

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 55

АГРОНОМИЯ

Гродно
ГГАУ
2021

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),
М. Г. Величко, В. М. Голушко, Ю. А. Горбунов, Г. А. Жолик,
М. А. Кадыров, А. В. Кильчевский, К. В. Коледа,
В. В. Малашко, В. А. Медведский,
Е. А. Пилипенко, А. П. Шпак, Н. С. Яковчик

АГРОНОМИЯ

УДК 633 (476) (082)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ УЗКОПРОФИЛЬНЫХ ГРЯД ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СТОЛОВЫХ КОРНЕПЛОДОВ В РЕЖИМЕ ЭКОЛОГИЗИРОВАННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

А. А. Аутко

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

***Ключевые слова:** овощные культуры, почва, технологические параметры, применения узкопрофильных гряд, микроорганизмы, урожайность.*

***Аннотация.** Эффективность профилирования поверхности почвы в виде узкопрофильных гряд и их влияние на водно-физические и микробиологические свойства. Также представлена информация о физических показателях объемов узкопрофильных гряд в зависимости от их параметров. Показано комплексное влияние рыхления почвы в зоне формирования гряд в сочетании с их высотой на урожайность и качество столовых корнеплодов моркови и свеклы, систематизирована эффективность узкопрофильных гряд при возделывании овощных культур.*

PARAMETERS' OPTIMIZATION OF NARROW-PROFILE SEEDBEDS WITHIN THE FOOD ROOT VEGETABLES CULTIVATION IN THE ECO-FARMING

A. Autko

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

***Key words:** vegetable crops, soil, technological parameters of narrow-profile seedbeds usage, microorganisms, productivity.*

***Summary.** Efficiency of soil surface profiling in the form of narrow-profile seedbeds and their influence on water-physical and microbiological characteristics. There is also information about physical indicators of the narrow-profile seedbeds volume, depending on their parameters. It is shown the complex influence of tilling in the formation zone of seedbeds in combination with their height on the productivity and quality of food root vegetables of carrots and beets; the efficiency of narrow-profile seedbeds within the vegetable crops cultivation is systematized.*

(Поступила в редакцию 04.07.2021 г.)

Введение. Большинство применяемых технологий возделывания овощных культур сопровождается интенсивной пестицидной нагрузкой, которая в значительной степени оказывает негативное влияние на плодородие почвы и качество овощной продукции. Одним из значимых факторов, способствующих возделыванию этих культур в системе экологизированного земледелия, является применение в технологическом процессе профилированной поверхности почвы в виде узкопрофильных трапецевидных гряд [2].

Цель работы – оптимизировать параметры узкопрофильных гряд и определить их влияние на урожайность и качество столовых корнеплодов, возделываемых в системе экологизированного земледелия.

Материал и методика исследований. Исследования проводились на опытных полях РУП «Институт овощеводства НАН Беларуси» в Минском районе в 2002-2006 гг. и расчеты параметров узкопрофильных гряд с учетом усовершенствованной конструкции агрегата универсального АУ-М1 в течение 2019-2021 гг. в УО «ГГАУ».

Почва дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Основные агрохимические свойства пахотного слоя почвы (0-25 см) опытных участков следующие: гумус – 2,80-2,95 %; pH_{KCl} – 6,4-6,9; подвижные формы P_2O_5 и K_2O – соответственно 300-350 и 365-410 мг/кг. Агрометеорологические условия в период проведения исследований были различными. Среднесуточная температура воздуха за вегетационный период (май-август) незначительно отклонялась от средних многолетних значений.

Поставленные задачи решали путем проведения лабораторных и полевых опытов.

Биохимическая оценка качества продукции проводилась согласно методике полевого опыта в овощеводстве [3, 5].

Результаты исследований и их обсуждение.

Особенности возделывания овощных культур по гребневым технологиям отражены авторами в ряде работ [1, 4].

При оценке физико-механических свойств почвы на ровной и профилированной поверхности почвы было установлено различие показателей в середине вегетационного периода в слое пахотного горизонта при возделывании столовых корнеплодов.

На ровной поверхности плотность слоя почвы в середине составила 2,1 кг/см², что превышало оптимальную ее плотность.

В узкопрофильных грядах этот показатель находился на уровне 1,13 кг/м², что способствовало росту и развитию корнеплодов, особенно моркови. Влажность почвы на узкопрофильных грядах была ниже

на 2,4 %, чем на ровной поверхности. Температурный режим почвы очень значимый при возделывании ранней овощной продукции. Температура почвы в слое 0-15 см в грядах составила выше на 28,0 %, а на ровной поверхности она была ниже на 3,2 %. Особенно эти показатели различались в слое почвы 5-10 см и 10-15 см, где температура почвы снижалась на 4,9 °С в слое почвы 10-15 см, соответственно этот показатель различался на 4,6 °С (рисунок 1).

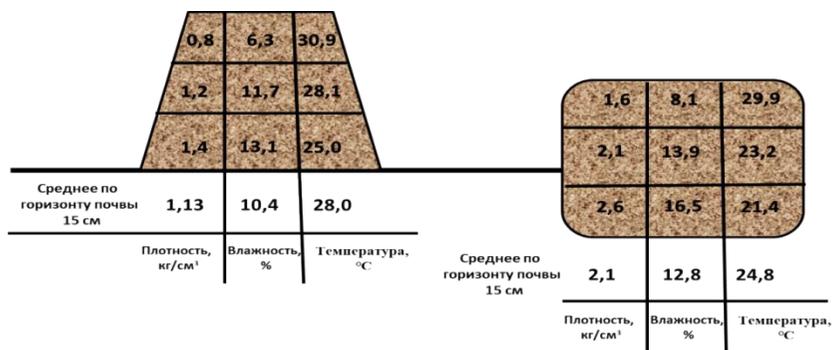


Рисунок 1 – Водно-физические показатели в узкопрофильных грядах и междурядьях на глубине 5, 10, 15 см



Рисунок 2 – Физические и микробиологические показатели в зависимости от высоты узкопрофильных гряд

Проведенные исследования микробиологической активности почвы в узкопрофильных грядах, имеющих различную высоту, показали, что общая биогенность почвы значительно изменялась с увеличением высоты гряд (рисунок 2).

Так, общая биогенность почвы при высоте гряд 10 см составляла $25,7 \times 10^6$ КОЕ/г абс. сух., с повышением высоты гряд до 10 и 15 см она возросла соответственно в 1,2-2,5 раза.

Содержание олигонитрофильных бактерий были наиболее высоки при высоте гряд 18 см, и их количество возросло в почве по мере повышения высоты гряд на 1,2 раза.

Численность аммонификаторов в почве находилась на уровне $1,22-2,29 \times 10^6$, что возросло в 1,8 раза на более высоких грядах.

Количество целлюлозоразрушающих бактерий возросло на 1,5 раза также на высоких грядах. Это объясняется тем, что в высоких грядах почва более насыщена кислородом и содержит больше органических и минеральных веществ.

Были проведены исследования по оптимизации параметров узкопрофильных гряд при их формировании агрегатом универсальным АУ-М1.

При проведении исследований по оптимизации параметров образования узкопрофильных гряд агрегатом универсальным АУ-М1 были установлены с учетом высоты формируемых гряд почвы глубина смещаемого слоя, объем смещаемой почвы и объем сформированных гряд (таблица и рисунки 3, 4).

Таблица – Параметры перемещения объемов почвы и размеров образуемых узкопрофильных гряд

Ширина гряды сверху b, см	Высота гряды Н, см	Глубина смещаемого слоя почвы, см	Объем гряды, м ³ /га	Смещенный объем почвы	
				м ³ /га	%
20	10	3,6	360	209	58,1
20	15	6,1	610	311	60,0
20	20	9,1	907	403	44,4
20	25	12,5	1250	479	38,3
25	10	4,3	427	222	52,0
25	15	7,1	710	322	45,4
25	20	10,4	1040	406	39,0

Так, при формировании узкопрофильных гряд, имеющих ширину сверху 20 см и высоту гряд 10, 15, 20, 25 см, необходимо устанавливать рабочие органы на глубину соответственно 3,6-9,1-12,5 см.

В результате образуемый объем гряд с различным их профилем составляет соответственно 360-610-907-1250 м³/га. При этом происходит перемещение почвы – соответственно 209, 311, 403, 479 м³.

Полученные данные позволяют настраивать рабочие органы агрегата универсального АУ-М1 для формирования заданных параметров узкопрофильных гряд.

На схемах (рисунок 3) показаны сформированные узкопрофильные гряды с различной высотой – от 10 до 25 см – при ширине их поверхности 20 см.

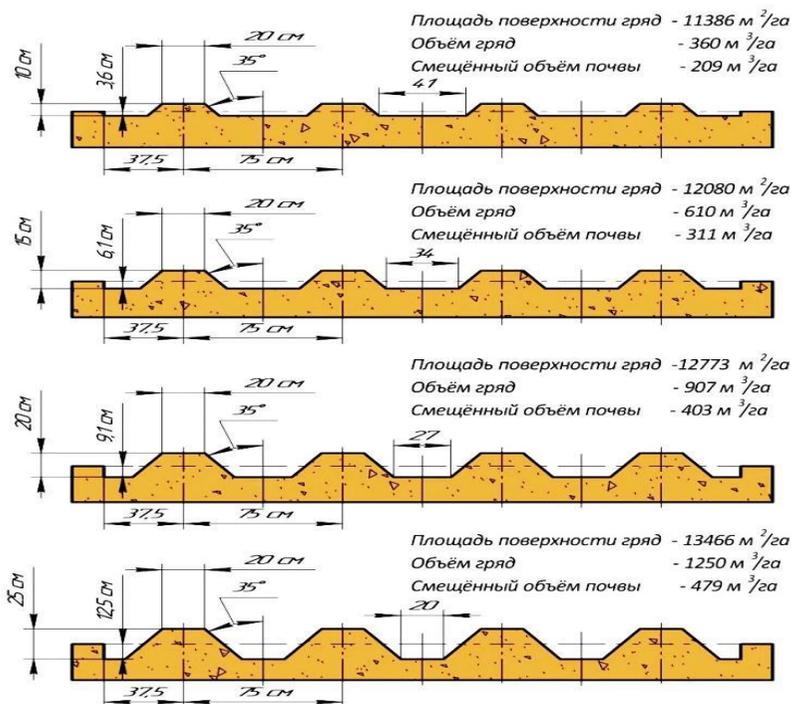


Рисунок 3 – Схемы узкопрофильных гряд с шириной на поверхности 20 см

Эти схемы приемлемы для корнеплодных овощных культур. Более низкая высота гряд приемлема для овощных культур, которые формируют корнеплоды на поверхности почвы, например, свекла столовая, редька, редис и т. д., а также пряноароматических и лекарственных растений. Для выращивания моркови лучше высокие гряды.

На рисунке 4 показаны схемы узкопрофильных гряд с шириной на поверхности 25 см.

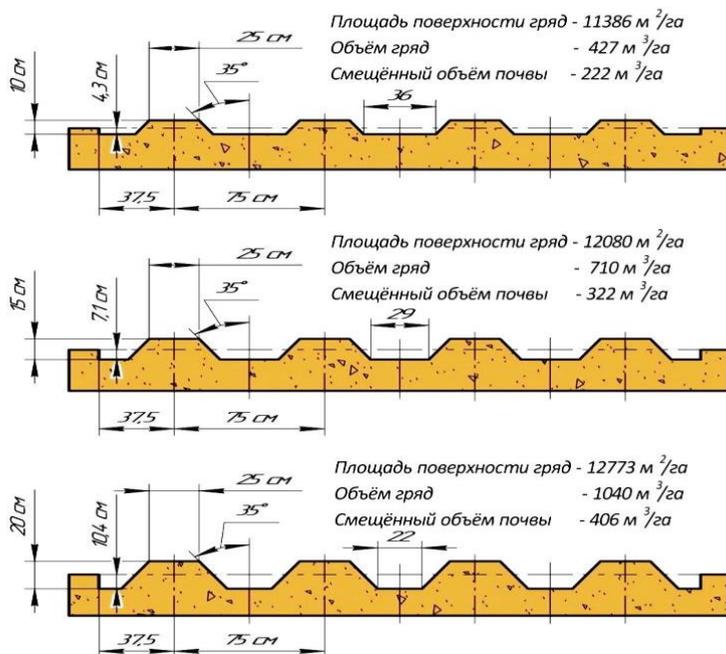


Рисунок 4 – Схемы узкопрофильных гряд с шириной на поверхности 25 см

Такая схема необходима при выращивании овощных культур двухстрочным способом, например, перцы, баклажаны, томат, лук на севок и на перо. При этом площадь поверхности гряд при высоте 10 см составляет 11 386 м²/га, по мере увеличения высоты площадь поверхности гряд возрастает. Так, при высоте гряд 25 см площадь их поверхности составляет 13466 м²/га, или на 18,2 % больше.

Оптимизируя физические параметры узкопрофильных гряд почвы, было изучено влияние способов рыхления ее в зоне расположения гряд и без рыхления на урожайность и качество продукции столовых корнеплодов.

Установлено, что при проведении рыхления почвы перед формированием гряд при различной их высоте отмечено повышение урожайности. Так, при возделывании свеклы столовой на грядах высотой 10 см при рыхлении почвы под грядами урожайность составила 490 ц/га и возросла на 29 %, при высоте гряд 15 и 20 см – соответственно на 20,8 и 11,0 %. Урожайность моркови увеличилась при высоте гряд 10 см на 26,2 %, а при высоте 15 и 20 см увеличилась на 23,6 и 25,1 %.

Отмечено, что для возделывания свеклы столовой наиболее эффективным оказалась высотой гряд 10 см, где была получена урожайность 587 ц/га на фоне предварительного рыхления почвы под грядами. При увеличении высоты гряд до 15 и 20 см наблюдалось снижение урожайности на 17,6 и 39,1 %.

Возделывание моркови наиболее эффективно при высоте гряд 15 см, где была получена урожайность 586 ц/га, что на 20,5 % выше, чем при ее возделывании на грядах высотой 10 см.

Содержание нитратного азота у корнеплодов свеклы столовой снижалась при увеличении высоты гряд. Самое низкое содержание нитратного азота 376 мг отмечено у корнеплодов возделываемых при высоте гряд 20 см, размещенных на почве без предварительного рыхления.

У корнеплодов моркови содержание нитратов уменьшалось с повышением гряд с 206 до 59 мг.

Все эти показатели необходимо учитывать с учетом назначения выращиваемой овощной продукции для употребления в свежем виде, промышленной переработки, изготовления детского питания и т. д.

Содержание сахаров, суммы P, K, Ca, Mg, Na представлены на рисунках 5 и 6.

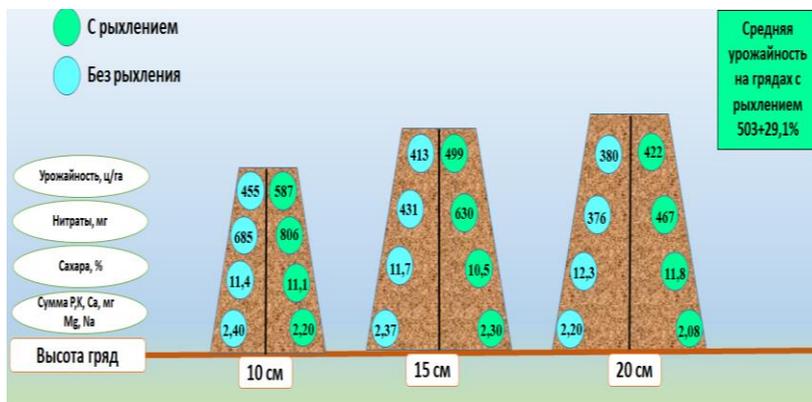


Рисунок 5 – Влияние узкопрофильных гряд на качество и урожайность свеклы столовой

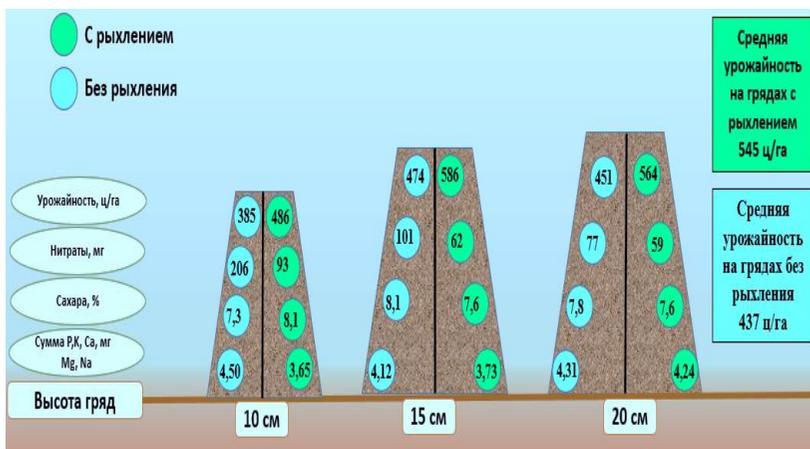


Рисунок 6 – Влияние узкопрофильных гряд на качество и урожайность моркови

При возделывании овощных культур на трапециевидных грядах технологические операции по их формированию и обработке тождественны для основных видов овощных культур.

Проведенные исследования в РУП «Институт овощеводства» по влиянию узкопрофильных гряд, на поверхности почвы без рыхления, а также на почве с предварительным рыхлением на глубину 10-20 см показывают, что от способа формирования гряд в значительной степени зависит урожайность и качество корнеплодов моркови.

Возделывание столовых корнеплодов, а также и других сельскохозяйственных культур на узкопрофильных грядах обеспечивает также многосторонний эффект который представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Эффективность использования узкопрофильных гряд

Заключение. Таким образом, полученные данные по профилированию узкопрофильных гряд обеспечивают возможность осуществить оптимальную настройку агрегата универсального АУ-М1 для различных овощных культур, а также пряноароматических и лекарственных растений.

Анализ составляющих использования узкопрофильных гряд показывает многопозиционную их эффективность и создает условия производства возделываемых овощных культур в режиме экологизированного земледелия и возможности прогнозирования качества и количество получаемой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко, А. А. Комплекс машин и оборудования для овощеводства в Республике Беларусь / А. А. Аутко // Вестник овощевода. – 2012. – № 6. – С. 8-13.

2. Аутко, А. А. Современные технологии в овощеводстве / А. А. Аутко, Ю. М. Забара, Г. И. Гануш. – Минск: Беларусь. навука, 2012. – 490 с.
3. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – М., Россельхозакадемия, 2011. – 648 с.
4. Ермаков, Н. Ф. Гребневая технология выращивания корнеплодов моркови / Н. Ф. Ермаков; под общ. ред. С. С. Литвинова // Современные технологии и новые машины в овощеводстве: материалы междунар. науч.-практ. конф. / Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства. – М., 2007. – С. 115-117.
5. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / В. Ф. Белик [и др.]. – М., Агропромиздат, 1992. – 318 с.

УДК 633.15:631.527.8:303.723

ОЦЕНКА СКОРОСПЕЛОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ КОМПАНИИ «СИНГЕНТА» ПО ФАО

А. З. Богданов¹, Д. В. Лужинский¹, С. С. Небышинец²

¹ – РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 222164,
г. Жодино, ул. Тимирязева, 1; e-mail: corn.2019@yandex.ru);

² – Представительство компании «Syngenta»
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220007,
г. Минск, ул. Могилевская, д. 39а, оф. 403; e-mail:
sjarhei.nebyshynets@syngenta.com)

***Ключевые слова:** кукуруза, гибрид, скороспелость, ФАО.*

***Аннотация.** На основании данных исследований за 2019-2020 гг. в условиях центральной зоны Беларуси проведен анализ соответствия заявленного компанией «Сингента» числа ФАО по четырем показателям: содержанию сухого вещества в растениях кукурузы (при уборке на силос), влажности зерна (при уборке на зерно), продолжительности периода от всходов до цветения початков и количеству листьев на 1 растении. Выявлено, что три первых показателя более точно отражают предложенное оригинатором число ФАО. По некоторым гибридам число ФАО при возделывании на зерно на 15-30 единиц меньше числа ФАО, установленного при возделывании на силос, что свидетельствует о хорошей отдаче влаги зерном.*

THE ASSESSMENT OF THE EARLY MATURITY OF MAIZE HYBRIDS OF THE COMPANY «SYNGENTA» ACCORDING TO THE FAO

A. Z. Bogdanov¹, D. V. Luzhinsky¹, S. S. Nebyshynets²

¹ – RUE «Research and Practical Center of National Academy of Sciences of the Republic of Belarus for Arable Farming»

Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222164, Zhodino, 1 Timiryazeva str.; e-mail: corn.2019@yandex.ru);

² – Representative office of «Syngenta» company
Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220007, Minsk, 39a Mogilevskaya str.; e-mail: siarhei.nebyshynets@syngenta.com)

Key words: maize, hybrid, early maturity, FAO.

Summary. Based on research data for 2019-2020 in the central zone of Belarus, conducted analysis of the compliance claimed the number of FAO by Syngenta by four indicators: dry matter content in maize plants (when harvesting for silage), grain moisture (when harvesting for grain), duration of the period from germination to flowering of cobs of maize and the number of leaves of one plant. It was found that the first three indicators most accurately reflect the number of FAO proposed by the originator. For some hybrids, the number of FAO when cultivated for grain is 15 – 30 units less than the number of FAO established for cultivation for silage, which indicates a good moisture yield in grain.

(Поступила в редакцию 01.06.2021 г.)

Введение. Классификация биотипов кукурузы по скороспелости необходима для обоснованного подбора гибридов с учетом агроклиматических условий. Сложность данного вопроса заключается в том, что адаптация и связанная с ней скороспелость гибридов находится в сильной зависимости от теплообеспеченности и длины дня конкретной зоны, где они выращиваются [1].

Международной организацией по сельскому хозяйству и продовольствию при ООН (ФАО) для сравнения отдельных гибридов, возделываемых в разных странах, была разработана шкала скороспелости, разделенная на 9 групп [2]. Каждый класс обозначен числом. Наиболее скороспелые гибриды отнесены к классу от 100 до 199, наиболее позднеспелые – к классу от 900 до 999. Для каждого класса в качестве стандарта был взят известный гибрид. Удобство подсчета числа ФАО позволило выстроить стройную систему определения скороспелости гибридов. Например, если два стандартных гибрида с ФАО 160 и 240 при уборке имели влажность зерна 20 и 25 %, то вновь созданному гибриду, который показал влажность зерна 22 %, следует присвоить число ФАО 190. Оно получено на основании следующих расчетов: $(240-160) : (25-20) \times (22-20) + 160 = 192$ [3]. За основу расчета может браться не только влажность зерна, но и содержание сухого вещества в растении (при выращивании на силос) или другие показатели скороспелости. Вполне может быть, что у одного и того же гибрида развитие початка и листостебельной массы (за счет эффекта «stay green», с одной стороны, и быстрой влагоотдачи зерном, с другой) может идти не одновременно. По этой причине у одного и того же гибрида может быть разное число

ФАО, исходя из целевого использования. К тому же подсчет числа ФАО был разработан в «кукурузном поясе» США, где выращиваются относительно позднеспелые гибриды. Что касается более ранних групп спелости (ФАО 100-300), то при продвижении их на север развитие гибридов может быть непредсказуемым, что в сильной степени связано с генетическим происхождением и их реакцией на холод. Замечено, что растения теплолюбивых гибридов в холодные годы значительно задерживают свое развитие. Поэтому созданный в одной климатической зоне гибрид не всегда проявляет себя аналогично и в другой. Есть ряд и других причин несоответствия скороспелости числу ФАО. Подсчет числа ФАО в разных странах может отличаться, поскольку нет единых стандартов, на чем базируется предложенная ФАО классификация. Поэтому адекватная оценка скороспелости может быть получена изучением гибрида в тех условиях, где предполагается его использование, с применением комплекса критериев, объединенных общей шкалой [4].

Цель работы – оценить скороспелость гибридов кукурузы компании «Сингента» по числу ФАО.

Материал и методика исследований. Анализ проведен по 13 гибридам компании «Сингента», изучавшихся в конкурсном испытании в 2019-2020 гг. Опыт размещался на дерново-подзолистой связносупесчаной почве при бессменном возделывании кукурузы. Сев проведен в третьей декаде апреля, всходы отмечены в середине мая, учет урожая осуществлен в первой декаде октября. От сева до уборки сумма эффективных температур (выше 10 °С) составила 1002 °С в 2019 г. и 943 °С в 2020 г. при среднемноголетнем показателе за последние 30 лет 901 °С. Отличительной особенностью этих двух лет является то, что первая половина 2019 г. по температурным условиям оказалась благоприятной для роста и развития культуры. Исследования осуществлялись в соответствии с «Методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой» [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Фаза цветения початков в 2019 г. наступила через 72-78 суток вегетации, а в 2020 г. – через 77-82 суток, что можно объяснить более низкой на 1 °С среднесуточной температурой воздуха. В совокупности с более поздним появлением всходов наступление календарных сроков фазы цветения початков в 2020 г. сдвинулось в среднем на 9 суток и, несмотря на дальнейшую теплую погоду, растения к уборке накопили на 4,1 % меньше сухого вещества и содержали в зерне на 2,1 % больше влаги по отношению к 2019 г. (таблица 1).

Гибриды компании «Сингента» выровнены по количеству листьев на 1 растении, которое практически не различалось по годам исследований ($r = 0,94$). Так, в 2019 г. количество листьев находилось в пределах 15,5-19,0 шт., в 2020 г. – 15,4-19,2 шт. В оба года наименьшее количество листьев было у гибрида СИ Абелардо, а наибольшее – у гибрида СИ Фортаго.

По данным корреляционного анализа (таблица 2), количество листьев находилось в тесной зависимости с содержанием сухого вещества в растении ($r = -0,73$ в 2019 г. и $r = -0,83$ в 2020 г.) и с влажностью зерна ($r = 0,86$ и $0,84$ соответственно). В среднем за 2 года данные показатели имели также сильную корреляционную зависимость ($r = -0,81$ и $0,87$ соответственно).

Таблица 1 – Исходные данные скороспелости гибридов за 2019-20 гг.

Название гибрида	ФАО по заявителю	Всходы – цветение, сут	Листьев на 1 растении, шт.	СВ в растении, %	Влажность зерна, %	ФАО по результатам испытания		
						на силос	на зерно	среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9
НК Гитаго	210	73	15,5	42,7	34,4	180	180	180
СИ Абелардо	200	72	15,5	42,0	35,4	190	190	190
СИ Импульс	280	77	18,6	36,2	41,5	260	270	265
СИ Кардона	220	76	17,1	39,4	36,0	220	200	210
СИ Коллоссеум	230	77	16,8	37,5	37,4	245	220	232
СИ Новатоп	230	74	16,8	40,1	37,5	210	220	215
СИ Пандорас	250	76	16,3	39,4	37,0	220	210	215
СИ Ротанго	180	73	16,6	42,5	35,0	180	190	185
СИ Талисман	180	73	16,1	41,2	36,0	200	200	200
СИ Тэлиас	220	74	17,5	42,1	36,0	190	200	195
СИ Фанатик	215	74	16,6	39,0	36,2	225	200	212
СИ Феномен	220	77	18,9	38,4	39,2	235	240	238
СИ Фортаго	260	78	19,0	36,1	42,5	260	275	268
Среднее за 2019 г.	223	75	17,0	39,7	37,2	216	215	216
НК Гитаго	210	79	16,3	38,4	36,9	190	180	185
СИ Абелардо	200	78	15,4	39,3	37,2	180	185	182
СИ Импульс	280	82	18,4	31,5	43,5	280	265	272
СИ Кардона	220	78	17,4	36,4	37,5	215	190	202
СИ Коллоссеум	230	82	16,8	33,7	39,7	250	215	232
СИ Новатоп	230	77	17,0	35,3	39,9	230	220	225
СИ Пандорас	250	81	16,8	35,1	38,5	230	200	215
СИ Ротанго	180	77	17,0	38,4	36,8	190	180	185
СИ Талисман	180	78	15,5	38,8	37,2	185	185	185
СИ Тэлиас	220	78	17,6	37,7	39,0	200	210	205
СИ Фанатик	215	79	17,0	35,8	37,2	225	185	205
СИ Феномен	220	80	18,4	31,7	42,9	275	255	265
СИ Фортаго	260	82	19,2	31,1	44,2	280	270	275

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Среднее за 2020 г.	223	79	17,1	35,6	39,3	225	211	218
НК Гитаго	210	76	15,9	40,6	35,6	180	180	180
СИ Абелардо	200	75	15,5	40,6	36,3	180	190	185
СИ Импульс	280	80	18,5	33,8	42,5	265	265	265
СИ Кардона	220	77	17,3	37,9	36,8	215	195	205
СИ Коллоссеум	230	80	16,8	35,6	38,6	240	215	228
СИ Новатоп	230	76	16,9	37,7	38,7	215	220	218
СИ Пандорас	250	79	16,6	37,2	37,8	220	205	212
СИ Ротанго	180	75	16,8	40,4	35,9	180	180	180
СИ Талисман	180	76	15,8	40,0	36,6	190	190	190
СИ Тэлиас	220	76	17,6	39,9	37,5	190	200	195
СИ Фанатик	215	77	16,8	37,4	36,7	220	190	205
СИ Феномен	220	79	18,7	35,0	41,0	250	250	250
СИ Фортаго	260	80	19,1	33,6	43,4	270	275	272
Среднее за 2 года	223	77	17,1	37,7	38,3	216	212	214

Таблица 2 – Результаты корреляционного анализа

Столбец	ФАО по заявлению	Дней от всходов до цветения початков	Количество листьев на 1 растении, шт.	Содержание СВ растений, %	Влажность зерна, %	ФАО по результатам испытания		
						на силос	на зерно	среднее
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>2019 г.</i>								
2	0,77							
3	0,61	0,80						
4	-0,79	-0,90	-0,73					
5	0,80	0,81	0,86	-0,88				
6	0,79	0,90	0,74	-1,00	0,88			
7	0,79	0,82	0,87	-0,88	1,00	0,88		
8	0,82	0,89	0,83	-0,97	0,97	0,97	0,97	
<i>2020 г.</i>								
2	0,77							
3	0,68	0,51						
4	-0,81	-0,78	-0,83					
5	0,76	0,68	0,84	-0,92				
6	0,81	0,78	0,83	-1,00	0,92			
7	0,76	0,66	0,84	-0,91	1,00	0,91		
8	0,80	0,74	0,85	-0,98	0,98	0,98	0,98	
<i>2019-2020 гг.</i>								
2	0,80							
3	0,66	0,67						
4	-0,81	-0,93	-0,81					
5	0,79	0,80	0,87	-0,91				
6	0,81	0,92	0,82	-1,00	0,92			
7	0,78	0,79	0,86	-0,90	1,00	0,91		
8	0,81	0,87	0,86	-0,97	0,98	0,98	0,98	

На основании данных содержания сухого вещества в растениях (при выращивании кукурузы на силос) или влажности зерна (при выращивании на зерно) было присвоено число ФАО, привязанное к условиям зоны возделывания культуры. Оно показало тесную корреляционную зависимость с количеством листьев на 1 растении ($r = 0,82$ по содержанию СВ в растении и $0,86$ по влажности зерна). В то же время число ФАО, присвоенное заявителем, находится в менее тесной корреляционной связи с количеством листьев на растении ($r = 0,66$).

Количество дней от всходов до цветения початков является более точным показателем соответствия числа ФАО как заявленного компанией «Сингента», так и установленного по результатам двухлетних испытаний. Коэффициент корреляции составил $0,80$ и $0,87$ соответственно. В то же время данный межфазный период подвержен сильному влиянию погодных условий, в связи с чем в менее благоприятном по теплу 2020 г. корреляционные связи с анализируемыми показателями более слабые. Вместе с тем двухлетние данные показывают значительно более сильные связи. Например, между содержанием сухого вещества в растениях и количеством дней от всходов до цветения початков коэффициент корреляции в 2019 г. составил $-0,90$, в 2020 г. – $0,78$ и в среднем за 2 года – $-0,93$. Или между установленным числом ФАО при возделывании гибридов на зерно и количеством дней от всходов до цветения початков коэффициент корреляции в 2019 г. был равен $0,82$, в 2020 г. – $0,66$ и в среднем за 2 года – $0,79$. Следовательно, многолетние данные количества дней от всходов до цветения початков у гибридов компании «Сингента» могут адекватно характеризовать их скороспелость.

Содержание сухого вещества в растениях в 2019 г. составляло от $36,1\%$ у гибрида СИ Фортаго (заявленное ФАО 260) до $42,7\%$ у гибрида НК Гитаго (ФАО 210), в 2020 г. – от $31,1\%$ у гибрида СИ Фортаго до $39,3\%$ у гибрида СИ Абелардо (ФАО 200). Влажность зерна в 2019 г. колебалась в пределах $34,4-42,5\%$, в 2020 г. – $36,9-44,2\%$. В оба года меньший показатель отмечен у гибрида НК Гитаго, наибольший – у гибрида СИ Фортаго. В то же время по результатам двухлетних испытаний гибриду НК Гитаго следует присвоить ФАО 180, СИ Абелардо – 185 и СИ Фортаго – 272. Можно сказать, что эти различия незначительные, как и различия в числе ФАО конкретного гибрида по каждому году. Анализ полного набора гибридов показывает, что коэффициент корреляции между заявленным числом ФАО и установленным по результатам двухлетних исследований составляет $0,81$, в то время как между установленными в 2019 и 2020 г. $r = 0,96$. Наибольшая разница ($25-38$ единиц) между заявленным и установленным чис-

лом ФАО отмечена у четырех гибридов: СИ Тэлиас, СИ Феномен, НК Гитаго, СИ Пандорас, а по годам исследований – только у одного (СИ Феномен с разницей 27 единиц).

Поскольку по годам исследований есть расхождения в ту или иную сторону, по сравнению с заявленным числом ФАО, то более точную картину могут отражать многолетние данные. По результатам двух лет среднее заявленное оригинатором число ФАО у 13 гибридов составило 223 ед., по расчетам через содержание сухого вещества в растениях при возделывании на силос – 216, через влажность зерна при выращивании на эти цели – 212 и в целом по этим двум показателям – 214 ед. Как в среднем, так и по большинству гибридов установленное число ФАО незначительно расходилось с заявленным. В то же время при выращивании на силос СИ Пандорас, НК Гитаго и СИ Тэлиас показали себя более скороспелыми на 30 единиц по числу ФАО, а СИ Феномен, напротив, на столько же более позднеспелым. При возделывании на зерно гибриды компании «Сингента» показывают меньшее число ФАО, чем при выращивании на силос. Особенно большая разница (15-30 единиц) отмечена по гибридам СИ Пандорас, СИ Кардона, СИ Коллоссеум, СИ Фанатик, что характеризует их как биотипы, обладающие хорошей влагоотдачей.

Заключение. 1. По результатам 2-летних испытаний 13 гибридов компании «Сингента» установлено, что среднее число ФАО составляет 216 единиц при оценке на силос и 212 единиц при уборке на зерно, что на 7-11 единиц меньше, чем это заявлено оригинатором.

2. По некоторым гибридам (СИ Пандорас, СИ Кардона, СИ Коллоссеум, СИ Фанатик) число ФАО при возделывании на зерно на 15-30 единиц меньше числа ФАО, установленного при возделывании на силос, что свидетельствует о хорошей отдаче влаги зерном.

3. Количество листьев на растении является менее точным показателем оценки гибридов на скороспелость и в отличие от установленного по результатам испытания в меньшей степени коррелирует с заявленным оригинатором числом ФАО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Домашнев, П. П. Селекция кукурузы / П. П. Домашнев, Б. В. Дзюбецкий, В. И. Костюченко. – М.: Агропромиздат, 1992. – 208 с.
2. Грушка, Я. Монография о кукурузе / Я. Грушка. – М.: Колос, 1965. – 750 с.
3. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза на полях Беларуси / Н. Ф. Надточаев – Мн.: ИВЦ Минфина, 2008. – 412 с.
4. Панфилов, А. Э. Культура кукурузы в Зауралье: монография / А. Э. Панфилов. – Челябинск: ЧГАУ, 2004. – 356 с.
5. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. – Днепропетровск, 1980. – 54 с.

УДК 631.8: 631.31/37

СОДЕРЖАНИЕ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ БОБОВЫМИ ОВОЩНЫМИ КУЛЬТУРАМИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

В. Н. Босак¹, Т. В. Сачивко¹, О. Н. Минюк², Н. В. Улахович¹

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

² – Полесский государственный университет
г. Пинск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 225710,
г. Пинск, ул. Днепровской флотилии, 23)

Ключевые слова: фасоль овощная, бобы овощные, соя, горох овощной, чечевица, пажитник голубой, химический состав, нормативный вынос.

Аннотация. Приведены результаты исследований по изучению химического состава и выноса элементов питания бобовыми овощными культурами (фасоль овощная, бобы овощные, соя, горох овощной, чечевица, пажитник голубой).

В результате исследований установлены содержание основных элементов питания (азот, фосфор, калий, кальций, магний) в основной и побочной продукции бобовых овощных культур, а также показатели их нормативного выноса с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции.

Побочная продукция бобовых овощных культур (ботва, солома) рекомендуется в качестве дополнительного источника органических удобрений.

CONTENT AND TAKEAWAYS OF LEGUMINOUS VEGETABLE CROPS ON SOD-PODZOLIC SOILS

V. M. Bosak¹, T. U. Sachyuka¹, V. M. Minyuk², N. U. Ulakhovich¹

¹ – Belarusian State Agricultural Academy
Gorki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 213407, Gorki, 5 Michurina str.);

² – Polesky State University
Pinsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 225710, Pinsk,
23 Dneprovskoj flotilii str.)

Key words: green beans, vegetable beans, soya beans, vegetable peas, lentils, blue fenugreek, chemical composition, normative takeaway.

Summary. The results of studies on the chemical composition and removal of food elements by legumes (green beans, vegetable beans, soy beans, vegetable peas, lentils, blue fenugreek) are presented.

As a result of the studies, the content of the main elements of nutrition (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium) in the main and by-products of legumes, as well as indicators of their normative takeaway with 1 ton of basic and corresponding quantity of by-products, have been established.

Side products of legumes are recommended as an additional source of organic fertilizer.

(Поступила в редакцию 02.06.2021 г.)

Введение. Среди овощных культур бобовые овощные культуры занимают особое место в связи с их способностью к симбиотической азотфиксации, что делает их лучшими предшественниками для большинства культур в овощных севооборотах [1, 7, 23, 27].

В Республике Беларусь из бобовых овощных культур возделывают фасоль овощную (*Phaseolus vulgaris* L.), горох овощной (*Pisum sativum* L. convar. *medullare* Flef. emend. C.O. Lehm), бобы овощные (*Vicia faba* L. var. *major* Harz.), чечевицу (*Lens esculenta* Moench.), пажитник голубой (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.), пажитник греческий (*Trigonella foenum graecum* L.) и сою (*Glycine max* (L.) Merr.) [10].

При возделывании овощных культур, наряду с получением высоких урожаев товарной продукции, необходимо уделять особое внимание качеству товарной продукции. Ориентация на показатели биохимического состава, а также содержание основных химических элементов позволяет сбалансировать питание человека и обеспечить организм необходимым количеством полезных веществ.

Нашему организму необходимы белки, жиры и углеводы, а также более 80 макро- и микроэлементов, большинство которых содержится именно в различных бобовых овощных культурах [13, 22, 28].

Среди показателей продуктивности бобовых овощных культур важное значение имеют также общий (хозяйственный) и нормативный (удельный) вынос элементов питания с 1 т товарной и соответствующим количеством побочной продукции [3, 6, 8, 9, 14, 29].

Показатели общего (хозяйственного) выноса (B_x), которые зависят от содержания элементов питания и урожайности основной и товарной продукции, используются, главным образом, для расчета баланса элементов питания и гумуса в почве (формула 1) [2, 17, 18, 32].

$$B_x = Y_{co} \cdot C_o + Y_{сп} \cdot C_{п}, \quad (1)$$

где Y_{co} и $Y_{сп}$ – урожай сухого вещества основной и побочной продукции, ц/га; C_o и $C_{п}$ – содержание элемента питания в сухом веществе основной и побочной продукции, %.

Более универсальным показателем выноса элементов питания является их нормативный (удельный) вынос с 1 т товарной и соответствующим побочной продукции (B_n) (формула 2).

$$B_n = \frac{B_x \cdot 10}{Y_{\text{ост}}}, \quad (2)$$

где $Y_{\text{ост}}$ – урожай основной продукции при стандартной влажности, ц/га.

Показатели удельного выноса, которые рассчитываются на основании обобщенных данных большого количества полевых опытов, используют для расчета доз удобрений (D) под сельскохозяйственные культуры (формула 3) [4, 16, 19, 20, 24-26, 30, 32].

$$D = \frac{Y_n \cdot B_n \cdot K_b}{1000}, \quad (3)$$

где Y_n – планируемая урожайность, ц/га; B_n – нормативный вынос элементов питания с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции, кг; K_b – коэффициент возмещения выноса (коэффициент возврата), %; 1000 – коэффициент перевода.

Цель исследования – установить особенности химического состава и выноса элементов питания различными видами бобовых овощных культур на дерново-подзолистых почвах.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению содержания и выноса основных элементов питания бобовыми овощными культурами проводили на протяжении 2008-2020 гг. в полевых опытах в Пинском районе Брестской области, Дзержинском районе Минской области и Горецком районе Могилевской области в условиях дерново-подзолистых супесчаных и суглинистых почв.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта имела следующие показатели:

Дзержинский район: дерново-подзолистая супесчаная почва, $pH_{\text{KCl}} - 5,8-6,2$, содержание $P_2O_5 - (0,2 \text{ M HCl}) - 135-145 \text{ мг/кг}$, $K_2O (0,2 \text{ M HCl}) - 125-135 \text{ мг/кг}$ почвы, гумуса ($0,4 \text{ n } K_2Cr_2O_7$) – 2,2-2,4 % (индекс агрохимической окультуренности – 0,79);

Пинский район: дерново-подзолистая супесчаная почва, $pH_{\text{KCl}} - 5,9-6,2$, содержание $P_2O_5 (0,2 \text{ M HCl}) - 170-180 \text{ мг/кг}$, $K_2O (0,2 \text{ M HCl}) - 220-240 \text{ мг/кг}$ почвы, гумуса ($0,4 \text{ n } K_2Cr_2O_7$) – 2,0-2,3 % (индекс агрохимической окультуренности – 0,92);

Горецкий район: дерново-подзолистая суглинистая почва, $pH_{\text{KCl}} - 6,5-6,8$, содержание $P_2O_5 (0,2 \text{ M HCl}) - 390-410 \text{ мг/кг}$, $K_2O (0,2 \text{ M HCl}) - 370-390 \text{ мг/кг}$ почвы, гумуса ($0,4 \text{ n } K_2Cr_2O_7$) – 2,9-3,1 % (индекс агрохимической окультуренности – 1,0).

Изучаемые культуры: соя сортов Ясельда и Припятъ, горох овощной сортов Вершнік, Гарынец и Прометей, фасоль овощная сортов Чыжовенка, Дубровенская, Иришка, Магура, Секунда и Рашель, бобы овощные сортов Белорусские и Русские черные, чечевица пищевая сорта Рауза, пажитник голубой сорта Росквіт [10].

Агротехника возделывания бобовых овощных культур и статистическая обработка данных общеприняты для Республики Беларусь [11, 12, 15, 21, 31].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате обобщения данных полевых опытов, проведенных в разных почвенно-климатических условиях Республики Беларусь, установлено, что содержание азота в товарной продукции изучаемых бобовых овощных культур составило от 1,34-2,39 % в зеленой массе сои до 4,01-5,15 % в семенах сои, фосфора – от 0,31-0,55 % (зеленая масса сои) до 1,55-1,91 % (семена бобов овощных), калия – от 0,72-1,02 % (семена горошка овощного) до 2,65-3,28 % (бобы фасоли овощной), кальция – от 0,10-0,13 % (семена горошка овощного) до 2,07-2,11 % (зеленая масса пажитника голубого), магния – от 0,21-0,24 % (семена чечевицы) до 0,37-0,62 % (бобы фасоли овощной) (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание элементов питания в товарной продукции бобовых овощных культур, % в сухом веществе

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Фасоль овощная					
бобы	2,38-2,71	1,05-1,26	2,65-3,28	0,33-0,57	0,37-0,62
семена	3,32-3,81	1,09-1,26	1,82-2,19	0,21-0,27	0,24-0,28
Горох овощной					
горошек	3,45-3,78	1,16-1,39	0,78-1,05	0,11-0,17	0,23-0,24
семена	3,54-3,80	1,09-1,49	0,72-1,02	0,10-0,13	0,22-0,28
Бобы овощные					
семена	2,78-3,16	1,55-1,91	1,87-2,36	0,25-0,28	0,23-0,25
Чечевица					
семена	3,21-3,39	0,89-0,92	0,85-0,91	0,23-0,25	0,21-0,24
Соя					
зеленая масса	1,43-2,39	0,31-0,55	1,97-2,36	0,61-0,65	0,27-0,38
семена	4,01-5,15	0,61-0,73	1,65-2,42	0,19-0,27	0,22-0,24
Пажитник голубой					
зеленая масса	2,86-3,18	0,91-0,95	2,17-2,31	2,07-2,11	0,45-0,49
семена	2,95-3,38	1,37-1,41	1,21-1,25	1,18-1,29	0,37-0,41

В исследованиях с фасолью овощной (сорта Чыжовенка, Дубровенская, Рашель, Секунда, Магура) на дерново-подзолистых супесчаной и суглинистой почвах средний удельный вынос с 1 т бобов и соответствующим количеством ботвы составил 7,8 кг (N), 4,0 кг (P₂O₅), 15,1 кг (K₂O), 2,2 кг (CaO), 2,1 кг (MgO); с 1 т семян и соответствующим

количеством соломы в фазу полной спелости – 36,9 кг (N), 14,0 кг (P₂O₅), 47,0 кг (K₂O), 8,3 кг (CaO), 7,7 кг (MgO) (таблица 2).

В исследованиях с горохом овощным (сорта Гарынец, Вершнік, Прометей) средний удельный вынос азота с 1 т зеленого горошка с соответствующим количеством ботвы оказался 10,8 кг, фосфора – 3,5, калия – 8,2, кальция – 2,1, магния – 1,5 кг; с 1 т семян и соответствующим количеством соломы – соответственно 34,2 кг (N), 12,8 (P₂O₅), 28,7 (K₂O), 5,3 (CaO) и 4,8 (MgO) кг.

При возделывании бобов овощных сортов Белорусские и Русские черные средний нормативный вынос азота с 1 т семян и соответствующим количеством бобов оказался 39,0 кг, фосфора – 23,6, калия – 59,7, кальция – 11,6 и магния – 7,0 кг.

При возделывании чечевицы пищевой сорта Рауза средний нормативный вынос азота с 1 т семян и соответствующим количеством бобов оказался 35,3 кг, фосфора – 10,8, калия – 28,6, кальция – 8,5 и магния – 6,8 кг.

При возделывании сои (сорта Припять и Ясельда) средний нормативный вынос азота с 1 т зеленой массы оказался 6,9 кг, фосфора – 1,6, калия – 7,1, кальция – 1,9 и магния – 1,0 кг; с 1 т семян и соответствующим количеством соломы – соответственно 51,3 (N), 8,2 (P₂O₅), 49,0 (K₂O), 10,8 (CaO) и 7,3 (MgO) кг.

