согласно методам, предложенным И. А. Хмызовым [23].

Таблица 1 – Уровни варьирования факторов в ПФЭ

Компонент среды (г/10 мл)	фактор	Верхний уровень «+»	Средний уровень «0»	Нижний уровень «-»
Сульфат аммония	X1	0,1	0,0505	0,001
Фосфорит	X2	0,1	0,0505	0,001
Хлорид калия	X3	0,1	0,0505	0,001

Результаты исследований и их обсуждение. Важнейшими биогенными элементами, в наибольшей степени лимитирующими рост и развитие растений, являются азот и фосфор, а среди макроэлементов – калий.

В данном исследовании состав комплексного удобрения ограничили источниками именно этих элементов. При этом старались учесть потребности в питании растений и стимулировать активность почвенной микробиоты, способной мобилизовать (высвобождают из состава нерастворимых в воде соединений) фосфат.

На первом этапе исследования требовалось определить источник и необходимую концентрацию в питательной среде азота и фосфорита, а также концентрацию калия. При этом ориентировались на изменение содержания ионов PO_4^{3-} в культуральной жидкости фосфатмобилизующих бактерий, которая служит мерой их активности, а также на концентрацию клеток бактерий.

Для определения источника азота, в наибольшей мере удовлетворяющего фосфатмобилизующей деятельности тест-бактерий, клетки обоих штаммов культивировали в среде GAA, где источником фосфора являлись фосфориты Вятско-Камского месторождения, а источниками азота – соединения, наиболее часто включаемые в состав минеральных азотных удобрений: сульфат аммония, карбамид, нитрат натрия. Эти соединения вносили в среду в концентрации 0,05 % об. для сульфата

аммония и нитрата натрия, 0,03 % об. для карбамида, что в пересчете на чистый азот соответствует концентрациям порядка 0,02 г N/л питательной среды. Дозы подобраны таким образом, чтобы целиком удовлетворить потребности в азоте микроорганизмов.

На рисунке 1 представлены результаты, отражающие накопление свободных фосфатов. Эти данные позволяют судить о том, что наиболее приемлемым источником азота является сульфат аммония и карбамид. И хотя различие в содержании ионов PO_4^{3-} в культуральных жидкостях клеток каждого штамма с этими источниками азота находятся в пределах погрешности, можно все же сделать выбор в пользу сульфата аммония, учитывая его меньшую стоимость и чуть более выраженную способность влиять на микробное высвобождение фосфора из состава фосфорита.

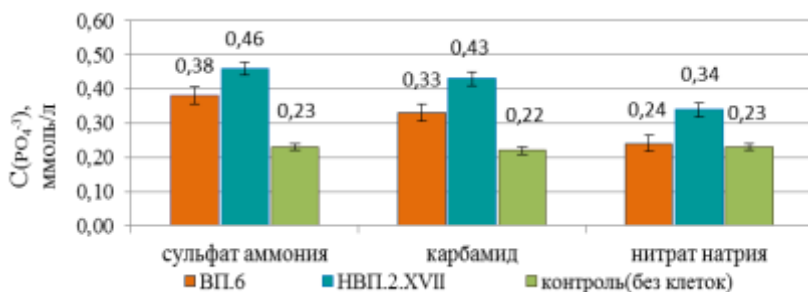


Рисунок 1 – Влияние источника азота на активность мобилизации фосфата тест-бактериями

Следует отметить, что полученный результат коррелирует с данными относительно влияния различных источников азота и углерода на фосфатмобилизующую активность почвенных бактерий *Pseudomonas lurida* при использовании в составе удобрения трехзамещенного фосфата кальция, ранее опубликованными индийскими исследователями [24]. Как и в наших исследованиях, наиболее высокое содержание растворимого фосфата наблюдалось в среде, где в качестве источника азота выступал сульфат аммония, а при использовании карбамида и нитрата натрия количество ионов PO_4^{3-} оказалось сильно сниженным. Однако такая высокая активность может быть обусловлена аддитивным действием самих фосфатмобилизующих бактерий и высвобождаемого в культуральную жидкость сульфат иона.

Еще одним подтверждением эффективности использования сульфата аммония в качестве источника азота в составе комплексного

удобрения являются результаты культивирования тест-бактерий в жидкой питательной среде, представленные в таблице 2.

Можно видеть, что численность жизнеспособных клеток обоих штаммов в среднем на порядок выше после инкубирования в среде с сульфатом аммония по сравнению с карбамидом.

При выборе фосфорита как основного компонента комплексного минерального удобрения руководствовались следующими параметрами: низкая себестоимость, малое количество примесей. Основываясь на вышеизложенном, выбор остановился на фосфоритной муке двух различных месторождений, а именно Каратау (Казахстан) и Вятско-Камском (Россия).

Таблица 2 – Зависимость содержания жизнеспособных бактерий при культивировании в средах с различными источниками азота

Источник азота	Концентрация жизнеспособных клеток штаммов, КОЕ/мл	
	ВП.6	НВП.2.XVII
Сульфат аммония	$8,9 \cdot 10^7$	$2,4 \cdot 10^8$
Карбамид	$7,5 \cdot 10^6$	$9,3 \cdot 10^7$
Нитрат натрия	$4,1 \cdot 10^4$	$7,2 \cdot 10^6$

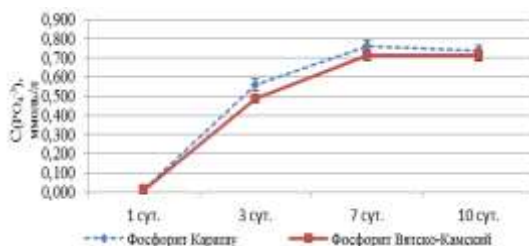
Сравнительный анализ фосфоритов осуществляли на основе данных о доступности их для микробной мобилизации фосфата, которая коррелирует с концентрацией растворимых ионов PO_4^{3-} в культуральной жидкости тест-бактерий. Для этого использовали ГАА среду с добавлением в нее в качестве единственного источника фосфора навески фосфорита из расчета 0,05 г на 10 мл питательной среды. Длительность инкубирования тест-культур составила 10 суток. В процессе инкубирования определяли количество высвободившегося в культуральную жидкость фосфата на 1, 3, 7 и 10-е сутки.

На рисунке 2 представлены зависимости, отображающие динамику высвобождения фосфата под действием тест-бактерий. Из данных рисунка следует, что, несмотря на отсутствие достоверной разницы в количестве растворимого фосфата, высвобожденного под действием бактерий штамма ВП.6 из образцов фосфорита (доверительные интервалы перекрываются), для всех временных интервалов сохраняется тенденция худшего высвобождения растворимых фосфатов из состава Вятско-Камского фосфорита по сравнению с фосфоритом Каратау. Бактерии штамма НВП.XVII также эффективнее высвобождают фосфаты из фосфоритов бассейна Каратау.

