

Земледелие и Защита растений

№ 4 (113)
2017

Научно-практический
журнал



Н-ПАСАРАН®

ГЕРБИЦИД | для CLEARFIELD® rapca



**ОДИН ГЕРБИЦИД ВМЕСТО ЧЕТЫРЕХ,
ОДНА ОБРАБОТКА ВМЕСТО ДВУХ-ТРЕХ.**

Земледелие и Защита растений

Научно-практический журнал

№ 4 (113)
июль-август 2017 г.

Периодичность – 6 номеров в год

Издается с 1998 г.

Agriculture and plant protection
Scientific-Practical Journal

№ 4 (113)
July-August 2017

Periodicity – 6 issues per year

Published since 1998

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Ф. И. Привалов, генеральный директор *РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»*, член-корреспондент НАН Беларуси, председатель совета учредителей

СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:

В. В. Лапа, директор *РУП «Институт почвоведения и агрохимии»*, академик НАН Беларуси;

С. В. Сорока, директор *РУП «Институт защиты растений»*, кандидат с.-х. наук;

И. С. Татур, директор *РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»*, кандидат с.-х. наук;

С. А. Турко, генеральный директор *РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»*, кандидат с.-х. наук;

А. М. Криворот, и. о. директора *«Институт плодоводства»*, кандидат с.-х. наук;

А. И. Чайковский, директор *РУП «Институт овощеводства»*, кандидат с.-х. наук;

А. В. Пискун, директор *ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»*;

Л. В. Сорочинский, директор *ООО «Земледелие и защита растений»*, доктор с.-х. наук, зам. главного редактора

В НОМЕРЕ

Агротехнологии

- ✍ Булавин Л. А., Позняк Е. И., Гвоздов А. П., Хилько Н. П. Роль различных факторов в формировании урожайности и качества зерна пивоваренного ячменя 3
- ✍ Семененко Н. Н., Каранкевич Е. В., Авраменко Н. М. Агроэкономическая эффективность комплексного применения способов основной обработки, систем удобрения и предшественника в кормовом севообороте на деградированных торфяных почвах зоны Полесья 7
- ✍ Слюсар И. Т., Богатыр Л. В., Езерковский А. В. Биологическая активность торфяных почв в зависимости от способов основной обработки под посевами зерновых культур при органическом их выращивании 14

IN THE ISSUE

Agrotechnologies

- ✍ Bulavin L. A., Poznyak E. I., Gvozdov A. P., Khilko N. P. Role of different factors in malting barley grain yielding and quality
- ✍ Semenenko N. N., Karankevich E. V., Avramenko N. M. Agro-economic efficiency of main treatment, fertilizing systems and previous crop in crop rotation on degraded peat soil in Polesiye
- ✍ Slyusar I. T., Bogatyr L. V., Yezerovskiy A. V. Peat soils biological activity depending on main treatment methods in grain crops during their organic cultivation

Агрохимия

- ☞ *Синевиц Т. Г., Леонов Ф. Н.* Экономическая эффективность минеральных удобрений на дерново-подзолистых суглинистых почвах различной обеспеченности подвижными фосфатами
- ☞ *Цыганов А. Р., Полховская И. В.* Эффективность применения минеральных удобрений, Эпина и биопрепаратов при возделывании гречихи
- ☞ *Богатырева Е. Н., Серая Т. М., Бирюкова О. М., Кирдун Т. М., Белявская Ю. А.* Влияние эффлюента, отхода ила активного и регуляторов роста на урожайность и качество кукурузы при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве

Защита растений

- ☞ *Максимович Я. В., Трепашко Л. И., Немкевич М. Г.* Структура доминирования вредителей сои, возделываемой в разных агроклиматических зонах Беларуси
- ☞ *Свиридов А. В.* Эффективность применения биопестицида «Бетапротектин» против гнилей корнеплодов свеклы сахарной в производственных условиях
- ☞ *Терлецкая Н. Ф.* Мучнистая роса гороха в условиях Белорусского Полесья

Льноводство

- ☞ *Прудников В. А., Степанова Н. В.* Изменение размеров и форм индивидуальных микроструктур стебля льна-долгунца при выращивании на почве с разным уровнем кислотности