В исследованиях с пажитником голубым сорта Росквіт удельный вынос азота с 1 т зеленой массы составил 8,9 кг, фосфора – 2,8, калия – 6,5, кальция – 6,3 и магния – 1,4 кг.

Таблица 2 – Нормативный вынос элементов питания бобовыми овощными культурами, кг

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Фасоль овощная					
бобы	7,8	4,0	15,1	2,2	2,1
семена	36,9	14,0	47,0	8,3	7,7
Горох овощной					
горошек	10,8	3,5	8,2	2,1	1,5
семена	34,2	12,8	28,7	5,3	4,8
Бобы овощные					
семена	39,0	23,6	59,7	11,6	7,0
Чечевица					
семена	35,3	10,8	28,6	8,5	6,8
Соя					
зеленая масса	6,9	1,6	7,1	1,9	1,0
семена	51,3	8,2	49,0	10,8	7,3
Пажитник голубой					
зеленая масса	8,9	2,8	6,5	6,3	1,4

Ботва и солома бобовых овощных культур при измельчении и запашке в почву, наряду с симбиотически фиксированным клубеньковыми бактериями азотом, может с успехом применяться после ее минерализации в качестве дополнительного источника органических удобрений и не требует внесения компенсационных доз азота [5, 32].

Среднее содержание основных элементов питания в побочной продукции исследуемых бобовых овощных культур составило:

солома сои – 0,49-0,89 % (N), 0,14-0,25 % (P_2O_5), 2,75-2,92 % (K_2O), 0,80-0,84 % (CaO), 0,40-0,63 % (MgO);

солома фасоли овощной – 0,65-0,81 % (N), 0,41-0,56 % (P_2O_5), 3,94-4,09 % (K_2O), 0,81-0,84 % (CaO), 0,70-0,74 % (MgO);

ботва фасоли овощной – 1,59-1,71 % (N), 0,87-0,95 % (P_2O_5), 4,07-4,19 % (K_2O), 0,62-0,68 % (CaO), 0,53-0,59 % (MgO);

солома гороха овощного – 0,69-0,75 % (N), 0,38-0,44 % (P_2O_5), 2,78-3,15 % (K_2O), 0,78-0,82 % (CaO), 0,58-0,62 % (MgO);

ботва гороха овощного – 1,48-1,62 % (N), 0,75-0,78 % (P_2O_5), 3,21-3,29 % (K_2O), 0,35-0,37 % (CaO), 0,25-0,28 % (MgO);

солома чечевицы пищевой – 0,82-0,88 % (N), 0,35-0,38 % (P_2O_5), 2,53-2,61 % (K_2O), 0,79-0,81 % (CaO) и 0,58-0,60 % (MgO);

солома овощных бобов – 0,81-1,08 % (N), 0,51-0,71 % (P_2O_5), 2,76-3,39 % (K_2O), 0,74-0,78 % (CaO) и 0,38-0,42 % (MgO);

солома пажитника голубого – 1,15-1,28 % (N), 0,57-0,62 % (P_2O_5), 1,67-1,71 % (K_2O), 1,15-1,19 % (CaO), 0,39-0,43 % (MgO).

Измельчение и запашка побочной продукции бобовых овощных культур обеспечит возврат в почву:

солома сои – 12,1-31,4 ц/га сухого вещества, 6-28 кг/га азота, 2-8 кг/га фосфора, 31-89 кг/га калия, 10-26 кг/га кальция и 6-17 кг/га магния;

ботва фасоли овощной – 18,4-40,5 ц/га сухого вещества, 27-64 кг/га азота, 15-34 кг/га фосфора, 81-152 кг/га калия, 15-23 кг/га кальция и 13-20 кг/га магния;

солома фасоли овощной – 19,5-40,8 ц/га сухого вещества, 13-29 кг/га азота, 8-19 кг/га фосфора, 75-153 кг/га калия, 19-30 кг/га кальция и 17-26 кг/га магния;

ботва гороха овощного – 11,9-25,1 ц/га сухого вещества, 18-41 кг/га азота, 9-20 кг/га фосфора, 38-83 кг/га калия, 4-9 кг/га кальция и 3-7 кг/га магния;

солома гороха овощного – 12,3-24,8 ц/га сухого вещества, 9-19 кг/га азота, 5-11 кг/га фосфора, 34-78 кг/га калия, 10-20 кг/га кальция и 7-15 кг/га магния;

солома овощных бобов – 110,5-134,1 ц/га сухого вещества, 93-145 кг/га азота, 59-90 кг/га фосфора, 315-439 кг/га калия, 84-101 кг/га кальция и 43-52 кг/га магния;

солома чечевицы – 12,5-15,8 ц/га сухого вещества, 10-14 кг/га азота, 4-6 кг/га фосфора, 32-41 кг/га калия, 9-12 кг/га кальция и 7-9 кг/га магния;

солома пажитника голубого – 21,4-33,8 ц/га сухого вещества, 25-43 кг/га азота, 12-21 кг/га фосфора, 36-58 кг/га калия, 25-40 кг/га кальция и 8-15 кг/га магния.

Заключение. В исследованиях на дерново-подзолистых супесчаной и суглинистой почвах содержания общего азота в зависимости от вида бобовых овощных культур (фасоль овощная, бобы овощные, горох овощной, соя, пажитник голубой) в товарной продукции составило 1,43-5,15 %, фосфора – 0,31-1,91 %, калия – 0,72-3,28 %, кальция – 0,10-2,11 %, магния – 0,21-0,62 %.

Нормативный (удельный) вынос с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции оказался, кг:

семена бобовых овощных культур – 34,2-51,3 (N), 8,2-23,6 (P₂O₅), 28,6-59,7 (K₂O), 5,3-11,6 (CaO), 4,8-7,7 (MgO);

бобы и горошек – 7,8-10,8 (N), 3,5-4,0 (P₂O₅), 8,2-15,1 (K₂O), 2,1-2,2 (CaO), 1,5-2,1 (MgO);

зеленая масса – 6,9-8,9 (N), 1,6-2,8 (P₂O₅), 6,5-7,1 (K₂O), 1,9-6,3 (CaO), 1,0-1,4 (MgO).

Побочная продукция бобовых овощных культур (ботва, солома) после ее измельчения может быть использована в качестве дополнительного источника органических удобрений без внесения компенсационных доз азота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко, А. А. Бобовые овощные культуры / А. А. Аутко // Белорусское сельское хозяйство. – 2010. – № 8. – С. 80.
2. Босак, В. Н. Баланс гумуса в севооборотах на дерново-подзолистых почвах / В. Н. Босак. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2008. – 28 с.
3. Босак, В. Н. Нормативный вынос элементов питания зелеными, пряноароматическими и эфирномасличными культурами / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 41-42.
4. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
5. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 256 с.
6. Босак, В. Н. Применение минеральных удобрений при возделывании бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, О. Н. Минюк // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: агрономия. – 2019. – Т. 45. – С. 9-15.

7. Босак, В. Н. Продуктивность и особенности азотфиксации в посевах бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 1. – С. 21-23.
8. Босак, В. Н. Содержание и вынос основных элементов питания сельскохозяйственными культурами на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В. Н. Босак, О. Ф. Смянович, Е. С. Малей // Почвоведение и агрохимия. – 2002. – № 32. – С. 79-88.
9. Босак, В. Н. Содержание и вынос элементов питания бобовыми овощными культурами / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, О. Н. Минюк // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 25-27.
10. Государственный реестр сортов Республики Беларусь / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2021. – 282 с.
11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Москва: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
12. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
13. Лапа, В. В. Применение удобрений и качество урожая / В. В. Лапа, В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.
14. Лапа, В. В. Химический состав и вынос элементов питания сельскохозяйственными культурами в зависимости от почвенной кислотности и применения удобрений / В. В. Лапа, В. Н. Босак, О. Ф. Смянович // Ахова раслін. – 2002. – № 5. – С. 9-11.
15. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – Москва: ВНИИО, 2011. – 650 с.
16. Методика определения потребности в минеральных удобрениях под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур на уровне района и области / В. И. Бельский [и др.]. – Минск: Институт экономики НАН Беларуси, 2006. – 44 с.
17. Методика расчета баланса гумуса в земледелии Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2007. – 20 с.
18. Методика расчета баланса элементов питания в земледелии Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]. – Минск: БелНИВНФХ в АПК, 2007. – 24 с.
19. Методические указания по разработке программы расчетов по системе удобрения сельскохозяйственных культур на РС / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2003. – 48 с.
20. Моделирование системы удобрения овощных культур / В. Босак [и др.] // Аграрная экономика. – 2011. – № 4. – С. 48-54.
21. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посевного материала: сборник отраслевых регламентов / В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2010. – 520 с.
22. Особенности биохимического состава пряноароматических, зеленных и декоративных культур / В. Н. Босак [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 3. – С. 93-96.
23. Попков, В. А. Бобовые овощные культуры / В. А. Попков // Овощеводство. – Минск: Наша идея, 2011. – С. 985-998.
24. Применение удобрений при возделывании овощных культур / В. В. Скорина [и др.]. – Минск: БГТУ, 2012. – 16 с.
25. Разработка системы удобрения овощных культур / В. Н. Босак [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2009. – № 4. – С. 40-45.
26. Рекомендации для расчета на персональном компьютере оптимальных доз удобрений под овощные культуры / М. Ф. Степура [и др.]. – Минск: Институт овощеводства, 2012. – 36 с.
27. Сачивко, Т. В. Оценка хозяйственно полезных признаков различных сортов овощного гороха / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Известия ФНЦО. – 2020. – № 3-4. – С. 85-91.

28. Сачыўка, Т. У. Асаблівасці біяхімічнага складу новых сартоў фасолі агароднінай / Т. У. Сачыўка, В. М. Босак // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 375-376.
29. Скорина, В. В. Содержание и вынос основных элементов питания различными сортами овощной фасоли / В. В. Скорина, Р. М. Пугачев, В. Н. Босак // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 3. – С. 25-27.
30. Смяянович, О. Применение удобрений в севообороте / О. Смяянович, В. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2013. – 108 с.
31. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2017. – 315 с.
32. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.

УДК 631.523:634.721

ПРОЯВЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ У ОТДАЛЕННЫХ ГИБРИДОВ RIBES L. И GROSSULARIA MILL. С РАЗЛИЧНЫМ ГЕНОМНЫМ СОСТАВОМ

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

Белорусский государственный университет

Международный государственный экологический институт имени

А. Д. Сахарова БГУ

г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220070,

г. Минск, ул. Долгобродская, 23/1; e-mail: butchenkow@list.ru,
chealval@gmail.com)

Ключевые слова: аллотриплоидные формы, амфигаплоид, амфидиплоид, геномный состав, отдаленная гибридизация, крыжовник, смородина черная.

Аннотация. В статье приведены результаты многолетних экспериментов по изучению проявления признаков и биологических особенностей у отдаленных гибридов смородины и крыжовника с различным геномным составом. Установлено, что амфигаплоиды *R. nigrum* × *Gr. reclinata* с геномным составом *BG* и *GB* ($2n = 16$) отличаются от исходных родительских форм характером роста и окраской побегов, плотностью прилегания почечных чешуй, формой почек, размерами листьев, соцветий, цветков в цветочных кистях.

Установлена возможность использования аллотриплоидных форм как промежуточного звена в получении аллотетраплоидов, а также диплоидных фертильных рекомбинантов с хозяйственно ценными признаками. Установлено, что для амфидиплоидов *R. nigrum* × *Gr. reclinata* с геномным составом *BVGG* и *GVBB* ($4n = 32$) характерен комплексный иммунитет, повышенная зимостойкость, крупноплодность и малосемянность.

DEVELOPMENT OF TRAITS AT THE DISTANT HYBRIDS RIBES L. AND GROSSULARIA MILL. WITH DIFFERENT GENOMIC COMPOSITION

I. E. Butchenkov, 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: butchenkov@list.ru, chealval@gmail.com)

Key words: *allotriploid forms, amphigaploid, amphidiploid, genomic composition, distant hybridization, gooseberry, black currant.*

Summary. *The article the results of long-term experiments to study the development of traits and biological features at the distant hybrids currants and gooseberries with a different genomic composition. It was established that amphigaploidy differ from the original parental forms with character of growth and color shoots, close fitting bud palet, bud shape, the size of leaves, inflorescence, flowers in the flower racemes.*

It was determined the possibility of using allotriploidnyh forms as an intermediate in the preparation of allotetraploid and fertile diploid recombinants with economically valuable traits. It was identified that some forms of amphidiploids have the complex shapes immunity, increased winter hardiness, fruits with large and small seeds.

(Поступила в редакцию 01.06.2021 г.)

Введение. Среди плодово-ягодных растений, выращиваемых в Беларуси, важными ягодными кустарниками являются смородина (*Ribes nigrum* L.) и крыжовник (*Grossularia reclinata* Mill.). Их ягоды, богатые ценным набором витаминов, минеральных солей, ферментов, играют существенную роль в рациональном питании, профилактике, успешном лечении многих заболеваний человека.

Смородина и крыжовник имеют ряд ценных хозяйственных признаков, но и не лишены определенных недостатков, препятствующих их более широкому внедрению в сельскохозяйственное производство. Возможность создания на основе отдаленной гибридизации форм, объединяющих лучшие признаки смородины и крыжовника и лишенных их недостатков, открывает большие возможности в селекции данных культур для увеличения производства поливитаминной продукции.

Несмотря на достигнутые результаты по созданию и изучению отдаленных реципрокных гибридов *Ribes* x *Grossularia* [1, 4, 5, 8, 9], отсутствуют данные о проявлении всего комплекса признаков у отдаленных гибридов с различным геномным составом.

В связи с этим, целью наших исследований было изучение проявления признаков и биологических особенностей у отдаленных гибридов смородины и крыжовника с различным геномным составом.

Материал и методика исследований. Гибридизация смородины черной (*R. nigrum* L.) с крыжовником (*Gr. reclinata* Mill.) на диплоидном и тетраплоидном уровнях, реципрокные скрещивания тетраплоидных форм с исходными диплоидами, беккроссы полученных тетраплоидных гибридов *R. nigrum* x *Gr. reclinata* с исходными тетраплоидными формами позволили нам получить растения с различным сочетанием числа геномов исходных форм. Объектами исследований являлись 16-хромосомные амфигаплоиды (Ag) с геномным составом BG и GB, 24-хромосомные аллотриплоиды (Td) с геномным составом BGG и BVB, 32-хромосомные аллотетраплоиды (At) с генотипом BGGG и GBVB, 32-хромосомные амфидиплоиды (Ad) с геномным составом BVBG нашей селекции (условное обозначение генома черной смородины – «B», генома крыжовника – «G») [2, 3].

Цитологический анализ и подсчет хромосом проводили на постоянных и временных препаратах, полученных по общепринятой методике цитологических исследований [7].

Самоплодность определяли в процентах, по результатам завязавшихся плодов при самоопылении цветков под изолятором.

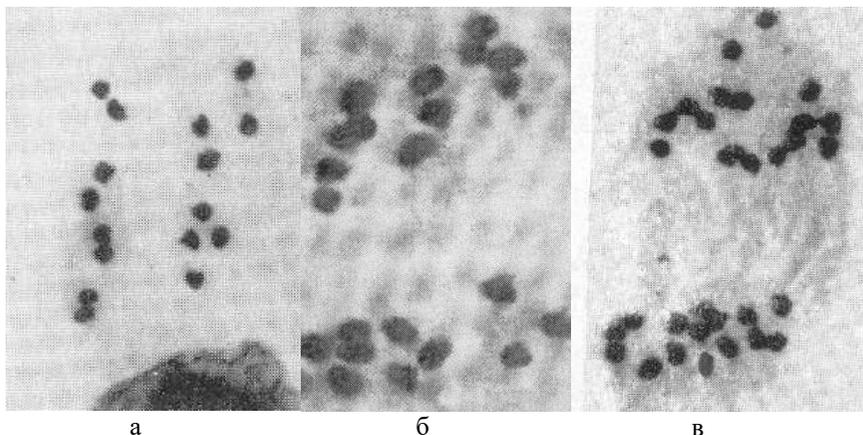
Изучение иммунности проводили в условиях естественного заражения растений патогенами (%) или повреждения насекомыми (баллы).

Зимостойкость определяли по 5-балльной шкале полевым методом, сущность которого заключалась в ежегодных учетах степени подмерзания побегов.

Качество пыльцы определяли путем ее проращивания во влажных камерах на среде, состоящей из агар-агара и 10 % сахарозы.

Полевые опыты, наблюдения и описания признаков выполнены по Программе изучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [6].

Результаты исследований и их обсуждение. Сочетание числа геномов *Ribes* и *Grossularia* у перечисленных гибридов можно представить как 1:1, 1:2, 2:1, 1:3, 3:1, 2:2. Сравнительное изучение отдаленных гибридов с различным геномным составом позволило нам установить закономерности наследования и проявления признаков в F₁ в зависимости от сочетания числа геномов родительских форм (рисунок 1).



а – амфигаплоида (BG), *б* – аллотриплоида (BBG), *в* – амфидиплоида (BBGG)

Рисунок 1 – Хромосомы *R. nigrum* x *Gr. reclinata* (анафаза I микроспорогенеза)

Ag, сочетающие равное число хромосом смородины и крыжовника (BG), отличаются промежуточным характером наследования признаков исходных родителей и целым рядом новообразований, из которых важным является подавление признака околюченности побегов. Как доминантные признаки у Ag проявляются такие особенности смородины, как морщинистость верхней стороны листа, опушение цветочной кисти, бурый оттенок побегов, которые при удвоении числа хромосом крыжовника полностью подавляются.

Увеличение числа хромосом крыжовника с 8 до 16 сказывается также на характере проявления и других признаков в F₁. Так, Td (BGG) отличается промежуточным типом наследования признака околюченности: мелкие шипы формируются только на молодых побегах, располагаются редко и быстро исчезают.

Усиление признаков крыжовника с увеличением числа его геномов сказывается на строении цветочной кисти. Так, у Ag цветочная кисть равна $6,1 \pm 0,2$ см (у смородины – $7,1 \pm 0,3$ см, у крыжовника – $1,4 \pm 0,7$ см) и несет в среднем 4 ± 2 цветков (у смородины число цветков в кисти не превышает 8 ± 3 , у крыжовника – 2 ± 1). Распростертое положение кисти у Ag относится к новообразованиям, в сравнении с изогнутой вниз кистью смородины и крыжовника. Td характеризуются короткой ($1,2 \pm 0,7$ см) изогнутой вниз кистью, несущей 2 ± 1 цветка. Цветки у Td крупнее цветков Ag (длина цветка Td – $8,5 \pm 0,5$ мм против

7,5 ± 1,5 у Ag; диаметр цветка Td – 9,5 ± 0,5 мм против 8,5 ± 0,5 у Ag), что придает им сходство с цветком крыжовника.

Отмечены различия у Ag и Td по наследованию особенностей строения частей цветка. У Ag форма чашелистиков чаще узколанцетная (признак смородины), с широким спектром варьирования. У Td чашелистики и лепестки по форме близки к крыжовнику. У Ag и Td некоторые признаки крыжовника наследуются как доминантные: усеченная верхушка чашелистиков и лепестков, отогнутое положение чашелистиков.

Особо у гибридов F₁ проявляется признак окраски чашелистиков. При наличии одного генома крыжовника признак зелено окрашенных чашелистиков полностью подавляется. Доминируют Ribes-окрашенные чашелистики, т. к., вероятно, зеленая окраска определяется рецессивными генами. При удвоении числа хромосом крыжовника этот признак подавляется не полностью, и чашелистики имеют смешанную красно-желто-зеленую окраску.

Удвоение генома крыжовника также вызывает доминирование целого ряда признаков, свойственных крыжовнику: форма куста, окраска и характер поверхности побегов, положение почек на побеге, форма основания листа и густое опушение его нижней поверхности, отсутствие белых кончиков на зубчиках края листа и эфирных железок, розоватый оттенок цветков, ребристая завязь, раздвоенность и опушенность столбика.

Таким образом, удвоение числа геномов крыжовника у гибридов F₁ *R. nigrum* × *Gr. reclinata* усиливает проявление его признаков. Это проявляется в изменении размеров вегетативных и генеративных органов гибрида: почек, цветка, чашелистиков и лепестков, столбика, завязи, цветочной кисти, числа цветков в кисти, т. е. количественных признаков, имеющих, вероятно, полигенный тип наследования. В то же время удвоение числа геномов крыжовника у гибридов F₁ *R. nigrum* × *Gr. reclinata* ведет к наследованию ряда альтернативных качественных признаков: форма и окраска почек, листовых пластинок, лепестков и чашелистиков, сроки прохождения фаз. К доминирующим признакам, проявляющимся независимо от числа геномов исходных форм, следует отнести раскидистый характер куста, высокую зимостойкость, иммунитет к сферотеке и антракнозу.

Целый ряд новообразований, возникших у Ag, не исчезает у Td с удвоением числа хромосом крыжовника. К ним следует отнести гетерозисный тип куста, варьирование листьев по форме и окраске, форму и длину гипантия, длину и ширину чашелистиков. Следовательно, у Td, также как у Ag, проявляется соматический (мощные кусты, круп-

ные побеги, листья, почки) и репродуктивный (крупные цветки) гетерозис. Нетребовательность гибридов к условиям выращивания и уходу, иммунитет и зимостойкость можно объяснить приспособительным гетерозисом.

Вместе с тем удвоение генома крыжовника ведет к исчезновению некоторых свойственных Ag признаков. К ним относятся такие особенности, как формирование двух почек вместо одной в пазухе листа, соцветия типа кисте-зонтика, многолопастные листья. Можно предположить, что проявление этих признаков связано с явлением фасциации. Исчезновение фасциаций у Td является доказательством того, что они не наследуются от исходных форм, а являются результатом взаимодействия равных в численном отношении хромосом родителей.

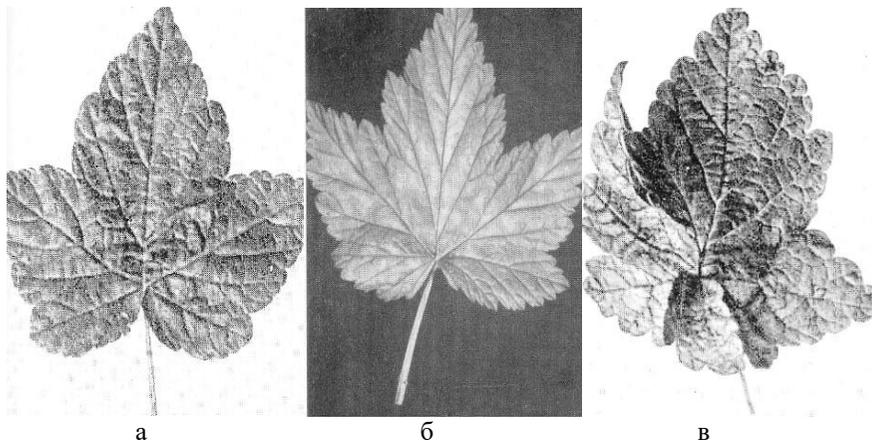
Добавление генома крыжовника у аллотетраплоидов BGGG усиливает проявление его признаков еще в большей степени. Это сказывается на окраске и характере побегов, окраске почек и их положении на побеге, форме и окраске листьев, лепестков и чашелистиков, форме завязи, столбика, плодов, окраске плодов и типе кожицы, неспособности гибридов к размножению одревесневшими черенками.

Увеличение числа хромосом черной смородины с 8 до 16 приводит к усилению ее признаков у гибридов с геномным составом BBG. Это проявляется в окраске побегов и характере их поверхности. У Td BBG побеги бордовые, шелушащиеся. Усиление признаков черной смородины также проявляется в преобладании правильных 5-лопастных листьев, темно-зеленой окраски, отсутствии шипов на побегах, морщинистом характере верхней стороны листа, отсутствии опушения на нижней стороне листа, наличии белых редких кончиков на зубчиках края листа (у Td BGG они отсутствуют), преобладании 5-7-цветковой кисти (у Td BGG преобладают одиночные цветки, реже 2-цветковая кисть), опушение цветочной кисти (у Td BGG кисть голая), положении чашелистиков. При наличии двух геномов черной смородины устойчиво доминируют такие признаки Ribes, как форма и окраска ягод, матовая кожица плодов и такой нежелательный признак, как невыровненность плодов в кисти. Независимо от числа геномов устойчиво доминирует признак Ribes – расположение тычинок на одном уровне с лепестками и признаки Grossularia – раскидистый характер куста, отсутствие эфирных железок, ребристая завязь.

Из приведенного сравнения видно, что у амфидиплоидов при равном соотношении числа хромосом исходных видов, гомозиготное состояние геномов Ribes обуславливает доминирование многих ценных признаков смородины. В то же время такие признаки исходных форм, как околюченность побегов, специфический запах смородины,

несмотря на гомозиготное состояние генов, обуславливающих их проявление, остаются рецессивными.

Сравнивая особенности проявления признаков у Ad, Td и Ag (рисунок 2), можно отметить, что ряд новообразований развивается только при равном соотношении числа геномов исходных форм (1 : 1 у Ag и 2 : 2 у Ad).



а – амфигаплоида (BG), б – аллотриплоида (BBG), в – амфидиплоида (BBGG)

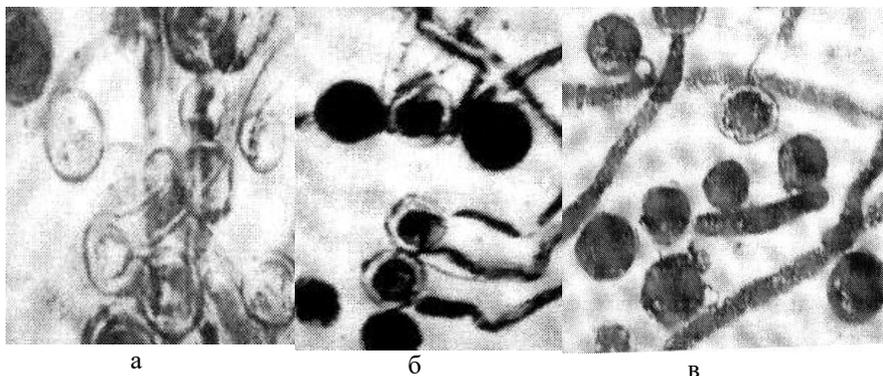
Рисунок 2 – Листья *R. nigrum* x *Gr. reclinata*

У Td при изменении равного соотношения числа геномов исчезают такие признаки, как многолопастная форма листьев, наличие двух почек в пазухе листа, варьирование окраски листьев, длины цветоножки, 5-7-цветковая кисть. Для проявления этих признаков важна не доза геномов смородины и крыжовника, а одинаковое их соотношение – 1 : 1 или 2 : 2.

Вместе с тем имеется ряд признаков, проявление которых имеет место лишь при соотношении определенного числа хромосом исходных форм. Эти признаки проявляются лишь при соотношении 2 : 2 и исчезают при соотношении 1 : 1. Здесь, прежде всего, следует иметь в виду плодовитость Ad и стерильность Ag. В некоторых случаях наблюдается усиление признаков смородины при добавлении геномов крыжовника. Например, положение пыльников в цветке. Это можно объяснить тем, что изменение числа геномов не ведет к простому суммированию эффекта действия дозы каждого гена, а вызывает взаимодействие аллелей одних и тех же и разных генов при увеличении геномов, которое может дать неожиданный эффект.

Сравнивая характер проявления признаков при удвоении хромосом каждого родителя и анализируя амфигаплоиды (BG, $2n = 16$) и амфидиплоиды (BBGG, $2n = 4x = 32$) *R. nigrum* x *Gr. reclinata*, видно, что при удвоении геномов каждого родителя характер доминирования признаков в ряде случаев изменяется. Так, у Ad, в сравнении с Ag, наблюдается усиление некоторых признаков смородины. Изменяется характер поверхности побегов. Они гладкие, буро-коричневые, а у Ag серо-бордовые, шелушащиеся. Почки Ad имеют округлую форму с тупой верхушкой, что сближает их с почками смородины, а у Ag почки конические, заостренные, с плотными чешуями. С черной смородиной Ad, в отличие от Ag, сближает отсутствие опушения на нижней стороне листа, характер формы основания листа, края листа с редкими белыми кончиками. У Ad усиливается проявление признаков смородины в окраске и форме ягод. Следовательно, при наличии лишь одного генома смородины, указанные признаки подавляются, т. к., видимо, гены *Ribes*, контролирующие их, относятся к рецессивным. При удвоении числа хромосом *Ribes* явление доминирования этих признаков выражено сильнее, несмотря на двойное число геномов *Grossularia*. В то же время у амфидиплоидов доминируют некоторые признаки *Grossularia*, которые у амфигаплоида были рецессивными. К ним относятся плотное расположение почечных чешуй, крупная завязь, сплюснутая с полюсов форма плодов, почти выровненные размеры плодов, темно-бордовая окраска ягод. Следовательно, для доминирования ряда ценных признаков *Ribes* и *Grossularia* необходимо, чтобы гены этих видов были в гомозиготном состоянии.

Отдельные признаки не изменяют характера доминирования при удвоении геномов родительских форм. Как у амфигаплоида (1 : 1), так и у амфидиплоида (2 : 2) доминируют такие признаки *Ribes*, как побеги без шипов, морщинистый характер верхней стороны листовых пластинок, преобладание 4-6-цветковой кисти, ее опушение, окраска чашелистиков, форма гипантия, расположение пыльников, легкая укореняемость черенков. К доминирующим у Ag и Ad признакам *Grossularia* следует отнести отсутствие ароматических железок, ребристую поверхность завязи, раздвоенность и опушение столбика. Остаются доминантными у гибридов с $2n = 16$ и $2n = 32$ такие хозяйственно ценные признаки, как высокая зимостойкость, иммунитет к антракнозу и сферотеке, устойчивость к почковому клещу. Амфигаплоиды являются полностью стерильными. Они ежегодно обильно цветут, завязывая лишь единичные бессемянные плоды. Амфидиплоиды нормально плодуют и резко отличаются от амфигаплоидных растений по степени фертильности пыльцы (рисунок 3).



а – амфигаплоида (BG), б – аллотриплоида (BBG), в – амфидиплоида (BBGG)

Рисунок 3 – Пыльца *Ribes nigrum* x *Gr. reclinata*

Наши исследования показали, что амфидиплоидные формы имеют морфологически выровненную пыльцу (от $79,8 \pm 1,04$ до $86,4 \pm 2,11$ % в разные годы), нормальные размеры ($49,6 \pm 1,16$ – $50,1 \pm 0,44$ мк), высокий процент прорастания (от $60,6 \pm 0,16$ до $69,6 \pm 0,84$ %). Морфологически нормальная пыльца у амфигаплоидов составляет всего $0,96 \pm 0,09$ - $1,32 \pm 0,01$ %. Пыльцевые зерна мелкие ($20,1 \pm 0,18$ - $22,8 \pm 30$ мк). Они не прорастают на искусственной питательной среде.

От свободного опыления у Ad завязывается $26,8 \pm 0,06$ - $54,0 \pm 0,35$ % ягод, у Ag только единичные бессемянные плоды. Ягоды Ad крупные ($1,02 \pm 0,14$ - $1,2 \pm 0,17$ г), овальной формы, несколько сплюснуты с полюсов, темно-бордовые, с гладкой блестящей кожицей, кисло-сладкие. По размерам ягоды почти выровненные, созревают в середине августа. Число семян в ягоде в среднем от $3,4 \pm 0,19$ до $5,6 \pm 0,63$ шт. Средний вес 100 семян равен $0,36 \pm 0,01$ - $0,44 \pm 0,02$ г. Выполненность семян составляет не менее 76,2-81,3 %. Всхожесть семян – от $30,6 \pm 1,02$ до $38,0 \pm 0,05$ %. Всходы появляются недружно на протяжении 20-32 дней. Единичные ягоды Ag мелкие, массой $0,19 \pm 0,03$ г. Семена в них не развиваются.

Образование Ad фертильной пыльцы и жизнеспособных семян свидетельствует о нормализации процесса мейоза при спорогенезе в сравнении с Ag стерильными формами. Фертильность Ad позволяет использовать их в скрещиваниях с крыжовником и смородиной для усиления желательных признаков. Не скрещиваясь с диплоидными формами *Ribes* и *Grossularia*, Ad скрещиваются с их тетраплоидными

формами. Так, при опылении автотетраплоидной формы *Gr. reclinata* (геномный состав GGGG) пыльцой амфидиплоида *R. nigrum* x *Gr. reclinata* (геномный состав BBGG) получены аллотетраплоиды с новым геномным составом BGGG, а при опылении автотетраплоида *R. nigrum* (геномный состав BBBB) пыльцой *Ad* удалось получить аллотетраплоиды с геномным составом GBBB.

Заключение. 1. Полученные реципрокные амфигаплоиды *R. nigrum* x *Gr. reclinata* с геномным составом BG и GB ($2n = 16$) отличаются от исходных родительских форм и гибридов с иным геномным составом характером роста и окраской побегов, плотностью прилегания почечных чешуй, формой почек, размерами листьев, соцветий, цветков в цветочных кистях.

2. Устойчивая стерильность не позволяет использовать их непосредственно в практических целях. Однако ряд ценных новообразований, свойственных амфигаплоидам, позволяет рассматривать их как ценный исходный селекционный материал для дальнейшей селекции.

3. Реципрокные аллотриплоидные формы *R. nigrum* x *Gr. reclinata* с геномным составом BGG и GBB ($3n = 24$) возможно использовать как промежуточное звено в получении аллотетраплоидов с геномным составом BGGG и GBBB, а также диплоидных фертильных рекомбинантов с хозяйственно ценными признаками.

4. Для амфидиплоидов *R. nigrum* x *Gr. reclinata* с геномным составом BBGG и GGBB ($4n = 32$) характерен комплексный иммунитет, высокая зимостойкость, высокий процент нормально сформированных пыльцевых зерен, крупноплодность и малосемянность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бавтуго, Г. А. Обогащение генофонда и создание исходного материала плодово-ягодных культур на основе экспериментальной аллополиплоидии и мутагенеза: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.05 / Г. А. Бавтуго; Тартуский гос. ун-т. – Тарту, 1980. – 49 с.
2. Особенности плодообразования, процессов макро- и микроспорогенеза у диплоидов и автотетраплоидов *Ribes nigrum* / И. Э. Бученков [и др.] // Актуальные проблемы сельскохозяйственной биотехнологии: сб. науч. тр. – Пинск: ПолесГУ, 2012. – С. 8-15.
3. Бученков, И. Э. Создание исходного селекционного материала плодово-ягодных культур (смородина черная и красная, крыжовник, микровишня войлочная, черешня, айва обыкновенная) / И. Э. Бученков. – Минск: Право и экономика, 2013. – 203 с.
4. Дубровский, М. Л. Совершенствование способов получения полиплоидов смородины и их хозяйственно-биологические особенности: автореф. дис. ... кандидата с.-х. н.: 06.01.05 / М. Л. Дубровский; Мичуринский гос. аграрный ун-т. – Мичуринск, 2012. – 23 с.
5. Князева, С. Д. Селекция черной смородины на современном этапе / С. Д. Князева, Т. П. Огольцова. – Орел: изд-во ОрелГАУ, 2004. – 237 с.
6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
7. Рыбин, В. А. Цитологические методы в селекции плодовых / В. А. Рыбин. – Колос, 1967. – С. 150.

8. Санкин, Л. С. Использование экспериментальной полиплоидии при отдаленной гибридизации ягодных культур / Л. С. Санкин // Успехи полиплоидии: сб. науч. тр. – Киев: Наукова думка, 1977. – С. 177-183.
9. Чувашина, Н. П. Использование индуцированной полиплоидии при отдаленной гибридизации плодовых и ягодных растений / Н. П. Чувашина, Г. П. Шелаботин, Н. П. Пахомова // Отдаленная гибридизация растений и животных: сб. науч. тр. – М.: Наука, 1970. – Т. 2. – С. 150-157.

УДК 633.112.9. «324»: 636.085.51

КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ СОРТОВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО

М. А. Дашкевич, В. Н. Буштевич

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

г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220160,
г. Жодино, ул. Тимирязева, 1; e-mail: npz@tyt.by)

***Ключевые слова:** тритикале озимое, сорт, озимая рожь, урожайность, зеленая масса, фаза развития растения, химический состав, питательная ценность.*

***Аннотация.** На основании комплексной оценки выявлены сорта тритикале озимого: Благо 16, ИЗС-1, Жемчуг, ИЗС-3, Свислочь, ИЗС-2, Ковчег – с высокой облиственностью, урожайностью зеленой массы и питательной ценностью, которые будут использоваться в селекционном процессе при создании новых зеленокусных сортов.*

Установлено, что сорта Благо 16, ИЗС-1, Жемчуг, ИЗС-3, Свислочь, ИЗС-2, Ковчег могут использоваться для закладки пастбищ и скармливания зеленого корма в чистом виде, начиная с фазы выхода в трубку и заканчивая началом колошения, а также для заготовки сена и сенажа, начиная с фазы начала колошения и до фазы начала цветения.

FEED VALUE OF THE GREEN MASS OF VARIETIES WINTER TRITICALE

M. A. Dashkevich, V. N. Bushtevich

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.; e-mail: npz@tut.by)

***Key words:** winter triticale, variety, winter rye, yield, green mass, plant development phase, chemical composition, nutritional value.*

Summary. *Based on comprehensive assessment, winter triticale varieties Blago 16, IZS-1, Zhemchug, IZS-3, Svisloch, IZS-2, Kovcheg with high leafiness, green mass yield and nutritional value were identified to be used in the breeding process when creating new green cut varieties. It has been determined that varieties Blago 16, IZS-1, Zhemchug, IZS-3, Svisloch, IZS-2, Kovcheg can be used for setting up pastures and feeding pure green forage, starting from the booting phase and ending with the beginning of earing, as well as for harvesting hay and silage from the beginning of earing to the beginning of flowering phase.*

(Поступила в редакцию 14.05.2021 г.)

Введение. Природно-климатические условия Беларуси позволяют возделывать озимые культуры на зеленый корм, особенно в ранневесенний период, когда во многих хозяйствах осуществляется острый недостаток биологически полноценных кормов. При дефиците раннего зеленого корма альтернативой озимой ржи может быть тритикале озимое. Кормовое направление данной культуры обусловлено высоким биологическим потенциалом урожайности зеленой массы. Вегетативная масса долго не грубеет, что позволяет получать высококачественный корм в весенний период, когда озимая рожь огрубевает и становится непригодной для скармливания животным [3, 8].

Основой успешного развития животноводства является создание кормой 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 как зернофуражного, так и зеленоукосного направлений использования, которое характеризуется сочетанием высокой урожайности биомассы ее качеством. Кормовые сорта тритикале в зеленом конвейере заполняют интервал между озимой рожью и многолетними травами [1, 2, 7]. Кормовые высокорослые сорта этой культуры выращивают во многих регионах России и широко используют в зеленом конвейере, а также для заготовки сена, сенажа и других кормов.

Тритикале озимое отличается большим потенциалом урожайности зеленой массы, повышенным содержанием белка и незаменимых аминокислот. 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 [4, 6].

Недостаточно изученным и разработанным остается направление использования культуры в качестве источника зеленого корма.

Цель работы – изучить кормовую ценность зеленой массы сортов тритикале озимого в зависимости от фазы развития растений.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в 2017-2019 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. Агрохимические показатели пахотного горизонта: рН (в КСl) – 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 кущения 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 связи с отсутствием районированных сортов тритикале озимого зеленокусового направления за стандарт был взят сорт тритикале озимого Динамо зернового направления и сорт озимой ржи Офелия, которые являются стандартом в Государственном сортоиспытании сортов Республики Беларусь.

Исследования 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 5 млн. всхожих семян на один гектар. Размещение делянок систематическое.

Учеты данных опыта проводили в фенологические фазы: трубкования (ВВСН 32), флагового листа (ВВСН 37), начало колошения (ВВСН 51).

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

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.

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 флагового листа – с I по III декады мая, начало колошения начинается с первых дней III декады мая до середины I декады июня [5].

Исходя из результатов исследований за период 2017-2019 гг., установлено наличие существенной дифференциации внутри анализируемой выборки по срокам наступления фаз развития растений, что позволило отнести сорта Устье, ИЗС-3, Атлет 17, Жемчуг, ИЗС-1 к раннеспелой группе; ИЗС-2, ИЗС-4, Импульс, Юбилей, Прометей – к позднеспелым. Разница между группами составляла в фазу трубкования 6-7 суток, флагового листа 5-6 суток и начала колошения 4-7 суток в зависимости от генотипа и года наблюдений.

Создание генотипов с определенной продолжительностью вегетационного периода имеет свои особенности. Для зеленого конвейера требуются как раннеспелые, так и позднеспелые сорта тритикале озимого.

На дерново-подзолистых почвах тритикале озимое может формировать урожайность в фазу начала колошения в среднем до 618 ц/га, а в благоприятные годы урожайность достигает до 850 ц/га (2017 г.) – сорт Ковчег. Наиболее устойчивым к засухе в фазу трубкования оказался сорт ИЗС-4, который в 2018 г. увеличил урожайность зеленой массы, по сравнению с 2017 г., на 26,8 ц/га, или 17,6 %, т. к. остальные сорта снизили на 6,2 % (Прометей) и 42,8 % (Благо 16). В фазы трубкования и колошения также происходит снижение урожайности по всем сортам по сравнению с 2018 г. Выявлена низкая устойчивость к условиям засухи у сортов Благо 16, Устье, ИЗС-2, ИЗС-3. В основу морфобиотипа сортов ИЗС-4, Свислочь, Импульс был положен габитус средне- и высокорослых растений ржи, что при условиях засухи способствует формировать стабильные урожаи зеленой массы.

Максимальная урожайность зеленой массы в среднем за три 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 %, начала 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. Такой высокий уровень продуктивности тритикале обеспечивается за счет высокой кустистости и облиственности растений по сравнению с рожью.

Сорта тритикале озимого на зеленый корм в нашей зоне в фазу начала колошения должны быть среднестебельными (120-140 см), хо-

рошо облиственными, устойчивыми к полеганию. В условиях засухи это обеспечивает оптимальный уровень метаболитов в листья и растения, следовательно, устойчивых урожаев зеленой массы.

Таблица 1 – Процентное соотношение надземной части растений в фазу трубкувания (ВВСН 32), %

Сорт	2017 г.		2018 г.		2019 г.	
	листья	стебли	листья	стебли	листья	стебли
Динамо (контроль)	48,5	51,5	55,5	44,5	47,2	52,8
Атлет 17	44,3	56,4	50,1	49,9	48,1	51,9
Устье	42,2	57,8	50,5	49,5	45,9	54,1
Импульс	47,5	52,5	53,8	46,2	49,1	50,9
ИЗС-1	43,0	57,0	52,6	47,4	48,7	51,3
Гродно	41,4	58,3	50,9	49,1	49,2	50,8
ИЗС-4	44,5	54,5	56,9	43,1	53,4	47,6
Березино	41,4	58,6	49,9	50,1	46,8	53,2
ИЗС-3	49,9	50,1	56,0	44,0	51,6	48,4
Ковчег	50,3	49,7	61,1	38,9	58,2	41,8
Юбилей	50,2	49,8	62,3	37,7	59,7	40,3
ИЗС-2	52,8	47,2	60,7	39,3	59,8	40,2
Прометей	47,4	52,6	50,8	49,2	50,1	49,9
Жемчуг	47,7	52,3	52,2	47,7	46,4	53,6
Благо 16	40,5	59,5	48,7	51,3	48,1	51,9
Свислочь	41,2	58,8	50,4	49,6	48,9	51,1
Рожь Офелия (контроль)	36,0	64,0	43,8	56,2	38,1	61,9

Обязательной составляющей структуры зеленой массы является весовая доля листьев. От содержания листовой массы зависит качество корма и поедаемость животными. Установлена высокая массовая доля листьев в общей укосной массе в фазу трубкувания (таблица 1) на протяжении трех лет исследований у сортов: Ковчег, Юбилей, ИЗС-4, ИЗС-2. Процентное соотношение листьев к наземной массе растения у тритикале озимого во многом зависит от погодных условий. В засушливый 2018 г. происходило увеличение количества листьев и их параметров. Доля листьев в зеленой массе достигала 62,3 % (Юбилей), а в оптимальный 2017 г. – 52,8 % (ИЗС-2). Наиболее интенсивный прирост надземной массы у тритикале озимого идет после фазы выхода в трубку. При дальнейшем росте и развитии растений происходит снижение содержания листовой пластинки к общей массе. В фазу флагового листа доля листьев составила 38-48 %, а к фазе начала колошения облиственность снизилась в два раза и составляла 28-30 %. Доля листьев в зеленой массе зависит от высоты растения. Сорта Ковчег, Юбилей, ИЗС-4, ИЗС-2 являются низкорослыми и превосходят озимую рожь Офелия по облиственности на 10-20 % в зависимости от фазы развития

растений. Данный показатель сильно зависел от сорта, высоты растения, срока скашивания, погодных условий, плодородия почвы и продолжительности вегетационного периода.

Для кормления крупного рогатого скота важно иметь биомассу определенной питательной ценности. Отличительной особенностью зеленой массы тритикале озимого являлась влажность (81-84 %), высокое содержание протеина, минеральных веществ и витаминов, а также низкое содержание клетчатки и БЭВ.

В результате исследований в фазу трубкавания (ВВСН 323) выявлено превосходство тритикале по выходу основных питательных веществ с единицы площади в сравнении с рожью. По выходу сухого вещества, обменной энергии с 1 га площади сорта тритикале озимого ИЗС-3, ИЗС-2, Ковчег превосходили контрольный сорт ржи Офелия на 13,7-29,9 % и 8,8-22,9 % соответственно. По выходу ЭКЕ – Благо 16 (0,7 %), Свислочь (3,7), Гродно (4,0), ИЗС-4 (9,6), Жемчуг (12,1), ИЗС-2 (31,3), ИЗС-3 (31,3), Ковчег (48,9 %). Все изучаемые сорта тритикале превосходили контрольный сорт Динамо по ЭКЕ до 81,6 % (Ковчег), обменной энергии – от 4,8 (Прометей) до 73,9 (Ковчег) и сухому веществу – на 1,7-67,4 %. По выходу сырого и переваримого протеина озимая рожь сорта Офелия превосходила только сорта Устье на 10,6 % и 9,2 %, Динамо – на 9,0 и 7,7 %, но уступала остальным сортам на 0,8-61,4 % и 3,0-70,6 % соответственно. Тритикале озимое в фазу трубкавания имело более низкий выход с единицы площади сырой клетчатки и БЭВ, в сравнении с контрольным сортом Офелия. По количеству БЭВ с 1 га превосходили озимую рожь только сорта Ковчег (11,8 %) и ИЗС-2 (1,0 %). В фазу трубкавания наиболее высокий выход питательных веществ с 1 га установлен у сорта Ковчег, который создан с использованием сорго венечного (*Andropogon sorghum* Bot). Сорта ИЗС-3, ИЗС-2, Ковчег могут использоваться для закладки пастбищ на выпас скота, начиная с фазы выхода в трубку.