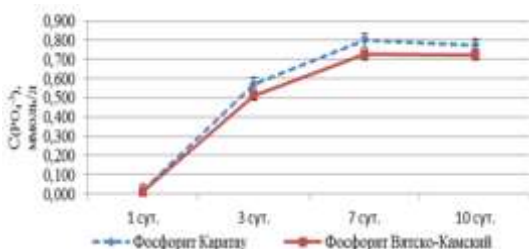
Таким образом, на основе данных о доступности фосфоритов для бактериальной мобилизации фосфата осуществлен выбор модельного источника нерастворимых фосфатов – фосфорита бассейна Каратау. Более высокий уровень фосфатмобилизующей активности по отношению к этому типу фосфорита, в сравнении с ВКФМ, можно объяснить

более высоким содержанием в ВКФМ ингибирующих жизнедеятельность бактерий соединений железа, алюминия и фтора при пониженном содержании фосфора, магния и карбонатов.

В качестве источника калия в питательной среде решено использовать хлорид калия, т. к. именно он получил наибольшее распространение в качестве калийного удобрения в сельском хозяйстве Республики Беларусь, кроме того, является достаточно дешевым и доступным компонентом минеральных удобрений.



штамм ВП.6



штамм НВП.XVII

Рисунок 2 – Динамика высвобождения фосфата из фосфоритов различного происхождения под действием фосфатмобилизующих бактерий

В результате проведенных экспериментов осуществлен подбор состава питательной среды, который использовался далее в качестве основы для оптимизации с помощью многофакторного эксперимента.

Оптимизацию содержания азота, фосфора и калия в питательной среде проводили исходя из следующей задачи: получить такое соотношение компонентов, которое обеспечило бы максимальный выход усвояемого фосфора из низкосортного фосфорита вкупе с высоким содержанием жизнеспособных клеток бактерий. Для этого, согласно составленной матрице планирования полного многофакторного эксперимента (ПФЭ), провели 21 эксперимент с каждой из бактериальных тест-

культур. Уровни варьирования изучаемых факторов представлены в таблице 1. Все эксперименты проводили с трехкратной повторностью.

В результате вычислены коэффициенты уравнений регрессии – математических моделей зависимости функций Y_1 (количество растворимого фосфата в культуральной жидкости) и Y_2 (титр клеток) от концентрации в ферментационной среде компонентов: сульфата аммония (X_1), фосфорита (X_2) и хлорида калия (X_3).

На основании коэффициентов получены математические модели зависимости содержания растворимого фосфата в культуральную жидкость (Y_1) и титра жизнеспособных клеток тест-культур (Y_2) от концентраций в питательной среде компонентов. Полученные модели, отражающие накопление жизнеспособных клеток и высвобождение растворимого фосфата из фосфоритной муки при 95%-м доверительном интервале, дают основание утверждать, что в изученном диапазоне концентраций разные компоненты оказывают весьма близкое действие на активность тест-бактерий.

Уравнения регрессии, с учетом значимости коэффициентов, выглядят следующим образом:

Для штамма ВП.6

$$Y_1 = 0,98 + 1,96 \cdot X_1 + 12,72 \cdot X_2 - 2,71 \cdot X_3 - 42,89 \cdot X_1 X_2 - 6,43 \cdot X_1 X_3 - 42,31 \cdot X_2 X_3 + 12,57 \cdot X_1^2 - 58,68 \cdot X_2^2 + 46,48 \cdot X_3^2;$$

$$Y_2 = 7485408,02 - 255358344,00 \cdot X_1 + 369115349,21 \cdot X_2 + 944916287,80 \cdot X_3 + 2826242220,00 \cdot X_1 X_2 + 1295786144,01 \cdot X_1 X_3 - 2799034112,03 \cdot X_2 X_3 + 1911180643,00 \cdot X_1^2 - 197447728,31 \cdot X_2^2 - 9849524047,01 \cdot X_3^2.$$

Для штамма НВП.2.XVII

$$Y_1 = 0,86 + 3,34 \cdot X_1 + 8,80 \cdot X_2 - 4,40 \cdot X_3 - 75,40 \cdot X_1 X_2 - 40,46 \cdot X_1 X_3 - 44,26 \cdot X_2 X_3 + 22,70 \cdot X_1^2 - 7,77 \cdot X_2^2 + 82,15 \cdot X_3^2;$$

$$Y_2 = -698908274,70 + 2251497,22 \cdot X_1 + 3087978,55 \cdot X_2 + 393351727,11 \cdot X_3 + 555924990,60 \cdot X_1 X_2 + 883129839,42 \cdot X_1 X_3 - 976090875,12 \cdot X_2 X_3 - 3513246948,01 \cdot X_1^2 + 613882937,1 \cdot X_2^2 - 698908274,71 \cdot X_3^2.$$

Заключение. Положительное влияние на фосфатмобилизующую активность обоих тест-культур оказывает увеличение концентрации фосфорита (X_2), при этом нет необходимости во внесении высоких концентраций аммонийного азота и калия. Результаты оптимизации состава питательной среды показывают, что для получения высокой концентрации высвобождаемого фосфата и титра клеток достаточно внести в питательную среду по 0,01 % (масс.) сульфата аммония и хлорида калия, при этом необходимо обеспечить высокую концентрацию фосфорита 1,0 %

(масс.). Разработанный компонентный состав предполагает пролонгированное высвобождение фосфата под действием почвенной микробиоты и существенное снижение экономических затрат при производстве за счет использования дешевых и доступных компонентов.

Итогом выполнения данной работы является предлагаемое нами соотношение компонентов в питательной среде для оценки фосфатмобилизующей активности бактерий, состоящей из фосфорита бассейна Каратау (1,0 % масс.), сульфата аммония и хлорида калия (по 0,01 % масс.). При этом осуществлен отбор таких компонентов, которые обуславливают повышенную активность почвенных фосфатмобилизующих бактерий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вильдфлуш, И. Р. Фосфор в почвах и земледелии Беларуси / И. Р. Вильдфлуш, А. Р. Цыганов, В. В. Лапа. – Минск: Хата, 1999. – 196 с.
2. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
3. Schubert, S. Pflanzenernährung / S. Schubert. – Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2018. – 234 S.
4. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
5. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: УП Технопринт, 2005. – 276 с.
6. Лапа, В. В. Применение удобрений и качество урожая / В. В. Лапа, В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.
7. Швартау, В. В. Особенности реакции растений на дефицит фосфора / В. В. Швартау, Б. И. Гуляев, А. Б. Карлова // Журнал физиология и биохимия культурных растений. – 2009. – Т. 41, № 3. – С. 208-220.
8. Босак, В. Н. Фосфатный и калийный режим дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при длительном применении удобрений в зернотравяном севообороте / В. Н. Босак, О. Ф. Смеянович, Е. С. Малей // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 2. – С. 102-106.
9. Рекомендации по оптимизации фосфорного и калийного статуса пахотных почв в зависимости от уровня интенсификации земледелия по областям и районам Беларуси / И. М. Богдевич [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2008. – 28 с.
10. Шатило, В. И. Бескислотная активация Вятско-Камской фосфоритной муки в присутствии азот- и калийсодержащих солей / В. И. Шатило, А. Ф. Минаковский // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук. – 2019. – № 4. – С. 464-471.
11. Цыганов, А. Р. Экологические проблемы агрохимии / А. Р. Цыганов, И. Р. Вильдфлуш, Т. Ф. Персикова. – Минск, 1997. – 75 с.
12. Выделение и характеристика почвенных фосфатмобилизующих микроорганизмов / Н. А. Белясова [и др.] // Вестник БГСХА. – 2018. – № 2. – С. 93-97.
13. Особенности фосфатмобилизующей способности почвенных микроорганизмов / А. Ф. Минаковский [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 265-267.
14. Применение сапропеля для активации почвенных фосфатмобилизующих микроорганизмов / А. Ф. Минаковский [и др.] // Вестник БГСХА. – 2020. – № 2. – С. 101-106.
15. Способ оптимизации фосфатного режима почвы при возделывании сельскохозяйственных культур / В. Н. Босак [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. – 2016. – Т. 8. – С. 148-162.

16. Характеристика и перспективы использования различных типов сапропеля / А. Ф. Минаковский [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 105-107.
17. Deepshikha, T. Phosphate solubilising microorganisms: role in phosphorus nutrition of crop plants / T. Deepshikha, K. Rajesh, S. Vineet // Agricultural Review. – 2014. – Vol. 35. – P. 159-171.
18. Сергиевич, Д. С. Выделение почвенных бактерий, способных осуществлять активацию низкосортных фосфатных руд / Д. С. Сергиевич, Н. А. Белясова // Биотехнология: взгляд в будущее. – Ставрополь, 2016. – С. 125-127.
19. Звягинцев, Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. – Москва: Изд-во МГУ, 2005. – 328 с.
20. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильников, Г. И. Переверзева. – Москва: ООО «Дрофа», 2004. – 256 с.
21. Минаковский, А. Ф. Бескислотный метод переработки фосфоритов (Бассейн Каратау) в комплексные удобрения / А. Ф. Минаковский, В. И. Шатило // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук. – 2018. – № 3 – С. 376-384.
22. Бабко, А. К. Применение трифенилметановых красителей для экстракционно-фотометрического определения микроколичеств фосфата / А. К. Бабко, Ю. Ф. Шкаровский, Е. М. Ивашкович // Украинский химический журнал. – 1967. – № 33. – С. 951-959.
23. Хмызов, И. А. Применение ЭВМ в отрасли: методическое пособие / И. А. Хмызов, В. Л. Флейшер. – Минск: БГТУ, 2007. – 57 с.
24. Punami, K. P. Effect of different carbon and nitrogen sources on solubilization of insoluble inorganic phosphate by psychrotolerant bacterial strains / K. P. Punami, P. C. Gupta // Plant Soil. – 2013. – P. 1299-1302.

УДК 631.816.12:633.11«321»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Т. Г. Синевич, В. А. Гончарук, В. А. Телеш

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, некорневые подкормки, урожайность, удобрения.

Аннотация. В статье изложены материалы исследований по изучению влияния некорневых подкормок различными видами удобрений на посевах озимой пшеницы. Установлено, что максимальная урожайность зерна озимой пшеницы (63,3 ц/га) получена при совместном внесении микроудобрений Эколистмоно Медь и Эколист моно Марганец с комплексными удобрениями Максимум РКМg и Максимум 20-20-20. Этот же вариант оказал наибольшее влияние на содержание сырого протеина (10,2 %) и клейковины (23,5 %) в зерне озимой пшеницы.

EFFICIENCY OF NON-ROOT FEEDING IN CROPPING WINTER WHEAT

T. G. Sinevich, V. A. Goncharuk, V. A. Telesh

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Teshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: winter wheat, foliar top dressing, productivity, fertilizers.

Summary. The article presents research materials on the effect of foliar fertilizing with various types of fertilizers on winter wheat crops. It was established that the maximum yield of winter wheat grain (63,3 c/ha) was obtained by the joint application of microfertilizers Ekolist mono Copper and Ekolist mono Manganese with complex fertilizers Maximus RCMg and Maximus 20-20-20. The same variant had the greatest impact on the content of crude protein (10,2 %) and gluten (23,5 %) in winter wheat grain.

(Поступила в редакцию 29.05.2020 г.)

Введение. Из всех зерновых культур в Республике Беларусь наибольшее значение имеет пшеница. Посевные площади под данной культурой в 2018 г. составили 669 тыс. га. Более 70 % от этих площадей было отведено под выращивание озимой пшеницы.

Озимые культуры, в сравнении с яровыми, более полно используют осадки осеннего и весеннего периодов, минуют ряд неблагоприятных внешних воздействий, что, в свою очередь, обуславливает большую урожайность [1].

На сегодняшний день повышение урожайности зерна озимой пшеницы, а также улучшение его качественных показателей неразрывно связано с оптимизацией минерального питания не только макро-, но и микроэлементами. Правильное определение соотношения различных видов удобрений является главным условием их оптимального использования.

Применение микроудобрений – необходимый прием при возделывании зерновых культур. Микроэлементы участвуют в процессах синтеза белков, жиров и углеводов, улучшают обмен веществ в растительной клетке, повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, таким как засуха, повышенные или пониженные температуры воздуха, поражения вредителями или болезнями [2]. Недостаток микроэлементов может вызвать ряд заболеваний, а при возделывании зерновых культур по интенсивным технологиям – ограничить урожайность и вызвать снижение качества зерна. Общеизвестно, что оптимальным способом применения микроудобрений являются некорневые подкормки.

Кроме того, проводить некорневую подкормку можно и комплексными удобрениями, которые содержат все необходимые элементы питания, включающие как макро-, так и микроэлементы. В настоящее время разработан целый ряд новых форм комплексных удобрений, рекомендуемых к использованию на многих сельскохозяйственных культурах.

Также достаточно широкое распространение получили органоминеральные удобрения, применение которых позволяет сельскохозяйственным культурам лучше преодолевать стрессы от применения пестицидов, неблагоприятных климатических условий и т. д., что в конечном итоге положительно сказывается на урожайности и качестве сельскохозяйственной продукции.

В связи с вышеизложенным можно сделать вывод, что некорневые подкормки различными видами удобрений можно рассматривать как наиболее эффективный метод управления питанием растений в период вегетации, особенно в критический период и период максимального потребления питательных веществ.

Цель работы – изучить влияние некорневых подкормок различными видами удобрений на урожайность зерна озимой пшеницы.

Материалы и методика исследований. Исследования по изучению эффективности применения различных видов удобрений для некорневых подкормок при возделывании озимой пшеницы проводили на опытном поле УО «Гродненский государственный аграрный университет» в 2014-2016 гг. на дерново-подзолистой связносупесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком.

Почва пахотных горизонтов опытных участков характеризовалась близкой к нейтральной реакцией среды (pH_{KCl} – 6,0-6,1), недостаточным содержанием гумуса (1,80-1,86 %), высокой степенью обеспеченности подвижным фосфором (255-267 мг/кг почвы), средней – подвижным калием (170-189 мг/кг почвы). Обеспеченность почвы серой (7,0-7,2 мг/кг) и подвижным бором (0,60-0,65 мг/кг) была средней, подвижным марганцем – низкой (0,71-0,84 мг/кг).