По мере роста и развития растений тритикале озимого и ржи прослеживается тенденция увеличения количества питательных веществ зеленого корма с единицы площади. В фазу флагового листа по выходу ЭКЕ с 1 га (таблица 2) озимую рожь сорта Офелия превосходили следующие сорта тритикале: Устье (8,4 %), Березино (9,0), Атлет 17 (12,2), Динамо (12,4), Прометей (13,8), Благо 16 (26,0), ИЗС-1 (31,7), Жемчуг (36,3), ИЗС-3 (41,1), Свислочь (41,9), ИЗС-2 (50,1), Ковчег (73,2 %). По выходу обменной энергии – ИЗС-2 (0,4 %), Прометей (0,7), Атлет 17 (1,6), Благо 16 (10,9), ИЗС-1 (13,7), ИЗС-4 (23,0), ИЗС-3 (23,2), Свислочь (30,3), Жемчуг (34,3), Ковчег (49,1 %). По выходу сухого вещества – ИЗС-1 (0,5 %), ИЗС-4 (9,3), ИЗС-3 (9,8), Свислочь (16,5),

Жемчуг (22,5), Ковчег (29,9 %); сырого жира – Благо 16 (2,9 %), Динамо (4,3), Березино (5,8), ИЗС-3 (14,8), Свислочь (18,8), ИЗС-4 (28,7), Жемчуг (32,4), ИЗС-1 (44,4), Ковчег (75,1 %); по выходу БЭВ – Благо 16 (6,3 %), ИЗС-1 (8,2), ИЗС-3(10,5), Ковчег (22,9), ИЗС-2 (25,1), Жемчуг (25,1), Свислочь (27,7 %). По выходу сырого и переваримого протеина с единицы площади тритикале превосходило озимую рожь сорта Офелия в зависимости от сорта до 2,5 раз, но уступало по сбору с 1 га сырой клетчатки. Сорта тритикале озимого Благо 16, ИЗС-1, Жемчуг, ИЗС-3, Свислочь, ИЗС-2, Ковчег могут использоваться для скармливания зеленого корма в чистом виде, начиная с фазы выхода в трубку и заканчивая началом колошения.

Сорта тритикале озимого и рожь сорта Офелия продолжали наращивать выход питательных веществ с 1 га до фазы начала колошения (таблица 3). По выходу ЭКЕ, сырого и переваримого протеина, сырого жира с единицы площади все сорта тритикале превосходили озимую рожь сорта Офелия на 5,3-60,3 %, 7,0-84,2 % и 17,3-95,9 %, 11,9-98,0 % соответственно. Контрольный сорт озимой ржи превосходили только несколько сортов тритикале озимого по сбору сухого вещества с 1 га Березино (1,9 %), ИЗС-2 (2,9 %), Свислочь (5,0 %), Ковчег (12,1 %); обменной энергии – Устье (9,6 %), Жемчуг (10,6), ИЗС-3 (15,7), ИЗС-2 (18,7), Свислочь (24,0) и Ковчег (34,3 %); БЭВ – Устье на 1,8 %, Свислочь на 11,8 % и Ковчег на 14,7 %. Отличительной особенностью тритикале озимого ото ржи являлось низкий выход сырой клетчатки, БЭВ и сухого вещества. Это указывает на то, что сорта тритикале озимого Благо 16, ИЗС-1, Жемчуг, ИЗС-3, Свислочь, ИЗС-2, Ковчег сохраняют дольше высокую питательную ценность и их зеленая масса может использоваться для заготовки сена и сенажа, начиная с фазы начала колошения и заканчивая фазой начала цветения.

Таблица 2 – Выход питательных веществ с 1 га посевной площади в фазу флагового листа

№ п/п	Сорт	ЭКЕ, ц	Обменная энергия, ГДЖ	Сухое вещество, ц	Сырой протеин, ц	Переваримый протеин, ц	Сырой жир, ц	Сырая клетчатка, ц	БЭВ, ц
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Динамо (контроль)	58,8	68,83	65,72	9,13	6,12	2,16	16,61	32,93
2	Атлет 17	58,7	70,13	66,54	6,07	4,11	1,83	16,54	38,03
3	Устье	56,7	67,30	64,52	7,34	4,93	1,97	16,37	34,07
4	Импульс	45,5	52,89	50,21	6,44	4,38	1,79	12,34	25,72
5	ИЗС-1	68,9	78,45	74,31	7,39	4,98	2,99	18,49	41,42

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	Гродно	48,5	58,55	55,64	5,76	3,75	1,68	13,91	30,28
7	ИЗС-4	50,5	84,92	80,76	9,18	6,18	2,69	20,14	31,16
8	Березино	57,0	67,71	65,36	7,21	4,79	2,19	16,81	34,43
9	ИЗС-3	73,8	85,04	81,14	8,68	5,81	2,40	20,45	42,31
10	Ковчег	90,6	102,91	95,98	13,06	8,90	3,66	23,02	47,03
11	Юбилей	46,8	57,76	57,76	6,12	3,93	1,59	16,08	29,03
12	ИЗС-2	78,5	69,32	66,53	7,27	4,82	1,92	17,15	47,90
13	Прометей	59,2	69,51	66,08	5,98	4,05	1,88	16,28	37,03
14	Жемчуг	71,3	92,71	90,56	9,06	6,01	2,74	23,09	47,90
15	Благо 16	65,9	76,56	73,63	6,48	4,32	2,13	18,90	40,70
16	Свислочь	74,2	89,93	86,12	7,61	5,09	2,46	21,95	48,89
17	Рожь Офелия (контроль)	52,3	69,02	73,90	5,72	3,56	2,07	23,29	38,28

Таблица 3 – Выход питательных веществ с 1 га посевной площади в фазу начала колошения

№ п/п	Сорт	ЭКЕ, ц	Об- менная энер- гия, ГДЖ	Сухое веще- ство, ц	Сырой проте- ин, ц	Пере- вари- мый проте- ин, ц	Сырой жир, ц	Сырая клет- чатка, ц	БЭВ, ц
1	Динамо (кон- троль)	59,9	85,62	98,03	9,03	5,35	2,77	34,16	47,05
2	Атлет 17	67,8	88,98	95,33	8,81	5,47	2,62	29,87	49,02
3	Устье	79,5	101,20	106,94	8,62	5,39	2,73	32,64	57,62
4	Импульс	77,3	99,21	102,22	8,25	5,24	2,70	30,19	56,05
5	ИЗС-1	70,3	96,62	106,29	8,65	5,27	2,47	34,88	55,08
6	Гродно	65,8	85,21	87,92	7,63	4,88	2,25	25,93	47,37
7	ИЗС-4	60,5	81,83	88,31	8,95	5,55	2,63	26,80	44,12
8	Березино	64,5	88,58	119,93	8,43	4,99	2,78	35,64	49,36
9	ИЗС-3	78,9	106,78	101,91	12,15	7,31	3,88	40,65	56,07
10	Ковчег	91,2	124,01	131,91	13,13	8,15	3,98	41,15	64,80
11	Юбилей	66,2	86,07	92,69	10,26	6,40	2,89	29,23	44,85
12	ИЗС-2	80,7	109,55	121,09	13,03	7,96	3,97	39,88	56,05
13	Прометей	67,3	85,45	90,59	8,11	5,06	2,82	27,95	46,52
14	Жемчуг	76,6	102,08	113,82	11,54	6,99	3,63	38,19	54,51
15	Благо 16	68,4	91,29	100,39	8,72	5,29	2,77	32,88	50,74
16	Свислочь	86,1	114,49	123,61	10,94	6,79	3,46	39,35	63,27
17	Рожь Офелия (контроль)	56,9	92,31	117,69	7,13	4,16	2,01	46,86	56,61

Заключение. 1. На основании комплексной оценки выявлены сорта тритикале озимого Благо 16, ИЗС-1, Жемчуг, ИЗС-3, Свислочь, ИЗС-2, Ковчег с высокой облиственностью, урожайностью зеленой

массы и питательной ценностью, которые будут использоваться в селекционном процессе при создании новых зеленокусовых сортов.

2. Установлено, что сорта тритикале озимого Благо 16, ИЗС-1, Жемчуг, ИЗС-3, Свислочь, ИЗС-2, Ковчег могут использоваться для закладки пастбищ и скармливания зеленого корма в чистом виде, начиная с фазы выхода в трубку и заканчивая началом колошения, а также для заготовки сена и сенажа, начиная с фазы начала колошения и до фазы начала цветения.

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. Гроболец // 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. Поспелова, Л. С. Новое направление в селекции тритикале – зернокармальные двуручки / Л. С. Паспелова // Тритикале России / РАСХН, Донской ЗНИИСХ, Северо-Донецкая СХОС Ростов-на-Дону. – 2000. – С. 66-74.
5. Сорта озимого тритикале как источники фуражного зерна и зеленого корма в условиях Беларуси / В. Н. Буштевич [и др.] // Научное обеспечение животноводства Сибири: мат-лы III Междунар. науч.-практ. конф., 16-17 мая 2019 – Красноярск: КрасНИИЖ ФИЦ КНЦ СО РАН. – Красноярск, 2019. – С. 16-19.
6. Тимофеев, В. Б. Об урожайности и качестве зеленой массы тритикале / В. Б. Тимофеев // Сельскохозяйственная биология. – 1986. – № 11. – С. 46-51.
7. 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.
8. Элементы продуктивности и питательная ценность зеленой массы тритикале озимого в фазу трубкования / М. А. Дашкевич [и др.] // Зоотехническая наука: Сб. науч. тр. – Жодино. – 2019. – Т. 54, Ч. 1. – С. 225-233.

УДК 631.84:633.13:631.559:631.445.24

ВЛИЯНИЕ ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОВСА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПОСЕВА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

А. А. Дудук, П. Л. Тарасенко, А. В. Шостко

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

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

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

Ключевые слова: овес, способы посева, дозы азотных удобрений, полевая всхожесть, влажность почвы, показатели структуры урожая, урожайность.

Аннотация. Приведены результаты исследований по изучению влияния доз азотных удобрений на продуктивность овса при различных технологиях посева на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Установлен оптимальный уровень азотного питания, обеспечивающий получение максимальной урожайности культуры. Использование для посева овса почвообрабатывающе-посевного агрегата АПП-6М позволяет при более равномерной заделке семян повысить полевую всхожесть культуры и получить дополнительно 2,0-3,0 ц/га зерна.

INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZERS DOSES ON OAT YIELD IN DIFFERENT SOWING TECHNOLOGIES ON SOD-PODZOLYC SANDY LOAM SOIL

A. A. Duduk, P. L. Tarasenko, A. V. Shostko

EI «Grodno state agrarian university»

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

Key words: oats, sowing methods, doses of nitrogen fertilizers, field germination, soil moisture, indicators of crop structure, yield.

Summary. The results of studies on the effect of nitrogen fertilizer doses on the productivity of oats with different sowing technologies on sod-podzolic sandy loam soil are presented. The optimal level of nitrogen nutrition has been established, which ensures the maximum yield of the crop. The use of the soil-cultivating-sowing unit APP-6M for sowing oats allows, with a more uniform seeding of seeds, to increase the field germination of the crop and get an additional 2,0-3,0 centners/ha of grain.

(Поступила в редакцию 02.06.2021 г.)

Введение. Овес является одной из основных зерновых культур благодаря ценным кормовым и пищевым качествам, широкому ареалу возделывания и стабильности урожая в сложных климатических условиях. Эта культура занимает пятое место в мире по посевным площадям (после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя). На полях Республики Беларусь в 2018 г. под посевами овса было занято 145,8 тыс. га пахотных земель, в 2019 г. – 153,8 тыс. га, в 2020 г. – 155,8 тыс. га. В обозримом будущем удельный вес его будет только расти, поскольку овес – одна из самых значимых зернофуражных культур.

На пищевые цели используется только 11,3 % зерна овса, а 77,9 % поступает на корм животным [4]. Зерно культуры богато белком и крахмалом, имеет достаточно высокую питательность. Овсяную муку, солому и мякину активно используют при откорме молодняка, она хо-

рошо усваивается в организме животных. Из зерна овса получают крупы, муку, мюсли и толокно [1].

Потенциал урожайности возделываемых в Республике Беларусь сортов зерновых культур достигает 100 ц и более зерна с гектара. Средняя урожайность овса в последние годы формировалась на уровне 26,4-34,4 ц/га при валовом сборе 351-522 тыс. т. Рост культуры земледелия и материально-технического обеспечения растениеводства позволяет получать высокие урожаи не только в отдельных хозяйствах или районах, но и областях (Гродненская область в 2014 г. – 41,3 ц/га) [2].

Получение высоких и стабильных урожаев овса возможно только при обеспечении достаточного уровня интенсификации технологии возделывания культуры. В формировании будущего урожая первостепенное значение имеет качественная и своевременная подготовка почвы под посев. Овес – культура раннего срока сева, что связано с ее общей холодостойкостью и способностью переносить весенние заморозки до -8°C . Оптимальным считается посев весной в почву, прогретую на глубине 10 см до $+5^{\circ}\text{C}$. Опоздание со сроком посева неизбежно влечет снижение урожайности. В опытах РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» установлено, что при опоздании с посевом на 10 дней, по сравнению с оптимальным сроком, потенциальная урожайность снижается на 15-20 %, а при опоздании на 20 дней – на 40-50 % [6]. Получение дружных всходов культуры во многом определяется равномерностью заделки семян, которая в значительной степени зависит от работы сошников сеялок и качества подготовки почвы под посев рабочими органами комбинированных агрегатов. Сошники должны обеспечивать заделку семян на заданную глубину, распределение их по площади и формировать уплотненное ложе, увеличивающее приток капиллярной влаги к семенам. С этими задачами успешно справляются комбинированные почвообрабатывающе-посевные агрегаты типа АПП. Использование их для посева овса позволяет увеличить урожайность культуры в пределах 7,6-9,3 % в сравнении с посевом сеялками типа СПУ и предпосевной обработкой комбинированными агрегатами АКШ [5].

Реализация потенциальной урожайности овса возможна лишь при условии оптимизации минерального питания. Как и другие зерновые культуры, овес среди макроэлементов в большей степени реагирует на применение азотных удобрений, наиболее эффективных на бедных органическим веществом дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах, часто используемых для возделывания этой нетребовательной к условиям произрастания культуры [3].

В связи с вышеизложенным в настоящее время актуальными являются вопросы повышения урожайности овса посредством оптимизации условий азотного питания при различных технологиях посева.

Цель работы – изучить влияние технологии посева и уровня применения азотных удобрений на урожайность овса на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в 2019-2020 гг. на опытном поле УО «Гродненский государственный аграрный университет». Почва опытного участка дерново-подзолистая связносупесчаная, развивающаяся на супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая 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.

Опыт закладывали в соответствии с общепринятой методикой в трехкратной повторности. Учетная площадь делянки – 50 м². В качестве предшественника для овса использовалась озимая пшеница. Схема опыта предусматривала внесение различных доз азотных удобрений в форме карбамида на фосфорно-калийном фоне $P_{60}K_{110}$ при использовании двух технологий посева: 1. посев сеялкой СПУ при проведении предпосевной обработки почвы комбинированным агрегатом АКШ; 2. посев почвообрабатывающе-посевным агрегатом АПП.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных в 2019-2020 гг. исследований было установлено, что выбор технологии посева влиял на полевую всхожесть овса (таблица 1). Так, при посеве культуры агрегатом АПП в среднем за два года на 1 м² всходило на 7-20 семян на 1 м² больше, чем при посеве сеялкой СПУ. При этом полевая всхожесть овса увеличивалась на 1,4-4,0 % в 2019 г. и на 1,8-3,8 % в 2020 г. Это объясняется более равномерной заделкой семян по глубине и созданием более уплотненного семенного ложа комбинированным почвообрабатывающе-посевным агрегатом АПП.

При анализе полевой всхожести овса нами также отмечена тенденция увеличения данного показателя при улучшении условий азотного питания. Последовательное повышение доз азота от 0 до 100 кг д. в./га увеличивало полевую всхожесть культуры в среднем на 2,6-2,7 %.

Таблица 1 – Полевая всхожесть овса при различных технологиях посева

Доза азота	Год	Количество взошедших семян, шт./м ²		Полевая всхожесть, %	
		АКШ + СПУ	АПП	АКШ + СПУ	АПП
1. N ₀	2019	424	431	84,8	86,2
	2020	426	435	85,2	87,0
2. N ₄₀	2019	425	437	85,0	87,4
	2020	430	440	86,0	88,0
3. N ₆₀	2019	427	447	85,4	89,4
	2020	432	449	86,4	89,4
4. N ₈₀	2019	430	448	86,0	89,6
	2020	433	452	86,6	90,4
5. N ₁₀₀	2019	431	451	86,2	90,2
	2020	434	453	86,8	90,6

Одним из важнейших факторов формирования урожайности является наличие в почве достаточного количества влаги, необходимой для удовлетворения потребности в ней со стороны культурных растений. Влажность почвы в первую очередь определяется погодными условиями вегетационного периода. В целом 2019 г. характеризовался засушливыми условиями, в связи с чем влажность почвы при появлении всходов культуры была в 2 раза ниже, чем в аналогичный период 2020 г. (таблица 2). К уборке культуры различия по данному показателю в годы проведения исследований были незначительны.

Таблица 2 – Влажность почвы в посевах овса, %

Доза азота	Годы	Всходы		К уборке	
		АКШ + СПУ	АПП	АКШ + СПУ	АПП
1. N ₀	2019	7,9	8,1	14,3	15,6
	2020	16,4	16,3	14,0	14,8
2. N ₄₀	2019	7,5	7,9	13,8	14,4
	2020	15,0	15,2	13,7	14,2
3. N ₆₀	2019	8,3	8,3	12,9	14,6
	2020	15,7	16,0	13,3	14,1
4. N ₈₀	2019	7,8	8,1	13,2	14,2
	2020	15,0	15,5	13,3	13,9
5. N ₁₀₀	2019	7,7	8,0	13,8	14,5
	2020	15,3	15,9	13,2	13,8

Следует отметить некоторое увеличение содержания влаги в почве при посеве АПП. Так, в период всходов влажность почвы в посевах овса после АПП была в среднем на 0,2-0,6 % выше, к уборке – на 0,5-1,7 % выше, чем при посеве СПУ.

В проведенных исследованиях нами определялись основные показатели структуры урожая овса. Улучшение условий азотного питания увеличивало количество продуктивных стеблей на 1 м². Внесение 40 кг

д. в./га азота повышало продуктивный стеблестой в среднем на 8-18 шт./м² при различных способах посева (таблица 3). Максимальное количество продуктивных стеблей (573-611 шт./м²) сформировалось в варианте с применением N₈₀. Дальнейшее увеличение дозы азота до 100 кг д. в./га в основном приводило к уменьшению продуктивного стеблестоя.

Применение различных технологий посева также отразилось на формировании продуктивной кустистости. При посеве овса почвообрабатывающе-посевным агрегатом АПП в годы проведения исследований количество продуктивных стеблей было в среднем выше на 20-23 шт./м². Это объясняется более высокой полевой всхожестью семян овса при данном способе посева.

Таблица 3 – Структура урожая овса

Доза азота	Годы	Число продуктивных стеблей, шт./м ²		Число зерен в метелке, шт.		Масса 1000 зерен, г		Масса зерна с метелки, г	
		АКШ + СПУ	АПП	АКШ + СПУ	АПП	АКШ + СПУ	АПП	АКШ + СПУ	АПП
1. N ₀	2019	522	538	27,1	27,4	22,4	22,4	0,61	0,61
	2020	561	576	29,3	29,1	23,8	24,4	0,70	0,71
2. N ₄₀	2019	530	549	28,2	28,8	22,6	23,2	0,64	0,67
	2020	579	589	31,9	32,2	24,3	24,8	0,80	0,80
3. N ₆₀	2019	548	566	29,0	29,4	23,2	23,3	0,67	0,69
	2020	593	611	33,2	33,7	24,8	24,8	0,82	0,84
4. N ₈₀	2019	559	587	29,2	29,6	23,5	23,7	0,69	0,70
	2020	597	625	33,9	33,9	25,8	25,8	0,87	0,87
5. N ₁₀₀	2019	556	591	30,1	29,6	23,6	23,8	0,71	0,70
	2020	594	621	34,8	33,7	24,9	24,7	0,87	0,83

Озерненность метелки не зависела от способа посева и составляла в 2019 г. 27,1-30,1 шт., в 2020 г. – 29,1-34,8 шт. Увеличение дозы азота способствовало росту данного показателя. Максимальное число зерен в метелке было получено в варианте с применением N₁₀₀ и составило в среднем за годы проведения исследований 29,9-34,3 шт./м². Масса зерна с метелки в 2019 г. составляла 0,61-0,71 г, в 2020 г. – 0,70-0,87 г. Наибольшими значениями данного показателя (0,70-0,87 г) характеризовались варианты с применением 80 и 100 кг д. в./га азота.

Масса 1000 зерен овса находилась в пределах 22,4-23,8 г в 2019 г. и 23,8-25,8 г в 2020 г. Нами отмечено некоторое увеличение данного показателя при улучшении условий азотного питания. Максимальной масса 1000 зерен была в вариантах с внесением азота в дозе 80 кг д. в./га (23,6-25,8 г).

Итоговым показателем, определяющим значимость, экономическую эффективность изучаемых элементов технологии возделывания,

является урожайность сельскохозяйственной культуры. В 2019 г. урожайность овса составляла 30,4-40,9 ц/га (таблица 4). Улучшение условий азотного питания достоверно увеличивало урожайность культуры до уровня N₈₀. Так, при посеве сеялкой СПУ прибавка урожайности к контрольному варианту без внесения азота составила 7,6 ц/га, при посеве почвообрабатывающе-посевным агрегатом АПП – 8,2 ц/га. Дальнейшее увеличение дозы азота до N₁₀₀ вызывало полегание растений и некоторое снижение урожайности.

Таблица 4 – Урожайность овса при различных технологиях посева и дозах азота, ц/га

Доза азота	2019 г.		2020 г.		Средняя		+ к контролю		+ АПП к СПУ
	АКШ + СПУ	АПП	АКШ + СПУ	АПП	АКШ + СПУ	АПП	АКШ + СПУ	АПП	
1. N ₀	30,4	32,5	38,2	40,3	34,3	36,4	-	-	2,1
2. N ₄₀	33,1	35,4	44,7	46,8	38,9	41,1	4,7	4,4	2,2
3. N ₆₀	36,0	38,5	48,2	50,9	42,1	44,7	8,3	7,8	2,6
4. N ₈₀	38,0	40,9	51,3	54,3	44,6	47,6	11,2	10,3	3,0
5. N ₁₀₀	38,1	40,7	49,6	51,1	43,9	45,9	9,5	9,6	2,0
НСР _{0,95}	2,0	1,8	2,4	2,7					

Погодные условия 2020 г. складывались более благоприятно для возделывания овса, что позволило получить урожайность на уровне 38,2-54,3 ц/га. Также как и в предыдущем году урожайность культуры во многом определялась уровнем применения азотных удобрений. Так, внесение 40 кг д. в./га азота позволило получить дополнительно 6,5 ц/га зерна при разных технологиях посева. При внесении N₆₀ прибавка урожая к контролю составила 10,0-10,6 ц/га, при N₈₀ – 13,1-14,0 ц/га. Увеличение дозы азота до 100 кг д. в./га значительно снижало урожайность овса.

Основные закономерности влияния уровня применения азотных удобрений на урожайность культуры в годы проведения исследований сохранялись. В среднем за два года максимальные урожаи овса (44,6-47,6 ц/га) были получены в варианте с внесением N₈₀. Прибавки урожая за счет применения азота в данном варианте по отношению к контролю составили 10,3-11,2 ц/га.

В результате проведенных исследований нами было установлено, что использование для посева овса почвообрабатывающе-посевного агрегата АПП позволяло получить дополнительно 2,0-3,0 ц/га зерна по сравнению с посевом сеялкой СПУ. Прежде всего, это объясняется более равномерной заделкой семян и созданием уплотненного семенного ложа при посеве АПП, что повышает полевую всхожесть семян и, как следствие, увеличивает продуктивность культуры.

Заключение. На дерново-подзолистых супесчаных почвах для посева овса целесообразно применять комбинированные почвообрабатывающе-посевные агрегаты типа АПП, позволяющие повысить качество предпосевной обработки, равномерно заделать семена на заданную глубину и увеличить полевою всхожесть культуры. При использовании данного агрегата урожайность овса повышается в среднем на 2,0 – 3,0 ц/га по сравнению с посевом сеялкой СПУ с проведением предпосевной обработки АКШ.

Продуктивность овса в значительной степени определяется уровнем азотного питания. Внесение азотных удобрений в дозе N_{80} на фосфорно-калийном фоне $P_{60}K_{110}$ позволяет получить прибавки урожая к контролю в пределах 10,3-11,2 ц/га. Средняя урожайность овса в данном варианте составляет 44,6-47,6 ц/га при количестве продуктивных стеблей на 1 м^2 573-611 шт. и массе 1000 зерен 23,6-25,8 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаков, В. П. Возделывание овса на пищевые цели / В. П. Бабаков // Сахарная свекла. – 2016. – № 5. – С. 42-46.
2. Власов, А. Г. Оптимальные сроки уборки овса / А. Г. Власов, С. П. Халецкий // Технологии и приемы производства экологически безопасной продукции растениеводства: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию со дня создания Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию (14-15 апреля 2016г., Жодино). – Минск, 2016. – С. 119-121.
3. Воробьев, В. А. Эффективность систем удобрения в посевах овса / В. А. Воробьев, Г. В. Гаврилова // Аграрная наука, 2016. – № 2. – С. 7-9.
4. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БСХА, 2016.
5. Филиппов, А. И. Результаты агротехнической оценки почвообрабатывающе-посевого агрегата АПП-3А и сеялки СПУ-4Д с дисковыми и килевидными сошниками при посеве овса и люпина / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч. статей по материалам XX Международной науч.-практ. конф. 26 мая, 24 марта, 21 марта 2017 г. – Гродно: ГТАУ, 2017. – С. 252-255.
6. Овес. Подготовка к севу / С. Халецкий [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – № 3. – С. 46-50.

УДК 632.954:633.33/.37(476)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЧВЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ В АГРОЦЕНОЗЕ КОРМОВЫХ БОБОВ В БЕЛАРУСИ

А. А. Запрудский, Е. В. Пенязь

РУП «Институт защиты растений»

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

аг. Прилуки, Минский район, ул. Мира, 2; e-mail: a.zaprudski@mail.ru)

Ключевые слова: кормовые бобы, почвенные гербициды, эффективность, урожайность.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований за 2018-2020 гг. по оценке эффективности гербицидов в посевах кормовых бобов. Отмечено, что в 2018 г. при оптимальном гидротермическом режиме в период закладки опытов биологическая эффективность гербицидов Бриг, КС (4,0 л/га), Гамбит, СК (4,0 л/га), Зенкор Ультра, КС (0,5 л/га), Экстракорн, СЭ (3,0 л/га), Алгоритм, КЭ (0,2 л/га) против однолетних двудольных и злаковых сорняков составляла 65,4-85,6 %, что позволило сохранить 3,4-4,7 ц/га. В 2019 г. при недостаточной влагообеспеченности в период внесения данных препаратов снижение засоренности было в пределах 50,1-66,5 %, при этом сохраненный урожай зерна был на уровне 2,6-3,7 ц/га зерна. При избыточном выпадении осадков в период закладки опытов в 2020 г. был отмечен максимальный гербицидный эффект испытываемых препаратов – 72,3-91,7 %, что обеспечило получение 5,5-6,7 ц/га сохраненного урожая зерна. Разница в урожайности зерна между вариантами с внесением почвенных гербицидов по годам исследований была незначительной.

EVALUATION OF SOIL HERBICIDES EFFICIENCY IN FODDER BEANS AGROCOENOSES IN BELARUS

A. A. Zaprudsky, E. V. Penyaz

RUE «Institute of plant protection»

ac.Priluki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 223011, ac. Priluki, Minsk region, Mira Str. 2; e-mail: a.zaprudski@mail.ru)

Key words: fodder beans, soil herbicides, efficiency, yield.

Summary. In the article the results of researches for 2018-2020 years on the efficiency of herbicides evaluation in fodder bean crops are presented. It is pointed out that in 2018 under optimum hydrothermal regime during starting the experiments the biological efficiency of herbicides Brig, SC (4,0 l/ha), Gambit, SC (4,0 l/ha), Sencor Ultra, SC (0,5 l/ha), Extracorn SE (3,0 l/ha), Algorithm, EC (0,2 l/ha) against annual dicotyledonous and grass weeds has made 65,4-85,6 % what has allowed to keep 3,4-4,7 cwt/ha. In 2019 at insignificant water supply during these preparations application weed infestation decrease has made in the range of 50,1-66,5 %, for this, the kept yield has been at the level of 2,6-3,7 cwt of grain/ha. At surplus rainfall during starting the experiments in 2020 the maximum herbicidal effect of tested preparations 72,3-91,7 cwt/ha has been noticed what has provided with 5,5-6,7 cwt/ha of kept grain yield. The grain yield difference between the variants with the soil herbicides application by years has been insignificant.

(Поступила в редакцию 02.06.2021 г.)

Введение. Получение отечественного растительного белка в условиях Республики Беларусь является одним из приоритетных направлений отрасли кормопроизводства. Для решения этой задачи

перед сельскохозяйственными предприятиями республики доведены посевные площади зернобобовых культур до уровня 350 тыс. га [1]. Из данной группы культур горох занимает около 80-85 % посевных площадей, однако для дальнейшей стабилизации объемов производства высокобелковой продукции особое внимание следует уделять относительно новой зернобобовой культуре – кормовым бобам (*Vicia faba* L.).

Семена кормовых бобов по химическому составу сходны с горохом, викой и являются хорошим источником протеина, незаменимых аминокислот для сельскохозяйственных животных [2]. Содержание белка в семена культуры в зависимости от сорта колеблется в пределах 28-35 %. В сухом веществе зеленой массы концентрация протеина составляет 18-22 %, при этом даже в соломе содержание белка составляет 10 %. Кроме этого, семена кормовых бобов содержат 1,1-3,3 % жира, 46-48 % безазотистых экстрактивных веществ, 7-11 % клетчатки, 3,4-7,7 % сырой золы, витамины С, В₁, В₂, а также они богаты минеральными веществами: калием, кальцием, фосфором, магнием и т. д. [3]. Отмечено, что использование кормовых бобов в севообороте имеет огромное экологическое значение, заключающееся в улучшении физико-химических свойств почвы, повышении плодородия, снижая при этом потребление азотных удобрений [4, 5].

Вместе с тем одним из факторов, ограничивающим получение высоких урожаев зерна кормовых бобов, является сильная восприимчивость к вредным организмам, особенно на ранних этапах роста и развития культуры. Помимо вредителей и болезней существенный вред могут наносить сорные растения. Учитывая медленное прохождение межфазного периода «всходы - формирование листьев», кормовые бобы не способны конкурировать с сорняками в поглощении питательных веществ и влаги, фотосинтетической активности. Это приводит не только к ухудшению условий произрастания, но и препятствует равномерному и быстрому созреванию, и, как следствие, снижению качественных и количественных показателей продуктивности растения и посева в целом [6, 7, 8]. Агротехнические меры борьбы с сорняками в посевах кормовых бобов не всегда достаточно эффективны. Поэтому исследования по оценке эффективности применения почвенных гербицидов в посевах кормовых бобов являются актуальными, представляют научный и практический интерес в технологии защиты культуры.

Цель работы – оценить эффективности гербицидов почвенного действия в посевах кормовых бобов.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в 2018-2020 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах кормовых бобов сорта Стрелецкие согласно общепри-

нятым методикам [9]. Агротехника возделывания культуры общепринятая для центральной агроклиматической зоны. Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая с содержанием гумуса 1,8-1,9 %, рН – 6,1–6,3, подвижных форм фосфора – 205,0-211,4 мг/кг, калия – 281,2-290,1 мг/кг почвы.

Схема опыта включала следующие варианты: 1. Без применения гербицида; 2. Бриг, КС (прометрин, 500 г/л) – 4,0 л/га; 3. Гамбит, СК (прометрин, 500 г/л) – 4,0 л/га; 4. Зенкор Ультра, КС (метрибузин, 600 г/л) – 0,5 л/га; 5. Экстракорн, СЭ (С-метолахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л) – 3,0 л/га; 6. Алгоритм, КЭ (кломазон, 480 г/л) – 0,2 л/га. Препараты вносили поделаячно, однократно после посева до всходов культуры методом сплошного опрыскивания. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б. А. Доспехова [10]. Обработка экспериментальных данных выполнена в MS Excel.

Агрометеорологические условия в годы проведения исследований отличались по количеству выпавших осадков и температурному режиму, что позволило в полной мере оценить эффективность почвенных гербицидов в посевах кормовых бобов. В 2018 г. сложились оптимальные гидротермические условия в период после посева до всходов культуры. Межфазный период всходы - бутонизация кормовых бобов характеризовался повышенным температурным режимом на 2,5 °С с суммой осадков 69,8 мм. В 2019 г. после посева до всходов культуры отмечался дефицит выпадения осадков с температурой воздуха выше обычного. Первая половина вегетации культуры проходила при среднесуточной температуре воздуха выше на 4,0 °С с суммой осадков 48,6 мм. В 2020 г. избыточное увлажнение и недостаток тепла задержали прохождение межфазного периода прорастание - бутонизация на 10-12 дней, чем в предыдущие годы. Дальнейший рост и развитие кормовых бобов проходил при оптимальном гидротермическом режиме.

Результаты исследований и их обсуждение. Выявлено, что в 2018 г. при опрыскивании почвы после посевов до всходов культуры гербицидами Бриг, КС (4,0 л/га) и Гамбит, СК (4,0 л/га) общая биологическая эффективность составила соответственно 81,9 и 82,9 % по численности, 85,6 и 84,3 % по вегетативной массе. При этом препараты наиболее эффективно подавляли марь белую (89,4-92,0 %), фиалку полевую (77,5-84,6 %). Снижение численности и вегетативной массы проса куриного составляла 76,6-78,5 и 78,4-80,1 % соответственно (таблица 1).

Применение гербицида Зенкор ультра, КС (0,5 л/га) обеспечило снижение численности однолетних двудольных и злаковых сорняков

на 72,1 %, вегетативной массы – 75,3 %. Недостаточно эффективно действовал препарат на подмаренник цепкий. Препарат Экстракорн, СЭ (3,0 л/га) снизил численность сорных растений на 65,4 %, их вегетативную массу на 68,4 %, при этом также отмечена низкая эффективность на подмаренник цепкий.

Снижение численности и вегетативной массы всех видов сорных растений при внесении препарата Алгоритм, КЭ (0,2 л/га) составило 73,3 и 75,8 % соответственно.

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицидов почвенного действия в посевах кормовых бобов, 2018 г.

Вариант	Снижение численности и вегетативной массы сорных растений, %						
	всего	в том числе					
		мари белой	подмаренника цепкого	пастушьей сумки	фиалки полевой	горца вьюнкового	пшеницы
Без применения гербицида*	116,5	63,5	12,0	10,0	4,0	6,0	21,0
	1150,8	734,2	134,9	107,1	17,8	67,4	89,4
Бриг, КС (4,0 л/га)	81,9	90,0	62,5	75,0	83,1	83,3	76,6
	85,6	92,0	66,4	78,1	84,6	85,1	78,4
Гамбит, СК (4,0 л/га)	82,9	89,4	59,1	75,0	77,5	83,3	78,5
	84,3	90,4	61,3	76,4	81,2	87,3	80,1
Зенкор Ультра, КС (0,5 л/га)	72,1	80,0	39,3	55,0	62,5	66,6	59,5
	75,3	81,3	40,4	57,2	66,8	69,3	62,4
Экстракорн, СЭ (3,0 л/га)	65,4	81,3	45,4	61,3	71,4	72,2	64,3
	68,4	82,5	49,7	62,8	74,3	75,5	68,2
Алгоритм, КЭ (0,2 л/га)	73,3	83,1	50,4	59,7	65,7	61,4	66,8
	75,8	85,7	53,1	62,1	68,4	63,0	68,7

Примечание – * в варианте без применения гербицида в числителе – численность сорных растений, шт./м², в знаменателе – их вегетативная масса, г/м²

В 2019 г. при засушливых погодных условиях после посева до всходов культуры отмечалась недостаточная биологическая эффективность испытуемых препаратов против сорных растений. Установлено, что в вариантах Бриг, КС (4,0 л/га) и Гамбит, СК (4,0 л/га) снижение численности всех сорных растений составила 66,4–66,5 %, вегетативной массы – 66,2–67,3 %. При внесении гербицидов Зенкор ультра, КС (0,5 л/га) и Экстракорн, СЭ (3,0 л/га) снижение численности однолетних двудольных и злаковых сорняков составляло 55,1 и 50,1 %, их вегетативной массы – 57,0 и 52,3 % соответственно. Опрыскивание почвы гербицидом Алгоритм, КЭ (0,2 л/га) показало, что гибель всех сорных растений составила 54,9 %, их вегетативная масса снизилась на 55,5 % (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность гербицидов почвенного действия в посевах кормовых бобов, 2019 г.

Вариант	Снижение численности и вегетативной массы сорных растений, %						
	всего	в том числе					
		мари белой	пастушьей сумки	горца вьюнкового	фиалки полевой	подмаренника цепкого	проса куриного
Без применения гербицида*	162,0	90,0	12,0	9,0	8,0	13,0	30,0
	1402,0	880,0	160,0	73,0	19,0	150,0	120,0
Бриг, КС (4,0 л/га)	66,4	82,4	60,6	65,3	75,2	44,3	57,5
	67,3	83,3	61,4	63,1	76,7	45,7	59,2
Гамбит, СК (4,0 л/га)	66,5	81,1	58,3	66,6	77,5	43,4	56,6
	66,2	80,9	59,3	64,3	79,4	43,8	58,3
Зенкор Ультра, КС (0,5 л/га)	55,1	76,8	60,6	61,1	57,5	31,6	41,6
	57,0	77,8	62,5	58,9	60,8	33,3	45,6
Экстракорн, СЭ (3,0 л/га)	50,1	62,8	60,8	58,1	55,2	30,6	33,3
	52,3	65,1	62,4	61,4	56,2	34,1	35,0
Алгоритм, КЭ (0,2 л/га)	54,9	65,5	60,8	55,0	50,0	32,3	55,0
	55,5	67,5	61,5	58,9	57,8	33,3	55,8

Примечание – * в варианте без применения гербицида в числителе – численность сорных растений, шт./м², в знаменателе – их вегетативная масса, г/м²

В вегетационных условиях 2020 г. при достаточном увлажнении почвы в период после посева до всходов культуры отмечена максимальная биологическая эффективность испытуемых гербицидов (таблица 3). Выявлено, что в вариантах Бриг, КС (4,0 л/га) и Гамбит, СК (4,0 л/га) снижение численности сорных растений составило 90,3 и 89,5 %, вегетативной массы – 91,7 и 90,3 % соответственно. При этом гибель проса куриного была в пределах 87,4-85,1 % по численности и 86,3-88,6 % по вегетативной массе. Внесение препарата Зенкор ультра, КС (0,5 л/га), способствовало снижению численности однолетних двудольных и злаковых сорняков на 78,9 %, их вегетативной массы на 80,4 %. Гербицидный эффект в подавлении проса куриного составил 64,3 % по численности и 65,7 % по вегетативной массе.

В варианте Экстракорн, СЭ (3,0 л/га) гибель сорных растений составила 72,1 % по численности и 75,3 % по массе. Опрыскивание посевов кормовых бобов препаратом Алгоритм, КЭ (0,2 л/га) позволило получить биологическую эффективность по численности 80,3 %, по вегетативной массе 82,4 %. Следует отметить, что данный препарат в условиях 2020 г. проявил фитотоксическое действие в виде побеления краев листовой пластинки кормовых бобов. Однако через 4 недели зеленая окраска листьев восстановилась.

Таблица 3 – Биологическая эффективность гербицидов почвенного действия в посевах кормовых бобов, 2020 г.

Вариант	Снижение численности и вегетативной массы сорных растений, %						
	всего	в том числе					
		мари бейлой	горца вьюнкового	пикульника обыкновенного	пастушьей сумки	ярутки полевой	проса куриного
Без применения гербицида*	<u>181,0</u> 1826,0	<u>87,0</u> 1281,0	<u>5,0</u> 90,0	<u>17,0</u> 93,0	<u>18,0</u> 116,0	<u>20,0</u> 120,0	<u>34,0</u> 126,0
Бриг, КС (4,0 л/га)	<u>90,3</u> 91,7	<u>95,0</u> 96,1	<u>89,4</u> 88,6	<u>89,3</u> 90,1	<u>83,1</u> 85,4	<u>77,9</u> 78,3	<u>87,4</u> 88,6
Гамбит, СК (4,0 л/га)	<u>89,5</u> 90,3	<u>94,1</u> 94,4	<u>88,3</u> 89,7	<u>83,3</u> 85,7	<u>84,3</u> 86,0	<u>75,4</u> 79,1	<u>85,1</u> 86,3
Зенкор Ультра, КС (0,5 л/га)	<u>78,9</u> 80,4	<u>90,4</u> 91,3	<u>72,5</u> 70,7	<u>81,4</u> 83,1	<u>69,9</u> 70,4	<u>65,3</u> 68,9	<u>64,3</u> 65,7
Экстракорн, СЭ (3,0 л/га)	<u>72,1</u> 75,3	<u>78,4</u> 79,1	<u>70,8</u> 72,0	<u>72,3</u> 74,8	<u>74,3</u> 75,8	<u>68,4</u> 69,7	<u>69,4</u> 70,3
Алгоритм, КЭ (0,2 л/га)	<u>80,3</u> 82,4	<u>87,3</u> 89,4	<u>75,1</u> 77,4	<u>75,4</u> 77,3	<u>81,3</u> 83,5	<u>76,4</u> 78,6	<u>70,3</u> 72,2

Примечания – * в варианте без применения гербицида в числителе – численность сорных растений, шт./м², в знаменателе – их вегетативная масса, г/м²

Анализ элементов структуры урожайности показал, что в среднем за 2018-2020 гг. применение почвенных гербицидов после посева до всходов культуры способствовало увеличению числа бобов на растении на 1,4-2,1 шт. по сравнению с вариантом без обработки. Также отмечено повышение массы 1000 зерен на 9,5-10,7 г (таблица 4). В испытываемых вариантах опыта не отмечено существенных различий по количеству зерен в бобе относительно варианта без применения гербицида.

Таблица 4 – Влияние гербицидов почвенного действия на элементы структуры урожайности кормовых бобов (в среднем за 2018-2020 гг.)

Вариант	Число бобов на растении, шт.	Число зерен бобе, шт.	Масса зерна с растения, г.	Масса 1000 зерен, г
Без применения гербицида	8,1	2,8	9,6	416,7
Бриг, КС (4,0 л/га)	10,2	2,8	12,2	427,3
Гамбит, СК (4,0 л/га)	10,1	2,9	12,5	426,4
Зенкор Ультра, КС (0,5 л/га)	10,0	2,8	11,9	426,1
Экстракорн, СЭ (3,0 л/га)	9,7	2,9	12,0	427,4
Алгоритм, КЭ (0,2 л/га)	9,5	2,9	11,7	426,2

Оценка хозяйственной эффективности применения гербицидов почвенного действия в посевах кормовых бобов показала, что максимальный уровень сохраненного урожая 5,5-6,7 ц/га был получен в 2020 г.,

что объясняется большей гербицидной активностью препаратов при оптимальных гидротермических условиях в период их внесения.

Таблица 5 – Хозяйственная эффективность гербицидов почвенного действия в посевах кормовых бобов, 2020 г.

Вариант	Урожайность зерна, ц/га				Сохраненный урожай	
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	средняя	ц/га	%
Без применения гербицида	28,4	27,3	26,4	27,4	–	–
Бриг, КС (4,0 л/га)	33,1	31,0	32,9	32,3	4,9	18,0
Гамбит, СК (4,0 л/га)	33,0	30,9	33,1	32,3	4,9	18,0
Зенкор Ультра, КС (0,5 л/га)	32,4	30,5	32,4	31,8	4,4	15,9
Экстракорн, СЭ (3,0 л/га)	31,8	29,9	32,3	31,3	3,9	14,4
Алгоритм, КЭ (0,2 л/га)	31,9	30,5	31,6	31,3	4,0	14,7
НСР _{0,05}	2,5	2,3	2,7			

Наименьшие показатели сохраненного урожая 2,6-3,7 ц/га были получены в 2019 г., что обусловлено невысокой биологической эффективностью испытуемых гербицидов при засушливых погодных условиях в период их применения.

В целом в 2018-2020 гг. достоверно сохраненный урожай зерна кормовых бобов в вариантах с применением гербицидов Бриг, КС (4,0 л/га), Гамбит, СК (4,0 л/га), Зенкор Ультра, КС (0,5 л/га), Экстракорн, СЭ (3,0 л/га), Алгоритм, КЭ (0,2 л/га) составил 3,9-4,9 ц/га. Разница в урожае между вариантами с внесением препаратов была несущественной.

Закключение. В результате проведенных исследований установлено, что в 2018 г. при оптимальном гидротермическом режиме в период закладки опытов биологическая эффективность гербицидов Бриг, КС (4,0 л/га), Гамбит, СК (4,0 л/га), Зенкор Ультра, КС (0,5 л/га), Экстракорн, СЭ (3,0 л/га), Алгоритм, КЭ (0,2 л/га) против однолетних двудольных и злаковых сорняков по численности составляла 65,4-82,9 %, по вегетативной массе 68,4-85,6 %, что позволило сохранить 3,4-4,7 ц/га. В 2019 г. при недостаточной влагообеспеченности в период внесения данных препаратов снижение численности сорных растений было в пределах 50,1-66,5 %, их вегетативной массы – 52,3-67,3 %, при этом сохраненный урожай зерна был на уровне 2,6-3,7 ц/га зерна. При избыточном выпадении осадков в период закладки опытов в 2020 г. был отмечен максимальный гербицидный эффект испытуемых препаратов – 72,3-90,3 % по численности и 75,3-91,7 % по вегетативной массе, что обеспечило получение 5,5-6,7 ц/га достоверно сохраненного урожая зерна. Разница в урожайности зерна между вариантами с внесением почвенных гербицидов по годам исследований была несущественной.

ЛИТЕРАТУРА

1. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021-2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 февр. 2021 г., № 59 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 10.04.2021.
2. Голушко, В. М. Кормовые бобы – ценный источник белка / В. М. Голушко, А. В. Голушко // Наше сельское хозяйство. – 2016. – № 20 (148). – С. 47-51.
3. Растениеводство: учеб. пособие для студентов учреждений высш. образования по агрономическим специальностям / К. В. Коледа [и др.]; ред.: К. В. Коледа, А. А. Дудук; рец.: И. П. Козловская, Н. П. Лукашевич. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 583 с.
4. Иванюк, С. В. Селекция *Vicia faba* в Украине / С. В. Иванюк, С. В. Барвинченко // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Жодино, 5-6 июля 2017 г. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск, 2017. – С. 295-300.
5. Горох, люпин, вика, бобы: оценка и использование в кормлении сельскохозяйственных животных / В. М. Косолапов [и др.]. – М.: ООО «Угрешская типография», 2009. – 374 с.
6. Запрудский, А. А. Мониторинг фитосанитарной ситуации в посевах кормовых бобов / А. А. Запрудский, А. М. Ходенкова, Д. Ф. Привалов // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 3. – С. 31-35.
7. Запрудский, А. А. Эффективность применения послевсходовых гербицидов в посевах кормовых бобов / А. А. Запрудский, Е. В. Пенязь, Д. Ф. Привалов // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л. И. Трепашко [и др.]. – Минск, 2020. – Вып. 44. – С. 29-34.
8. Защита кормовых бобов от вредных организмов в Республике Беларусь / А. А. Запрудский [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 1 (37). – С. 37-46.
9. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская; рец.: В. В. Лапа, Ю. М. Забара. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – 58 с.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропроиздат, 1985. – 351 с.

УДК 631.82:633.854.78

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА

М. В. Зимина, М. С. Брилев, В. А. Гончарук

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

Ключевые слова: подсолнечник, минеральные удобрения, урожайность, масличность, экономическая эффективность.

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по изучению различных доз минеральных удобрений в посевах подсолнечника. Установлено влияние минеральных удобрений на урожайность и качество маслосемян подсолнечника. Проведена оценка экономической эффективности применяемых минеральных удобрений.*

EFFICIENCY OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS IN SUNFLOWER CROPS

M. V. Zimina, M. S. Brilev, V. A. Goncharuk

EI «Grodno state agrarian university»

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

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

***Key words:** sunflower, mineral fertilizers, yield, oil content, economic efficiency.*

***Summary.** The article presents the results of research on the study of different doses of mineral fertilizers in sunflower crops. The influence of mineral fertilizers on the yield and quality of sunflower oil seeds has been established. The economic efficiency of the applied mineral fertilizers was evaluated.*

(Поступила в редакцию 04.06.2021 г.)

Введение. Подсолнечник – одна из важных сельскохозяйственных культур. Семена подсолнечника являются основным источником растительного масла, которое широко используется у нас в стране. Подсолнечное масло используется не только в пищевой промышленности и употребляется в пищу, но также является ценным ресурсом и для других видов промышленности.

При переработке семян на масло получают также побочную продукцию – шрот и жмых, которая составляет 33-35 % от массы перерабатываемых семян. Жмых в своем составе содержит 5-7 % жира, а шрот – 1 %, а также до 33-35 % белка, минеральные соли, незаменимые аминокислоты, витамины [1]. Подсолнечник также является силосной, кулисной и медоносной культурой.

Обеспечение собственным подсолнечным маслом и шротом за счет возделывания подсолнечника в хозяйствах имеет стратегическое значение в импортозамещении. Известно, что ежегодно Беларусь завозит 600 тыс. т подсолнечного шрота, импортирует из России и Украины более 100 тыс. т подсолнечного масла. Это обходится в 225 млн. долларов. Поэтому подсолнечник относят к наиболее ценным и высокодоходным культурам, играющим важную роль в укреплении экономики сельскохозяйственных предприятий. Возделывание этой культуры показывает, что подсолнечник обеспечивает значительную прибыль, способствуя увеличению эффективности растениеводческой от-

расли. В этой связи особую актуальность приобретает задача увеличения производства маслосемян подсолнечника, которую возможно решить за счет совершенствования технологии возделывания, одним из элементов которой является рациональное применение удобрений. Известно, что продуктивность сельскохозяйственных культур, в т. ч. и подсолнечника в значительной степени зависит от доз применяемых удобрений. Применение минеральных удобрений в почвенно-климатических условиях республики должно обеспечивать оптимальное соотношение элементов питания в системе удобрения культуры, что позволит на 30 % уменьшить затраты на их внесение в почву и повысить окупаемость минеральных удобрений [4].

Поэтому **целью исследований** являлось изучить влияние различных доз минеральных удобрений на продуктивность подсолнечника.

Материал и методика исследований. Полевые исследования проводились в 2018-2019 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве в ОАО «Василишки» Щучинского района Гродненской области. Почва опытного участка характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,8-1,9 %, pH_{KCl} – 5,8-6,0, содержание подвижного фосфора – 123-149 мг/кг и калия – 139-172 мг/кг, обеспеченность почвы бором средняя – 0,40-0,62 мг/кг почвы. Для посева использовали среднеспелый высокоолеиновый гибрид подсолнечника «Кларика КЛ» фирмы «CAUSSADE SEMENZES» (Франция). Общая площадь делянки составила 84 м², учетная площадь – 54,6 м². Повторность опыта четырехкратная.

Схема опыта предусматривала изучение возрастающих доз NPK (1 - N₆₀P₆₀K₁₂₀, 2 - N₉₀P₈₀K₁₅₀, 3 - N₁₂₀P₁₀₀K₁₈₀) и на их фоне применение борных удобрений в две некорневые подкормки.

Минеральные удобрения (азотные, фосфорные и калийные) вносили поделаячно вручную в предпосевную обработку почвы, согласно схеме опыта. Борные удобрения вносили в две некорневые подкормки в дозе 0,25 кг/га в фазы 5-6 листьев и начала цветения.

В качестве азотных удобрений применяли мочевину (карбамид), в качестве фосфорных удобрений – аммофос. Хлористый калий применяли в качестве калийных. Из борных удобрений применяли Эколист моно Бор.

В исследованиях использовалась интенсивная технология возделывания культуры [2]. Для расчета экономической эффективности использовались фактические цены 2020 г.

Закладку полевых исследований, учеты и наблюдения, математическую обработку результатов проводили по общепринятой методике Б. А. Доспехова [3].

Результаты исследований и их обсуждение. Необходимым условием питания подсолнечника является оптимальное внесение азота, фосфора, калия и микроэлементов. Оптимальное соотношение этих элементов обеспечивает улучшение активности продукционного процесса растений подсолнечника в течение вегетации и тем самым обеспечивается формирование максимального урожая, а также повышение его технологического качества. Влияние различных доз минеральных удобрений на урожайность маслосемян подсолнечника представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений на урожайность маслосемян подсолнечника

Варианты	Урожайность, ц/га		Среднее за 2 года	Отклонение от контроля	
	2018 г.	2019 г.		ц/га	%
1. Контроль (без удобрений)	22,0	18,8	20,4	-	-
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	29,1	26,5	27,8	7,4	36,3
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ + B _{0,25+0,25}	33,2	28,6	30,9	10,5	51,5
4. N ₉₀ P ₈₀ K ₁₅₀	33,5	29,7	31,6	11,2	54,9
5. N ₉₀ P ₈₀ K ₁₅₀ + B _{0,25+0,25}	36,4	33,2	34,8	14,4	70,6
6. N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₁₈₀	32,9	31,7	32,3	11,9	58,3
7. N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₁₈₀ + B _{0,25+0,25}	36,9	33,3	35,1	14,7	72,1
НСР ₀₅	1,8	1,7			

Урожайность маслосемян за годы исследований колебалась от 18,8 до 36,9 ц/га. Наименьшая урожайность отмечена в контрольном варианте (без внесения удобрений). За годы исследований она составила 18,8-22,0 ц/га. В 2018 г. урожайность маслосемян подсолнечника по вариантам опыта была на уровне 22,0-36,9 ц/га и в 2019 г. – 18,8-33,3 ц/га.

Улучшение условий минерального питания путем внесения минеральных удобрений в среднем за 2018-2019 гг. позволило получить дополнительно от 7,4 до 14,7 ц/га маслосемян подсолнечника. Внесение удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₁₂₀ обеспечило урожайность в среднем за два года 27,8 ц/га, в дозе N₉₀P₈₀K₁₅₀ – 31,6 ц/га, 32,3 ц/га маслосемян получено при внесении удобрений в дозе N₁₂₀P₁₀₀K₁₈₀. В 2018 г. внесение удобрений N₆₀P₆₀K₁₂₀ позволило получить на 7,1 ц/га маслосемян больше, чем в контрольном варианте. С увеличением дозы удобрений до N₉₀P₈₀K₁₅₀ прибавка составила 11,5 ц/га. Также достоверная прибавка относительно контрольного варианта 10,9 ц/га отмечена в варианте с максимальной дозой удобрений N₁₂₀P₁₀₀K₁₈₀. В 2019 г. прибавка от применения различных доз удобрений составила 7,7-12,9 ц/га.

Установлено, что урожайность в среднем за два года при внесении удобрений в дозе N₉₀P₈₀K₁₅₀ на 3,8 ц/га выше в сравнении с вариантом, где доза удобрений составила N₆₀P₆₀K₁₂₀. Урожайность в вариан-

тах, где удобрения применяли в дозах $N_{90}P_{80}K_{150}$ и $N_{120}P_{100}K_{180}$, была практически одинаковой. Таким образом, применение азотных, фосфорных, калийных удобрений способствовало увеличению урожайности маслосемян подсолнечника на 36,3-58,3 %, наиболее высокую урожайность сформировали варианты, в которых удобрения вносили в дозах $N_{90}P_{80}K_{150}$ и $N_{120}P_{100}K_{180}$.

Большого внимания в современных условиях сельскохозяйственного производства заслуживает дальнейшее совершенствование технологии возделывания подсолнечника. Это возможно за счет использования последних достижений науки в области биологически значимых микроэлементов с целью оптимизации минерального питания.

Поскольку подсолнечник, прежде всего, чувствителен к недостатку бора, в ходе исследований изучали внесение борных удобрений в две некорневые подкормки. Применение микроудобрений способствовало повышению урожайности от 2,8 до 3,2 ц/га маслосемян, или на 8,7-11,2 %. В варианте, где на фоне внесения $N_{60}P_{60}K_{120}$ применялись борные удобрения, урожайность маслосемян составила в среднем за годы исследований 30,9 ц/га. Прибавка относительно контрольного варианта составила 10,5 ц/га, или 51,5 %. Внесение удобрений в дозах $N_{90}P_{80}K_{150}$ и $N_{120}P_{100}K_{180}$ и борных удобрений позволило дополнительно получить 14,4-14,7 ц/га маслосемян.

Применение удобрений, прежде всего, должно быть направлено на получение высокоурожайной, но и при этом качественной продукции. Важным показателем, характеризующим качество маслосемян подсолнечника, является содержание жира в семенах. В 2019 г. благоприятные погодные условия способствовали получению маслосемян с хорошими показателями качества (таблица 2). Содержание жира в семенах находилось на уровне 48,6-50,1 %. Что касается 2018 г., то содержание жира в семенах составило 46,9-48,8 %. В среднем за два года данный показатель был на уровне 47,9-49,4 %.

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений на содержание жира в семенах подсолнечника

Варианты	Содержание жира, %		Среднее за 2 года	Отклонение от контроля, %
	2018 г.	2019 г.		
1. Контроль (без удобрений)	47,1	48,7	47,9	-
2. $N_{60}P_{60}K_{120}$	46,9	49,1	48,0	+0,1
3. $N_{60}P_{60}K_{120} + B_{0,25+0,25}$	47,8	49,8	48,8	+0,9
4. $N_{90}P_{80}K_{150}$	47,7	48,8	48,3	+0,4
5. $N_{90}P_{80}K_{150} + B_{0,25+0,25}$	48,3	49,9	49,1	+1,2
6. $N_{120}P_{100}K_{180}$	48,8	48,6	48,7	+0,8
7. $N_{120}P_{100}K_{180} + B_{0,25+0,25}$	48,7	50,1	49,4	+1,5
НСР ₀₅	2,0	2,1		

Применяемые в исследованиях различные дозы минеральных удобрений не оказали существенного влияния на содержание жира в семенах подсолнечника, наблюдалась лишь тенденция к увеличению. Внесение удобрений в дозах $N_{60}P_{60}K_{120}$, $N_{90}P_{80}K_{150}$ и $N_{120}P_{100}K_{180}$ позволило получить семена с содержанием жира 48,0; 48,3 и 48,7 % соответственно. В вариантах с применением борных удобрений масличность семян составила 48,0-49,4 %.

Величина урожайности и содержание масла в семенах определяют такой показатель, как выход масла с одного гектара. Как показали результаты исследований, применение удобрений является фактором повышения не только урожайности, но и сбора масла с 1 га (рисунок).

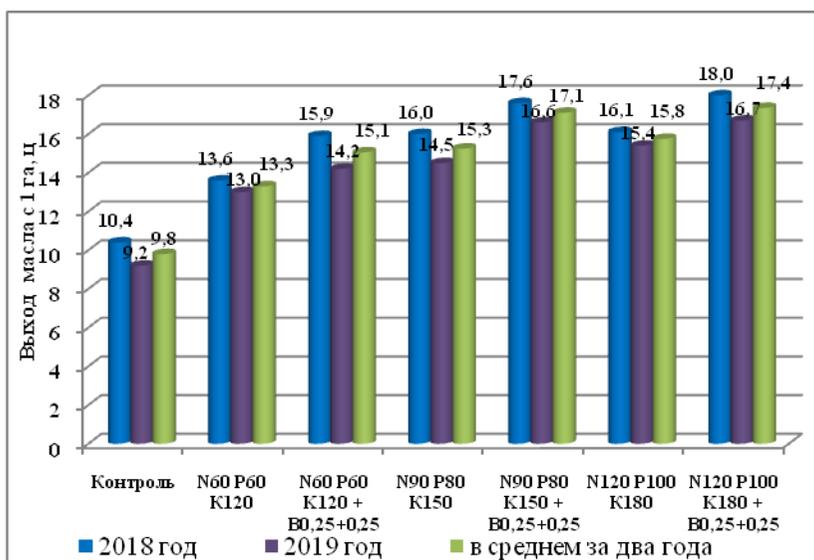


Рисунок – Влияние минеральных удобрений на сбор масла, ц/га, среднее за 2018-2019 гг.

Сбор масла с единицы площади был обусловлен в большей мере урожайностью, чем масличностью. За годы исследований данный показатель по вариантам опыта изменялся от 9,2 ц/га (контрольный вариант) до 18,0 ц/га (вариант, где на фоне $N_{120}P_{100}K_{180}$ применяли Эколист моно Бор в две подкормки). Максимальный сбор масла отмечен в 2018 г. и по вариантам опыта колебался от 10,4 до 18,0 ц/га. В 2019 г. сбор масла составил 9,2-16,7 ц/га.

В среднем за два года этот показатель по вариантам опыта составил 9,8-17,4 ц/га. Минимальный сбор масла (9,8 ц/га) в исследованиях

отмечен в варианте без применения удобрений. Применение удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{120}$ обеспечил в среднем за два года сбор масла 13,3 ц/га, что на 3,5 ц/га больше по сравнению с контрольным вариантом. Внесение удобрений в дозах $N_{90}P_{80}K_{150}$ и $N_{120}P_{100}K_{180}$ повысило сбор масла на 5,5 и 6,0 ц/га соответственно.

Применение борных удобрений способствовало повышению сбора масла. На фоне $N_{60}P_{60}K_{120}$ от применения борных удобрений этот показатель в среднем за два года повысился на 1,8 ц/га, на фоне $N_{90}P_{80}K_{150}$ – на 1,3 ц/га и на фоне $N_{120}P_{100}K_{180}$ – на 1,6 ц/га.

При усовершенствовании технологии возделывания культуры для увеличения получения продукции растениеводства необходимо определять экономически выгодные технологические приемы. Применение удобрений должно быть направлено на получение максимальной урожайности и прибыли при минимальных затратах. С этой целью проведена экономическая оценка применяемых удобрений (таблица 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность возделывания подсолнечника

Варианты	Показатели			
	Стоимость продукции, руб.	Производственные затраты на 1 га, руб.	Чистый доход на 1 га, руб.	Уровень рентабельности, %
1. Контроль (без удобрений)	1734,0	801,1	932,9	116,5
2. $N_{60}P_{60}K_{120}$	2363,0	1083,3	1279,7	118,1
3. $N_{60}P_{60}K_{120} + B_{0,25+0,25}$	2626,5	1178,1	1448,4	123,0
4. $N_{90}P_{80}K_{150}$	2686,0	1226,5	1459,5	119,0
5. $N_{90}P_{80}K_{150} + B_{0,25+0,25}$	2958,0	1308,2	1649,8	126,1
6. $N_{120}P_{100}K_{180}$	2745,0	1368,3	1377,2	100,6
7. $N_{120}P_{100}K_{180} + B_{0,25+0,25}$	2983,5	1418,2	1565,3	110,4

Применение удобрений было экономически эффективно и обеспечило увеличение чистого дохода до 1279,7-1649,8 руб./га. При внесении азотных, фосфорных, калийных удобрений в различных дозах максимальный чистый доход 1459,5 руб./га был получен в варианте, где доза удобрений составила $N_{90}P_{80}K_{150}$, уровень рентабельности в этом варианте был на уровне 119,0 %. При дозе удобрений $N_{60}P_{60}K_{120}$ чистый доход составил 1279,7 руб./га при уровне рентабельности 118,1 %. При увеличении дозы удобрений $N_{120}P_{100}K_{180}$ увеличились производственные затраты до 1368,3 руб./га, уменьшился чистый доход до 1377,2 руб./га и уровень рентабельности до 100,6 %.

В вариантах с внесением борных микроудобрений основные экономические показатели изменялись следующим образом. На фоне внесения $N_{60}P_{60}K_{120}$ применение борных удобрений позволило получить чистый доход 1448,4 руб./га при уровне рентабельности 123,0 %. Максимальный чистый доход был отмечен, где борные микроудобрения

применялись на фоне средней дозы удобрений $N_{90}P_{80}K_{150}$. Чистый доход составил 1649,8 руб./га, а уровень рентабельности – 126,1 %. Показатели экономической эффективности возделывания подсолнечника были ниже в варианте на фоне максимальной дозы $N_{120}P_{100}K_{180}$. Уровень рентабельности в этом варианте составил 110,4 %, а чистый доход – 1565,3 руб./га.

Заключение. Таким образом, применение минеральных удобрений способствует увеличению урожайности маслосемян подсолнечника на 7,4-14,7 ц/га, или 36,3-72,1 %. Внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений увеличило урожайность маслосемян на 7,4-11,9 ц/га (36,3-58,3 %). Оптимальной дозой, обеспечивающей урожайность маслосемян 31,6 ц/га, является доза $N_{90}P_{80}K_{150}$. Применение борных удобрений на фоне $N_{90}P_{80}K_{150}$ повышает урожайность маслосемян до 34,8 ц/га. В этих вариантах получены максимальные показатели экономической эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев, Д. С. Подсолнечник / Д. С. Васильев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 174 с.
2. Возделывание подсолнечника на маслосемена. Типовые технологические процессы // Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сборник отраслевых регламентов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2012. – С. 426-441.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Лапа, В. В. Ресурсосберегающие технологии применения удобрений под сельскохозяйственные культуры в Республике Беларусь / В. В. Лапа // Повышение плодородия почв и применение удобрений: материалы Международной научно-практической конференции (Минск, 14 февраля 2019 г.) / Национальная академия наук Беларуси, Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, Институт почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – С. 3-5.

УДК 634.232:631.541.5:631.543

ВЛИЯНИЕ ВЫСОТЫ ОКУЛИРОВКИ И ПЛОТНОСТИ ПОСАДКИ НА РОСТ И ПЛОДОНОШЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ ЧЕРЕШНИ

И. С. Леонович, Н. Г. Капичникова, К. А. Будилович

РУП «Институт плодоводства»

аг. Самохваловичы, Республика Беларусь (Республика Беларусь,
223013, аг. Самохваловичы, Минский район, Минская область,
ул. Ковалева, 2; e-mail: belhort@belsad.by)

Ключевые слова: черешня, высота окулировки, плотность посадки, показатели роста, прирост и площадь поперечного сечения штамба, урожайность, Беларусь.

Аннотация. В статье представлены двухлетние данные исследований, проводимых в отделе технологии плодородства РУП «Институт плодородства», по оценке влияния высоты окулировки и плотности посадки деревьев на рост и урожайность черешни сорта Гасцинец на клоновом подвое ВСЛ-2.

При меньшей плотности посадки насаждений (более разреженной схеме размещения) с дерева снимали больше плодов, однако более плотная схема размещения деревьев обеспечила получение большей урожайности с единицы площади.

Большая высота окулировки (60 см) и более высокая плотность посадки деревьев в насаждении (1480 дер./га) способствовали уменьшению силы роста деревьев черешни, выраженной в меньших значениях показателей площади поперечного сечения штамба (ППСШ) и прироста ППСШ деревьев, и получению более высокой суммарной урожайности с единицы площади.

INFLUENCE OF THE EYEPIECE HEIGHT AND LANDING DENSITY ON THE GROWTH AND FRUITING OF SWEET CHERRY TREES

I. S. Leonovich, N. G. Kapichnikova, K. A. Budilovich

RUE «Institute for Fruit Growing»

Samokhvalovichy, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 223013,

Samokhvalovichy, Minsk region, 2 Kovalev Str.; e-mail:

belhort@belsad.by)

Key words: sweet cherry, budding height, planting density, growth indicators, growth and cross-sectional area of the stem, yield, Belarus.

Summary. The article presents two-year data of research conducted in the Department of fruit Growing Technology of RUE «Institute for Fruit Growing», to assess the effect of budding height and planting density on the growth and yield of sweet variety Gascinet on the clonal rootstock VSL-2.

The lower planting density (a more sparse arrangement), the more fruit were picked, but a denser arrangement of trees provided a higher yield per unit area.

A higher budding height (60 cm) and a higher planting density in the plantation (1480 tr./ha) contributed to a decrease in the growth vigour of sweet cherry trees, expressed in lower values of the cross-sectional area of the stem (CSAS) and the growth of CSAS trees, and to obtain a higher total yield per unit area.

(Поступила в редакцию 02.06.2021 г.)

Введение. Косточковые культуры способны приносить плоды, пользующиеся огромным спросом у населения, но ввиду высокой трудо-

емкости и меньшей устойчивости к экстремальным факторам внешней среды они возделываются на незаслуженно ограниченных площадях.

В настоящее время важнейшая проблема в плодоводстве – сильный рост деревьев косточковых культур из-за отсутствия достаточного количества слаборослых сортов и клоновых карликовых подвоев для них.

Опыты последних лет доказали возможность существования загущенных посадок. В то же время увеличение плотности посадки деревьев возможно до определенного предела, поскольку нарастание массы древесины, площади листовой поверхности с возрастом усиливает взаимное влияние соседних деревьев друг на друга, ухудшает световой режим внутри кроны, снижает урожайность [1-6].

Еще в 1940 г. Д. Брэйз провел поисковые работы по апробированию приема высокой окулировки вишни двумя сортами на высоте более 60 см на двух разных подвоях. По силе роста и урожайности деревьев было выдвинуто предположение, что если проводить окулировку на большей высоте, то это позволяет подвою в большей степени влиять на дерево и значительно сдерживать размеры развивающихся деревьев в саду [7].

До настоящего времени исследования реакции плодового дерева на высокую окулировку проводились в основном в плодовых питомниках, где изучалось влияние данного приема при производстве посадочного материала [8-10]. Поэтому целесообразность использования саженцев с высокой окулировкой для закладки современных садов может быть установлена только после проведения экспериментальной технологической оценки в интенсивном саду.

Цель работы состояла в сравнении поведения в саду деревьев черешни с различной высотой окулировки и разной плотностью посадки насаждения.

Материал и методика исследований. Исследования проводили в отделе технологии плодоводства РУП «Институт плодоводства» в 2019-2020 гг. Объектом исследований являлись деревья черешни сорта Гасцинец на перспективном клоновом подвое ВСЛ-2 в опытном саду 2009 г. посадки. Схемы размещения 4,5 × 2,0 м (плотность посадки 1110 дер./га) и 4,5 × 1,5 м (плотность посадки – 1480 дер./га).

Варианты высоты окулировки: 20 см (контроль), 40 и 60 см от поверхности почвы.

Повторность вариантов 3-кратная. На делянке 6-9 учетных деревьев (для схемы посадки 4,5 × 2,0 м) и 10-15 учетных деревьев (для схемы посадки 4,5 × 1,5 м).

Система содержания почвы: в приствольных полосах – гербицидный пар, в междурядьях – естественный газон с 6-8-кратным скашива-

нием травостоя за сезон вегетации; защита от болезней и вредителей согласно рекомендациям РУП «Институт защиты растений» [11].

Измерения окружности штамба проводили на высоте 20 см от места прививки. Размер деревьев оценивали по площади поперечного сечения штамба (ППСШ), а их рост по приросту ППСШ за два года исследований. Урожай учитывали с дерева в кг с дальнейшим пересчетом на единицу площади (т/га). Удельную продуктивность ($УП_{ППСШ}$ – удельная нагрузка на единицу площади поперечного сечения штамба) вычисляли как отношение суммарного урожая с дерева за два года к ППСШ в конце 2020 г. [12].

Статистическую обработку полученных данных проводили методом однофакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [13].

Результаты исследований и их обсуждение. Наибольшие показатели ППСШ и суммарного (за 2 года) прироста ППСШ деревьев черешни сорта Гасцинец на клоновом подвое ВСЛ-2 были в варианте с высотой окулировки 20 см при плотности посадки 1110 и 1480 дер./га – 144,5 и 33,2 см²/дер., 121,0 и 27,8 см²/дер. соответственно (таблица), а наименьшие показатели роста были в варианте с высокой окулировкой 60 см – 110,1 и 20,1 см²/дер., 101,9 и 16,5 см²/дер. соответственно.

При большей плотности посадки (1480 дер./га) деревья росли слабее: на 12-й год после закладки сада ППСШ по вариантам высоты окулировки 20, 40 и 60 см была на 16,3; 14,0 и 8,4 %, и в среднем на 13,2 % меньше ППСШ деревьев, посаженных при меньшей плотности посадки (1110 дер./га).

Урожайность деревьев черешни на 11-12-й годы после посадки в период полного плодоношения сада различалась в зависимости от высоты окулировки и плотности посадки деревьев.

В 2019 г. максимальная урожайность была получена в варианте с высотой окулировки 60 см: при меньшей плотности посадки 1110 дер./га – 29,0 кг/дер., или 32,2 т/га, что на 5,6 кг/дер., или на 6,2 т/га (23,8 %), больше, по сравнению с высотой окулировки 20 см, и на 9,2 кг/дер., или на 10,2 т/га (46,4 %), больше, по сравнению с высотой окулировки 40 см; при большей плотности посадки 1480 дер./га – 25,9 кг/дер., или 38,5 т/га, что на 2,4 кг/дер., или на 3,8 т/га (11,0 %), больше, чем в варианте с высотой окулировки 20 см, и на 9,2 кг/дер., или на 13,7 т/га (55,2 %), больше, чем в варианте с высотой окулировки 40 см.

Таблица – Рост и урожайность деревьев черешни при разной высоте окулировки и плотности посадки в саду, 2019-2020 гг.

Вариант высоты окулировки	ППСШ, 2020 г., см ² /дер.	Прирост ППСШ 2019-2020 гг., см ² /дер.	Урожайность					УП _{ППСШ} , кг/см ²
			кг/дер.		т/га			
			2019	2020	2019	2020	Σ	
Схема размещения 4,5 × 2,0 м (плотность посадки – 1110 дер./га)								
20 см (к.)	144,5	33,2	23,4	10,3	26,0	11,4	37,4	0,23
40 см	126,8	25,1	19,8	9,3	22,0	10,3	32,3	0,23
60 см	112,5	24,8	29,0	13,3	32,2	14,8	47,0	0,38
средняя	127,9	27,7	24,2	11,0	26,8	12,3	38,9	
НСР _{0,05}	10,66	2,83	3,26	1,67				
Схема размещения 4,5 × 1,5 м (плотность посадки – 1666 дер./га)								
20 см (к.)	121,0	27,8	23,5	9,5	34,7	14,1	48,8	0,27
40 см	109,1	20,3	16,7	7,2	24,8	10,6	35,4	0,22
60 см	103,0	20,1	25,9	13,6	38,5	20,2	58,7	0,38
средняя	111,0	22,7	21,9	10,2	32,4	15,1	47,6	
НСР _{0,05}	5,93	2,56	2,35	2,93				

В среднем при разреженной схеме размещения 4,5 × 2,0 м с дерева снимали 24,2 кг плодов, или на 10,5 % больше, чем при более плотной схеме размещения 4,5 × 1,5 м, но в пересчете на единицу площади большая урожайность была получена при более плотной схеме размещения – 32,4 т, или на 20,8 % больше, чем при более разреженной схеме размещения.

Существенные колебания температуры воздуха, несмотря на близкие к многолетним данным среднемесячные значения, при дефиците влаги в мае и значительном избытке в июне оказали негативное влияние на формирование и рост плодов в 2020 г., урожайность была более чем в 2 раза меньше по сравнению с предыдущим годом.

Более высокую урожайность отмечали в варианте с высотой окулировки 60 см: при разреженной схеме размещения 4,5 × 2,0 м – 14,9 кг/дер., или 16,5 т/га; при более плотной схеме размещения 4,5 × 1,5 м – 14,2 кг/дер., или 21,0 т/га.

При обеих плотностях посадки большую урожайность, как и в предыдущем вегетационном сезоне, отмечали у деревьев в варианте с высотой окулировки 60 см – на 29,8-43,3 % больше, по сравнению с высотой окулировки 20 см, и на 43,7-90,6 % больше по сравнению с высотой окулировки 40 см. Менее урожайным в опыте оказался вариант с высотой окулировки 40 см, в котором урожайность была на 9,7-47,5 % меньше по сравнению с вариантами высоты окулировки 20 и 60 см.

В среднем при разреженной схеме размещения 4,5 × 2,0 м с дерева снимали 11,0 кг плодов, или на 7,8 % больше, чем при более плот-

ной схеме размещения $4,5 \times 1,5$ м, но в пересчете на единицу площади большая урожайность была получена при более плотной схеме размещения – 15,1 т, или на 22,8 % больше, чем при более разреженной схеме размещения.

Поскольку рост урожайности с дерева по мере увеличения высоты окулировки был больше, чем уменьшение ППСШ, удельная продуктивность увеличивалась под влиянием более высокой окулировки и не зависела от плотности посадки деревьев.

В сумме за два года исследований, на 11-12-й годы после посадки сада у деревьев черешни сорта Гасцинец на клоновом подвое ВСЛ-2 более высокая урожайность была получена в вариантах с высотой окулировки 60 см: при плотности посадки 1110 дер./га – 47,0 т/га, при плотности посадки 1480 дер./га – 58,7 т/га, а увеличение плотности посадки деревьев в насаждении на 33,3 % (с 1110 до 1480 дер./га) в данном варианте опыта обеспечило увеличение урожайности с единицы площади на 11,7 т/га, или на 24,9 %.

Более высокая плотность посадки деревьев в насаждении обеспечила получение на 22,4 % большей урожайности с единицы площади по сравнению с меньшей плотностью посадки деревьев.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что увеличение высоты окулировки и плотности посадки деревьев в насаждении способствовали уменьшению силы роста растений. Меньшие показатели ППСШ и прироста ППСШ были отмечены в варианте с высокой окулировкой 60 см при плотности посадки 1110 и 1480 дер./га – 110,1 и 20,1 см²/дер., 101,9 и 16,5 см²/дер. соответственно. При большей плотности посадки (1480 дер./га) деревья росли слабее: ППСШ была в среднем на 13,2 % меньше ППСШ деревьев, посаженных при меньшей плотности посадки (1110 дер./га).

При меньшей плотности посадки насаждений (более разреженной схеме размещения) с дерева снимали больше плодов, однако более плотная схема размещения деревьев обеспечила получение большей урожайности с единицы площади.

Более высокая суммарная урожайность с единицы площади за 2 года была получена в варианте с высокой окулировкой на 60 см: при плотности посадки 1110 дер./га – 47,0 т/га, при плотности посадки 1480 дер./га – 58,7 т/га. С увеличением плотности посадки деревьев в насаждении на 33,3 % (с 1110 до 1480 дер./га) урожайность с единицы площади увеличилась на 8,7 т/га, или на 22,4 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Еремин, Г. В. Косточковые сады XXI века / Г. В. Еремин // Садоводство и виноградарство. – 1999. – № 5-6. – С. 2-3.

2. Перспективы создания насаждений косточковых культур интенсивного типа / Г. В. Еремин [и др.] // Садоводство: Формы и методы повышения экономической эффективности регионального садоводства и виноградарства. Организация исследований и их координация: юбилейн. темат. сб. науч. тр. / СКЗНИИСИВ; редкол: Е. А. Егоров (гл. ред.) [и др.]. – Краснодар, 2001. – Ч. 1. – С. 150-153.
3. Еремин, Г. В. Перспективы создания сортов косточковых культур для интенсивных технологий возделывания / Г. В. Еремин // Роль сортов и новых технологий в интенсивном садоводстве: материалы к междунар. науч.-метод. конф., г. Орел, 28-31 июля 2003 г. / ВНИИСПК. – Орел, 2003. – С. 92-94.
4. Капичникова, Н. Г. Рост и урожайность деревьев вишни на клоновых подвоях в зависимости от схем размещения / Н. Г. Капичникова // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Институт плодородства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2010. – Т. 22. – С. 167-174.
5. Капичникова, Н. Г. Исследования по разработке технологий производства плодов в современных условиях / Н. Г. Капичникова, Т. В. Рябцева // Плодоводство Беларуси: традиции и современность: материалы междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию образования РУП «Институт плодородства», аг. Самохваловичи, 13-16 окт. 2015 г. / РУП «Институт плодородства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2015. – С. 41-70.
6. Mika, A. Uprawa wisni w gestej rozstawie / A. Mika // Nowosci w technologii produkcji sliw, wisni i czeresni: Ogolnopolska Konferencja, Skierniowice, 27 kwietnia 2004 r. / Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa; zdj. A. Mika [et al.]. – Skierniowice, 2004. – S. 42-54.
7. Brase, Z. D. Observations on growth differences of Sweet and Soui-Cerries / Z. D. Brase // Proceedings of the American Society for Horticultural Science. – 1945. – Vol. 46. – P. 15-17.
8. Бруйло, А. С. Влияние высоты и сроков окулировки семенного подвоя на рост и развитие саженцев яблони с интеркалярной вставкой в условиях Западной части Республики Беларусь: сборник научных трудов / А. С. Бруйло, Л. И. Аполайко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы / Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно, 2003. – Т. 1, Ч. 1. – С. 232-235.
9. Бруйло, А. С. Изучение влияния высоты и сроков окулировки семенных подвоев на рост и развитие саженцев яблони с интеркалярной вставкой в условиях западной части Республики Беларусь / А. С. Бруйло, Л. И. Аполайко, С. Ю. Соболев // Экологическая оценка типов высокоплотных плодовых насаждений на клоновых подвоях: материалы II междунар. симп., посвящ. 80-летию со дня рождения А. С. Девятова, Самохваловичи, 12-15 авг. 2003 г. / Ин-т плодородства НАН Беларуси. – Минск, 2003. – С. 40-45.
10. Оценка клоновых подвоев плодовых культур в маточнике на пригодность к проведению высокой окулировки / В. А. Самусь [и др.] // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Институт плодородства». – Самохваловичи, 2010. – Т. 22. – С. 78-84.
11. Возделывание черешни: Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси; рук. разраб.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Беларусь. наука, 2010. – С. 275-287.
12. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
13. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

УДК 633.791:631.524.84(047.31)

ПРОДУКТИВНОСТЬ АРОМАТИЧЕСКИХ И ГОРЬКИХ СОРТОВ ХМЕЛЯ В БЕЛАРУСИ

Г. М. Милоста¹, А. Г. Тарасевич¹, Л. В. Проценко²

¹ – УО «Гродненский государственный аграрный университет»

Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,

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

² – Институт сельского хозяйства Полесья НААН Украины

г. Житомир, Украина (Украина, 10007, г. Житомир, шоссе Киевское,

131; e-mail: isgpo_zt@ukr.net)

Ключевые слова: хмель, горькие и ароматические сорта, урожайность, α - и β -кислоты.

Аннотация. Почвенно-климатические условия Республики Беларусь благоприятны для роста и развития различных по скороспелости горьких и ароматических сортов хмеля из разных регионов мира. Из возделываемых горьких сортов по уровню урожайности шишек выделяются сорта Hallertauer Magnum Bel (11,6 ц/га), из группы ароматических Perle Bel (11,8 ц/га), а по содержанию в них альфа-кислот выделяются сорта Hallertauer Magnum Bel (11,8 %), Northern Brewer Bel (11,6 %). Следует отметить высокую потенциальную продуктивность сорта Perle, для которого характерно большое количество формирующихся шишек и максимальные показатели листовой массы. Наиболее высокие коэффициенты соотношения β/α -кислот получены у сортов Thetnanger (0,95), Spalter Select (0,95), Thetnanger Bel (0,93) и Национальный (0,93).

PRODUCTIVITY OF AROMATIC AND BITTER HOP VARIETIES IN BELARUS

G. M. Milosta¹, A. G. Tarasevich¹, L. V. Protsenko²

¹ – EI «Grodno state agrarian university»

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

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

² – Institute of Agriculture of Polesie NAAS of Ukraine

Zhitomir, Ukraine (Ukraine, 10007, Zhitomir, Kievskoe highway, 131;

e-mail: isgpo_zt@ukr.net)

Key words: hops, bitter and aromatic varieties, yield, α - and β -acids.

Summary. Soil and climatic conditions of the Republic of Belarus are favorable for the growth and development of bitter and aromatic hop varieties of different early maturity from different regions of the world. Hallertauer Magnum Bel (11,6 c/ha), from the aromatic Perle Bel group (11,8 c/ha), stand out from the bitter culti-

vated varieties in terms of the yield of cones, and Hallertauer Magnum Bel (11,8 %), Northern Brewer Bel (11,6 %). It should be noted the high potential productivity of the Perle variety, which is characterized by a large number of emerging cones and maximum leaf mass. The highest β/α acid ratios were obtained in Thettnanger (0,95), Spalter Select (0,95), Thettnanger Bel (0,93) and National (0,93) varieties.

(Поступила в редакцию 02.06.2021 г.)

Введение. Хмель относится к традиционному и наиболее дорогостоящему сырью пивоваренного производства. В настоящее время в Беларуси наблюдается необходимость в формировании отечественного хмелеводства. В соответствии с протоколом поручений Президента Республики Беларусь № 14 от 16.05.2014 г. необходимо в кратчайшие сроки восстановить в республике собственное производство хмеля. Расширение производственных площадей и эффективное использование уже имеющихся хмельников в Беларуси – важнейшая для республики задача, тесно связанная с Программой импортозамещения. Пивоваренные заводы республики ежегодно приобретают хмелепродукты в ряде Европейских стран. В то же время качество хмеля, выращиваемого в Беларуси, как показал практический опыт немногочисленных хмелеводческих хозяйств республики, не уступает принятым в мире стандартам для получения хорошего пива. Почвенно-климатические условия республики соответствуют биологическим особенностям хмеля. Президентом нашей республики была подчеркнута необходимость развития пивоваренной отрасли Беларуси на основе своего местного сырья. Экономическая независимость Республики Беларусь обуславливает необходимость организации собственного производства конкурентоспособной продукции хмеля в объемах, удовлетворяющих внутренние потребности пивоваренной отрасли республики. Требуется глубокого изучения и научного обоснования вопрос соответствия качества хмелеводческой продукции, полученной в условиях нашей республики, современным требованиям пивоваренной отрасли промышленности [4, 5].

Цель исследований – научно-производственная оценка ароматических и горьких сортов хмеля отечественной и зарубежной селекции и выделение наиболее продуктивных в почвенно-климатических условиях Беларуси [2, 3].

Методика исследований. Полевые исследования проводились в 2017-2019 гг. в ООО «Белхмельагро» Малоритского района Брестской области.

Сотрудниками УО «ГТАУ» с 2002 г. проводилась селекционная работа с сортами хмеля. В ходе исследований применялся индивидуальный отбор для выявления сортообразцов, характеризующихся более высокой устойчивостью к вымерзанию, пероноспорозу, развитию пау-

тинного клеща. В процессе исследований закладывались необходимые питомники размножения. В результате пятнадцатилетней селекционной работы над исходными образцами были выявлены, а затем размножены сортообразцы, отличающиеся от исходного материала морфологическими и качественными характеристиками. В связи с этим были внесены изменения в названия сортов. Было решено не относить сорт к особому типу (интродуцированному), а внести соответствующие изменения в наименования сортов с приставкой Bel.

Изучение продуктивности ароматических и горьких сортов хмеля проводились со следующими сортами:

1. Hallertauer Magnum (Германия);
2. Hallertauer Magnum Bel (Беларусь);
3. Northern Brewer (Англия);
4. Northern Brewer Bel (Беларусь);
5. Perle (Германия);
6. Perle Bel (Беларусь);
7. Thettnanger (Германия);
8. Thettnanger Bel (Беларусь);
9. Национальный (Украина);
10. Spalter Select (Германия);
11. Spalter Select Bel (Беларусь) [1, 6].

Почва характеризуется как дерново-подзолистая рыхло-супесчаная, развивающаяся на водно-ледниковой супеси, подстилаемой с глубины 60 см средним моренным суглинком (агродерново-подзолистая языковатая, развивающаяся на водно-ледниковой связной супеси, подстилаемой с глубины 60 см средним моренным суглинком, супесчаная). Агрохимическая характеристика почвы: рН в КСI – 6,0-6,2, содержание гумуса – 1,95; P₂O₅ – 185 и K₂O – 190 мг/кг почвы.

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенная оценка горьких и ароматических сортов хмеля в соответствии с методикой государственного сортоиспытания по показателям урожайности и качества шишек позволила выделить наиболее продуктивные в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь.

Основным показателем продуктивности хмеля является урожайность шишек. Из данных таблицы 1 видно, что наиболее высокий уровень урожайности шишек в 2017-2019 гг. получен у ароматического сорта Perle Bel (11,8 ц/га) и горького – Hallertauer Magnum Bel (11,6 ц/га). Наиболее низкими показателями урожайности шишек в эти годы характеризовались сорта: Thettnanger Bel (9,4 ц/га) и Thettnanger (8,4 ц/га) (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность шишек хмеля в зависимости от сорта

Сорт	Урожайность шишек, ц/га			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средн.
1. Hallertauer Magnum (Германия)	12,0	9,8	11,4	11,1
2. Hallertauer Magnum Bel (Беларусь)	12,3	10,7	11,9	11,6
3. Northern Brewer (Англия)	10,8	9,3	11,5	10,5
4. Northern Brewer Bel (Беларусь)	11,5	10,0	11,3	10,9
5. Perle (Германия)	12,2	8,8	11,0	10,7
6. Perle Bel (Беларусь)	13,7	9,5	12,1	11,8
7. Thettninger (Германия)	10,1	6,4	8,8	8,4
8. Thettninger Bel (Беларусь)	11,4	7,1	9,8	9,4
9. Национальный (Украина)	11,3	10,2	11,0	10,8
10. Spalter Select (Германия)	12,0	8,4	10,7	10,4
11. Spalter Select Bel (Беларусь)	–	9,2	11,8	10,5
НСР ₀₅	0,55	0,45	0,52	

Важными морфологическими показателями качества, влияющими на процессы уборки хмеля, является масса 100 шишек (таблица 2). Крупные шишки облегчают их уборку и снижают потери урожая. В крупных шишках чаще более высокое содержание α - и β -кислот. Наиболее крупные шишки хмеля с максимальной массой 100 шт. формировались у сортов Hallertauer Magnum Bel (11,8 г) и Northern Brewer Bel (11,6 г).

Следует отметить значительное снижение урожайности шишек хмеля и массы их 100 шт. в 2018 г., что связано с недостаточным количеством осадков и острым дефицитом влаги в почве в период активного роста и развития растений хмеля в июне-августе. Предыдущие исследования показали, что дефицит влаги в почве является более важным фактором снижения урожайности, чем температура воздуха. Для 2018 г., когда отмечались более высокие температуры воздуха, характерно образование большего количества шишек, чем в предыдущем 2017 г. Как следует из полученных данных, повышенные температуры воздуха способствуют образованию большего количества шишек на одном растении хмеля. Наибольшее количество шишек отмечено у сортов Perle Bel и Spalter Select Bel (соответственно 5364 и 5622 шт. на одном растении). Более высокое количество шишек на одном растении может служить критерием высокой продуктивности растения хмеля. Так, в ряде случаев ограничение урожайности связано с небольшим количеством шишек на растениях.

Анализ данных показал, что сортовые особенности оказывают существенное влияние не только на массу 100 шишек хмеля, но и площадь листовой поверхности. Шишки хмеля с максимальными показателями массы 100 шт. (11,8 и 11,6 г) получены соответственно у сортов Hallertauer Magnum Bel и Northern Brewer Bel. Растения с более круп-

ными шишками более пригодны к механизированной уборке и при этом характеризуются меньшими потерями. Наиболее мелкие шишки с минимальной массой 100 шт. получены у сортов Perle Bel (8,0 г), Thettninger (9,2 г), Spalter Select (9,2 г) и Perle (9,3 г).

При дефиците влаги в почве и повышенной температуре воздуха отмечается снижение урожайности шишек и показателя массы 100 шт., но возрастает количество шишек на одном растении.

Погодные условия оказывают существенное влияние на показатели продуктивности хмеля, что следует из полученных урожайных данных и морфологических показателей по годам исследований (таблицы 1 и 2). Косвенными критериями оценки продуктивности хмеля могут служить такие морфологические показатели, как масса 100 шишек, количество шишек на одном растении и площадь листовой поверхности. Это связано с тем, что урожайность и качество хмеля во многом определяется площадью листовой поверхности и крупностью шишек.

Таблица 2 – Масса 100 шишек и их количество в зависимости от сорта

Сорт	Масса 100 шишек, г				Количество шишек на одно растение, шт.			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средн.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Hallertauer Magnum (Германия)	12,2	9,6	11,3	11,0	4427	4594	4540	4520
2. Hallertauer Magnum Bel (Беларусь)	12,8	10,6	12,1	11,8	4325	4543	4426	4431
3. Northern Brewer (Англия)	11,9	9,8	11,3	11,0	4084	4327	4580	4330
4. Northern Brewer Bel (Беларусь)	12,5	10,4	11,9	11,6	4140	4327	4274	4247
5. Perle (Германия)	10,9	7,5	9,6	9,3	5037	5281	5157	5158
6. Perle Bel (Беларусь)	11,7	7,8	10,2	9,9	5270	5482	5339	5364
7. Thettninger (Германия)	11,3	6,8	9,5	9,2	4023	4232	4169	4141
8. Thettninger Bel (Беларусь)	11,8	7,2	10,0	9,7	4348	4428	4366	4381
9. Национальный (Украина)	12,0	10,5	11,2	11,2	4238	4388	4420	4349

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10. Spalter Select (Германия)	11,0	7,3	9,4	9,2	5065	5179	5123	5122
11. Spalter Select Bel (Беларусь)	–	7,8	8,2	8,0	–	5481	5763	5622

Важными показателями продуктивности растений хмеля является площадь листьев и масса листьев с одного растения или с единицы площади, оказывающие определенное влияние на урожайность и качество шишек хмеля. Площадь листьев и масса листьев с одного растения или с единицы площади оказывают определенное влияние на урожайность и качество шишек хмеля (таблица 3).

Анализ литературных данных показывает, что продуктивность хмеля имеет косвенную связь с площадью листовой поверхности и высотой растений. Известно, что чем более мощная формируется фотосинтетическая поверхность растения, тем более благоприятные условия создаются для формирования высокого и качественного урожая. Важнейшей задачей хмелевода является создание благоприятных условий, способствующих формированию мощного листового аппарата, а также условий, способствующих сохранению листовой поверхности от поражения вредителями и болезнями.