При закладке опытов в основное внесение удобрений применяли аммофос и хлористый калий, подкормки азотными удобрениями проводили в фазу возобновления весенней вегетации (КАС) и в фазу выхода в трубку (карбамид).

Некорневую подкормку посевов проводили следующими микроудобрениями: Эколист моно Медь (N – 3,0-10,0 %; NH_2 – 3,0-10,0 %; SO_3 – 3,0-11,7 %; Cu – 3,0-12,0 %) и Эколист моно Марганец (N – 3,0-10,0 %; NO_3 – 3,0-10,0 %; Mn – 3,0-17,0 %).

Из комплексных удобрений применяли Максимум РКМg в фазу возобновления весенней вегетации (P_2O_5 – 250; K_2O – 200; MgO – 100; SO_3 – 220; B – 0,5; Cu – 0,6; Fe – 1,1; Mn – 0,1; Mo – 0,01 г/кг) и Максимум 20-20-20 в фазу флаг-листа (N – 200; P_2O_5 – 200; K_2O – 200; MgO – 3,3; SO_3 – 6,5; B – 0,5; Cu – 0,6; Fe – 1,1; Mn – 0,1; Mo – 0,01 г/кг).

В качестве органоминерального удобрения использовали Терра-Сорб Комплекс (свободные аминокислоты – 20 %; общее количество азота – 5,5 %; общее количество органического азота – 5,0 %; N – 1,5 %; Zn – 0,1 %; Mn – 0,1 %; Fe – 1,0 %; Mg – 0,8 %; Mo – 0,001 %; общее количество органических веществ – 25,0 %).

Предшественником озимой пшеницы в опыте был озимый рапс.

Предпосевная обработка почвы была общепринятой для западного региона Беларуси.

Посев осуществлялся в оптимальные сроки (вторая декада сентября) сеялкой СПУ-6 на глубину 4-5 см. Протравливание семян проводилось препаратом Таймень (2,5 л/т) + Койот (0,6 л/т). Норма высева – 5,5 млн. шт. всхожих семян.

Система защиты растений озимой пшеницы состояла из следующих мероприятий: борьба с сорными растениями – гербицид Гром 1 л/га (до всходов культуры), применение баковой смеси фунгицида Карбеназол 1 л/га + регулятор роста Мессидор 1 л/га в фазу выхода в трубку, применение фунгицида Страж 0,6 л/га в фазу флаг-листа, применение фунгицида Азимут 1 л/га в фазу колошения при появлении первых признаков болезней.

Внесение жидких препаратов осуществлялось, согласно схемам опытов, тракторным опрыскивателем Мекосан-650-12 с расходом рабочего раствора 200 л/га.

Уборка озимой пшеницы проводилась механизированным способом поделочно комбайном Sampo-2010. Учетная площадь составила 200 м².

Статистическую обработку результатов исследований проводили по Б. А. Доспехову с использованием соответствующих программ дисперсионного анализа.

Результаты исследований и их обсуждение. При возделывании озимой пшеницы на фоне $N_{150}P_{90}K_{120}$ урожайность в среднем за 3 года проведения исследований составила 52,2 ц/га (таблица). Однако по годам продуктивность культуры сильно варьировала в зависимости от погодных условий вегетационных периодов. Так, в 2016 г., когда растения формировали урожай в засушливых условиях (сумма активных температур была выше, по сравнению со среднемноголетними значениями, на 175 °С на фоне пониженного количества осадков), урожай-

ность озимой пшеницы составила 44,3 ц/га; в то время как в 2014 г., когда метеорологические условия были более благоприятными (температура воздуха и количество осадков в этот период были выше средних многолетних значений), урожайность изучаемой культуры была на уровне 58,5 ц/га.

Таблица – Влияние некорневых подкормок на урожайность и качество зерна озимой пшеницы

Вариант	Урожайность, ц/га			Средняя урожайность, ц/га	Сырой протеин, %	Клейковина, %
	2014 г.	2015 г.	2016 г.			
1. N ₂₀₊₇₀₊₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀ – Фон	58,5	53,7	44,3	52,2	9,3	21,8
2. Фон + Эколист моно Медь 1 л/га (BBBB) + Эколист моно Марганец 1 л/га (флаг-лист)	64,8	60,5	49,1	58,1	9,7	22,5
3. Фон + Эколист моно Медь 1 л/га + Максимум РКМг 1,5 кг/га (BBBB) + Эколист моно Марганец 1 л/га + Максимум 20-20-20 1,5 кг/га (флаг-лист)	68,9	65,8	55,2	63,3	10,2	23,5
4. Фон + Эколист моно Медь 1 л/га + Максимум РКМг 1,5 кг/га + Terra-Сорб Комплекс 0,6 л/га (BBBB) + Эколист моно Марганец 1 л/га + Максимум 20-20-20 1,5 кг/га + Terra-Сорб Комплекс 0,6 л/га (флаг-лист)	72,2	68,0	58,2	66,1	10,4	24,4
НСР ₀₅	4,1	3,0	2,4	3,2	0,3	

Вместе с тем различия метеорологических условий в годы закладки опытов позволили нам дать более объективную характеристику эффективности действия различных удобрений на продуктивность изучаемой культуры.

Анализ полученных опытных данных показал, что проведение двукратных некорневых подкормок микроэлементами (в фазу BBBB и флаг-листа) способствовало росту урожайности озимой пшеницы на 4,8-6,8 ц/га. Следует обратить внимание на тот факт, что в 2016 г. прибавка была наименьшей по сравнению с другими годами исследований. Очевидно, это связано с тем, что засушливые условия вегетационного периода не способствовали усвоению микроэлементов из почвы, даже при условии их достаточного содержания в ней. В таких экстремальных условиях именно некорневая подкормка микроэлементами помогла обеспечить в дальнейшем нормальный процесс вегетации растений озимой пшеницы. В целом, обработка посевов микроэлементами была эффективной и обусловила повышение урожайности зерна (в среднем за 3 года) на 5,9 ц/га.

Как правило, макроэлементы вносят в почву до посева культур в достаточных дозах и в основном практикуется подкормка только азотными удобрениями. Вместе с тем в экстремальных условиях произрастания растений (периоды низких температур, недостаточное увлажнение, недоступность питательных веществ из-за кислотности почв и т. д.) может возникнуть дефицит макроэлементов. Также следует отметить, что сокращение объемов применяемых на сегодняшний день минеральных удобрений в Республике Беларусь приводит не только к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, но и к снижению уровня плодородия почв. Именно поэтому применение комплексных удобрений, содержащих основные макроэлементы, позволяет обеспечить растения легкоусвояемыми формами фосфора и калия в критические периоды, а также в периоды максимального потребления питательных веществ.