Таблица 3 – Влияние сортовых особенностей хмеля на формирование площади листьев и листовую массу

Сорт	Площадь листьев, тыс. м ² /га				Листовая масса, ц/га			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средн.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Hallertauer Magnum (Германия)	43,4	35,0	40,3	39,6	12,6	10,5	12,1	11,7
2. Hallertauer Magnum Bel (Беларусь)	45,7	39,0	42,8	42,5	12,8	11,3	12,4	12,2
3. Northern Brewer (Англия)	42,6	35,7	43,6	40,6	11,5	10,0	12,2	11,2
4. Northern Brewer Bel (Беларусь)	46,2	38,9	43,7	42,9	12,0	10,5	11,8	11,4
5. Perle (Германия)	49,3	32,0	39,0	40,1	14,3	9,6	11,7	11,9

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6. Perle Bel (Беларусь)	52,2	36,1	45,0	44,4	14,1	10,1	12,6	12,3
7. Thettninger (Германия)	41,9	26,3	35,6	34,6	10,9	7,1	9,6	9,2
8. Thettninger Bel (Беларусь)	48,4	30,0	40,4	39,6	12,1	7,8	10,5	10,1
9. Национальный (Украина)	44,2	38,5	41,5	41,4	11,5	10,4	11,2	11,0
10. Spalter Select (Германия)	46,2	33,3	40,7	40,1	12,1	9,0	11,0	10,7
11. Spalter Select Bel (Беларусь)	–	34,6	36,4	35,5	–	9,7	10,2	10,0

Показатель площади листьев имеет тесную корреляционную связь с урожайностью шишек ($r = 0,81$) и с листовой массой ($r = 0,85$). Поэтому создание условий для формирования у растений хмеля мощной листовой массы и площади листовой поверхности – важный фактор получения высокой урожайности шишек хмеля в почвенно-климатических условиях Беларуси.

Косвенным критерием продуктивности хмеля являются показатели соотношения массы шишек к листовой массе. Чем больше абсолютная величина этого показателя, тем более высокая доля шишек формируется относительно листовой массы. Он показывает эффективность работы листового хмеля в зависимости от сорта. Наиболее высокие показатели этого соотношения получены у сортов Национальный (0,98 ед.), Hallertauer Magnum Bel (0,95), Northern Brewer Bel (0,96), Perle Bel (0,96) и Spalter Select (0,97 ед.).

Эффективность работы листового аппарата растений хмеля определяется также соотношением массы листьев к их площади. Чем больше этот показатель, тем больше масса единицы площади листьев или их толщины. Наиболее высокие значения этого показателя получены у сортов Hallertauer Magnum (0,30 ед.), Perle (0,30), Hallertauer Magnum Bel (0,29).

Ценность шишек обусловлена тем, что они содержат горькие вещества, полифенольные соединения и эфирные масла. Горькие вещества в свежесобранном хмеле представлены, главным образом, α - и β -кислотами. Кроме кислот, содержатся α и β мягкие смолы. Среди всех компонентов горьких веществ хмеля наиболее ценные α -кислоты (гумулон, когумулон, адгумулон), которые в процессе охмеления сула превращаются в изо- α -кислоты (изогумулоны). Изогумулоны являются основными носителями горечи пива. Гумулоны обладают горечью, а

следовательно, участвуют в формировании горечи пива. Кроме урожайности шишек, одним из важнейших показателей продуктивности хмеля является сбор α - и β -кислот с единицы площади. Этот показатель значим тем, что для производителей пива важно количество α -кислот, а не только масса шишек. Оплата за хмель зависит от общего содержания в шишках α -кислот, поэтому выход их с единицы площади является важным производственным и экономическим показателем эффективности хмелеводства (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние сортовых особенностей хмеля на содержание α - и β -кислот

Сорт	Содержание α -кислот, %				Содержание β -кислот, %			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	сред.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	сред.
1. Hallertauer Magnum (Германия)	12,0	9,9	11,5	11,1	6,6	5,1	6,4	6,0
2. Hallertauer Magnum Bel (Беларусь)	12,6	11,0	12,3	12,0	6,9	5,6	6,8	6,4
3. Northern Brewer (Англия)	8,2	7,0	8,0	7,7	4,1	3,4	4,3	3,9
4. Northern Brewer Bel (Беларусь)	10,3	7,8	9,6	9,2	4,9	3,7	4,8	4,5
5. Perle (Германия)	6,8	6,0	6,9	6,6	4,8	4,1	4,7	4,5
6. Perle Bel (Беларусь)	7,0	6,2	6,1	6,4	4,6	4,3	4,5	4,5
7. Thettnanger (Германия)	4,5	3,2	4,4	4,0	4,8	2,5	4,1	3,8
8. Thettnanger Bel (Беларусь)	4,7	4,0	4,5	4,4	4,7	3,1	4,4	4,1
9. Национальный (Украина)	9,5	7,6	9,1	8,7	8,8	7,3	8,3	8,1
10. Spalter Select (Германия)	4,8	3,5	3,7	4,0	3,9	3,2	3,7	3,6
11. Spalter Select Bel (Беларусь)	–	3,8	4,2	4,0	-	3,6	4,0	3,8

Наиболее высокие показатели содержания в шишках α -кислот отмечены у сортов Hallertauer Magnum Bel (12,0 %), Hallertauer Magnum (11,1 %) и Northern Brewer Bel (9,2 %). По содержанию β -кислот наиболее высокими показателями характеризуется сорта Hallertauer Magnum Bel (6,4 %) и Национальный (8,1 %).

Показатель соотношения β/α отражает долю ароматических компонентов в хмеле. Наиболее высокие значения этого соотношения от-

мечены у сортов Thettninger (0,95), Spalter Select (0,95), Thettninger Bel (0,93) и Национальный (0,93).

Максимальный сбор α -кислот отмечен у сортов Hallertauer Magnum Bel (139,7 ц/га), Hallertauer Magnum (124,0 ц/га) и Northern Brewer Bel (103,6 ц/га).

Таблица 5 – Влияние сортовых особенностей хмеля на соотношение α - и β -кислот

Сорт	Коэффициент β/α				Сбор α -кислот, ц/га			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	сред.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	сред.
1. Hallertauer Magnum (Германия)	0,55	0,51	0,56	0,54	144,0	97,0	131,1	124,0
2. Hallertauer Magnum Bel (Беларусь)	0,55	0,54	0,55	0,53	155,0	117,7	146,4	139,7
3. Northern Brewer (Англия)	0,50	0,49	0,54	0,51	88,6	65,1	90,4	81,4
4. Northern Brewer Bel (Беларусь)	0,48	0,47	0,58	0,51	118,5	78,0	114,2	103,6
5. Perle (Германия)	0,71	0,68	0,68	0,69	83,0	52,8	66,2	67,3
6. Perle Bel (Беларусь)	0,66	0,69	0,74	0,70	95,9	57,0	62,2	71,7
7. Thettninger (Германия)	1,07	0,85	0,93	0,95	45,5	20,5	41,8	35,9
8. Thettninger Bel (Беларусь)	1,00	0,78	0,98	0,93	53,6	28,4	45,0	42,3
9. Национальный (Украина)	0,93	0,96	0,91	0,93	107,4	77,5	101,9	95,6
10. Spalter Select (Германия)	0,81	0,91	1,00	0,90	57,6	24,4	37,8	39,9
11. Spalter Select Bel (Беларусь)	-	0,95	0,95	0,95	-	35,0	34,4	34,7

Заклучение

1. Научно обоснованный выбор сорта хмеля является существенным фактором урожайности и качества шишек хмеля в почвенно-климатических условиях Беларуси.

2. Почвенно-климатические условия Беларуси благоприятны для возделывания хмеля и получения высокого и качественного урожая шишек.

3. Наиболее высокий уровень урожайности шишек в 2017-2019 гг. получен у ароматического сорта Perle Bel (11,8 ц/га) и горького –

Hallertauer Magnum Bel (11,6 ц/га). Шишки хмеля с максимальными показателями массы 100 шт. (11,8 и 11,6 г) получены соответственно у сортов Hallertauer Magnum Bel и Northern Brewer Bel.

4. Максимальные показатели площади листовой поверхности получены у сортов Perle Bel (44,4 тыс. м²/га), Hallertauer Magnum Bel (42,5 тыс. м²/га) и Northern Brewer Bel (42,9 тыс. м²/га). Наиболее мощная листовая масса получена у сортов Hallertauer Magnum Bel (11,2 ц/га) и Perle Bel (12,3 ц/га). Наиболее высокие показатели соотношения массы шишек к листовой массе получены у сортов Национальный (0,97 ед.), Hallertauer Magnum Bel (0,96), Northern Brewer Bel (0,96), Perle Bel (0,96) и Spalter Select (0,97 ед.).

5. Наиболее высокие показатели содержания в шишках α -кислот отмечены у сортов Hallertauer Magnum Bel (12,0 %), Hallertauer Magnum (11,1 %) и Northern Brewer Bel (9,2 %). По содержанию β -кислот наиболее высокими показателями характеризуется сорта Hallertauer Magnum Bel (6,4 %) и Hallertauer Magnum (6,0 %). Наиболее высокие значения соотношения β/α отмечены у сортов Thettninger (0,95), Spalter Select Bel (0,95), Thettninger Bel (0,93) и Национальный (0,93).

ЛИТЕРАТУРА

1. Protsenko L. V., Liashenko M. I., Vlasenko A. S., Hryniuk T. P., Dobrovolny O. O. Investigation of properties of biologically active substances and their content in cones of ukrainian hop varieties. *Agricultural Science and Practice*. 2018; 5(2):52-63. DOI: 10.15407/agrisp5.02.052 (Web of Science).
2. Bober, A., Liashenko, M., Protsenko, L., Slobodyanyuk, N., Matseiko, L., Yashchuk, N., Gunko, S., & Mushtruk, M. (2020). Biochemical composition of the hops and quality of the finished beer. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 307-317. <https://doi.org/10.5219/1311> (Scopus).
3. Lidia Protsenko, Serhii Ryzhuk, Mykola Liashenko, Oleksandr Shevchenko, Svitlana Litvynchuk, Liliia Yanse, Henrikh Milosta Influence of alpha acids hop homologues of bitter and aromatic varieties on beer quality. *Ukrainian food journal*, 2020; 9 (2), pp. 425–436. DOI: 10.24263/2304-974X-2020-9-2-13 (Web of Science).
4. Методологія оцінювання хмелю і хмелепродуктів: монографія / Л. В. Проценко [и др.], за ред. Л. В. Проценко. – Житомир: Рута, 2020. – 272 с.
5. Содержание эфирного масла в украинских сортах хмеля / Л. В. Проценко [и др.] // Сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» – 2019 г., – Гродно: ГГАУ, 2019 – С. 236-238.
6. Содержание и исследование эфирного масла в украинских сортах хмеля / Л. В. Проценко [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Гроднен. гос. аграр. ун-т; редкол.: В. К. Пестис [и др.]. – Гродно, 2019. – Т.: Сельскохозяйственные науки – С. 107-114.

УДК 633.11. «З24».631.52:632.4

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕЛЕКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ

С. К. Михайлова, Р. К. Янкелевич

УО «Гродненский государственный аграрный университет»

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

г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: sveta.mihaylova.2013@mail.ru)

Ключевые слова: мягкая озимая пшеница, внутривидовая гибридизация, гибриды, селекционный питомник, зимостойкость, структура урожая, масса 1000 зерен, стекловидность, урожайность зерна.

Аннотация. В статье представлены результаты научных исследований по селекции мягкой озимой пшеницы (питомник гибридов, селекционный питомник). Создан новый селекционный материал мягкой озимой пшеницы методом внутривидовой гибридизации – 11 гибридов. По результатам исследований установлено, что гибриды озимой пшеницы F_1 и F_2 обладают высокой зимостойкостью, короткостебельностью и массой зерна с колоса. В селекционном питомнике первого года изучаемые линии озимой пшеницы превысили контрольный сорт Ядвися по зимостойкости, массе зерна с колоса и биологической урожайности.

THE RESULTS OF ASSESSMENT OF SOFT WINTER WHEAT INITIAL MATERIAL IN THE BREEDING PROCESS

S. K. Mihajlova, R. K. Yankialevich

EI «Grodno state agrarian university»

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

28 Tereshkova st.; e-mail: sveta.mihaylova.2013@mail.ru)

Key words: soft winter wheat, intraspecific hybridization, hybrids, breeding nursery, winter hardiness, crop structure, weight of 1000 grains, vitreous, grain yield.

Summary. The results of scientific research on the breeding of soft winter wheat in the nursery of hybrids and breeding nursery are presented. A new breeding material for soft winter wheat has been created by the method of intraspecific hybridization – 11 hybrids. According to the research results, it was found that winter wheat hybrids F_1 and F_2 have high winter hardiness, short stalk and grain weight per ear. In the breeding nursery of the first year, the studied lines of winter wheat exceeded the control variety Yadvisia in terms of winter hardiness, grain weight per ear and biological yield.

(Поступила в редакцию 02.06.2021 г.)

Введение. В Республике Беларусь производство зерновых культур находится на достаточно высоком уровне: на душу населения приходится более 900 кг зерна. Доля страны в мировом производстве зерна за последние 15 лет выросла с 0,26 до 0,38 %. В среднем ежегодно валовой сбор зерна в стране составляет 9 млн. т в год (с учетом кукурузы). Этого объема хватает, чтобы полностью обеспечить собственные потребности как в продовольственном, так и в фуражном зерне.

Для стабильного обеспечения республики таким количеством зерна необходимо развитие отечественной селекции и семеноводства как основы успешного сельскохозяйственного производства. Создание высокопродуктивных, устойчивых к болезням и вредителям сортов сельскохозяйственных культур, стабильно формирующих урожай, обеспечивающих рентабельность сельскохозяйственного производства, актуально и перспективно [6].

Требования к сорту за последнее время значительно возросли не только по урожайности, но и по устойчивости к неблагоприятным факторам среды. Почти ежегодно гибнет около 20 % посевов, что снижает валовые сборы зерна. Как отмечают в научных трудах И. К. Коптик и К. В. Коледа, селекция на сочетание в одном сорте комплекса хозяйственно ценных признаков очень затруднена [2, 3].

По мнению К. В. Коледы, «идеального сорта не существует, мы ищем тот, что лучше для конкретного поля, лучше прежнего. На подходе новые сорта, которые превышают достигнутые ранее показатели» [1].

В Государственный реестр включено 56 сортов озимой пшеницы, из которых 19 сортов (35,8 %) – сорта белорусской селекции. Белорусскими сортами в последние годы занято более 60 % посевных площадей, отводимых под пшеницу в республике. Районированные сорта озимой пшеницы белорусской селекции обеспечивают получение зерна с содержанием клейковины 23 % и более, с хорошими хлебопекарными качествами [7].

Согласно нашим исследованиям, представленным в научных статьях 2014 и 2017 гг., полученные данные свидетельствуют об эффективности селекционной работы по созданию нового исходного материала мягкой озимой пшеницы. Созданные гибридные популяции на основе внутривидовой гибридизации отличаются высокой озерненностью и массой зерна с колоса, устойчивостью к неблагоприятным факторам среды [4, 5].

Цель работы. Основная цель научных исследований – это создание нового селекционного материала мягкой озимой пшеницы, сочетающего в себе высокий потенциал продуктивности и устойчивость к почвенно-климатическим факторам среды.

Материал и методика исследований. Исследования проводились на опытном поле УО «ГГАУ» в течение трех лет (2017-2020 гг.). В качестве объектов исследований выступали гибридные популяции, селекционные линии озимой пшеницы, полученные методом внутривидовой гибридизации и индивидуального отбора, контроль – Ядвися.

Организация селекционного процесса проводилась в соответствии с установленными типовыми схемами, включающими ряд последовательных звеньев.

Размеры делянок зависели от наличия семян и питомника. В питомнике гибридов высевали гибриды первого и второго поколения. Размер делянок зависел от наличия семян. Селекционный питомник включал потомства отобранных растений (семьи), где каждая семья высевалась отдельно. Размер делянки также зависел от количества имеющихся семян.

Лабораторные анализы структуры урожая проводились согласно методическим указаниям по изучению мировой коллекции пшеницы.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков.

Вегетационный период озимой пшеницы в 2017-2018 гг. характеризовался высоким температурным фоном и засушливым периодом с апреля по июнь месяцы. Зимний период был относительно теплым, похолодало только в феврале до $-4,8^{\circ}\text{C}$.

Климатические условия 2018-2019 гг. на протяжении всего периода роста и развития растений озимой пшеницы были теплыми и засушливыми. Зимний период оказался не очень холодным, лишь в январе похолодало до $-4,1^{\circ}\text{C}$.

Метеорологические условия вегетационного периода 2019-2020 гг. были на уровне среднеголетних значений по температуре и количеству выпавших осадков. В зимний период отмечены положительные температуры.

Результаты исследований и их обсуждение. Следуя цели исследований, в 2017 г. в полевых условиях было проведено 11 внутривидовых скрещиваний озимой пшеницы. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты скрещиваний озимой пшеницы в 2017 г.

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

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

Схема селекционного процесса предусматривала изучение полученных гибридов в питомнике гибридов. Результаты исследований гибридов первого поколения в 2018 г. по основным хозяйственно-биологическим признакам представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Хозяйственно-биологические показатели гибридов F₁ в 2018 г.

№ п/п	Зимостойкость, балл	Высота растений, см	Длина колоса, см	Кол-во колосков в колосе, шт.	Кол-во зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г
1	2	3	4	5	6	7
Ядвига (к.)	4,8	61,4	8,1	18,3	38,5	1,8
7-17	4,3	67,8	8,5	16,3	47,4	2,8
10-17	4,8	55,2	8,5	18,5	44,1	2,0
14-17	4,5	67,4	7,9	16,5	44,9	2,0
19-17	4,6	70,2	9,0	18,0	46,0	2,2
21-17	4,6	78,8	8,4	14,5	42,6	2,2
27-17	4,8	80,0	9,4	19,5	46,8	2,1
35-17	4,4	72,8	9,3	19,6	43,1	2,3
38-17	4,5	77,0	9,9	19,0	48,0	2,6
40-17	4,7	68,4	10,1	20,5	51,4	2,4

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
51-17	4,7	60,2	9,6	16,3	45,6	2,0
52-17	4,5	79,8	9,1	19,0	51,0	2,6

Зимостойкость гибридов F₁ составила более 4,3 балла. На уровне контрольного сорта Ядвися по зимостойкости выделено два гибрида – 10-17 и 27-17 (4,8 балла).

Высота растений изучаемых гибридов не превысила 100 см и варьировала от 55,2 см (10-17) до 80,0 см (27-17). Ниже контрольного сорта оказались два гибрида F₁ – 10-17 (55,2 см) и 51-17 (60,2 см).

Длина колоса у этих гибридных комбинаций изменялась от 7,9 до 10,1 см. Максимальную длину колоса сформировали гибриды 40-17 (10,1 см), 38-17 (9,9 см) и 51-17 (9,6 см).

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

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

В климатических условиях 2018 г. масса зерна с главного колоса была высокой и составила у изучаемых гибридов более 2,0 г. Наиболее высоким этот показатель оказался у гибрида 7-17 – 2,8 г, незначительно меньше масса зерна с колоса была у гибридов 38-17 и 52-17 – 2,6 г.

Изучаемые гибриды второго поколения в 2019 г. характеризовались следующими хозяйственно-биологическими признаками (таблица 3).

Таблица 3 – Хозяйственно-биологические показатели гибридов F₂ в 2019 г.

№ п/п	Зимостой- кость, балл	Высота растений, см	Длина колоса, см	Кол-во колосков в колосе, шт.	Кол-во зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г
Ядвися (к.)	4,0	74,8	7,5	14,4	25,5	1,1
7-17	3,0	85,1	9,1	17,0	28,9	1,3
10-17	4,0	80,3	9,1	12,4	36,4	1,0
14-17	3,8	73,2	9,1	17,3	35,5	1,7
19-17	3,0	74,0	6,9	15,2	38,0	1,5
21-17	3,5	90,5	9,7	17,7	29,2	1,2
27-17	4,0	79,4	8,5	17,3	30,1	1,7
35-17	4,5	92,0	8,1	18,2	36,8	1,3
38-17	4,0	76,8	9,6	17,2	37,2	1,7
40-17	4,2	68,4	8,4	17,8	41,9	1,7
51-17	3,5	73,6	8,2	16,5	28,9	1,4
52-17	4,0	91,6	9,0	18,2	35,4	1,7

Зимостойкость гибридов F₂ оказалась ниже, чем F₁, и варьировала от 3,0 до 4,5 балла. Гибридные комбинации 35-17 и 40-17 превысили по зимостойкости контрольный сорт Ядвися – 4,0 балла. Четыре гибрида по зимостойкости были на уровне контроля.

Высота растений озимой пшеницы также как и в вегетационный период 2018 г. не превысила 100 см. Пять гибридов имели высоту растений на уровне контрольного сорта в пределах 68,4-76,8 см.

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

Гибриды озимой пшеницы 35-17 и 52-17 сформировали максимальное количество колосков в колосе – по 18,2 шт. Несколько ниже их количество оказалось у гибридных комбинаций 40-17 – 17,8 шт. и 21-17 и составило 17,7 шт.

Показатель количества зерен в колосе изменялся в пределах 28,9-41,9 шт. Два гибрида имели наибольшее количество зерен в колосе 40-17 – 41,9 шт. и 19-17 – 38,0 шт. Все изучаемые гибриды превысили контроль по данному показателю.

Масса зерна с одного колоса по отношению к 2018 г. уменьшилась и составила 1,0-1,7 г. Гибриды 14-17, 27-17, 38-17, 40-17 и 52-17 имели наибольшую массу зерна с колоса – 1,7 г.

Из питомника гибридов в результате индивидуального отбора мы отобрали 5 линий озимой пшеницы, которые посеяли в селекционном питомнике первого года. Остальные гибриды были высеяны в питомнике гибридов третьего поколения. Хозяйственно-биологические признаки линий озимой пшеницы представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Биологические особенности и элементы структуры урожая озимой пшеницы в СП-1 в 2020 г.

№ п/п	Зимостойкость, балл	Высота растений, см	Длина колоса, см	Кол-во колосков в колосе, шт.	Кол-во зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г
Ядвися (к.)	3,8	84,8	8,7	17,3	25,4	1,3
40-17 Л1	4,7	82,8	7,9	18,2	46,6	1,8
40-17 Л2	4,0	80,2	8,8	18,0	37,0	1,4
40-17 Л3	4,3	79,0	8,0	17,2	23,4	1,5
52-17 Л2	4,3	95,8	7,9	17,5	42,6	1,7
52-17 Л1	4,4	99,8	8,0	17,0	43,0	2,0

Температурный режим в зимний период 2019-2020 гг. был положительным и составил от 1,9 °С в январе до 2,3 °С в декабре и феврале. Тем не менее изучаемые селекционные линии проявили разную степень зимостойкости – от 4,3 до 4,7 баллов. Можно отметить, что их зимостойкость выше, чем у контрольного сорта (3,8 балла).

Рост растений озимой пшеницы проходил при избыточном количестве влаги в мае и июне. Высота растений изменялась от 79,0 у линии 40-17ЛЗ до 99,8 см у линии 52-17Л1. Низкорослыми оказались растения озимой пшеницы у селекционной линии 40-17ЛЗ – 79,0 см.

Длина колоса варьировала от 7,9 до 8,8 см. Длинный колос сформировали линии 40-17 Л2 (8,8 см) и контрольный сорт Ядвися(8,7 см).

Изучаемые селекционные линии озимой пшеницы сформировали более 17,0 шт. колосков в колосе, максимальное их значение оказалось у линии 40-17 Л1 и составило 18,2 шт.

Количество зерен в колосе у большинства селекционных линий было на уровне 23,4-46,6 шт. Этот показатель наибольшим оказался у линии 40-17 Л1 и составил 46,6 шт. зерен.

Масса зерна с одного колоса у изучаемого селекционного материала варьировала от 1,4 до 2,0 г. Лучшими по данному показателю оказались селекционные линии 40-17 Л1 (1,8 г) и 52-17 Л1(2,0 г).

Биологическая урожайность и технологические показатели качества зерна озимой пшеницы представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Биологическая урожайность и технологические показатели качества зерна озимой пшеницы

№ п/п	Кол-во продуктивных стеблей, шт./м ²	Биологическая урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %
Ядвися (к.)	532	69,2	43,3	49,0
40-17 Л1	488	87,8	43,1	42,0
40-17 Л2	542	75,8	41,4	43,5
40-17 Л3	472	70,8	42,4	47,0
52-17 Л2	448	76,2	47,2	49,5
52-17 Л1	490	98,0	47,7	47,8

Количество продуктивных стеблей выше, чем у контрольного сорта Ядвися (532 шт./м²), только у линии 40-17 Л2 – 542 шт./м². У остальных изучаемых линий этот показатель был в пределах 448-490 шт./м².

Биологическая урожайность в селекционном питомнике находилась на уровне 70,8-98,0 ц/га. Выделенные нами селекционные линии превысили контроль Ядвися (69,2 ц/га) по урожайности.

Технологическими показателями, по которым можно получить ориентировочное представление о мукомольных свойствах зерна, являются стекловидность, крупность, выравненность зерна и др.

Масса 1000 зерен у изучаемых линий превысила 40,0 г. Более крупное зерно сформировали линии озимой пшеницы 52-17, где данный показатель составил 47,2-47,7 г.

Стекловидность зерна изучаемых линий озимой пшеницы колебалась в пределах 42,0-49,5 %. Самый высокий показатель был отмечен у селекционной линии 52-17 Л2 и составил 49,5 %. Данный исходный материал имеет среднее значение по показателю стекловидности 42-50 %.

Заклучение. 1. В результате внутривидовой гибридизации получили одиннадцать новых гибридов озимой пшеницы.

2. Зимостойкость гибридов F₁ составила более 4,3 балла, высота растений изучаемых гибридов варьировала от 55,2 см (10-17) до 80,0 см (27-17), масса зерна с главного колоса была высокой у всех изучаемых гибридов более 2,0 г.

3. Зимостойкость гибридов F₂ варьировала от 3,0 до 4,5 балла, высота растений составила от 68,4 см (40-17) до 92,0 см (35-17), гибриды 14-17, 27-17, 38-17, 40-17 и 52-17 имели массу зерна с колоса 1,7 г.

4. В СП-1 зимостойкость селекционных линий составила 4,3-4,7 баллов, высота растений – 79,0-99,8 см, масса зерна с колоса – 1,4-2,0 г, количество продуктивных стеблей – 448-542 шт./м², биологическая урожайность на уровне 70,8-98,0 ц/га, масса 1000 зерен превысила 40,0 г, стекловидность зерна в пределах 42,0-49,5 %.

В результате проведенных исследований можно отметить высокие показатели элементов структуры урожая у гибридов первого поколения, снижение этих показателей у гибридов второго поколения и в СП-1. Тем не менее выделенные линии озимой пшеницы в селекционном питомнике обладают высокой урожайностью и хорошими технологическими качествами зерна на уровне или выше контрольного сорта. Данный исходный материал может использоваться в дальнейшем селекционном процессе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коледа, К. В. Результаты селекции озимой мягкой пшеницы в УО «Гродненский государственный аграрный университет» / К. В. Коледа, Е. К. Живлюк // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. – 2016. – С. 99-106.
2. Организация семеноводства и внедрение новых сортов мягкой озимой пшеницы селекции УО «ГГАУ» в производство / К. В. Коледа [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – 2014. – С. 96-98.
3. Коптик, И. К. Качество новых сортов пшеницы – гарантия обеспечения Беларуси продовольственным зерном / И. К. Коптик // Наше сельское хозяйство. – 2011. – № 8. – С. 17-20.
4. Коско, Е. Результаты исследований гибридных популяций мягкой озимой пшеницы / Е. Коско, С. К. Михайлова, Р. К. Янкевич // Сб. науч. статей по материалам XV Международной студенческой научной конференции. – Гродно, 2014. – С. 60-63.
5. Михайлова, С. К. Потенциальная продуктивность гибридных популяций мягкой озимой пшеницы в условиях западной части Республики Беларусь / С. К. Михайлова, Р. К. Янкевич // Пища. Экология. Качество: труды XIV Междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск. – 2017. – С. 56-60.

6. Уборочная кампания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belta.by/all-rubric-news/viewSuzet/uborochnaja-kampanija-84/>.

7. Урбан, Э. Зерновые: новинки белорусской селекции / Э. Урбан // Журнал Белорусское сельское хозяйство. – Минск, 2017. – № 6. – С. 60-63.

УДК 663.423:663.44: 631.523

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА УКРАИНСКИХ ГРАНУЛ ХМЕЛЯ

Л. В. Проценко¹, С. М. Рыжук¹, Н. И. Ляшенко¹, Н. А. Кошицкая¹,
О. В. Свиричевская¹, А. С. Власенко¹, Т. П. Гринюк¹,
А. А. Регилевич²

¹ – Институт сельского хозяйства Полесья НААН Украины
г. Житомир, Украина (Украина, 10007, г. Житомир, шоссе Киевское,
131; e-mail: isgpo_zt@ukr.net);

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: гранулы хмеля тип 90, биохимическая оценка, горькие вещества, эфирное масло, ксантогузол, сорт хмеля Заграва.

Аннотация. Проанализированы биохимические показатели гранул хмеля тип 90 ароматического сорта хмеля Заграва по количеству и составу горьких веществ, ксантогузола, эфирного масла и определена их пивоваренная оценка. На основе биохимической оценки гранул хмеля тип 90 украинского производства установлена их конкурентоспособность. Установлено, что содержание альфа-кислот в гранулах хмеля сорта Заграва колеблется от 5,8 до 6,5 %. Бета-кислот в исследованных партиях хмеля содержится 6,3-7,0 %, ксантогузола – от 0,35 до 0,44 %. Содержание когумулона в составе альфа-кислот – от 23,1 до 26,0 % и значительное содержание фарнезена (12,8-13,5 %) в составе эфирного масла свидетельствует о высоком качестве состава горьких и ароматических веществ сорта Заграва. Доказано, что гранулы сорта Заграва по составу и качеству горьких веществ и эфирного масла соответствуют мировым аналогам.

STUDY OF QUALITY INDICATORS OF UKRAINIAN HOP GRANULES

L. V. Protsenko¹, S. N. Ryzhuk¹, N. I. Lyashenko¹, N. A. Koshytska¹,
J. V. Svirchevska¹, A. S. Vlasenko¹, T. P. Grinyuk¹, A. A. Rehilevich²

¹ – Polissia Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences

Zhitomir, Ukraine (Ukraine, 10007, Zhitomir, Kievskoye Highway, 131;
e-mail: isgpo_zt@ukr.net);

² – ЕІ «Grodno state agrarian university»

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

Key words: *hop granules type 90, biochemical evaluation, bitter substances, essential oil, xanthohumol, hop variety Zagrava.*

Summary. *The biochemical parameters of hop granules type 90 of the aromatic hop variety Zagrava were analyzed in terms of the amount and composition of bitter substances, xanthohumol, essential oil, and their brewing assessment was determined. Based on the biochemical assessment of hop granules type 90 of Ukrainian production, their competitiveness was established. It was found that the content of alpha-acids in hop granules of the Zagrava variety ranges from 5,8 % to 6,5 %. Beta-acids in the investigated batches of hops contain – 6,3-7,0 %, xanthohumol from 0,35 to 0,44 %. The content of cohumulone in the composition of alpha-acids is from 23,1 to 26,0 % and a significant content of farnesene of 12,8-13,5 % in the composition of essential oil testifies to the high quality of the composition of bitter and aromatic substances of the Zagrava variety. It has been proven that granules of the Zagrava variety correspond to world analogues in composition and quality of bitter substances and essential oil.*

(Поступила в редакцию 02.06.2021 г.)

Введение. Основными продуктами переработки хмеля, которые используют украинские производители пива, являются гранулы тип 90, гранулы тип 45, обогащенные лупулином, изомеризованные гранулы, экстракты: этанольные, углекислотные, изомеризованные, редуцирующие, хмелевые масла и эмульсии эфирных масел [1, 2].

В Украине, в основном, хмель перерабатывают в гранулы тип 90, которые практически не отличаются по биохимическим показателям от шишек хмеля. Преимуществом использования хмелевых гранул перед шишковым хмелем является то, что при охмелении сусла улучшается дисперсия, экстракция и изомеризация альфа-кислот, которые находятся в гранулах хмеля [1, 2]. Гранулированный хмель удобнее дозировать как при упаковке, так и при охмелении сусла [3]. Экономия хмеля при их использовании составляет приблизительно 10 %. К тому же объемная масса гранулированного хмеля значительно меньше, чем спрессованного, поэтому уменьшаются транспортные и складские расходы [3].

Предыдущими исследованиями украинских и зарубежных ученых [1, 2, 4-6] было установлено, что пиво, изготовленное из гранул хмеля или других хмелепродуктов, определенных селекционных сортов, значительно отличается по характеру горечи, вкусом и ароматом. Это связано с особенностью биохимического состава горьких веществ, поли-

фенольных соединений и эфирного масла хмеля ароматических и горьких сортов. Различное соотношение компонентов этих соединений по-разному влияет на вкусовые и ароматические свойства пива. Поэтому подбор гранул хмеля, изготовленных из сортов с оптимальным составом горьких веществ для получения пива с отличной и качественной горечью, является вопросом актуальным для белорусских и украинских производителей пива [4, 5].

Цель исследования заключалась в определении комплексной технологической оценки качества гранул хмеля тип 90 украинского производства и установлении их конкурентоспособности на основе биохимических характеристик.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в 2016-2020 гг. в испытательной лаборатории отдела биохимии хмеля и пива и биотехнологии Института сельского хозяйства Полесья Национальной академии аграрных наук Украины, в производственных условиях гранулирования хмеля ООО «Хмель Украины», ЧП «Гальчин-агро».

В работе использовались лабораторные современные физико-химические методы определения качественных показателей гранул хмеля, специальные высокоэффективная жидкостная хроматография, спектрофотометрия, а также методы контроля, гармонизированы с методиками Европейской Пивоваренной Конвенции ЕВС [1, 7], общепринятые в хмелеводческой области согласно ДСТУ 7028:2009 Гранулы хмеля Технические условия [8], математико-статистические с использованием дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа для оценки достоверности полученных результатов исследований.

Исследовали качественные показатели гранул хмеля тип 90, отобранные из партий гранул сорта хмеля Заграва. Масса средней пробы для идентификации и биохимических исследований составляла не менее 1 кг гранул хмеля. Исследовали 7-10 образцов от партий гранул данного сорта хмеля.

Методы исследований количества и качественного состава горьких веществ гранул хмеля. Количество альфа-кислот – кондуктометрический показатель горечи, определяли международным методом согласно Аналитике ЕВС 7.5. [1, 7, 8]. Метод основан на кондуктометрическом титровании диэтилово-эфирного экстракта горьких веществ хмеля раствором уксуснокислого свинца и расчетом массовой доли альфа-кислот. Содержание и состав альфа-, бета-кислот и ксантогумола – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии согласно международной методике ЕВС 7.7. [1, 7]. Горькие вещества хмеля альфа- и бета-кислоты и их составляющие, в частности когумулон в

составе альфа-кислот, колупулон в составе бета-кислот, а также ксантогумол из гранул хмеля экстрагировали органическим растворителем – метанолом. Соотношение между массой гранул хмеля и экстрагентом составляло 1 : 10. Количество этих веществ определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Хроматографирование осуществляли с помощью жидкостного хроматографа Ultimate 3000 с УФ детектором при температуре 35 °С. Использовали колонки фирмы «Rostek» Pinnacle DB C₁₈ 3 мк размером 2,1 x 100 мм, которые были заполнены сорбентом Pinnacle DB C₁₈ 3 мк. В качестве подвижной фазы использовали раствор метанола, воды и ацетонитрил в соотношении 38 : 24 : 38. Для количественного определения ксантогумола использовали стандарт-эталон ксантогумола с содержанием данного вещества 99,8 %. Эталон альфа- и бета-кислот (International Calibration Extract ICE-3, производитель – Versuchsstation Schweizerischen Brauereien) с содержанием компонентов когумулону – 13,88 %, гумулону + адгумулону – 30,76 %, колупулону – 13,44 % и лупулону + адлупулону – 10,84 % [1].

Методы исследований количества и качественного состава эфирного масла хмеля. Количество эфирного масла определяли по методу Гинзберга [1, 2]. Метод основан на определении содержания эфирного масла в мл на 100 г воздушно-сухого вещества путем получения эфирного масла гидродистилляцией с последующей декантацией и сбором его в специальные ловушки.

Качественный состав эфирного масла определяли методом газожидкостной капиллярной хроматографии [1, 2] на 50-60 м капиллярных кварцевых колонках Stabilwax на хроматографе «Кристалл 2000 М» с ПИД-детектором. Метод заключается во фракционировании эфирного масла. Температура термостата программируется от 70 до 220 °С со скоростью 4 °С в минуту с последующим выдерживанием в изотермическом режиме 40 минут. После выхода хроматографа на оптимальный режим, вводится проба эфирного масла хмеля в количестве от 0,1 до 0,4 мкл. Расход хроматографического инертного газа (аргона, азота, гелия) составляет от 20 до 30 см³, водорода – 30 см³ в минуту. Температура камеры для ввода пробы эфирного масла составляет 220 °С, а детектора – 250 °С. Условия хроматографирования подбирают таким образом, чтобы обеспечить распределение основных компонентов эфирного масла: мирцена, кариофиллена, фарнезена и гумулена.

Результаты исследований и их обсуждение. Сейчас в Украине есть два современных предприятия с качественной переработки хмеля. Предприятия, расположенные в Житомирской области, на современном оборудовании могут каждый час производить 300-500 кг высоко-

качественных гранул хмеля. На предприятиях внедрена система управления качеством, которая соответствует требованиям ДСТУ ISO 9001:2017. На данных предприятиях налажено производство гранул хмеля по усовершенствованной учеными Института сельского хозяйства Полесья НААН технологии, по оптимизации массовой доли влаги гранулированного хмеля до 7-8 %, что позволило улучшить биохимические показатели гранул хмеля и продлить срок их хранения.

Нами проведена комплексная технологическая оценка качества гранул хмеля тип 90, произведенных в Украине, и пригодность их использования в пивоварении с учетом химического состава на основе идентификации горьких веществ, ксантогумола и эфирного масла. Исследования проводились в лабораторных условиях и условиях пивоваренных заводов Украины. Основными критериями для отнесения сорта к определенному типу является количественный и качественный состав горьких веществ, эфирного масла и ксантогумола, т. е. классификация осуществляется по сортовым признакам.

В таблицах 1 и 2 приведены показатели качества и критерии, по которым определялась биохимическая оценка гранул хмеля тип 90, а именно: по количеству и составу горьких веществ, ксантогумола и эфирного масла.

Наиболее ценными соединениями хмеля и его продуктов переработки являются горькие вещества. Эти вещества уникальны и не встречаются в составе других растений. Наиболее важные среди горьких веществ – это альфа-кислоты, в процессе изомеризации при охмелении сула превращаются в изо-альфа-кислоты, основные соединения горечи пива. Количество альфа-кислот является основным ценообразующим фактором оценки хмеля и хмелепродуктов.

Биохимические показатели качества представлены на примере партий гранул ароматического высокосольного, наиболее распространенного в Украине, сорта хмеля Заграва.

Таблица 1 – Содержание и состав горьких веществ и ксантогумола в образцах от партий гранул хмеля тип 90 сорта Заграва

№ з/п	Показатели качества гранул хмеля	№ образца от партии гранул хмеля									Среднее	Стандартное отклонение
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	Массовая доля влаги, %	8,1	8,4	7,8	8,4	8,3	7,7	8,0	8,2	7,8	8,1	±0,3

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	КПГ (Массовая доля α -кислот, метод ЕВС 7.5), %	5,9	6,3	6,4	6,0	6,2	5,8	6,2	6,5	6,2	6,2	$\pm 0,2$
4	Массовая доля α -кислот, метод ЕВС 7.7, %	5,6	6,0	6,0	5,7	5,8	5,5	6,0	6,1	5,8	5,8	$\pm 0,2$
5	Массовая доля β -кислот, метод ЕВС 7.7, %	6,8	6,5	6,3	6,8	7,0	6,7	6,3	6,4	6,4	6,5	$\pm 0,3$
6	Соотношение β -та α -кислот	1,16	1,12	1,10	1,00	1,07	1,09	1,11	0,98	0,99	1,0	$\pm 0,3$
7	Когуmulон в составе α -кислот, %	25,5	24,3	23,1	24,1	26,0	24,3	25,6	23,8	24,8	24,6	$\pm 0,9$
8	Колупулон в составе β -кислот %	46,0	45,2	47,8	46,9	43,1	46,8	44,5	43,8	46,3	45,6	$\pm 1,6$
9	Ксантогуmol, %	0,41	0,44	0,35	0,42	0,37	0,40	0,41	0,38	0,42	0,40	$\pm 0,05$
10	Индекс окисления горьких веществ (индекс старения)	0,28	0,27	0,33	0,33	0,34	0,30	0,32	0,31	0,30	0,3	$\pm 0,03$

По анализу данных, представленных в таблице, видно, что партии гранул хмеля имеют стабильное содержание влаги и альфа-кислот. Содержание альфа-кислот в гранулах сорта Заграва колеблется от 5,8 до 6,5 %. Все исследуемые партии хмеля имели низкое содержание когуmulона в составе альфа-кислот от 23,1 до 26,0 %, что характерно для данного сорта хмеля. Массовая доля когуmulона в составе альфа-кислот по мнению ученых Германии, Чехии, США, Словении и пивоваров-специалистов для тонкоароматичных сортов не должна превышать 30 [1].

Бета-кислот в представленных партиях гранул – 6,3-7,0 %. Бета-кислоты не горькие на вкус, но в процессе окисления образуются соединения, имеющие приятную горечь. Одним из основных их свойств является высокое антисептическое действие, что важно для повышения биологической стойкости пива при хранении [1]. Содержимое колупуллона в составе бета-кислот и ксантогумола в партиях гранул также стабильное.

Характерная особенность этого сорта хмеля, а также гранул, изготовленных из него, заключается в том, что наряду с высоким содержанием горьких веществ, есть значительное преимущество в смолах доли бета-кислот над долей альфа-кислот. У них сохраняется положительный коэффициент ароматичности 0,98-1,16 между содержанием бета-кислот и альфа-кислот, равный или больше единицы. Это один из решающих признаков при оценке пивоваренного качества хмеля и гранул.

Учитывая то обстоятельство, что в гранулах хмеля этого сорта большой удельный вес бета-кислот в общем показателе горечи хмеля при нормировании его в пивоварении согласно Технологической Инструкции, горечь пива была несколько избыточна, что дает возможность проводить нормирование гранул хмеля данного сорта с экономией его до 10 %, имея при этом прекрасные вкусовые качества пива.

Содержание эфирного масла (таблица 2) в гранулах хмеля колеблется от 1,4 до 1,8 %. В состав эфирного масла входят кариофиллен, гумулен, фарнезен при относительно небольшом количестве мирцена, что обуславливает получения пива с тонким хмелевым ароматом и высокими вкусовыми качествами.

Таблица 2 – Содержание и состав эфирного масла в образцах от партий гранул хмеля тип 90 сорта Заграва

№ з/п	Показатели качества гранул хмеля	№ образца от партии гранул хмеля									Среднее	Стандартное отклонение
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
2	Эфирное масло, мл/100 г гранул	1,4	1,6	1,8	1,5	1,6	1,7	1,8	1,7	1,8	1,7	0,1
3	Состав эфирного масла, % в т. ч.											
	- мирцена	35,7	36,9	38,7	38,2	35,8	37,6	36,6	37,9	38,3	37,3	1,1
	- кариофиллена	7,2	7,1	6,8	6,9	7,5	6,9	6,7	7,2	7,1	7,0	0,3
	- фарнезена	13,5	12,8	12,9	13,4	13,3	12,9	12,8	13,1	13,3	13,1	0,3
	- гумулена	16,1	16,3	16,9	16,8	16,5	16,2	16,9	17,0	17,0	16,6	0,4

Основным компонентом среди монотерпеноидов является мирцен, содержание которого, в зависимости от сорта, колеблется от 10 до 72 %. Во многих американских разновидностях хмеля, включая Cascade, Amarillo, Citra и Simcoe, содержится 50-70 % мирцена, а в благородных хмеля его содержание значительно ниже, в частности в европейских сортах – 16-30 % [4, 6]. Из-за низкой температуры дистилляции, мирцен достаточно летучий и при кипячении суслу с хмелем малоэффективный, поскольку испаряется в очень короткое время. Характеристики аромата чрезвычайно широки, их можно описать как

зеленые, хмелевые, имеют незначительный сосновый и цитрусовый привкусы. При современных способах пивоварения, в частности, использовании техники «сухого охмеления», обычно образуется аромат «зеленого» или свежего хмеля [1, 6]. В исследованных партиях хмеля сорта Заграва содержится 35,7-38,7 % мирцена.

Гумулен является традиционным маслом благородных сортов хмеля, имеет пряный, травянистый аромат, который ассоциируется с европейскими благородными хмелями, придает вкус вьетнамского кориандра. Гумулен при непродолжительном кипячении создает легкий пряный привкус, характерный для Жатецкого хмеля [6]. Обычно данное соединение проявляет свои лучшие характеристики при добавлении в конце кипячения сула или после него. Гумулена в исследованных партиях от 16,1 до 17,0 %.

Кариофиллен – противоположность гумулена. Хотя это соединение не является существенным компонентом благородного хмеля, кариофиллен есть основным ароматическим компонентом многих традиционных английских сортов, таких как Golding и Northdown, а также американских, например Mount Hood [4]. В украинских сортах хмеля этого масла находится в пределах 5-14 % [1]. Кариофиллен придает пиву крепкий аромат сухой древесины, перца, пряный и землистый тон. При определенных условиях может создавать цитрусовый привкус. Сорта хмеля оцениваются по соотношению количества гумулена и кариофиллена, которое для благородных сортов хмеля должно быть 3 : 1 и более. Кариофиллен быстро окисляется, поэтому для сохранения его вкуса необходимо применять свежий хмель, часто при этом используется позднее охмеление [1, 4]. Содержание кариофиллена в исследованных партиях стабильное и составляет 6,7-7,5 %.

Фарнезен является «визитной карточкой» для благородных сортов хмеля. Он придает вкус зеленого яблока, а также цветочный, цитрусовый, древесный аромат, в крайнем проявлении заплесневелый запах [4, 6]. В большинстве зарубежных сортов фарнезен по количеству занимает последнее место среди компонентов хмелевого масла, обычно его менее 1 % [1, 9, 10]. Но в благородных сортах хмеля, таких как Жатецкий, Люблинский, Тетнангер, Шпальт Селект, во всех ароматических украинских сортах (Клон 18, Славянка, Национальный, Заграва, Гайдамацкий, Злато Полесья), а также горьких сортах Проминь и американском сорте Каскад его содержание значительно выше и составляет 4-24 %. [4]. В нашем исследовании количество фарнезена в составе эфирного масла составило 12,8-13,5 %.

Итак, эфирное масло, что является одним из основных показателей пивоваренного качества хмелепродукции для исследованных партий хмеля имеет стабильный высококачественный состав.