Совместное внесение удобрений Максимус РКМg (в фазуBBBB) и Максимус 20-20-20 (в фазу флаг-листа) с микроудобрениями доказало эффективность данного агроприема. Результаты исследований показали, что применение данных комплексных удобрений в баковой смеси с микроудобрениями способствовало увеличению урожайности на 10,4-12,1 ц/га в сравнении с фоновым вариантом. Особо хочется обратить внимание на тот факт, что именно в 2016 г., который отличался достаточно неблагоприятными погодными условиями, действие изучаемых комплексных удобрений было наиболее эффективным (по сравнению с односторонним внесением макроэлементов – вариант 2): прибавка урожайности в этом году составила 6,1 ц/га. В среднем за 3 года проведенных исследований урожайность зерна озимой пшеницы при включении в баковую смесь микроудобрений и комплексных удобрений возросла на 11,1 ц/га (или 5,2 ц/га по сравнению с вариантом 2).

Органоминеральное удобрение Терра-Сорб Комплекс, благодаря наличию в своем составе всех незаменимых аминокислот, заявлено производителем как антистрессант. Ранее проведенные нами исследования доказали эффективность применения препарата Терра-СорбФолиар на различных культурах при включении его в систему удобрения в качестве некорневых подкормок при выращивании сельскохозяйственных культур на фоне NPK и при условии отсутствия применения каких-либо других видов удобрений [3, 4].

Однако применение органоминерального удобрения Терра-Сорб Комплекс в баковых смесях с комплексными и микроудобрениями позволило нам получить достоверную прибавку урожайности по сравнению с третьим вариантом (3,0 ц/га) лишь в 2016 г. В остальные года

проведения исследований наблюдалась лишь тенденция к увеличению урожайности озимой пшеницы.

Также в задачи наших исследований входило изучение влияния используемых для некорневых подкормок удобрений на качественные показатели зерна озимой пшеницы. Было установлено, что содержание клейковины в вариантах опыта варьировало от 21,8 до 24,4 % и увеличивалось при применении изучаемых видов удобрений.

При обработке посевов микроэлементами содержание сырого протеина увеличилось на 0,4 %. Наибольший рост содержания сырого протеина в зерне озимой пшеницы наблюдался при совместном внесении микроэлементов и комплексных удобрений: данный показатель увеличился на 0,9 %. При добавлении к микро- и комплексным удобрениям органоминерального удобрения Терра-Сорб Комплекс содержание сырого протеина увеличилось на 1,1 % по сравнению с фоновым вариантом, однако следует отметить, что третий и четвертый варианты были равнозначны по данному показателю.

Заключение.

1. Некорневые двукратные подкормки жидкими удобрениями Эколист моно Медь и Эколист моно Марганец в дозе 1 л/га увеличили урожайность зерна озимой пшеницы на 5,9 ц/га, в сравнении с вариантом $N_{150}P_{90}K_{120}$, и обусловили повышение содержания сырого протеина на 0,4 % и клейковины на 0,7 %.

Совместное применение микроудобрений и комплексных удобрений (Максимус РКМg и Максимус 20-20-20), по сравнению с фоновым вариантом, повышало урожайность зерна озимой пшеницы на 11,1 ц/га (от 52,2 до 63,3 ц/га), сырого протеина на 0,9 %, клейковины на 1,7 %.

Применение органоминерального удобрения Терра-Сорб Комплекс в баковой смеси с микроудобрениями и комплексными удобрениями не привело к достоверному увеличению урожайности зерна и изменению качества продукции по сравнению с предыдущим вариантом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эффективность применения микроудобрений под озимую пшеницу на лугово-черноземной почве Западной Сибири / И. А. Бобренко [и др.] // Плодородие. – 2011. – № 4 (61). – С. 18-19.
2. Эффективность применения новых форм удобрений и регуляторов роста растений при возделывании озимой пшеницы, голозерного и пленчатого овса / И. Р. Вильдфлуш [и др.] // Вес. Нац. акад. Навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2017. – № 2. – С. 58-67.
3. Применение органоминерального удобрения Terra-SorbFoliar на посевах озимого рапса / С. И. Юргель [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XVII международной научно-практической конф., Гродно, 2014 г. / Издательско-полиграфический отдел УО «ГТАУ»; редкол.: В. К. Пестис [и др.]. – Гродно, 2014. – С. 181-182.

4. Эффективность применения новых органоминеральных удобрений в посевах озимого рапса / В. А. Телеш [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XVIII международной научно-практической конф., Гродно, 2016 г. / Издательско-полиграфический отдел УО «ГТАУ»; редкол.: В. К. Пестис [и др.]. – Гродно, 2016. – С. 124-126.

УДК 633.888:631.82(476)

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОРНЕЙ И КОРНЕВИЩ ВАЛЕРИАНЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

С. А. Тарасенко¹, Е. И. Дорошкевич¹, О. М. Ануфрик²

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 «Гродненский зональный институт растениеводства НАН
Беларуси»
г. Щучин, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 231513,
Гродненская область, г. Щучин, ул. Академическая, 21; e-mail:
gznii@tut.by)

Ключевые слова: валериана лекарственная, корни и корневища, урожайность, окупаемость удобрений, химический состав, экстрактивность, зольность, нитраты.

Аннотация. В исследованиях, проведенных на дерново-подзолистой супесчаной почве с различными уровнями применения органических и минеральных удобрений при выращивании валерианы лекарственной, установлено, что продуктивность этой культуры и показатели качества корней и корневищ обуславливаются уровнем минерального питания и метеорологическими условиями вегетационного периода. Максимальная урожайность отмечена на фоне 90 т/га органических удобрений и высоком ($N_{120}P_{80}K_{160}$) уровне применения минеральных удобрений как в условиях нормального увлажнения, так и при недостатке влаги. При повышении уровня минеральных удобрений по всем вариантам опыта происходит повышение цифрового показателя качества. И если в отношении экстрактивности это можно расценивать с позитивной стороны, то рост зольности и содержания нитратов – как негативный момент.

THE INFLUENCE OF THE LEVEL OF MINERAL NUTRITION ON YIELD AND QUALITY OF VALERIANA OFFICINALIS ROOTS

S. A. Tarasenko¹, E. I. Darashkevich¹, O. M. Anufrik²

¹ – EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno, 28 Teshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by);

² – RUSE «The Grodno Zonal Institute of Plant Growing of the National Academy of Sciences of Belarus»

Schuchin, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 231513, Grodno region, Schuchin, 21 Akademicheskaja Str.; e-mail: gznii@tut.by)

Key words: *valeriana officinalis* (Valerian), roots and rhizomes, yield, return on fertilizers, chemical composition, extract, ash content, nitrates.

Summary. In studies for growing *Valeriana officinalis* carried out on sod-podzolic sandy loam soil with different levels of organic and mineral fertilizers it was found that the productivity of this plant and the quality indicators of roots and rhizomes are determined by the level of mineral nutrition and meteorological conditions of the growing period. The maximum yield was noted against the background of 90 t/ha of organic fertilizers and high ($N_{120}P_{80}K_{160}$) level of application of mineral fertilizers, both under normal moisture conditions and with a lack of moisture. With an increase in the level of mineral fertilizers for all variants of the experiment, the all indicators show growth. And if the growth of extractability can be interpreted from the positive side, then the increase in ash and nitrate content is a negative result.

(Поступила 01.06.2020 г.)

Введение. Валериана лекарственная (*Valeriana officinalis* L.) является одним из важнейших лекарственных растений, корни и корневища которой широко используются в официальной и народной медицине. Несмотря на большие достижения в области синтеза лекарственных препаратов, использование лекарственных растений, в т. ч. и валерианы, не только снижается, но и возрастает [1].

Важнейшим направлением обеспечения потребности Республики Беларусь в данном виде лекарственного сырья является возделывание валерианы в культуре, что позволяет повысить продуктивность и качество сырья этого растения и сохранить биологическое разнообразие данного вида в естественных ценозах.

Возделывание валерианы лекарственной в культуре привело к необходимости проведения комплекса исследований, направленных на изучение отношения этого растения к условиям произрастания и формирования урожайности и качества корней и корневищ в условиях интенсивного использования средств химизации [2].

Цель данного исследования – установление закономерности формирования урожайности и качества корней и корневищ валерианы лекарственной в зависимости от уровня минерального питания, создаваемого применением различных доз органических и минеральных удобрений.

Материал и методика исследований. Полевой опыт закладывался на опытном поле УО «Гродненский государственный аграрный университет» в 2016-2018 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на песчанистой связной супеси, подстилаемой с глубины 50 см мореным суглинком. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: гумус – 1,6 %, pH в KCl – 6,2; содержание P_2O_5 – 165, K_2O – 150 мг/кг почвы.

Схема опыта предусматривала изучение трех фонов органических удобрений (I-30, II-60 и III-90 тонн навоза КРС), на которых исследовались 5 возрастающих уровней минерального питания: 1) нулевой, 2) $N_{30}P_{20}K_{40}$ (низкий), 3) $N_{60}P_{40}K_{80}$ (средний), 4) $N_{90}P_{60}K_{120}$ (повышенный), 5) $N_{120}P_{80}K_{160}$ (высокий). Всего 15 вариантов (таблица 2).

Варианты опыта были размещены в 3-кратной повторности. Общая площадь делянки – 42 м² (2,8 x 15), площадь учетной делянки – 14 м² (1,4 x 10), что соответствовало требованиям методики полевого опыта. В образцах корней и корневищ валерианы лекарственной проводили определение качественных показателей сырья: экстрактивности, зольности и содержания нитратов по общепринятым методикам [3].

Результаты исследований и их обсуждение. За годы проведения исследований метеорологические условия вегетационного периода были различными. В 2016 и 2017 гг. – более благоприятные для выращивания валерианы: температурные и водные условия значительно не отличались между собой и от среднесезонных данных, что позволило представить изучаемые показатели как среднее из двух лет исследований. Гидротермический коэффициент (ГТК), рассчитанный по формуле Селянинова [4], в 2016 г. составил 1,28, в 2017 – 1,65 единицы (таблица 1).

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационного периода валерианы лекарственной, 2016-2018 гг.

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	ГТК
Температура воздуха, °C								
2016	8,0	15,4	18,2	18,5	17,7	14,1	5,8	1,28
2017	6,6	13,3	16,3	17,4	18,3	13,5	8,0	1,65
2018	11,4	17,2	18,3	20,2	20,0	15,1	8,6	1,07
норма	8,3	13,7	16,4	19,1	18,8	14,0	6,5	1,41

Продолжение таблицы 1

Осадки, мм							
2016	40	31	23	112	47	9	114
2017	56	6	78	83	88	79	73
2018	68	35	13	114	43	45	39
норма	40	51	76	77	74	50	42

В 2018 г. отмечался значительный дефицит осадков и повышенная температура воздуха. По всем месяцам вегетационного периода температура воздуха превышала среднегодовую на 1,1-3,5 °С, а количество осадков было меньше нормы на 3-63 мм (исключение апрель и июнь), что приводило к развитию почвенной засухи. ГТК составил 1,07 единиц при среднегодовом показателе 1,41. Принимая во внимание тот факт, что валериана лекарственная по водному режиму относится к растениям высокого требования к условиям влагообеспечения, этот год рассматривался отдельно.

В исследованиях установлено, что уровень минерального питания растений валерианы лекарственной является важнейшим фактором высокой продуктивности этой лекарственной культуры (таблица 2). В большой степени это проявляется в условиях нормального обеспечения растений влагой (2016-2017 гг.). Урожайность корней и корневищ валерианы лекарственной при совместном применении органических и минеральных удобрений на лучших вариантах достигла в среднем за 2016-2017 гг. 64,6-68,8 ц/га, в то время как в 2018 г. – всего 38,8-39,1 ц/га, что в 1,7-1,8 раза меньше. Одни органические удобрения в виде навоза КРС были менее эффективными, чем совместное их применение с минеральными. Повышение уровня применения органических удобрений с 30 до 60 и 90 т/га обеспечивало прибавку урожайности корней и корневищ 9,6-28,2 ц/га.

Таблица 2 – Урожайность корней и корневищ валерианы лекарственной, 2016-2018 гг. (ц/га)

Вариант опыта	2016 г.	2017 г.	Среднее 2016-2017 гг.	2018 г.
1	2	3	4	5
1. Фон I – 30 т/га навоза	32,2	34,6	33,4	26,4
2. Фон I + N ₃₀ P ₂₀ K ₄₀	33,6	35,9	34,8	27,9
3. Фон I + N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	39,4	42,4	40,9	32,9
4. Фон I + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	47,2	49,8	48,5	35,2
5. Фон I + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₆₀	53,1	55,2	54,2	38,6
6. Фон II – 60 т/га навоза	42,3	43,6	43,0	26,7
7. Фон II + N ₃₀ P ₂₀ K ₄₀	45,1	43,2	44,2	27,3
8. Фон II + N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	49,7	48,5	49,1	33,4
9. Фон II + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	60,0	58,1	59,1	36,6
10. Фон II + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₆₀	62,6	60,5	61,6	38,8
11. Фон III – 90 т/га навоза	51,3	52,2	51,8	27,1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
12. Фон III + N ₃₀ P ₂₀ K ₄₀	52,4	53,6	53,0	27,5
13. Фон III + N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	57,1	56,9	57,0	34,9
14. Фон III + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	64,0	65,2	64,6	36,8
15. Фон III + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₆₀	68,1	69,0	68,6	39,1
НСР ₀₅	5,7	5,2		3,0

Максимальная урожайность корней и корневищ получена при совместном применении 90 т/га навоза и самой высокой дозы минеральных удобрений (N₁₂₀P₈₀K₁₆₀) как в 2016-2017 гг., так и в 2018 г. На других фонах (30 и 60 т/га) органические удобрения при совместном внесении их с минеральными удобрениями обеспечивали более низкую урожайность.

Агрономическая эффективность использования минеральных удобрений на посадках валерианы лекарственной определяется как прибавкой урожайности, так и окупаемостью 1 кг действующего вещества (таблица 3).

В условиях нормального водного режима повышение доз минеральных удобрений с N₃₀P₂₀K₄₀ до N₁₂₀P₈₀K₁₆₀ приводило к росту их эффективности. Максимальная же прибавка от минеральных удобрений получена при применении N₁₂₀P₈₀K₁₆₀. На фоне 30 т/га навоза она составила 20,8, на фоне 60 т/га – 18,6, на фоне 90 т/га – 12,8 ц/га, или 60, 43 и 25 % к фону. Как видно из представленных в таблице 3 данных, при повышении уровня органических удобрений эффективность минеральных снижается.