В результате проведенных исследований на основе биохимической оценки гранул хмеля тип 90 украинского производства установлена их конкурентоспособность. Доказано, что украинские хмелепродукты по своим характеристикам соответствуют мировому уровню.

Заключение. Количественное содержание и качественный состав горьких веществ, эфирного масла, полифенольных соединений и ксантогумола в гранулах хмеля украинского производства сорта Заграва стабильный и соответствует паспортным данным этого сорта.

Гранулы хмеля тип 90 ароматического сорта Заграва по биохимическим и технологическим показателям соответствуют требованиям ДСТУ 707028:2009 Гранулы хмеля Технические условия.

Оптимальное сочетание ароматических и горьких веществ в шишках хмеля украинской селекции и высокая технологичность оборудования для грануляции обеспечивает гранулам отличные пивоваренные качества. На основе характеристики гранул хмеля тип 90 сорта Заграва, произведенных в Украине, по составу и качеству горьких веществ и эфирного масла являются уникальными, установлено соответствие качества украинских хмелепродуктов мировому уровню.

ЛІТЕРАТУРА

1. Методологія оцінювання хмелю і хмелепродуктів: монографія / Л. В. Проценко [и др.]; за ред. Л. В. Проценко. – Житомир: Рута, 2020. – 272 с.
2. Ляшенко, Н. И. Биохимия хмеля и хмелепродуктов / Н. И. Ляшенко. – Житомир: Полісся, 2002. – 388 с.
3. Ляшенко, М. І. Ефективність використання гранульованого хмелю в пивоварінні / М. І. Ляшенко, Л. В. Проценко, М. Г. Михайлов // Хмелярство. – К.: Урожай, 2007. – Вип. 22. – С. 11-16.
4. Сучасні методи аналізу при визначенні оцінки якості ефірної олії хмелю / Т. П. Гринюк [и др.] // Агропромислове виробництво Полісся. – Житомир: ІСП. – 2018. – № 11. – С. 69-74.
5. Регилевич, А. А. Объективная оценка качества шишек хмеля – это высокоэффективная жидкостная хроматография / А. А. Регилевич // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XIX Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2016. – 390 с.
6. Шнайдер, И. О хмеле, фильтрах и ценных маслах / И. Шнайдер // Пиво: технологии и инновации. – 2017. – № 3 [4]. – С. 39-41.
7. Ahalitka – EBC (1987), European Brebery Convention, Fourth edition.
8. Гранули хмелю Технічні умови ДСТУ 7028:2009. – [Чинний від 2011-07-01] – К.: Держспоживстандарт України 2010. – 19 с. – (Національний стандарт України).
9. Рудик, Р. І. Дослідження ефірної олії хмелю / Р. І. Рудик // Агропромислове виробництво Полісся. – 2015. – № 8. – С. 74-78.
10. Исследование эфирного масла сырья хмеля обыкновенного / Г. М. Латыпова [и др.] // Башкирский химический журнал. – Уфа. 2013. – Том 20. – № 2. – С. 87-92.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕМЕЙНО-ГРУППОВОГО ОТБОРА В СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ РЖИ НА КАЧЕСТВО

О. С. Радовня¹, Э. П. Урбан², В. А. Радовня³, В. Л. Капылович⁴

¹ – Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220030,
г. Минск, ул. Кирова, 15);

² – РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 222160,
г. Жодино, ул. Тимирязева, 1; e-mail: izis@tut.by);

³ – УО «Белорусская государственная орден Октябрьской Революции и
Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 213410,
Могилевская обл., г. Горки, ул. Мичурина, 5; e-mail: wladrad@tut.by);

⁴ – РНДУП «Полесский институт растениеводства»
аг. Криничный, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 247781,
Гомельская область, Мозырский район, аг. Криничный, ул. Школьная, 2;
e-mail: mzpolf@mail.gomel.by)

Ключевые слова: озимая рожь, селекция на качество, семейно-групповой отбор, анализирующие фоны, устойчивость к прорастанию зерна.

Аннотация. Представлены результаты проведения трехкратного семейно-группового отбора при создании синтетических популяций озимой ржи. Отбор проводился по признакам продуктивности и качества зерна на анализирующих фонах «перестой на корню» и «поздние сроки сева». Показана высокая результативность данного метода отбора в направлении повышения хлебопекарных качеств зерна. Предлагается в «селекции на качество» формировать новые гибридные популяции озимой ржи путем отбора высокопродуктивных растений на анализирующем фоне «перестой на корню» по показателю «число падения».

EFFICIENCY OF FAMILY-GROUP SELECTION IN WINTER RYE BREEDING FOR QUALITY

O. S. Radaunia¹, E. P. Urban², V. A. Radaunia³, V. L. Kapylovich⁴

¹ – Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus
Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220030, Minsk, 15 Kirov st.);

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

Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222160, Zhodino,
1 Timiryazeva st.; e-mail: izis@tut.by);

³ – ЕЕ «Belarusian State of the Orders of the October Revolution and the Order of the Labour Red Banner Agricultural Academy»
Gorki, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 213410, Mogilev region,
Gorki, 5 Michurina st.; e-mail: wladrad@tut.by);

⁴ – RRSUE «Polesie Institute of Plant Industry»
ag. Krinichny, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 247781, Gomel
region, Mozyr district, ag. Krinichny, 2 School st.; e-mail:
mzpolfl@mail.gomel.by)

Key words: winter rye, breeding for quality, family-group selection, analyzing backgrounds, resistance to grain germination.

Summary. The results of a 3x family-group selection by the creation of winter rye synthetic population are presented. The selection was carried out according to the characteristics of productivity and grain quality on the analyzing backgrounds «late harvest dates» and «late sowing dates». The high efficiency of this selection method in the direction of increasing the baking qualities of grain has been shown. It is proposed in «breeding for quality» to form new hybrid populations of winter rye by selecting highly productive plants on the analyzing background «late harvest dates» in terms of «falling number».

(Поступила в редакцию 02.06.2021 г.)

Введение. Рожь – перекрестноопыляющаяся культура и все ее свободноопыляемые сорта являются популяциями. Проявление таких признаков, как зимо- и морозостойкость, крупность и качество зерна, устойчивость к некоторым болезням и др., зависит от суммарного действия многих генов. Поэтому целью селекционной работы с озимой рожью является концентрирование в популяции максимального количества генов, определяющих хозяйственно ценные свойства.

Основными методами создания нового исходного материала озимой ржи является гибридизация с последующим массовым периодическим, индивидуально-семейным или семейно-групповым отборами. Результатом данного этапа селекционной работы является создание синтетического сорта – родоначальника одного или нескольких популяционных сортов.

Методическая сложность создания ценной синтетической популяции заключается в обеспечении необходимой гетерогенности популяции по интересующим селекционера признакам и достижении ее выравнивания в достаточно короткие сроки.

Решающим условием создания ценной синтетической популяции является определение ее генетической основы – количества и качества гибридных комбинаций, включаемых в состав первоначальной гибридной популяции. От методики проведения отборов в гибридных попу-

лящих зависят объемы работ и продолжительность создания синтетической популяции.

При неправильном проведении отбора, особенно в первом цикле, в популяцию могут не попасть важные ген-источники. Особенно актуальна данная проблема при проведении «селекции на качество», где признаки качества не сцеплены с признаками продуктивности, а часто находятся в противоположной взаимосвязи с ними.

В селекции озимой ржи индивидуально-семейный метод, предполагающий переопыление растений только в пределах одной семьи, считается наиболее эффективным. Этот метод обеспечивает получение выровненного селекционного материала в достаточно короткие сроки, однако при нем часто наблюдается значительная депрессия, являющаяся следствием близкородственного размножения.

Для устранения такой депрессии применяют семейно-групповой отбор (скрещивание однотипных семей разного происхождения при выращивании на одном участке) [4]. Развитием данного метода является метод сложных гибридных популяций, когда в переопылении и создании исходной популяции участвует несколько сортов, а далее проводится многократный индивидуальный отбор растений [7]. При семейно-групповом отборе влияние отцовского компонента остается практически не контролируемым, однако метод позволяет вовлечь в популяцию большое количество генотипов с интересующими признаками и оказывается достаточно эффективным при последовательном и достаточно длительном проведении.

Важнейшим показателем качества зерна озимой ржи является устойчивость к предуборочному прорастанию зерна. В соответствии с ГОСТ 16990-88 [3] единственным показателем качества зерна, в соответствии с которым заготавливаемое зерно делится на 4 класса, является «число падения» (по Хагбергу). Другим важнейшим показателем качества зерна озимой ржи, который также оценивается при государственном испытании сортов, является содержание белка в зерне.

В практической селекции на устойчивость к прорастанию рекомендуется использовать метод беккроссов и индивидуально-семейственный отбор устойчивых растений на провокационном фоне.

Так, в Швеции методом внутрипопуляционных непрерывных отборов из сорта Kungs II в сочетании с направленными парными и групповыми скрещиваниями был получен сорт Otello – один из первых сортов с очень низкой активностью α -амилазы [11]. Если у слабоустойчивых к прорастанию сортов при влажности зерна 16-18 % даже небольшой дождь вызывает прорастание зерна в колосе, то Otello при небла-

гоприятных условиях уборки сохраняют высокое качество зерна более 7 дней.

В настоящее время среди популяционных сортов озимой ржи непревзойденным по устойчивости к прорастанию на корню является польский сорт Amilo (1989 год). Благодаря этому в Германии сорт Amilo считается лучшим сортом для органического земледелия [10].

В целом, отбор по числу падения является самым распространенным в селекции озимой ржи на улучшение хлебопекарных качеств [1, 6]. Однако он может сопровождаться снижением продуктивности ввиду отрицательной корреляции между числом падения и крупностью семян [2, 11].

Отбор генотипов с повышенным содержанием белка в зерне также считается результативным, поскольку за этот признак ответственные гены с аддитивным действием [5]. Однако чрезвычайно сложно преодолеть снижение продуктивности с повышением белковости зерна [9]. Экспериментальные данные свидетельствуют, что в селекции на белковость более предпочтительным является использование метода сложных популяций, чем селекционная проработка высокобелковых аналогов [8].

Повышение результативности проведения отборов в селекции озимой ржи достигается большими размерами групповых изоляторов (позволяет повысить частоту проявления в популяции ценных генов), проведением жесткого негативного отбора до цветения (снижает влияние малоценных отцовских компонентов), а также применением специальных анализирующих (провокационных) фонов отбора (облегчают нахождение в популяции элитных растений с комплексом хозяйственно ценных признаков).

Вместе с тем в республике до настоящего времени остается мало изученной методология селекции озимой ржи на качество: подбор исходного материала, параметры анализирующих фонов, кратность проведения отборов и др. В связи с этим в своей работе по созданию нового исходного материала озимой ржи нами были изучены данные вопросы.

Цель работы – оценить эффективность проведения повторных отборов озимой ржи на признаки качества зерна (устойчивость к предуборочному прорастанию и повышенное содержание белка в зерне на анализирующих (провокационных) фонах) при одновременном отборе на продуктивность и технологичность возделывания.

Материал и методика исследований. Создание нового исходного материала диплоидной озимой ржи проводилось в 2005-2008 гг. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» и

РНДУП «Полесский институт растениеводства», в результате чего были получены синтетические популяции И4-08 и И5-08. В дальнейшем из популяции И5-08 были выделены элитные растения со схожими морфологическими признаками (высота, опушение стебля, форма и цвет колоса), проведен повторный семейно-групповой отбор и получен сорт Дзи-ва. Государственное сортоиспытание проводилось в 2016-2020 гг.

В своих исследованиях по созданию нового исходного материала озимой ржи нами использовался разработанный ранее метод сложных гибридных популяций, предусматривающий проведение семейно-группового отбора.

В 2004-2005 гг. на базе лучших современных сортов были сформированы 2 новые гибридные популяции. Происхождение гибридов указано в таблице 1.

Из гибридных популяций (F_2) в 2005 г. был проведен отбор высокопродуктивных низкорослых растений, которые затем были проанализированы по показателю «число падения» для оценки степени скрытого прорастания зерна и его хлебопекарные качеств (согласно ГОСТ 27676-88 на приборе Perten Falling Number 1500). Для посева в селекционном питомнике по каждой популяции было отобрано не менее 50 образцов, обладающих «числом падения» 240-323 с.

Таким образом были сформированы достаточно гетерогенные гибридные комбинации для последующего проведения в них индивидуально-группового отбора.

Селекционный питомник закладывался согласно общепринятым методикам для перекрестно опыляющихся культур с пространственной изоляцией по каждой гибридной популяции не менее 400-500 м. Посев проводился отдельными потомствами разреженным способом. Площадь каждого изолятора составляла не менее 100 м², масса высеянных семян – не менее 0,5 кг/изолятор.

Таблица 1 – Характеристика исходного селекционного материала по показателю «число падения» (2005 г.)

Популяция, происхождение	Количество образцов*, шт.	Число падения, с		
		среднее	min	max
Популяция 1 (F_2 из сложной популяции, материнские формы Ника, Офелия, Зубровка, Юбилейная, Альфа, Валдай)	<u>137</u> 50	<u>208</u> 274	<u>146</u> 240	<u>323</u> 323
Популяция 2 (F_2 из сложной популяции, материнские формы Каупо, Марусенька, Ручник, Алькора, Лота, Зарница, Амило, Радонь)	<u>150</u> 54	<u>218</u> 288	<u>182</u> 264	<u>315</u> 315

*Примечание – * в числителе – образцы, прошедшие анализ, в знаменателе – образцы, включенные в популяцию*

С целью отбора генотипов, обладающих комплексной устойчивостью к прорастанию на корню и поздним срокам сева, в селекционной работе применялись анализирующие (провокационные фоны): «перестой на корню» (отбор проводился через 3 недели после наступления фазы полной спелости семян) и «поздние сроки сева» (посев проводился 4-6 октября).

В период вегетации до цветения на изоляторах осуществлялась выбраковка плохо перезимовавших, высокорослых, больных и слабо-развитых растений. На изоляторе выбраковывалось не менее половины растений.

Отбор элитных растений проводился по элементам продуктивности (высота – 90-140 см, кущение – >5, длина колоса – >8 см, выравненность побегов по развитию).

Последующая лабораторная оценка и браковка семей проводилась по показателям качества зерна:

- масса 1000 зерен согласно ГОСТ 10842-89 (отбирались фенотипы с массой \geq среднего по популяции);
- устойчивость к предуборочному прорастанию (определялась визуально, отбирались фенотипы без признаков прорастания);
- содержание сырого белка (определялось методом инфракрасной спектроскопии на приборе NIRS 5000 ($r = 0,98$), отбирались фенотипы с содержанием \geq среднего по популяции).

В 2006-2008 гг. проведено три цикла повторных отборов семей и их оценка. После каждого цикла к посеву отбиралось по 27-35 семей по каждой популяции.

Полученные гибридные популяции оценены в контрольном питомнике в 2009-2010 гг. Площадь делянки – 10 м², повторность трехкратная, технология возделывания общепринятая. В качестве контрольных сортов использовались популяционные сорта Бирюза (районирован с 2006 г.) и Талисман (районирован с 2004 г.).

Для учета динамики визуального и скрытого прорастания зерна, начиная с фазы восковой спелости, отбирались пробные снопы. После перестоя на корню 3-4 недели делянки обмолачивались.

Амилографический анализ муки проводился на амилографе Brabender. Для статистического расчета применялся пакет анализа программы.

Контрастные условия в годы проведения исследований позволили достоверно оценить изучаемые методы оценки и новый исходный материал. Следует отметить, что ежегодно на протяжении в 2005-2008 гг.

в период уборки озимой ржи выпадало избыточное количество осадков, способствующее прорастанию зерна на корню.

Результаты исследований и их обсуждение. После проведения трехкратных отборов созданные популяции диплоидной ржи по массе 1000 зерен оказались равными сорту Бирюза и на 2,9-4,0 г превысили сорт Талисман (таблица 2). При этом была отмечена высокая стекловидность зерна новых популяций в фазе восковой и полной спелости зерна.

Эффект «истекания зерна» по мере перестоя на корню был выражен слабо и отмечался только в 2010 г. только у более крупносемянных Бирюзе и Популяции 2.

В период созревания и в течение двух недель перестоя у всех изучаемых сортов и популяций наблюдались единичные проросшие зерна. Однако в 2010 г. при перестое 4 недели доля проросших зерен у сорта Бирюза составила 15 %, у сорта Талисман – 6,0 %, в то время как у созданных популяций – 0,5-1,0 %.

Таблица 2 – Показатели качества зерна озимой ржи в зависимости от сроков уборки (контрольный питомник)

Дата уборки		Масса 1000		Визуальное прорастание зерна в колосе, %		Содержание сырого белка, % абс. сух. в-ва	
		зерен, г					
1	2	3	4	5	6	7	8
2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.
Бирюза (контроль)							
10.07	11.07	32,9	31,1	0,02	0	9,9	10,6
19.07	24.07	34,6	32,9	0,04	0	9,5	10,1
30.07*	17.07*	33,7	35,1	0,05	0,01	9,6	9,8
11.08	3.08	33,6	31,4	0,3	0,01	9,7	9,8
22.08	14.08	34,0	31,0	0,9	15,0	10,5	9,4
Талисман							
10.07	11.07	30,0	28,2	0,01	0	8,3	10,1
19.07	24.07	30,2	29,5	0,02	0	9,0	10,4
30.07	17.07	31,3	30,9	0,03	0,01	9,1	10,4
11.08	3.08	30,3	30,6	0,5	0,01	9,0	10,6
22.08	14.08	30,4	30,1	1,0	6,0	9,0	11,0
Популяция 1 (И4-08 S₃)							
10.07	11.07	33,8	32,0	0,01	0	8,3	9,8
19.07	24.07	33,3	33,5	0,05	0	9,2	10,3
30.07	17.07	33,9	32,9	0,03	0	9,2	9,9
11.08	3.08	33,3	31,2	0,1	0,01	8,9	9,8
22.08	14.08	33,6	31,7	0,5	1,0	9,4	10,1

Продолжение таблицы 2

Популяция 2 (И5-08 S ₃)							
1	2	3	4	5	6	7	8
10.07	11.07	32,9	33,7	0,01	0	9,9	10,3
19.07	24.07	33,6	34,4	0,01	0	8,9	10,3
30.07	17.07	33,9	34,9	0,05	0	9,6	9,9
11.08	3.08	32,2	32,6	0,1	0	9,4	9,9
22.08	14.08	32,0	32,9	0,3	0,5	9,6	11,2

*Примечание – * оптимальный срок уборки*

Несмотря на интенсивный отбор по содержанию белка в зерне, созданные популяции за годы исследований не превзошли контрольные сорта по данному показателю. Содержание сырого белка в условиях влажного 2009 г. варьировало в пределах 8,3-10,5 %, причем отмечалась лишь незначительная тенденция к его возрастанию по мере перестоя на корню. В жарком 2010 г. содержание белка в зерне варьировало в пределах 9,4-11,2 %, и четко отмечалась тенденция увеличения этого показателя по мере опоздания со сроками уборки.

При уборке в оптимальные сроки все исследуемые сорта обладали высокими хлебопекарными качествами (таблица 3). После перестоя на корню в течение 2-4 недель наибольшей температурой максимальной клейстеризации крахмала отличались созданные популяции. Поскольку данный показатель наиболее точно описывает амилазную активность, можно утверждать, что новый исходный материал обладает высокими хлебопекарными качествами и повышенной устойчивостью зерна к прорастанию на корню при длительных сроках уборки.

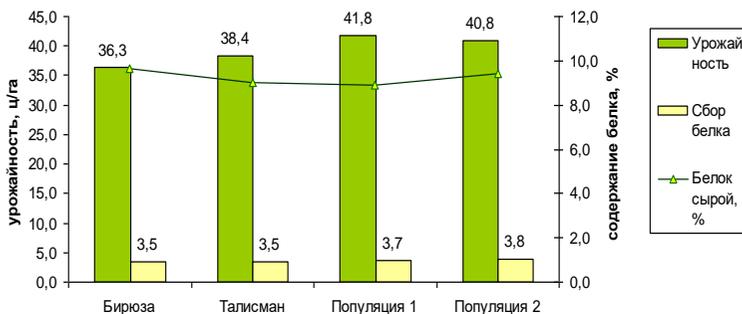
Таблица 3 – Оценка качества зерна озимой ржи на амилографе Брабендера (контрольный питомник, 2009-2010 гг.)

Дата уборки		Температура начала клейстеризации, °С		Температура максимальной клейстеризации, °С		Высота амилограммы, ед. а.	
1	2	3	4	5	6	7	8
2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.
Бирюза (контроль)							
-	11.07		55,4		75,6		749
30.07	24.07	54,9	55,9	66,8	71,0	341	617
11.08	3.08	55,3	56,0	64,1	67,5	274	458
22.08	14.08	55,3	55,5	62,9	66,6	220	515
Талисман							
30.07	24.07	56,0	56,4	69,5	72,8	566	740
11.08	3.08	56,1	56,2	65,1	69,2	395	628
22.08	14.08	56,5	55,9	64,3	67,8	270	562

Продолжение таблицы 3

Популяция 1 (И4-08 S ₃)							
1	2	3	4	5	6	7	8
19.07	11.07	55,5	54,3	74,4	75,6	678	907
30.07	24.07	55,9	55,3	71,5	74,3	547	856
11.08	3.08	55,8	55,6	66,5	70,4	321	630
22.08	14.08	56,3	55,6	64,5	70,8	208	641
Популяция 2 (И5-08 S ₃)							
-	11.07		54,9		72,3		937
30.07	24.07	56,3	55,6	70,4	73,5	445	846
11.08	3.08	55,9	55,4	67,4	70,0	360	658
22.08	14.08	56,6	56,0	65,8	69,3	267	507

Учет урожая в 2009-2010 гг. показал, что применение разработанной методики отбора позволило создать синтетические популяции, превышающие по урожайности районированные сорта. При равном содержании сырого белка в зерне на уровне 9,6-9,8 % новые популяции обеспечили прибавку урожая зерна 2,4-5,5 ц/га, а также увеличение сбора сырого белка 0,2-0,3 ц/га (рисунок).



НСР₀₅ по фактору «урожайность зерна» – 2,4 ц/га

Рисунок – Урожайность и сбор сырого белка у диплоидных популяций (контрольный питомник, среднее 2009-2010 гг.)

В сортоиспытательных станциях и участках государственной сортоиспытательной сети сорт Дзива, полученный из популяции 2 (И5-08), не уступил или превзошел диплоидный контрольный сорт Офелия по урожайности зерна, при этом показал существенно лучшие хлебопекарные качества. По результатам государственного сортоиспытания сорт Дзива включен с 2021 г. в Реестр сортов растений, допущенных к возделыванию на территории Витебской, Минской и Могилевской областей, характеризующихся влажными условиями в период уборки озимой ржи.

Параллельно в 2009 г. в контрольном питомнике была проведена оценка популяций S_1 , S_2 и S_3 , т. е. полученных после 1-, 2- и 3-кратного отборов.

Следует отметить, что семена, полученные в 2006 г., обладали низкой полевой всхожестью, в связи с чем густота стояния растений в популяции S_1 составила 87 шт./м² против 152-186 шт./м² в популяциях S_2 и S_3 . Во многом это повлияло на массу 1000 семян и, возможно, на другие признаки качества.

Исследования показали, что проведение трехкратного повторного отбора, по сравнению с двукратным, существенно не повлияло на массу 1000 зерен и натуру зерна созданных популяций. Однако визуальное прорастание зерна снизилось в 2-4 раза при учете 30 июля и в 3 раза при учете 11 августа. Существенных различий по содержанию сырого белка в зерне в популяциях S_2 и S_3 не отмечалось (таблица 3).

В Популяции 1 уже после двукратного отбора показатель «числа падения» составил 309 с при оптимальных сроках уборки и 241 с при перестое. Проведение трехкратного отбора не привело к дальнейшему его увеличению.

Таблица 3 – Качество зерна популяций 1-2 диплоидной ржи различной кратности отбора (контрольный питомник, 2009 г.)

Признак	Дата уборки	Популяция 1			Популяция 2		
		S_1	S_2	S_3	S_1	S_2	S_3
Масса 1000 семян, г	30.07	37,6	32,5	33,3	38,0	33,1	33,9
	11.08	37,5	32,0	33,9	38,1	32,9	32,2
Натура, г/л	30.07	690	684	726	710	706	690
	11.08	700	662	721	668	683	666
Визуальное прорастание семян, %	30.07	0,1	0,1	0,05	0,1	0,1	0,01
	11.08	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1
Белок сырой, %	30.07	9,5	8,9	9,2	9,7	9,2	9,6
	11.08	10,1	10,1	8,9	9,6	8,9	9,4
Число падения, с	30.07	241	309	306	183	217	319
	11.08	235	241	241	148	179	173

В то время в популяции 2 трехкратный отбор, по сравнению с двукратным, позволил повысить показатель «числа падения» при оптимальных сроках уборки в 1,8 раз, но существенно не изменил при перестое.

Закключение. Таким образом, исследования показали, что формирование сложных гибридных популяций диплоидной озимой ржи на основе образцов со средним показателем числа падения 208-218 с и с последующим проведением 3-кратного повторного отбора на анализирующем фоне «перестой на корню» по признакам продуктивности и устойчивости к прорастанию зерна позволяет сформировать ценные

синтетические популяции, обладающие высокими хлебопекарными качествами и превышающие по продуктивности районированные сорта. При включении в популяцию 30-50 генетически разнородных семей достигается необходимая гетерогенность популяций, а проведение 1-2-кратного отбора по морфологическим признакам позволяет достичь однородности сорта к поколению S_5 - S_6 .

Повторные отборы на провокационных фонах в достаточно короткие сроки приводят к повышению хлебопекарных качеств зерна. Так, в популяции 2 для получения высокого показателя «числа падения» (309 с) потребовалось проведение двукратного отбора, в популяции 2 – трехкратного отбора (319 с).

Однако на примере популяции 2 видно, что максимальное значение числа падения при уборке в оптимальные сроки не может характеризовать сорт по устойчивости к прорастанию зерна при длительном перестое на корню. Повышение устойчивости к скрытому прорастанию зерна достигается крайне медленно. Так, показатель «числа падения» при перестое на корню в течении 3 недель в популяциях S_2 и S_3 после двукратного и трехкратного отборов существенно не различается, но если у популяции 1 он составляет 241 с, а в популяции 2 – всего 173-179 с.

В связи с этим предлагается формировать новые гибридные популяции озимой ржи путем отбора высокопродуктивных растений на анализирующем фоне «перестой на корню» (в течение 3-4 недель) по показателю «число падения».

Проведение 3-кратного отбора на повышенное содержание белка в зерне не оказывает достоверного влияния на этот показатель, однако может способствовать отбору более продуктивных образцов. Учитывая простоту проведения анализов, целесообразно определять содержание сырого белка в зерне методом инфракрасной спектроскопии на всех циклах индивидуально-группового отбора как дополнительного показателя генетической ценности образца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бебякин, В. М. Методические подходы к оценке качества зерна / В. М. Бебякин // Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка. ГНУ НИИСХ Ю.-В. Рос-сельхозакадемия: Новый ветер, 2008. – С. 90-94.
2. Гончаренко, А. А. Новые направления в селекции озимой ржи на качество зерна / А. А. Гончаренко // Современные аспекты адаптивного земледелия. – Йошкар-Ола, 1998. – С. 38-40.
3. ГОСТ Рожь. Требования при заготовках и поставках: ГОСТ 16990-88. – Взамен ГОСТ 16990-71; введ. 01.07.1991. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1992. – 14 с.
4. Дубинин, Н. П. Генетика популяций и селекция / Н. П. Дубинин, Я. Л. Глембоцкий. – М.: Издательство «Наука», 1967. – 570 с.

5. Кедрова, Л. И. Озимая рожь в Северо-Восточном регионе России / Л. И. Кедрова. – Киров, 2000. – 157 с.
6. Эффективность клоновой селекции на низкую амилолитическую активность / В. Д. Кобылянский [и др.] // Бюл. ВИР. – Л., 1989. – Вып. 195. – С. 26-31.
7. Кобылянский, В. Д. Рожь. Генетические основы селекции / В. Д. Кобылянский. – М., 1982. – 272 с.
8. Понаморов, С. Н. Селекционная работа по озимой ржи в Татарстане / С. Н. Понаморов, М. Л. Понаморева, Г. С. Маннапова // Производство растениеводческой продукции: резервы снижения затрат и повышения качества: сб. междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 10-11 июля 2008 г., – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – Т.2. – С. 147-149.
9. Урбан, Э. П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания / Э. П. Урбан. – Минск: Белорусская наука, 2009. – 269 с.
10. Bio-Populationsroggen. Amilo [Электронный ресурс] // Probstdorfer Saatzucht GesmbH & CoKG. – Режим доступа: <https://www.probstdorfer.at/herbstanbau/winterroggen/amilo/>. – Дата доступа: 05.10.2021.
11. Persson, E. Otello — a result of amylase selection for sprouting resistance / E. Persson // Cereal research communications. – 1976. – № 2. – P. 273-279.

УДК 631.82: [635.74+633.81]

АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЭФИРНОМАСЛИЧНЫХ И ПРЯНОАРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ

Т. В. Сачивко, В. Н. Босак

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
г. Горки, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 213407, г. Горки,
ул. Мичурина, 5)

Ключевые слова: минеральные удобрения, регуляторы роста, зеленая масса, базилик обыкновенный, пажитник голубой, бораго.

Аннотация. В исследованиях УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» на окультуренной дерново-подзолистой суглинистой почве установлено, что применение полного минерального удобрения увеличило урожайность зеленой массы базилика обыкновенного (*Ocimum basilicum* L.) на 0,42-0,68 кг/м², регуляторов роста Ростмомент и Гидрогумат – на 0,17-0,18 кг/м² при общей урожайности зеленой массы 1,90-2,16 кг/м²; зеленой массы пажитника голубого (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) – соответственно на 0,37-0,44 и 0,09-0,10 кг/м² при общей урожайности зеленой массы 1,58-1,68 кг/м²; бораго (огуречной травы) (*Borago officinalis* L.) – на 0,25-0,37 и 0,07-0,09 кг/м² при общей урожайности зеленой массы 0,90-1,02 кг/м². Чистый доход применения полного минерального удобрения в посевах изучаемых пряноароматических и эфирномасличных культур составил 0,65-1,78 руб./м², регуляторов роста – 0,18-0,48 руб./м².

AGROECONOMIC EFFICIENCY OF THE USE OF MINERAL FERTILIZERS AND GROWTH REGULATORS IN THE CULTIVATION OF ESSENTIAL OIL AND SPICY AROMATIC PLANTS

T. U. Sachyuka, V. M. Bosak

Belarusian state agricultural academy

EI «Belarusian state agricultural academy»

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

Key words: mineral fertilizers, growth regulators, green mass, basil, blue fenugreek, borage.

Summary. In the studies of Belarusian State Agricultural Academy on a sod-podzolic loamy soil it was found that the use of full mineral fertilizer increased the yield of the green mass of basil by 0,42-0,68 kg/m², growth regulators – by 0,17-0,18 kg/m² with the total yield of green mass 1,90-2,16 kg/m²; green mass of blue fenugreek – by 0,37-0,44 and 0,09-0,10 kg/m² with total green mass yield of 1,58-1,68 kg/m²; borage – by 0,25-0,37 and 0,07-0,09 kg/m² with a total yield of green mass 0,90-1,02 kg/m². Net income of the use of full mineral fertilizer in the crops of the studied spicy-aromatic and essential-oil plants was 0,65-1,78 rub./m², growth regulators – 0,18-0,48 rub./m².

(Поступила в редакцию 02.06.2021 г.)

Введение. Применение минеральных удобрений и регуляторов роста в современной земледелии обеспечивает получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных растений с высоким качеством товарной продукции, в т. ч. пряноароматических и эфирномасличных культур [1-4, 6-9, 18-23, 26, 31].

Базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.), пажитник голубой (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) и бораго (*Borago officinalis* L.) относятся к малораспространенным пряноароматическим и эфирномасличным культурам в Республике Беларусь, однако внедрение в производство новых видов пряностей для нашей страны является весьма актуальным [10, 16, 25, 29, 30].

Базилик обыкновенный, пажитник голубой и бораго с успехом используются в пищевой промышленности и кулинарии, парфюмерно-косметологической промышленности, традиционной и народной медицине и т. д. [16, 25, 29].

Цель исследования – изучить влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность зеленой массы малораспространенных пряноароматических и эфирномасличных культур.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению агроэкономической эффективности применения минеральных удобрений и регуляторов роста проводили на опытном поле УО

«БГСХА» в условиях дерново-подзолистой суглинистой почвы на протяжении 2018-2020 гг.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: pH_{KCl} – 6,5-6,8, содержание P_2O_5 (0,2 М HCl) – 390-410 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 370-390 мг/кг, гумуса (0,4 н $K_2Cr_2O_7$) – 2,9-3,1 % (индекс агрохимической окультуренности – 1,0).

В исследованиях изучали новые районированные сорта пряноароматических и эфирномасличных культур, которые созданы в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»: базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.) сорт Володар, пажитник голубой (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) сорт Росквіт, бораго (огуречная трава) (*Borago officinalis* L.) сорт Блакіт [16, 25, 29, 30].

Схема опыта предусматривала варианты без применения удобрений (контроль); с внесением под предпосевную культивацию $N_{40-60}P_{40}K_{70}$ (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий), с некорневой обработкой посевов регуляторами роста Ростомонт (2 кг/га) и Гидрогумат (2 л/га), которые включены в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [11].

Полевые исследования, лабораторные анализы и статистическую обработку результатов проводили согласно существующим методикам [12-14, 30].

Экономическую эффективность применения минеральных удобрений и регуляторов роста проводили по методике Института почвоведения и агрохимии в действующих ценах на агрохимикаты и товарную продукции [1, 3, 15].

Результаты исследований и их обсуждение. Как показали результаты исследования, применение минеральных удобрений и регуляторов роста, а также погодные условия оказали существенное влияние на урожайность зеленой массы изучаемых пряноароматических и эфирномасличных культур (таблица 1-2).

Таблица 1 – Показатели гидротермического коэффициента (ГТК) периода вегетации (май – август)

Годы исследования	Период				
	Май	Июнь	Июль	Август	Вегетация
2018	0,7	1,7	2,4	0,4	1,3
2019	1,2	0,7	2,8	1,4	1,5
2020	2,4	2,5	1,0	1,7	1,9
среднее многолетнее	1,4	1,6	1,4	1,4	1,5

При возделывании базилика обыкновенного рассадным способом, который более предпочтителен для данной культуры в условиях северо-восточной зоны Республики Беларусь [24, 27, 28], лучшая урожайность зеленой массы была получена в 2018 г.

На рассаду, которая была высажена в конце мая, засушливые условия мая 2018 г. практически не оказали существенного влияния, а достаточное количество осадков в июне и июле 2018 г. способствовало формированию высокой урожайности зеленой массы.

Недостаток осадков в июне 2019 г., а также их чрезмерное выпадение в мае 2020 г. тормозили рост и развитие рассады базилика обыкновенного, что привело к некоторому снижению урожайности зеленой массы базилика в сравнении с 2018 г.

При возделывании пажитника голубого и бораго, посев которых осуществлялся семенами в середине мая, лучшая урожайность зеленой массы была получена в 2020 г., чему способствовали обильные осадки в мае, обеспечившие дружное прорастание семян и хорошее развитие посевов в начальные фазы их роста.

Недостаток осадков в мае 2018 г. и, особенно, в июне 2019 г. привел к снижению урожайности зеленой массы пажитника голубого и бораго в сравнении с 2020 г.

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность зеленой массы пряноароматических и эфирномасличных культур

Вариант	Зеленая масса, кг/м ²				Прибавка, кг/м ²		Сырой протеин, %
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	∅	контроль	фон	
Базилик обыкновенный (<i>Ocimum basilicum</i> L.)							
1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль	1,52	1,47	1,45	1,48	–	–	14,3
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ – фон	1,95	1,89	1,87	1,90	0,42	–	14,7
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ + Ростомент	2,09	2,06	2,07	2,07	0,59	0,17	14,8
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ + Гидрогумат	2,08	2,04	2,11	2,08	0,60	0,18	14,8
N ₆₀ P ₄₀ K ₇₀	2,21	2,09	2,18	2,16	0,68	–	15,1
НСР ₀₅	0,11	0,10	0,09	0,10			0,7
Пажитник голубой (<i>Trigonella caerulea</i> (L.) Ser.)							
Контроль	1,21	1,09	1,32	1,21	–	–	18,1
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ – фон	1,54	1,52	1,69	1,58	0,37	–	18,7
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ + Ростомент	1,62	1,59	1,79	1,67	0,46	0,09	18,8
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ + Гидрогумат	1,64	1,59	1,80	1,68	0,47	0,10	18,9

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
N ₆₀ P ₄₀ K ₇₀	1,56	1,58	1,82	1,65	0,44	–	19,2
НСР ₀₅	0,06	0,07	0,09	0,07			0,9
Борago (Borago officinalis L.)							
Контроль	0,59	0,65	0,71	0,65	–	–	16,7
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ – фон	0,83	0,92	0,96	0,90	0,25	–	17,5
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ + Ростмомент	0,89	0,98	1,04	0,97	0,32	0,07	17,4
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ + Гидрогумат	0,90	1,01	1,06	0,99	0,34	0,09	17,7
N ₆₀ P ₄₀ K ₇₀	0,91	1,02	1,12	1,02	0,37	–	18,0
НСР ₀₅	0,05	0,05	0,06	0,05			0,7

В среднем за три года исследований применение полного минерального удобрения в посевах базилика обыкновенного увеличило урожайность зеленой массы на 0,42-0,68 кг/м² при общей урожайности зеленой массы 1,90-2,16 кг/м² и чистом доходе от применения минеральных удобрений 1,10-1,78 руб./м² с лучшими показателями в варианте с внесением N₆₀P₄₀K₇₀ (таблицы 2-3).

При возделывании пажитника голубого применение минеральных удобрений увеличило урожайность зеленой массы на 0,37-0,44 кг/м² при общей урожайности зеленой массы 1,58-1,65 кг/м² и чистом доходе 0,96-1,15 руб./м². Увеличение дозы азота до N₆₀ по своей агрономической эффективности не имело преимуществ с дозой азота N₄₀ на фоне P₄₀K₇₀, что подтверждается и другими исследованиями, т. к. пажитник голубой относится к бобовым овощным культурам и способен в симбиозе с клубеньковыми бактериями связывать азот из атмосферы [4, 5, 17].

Таблица 3 – Экономическая эффективность применения минеральных удобрений и регуляторов роста при возделывании пряноароматических и эфирномасличных культур

Вариант	Чистый доход, руб./м ²		
	Ocimum basilicum L.	Trigonella caerulea (L.) Ser.	Borago officinalis L.
Без удобрений	–	–	–
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ – фон*	1,10	0,96	0,65
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ + Ростмомент	0,45*	0,24*	0,18*
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀ + Гидрогумат	0,48*	0,26*	0,24*
N ₆₀ P ₄₀ K ₇₀	1,78	1,15	0,96

*Примечание – * в сравнении с фоновым вариантом*

В исследованиях с огуречной травой (борago) применение полного минерального удобрения повысило урожайность зеленой массы на 0,25-0,37 кг/м² при общей урожайности зеленой массы 0,90-1,02 кг/м² и

чистом доходе от применения минеральных удобрений 0,65-0,96 руб./м² с лучшими показателями в варианте с внесением N₆₀P₄₀K₇₀.

Применение регуляторов роста Ростмомент и Гидрогумат способствовало дополнительному сбору зеленой массы базилика обыкновенного 0,17-0,18 кг/м², пажитника голубого – 0,09-0,10 кг/м², бораго – 0,07-0,09 кг/м² и получению чистого дохода 0,18-0,48 руб./м².

Содержание сырого протеина в зеленой массе изучаемых пряноароматических и эфирномасличных культур в большей мере зависело от биологических особенностей растений и было достаточно равномерным по удобрённым вариантам: базилик обыкновенный – 14,7-15,1 %, пажитник голубой – 18,7-19,2 %, бораго – 17,5-18,0 %.

Заключение. В исследованиях на дерново-подзолистой суглинистой почве применение полного минерального удобрения N₄₀₋₆₀P₄₀K₇₀ увеличило урожайность зеленой массы пряноароматических и эфирномасличных культур на 0,42-0,68 кг/м² (базилик обыкновенный), 0,37-0,44 кг/м² (пажитник голубой) и 0,25-0,37 кг/м² (огуречная трава) и обеспечило получение чистого дохода 0,65-1,78 руб./м².

Лучшие показатели агрономической эффективности при возделывании базилика обыкновенного и бораго получены в варианте с предпосевным внесением N₆₀P₄₀K₇₀, пажитника голубого – N₄₀P₄₀K₇₀.

Некорневая обработка посевов регуляторами роста Ростмомент и Гидрогумат способствовала дополнительному сбору 0,07-0,18 кг/м² зеленой массы и получению чистого дохода 0,18-0,48 руб./м².

ЛИТЕРАТУРА

1. Акулич, М. П. Агроэкономическая эффективность применения минеральных удобрений при возделывании зеленных и пряноароматических культур / М. П. Акулич, В. Н. Босак // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 143-148.
2. Босак, В. М. Выкарыстанне гумінавых прэпаратаў пры вырошчванні вострасмакавых культур / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: достижения, проблемы, перспективы: сборник. – Минск: Колорград, 2021. – С. 68-70.
3. Босак, В. Н. Агроэкономическая эффективность применения агромелиорантов и биопрепаратов при возделывании укропа пахучего / В. Н. Босак, М. П. Акулич // Овощеводство. – 2020. – Т. 28. – С. 6-12.
4. Босак, В. Н. Влияние минеральных удобрений на накопление нитратов и урожайность пряноароматических культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич // Овощеводство. – 2019. – Т. 27. – С. 18-24.
5. Босак, В. Н. Накопление биологического азота при возделывании бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Биологическая интенсификация систем земледелия. – Ульяновск: УГАУ, 2021. – С. 137-141.
6. Босак, В. Н. Применение регулятора роста ростмомент при возделывании овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, М. П. Акулич // Аграрная наука – сельскому хозяйству. – Барнаул: РИО АГАУ, 2020. – Кн. 1. – С. 163-164.

7. Босак, В. Н. Применение удобрений и регуляторов роста при возделывании пряноароматических и эфирномасличных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, Е. В. Яковлева // Вестник аграрной науки. – 2021. – № 3. – С. 35-40.
8. Босак, В. Н. Продуктивность пряноароматических культур в зависимости от применения удобрений / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2018. – Т. 42. – С. 10-16.
9. Босак, В. Н. Регуляторы роста на службе растений / В. Н. Босак // Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 11. – С. 63-67.
10. Ваш богатый огород / А. П. Шклярков [и др.]. – Минск: УниверсалПресс, 2005. – 320 с.
11. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2020. – 742 с.
12. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
13. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
14. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – Москва: ВНИИО, 2011. – 650 с.
15. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богdevич [и др.]. – Минск: ИПА, 2010. – 24 с.
16. Особенности агротехники и селекции базилика (*Ocimum L.*) / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2015. – 28 с.
17. Особенности азотфиксации в посевах бобовых овощных культур / В. Н. Босак [и др.] // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2017. – С. 24-26.
18. Применение глауконитов при возделывании пряноароматических и эфирномасличных культур / В. Н. Босак [и др.] // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения. – Краснодар: ГГАУ, 2021. – С. 44-46.
19. Применение микробного препарата агромик при возделывании пряноароматических культур / В. Н. Босак [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 2. – С. 117-121.
20. Применение однокомпонентных и комплексных удобрений / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – 30 с.
21. Применение удобрений при возделывании овощных культур / В. В. Скорина [и др.]. – Минск: БГТУ, 2012. – 16 с.
22. Регуляторы роста в агротехнике возделывания сельскохозяйственных культур / В. Н. Босак [и др.] // Регуляция роста, развития и продуктивности растений. – Минск: Право и экономика, 2011. – С. 30.
23. Ресурсосберегающие направления в использовании удобрений в Республике Беларусь / В. В. Лапа [и др.] // Европа – наш общий дом: экологические аспекты. – Минск, 2000. – С. 109.
24. Сачивко, Т. В. Особенности технологии возделывания базилика / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2016. – № 11. – С. 15–18.
25. Сачивко, Т. В. Оценка новых сортов *Trigonella L.* по основным хозяйственно ценным признакам / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Мичуринский агрономический вестник. – 2017. – № 2. – С. 144-148.
26. Сачивко, Т. В. Применение биопрепаратов при возделывании пряноароматических и зеленных культур / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак, М. П. Акулич // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 136-138.

27. Сачивко, Т. В. Рассадный и семенной способы возделывания базилика / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Сельское хозяйство: проблемы и перспективы: агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2017. – Т. 38. – С. 201-207.
28. Сачивко, Т. В. Рассадный и семенной способы возделывания базилика / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2018. – № 2. – С. 24-28.
29. Сачивко, Т. В. Характеристика и особенности селекции *Borago officinalis* L. / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Мичуринский агрономический вестник. – 2018. – № 1. – С. 127-131.
30. Характеристика и особенности агротехники новых сортов пряноароматических культур / Т. В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 19 с.
31. Schubert, S. Pflanzenernährung / S. Schubert. – Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2018. – 234 s.

УДК 632.952.2:633.112.9."324"

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА БИОПРОДУКТИН ПРОТИВ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО

А. В. Свиридов, О. Ч. Коженевский, А. А. Дудук

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

Ключевые слова: препарат микробный Биопродуктин, корневые гнили, продуктивность тритикале озимого.

Аннотация. Двукратное применение Биопродуктина (до посева тритикале и по вегетации – весной во время куцения культуры) снижает распространенность корневых гнилей на 5,0-25,0 % при снижении интенсивности развития заболеваний на 8,0-13,0 %. Применение Биопродуктина по всходам на фоне отчуждения соломы ячменя, а также внесение микробного препарата по стерне обеспечило получение прибавки урожайности зерна озимого тритикале в среднем за 2 года в 2,7-5,5 ц/га. В вариантах опыта на фоне использования соломы ячменя для заправки на удобрение с дополнительным внесением азота и опрыскиванием растений фунгицидами позволили получить прибавку урожайности зерна озимого тритикале в среднем за 2 года в 6,4 ц/га.

THE EFFECTIVENESS OF THE MICROBIAL PREPARATION BIOPRODUCTS AGAINST ROOT ROT OF WINTER TRITICALE

A. V. Sviridov, O. C. Kazhaneuski, A. A. Duduk

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

Key words: *microbial preparation Bioproductin, root rot, productivity of winter triticale.*

Summary. *Two-fold application of Bioproductin (before sowing triticale and during the growing season – in the spring during tillering of the crop) reduces the prevalence of root rot by 5,0-25,0 %in the intensity of disease development – by 8,0-13,0 %. The use of Bioproductin for seedlings against the background of alienation of barley straw, as well as the introduction of a microbial preparation for stubble, provided an increase in the yield of winter triticale grain on average for 2 years at 2,7-5,5 c/ha. In the variants of the experiment, where, against the background of using barley straw for plowing for fertilizer with additional nitrogen and spraying plants with fungicides, it was possible to obtain an increase in the yield of winter grain triticale in an average of 6,4 c/ha for 2 years.*

(Поступила в редакцию 02.06.2021 г.)