В условиях засухи (2018 г.) отмеченные закономерности в действии минеральных удобрений были аналогичными, однако абсолютные показатели их эффективности были ниже. Так, прибавки урожайности на первом фоне навоза составили 1,5-12,2, на втором – 0,6-12,1, на третьем – 0,4-12,0 ц/га, в то время как при благоприятных условиях соответственно 1,4-20,8, 1,2-18,6, 1,2-16,8 ц/га.

Важнейшим агрономическим показателем эффективности использования минеральных удобрений является окупаемость 1 кг НРК полученной продукцией (в данном случае – корнями и корневищами валерианы). Установлено, что в 2016-2017 гг. максимальный уровень окупаемости НРК получен при применении повышенного и высокого уровня минерального питания – N₉₀P₆₀K₁₂₀ и N₁₂₀P₈₀K₁₆₀. На первом фоне навоза – 5,77 (высокий уровень), на втором – 5,96 (повышенный уровень) и на третьем – 4,67 (высокий уровень) кг корней и корневищ на 1 кг НРК. В 2018 г. окупаемость 1 кг НРК была значительно ниже и изменялась от 0,44 до 4,33 кг корней и корневищ. Максимальный показатель окупаемости был отмечен на третьем фоне при применении

среднего уровня минерального питания – $N_{60}P_{40}K_{80}$. Это связано с недостатком влаги, когда действие высоких и повышенных доз минеральных удобрений не смогло проявиться в достаточной степени.

Таблица 3 – Агрономическая эффективность минеральных удобрений на посадках валерианы лекарственной, 2016-2018 гг.

Вариант опыта	Среднее 2016-2017 гг.			2018 г.		
	прибавка к фону		окупаемость NPK	прибавка к фону		окупаемость NPK
	ц/га	%		ц/га	%	
1. Фон I – 30 т/га навоза	-	-	-	-	-	-
2. Фон I + $N_{30}P_{20}K_{40}$	1,4	4	1,56	1,5	6	1,67
3. Фон I + $N_{60}P_{40}K_{80}$	7,5	22	4,17	6,5	25	3,61
4. Фон I + $N_{90}P_{60}K_{120}$	15,1	44	5,59	8,8	33	3,25
5. Фон I + $N_{120}P_{80}K_{160}$	20,8	60	5,77	12,2	46	3,33
6. Фон II – 60 т/га навоза	-	-	-	-	-	-
7. Фон II + $N_{30}P_{20}K_{40}$	1,2	3	1,33	0,6	2	0,67
8. Фон II + $N_{60}P_{40}K_{80}$	6,1	14	3,38	6,7	25	3,72
9. Фон II + $N_{90}P_{60}K_{120}$	16,1	37	5,96	9,9	37	3,67
10. Фон II + $N_{120}P_{80}K_{160}$	18,6	43	5,16	12,1	45	3,36
11. Фон III – 90 т/га навоза	-	-	-	-	-	-
12. Фон III + $N_{30}P_{20}K_{40}$	1,2	2	1,33	0,4	1	0,44
13. Фон III + $N_{60}P_{40}K_{80}$	5,2	10	2,89	7,8	29	4,33
14. Фон III + $N_{90}P_{60}K_{120}$	12,8	25	4,57	9,7	36	3,59
15. Фон III + $N_{120}P_{80}K_{160}$	16,8	32	4,67	12,0	44	3,33

Одним из важнейших параметров качества лекарственного растительного сырья является его экстрактивность, стандартный показатель которого для корней и корневищ валерианы лекарственной по требованиям фармакопеи должен составлять не менее 25 % [5]. Под экстрактивными веществами понимают массу сухого остатка после упаривания вытяжки из лекарственного растительного сырья, полученной с помощью конкретного растворителя. Определение экстрактивных веществ в сырье проводят в тех случаях, когда на организм человека действует комплекс биологически активных соединений, а не отдельное химическое вещество.

Лекарственное растительное сырье содержит также и минеральные элементы, определенное количество которых является условием получения качественной продукции. Содержание общей золы не должно превышать 13 % (измельченное сырье) [5, 6]. Таким образом, зольность характеризует накопление всех элементов минерального питания, исключая органогены (C, O, H, N), которые при сжигании улетучиваются.

Содержание нитратов в растениеводческой продукции служит показателем качества при ее реализации на основании применяемых в Республике Беларусь предельно допустимых количеств (ПДК) этих

соединений. Однако содержание нитратов в лекарственном растительном сырье не нормируется, поэтому доброкачественность сырья по этому показателю может быть оценена косвенно. Принимая во внимание предельную норму потребления нитратов человеком в сутки около 200 мг [7] и фактическое содержание их в корнях и корневищах валерианы (таблица 4), видим, что для превышения предельных количеств нитратов общее потребление лекарственного растительного сырья валерианы лекарственной в течение суток должно достигать более 1-2 кг, что является абсолютно нереальным.

Таблица 4 – Качество корней и корневищ валерианы лекарственной, 2016-2018 гг.

Вариант опыта	Среднее 2016-2017 гг.			2018 г.		
	1*	2	3	1	2	3
90 т/га навоза – Фон	37,2	7,2	38,0	42,1	13,2	87,3
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₄₀	38,4	10,5	47,5	42,8	15,8	96,5
Фон + N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	39,6	12,7	48,1	43,3	15,9	96,4
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	40,3	13,9	49,3	43,3	16,2	97,2
Фон + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₆₀	40,9	14,8	50,6	43,7	16,2	97,2

*Примечание – * 1 – экстрактивность, %; 2 – зольность, %; 3 – нитраты, мг/кг*

В наших исследованиях установлено, что качество лекарственного растительного сырья валерианы определялось, прежде всего, уровнем минерального питания и метеорологическими условиями вегетационного периода данной культуры. В условиях недостатка влаги все показатели качества корней и корневищ и по всем вариантам были выше, чем при нормальных условиях увлажнения. Экстрактивность – на 7-13, зольность – на 9-83, содержание нитратов – на 92-130 %. Это связано с явлением «ростового разбавления», когда в условиях «аридного» климата происходит концентрация всех веществ и элементов в сельскохозяйственной продукции.

При повышении доз минеральных удобрений по всем вариантам опыта происходит повышение цифрового показателя качества. И если в отношении экстрактивности это можно расценивать с позитивной стороны, то рост зольности и содержания нитратов – как негативный момент. Так, в условиях достаточного увлажнения рост экстрактивности корней и корневищ, по сравнению с фоном, составил 3-10, зольности – 46-106, содержания нитратов – 25-33 %, в условиях недостатка влаги – соответственно 2-4, 20-23 и 10-11 %.

В целом, учитывая требования фармакопеи [5], можно сделать вывод о высоком качестве лекарственного растительного сырья валерианы, полученного в условиях совместного применения органических (90 т/га навоза) и возрастающих доз минеральных удобрений в отно-

шении экстрактивности и содержания нитратов. Что касается зольности, то при повышенном и высоком уровне применения минеральных удобрений (в условиях нормального увлажнения) и при всех уровнях в условиях засухи содержание золы в корнях и корневищах валерианы превысило допустимые концентрации (13 %).