Введение. Интенсивная механизация и химизация земледелия, недостаточное поступление органических веществ, а также эрозионные процессы приводят к необратимой потере биоорганического потенциала почв. Это в значительной степени обусловлено нарушением природных сбалансированных процессов в агрофитоценозах и, как следствие, изменением структуры микробных сообществ, обеспечивающих сохранение устойчивости почвенной экосистемы, ее способности поддерживать плодородие и продуктивность. Усугубляется ситуация высокой концентрацией зерновых культур в севооборотах (более 50 %) [1]. Кроме того, в почве накапливается специфический комплекс фитопатогенов – возбудителей фузариозной (*Fusarium nivale*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium oxysporum*), офиоболезной (*Ophiobolus graminis*), гельминтоспориозной (*Helminthosporium (Bipolaris) sativum*) корневых гнилей, а также церкоспореллеза (*Cercospora herpotrichoides*) – прикорневой гнили, вызывающей полегание растений [2]. Для ограничения развития возбудителей в производстве широко применяется химический метод защиты. Однако применение химических препаратов приводит к возникновению устойчивых форм микроорганизмов и загрязнению окружающей среды пестицидами [3].

Цель работы – изучить влияния микробного препарата Биопродуктин на фитосанитарное состояние посевов и продуктивность тритикале озимого.

Материал и методика исследований. Исследования проведены в условиях опытного поля УО «ГГАУ» на озимом тритикале сорта Жыцьень. Микробный препарат Биопродуктин вносился вслед за уборкой ярового ячменя с последующей заделкой лушпильником и по вегетирующим растениям озимого тритикале в фазу кущения - начала вы-

хода в трубку. Мониторинг фитосанитарной ситуации проводили по общепринятой методике[4].

Распространенность заболевания вычисляли по формуле:

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

где P – распространенность заболевания, %;

n – количество больных растений в пробе;

N – общее количество растений в пробе.

Развитие заболеваний рассчитывали по формулам:

$$R = \frac{\sum a \times b}{N \times K} \times 100,$$

$$R = \frac{\sum a \times b}{N},$$

где R – развитие болезни, %;

$\sum axb$ – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий балл развития заболевания (b);

N – общее количество учтенных растений;

K – высший балл шкалы учета.

Для учета структуры урожая перед уборкой на тех же площадках отбирали сноповые образцы. По этим сноповым образцам определяли структуру урожая: количество растений, сохранившихся к уборке, количество продуктивных стеблей, длину колоса, число зерен в колосе, массу зерна в колосе, массу 1000 зерен.

Учет урожая проводили сплошным методом путем уборки учетной площади делянки комбайном САМПО-2010. Данные урожайности приводили к 14%-й влажности и 100%-й чистоте. Во время уборки определяли влажность зерна с использованием влагомера «ФАУНА-М».

Технология возделывания озимого тритикале, за исключением изучаемых элементов, выдерживалась в соответствии с рекомендациями технологических регламентов [5].

Климатические условия вегетационных периодов 2018-2020 гг. в целом были благоприятны как для формирования урожая тритикале озимого, так и для выявления эффективности микробного препарата Биопродуктин.

Результаты исследований и их обсуждение. 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 (опытное поле УО «ГГАУ», 2019-2020 гг.)

Вариант опыта	Распространенность заболевания, %			Развитие заболевания, %		
	2019 г.	2020 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	среднее
НПК (о. с.*) ** – контроль	35,0	25,0	30,0	9,4	6,5	8,0
НПК (о. с.)	27,5	20,0	23,8	6,9	5,0	6,0
НПК (и. с.*)	35,0	22,5	28,9	8,8	6,0	7,4
НПК (и. с.) + N	37,5	22,5	30,0	9,4	6,0	7,7
НПК (и. с.) + N + Биопродуктин	35,0	22,5	28,9	8,8	5,5	7,2
НПК (и. с.) + Биопродуктин	32,5	20,0	26,3	8,1	5,0	6,6
НПК (о. с.) + Биопродуктин	30,0	20,0	25,0	7,5	4,5	6,0
НПК (о. с.) ** + Биопродуктин		22,5			5,5	

*Примечание – * о. с., и. с. – соответственно отчуждение соломы и измельчение соломы; ** – в первом и восьмом вариантах не применяется фунгицидная обработка против болезней листового аппарата*

Распространенность снежной плесени в посевах тритикале в среднем за два года исследований находилась в пределах от 23,8 до 30,0 % при интенсивности поражения растений – от 6,0 до 8,0 %. В вариантах с применением биологического препарата отмечена тенденция к снижению развития снежной плесени.

Нами определено влияние Биопродуктина на интенсивность поражения озимого тритикале мучнистой росой. Учет на озимом тритикале проведен 25.06.2019 г. и 02.07.2020 г. в 73 ст. развития культуры. Течение заболевания как в 2019 г., так и в 2020 г. носило умеренное развитие. В варианте, где не применяли фунгицидные обработки, распространенность мучнистой росы в среднем за 2019-2020 гг. находилась в пределах 62,5-64,0 % при степени развития 9,8-9,9 %.

Установлено, что применение Биопродуктина не оказывало влияние на интенсивность поражения растений тритикале озимого мучнистой росой. Так, интенсивность поражения растений в контроле (без опрыскивания растений фунгицидами в период вегетации) составила 15,3 % (2019 г.), а в 2020 г. – 9,9 %, в то время как развитие мучнистой росы в варианте без применения Биопродуктина находилось на уровне 16,0 и 9,8 % соответственно.

Подобная зависимость отмечена нами и на фоне двукратного применения фунгицидов в период вегетации культуры. Развитие мучнистой росы в вариантах опыта в среднем за два года исследований колебалось от 3,8 до 5,7 %.

В последние годы значительно повысилась вредоносность корневых гнилей. Это связано с тем, что современные технологии обработки почвы и интенсивная борьба с вредителями и возбудителями болезней привели как к изменению видового состава почвенных микроорганизмов в пользу грибов – возбудителей корневых гнилей, так и к повышению их агрессивности. Кроме этого, с увеличением концентрации зерновых культур в севообороте существенно возрастает инфекционная нагрузка возбудителей заболеваний. Известно, что источником инфекции для следующей, идущей по севообороту зерновой культуры являются зараженные растительные остатки и почва. В условиях опытного поля УО «ГГАУ» выявлено, что распространенность корневых гнилей за 2019 г. и 2020 г. достигла 100 и 67,5 % соответственно при степени развития заболевания 39,0-23,0 % (таблица 2).

Результаты исследований показали, что применение биопестицида Биопродуктин оказывает сдерживающее влияние на развитие корневых гнилей тритикале озимого. 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 в среднем за два года исследований на 11,7 %.

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 за 2019-2020 гг. снизилась на 13,75-27,5 % при снижении интенсивности развития заболеваний – на 7,0-10,8 %.

Таблица 2 – Влияние применения препарата Биопродуктин на распространенность и развитие корневых гнилей тритикале озимого (опытное поле УО «ГГАУ», 2019-2020 гг.)

Фон	Срок применения Биопродуктина	Распространенность заболевания, %			Развитие заболевания, %		
		2019 г.	2020 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	среднее
1	2	3	4	5	6	7	8
Чистый контроль – без обработки растений фунгицидами в период вегетации							

NPK о. с.	без внесения препарата	100,0	67,5	83,8	39,0	23,0	31,0
	по вегетации	82,5	55,0	68,8	24,0	14,5	19,3

Продолжение таблицы 2

Двукратная обработка растений фунгицидами в период вегетации							
1	2	3	4	5	6	7	8
NPK о. с.	без внесения препарата	100,0	47,5	73,8	26,0	12,0	19,0
	до посева	82,5	45,0	63,8	19,5	9,0	14,3
	по вегетации	92,5	25,0	58,8	24,5	6,5	15,5
	до посева + по вегетации	75,0	30,0	52,5	18,0	6,0	12,0
Двукратная обработка растений фунгицидами в период вегетации							
NPK и. с.	без внесения препарата	85,0	45,0	65,0	27,0	11,0	19,0
	до посева	95,0	30,0	62,5	23,5	7,5	15,5
	по вегетации	82,5	32,5	57,5	20,5	6,5	13,6
	до посева + по вегетации	80,0	22,5	51,3	18,0	5,5	11,8
Двукратная обработка растений фунгицидами в период вегетации							
NPK и. с. + N	без внесения препарата	100,0	52,5	76,3	29,0	13,5	21,3
	до посева	90,0	45,0	67,5	21,5	10,0	15,8
	по вегетации	82,5	45,0	63,8	19,5	9,5	14,5
	до посева + по вегетации	72,5	25,0	48,8	16,0	5,0	10,5

Эффективным оказалось и применение биологического препарата по вегетирующим растениям тритикале озимого. Отмечено снижение развития корневых гнилей в вариантах опыта на 3,5-6,8 %. Наряду с этим применение Биопродуктина до посева тритикале озимого (по стерне ячменя) по эффективности практически не отличалось 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 (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние применения препарата Биопродуктин на урожайность зерна озимого тритикале (опытное поле УО «ГГАУ», 2019-2020 гг.)

Фон	Вариант опыта	Урожайность, ц/га			Прибавка
		2019 г.	2020 г.	среднее	
Чистый контроль – без обработки растений фунгицидами в период вегетации					
1	2	3	4	5	6
NPK о. с.	без внесения препарата – контроль	35,8	47,7	41,8	-
	Биопродуктин (по вегетации)	39,8	49,1	44,5	2,7

Двукратная обработка растений фунгицидами в период вегетации					
NPK о. с.	без внесения препарата – контроль	40,3	51,3	45,8	
	Биопродуктин (до посева)	40,0	53,2	46,6	0,8

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
	Биопродуктин (по вегетации)	43,6	52,6	48,1	2,3
	Биопродуктин (до посева + по вегетации)	43,9	56,8	50,4	4,6
Двукратная обработка растений фунгицидами в период вегетации					
NPK и. с.	без внесения препарата – контроль	42,8	52,1	47,5	
	Биопродуктин (до посева)	43,5	54,4	49,0	1,5
	Биопродуктин (по вегетации)	43,4	54,7	49,1	1,6
	Биопродуктин (до посева + по вегетации)	44,8	55,5	50,2	2,7
Двукратная обработка растений фунгицидами в период вегетации					
NPK и. с. + N	без внесения препарата – контроль	44,5	56,9	50,7	
	Биопродуктин (до посева)	46,1	60,7	53,4	2,7
	Биопродуктин (по вегетации)	46,1	59,1	52,6	1,9
	Биопродуктин (до посева + по вегетации)	48,4	63,3	55,9	5,2
HCP ₀₅		3,0	3,9		

Так, исследованиями установлено, что на фоне отчуждения соломы ячменя применение Биопродуктина по всходам без фунгицидной обработки посевов в период вегетации обеспечило получение прибавки урожайности зерна озимого тритикале в среднем за 2 года 2,7 ц/га. При этом, в 2019 г. данный прием обеспечивал достоверное увеличение урожайности, в то время как в 2020 г. отмечалась положительная тенденция.

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 в 2019 г. достоверную прибавку урожайности зерна озимого тритикале на уровне 3,3 и 3,6 ц/га соответственно. В 2020 г. достоверно лучшим был вариант с применением препарата по стерне в сочетании с повсходовым внесением – получена прибавка урожайности зерна 5,5 ц/га. В среднем за 2 года прибавка в данном варианте составила 4,6 ц зерна.

На фоне использования соломы ячменя для запашки на удобрение и защиты растений фунгицидами в период вегетации применение Биопродуктина во всех вариантах в оба года исследований показало тенденцию положительного влияния на урожайность зерна – превышение

урожайности, по сравнению с контролем, находилось в пределах ошибки опыта.

В вариантах опыта на фоне использования соломы ячменя для заправки на удобрение с дополнительным внесением азота и опрыскиванием растений фунгицидами в оба года исследований положительное влияние обеспечило послеуборочное применение микробного препарата по стерне и повторное его применение в период вегетации тритикале озимого. Прибавка урожайности зерна озимого тритикале по годам составила 3,9 и 6,4 ц/га соответственно. В данном варианте получена максимальная урожайность зерна за годы исследований – 55,9 ц зерна с гектара.

Заключение. Таким образом, двукратное применение Биопродуктина (до посева тритикале и по вегетации – весной во время кущения культуры) на фоне применения фунгицидов с целью защиты от болезней во время вегетации тритикале озимого оказывает существенное снижение распространенности и развития корневых гнилей. В данных вариантах опыта распространенность корневых гнилей снизилась на 5,0-25,0 % при снижении интенсивности развития заболеваний – на 8,0-13,0 %.

Применение Биопродуктина по всходам на фоне отчуждения соломы ячменя без фунгицидной обработки посевов в период вегетации обеспечило получение прибавки урожайности зерна озимого тритикале в среднем за 2 года 2,7 ц/га. На фоне отчуждения соломы и применения на посевах фунгицида в период вегетации растений внесение микробного препарата по стерне в сочетании с применением биопрепарата по вегетирующим растениям озимого тритикале весной позволило получить в оба года исследований достоверную прибавку урожайности зерна озимого тритикале на уровне 3,6 и 5,5 ц/га соответственно. В вариантах опыта 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 повторное его применение в период вегетации тритикале озимого. Прибавка урожайности зерна озимого тритикале в среднем за 2 года составила 6,4 ц/га при максимальной урожайности зерна за годы исследований 55,9 ц зерна с гектара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гиляров, М. Жизнь в почве / М. Гиляров, Д. Криволицкий. – М.: Молодая гвардия, 1985. – 191 с.
2. Бирюков, Е. В. Возможности применения биопрепарата Триходермин в качестве микробиологического удобрения в условиях Тамбовской области / Е. В. Бирюков // Вопросы современной науки и практики. – 2008. – № 1 (11). – С. 84-91.

3. Влияние микробного препарата Биопродуктин на биологическую активность почвы, фитосанитарное состояние и продуктивность посевов тритикале озимого / А. В. Свиридов [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы / Сборник научных трудов. Гродно, 2020. – Том. 51. Агрономия. – С. 140-150.
4. Интегрированные системы защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: (рекомендации) / Сорока С.В. [и др.]. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2012. – 178 с.
5. Коледа, К. В. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / К. В. Коледа [и др.]; под общ. Ред. К. В. Коледы, А. А. Дудука. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 340 с.

УДК 631.86 : 633.853.492(476)

ВЛИЯНИЕ ДОЗ ВНЕСЕНИЯ БИОСТИМУЛЯТОРА МЕГАФОЛ 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, биостимулятор Мегафол, количество стручков, количество семян в стручке, масса 1000 семян, биологическая урожайность.*

***Аннотация.** Изучено влияние биостимулятора Мегафол на элементы структуры урожая озимой сурепицы. 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 6-11 шт., массу 1000 семян на 0,2-0,5 г, массу семян с 1 растения на 0,65-1,06 г, биологическую урожайность маслосемян на 0,23-0,33 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 2,56-2,60 т/га при следующих элементах структуры урожая: густота стояния растений к уборке – 45-46 шт./м²; количество стручков на растении к уборке – 129-132 шт.; количество семян в стручке – 13,7-13,9 шт.; масса 1000 семян – 3,1-3,2 г; масса семян с одного растения – 5,65-5,69 г. В среднем за три года исследований максимальная урожайность маслосемян озимой сурепицы (1,68 т/га) получена в пятом варианте, прибавка к контролю составила 0,2 т/га, или 13,5 %.*

INFLUENCE OF DOSES OF ENTERING OF THE BIOSTIMULATOR MEGAFOL ON PRODUCTIVITY OILSEEDS WINTER COLCA

F. F. Sedlyar, M. P. Andrussevych

EI «Grodno State Agricultural University»

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

Key words: winter colca, Biostimulator Megafol, the number of pods, number of seeds per pod, weight of 1000 seeds, biological productivity.

Summary. Studied influence of Biostimulator Megafol on elements of structure of a crop winter colca. Biostimulator Megafol at entering into a doze of 1,0-1,25 t/hectares in a phase the beginning budding and in a doze of 1,0-1,25 t/hectares in a phase full budding increased in comparison with a control variant quantity of pods on 1 plant on 6-11 pieces, weight of 1000 seeds on 0,2-0,5 g, weight of seeds from 1 plant on 0,65-1,06 g, biological productivity oilseeds by 0,23-0,33 t/hectares. Entering of Biostimulator Megafol into a doze of 1,0-1,25 t/hectares in a phase the beginning budding and in a doze of 1,0-1,25 t/hectares in a phase full budding has ensured the maximal biological productivity of culture of 2,56-2,60 t/hectares at following elements of structure of a crop: density of standing of plants to cleaning – 45-46 pieces /m²; quantity of pods on a plant to cleaning – 129-132 pieces; quantity of seeds in a pod – 13,7-13,9 pieces; weight of 1000 seeds – 3,1-3,2 g; weight of seeds from one plant – 5,65-5,69 g. On the average the maximal productivity oilseeds winter colca 1,68 t/hectares is received for three years of researches in the fifth variant, the increase to the control has made 0,2 t/hectares or 13,5 %.

(Поступила в редакцию 04.06.2021 г.)

Введение. Из масличных культур, принадлежащих к семейству капустных, значительный интерес для сельскохозяйственного производства в нашей республике представляет озимая сурепица. В ее семенах содержится 38-42 % масла. Возделываемые в республике сорта этой культуры отличаются высоким содержанием эруковой кислоты (30-50 %), что в отличие от возделываемых безэруковых сортов рапса снижает ее пищевую ценность. Для посева на маслосемена следует использовать семена районированных и перспективных сортов озимой сурепицы трехнулевого качества (содержание эруковой кислоты не более 1 %, глюкозинолатов 15-20 мкМоль/г сухого вещества, или не более 0,6-0,8 %). Мировым стандартам соответствует районированный отечественный сорт Вероника.

В то же время данное масло широко используется в технических целях. В сравнении с озимым рапсом озимая сурепица выделяется более высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям перезимовки, что объясняется биологическими особенностями культуры и низким расположением точки роста над поверхностью почвы. Кроме того, озимая сурепица менее требовательна к плодородию почв, может выращиваться на супесчаных и песчаных почвах. Помимо высокой мас-

личности озимая сурепица представляет интерес и как кормовая культура, зеленая масса которой имеет высокие кормовые достоинства. В условиях Беларуси эта культура может выращиваться на корм в озимых промежуточных посевах, а также в весенних и летних посевах как компонент зеленого конвейера для крупного рогатого скота в пастбищный период [1, 2, 3, 4, 5].

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, в то время как сорные растения становятся более восприимчивыми к действию гербицида.

Цель работы – изучить влияние доз внесения биостимулятора Мегафол на элементы структуры урожая и урожайность маслосемян озимой сурепицы.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению влияния доз и сроков внесения биостимулятора Мегафол на элементы структуры урожая, урожайность и качество 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: pH_{KCl} – 6,0-6,2, содержание P_2O_5 – 196-212 мг/кг почвы, K_2O – 205-229, серы – 4,5-4,7, бора – 0,40-0,41, меди – 1,2, цинка – 2,3, марганца – 1,2 мг/кг почвы, гумуса – 2,12-2,21 %. Мощность пахотного слоя почвы – 23-25 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. Биостимулятор Мегафол вносили в два срока: в начале фазы бутонизации и в фазе полной бутонизации.

Схема опыта:

Вариант 1 – $N_{20}P_{70}K_{120} + N_{120} + N_{30}$ – 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 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 культуры в осенний период.

Зимний период 2015-2016 гг. характеризовался устойчивым снежным покровом, способствующим хорошей перезимовке озимой сурепицы. В декабре 2015 года выпало 122 %, в январе 2016 года – 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 культуры, а действие биостимулятора Мегафол 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 растений. В декабре 2016 года 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 среднемноголетних 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 изучаемой культуры. В августе, сентябре и октябре 2017 г. сумма выпавших атмосферных осадков составила соответственно 119, 156 и 173 %, что способствовало хорошему росту и развитию озимой сурепицы 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 благоприятными для формирования хорошего урожая маслосемян озимой сурепицы.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследованиями по изучению влияния доз внесения биостимулятора Мегафол на элементы структуры урожая озимой сурепицы установлено, что в 2016 г. различные дозы и сроки внесения изучаемого препарата не оказали влияния на элементы структуры урожая (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 Мегафола в два срока в дозах по 0,75 л/га на одном растении в среднем насчитывалось 130 стручков, что на 7 стручков больше, чем в контрольном варианте.

Таблица 1 – Элементы структуры урожая и биологическая урожайность озимой сурепицы 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	45	35	16,8	3,1	1,82	0,82
2. Мегафол 0,5 + 0,5 л/га	44	37	16,8	3,1	1,91	0,84

3. Мегафол 0,75 + 0,75 л/га	46	35	16,9	3,2	1,87	0,86
4. Мегафол 1,0 + 1,0 л/га	44	36	16,8	3,1	1,89	0,83
5. Мегафол 1,25 + 1,25 л/га	47	35	16,9	3,1	1,83	0,86

В четвертом и пятом вариантах при внесении Мегафола в два срока в дозах от 1,0 + 1,0 л/га до 1,25 + 1,25 л/га на одном растении в среднем насчитывалось 132-129 стручков. Средняя масса 1000 семян озимой сурепицы в четвертом и пятом вариантах, по сравнению с контролем, увеличилась на 0,2-0,3 г и составила 3,1 и 3,2 г соответственно, а масса семян с одного растения составила в указанных вариантах 5,69-5,65 г, превысив контрольный вариант на 1,06-1,02 г. Максимальная биологическая урожайность маслосемян озимой сурепицы отмечена в четвертом-пятом вариантах находилась на одном уровне 2,56-2,60 т/га, а на контроле – 2,27 т/га (таблица 2).

Таблица 2 – Элементы структуры урожая и биологическая урожайность озимой сурепицы 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	49	123	13,0	2,9	4,63	2,27
2. Мегафол 0,5 + 0,5 л/га	47	130	13,2	2,9	4,96	2,33
3. Мегафол 0,75 + 0,75 л/га	46	130	13,5	3,0	5,28	2,43
4. Мегафол 1,0 + 1,0 л/га	45	132	13,9	3,1	5,69	2,56
5. Мегафол 1,25 + 1,25 л/га	46	129	13,7	3,2	5,65	2,60

Аналогичная закономерность наблюдалась и в 2018 г. (таблица 3).

Таблица 3 – Элементы структуры урожая и биологическая урожайность озимой сурепицы 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	65	49	15,8	3,5	2,72	1,77
2. Мегафол 0,5 + 0,5 л/га	61	53	15,5	3,6	2,93	1,79
3. Мегафол 0,75 + 0,75 л/га	63	52	15,2	3,8	2,98	1,88
4. Мегафол 1,0 + 1,0 л/га	59	58	14,6	4,0	3,39	2,00
5. Мегафол 1,25 + 1,25 л/га	60	60	14,1	4,0	3,37	2,02

л/га						
------	--	--	--	--	--	--

Установлено, что биологическая урожайность маслосемян озимой сурепицы в 2018 г. в четвертом и пятом вариантах была меньше на 0,56-0,58 т/га, чем в 2017 г. в аналогичных вариантах. Установлены коэффициенты корреляции между количеством стручков ($r = 0,75-0,87$), количеством семян в стручке ($r = -0,73-0,91$), массой 1000 семян ($r = 0,92-0,96$), массой семян с 1 растения ($r = 0,89-0,97$) и дозами внесения биостимулятора Мегафол.

Таблица 4 – Урожайность маслосемян озимой сурепицы в зависимости от доз внесения биостимулятора Мегафол, т/га

Вариант	Урожайность по годам			Среднее	Прибавка к контролю	
	2016	2017	2018		т/га	%
1. Фон	0,71	2,13	1,61	1,48	-	-
2. Мегафол 0,5 + 0,5 л/га	0,73	2,19	1,63	1,52	0,04	2,7
3. Мегафол 0,75 + 0,75 л/га	0,75	2,28	1,71	1,58	0,10	6,6
4. Мегафол 1,0 + 1,0 л/га	0,72	2,41	1,82	1,65	0,17	11,5
5. Мегафол 1,25 + 1,25 л/га	0,75	2,44	1,84	1,68	0,20	13,5
НСП ₀₅	0,10	0,15	0,16			

Исследованиями по изучению влияния доз и сроков внесения биостимулятора Мегафол в 2016 г. на урожайность маслосемян озимой сурепицы установлено, что биостимулятор Мегафол не оказал влияния на урожайность маслосемян озимой сурепицы. В 2017 г. оптимальным оказался четвертый вариант с внесением изучаемого биостимулятора в два срока по 1,0 л/га, обеспечивший урожайность 2,41 т/га. В пятом варианте с внесением Мегафола в два срока в дозах по 1,25 л/га достоверной прибавки урожайности маслосемян озимой сурепицы не происходило. Аналогичная закономерность проявилась и в 2018 г. В среднем за три года исследований максимальная урожайность маслосемян озимой сурепицы 1,68 т/га получена в пятом варианте, прибавка к контролю составила 0,2 т/га, или 13,5 % (таблица 4).

Заключение.

1. Биостимулятор Мегафол при внесении в два 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 6-11 шт., массу 1000 семян на 0,2-0,5 г, массу семян с одного растения на 0,65-1,06 г, биологическую урожайность маслосемян на 0,23-0,33 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 (2,56-2,60 т/га) при следующих элементах структуры урожая: густота стояния растений к уборке – 45-46 шт./м²; количество стручков на растении к уборке – 129-132 шт.; количество семян в стручке – 13,7-13,9 шт.; масса 1000 семян – 3,1-3,2 г; масса семян с одного растения – 5,65-5,69 г.

3. В среднем за три года исследований максимальная урожайность маслосемян озимой сурепицы (1,68 т/га) получена в пятом варианте, прибавка к контролю составила 0,2 т/га, или 13,5 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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. Агр. Наук РБ. Бел. НИИ овощеводства. – Минск, 2000. – С. 30-31.
2. Шлапунов, В. Н. Промежуточные культуры – резерв увеличения производства и повышения качества кормов в Белоруссии / В. Н. Шлапунов // Сб. научн. тр. / Всесоюз. НИИ кормов. – М., 1989. – Вып. 4. – С. 74-85.
3. Шлапунов, В. Н. Пути увеличения производства кормов за счет культур промежуточного посева / В. Н. Шлапунов. – Жодино, 1982. – 80 с.
4. Шлапунов, В. Н. Пути решения проблемы кормового белка в Белоруссии, Литве, Латвии и Эстонии / В. Н. Шлапунов // Однолетние травы в основных и промежуточных посевах – важный источник протеина. – Жодино, 1984. – 53 с.
5. Шлапунов, В. Н. Кормовое поле Беларуси / В. Н. Шлапунов, В. С. Цыдик. – Барановичи, Баранов. укрупн. тип., 2003. – 304 с.

УДК 631.84:633

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА БЕЛКА ЯЧМЕНЯ И ГОРОХА В РАЗДЕЛЬНЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ

И. И. Сергеева

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220023,
г. Минск, пр-т Независимости, 99; e-mail: 296163600@mail.ru)

Ключевые слова: горох, ячмень, смешанные посевы, незаменимые аминокислоты, аминокислотный скор.

Аннотация. Изучено влияние минеральных удобрений на качество белка в зерне ячменя и гороха в отдельных и смешанных посевах. В смешанных посевах применение бактериальных препаратов способствовало возрастанию содержания аминокислот на 1,38-3,89 мг/кг зерна с лучшими показателями в вариантах с одновременной обработкой семян ячменя Ризобактерином и се-

мян гороха Сапронитом. По содержанию незаменимых аминокислот полученное в исследованиях зерно на 78-95 % соответствовало стандартам ФАО/ВОЗ.

CHANGE IN THE QUALITY OF BARLEY AND PEAS PROTEIN IN SEPARATE AND MIXED SEEDS DEPENDING ON THE APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS AND BACTERIAL PREPARATIONS

I. I. Sergeeva

EI «Belarusian State Agrarian Technical University»
Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220023, Minsk,
99 Nezavisimosti st.; e-mail: 296163600@mail.ru)

Key words: peas, barley, mixed crops, essential amino acids, amino acid fast.

Summary. The effect of mineral fertilizers on the quality of protein in the grain of barley and peas in separate and mixed crops has been studied. In mixed crops, the use of bacterial preparations contributed to an increase in the amino acid content by 1,38-3,89 mg/kg of grain with the best indicators in variants with simultaneous treatment of barley seeds with rhizobacterin and pea seeds with sapronite. In terms of the content of essential amino acids, the grain obtained in the research corresponded to FAO / WHO standards by 78-95 %.

(Поступила в редакцию 06.06.2021 г.)

Введение. Применение удобрений оказывает влияние не только на содержание белка, но изменяет и его качество. Агротехническими приемами нельзя изменить аминокислотный состав индивидуальных растительных белков, однако в определенной мере можно повлиять на содержание той или иной аминокислоты. Находящиеся в растительных белках аминокислоты делятся на заменимые и незаменимые. Незаменимые кислоты не синтезируются в организме человека и животных и должны обязательно доставляться с продуктами питания и кормами. К незаменимым аминокислотам относятся лизин, лейцин, изолейцин, треонин, триптофан, метионин, валин, фенилаланин. Для свиней, кроме того, незаменимыми являются аргинин и гистидин, а для кур – еще и глицин. Недостаток незаменимых аминокислот в продуктах питания и кормах вызывает различные нарушения деятельности организма [1, 2].

Цель работы – изучить влияние минеральных удобрений на качество белка в зерне ячменя и гороха в отдельных и смешанных посевах.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению влияния минеральных удобрений на качество белка в зерне ячменя и гороха в отдельных и смешанных посевах проводились на протяжении трех лет (2017-2019 гг.) на дерново-подзолистой легкосуглини-

стой почве. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: рН_{KCl} – 5,9-6,1, содержание подвижных соединений фосфора – 230-240 мг/кг, калия – 250-270 мг/кг почвы, гумуса – 1,6-1,7 %. Азотные, фосфорные и калийные удобрения вносились в предпосевную культивацию. Семена ячменя и гороха обрабатывались бактериальными препаратами Ризобактерин и Сапронит непосредственно в день посева (200 мл на гектарную норму семян). Бактериальный препарат Сапронит (сапропелевый нитрагин) – препарат симбиотических клубеньковых бактерий *Rhizobium lupini*, титр 3-6 млрд. КОЕ/мл, субстратом-носителем которого является органический сапропель, обладающий более высокой дисперсностью и вследствие этого лучшей способностью удерживаться на семенах бобовых культур. Штамм клубеньковых бактерий имеет повышенную способность к синтезу ауксина. Бактериальный препарат Ризобактерин – ассоциативный диазотроф *Klebsiella planticola* (титр 2-2,5 млрд. жизнеспособных клеток/мл), обладающий множественным эффектом: ассоциативная фиксация атмосферного азота, ростостимуляция, биосинтез ИУК, подавление жизнедеятельности корневых патогенов и т. д.

Результаты исследований и их обсуждение. В наших исследованиях в отдельных и смешанных посевах ячменя и гороха на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве вид посева, азотные удобрения и бактериальные препараты оказали значительное влияние на содержание аминокислот в зерне и белке изучаемых сельскохозяйственных культур.

Наиболее сбалансированным по содержанию критических и незаменимых аминокислот оказалось зерно гороха, где их содержание в 2 раза превышало соответствующие показатели для зерна ячменя.

В смешанных посевах содержание незаменимых аминокислот (49,24-53,71 мг/кг) несколько уступало содержанию незаменимых аминокислот в зерне гороха (66,29-71,37 мг/кг), однако превышало данный показатель для зерна ячменя (32,83-35,49 мг/кг).

Внесение азотных удобрений увеличило в зерне ячменя содержание критических аминокислот (лизин, треонин, метионин) – с 6,02-6,15 до 6,11-6,23 мг/кг, незаменимых аминокислот – с 32,83-34,64 до 33,21-35,49 г/кг зерна. В зерне гороха содержание критических аминокислот возросло с 21,38-23,36 до 23,00-24,41, незаменимых аминокислот – с 66,29-69,85 до 68,40-71,37 мг/кг. В смешанных посевах зерна и гороха содержание аминокислот увеличилось соответственно с 15,51-17,41 до 15,94-17,81 и с 49,24-53,13 до 50,46-53,71 мг/кг зерна.

Эффективным агрохимическим приемом, положительно влияющим на аминокислотный состав в зерне, оказалась обработка семян

бактериальными препаратами. Так, обработка семян ячменя Ризобактерином увеличила содержание незаменимых аминокислот в зерне на 1,81-2,28 мг/кг, обработка семян гороха Сапронитом – на 2,97-2,28 мг/кг зерна. В смешанных агрофитоценозах применение бактериальных препаратов способствовало возрастанию содержания аминокислот на 1,38-3,89 мг/кг зерна с лучшими показателями в вариантах с одновременной обработкой семян ячменя Ризобактерином и семян гороха Сапронитом.

Содержание аминокислот в белке ячменя и гороха в отдельных и смешанных посевах несколько отличалось от содержания аминокислот в зерне, что связано с более высокими темпами повышения содержания в зерне в вариантах с применением азотных удобрений и бактериальных препаратов в сравнении с ростом в данных вариантах количества незаменимых аминокислот. Поэтому более сбалансированный по аминокислотному составу белок в наших исследованиях получен на фоне $P_{60}K_{90}$ (271,5-302,7 мг/г белка) в сравнении с фоном $N_{60}P_{60}K_{90}$ (244,2-284,4 мг/г белка).

Содержание белков и аминокислот в зерне представляет важный показатель его пищевой и кормовой ценности. Однако питательная ценность зерна зависит и от того, какая доля из них способна усваиваться организмом. Помимо технологических особенностей, питательная ценность белкового комплекса зерна определяется его физико-химическими свойствами, а также соответствием аминокислотного состава белка составу тех белков, на построение которых он используется в организме человека или животных. Содержание и степень использования поступающих в организм аминокислот характеризует их биологическую ценность [1, 2].

Наиболее точно показатели биологической ценности растениеводческой продукции проводятся в опыте с живыми организмами, что не всегда возможно в повседневной практике. Поэтому существуют расчетные методы оценки биологической ценности, при которых содержание аминокислот сравнивается с «эталонными» белками.

Наибольшее распространение в практике получил метод «аминокислотного скор», где каждая незаменимая аминокислота исследуемого продукта выражается в процентном отношении к содержанию этой аминокислоты согласно аминокислотной шкале Всемирной организации здравоохранения и Комитета по продовольствию ООН (шкала ФАО/ВОЗ). Полученные проценты всех незаменимых аминокислот суммируются и делятся на число взятых для расчета аминокислот, что и принимается за показатель биологической ценности. Согласно шкале ФАО/ВОЗ, в 1 г белка должно содержаться 40 мг изолейцина, 70 мг

лейцина, 55 мг лизина, 24 мг метионина, 35 мг цистина, 35 мг фенилаланина, 60 мг тирозина, 40 мг треонина, 10 мг триптофана и 50 мг валина [1, 2].

В наших исследованиях в отдельных и смешанных посевах ячменя и гороха содержание лизина в зерне ячменя на 49-60 % соответствовало показателям шкалы ФАО/ВОЗ, в зерне гороха – на 72-83 %, в горохово-ячменной смеси – на 64-79 % (таблица 1).

По содержанию критических аминокислот (лизин, треонин, метионин) зерно ячменя на 63-75 % соответствовало стандартам ФАО/ВОЗ, зерно гороха – на 79-84 %, зерно горохово-ячменной смеси – на 69-80 %.

По содержанию незаменимых аминокислот (лизин, треонин, метионин, валин, изолейцин, лейцин, фенилаланин) полученное в исследовании зерно ячменя соответствовало стандартам ФАО/ВОЗ на 78-90 %, зерно гороха – на 89-96 %, зерно горохово-ячменной смеси – на 82-92 %.

Таблица 1 – Влияние азотных удобрений и бактериальных препаратов на биологическую ценность белка ячменя и гороха в отдельных и смешанных посевах

Вариант		Белок, %	Аминокислотный скор, %		
			лизин	критические аминокислоты	незаменимые аминокислоты
P ₆₀ K ₉₀	Ячмень	12,1	54	70	86
	Ячмень + Ризобактерин (РБ)	12,3	60	75	90
	Горох	21,9	77	82	96
	Горох + Сапронит (С)	23,3	83	84	95
	Ячмень + горох	17,0	71	77	92
	Ячмень + Ризобактерин + горох	17,6	79	79	92
	Ячмень + горох + Сапронит	17,9	79	80	92
	Ячмень + РБ + горох + С	18,3	78	80	92
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	Ячмень	13,6	49	63	78
	Ячмень + Ризобактерин (РБ)	14,3	53	67	79
	Горох	24,6	72	79	89
	Горох + Сапронит (С)	25,1	78	82	91
	Ячмень + горох	19,5	64	69	82
	Ячмень + Ризобактерин + горох	19,6	71	73	84
	Ячмень + горох + Сапронит	19,9	72	73	84
	Ячмень + РБ + горох + С	20,2	71	74	85
	НСР ₀₅	1,3			
	Шкала ФАО/ВОЗ, мг/г белка			55	119

Посевы ячменя и гороха используются также для получения зеленой массы, содержание белка в которой также является важным показателем (таблица 2). Содержание сырого белка в зеленой массе в наших исследованиях было выше в стадию выхода в трубку у ячменя, бутонизации у гороха и составило 20,8-24,0 % в зеленой массе ячменя, 23,5-27,4 % в зеленой массе гороха и 22,6-25,8 % в зеленой массе смешанных посевов ячменя и гороха.

Внесение в предпосевную культивацию N_{60} увеличило содержание сырого белка в зеленой массе ячменя на 2,8-3,0 %, в зеленой массе гороха на 3,4-3,9 %, в зеленой массе смешанных агрофитоценозов на 2,6-2,9 %.

В стадию колошения у ячменя и цветения у гороха содержание сырого белка изменилось от 13,9-16,5 % в зеленой массе ячменя до 15,3-19,7 % в зеленой массе гороха. В зеленой массе смешанных посевов ячменя и гороха содержание сырого белка составило 14,5-17,5 %. Возрастающие дозы азотных удобрений также способствовали увеличению белковости зеленой массы.

Сбор сырого белка на фоне $P_{60}K_{90}$ был несколько выше в стадию выхода в трубку у ячменя и бутонизации у гороха, однако внесение азотных удобрений обеспечило более высокие темпы нарастания сухого вещества в стадию колошения у ячменя и цветения у гороха, что и способствовало большему сбору сырого белка (6,3-8,3 ц/га).

Таблица 2 – Влияние азотных удобрений и бактериальных препаратов на содержание и сбор сырого белка в зеленой массе ячменя и гороха в отдельных и смешанных посевах

Вариант		Содержание сырого белка, %		Сбор сырого белка, ц/га	
		выход в трубку / бутонизация	колошение / цветение	выход в трубку / бутонизация	колошение / цветение
1	2	3	4	5	6
$P_{60}K_{90}$	Ячмень	20,8	13,9	4,2	3,9
	Ячмень + Ризобактерин (РБ)	21,2	13,9	4,2	3,9
	Горох	23,5	15,3	4,9	4,5
	Горох + Сапронит (С)	23,9	15,3	5,0	4,5
	Ячмень + горох	22,6	14,7	4,7	4,1
	Ячмень + РБ + горох	22,9	14,8	4,8	4,2
	Ячмень + горох + С	23,0	14,5	4,8	4,2
	Ячмень + РБ + горох + С	23,0	14,7	4,8	4,3

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	Ячмень	23,8	16,0	5,0	6,3
	Ячмень + РБ	24,0	16,5	5,1	6,5
	Горох	27,4	19,6	7,0	8,0
	Горох + С	27,3	19,7	7,2	8,3
	Ячмень + горох	25,5	17,2	5,6	6,7
	Ячмень + РБ + горох	25,8	17,4	5,9	6,9
	Ячмень + горох + С	25,6	17,2	5,9	6,7
	Ячмень + РБ + горох + С	25,8	17,5	6,0	6,9
	НСР ₀₅	1,5	1,0		

Заключение. Таким образом, с повышением дозы азотных удобрений с N₃₀ до N₆₀ увеличивалось и содержание незаменимых аминокислот в зерне ячменя с 32,83-34,64 до 33,21-35,49 г/кг, в зерне гороха – с 66,29-69,85 до 68,40-71,37 мг/кг, в зерносмеси ячменя и гороха – с 49,24-53,13 до 50,46-53,71 мг/кг зерна. Обработка семян ячменя Ризобактерином увеличила содержание незаменимых аминокислот в зерне на 1,81-2,28 мг/кг, обработка семян гороха Сапронитом – на 2,97-3,56 мг/кг зерна. В смешанных посевах применение бактериальных препаратов способствовало возрастанию содержания аминокислот на 1,38-3,89 мг/кг зерна с лучшими показателями в вариантах с одновременной обработкой семян ячменя Ризобактерином и семян гороха Сапронитом. По содержанию незаменимых аминокислот полученное в исследованиях зерно на 78-95 % соответствовало стандартам ФАО /ВОЗ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапа, В. В. Применение удобрений и качество урожая / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2006. – 120 с.
2. Рекомендации по определению биологической ценности белка сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2005. – 14 с.

УДК 632.951.02:632.768.12(476.7)

ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ ИНСЕКТИЦИДОМ ВЕЛИС КАК НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

Е. В. Стрелкова

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220023,
г. Минск, пр. Независимости, 99; e-mail: elena.strelcova2011@mail.ru)

Ключевые слова: инсектицид, картофель, вредители, биологическая и хозяйственная эффективность.

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос совершенствования элемента технологии возделывания картофеля применение инсектицида ВЕЛИС КС. Какое непосредственное влияние оказывают инсектициды различных химических групп на видовой состав и численность вредителей картофеля, а также их динамику в период вегетации культуры. Дана оценка биологической и хозяйственной эффективности инсектицида ВЕЛИС КС на картофеле против картофельного колорадского жука в условиях северо-востока Беларуси.

PROTECTION OF POTATOES WITH VELIS INSECTICIDE AS A NECESSARY ELEMENT OF CROP CULTIVATION TECHNOLOGY IN THE CONDITIONS OF THE NORTH-EAST OF BELARUS

E. V. Strelkova

EI «Belarusian State Agrarian Technical University»
Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220023, Minsk,
99 Nezavisimosti st.; e-mail: elena.strelcova2011@mail.ru)

Key words: insecticide, potato, pests, biological and economic efficiency.

Summary. The article considers the issue of improving an element of potato cultivation technology use of the VELIS KS insecticide. What is the direct effect of insecticides of various chemical groups on the species composition and number of potato pests, as well as their dynamics during the growing season of the crop. The biological and economic effectiveness of the VIRIUM KS insecticide on potatoes against the potato Colorado potato beetle in the North-East of Belarus is evaluated.

(Поступила в редакцию 07.06.2021 г.)

Введение. Картофель – универсальная сельскохозяйственная культура, используемая для продовольственных и кормовых целей, являющаяся хорошим сырьем для перерабатывающей промышленности. Расчетная потенциальная продуктивность картофеля в оптимальных условиях достигает 60-100 т/га [10, 8]. Однако реальные урожаи в целом по Беларуси значительно ниже и качество их не всегда отвечает современным требованиям. Важным резервом увеличения производства этой культуры является планомерная борьба с болезнями, вредителями и сорняками, потери урожая от которых в последние годы составляют 30-50 % и более [4, 5, 6]. К одним из основных вредителей картофеля относят картофельного колорадского жука. Колорадский жук – *Leptinotarsa decemlineata*, семейство листоеды *Chrysomelidae*, отряд жесткокрылые *Coleoptera*, класс насекомые *Insecta*, тип членистоногие *Arthropoda*. В Беларуси распространен повсеместно и является

самым опасным вредителем картофеля и других пасленовых. Основной вред картофелю причиняют личинки 3-4-го возрастов первой генерации. Так, если в среднем за одни сутки одна личинка в 1-2-м возрасте съедает 0,2-0,5 см² листовой поверхности, или 3-10 мг, то в 3-4-м возрасте – 2,5-4,8 см², или 50-110 мг. Всего на стадии личинки, длящейся около 16 суток, может быть уничтожено около 35 см² листовой поверхности, или 780 мг корма. Прожорливость перезимовавших и молодых жуков весенне-летних генераций тоже очень высокая. Один перезимовавший жук за сутки съедает в среднем 2,6 см² листа, или 75 мг листовой поверхности, а жук летней генерации в первые дни после выхода из почвы – 5,6 см², или 136 мг листовой массы. Чем выше численность колорадского жука в период формирования урожая, тем больше съедаемая ассимиляционная поверхность листьев и, следовательно, причиняемый вред. В период образования клубней даже слабое уничтожение ботвы личинками может вызвать значительные потери урожая клубней. При наличии 10 личинок на одно растение потери достигают 15 %, при 15 экземплярах личинок – до 50 %, а при 40 и более личинок – урожай практически теряется. В то же время полное уничтожение ботвы жуками летней генерации в период окончания роста клубней редко снижает урожайность больше чем на 15 % или не снижает его совсем. Колорадский жук – типичный олигофаг [5, 6, 8, 9]. Исходя из вышеизложенного необходимо подобрать наиболее эффективный инсектицид в борьбе как с жуком, так и личинками вредителя и определить в какую фазу картофеля и при какой численности вредителя необходимо применение инсектицида в технологии возделывания картофеля следует применять тот или иной препарат для получения экологически чистого и максимального урожая. В этой связи проведенные исследования являются актуальными.

Цель работы – выявление наиболее эффективного средства защиты картофеля от картофельного колорадского жука в условиях ЧУП «Агро-Коротковичи». В задачи исследований входило определение видового состава и численности вредителей на картофеле в конкретные фазы роста культуры, оценка биологической и хозяйственной эффективности применения средств защиты картофеля от картофельного колорадского жука.

Материал и методика исследований. Производственный опыт проведен в 2018-2019 гг. на сорте картофеля «Скарб». Размещение делянок последовательное. Повторность опыта четырехкратная, делянка четырехрядная, расстояние между клубнями в рядке – 25-30 см. Общая площадь делянки – 60,0 м², учетная – 50,0 м². Уход за посадками осуществляли в соответствии с технологией возделывания картофеля. С

осени было внесено 60 т/га органических удобрений, Р – 90 кг/га д. в. и К – 120 кг/га д. в.; весной перед посевом вносили N – 90 кг/га д. в. Агротехника общепринятая. Посев провели 29.04.2018 г. и 28.04.2019 г. Внесение инсектицидов осуществлялось опрыскивателем ОП-2000 с нормой расхода рабочей жидкости 300 л/га. Численность вредителя определяли по общепринятым в энтомологии методикам: количество особей с м² через 2 и 10 дней в определенные фазы картофеля [2, 7]. Одним из критериев целесообразности использования инсектицидов является строго регламентированные сроки проведения опрыскивания. Инсектицидные обработки проводили в период вегетации картофеля при доминировании в популяции личинок второго возраста (40-50 % от общего количества), поскольку они наиболее чувствительны к препаратам. Биохимические показатели клубней определяли в лаборатории биохимии картофеля РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству», а также в республиканской контрольной токсикологической лаборатории ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» [6, 7, 8, 9]. Урожай определен путем взвешивания клубней, полученных с делянки при уборке, а структура урожая по вариантам с учетом массы каждой клубневой фракции. Статистический материал полевых опытов обработан методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования по изучению эффективности препаратов проводились по следующей схеме (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

№	Вариант	Норма расхода		Концентрация рабочего раство- ра, по препара- ту, %	Кратность
		препарата, л/га	рабочего раствора, л/га		
11	Контроль (без обработки)	–	–	–	–
22	ОСТРОГ, МК (альфа-циперметрин, 100 г/л)	0,1	300	0,05	2
33	ВЕЛЕС, КС (тиаклоприд, 150 г/л + дельтаметрин, 20 г/л)	0,3	300	0,1	2

ОСТРОГ, МК – нитрилоидный инсектицид, предназначенный для защиты зерновых, технических и овощных культур от комплекса листогрызущих и сосущих вредителей. Быстро проникает через кутикулу насекомого и воздействует на нервную систему, что в течение нескольких минут приводит к прекращению пищевой активности, парализующему эффекту и гибели вредителя. Имеет контактное; кишечное действие. Высоко эффективен против широкого спектра вредителей на всех жизненных стадиях – от личинки до имаго. Микрокапсулирован-

ная суспензия; защита от УФ-лучей; высокая точка возгорания; отсутствие запаха; единственная на рынке быстровысвобождающаяся микрокапсулированная препаративная форма (размер капсул по технологии 0,1-10 мкм, сделанных по обычной технологии – 20-50 мкм). Период защитного действия 2-3 недели (в зависимости от погодных условий, сроков применения и вида вредителей). ОСТРОГ, МК обладает выраженным нокдаун-эффектом. Гибель наступает спустя 30 минут и до 2-3 часов после обработки (в зависимости от климатических условий, вида и физиологического состояния вредителя).