Заключение. Таким образом, урожайность и качество корней и корневищ валерианы лекарственной зависит от уровня минерального питания, формируемого за счет применения органических и минеральных удобрений, и метеорологических условий вегетационного периода этой культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасенко, С. А. Физиолого-биохимические основы высокой продуктивности лекарственных растений в агроценозах: моногр. / С. А. Тарасенко, С. В. Брилева, О. А. Белоус; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Учреждение образования «Гродн. гос. аграр. ун-т». – Гродно, 2008. – 178 с.
2. Тарасенко, С. А. Физиолого-агрохимические особенности высокоинтенсивного продукционного процесса сельскохозяйственных культур в западном регионе Беларуси: монография / С. А. Тарасенко. – Гродно: ГГАУ, 2013. – 274 с.
3. Тарасенко, С. А. Физиология и биохимия растений. Лабораторный практикум: учебное пособие / С. А. Тарасенко, Е. И. Дорошкевич. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 196 с.
4. Коэффициент Г. Т. Селянинова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wiki2.org/ru>. Дата доступа: 31.08.2020.
5. Государственная фармакопея СССР. – 11-е изд. – М., 1989. – Вып. 2: Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. – 400 с.
6. Растения для нас: справ. изд. / К. Ф. Блинова [и др.]; под ред. Г. П. Яковлева, К. Ф. Блиновой. – Спб.: Учеб. кн., 1996. – 653 с.
7. Тиво, П. Ф. Нитраты: слухи и реальность / П. Ф. Тиво, Л. А. Саскевич. – Минск: Ураджай, 1990. – 150 с.

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ	
Ануфрик О. М., Тарасенко С. А. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ВАЛЕРИАНЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ	3
Белоус О. А., Кравчик Е. Г. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОРТОВ (ГИБРИДОВ) ТОМАТА ДЛЯ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА	9
Бруйло А. С., Чайчиц А. В. ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ МАЛИНЫ РЕМОНТАНТНОЙ. (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)	16
Брукиш Д. А., Матиевская Н. А. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТЫ ЧЕСНОКА ОЗИМОГО ОТ ГНИЛЕЙ	25
Бученков И. Э., Чернецкая А. Г., Грицкевич Е. Р. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЯГОД АЛЛОТЕТРАПЛОИДНЫХ ФОРМ RIBES NIGRUM L. X GROSSULARIA RECLINATA MILL.	30
Буштевич В. Н., Позняк Е. И., Дашкевич М. А. ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА И СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В ЗЕРНЕ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ И ОБРАЗЦОВ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ	37
Воробьев В. Б., Булавин Л. А., Скируха А. Ч., Гвоздов А. П., Леонов Ф. Н., Степук Л. Я. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОВТОРНОГО ИЗВЕСТКОВАНИЯ СЛАБОКИСЛЫХ ПОЧВ	45
Гриб С. И., Буштевич В. Н., Дашкевич М. А., Позняк Е. П., Гавриленко В. П. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО НА ЗЕЛЕНый КОРМ ПРИ РАЗНЫХ СРОКАХ СКАШИВАНИЯ	55
Дудук А. А., Тарасенко П. Л., Таранда Н. И. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ПЛОДОСМЕННОМ СЕВООБОРОТЕ	65
Линьков В. В. АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ АГРОНОМИЧЕСКИХ, ЗООТЕХНИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИВИДОВОЙ КОРМОСМЕСИ ОДНОЛЕТНИХ АГРОКУЛЬТУР (ПО МАТЕРИАЛАМ ПАТЕНТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)	72
Лукьянюк Н. А. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОРНОГО ЦЕНОЗА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	81
Лукьянюк Н. А., Турук Е. В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДОВ НА САХАРНОЙ СВЕКЛЕ В БАКОВЫХ СМЕСЯХ	90

Мыслыва Т. Н. ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ПОЧВЕ КИСЛОТОРАСТВОРИМОЙ МЕДИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ГЕОСТАТИСТИКИ	99
Поморова Ю. Ю., Серова Ю. М., Бескоровайный Д. В., Пятовский В. В., Болховитина Ю. С. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ БЕЛКОВОГО КОМПЛЕКСА КОНДИТЕРСКИХ СОРТОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА СЕЛЕКЦИИ ВНИИМК	110
Поморова Ю. Ю., Серова Ю. М., Бескоровайный Д. В., Пятовский В. В., Болховитина Ю. С. ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПРОТЕИНА СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА	118
Порхунцова О. А. БИОПРЕПАРАТЫ КАК ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ДВУРЯДНОГО	124
Сачивко Т. В., Коваленко Н. А., Супиченко Г. Н., Босак В. Н., Наумов М. В. КОМПОНЕНТНЫЙ И ЭНАНТИОМЕРНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ДУШИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ	133
Свиридов А. В., Коломнец Э. И., Коженевский О. Ч., Мандрик М. Н., Дудук А. А., Шмыга Е. Ю. ВЛИЯНИЕ МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА БИОПРОДУКТИН НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ, ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОСЕВОВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО	140
Седляр Ф. Ф., Андрусевич М. П. ВЛИЯНИЕ ДОЗ ВНЕСЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА АГРОНАН НА УРОЖАЙНОСТЬ МАСЛОСЕМЯН ОЗИМОЙ СУРЕПИЦЫ	150
Седляр Ф. Ф., Андрусевич М. П., Гончарук В. А. ВЛИЯНИЕ ДОЗ ВНЕСЕНИЯ БИОСТИМУЛЯТОРА МЕГАФОЛ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО МАСЛОСЕМЯН ОЗИМОГО РАПСА	158
Сергиевич Д. С., Игнатовец О. С., Минаковский А. Ф., Босак В. Н., Дормешкин О. Б. ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ПОЧВЕННЫХ ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩИХ БАКТЕРИЙ ДЛЯ АКТИВАЦИИ ПРИРОДНЫХ ФОСФОРИТОВ	167
Синевич Т. Г., Гончарук В. А., Телеш В. А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	178
Тарасенко С. А., Дорошкевич Е. И., Ануфрик О. М. УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КОРНЕЙ И КОРНЕВИЩ ВАЛЕРИАНЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ	185

Научное издание

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО –
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Сборник научных трудов

Основан в 2003 году

Том 51

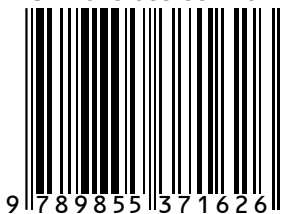
АГРОНОМИЯ

Ответственный за выпуск О. Г. Тимошенко
Корректор Л. Б. Иодель
Компьютерная верстка: Е. Н. Гайса

Подписано в печать 23.11.2020.
Формат 60х84/16. Бумага офсетная.
Печать Riso. Усл. печ. л. 11,39. Уч.-изд. л. 12,48.
Тираж 100 экз. Заказ 5257

Издатель и полиграфическое исполнение:

ISBN 978-985-537-162-6



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.