ВЕЛЕС (КС), тиаклоприд 150 г/л + дельтаметрин 20 г/л. Обладает системным и контактно-кишечным действием, быстрым эффектом, сравнимым с пиретроидами, продолжительной защитой, эффективен от переносчиков вирусов на семенных и продовольственных посадках картофеля. При воздействии на насекомое-вредителя инсектицид стимулирует постоянное возбуждение его нервной системы, вызывая судороги и приводя к гибели. Благодаря способности действующего вещества (тиаклоприда) передвигаться по сосудам растения, Велес уничтожает и скрытноживущих вредителей. Системное действие инсектицида проявляется даже на той части растения, которая образовалась после обработки. Биологический эффект наблюдается в течение нескольких часов после обработки, после воздействия препарата насекомые некоторое время продолжают сидеть на растении, однако не питаются, а затем погибают [1].

Исследования, проведенные в условиях ЧУП «Агро-Коротковичи» в 2018-2019 гг. по определению видового состава и численности фитофагов, показали (таблица 2), что на картофеле наиболее вредоносными и распространенными являются озимая совка (*Agrotis segetum*), щелкун темный (*Agriotes obscurus*), щелкун полосатый (*Agriotes lineatus* L), щелкун посевной (*Agriotes sputator* L), колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata*), картофельная моль (*Phthorimea operculella* Zell), июньский хрущ (*Amphimallon solstitialis* L), луговой мотылек (*Margaritia sticticalis* L).

Таблица 2 – Видовой состав и численность фитофагов на картофеле

Вредитель	Численность вредителя, особей на м ²	
	2018г.	2019г.
Озимая совка	2	2
Щелкуны	8	10
Колорадский жук	56	70
Июньский хрущ	0,5	1
Луговой мотылек	0,5	0,5

Экономическое значение имеет картофельный колорадский жук. В 2018-2019 гг. сложились практически одинаковые, в целом благоприятные условия для развития вредителя. В 1 декаде мая температура была несколько ниже нормы, выход вредителя с зимовки наблюдается только во 2 декаде. Численность вредителя составляла 1,6 особей на м². Благоприятные погодные условия 3 декады мая позволили достичь максимальной численности имаго колорадского жука. С 1 декады июня отмечается интенсивный выход имаго на поле (18,4 особи на м²) и появление первых личинок (2,1 особи на м²). Численность вредителя возрастает со 2 декады июня (33,4 особей на м²) и достигает ко второй декаде июля (59,6 особей на м²). В целом численность в контрольном варианте, где не проводили защитных мероприятий картофеля от картофельного колорадского жука, достигла максимума к концу июля (56/70 особей на м²). Поскольку уже во 2 декаде июня численность вредителей достигла ЭПВ (ЭПВ был установлен РУП «ИЗР» и составляет 20 экз./м²), возникла необходимость в химических обработках. Первую обработку проводили в июне месяце при достижении картофеля фазы 10-15 см, вторую – в фазу до смыкания ботвы в рядках.

Уровень биологической эффективности пестицида характеризуется его способностью снижать заселенность культуры конкретным вредителем на опытных участках в сравнении с необработанным контролем, что в итоге должно сказаться на повышении урожайности. Однако сохраненный урожай не может служить показателем биологической эффективности соединения, т. к. она зависит от комплекса различных факторов, лишь частично связанных с его активностью и маскирующих действие обработки. Поэтому в качестве критерия биологической эффективности используют процент снижения численности вредителя, отражающий эффект непосредственного действия пестицида на подопытный объект. Биологическая эффективность определяется процентом гибели вредных организмов, уменьшением поврежденности и пораженности растений. Определение биологической эффективности применяемых препаратов показало, что численность вредителя на поле, где не применяли химических обработок, возрастала по всем фазам развития культуры. На участках подвергшихся обработкам наблюдалось снижение численности вредителей. Однако эффективность препаратов оказалась не равнозначной. Выявлено, что максимальная гибель вредителя наблюдается на 2-й день после применения препарата. Гибель особей достигает 99 % при применении инсектицида Велис как в июне, так и в июле месяце, тогда как гибель особей при применении препарата Острог на 2-е сутки достигла 56-58 %. Биологическая эффективность при применении препарата Велис с нормой расхода 0,3

л/га в фазу 10-15 см картофеля в 2018 г. составила 93,8 %, в 2019 г. – 90 %. В варианте, где применялся инсектицид Острог в дозе 0,1 л/га, биологическая эффективность в 2018 г. составила 77,4 %, в 2019 г. – 72 %. В фазу максимального прироста массы клубней максимальная биологическая эффективность в 2018 г. составила 92,5 %, в 2019 г. – 91,6 % в варианте с применением препарата Велес в дозе 0,3 л/га. Наименьшая биологическая эффективность была в варианте с применением препарата Острог с нормой расхода 0,1 л/га и в 2018 г. составила 73,8 %, в 2019 г. – 71,4 % (таблица 3).

Велес является более эффективным препаратом, т. к. относится к группе тиаклопридов, которые обладают системным, пролонгирующим эффектом, и при этом питание насекомых на растении прекращается задолго до его гибели. Острог относится к группе синтетических пиретроидов, к которой у колорадского жука уже выработалась резистентность.

Таблица 3 – Биологическая эффективность инсектицидов на картофеле

Варианты	Фаза 10-15 см			До смыкания ботвы		
	Число фитофагов до обработки	Число фитофагов после обработки	Биологическая эффективность, %	Число фитофагов до обработки	Число фитофагов после обработки	Биологическая эффективность, %
Контроль (без обработки)			–		–	–
ОСТРОГ, МК (альфа-циперметрин, 100 г/л)	62/68	14/19	77,4/72	65/70	17/20	73,8/71,4
ВЕЛЕС, КС (тиаклоприд, 150 г/л + дельтаметрин, 20 г/л)	65/70	4/7	93,8/90	67/72	5/6	92,5/91,6

Примечание – В числителе – 2018 г.; в знаменателе – 2019 г.

Хозяйственная эффективность рассчитывалась на основе прибавки урожая, полученной за счет проведения защитных мероприятий в каждом варианте опыта по сравнению с контролем. 2018 и 2019 годы характеризовались оптимальными метеорологическими условиями для роста картофеля (таблица 4).

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность инсектицидов на картофеле

Вариант опыта	Урожайность, ц/га		Средняя за 2 года	Хозяйственная эффективность	
	2018 г.	2019 г.		ц/га	%
Контроль (без обработки)	120	115	117,5	–	
ОСТРОГ, МК (альфа-циперметрин, 100 г/л)	202	205	203,5	86	73,2
ВЕЛЕС, КС (тиаклоприд, 150 г/л + дельтаметрин, 20 г/л)	290	295	292,5	175	149
НСР ₀₅			25,74		

Примечание – В числителе – 2018 г.; в знаменателе – 2019 г.

В эти годы была получена наибольшая урожайность клубней – 290 и 295 ц/га соответственно. В контрольном варианте, где не проводилось обработок против картофельного колорадского жука, урожайность составила 120 и 115 ц/га соответственно.

Применение испытуемых инсектицидов обеспечило достоверный рост урожайности клубней. Применение препарата Велис в норме 0,3 л/га позволило получить прибавку урожая к контрольному варианту 175 ц/га. При применении инсектицида Острог в норме 0,1 л/га получена наименьшая прибавка урожая – 86 ц/га.

При соблюдении разработанных нами биологических регламентов (норма расхода, кратность обработок) изучаемые препараты не изменяли качественный состав клубней картофеля (накопление крахмала и сухого вещества). Остаточные количества действующих веществ инсектицидов в клубнях картофеля к моменту уборки урожая не обнаружены.

Заключение. В технологии возделывания картофеля в условиях северо-востока Беларуси в борьбе с картофельным колорадским жуком необходима 2-кратная обработка инсектицидом Велис, КС с нормой расхода 0,3 л/га как новым перспективным препаратом группы тиаклопридов. Биологическая эффективность данного препарата составляет 92,5-91,6 %. Наибольшая прибавка урожая картофеля от применения этого инсектицида достигает 170-175 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Л. В. Плешко [и др.]. – Минск: «Промкомплекс», 2014. – 657 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд. – М.: Агропромиздат. 1985. – 351 с.

3. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Нац. акад. наук Респ. Беларусь; Ин-т защиты растений НАН Беларуси; под ред. С. В. Сороки. – Минск: Белорусская наука. 2005. – 462 с.
4. Турко, С. А. Основные элементы технологии выращивания экологически чистого картофеля / С. А. Турко, В. П. Маханько, Г. И. Пискун // Земледелие и Защита растений. – 2017. – № 2 (iii). – С. 36-39.
5. Бречко, Е. Колорадский жук: история, биология, защита / Е. Бречко // Наше сельское хозяйство. – 2013. – № 11 (67). – С. 54-62.
6. Дорожко, Г. Р. Система интегрированной защиты сельскохозяйственных культур от сорной растительности, вредителей и болезней / Г. Р. Дорожко, В. К. Целовальников, А. П. Шутко // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 2 (17.2). – С. 67-72.
7. Мониторинг плодородия почв Ставропольского края: динамика агрохимических показателей с учетом зональных особенностей почв / В. Н. Ситников [и др.] // Агрохимический вестник. – 2018. – № 4. – С. 8-13.
8. Рекомендации по ведению экологического (биологического) земледелия в Республике Беларусь / Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 28 с.
9. Палкин, Г. Экологическое сельское хозяйство Беларуси. Начальные пути развития / Г. Палкин // Белорусское сельское хозяйство. – № 1 0 (78). – 2008. – С. 20-22.
10. Старовойтов, В. И. Перспективы органического картофелеводства / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: В. Г. Иванюк (гл.ред.) [и др.]. – Минск, 2008. – Т. 15. – С. 381-387.

УДК 634.11 : 631.89 (476.6)

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПЛОДОВ ЯБЛОНИ

П. С. Шешко, 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:** яблоня, гуминовые препараты, урожайность, качество плодов, микробиологическая активность почвы.*

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследований влияния препаратов на основе гуминовых веществ, вносимых в приствольную полосу, на микробиологическую активность почвы, урожайность, средний размер и биохимические показатели качества плодов яблони в плодоносящем саду интенсивного типа.*

INFLUENCE OF HUMIC PREPARATIONS ON THE MICROBIOLOGICAL ACTIVITY OF SOIL, YIELD AND QUALITY OF APPLE FRUITS

P. S. Shashko, 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: apple tree, humic preparations, yield, fruit quality, microbiological soil activity.

Summary. The article presents the results of studies (2018-2019) of the effect of the use of preparations based on humic substances introduced into the near-stem strip on the yield, average size and biochemical indicators of the quality of apple fruits in an intensive fruit-bearing garden when cultivated on sod-podzolic soils.

(Поступила в редакцию 02.06.2021 г.)

Введение. В последнее время в практике промышленного плодородства находят широкое применение препараты, содержащие гуминовые вещества, – природные органические соединения, которые образуются в течение длительного времени в процессе гумификации продуктов органического происхождения. Гуминовые препараты, изготовленные из натурального растительного сырья – торфа, сапропеля или вермикомпоста, содержат в своем составе, кроме гуминовых и фульвокислот, растительные гормоны, аминокислоты, микроэлементы и простые органические кислоты (янтарную, яблочную и др.) [7].

По мнению В. А. Шкаликера [6], использование биостимуляторов на основе гуминовых веществ приводит к улучшению физических и химических свойств почвы, повышению ее обеспеченности легкоусвояемыми формами азота, фосфора и калия. Повышается численность аммонифицирующих, нитрифицирующих, силикатных бактерий, а также микроорганизмов, разлагающих труднорастворимые минеральные и органические соединения фосфора, что позволяет увеличить степень использования фосфора и калия из почвы на 20-25 %. Е. И. Гордеевой с соавторами [4] приводятся данные по исследованиям воздействия гуминовых веществ на механизмы неспецифической устойчивости растений за счет формирования и активации окислительно-восстановительных ферментов, фенолов, фитонцидов, фитоалексинов, пигментов и родственных им соединений (антоцианов, каротинов, катехинов), аминокислот, ингибиторов свободно-радикальных реакций различной природы, отмечается их влияние на проводимость и проницаемость клеточных мембран, энергетический обмен клеток, что оказывает на иммуномодулирующее действие и позволяет рассматривать

их в качестве факторов устойчивости растений к биотическим и абиотическим стрессорам [4, 5]. Роль гуминовых веществ в повышении иммунитета растений может быть также обусловлена их сорбционными свойствами (связывание токсических веществ в малоподвижные и труднодиссоциирующие соединения) [4].

Некорневые подкормки гуминовыми препаратами оптимизируют ростовые и метаболические процессы, улучшают фотосинтез за счет увеличения поверхности листового аппарата, увеличивают количество завязей [7], тем самым воздействуют на процессы роста и развития, увеличивая продуктивность деревьев и улучшая качество полученных плодов [5, 6]. Использование препаратов на основе гуминовых веществ для обработки корней и почвы положительно влияет на микробиологическую активность почвы, при этом наибольшей микробиологической активностью отличается верхний гумусовый слой (0-20 см) [1, 2, 3].

Несмотря на достаточную степень изученности вопросов использования гуминовых препаратов при возделывании полевых и овощных культур, сведения, касающиеся эффективного их применения в плодоносящих садах интенсивного типа, противоречивы и требуют дополнительного изучения. В связи с вышеизложенным, **целью исследований** явилось изучение влияния биостимуляторов на основе гуминовых веществ на микробиологическую активность почвы, урожайность и качество плодов яблони.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в 2018-2019 гг. в яблоневоm саду интенсивного типа 2011 года посадки, расположенном на опытном поле учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет».

В качестве объекта исследований использовали деревья яблони сорта Белорусское сладкое, привитого на карликовом подвое М-9. Схема посадки – 4 х 2, количество деревьев – 1250 шт./га, система формирования деревьев – стройное веретено.

Схема закладки опыта включала следующие варианты:

1. Фон ($N_{90}P_{60}K_{120}$);
2. Фон + навоз 40 т/га (однократное внесение в фазу распускания почки);
3. Фон + навоз 40 т/га (однократное внесение в фазу распускания почки) + Экогум Биорост 30 л/га (трехкратное внесение в фазы распускания почек, завязывания плодов и роста плодов по 10 л/га);
4. Фон + Гидрогумат ВР 10 % 30 л/га (трехкратное внесение, аналогично варианту 3);
5. Фон + Экогум Биорост 30 л/га (трехкратное внесение, аналогично варианту 3).

Опыт заложен в 4-кратной повторности, количество учетных деревьев в одном варианте опыта – 5, размещение вариантов в опыте последовательное.

Опыт заложен в 4-кратной повторности, количество учетных деревьев в одном варианте опыта – 5, размещение вариантов в опыте последовательное.

Состав изучаемых гуминовых препаратов:

Гидрогумат ВР 10 %: гуминовые вещества (65-70 %), карбоновые кислоты (15-20 %), аминокислоты (2-4 %), пектины (6-7 %), макро- и микроэлементы.

Экогум Биорост: гуминовые вещества – не менее 60 %, азот – 1,5 %; фосфор – 1,5 %; калий – 1,0 %. Общее микробное число $5,4 \times 10^{11}$ КОЕ/г.

Гуминовые препараты вносили ранцевым опрыскивателем Jacto в утренние и вечерние часы в приствольную полосу с расходом рабочего раствора 240 мл на одно дерево, исходя из нормы расхода 300 л/га и количества деревьев на 1 га – 1250 шт.

Для определения микробиологических показателей почвы в период сбора урожая (15.08.2018 г. и 18.08.2019 г.) отбирали для каждого варианта опыта смешанный образец из 3 повторностей с глубины 0-10 и 10-20 см.

Микробиологическую индикацию почвы выполняли согласно общепринятым в почвенной микробиологии методикам. Количество жизнеспособных бактерий, грибов и актиномицетов определяли методом предельных разведений с последующим высевом на МПА (аммонифицирующие бактерии), крахмало-аммиачный агар (актиномицеты), на Сабуро (грибы). Подсчет колоний осуществляли через 48-72 ч культивирования при 24-28 °С. Численность микроорганизмов определяли в колониеобразующих единицах (КОЕ), пересчитывали на 1 г абсолютно сухой почвы.

Учет урожая проводили путем его сплошного взвешивания со всех учетных деревьев каждой делянки всех повторностей в период уборки (2-3 декада сентября). Среднюю массу плода определяли при уборке урожая путем подсчета числа яблок в их среднем образце (около 10 кг), отобранного с каждой делянки всех повторностей, и последующего деления массы среднего образца на число яблок, имеющихся в нем [10].

В растительных образцах определяли количественное содержание углеводов методом Шоорля; содержание аскорбиновой кислоты по Мурри [9]. Основные цифровые данные обработаны методом дисперсионного анализа на персональном компьютере [8].

Результаты исследований и их обсуждение. Проведен анализ количества аммонифицирующих бактерий, актиномицетов и микромицетов в конце вегетативного сезона в вариантах с использованием гуминовых препаратов и контроле (таблица 2). Показано, что во всех анализируемых вариантах численность бактерий аммонификаторов в верхнем слое (0-10 см) пахотного горизонта выше, чем в более глубоком слое (10-20 см) в оба года исследований. При внесении навоза, а также навоза вместе с Экогум Биорост в верхнем горизонте почвы микробиологическая активность почвы не превышала показатели контрольного варианта. Применение препаратов Гидрогумат ВР 10 % и Экогум Биорост на протяжении двух лет способствовало увеличению численности в почве бактерий аммонификаторов (рост бактериальной биомассы составил 16-37 % в 2018 г. и 30-40 % в 2019 г., по сравнению с показателями фона).

Таблица 2 – Микробиологическая активность почвы

Вариант опыта	бактерии аммонификаторы, млн./г		микромицеты, тыс./г		актиномицеты, млн./г	
	0-10 см	110-20 см	0-10 см	110-20 см	0-10 см	110-20 см
2018 год						
Фон (N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₅₀)	6,20	4,30	2,40	1,60	0,60	0,34
Фон + навоз	5,70	4,80	2,00	1,80	1,02	0,48
Фон + навоз + Экогум Биорост	5,20	4,30	2,00	1,20	0,24	0,28
Фон + Гидрогумат ВР 10 %	7,20	6,00	6,60	3,20	0,14	0,36
Фон + Экогум Биорост	8,50	4,40	3,40	1,00	0,28	0,20
2019 год						
Фон (N ₁₁₀ P ₆₀ K ₁₅₀)	6,00	1,00	4,80	2,60	1,80	2,00
Фон + навоз	4,80	4,00	3,00	1,80	4,2	2,60
Фон + навоз + Экогум Биорост	4,00	3,40	2,80	1,20	1,6	1,4
Фон + Гидрогумат ВР 10 %	7,80	4,00	5,80	3,40	1,4	2,80
Фон + Экогум Биорост	8,40	5,00	4,40	3,60	1,4	3,00

В горизонте почвы 10-20 см в 2018 г. повышение численности бактерий аммонификаторов наблюдается только при внесении Гидрогумата ВР 10 %. В остальных вариантах численность бактерий находилась на уровне фона. В 2019 г. на всех вариантах отмечалось увеличение численности аммонификаторов в сравнении с фоном.

В 2018-2019 гг. внесение гидрогумата способствовало повышению количества микромицетов в верхнем слое почвы (10-20 см) в 2,75-1,2 раза. Наибольшее развитие (3,2-3,6 тыс./г) в горизонте почвы 10-20 микромицеты получили при внесении Гидрогумата ВР 10 % в 2018 г. и Гидрогумата ВР 10 % и Экогум Биорост в 2019 г.

Внесение навоза в 2018 г. повышало численность актиномицетов в верхнем слое почвы (0-10 см) на 41 %, а в 2019 г. – более чем в два раза в сравнении с фоном. При использовании препаратов Гидрогумат ВР 10 % и Экогум Биорост наблюдалась тенденция снижения численности этой группы микроорганизмов в почве.

Таким образом, полученные данные указывают на неоднозначное действие навоза и гуминовых препаратов на микробиологическую активность почвы.

Внесение навоза в приствольную полосу отдельно и с трехкратным применением Экогум Биорост обеспечило получение прибавки урожая яблок на 16,2-19,2 ц/га в 2018 г. и на 20,0-23,8 ц/га в 2019 г., при этом отмечено увеличение средней массы плода на 2,4-4,6 % в зависимости от года (таблица 3). Наибольший урожай плодов получен при внесении навоза и препарата Экогум Биорост, однако достоверных отличий между вариантами 2 и 3 в 2018 г. не установлено. В 2018 г. наблюдается тенденция повышения урожайности с внесением и одного препарата Экогум Биорост, однако достоверные результаты получены только в 2018 г., где прибавка урожая при внесении препарата составила 13,6 ц/га. Применение Гидрогумата ВР 10 % не привело к достоверному увеличению урожайности и повышению массы плодов.

Таблица 3 – Урожайность яблони сорта Белорусское сладкое и средняя масса плода

Вариант опыта	Урожайность, ц/га		Средняя масса плода, г	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
1) Фон	362,2	166,2	161,2	167,0
2) Фон + навоз	378,4	186,2	167,7	170,5
3) Фон + навоз + Экогум Биорост	381,4	190,0	168,6	171,1
4) Фон + Гидрогумат ВР 10 %	364,3	165,8	160,4	164,3
5) Фон + Экогум Биорост	368,1	179,8	163,6	166,1
НСР ₀₅	11,4	3,08	1,7	2,58

Для проведения оценки качества образцы плодов отбирали после их хранения при достижении ими потребительской зрелости. В опытных образцах наблюдается тенденция к сокращению количества сухих веществ на 0,4-0,8 % и повышению растворимых веществ и аскорбиновой кислоты на 0,2-1,2 %. Максимальное количество растворимых веществ (13,63 %) и аскорбиновой кислоты (10,77 мг/100 г СВ) накапливалось в плодах, убранных в варианте, где вносили навоз и Экогум

Биорост, и превысило значение фонового варианта на 0,79 % и 1,12 мг/100 г СВ соответственно.

Заключение. Экспериментальные данные, полученные в 2018 и 2019 гг. в опыте, демонстрируют перспективу применения биостимуляторов на основе гуминовых веществ в плодовом саду интенсивного типа. Применение препаратов Гидрогумат ВР 10 % и Экогум Биорост на протяжении двух лет способствовало увеличению численности в почве (на глубине 0-10 см) бактерий аммонификаторов (рост бактериальной биомассы составил 16-37 % в 2018 г. и 30-40 % в 2019 г., по сравнению с показателями фона). Внесение гидрогумата способствовало повышению количества микромицетов в верхнем слое почвы (10-20 см) в 2,75-1,2 раза. Наибольшее развитие (3,2-3,6 тыс./г) в горизонте почвы 10-20 микромицеты получили при внесении Гидрогумата ВР 10 % в 2018 г. и Гидрогумата ВР 10 % и Экогум Биорост в 2019 г.

Внесение гуминовых препаратов вместе с навозом в приствольную полосу деревьев обеспечило рост урожайности до 23,8 ц/га. Максимальная урожайность в опыте была получена в варианте, где применяли Экогум Биорост + навоз – 381,4 ц/га, а увеличение средней массы плода составило 2,4-4,6 %. Применение гуминовых препаратов оказало достоверное влияние на качество плодов, а именно на увеличение содержания в них растворимых сахаров на 0,4-0,8 %, аскорбиновой кислоты на 0,2-1,2 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леушева, М. И. Влияние органических и минеральных удобрений на микрофлору дерново-подзолистой почвы / М. И. Леушева, Е. И. Двойнишникова, И. М. Курбатов // Роль микроорганизмов в питании растений и плодородии почв. – Мн., 1969. – С. 132-140.
2. Ворожбет, А. А. Биологическая активность почв в садовых агроценозах западного предкавказья: автореферат дис. ... канд-та с.-х. наук / А. А. Ворожбет. – Краснодар, 2002. – 22 с.
3. Рыкалин, Ф. Н. Активность микроорганизмов в зависимости от системы содержания почвы в орошаемом саду / Ф. Н. Рыкалин, В. Д. Наумов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – № 4/2010. – Самара, 2010. – С. 72-77.
4. Гордеева, Е. И. Иммуниет растений / Е. И. Гордеева, А. В. Крюкова, З. И. Курбатова // Учебное пособие. – Великие Луки: Великолукская ГСХА, 2011. – 127 с.
5. Сухоцкий, М. И. Приусадебное и промышленное садоводство / М. И. Сухоцкий // Полиграфкомбинат им. Я. Коласа, 2014. – 368 с.
6. Иммуниет растений / В. А. Шкаликос [и др.]; Под ред. проф. В. А. Шкаликова. – М.: Колос, 2005. – 190 с.
7. Конарев, А. В. Ингибиторы ферментов и иммуниет / А. В. Конарев, Н. А. Вилкова // Защ. Растений. – 1984. – № 40. – С. 17-19.
8. Дудук, А. А. Научные исследования в агрономии: учебное пособие / А. А. Дудук, П. И. Мозоль; Гродненский государственный аграрный университет. – Гродно: ГГАУ, 2009. – 336 с.
9. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.

10. Учеты, наблюдения, анализы, обработка данных в опытах с плодовыми и ягодными растениями: методические рекомендации / Уманский с.-х. ин-т. – Умань: [б. и.], 1987. – 115 с.

УДК 631.895 : 633. 853.494 “324”

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОГО РАПСА

С. И. Юргель, Е. Б. Лосевич, В. В. Кислый, Т. Г. Синевиц

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, органоминеральные удобрения, удобрения на основе гуминовых кислот, маслосемена, урожайность, структура урожая, сырой жир, сырой белок, эффективность.*

***Аннотация.** В статье представлены результаты влияния применения органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот на архитектуру растений и качество маслосемян озимого рапса, а также на агрономическую и экономическую эффективность.*

EFFECT OF ORGANOMINERAL FERTILIZERS AND FERTILIZERS BASED ON HUMIC ACIDS ON THE EFFICIENCY OF WINTER RAPE CULTIVATION

S. I. Yurhel, A. B. Losevich, V. V. Kisly, T. G. Sinevich

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

***Key words:** winter rape, organomineral fertilizers, fertilizers on the basis of humic acids, oilseeds, crop capacity, crop structure, crude fat, crude protein, efficiency.*

***Summary.** The results of influence of application of organomineral fertilizers and fertilizers on the basis of humic acids on plant architectonics and quality of oilseeds of winter rape, and also on agronomic and economic efficiency are presented in the article.*

(Поступила в редакцию 01.06.2021 г.)

Введение. Озимый рапс – сельскохозяйственная культура, обладающая высоким потенциалом урожайности, реализация которого за-

частую сдерживается недостаточным плодородием дерново-подзолистых почв и низким уровнем обеспеченности минеральными удобрениями. В связи с этим вопросы оптимизации минерального питания растений и стимуляции их физиолого-биохимических процессов становятся весьма актуальными. Особое внимание в решении данного вопроса следует уделить новым видам органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот [1, 7, 8]. Список разрешенных к применению в Республике Беларусь органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот насчитывает более 40 и 25 наименований соответственно [4]. Однако исследований по влиянию данных удобрений на урожайность и качество полученной продукции крайне мало. Поэтому изучение в конкретных почвенно-климатических условиях влияния новых видов удобрений на урожай и качество маслосемян озимого рапса мы считаем актуальной проблемой.

Цель работы – изучение влияния новых видов органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот на урожайность и качество маслосемян озимого рапса.

Для реализации поставленной цели необходимо решение следующих задач:

изучить влияние органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот на продуктивность посевов озимого рапса;

изучить влияние органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот на качество маслосемян озимого рапса;

провести расчеты экономической эффективности применения органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот в технологии возделывания озимого рапса.

Материал и методика исследований. Исследования проводилась в условиях опытного поля УО «Гродненский государственный аграрный университет» на посевах озимого рапса (гибрид Brentano) в 2017-2019 гг. [2, 3, 6, 9].

Почва опытного участка дерново-подзолистая, развивающаяся на водно-ледниковой супеси, подстилаемая с глубины 0,45 м легким моренным суглинком, связносупесчаная.

По агрохимическим свойствам пахотный горизонт характеризовался близкой к нейтральной реакцией почвенной среды, недостаточным содержанием гумуса, повышенным содержанием подвижного фосфора, повышенным содержанием подвижного калия и средним содержанием серы и бора.

Метеорологические условия в периоды вегетаций культуры (2017-2019 гг.) были засушливые, т. к. температура воздуха была выше

средних многолетних значений, а количество осадков выпало на 46,1-56,8 мм меньше, что существенно повлияло на урожайность и качество маслосемян озимого рапса.

Предшественник озимого рапса – яровой ячмень.

Предпосевная обработка почвы: вспашка на глубину 25 см, культивация на глубину 12 см.

Норма высева озимого рапса – 1,0 млн. всхожих семян.

На озимом рапсе в основное внесение применяли $N_{10}P_{80}K_{120}$. Также проводились некорневые подкормки азотом 70 кг/га в период обновления весенней вегетации и 40 кг/га в фазу бутонизации и, согласно схемам опыта, применялись органоминеральные удобрения и удобрения на основе гуминовых кислот в фазы начала и конца бутонизации.

Борные микроудобрения по 0,11 кг/га вносились в два срока: осенью в фазу 4-5 листьев и весной в фазу начала бутонизации.

Система защиты растений озимого рапса состояла из применения следующих препаратов: повсходовое применение гербицида Галера – 0,3 л/га, фунгицидная обработка – фунгицид Карамба турбо 1,0 л/га, инсектицидная обработка – инсектицид Фастак 0,15 л/га.

Общая площадь делянки составляла 25 м² (5 × 5 м), учетная – 16 м² (4 × 4 м). Варианты по делянкам размещались систематизированным методом при 3-кратной повторности, что соответствует требованиям методики полевого опыта Б. А. Доспехова [5].

Схема опыта:

1. Контроль (без удобрений);
2. $N_{120}P_{80}K_{120}$ – Фон;
3. Фон + Аминокат 30 %, 0,3 л/га;
4. Фон + Амино Пауэр Анти Стресс Микро, 0,75 кг/га;
5. Фон + Гидрогумин, 1 л/га;
6. Фон + Agrolinija-S, 3 л/га;

Уборка озимого рапса проводилась механизированным способом комбайном Сампо-500.

Изучаемые удобрения имеют следующие характеристики:

Амино Пауэр Анти Стресс Микро – это гранулированное органоминеральное удобрение (MgO – 6,0 %, B – 2,0 %, Cu – 0,5 %, Fe – 2,0 %, Mn – 2,0 %, Mo – 0,02 %, Zn – 4,0 %. Аминокислоты, г/100 г: аланин – 3,6, аргинин – 0,3, аспарагиновая кислота – 1,1, глутаминовая кислота – 3,1, глицин – 7,5, гидроксизин – 1,3, гидроксипролин – 2,1, гистидин – 0,3, изолейцин – 0,6, лейцин – 1,3, лизин – 1,1, метионин – 0,4, орнитин – 1,6, фенилаланин – 0,8, пролин – 3,9, серин – 0,2, треонин – 0,3, тирозин – 0,7, валин – 1,0);

Аминокат 30 % – жидкое органоминеральное удобрение, производимое на основе экстракта морских водорослей с добавлением макро- и микроэлементов (свободные аминокислоты – 30 %, азот (N) – 3 %, фосфор (P₂O₅) – 1 %, калий (K₂O) – 1 %;

Гидрогумин – жидкое удобрение на основе гуминовых и фульвовых кислот естественного происхождения, получаемые из природного сырья: торфа, бурого угля, сапропеля. Химический состав: гуминовые кислоты – 25 % на массу сухих веществ и фульвовые и низкомолекулярные органические кислоты – 2,7 %;

Agrolinija-S – удобрение на основе гуминовых кислот, полученное из леонардита: гуминовые кислоты – 45 %, фульвокислоты – 13,75 %, аминокислоты – 1-2 %, сухое вещество – 5,6 %, органическое вещество – 54 %, азот (N) – 3,75 %, фосфор (P) – 1,96 %, калий (K) – 7,15 %, Ca, Mg, Na, S, Fe, B, Co, Cu, Mo, Mn, Zn <1 %.

В ходе проведения исследования были проведены следующие анализы, учеты и наблюдения:

1. Фенологические наблюдения – рост и развитие растений по фазам.

2. Учет густоты стояния растений был проведен по вариантам в каждой повторности по диагонали делянки на четырех площадках общей площадью 1 м².

3. Учет структуры продуктивности был проведен по вариантам в четырехкратной повторности по следующим показателям:

- количество растений, шт./м²;
- количество стручков на растении, шт.;
- количество семян в стручке (расчетным способом), шт.;
- масса 1000 семян.

Количество стручков на растении определяли путем подсчета общего количества стручков с площадок, общей площадью 1 м² и, соответственно, деления на количество растений с 1 м².

Число семян в стручке определяли расчетным способом, исходя из числа стручков на 1 м², массы их семян и массы 1000 семян.

Массу 1000 семян определяли путем взвешивания двух проб по 500 семян с каждой повторности. Пробы отбирались при наступлении фазы полной спелости.

Результаты исследований проанализированы методом дисперсионного анализа. Достоверность данных определяли с помощью наименьшей существенной разницы (НСР) с использованием коэффициента Стьюдента.

Значение НСР за два года рассчитывали по формуле, разработанной РУП «Институт почвоведения и агрохимии»:

$$\overline{HCP} = \frac{HCP_{1+...n}}{n} \quad (1)$$

Результаты исследований и их обсуждение. Исследованиями установлено, что применение удобрений на посевах озимого рапса оказывало положительное влияние на количество стручков на 1 растении, количество семян с одного стручка и массу 1000 семян (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние удобрений на урожайность и структуру озимого рапса (среднее за 2018-2019 гг.)

Вариант	Густота стояния растений, шт./м ²	Количество стручков на 1-м растении шт.	Количество семян с 1-го стручка, шт.	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, ц/га	Фактическая урожайность, ц/га
1. Контроль (без удобрений)	60,0	54,1	16,4	4,10	21,8	20,5
2. N ₁₂₀ P ₃₀ K ₁₂₀ – Фон	61,9	62,8	17,9	4,19	29,2	28,1
3. Фон + Аминокат 30 %	62,4	70,0	18,7	4,28	35,0	34,6
4. Фон + Амино Пауэр Анти Стрес Микро	62,0	70,6	18,6	4,26	34,7	33,9
5. Фон + Гидрогумин	62,6	68,6	18,2	4,23	33,1	32,5
6. Фон + Agrolinjia-S	62,7	69,0	18,4	4,26	33,9	33,0
HCP ₀₅					1,7	1,5

Также нами установлено, что наименьшие значения элементов структуры урожая получены в контрольном варианте, где не применялись удобрения. Так, в среднем за два года в данном варианте количество стручков на 1 растении составляло 54,1 шт. Внесение же НРК увеличило количество стручков на 1 растении на 16,1 %. Применение на фоне НРК органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот в фазы начала и конца бутонизации позволило дополнительно увеличить количество стручков на 9,2-11,5 %.

Аналогичный тренд отмечался и при определении количества семян с одного стручка и массы 1000 семян.

Столь существенные изменения элементов структуры урожая позволили получить следующие уровни биологической урожайности: контрольный вариант – 21,8 ц/га, фоновый вариант – 29,2 ц/га, варианты с применением Аминокат 30 % и Амино Пауэр Анти Стрес Микро –

35,0 и 34,7 ц/га соответственно, вариант с применением Гидрогумина – 33,1 ц/га, а также с применением Agrolinija-S – 33,9 ц/га.

Тенденция изменения фактической урожайности была аналогична биологической урожайности, однако из-за потерь маслосемян озимого рапса, связанных с их механизированной уборкой, а также разными сроками созревания она была ниже фактической урожайностью на 8,3-16,0 %.

Нами также установлено, что минеральные удобрения оказали неоднозначное влияние на показатели качества семян озимого рапса. Так, наблюдалась тенденция повышения содержания жира и белка в семенах озимого рапса при применении минеральных (на 3,1 и 0,7 % соответственно), на их фоне органоминеральных удобрений (на 2,5-2,9 и 1,2 % соответственно) и удобрений на основе гуминовых кислот (на 3,6 и 0,7-0,8 % соответственно). В контрольном варианте было отмечено наименьшее содержание сырого жира и белка – 39,5 и 16,5 % соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот на качественные показатели маслосемян озимого рапса (среднее за 2018-2019 гг.)

Варианты	Сырой жир, %	Сырой белок, %	N, %	P ₂ O ₅ , %	K ₂ O, %
1. Контроль (без удобрений)	39,5	16,5	2,85	0,72	0,87
2. N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀ – Фон	42,6	17,2	2,97	0,79	0,93
3. Фон + Аминокат 30 %	42,4	17,7	3,06	0,80	0,92
4. Фон + Амино Пауэр Анти Стресс Микро	42,0	17,7	3,06	0,83	0,91
5. Фон + Гидрогумин	43,1	17,2	2,97	0,77	0,90
6. Фон + Agrolinija-S	43,4	17,3	2,99	0,77	0,92

Проводимые исследования на озимом рапсе позволили установить, что изучаемые удобрения не только влияют на урожайность маслосемян озимого рапса, но и на накопление в них макроэлементов. Так, в маслосеменах озимого рапса в варианте без применения удобрений были отмечены минимальные значения содержания NPK – 2,85; 0,72; 0,87 % соответственно каждому элементу питания.

Исследованиями также установлено, что азотно-фосфорно-калийные удобрения способствовали увеличению накопления NPK на 0,12; 0,07; 0,06 % соответственно. Дополнительное применение органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот изменяло несущественно данные показатели.

Для оценки экономической эффективности применения удобрений используются следующие показатели: урожайность с 1 га, прибав-

ка урожая, стоимость продукции, производственные затраты на 1 га, затраты труда на 1 га и на 1 ц, чистый доход, рентабельность.

Двухлетние данные позволили установить, что максимальный уровень рентабельности (258,4 %) среди всех изучаемых вариантов оказался в контрольном варианте, т. к. средства химизации в данном варианте не применялись, как следствие были наименьшие производственные затраты (таблица 3). Однако следует отметить, что данный подход нельзя рекомендовать для производства, т. к. без применения удобрений может произойти снижение уровня плодородия почвы и ее деградация, что впоследствии окажет негативное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур.

Таблица 3 – Экономическая эффективность применения исследуемых удобрений при возделывании озимого рапса

Показатели	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
Урожайность с 1 га, ц	20,5	28,1	34,6	33,9	32,5	33,0
Прибавка урожая, ц	-	7,6	14,1	13,4	12	12,5
Стоимость продукции, руб.	1426,8	1955,8	2408,2	2359,4	2262,0	2296,8
Производственные затраты на 1 га, руб.	398,14	996,53	1118,40	1106,31	1039,45	1040,61
Себестоимость 1 ц продукции, руб.	19,42	35,46	32,32	32,63	31,98	31,53
Чистый доход (прибыль) на 1 га, руб.	1028,66	959,27	1289,8	1253,09	1222,55	1256,19
Уровень рентабельности, %	258,4	96,3	115,3	113,3	117,6	120,7

Расчеты экономической эффективности позволили установить, что минимальный чистый доход (959,27 руб./га) и уровень рентабельности (96,3 %) возделывания озимого рапса был получен при применении только NPK удобрений.

Органоминеральные удобрения Аминокат 30 % и Амино Пауэр Анти Стресс Микро способствовали более существенному росту урожайности маслосемян озимого рапса, а также экономических показателей. Так, чистый доход увеличился на 293,82-330,53 руб./га, а уровень рентабельности – на 17,0-19,0 %.

Эффективность применения удобрений на основе гуминовых кислот было несколько ниже, чем при применении органоминеральных удобрений. Так, внекорневые подкормки Гидрогумином и Agrolinija-S позволили увеличить чистый доход на 263,28-296,92 руб./га и уровень рентабельности на 21,3-24,4 %.

Заключение. Таким образом, применение органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот оказывает положительное влияние на архитектуру растений, увеличивает агрономическую и экономическую эффективность, повышает в маслосеменах озимого рапса содержание сырого жира и сырого белка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрусевич, М. П. Продуктивность и качество озимого рапса в зависимости от влияния сроков внесения регулятора роста Экосил / М. П. Андрусевич, Ф. Ф. Седляр // Материалы конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» / XIX Международная научно-практическая конференция, Гродно, 2016. – Издательско-полиграфический отдел УО «ГГАУ». – С. 6-9.
2. Влияние органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот на показатели качества маслосемян озимого рапса / С. И. Юргель [и др.] // Материалы конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» / XXIII Международная научно-практическая конференция, Гродно: ГГАУ, 2020. – С. 207-210.
3. Влияние органоминеральных удобрений и удобрений на основе гуминовых кислот на элементы структуры урожая озимого рапса / С. И. Юргель [и др.] // Материалы конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» / XXIII Международная научно-практическая конференция, Гродно: ГГАУ, 2020. – С. 203-207.
4. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2017. – 686 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 351 с.
6. Предварительные испытания удобрений на основе гуминовых кислот гидрогумин и Agrolinija-S на посевах рапса / С. И. Юргель [и др.] // Материалы конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» / XXII Международная научно-практическая конференция, Гродно, 2019. – Издательско-полиграфический отдел УО «ГГАУ». – С. 275-276.
7. Седляр, Ф. Ф. Продуктивность и качество озимого рапса в зависимости от внесения регулятора роста Экосил / Ф. Ф. Седляр, К. В. Аминова // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». – Гродно, 2016. – Т. 32: Агрономия. – С. 159-166.
8. Система применения удобрений: учебник / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 439 с.
9. Эффективность применения новых органоминеральных удобрений в посевах озимого рапса / В. А. Телеш [и др.] // Материалы конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» / XIX Международная научно-практическая конференция, Гродно, 2016. – Издательско-полиграфический отдел УО «ГГАУ». – С. 124-126.

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ	
Аутко А. А. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ УЗКОПРОФИЛЬНЫХ ГРЯД ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СТОЛОВЫХ КОРНЕПЛОДОВ В РЕЖИМЕ ЭКОЛОГИЗИРОВАННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	3
Богданов А. З., Лужинский Д. В., Небышинец С. С. ОЦЕНКА СКОРОСПЕЛОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ КОМПАНИИ «СИНГЕНТА» ПО ФАО	12
Босак В. Н., Сачивко Т. В., Минюк О. Н., Улахович Н. В. СОДЕРЖАНИЕ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ БОБОВЫМИ ОВОЩНЫМИ КУЛЬТУРАМИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ	19
Бученков И. Э., Чернецкая А. Г., Грицкевич Е. Р. ПРОЯВЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ У ОТДАЛЕННЫХ ГИБРИДОВ RIBES L. И GROSSULARIA MILL. С РАЗЛИЧНЫМ ГЕНОМНЫМ СОСТАВОМ	27
Дашкевич М. А., Буштевич В. Н. КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ СОРТОВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО	37
Дудук А. А., Тарасенко П. Л., Шостко А. В. ВЛИЯНИЕ ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОВСА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПОСЕВА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ	45
Запрудский А. А., Пенязь Е. В. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЧВЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ В АГРОЦЕНОЗЕ КОРМОВЫХ БОБОВ В БЕЛАРУСИ	52
Зимица М. В., Брилев М. С., Гончарук В. А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА	60
Леонович И. С., Капичникова Н. Г., Будилович К. А. ВЛИЯНИЕ ВЫСОТЫ ОКУЛИРОВКИ И ПЛОТНОСТИ ПОСАДКИ НА РОСТ И ПЛОДОНОШЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ ЧЕРЕШНИ	67
Милоста Г. М., Тарасевич А. Г., Проценко Л. В. ПРОДУКТИВНОСТЬ АРОМАТИЧЕСКИХ И ГОРЬКИХ СОРТОВ ХМЕЛЯ В БЕЛАРУСИ	74
Михайлова С. К., Янкевич Р. К. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕЛЕКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ	84
Проценко Л. В., Рыжук С. М., Ляшенко Н. И., Кошицкая Н. А., Свирчевская О. В., Власенко А. С., Гринюк Т. П., Регилевич А. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА УКРАИНСКИХ ГРАНУЛ ХМЕЛЯ	92
Радовня О. С., Урбан Э. П., Радовня В. А., Капылович В. Л. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕМЕЙНО-ГРУППОВОГО ОТБОРА В СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ РЖИ НА КАЧЕСТВО	101

Сачивко Т. В., Босак В. Н. АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЭФИРНОМАСЛИЧНЫХ И ПРЯНОАРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ	112
Свиридов А. В., Коженевский О. Ч., Дудук А. А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА БИОПРОДУКТИН ПРОТИВ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО	119
Седляр Ф. Ф., Андрусевич М. П. ВЛИЯНИЕ ДОЗ ВНЕСЕНИЯ БИОСТИМУЛЯТОРА МЕГАФОЛ НА УРОЖАЙНОСТЬ МАСЛОСЕМЯН ОЗИМОЙ СУРЕПИЦЫ	127
Сергеева И. И. ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА БЕЛКА ЯЧМЕНЯ И ГОРОХА В РАЗДЕЛЬНЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ	134
Стрелкова Е. В. ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ ИНСЕКТИЦИДОМ ВЕЛИС КАК НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ	140
Шешко П. С., Таранда Н. И. ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПЛОДОВ ЯБЛОНИ	148
Юргель С. И., Лосевич Е. Б., Кислый В. В., Синевич Т. Г. ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОГО РАПСА	155

Научное издание

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО –
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Сборник научных трудов

Основан в 2003 году

Том 55

АГРОНОМИЯ

Ответственный за выпуск О. В. Вертинская
Корректор Л. Б. Иодель
Компьютерная верстка: Е. Н. Гайса

Подписано в печать 03.11.2021.
Формат 60x84/16. Бумага офсетная.
Печать Riso. Усл. печ. л. 9,65. Уч.-изд. л. 10,98.
Тираж 100 экз. Заказ 5458

Издатель и полиграфическое исполнение:

ISBN 978-985-537-179-4



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.