Овощеводство

- ☞ *Босак В. Н., Сачивко Т. В.* Эффективность применения минеральных удобрений и регуляторов роста при возделывании фасоли овощной
- ☞ *Степуро М. Ф., Пась П. В.* Действие уровней концентрации питательных растворов на урожайность, потребление и коэффициент использования элементов питания кочанами салата
- ☞ *Князюк О. В., Козак В. В.* Влияние сроков сева на биометрические показатели растений и урожайность лука репчатого

Плодоводство

- ☞ *Козловская З. А., Полубятко И. Г.* Оценка силы роста генотипов вишни и черешни на клоновом подвое ВСЛ-2

Селекция и семеноводство

- ☞ *Ракул И. А., Рябовол Л. О.* Изучение фенотипического проявления гомо-, гетерозиготности у подсолнечника кондитерского по генам окраски листьев и устойчивости к гербицидам группы имидазолинонов

Информация

- ☞ Амбросов Антон Лаврентьевич: благородные черты ученого и человека
- ☞ Вилор Фридманович Самерсов (к 80-летию со дня рождения)
- ☞ К 85-летию В. Н. Шлапунова
- ☞ К 60-летию юбилею П. А. Саскевича
- ☞ О монографии В. А. Прудникова

Agrochemistry

- 18 ☞ *Sinevich T. G., Leonov F. N.* Mineral fertilizers economic efficiency in soddy-podzolic loamy soils of movable phosphate different status
- 22 ☞ *Tsyganov A. R., Polkhovskaya I. V.* Epin, mineral fertilizers and biopreparations application efficiency in buckwheat cultivation
- 26 ☞ *Bogatyreva E. N., Seraya T. M., Biryukova O. M., Kirdun T. M., Belyavskaya Yu .A.* Influence of effluent, activated sludge and growth regulators on maize yielding and quality cultivating in soddy-podzolic soil

Plant protection

- 30 ☞ *Maksimovich Ya. V., Trepashko L. I., Nemkevich M. G.* Soya pests dominating system in different agro-climatic zones in Belarus
- 33 ☞ *Sviridov A. V.* "Betaprotektin" efficiency application against sugar beet root crops rots under production conditions
- 36 ☞ *Terletskaaya N. F.* Pea powdery mildew in Belarusian Polesiye

Flax cultivation

- 39 ☞ *Prudnikov V. A., Stepanova N. V.* Size and form changing of flax stem individual microstructures cultivating in soil with different acidity level

Vegetable growing

- 42 ☞ *Bosak V. N., Sachivko T. V.* Mineral fertilizers and growth regulators application efficiency in beans cultivation
- 44 ☞ *Stepuro M. F., Pas P. V.* Action of nutrient solutions levels concentration on lettuce yielding, consumption and rate of nutrition elements using
- 46 ☞ *Knyazyuk O. V., Kozak V. V.* Sowing terms effect on crops biometrical parameters and onion yielding

Fruit growing

- 48 ☞ *Kozlovskaya Z. A., Polubiatko I. G.* Estimation of cherry genotypes growth force on clonal rootstock VSL-2

Selection and seed production

- 52 ☞ *Rakul I. A., Ryabovol L. O.* Studying of homo- and heterozygosity phenotypic appearance in sunflower according to leaves colouring genes and resistance to imidazolinon group of herbicides

Information

- 55 ☞ Ambrosov Anton Lavrentyevich: noble features of scientist and person
- 56 ☞ Vilor Fridmanovich Samersov (to the 80-th anniversary of the birth)
- 57 ☞ To the 85-th anniversary of V. N. Shlapunov
- 59 ☞ To the 60-th anniversary of P. A. Saskevich
- 60 ☞ About monography of V. A. Prudnikov

Роль различных факторов в формировании урожайности и качества зерна пивоваренного ячменя

Л. А. Булавин, доктор с.-х. наук, Е. И. Позняк, А. П. Гвоздов, Н. П. Хилько, кандидаты с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 20.02.2017 г.)

В статье представлены результаты исследований по изучению влияния погодных условий и основных элементов технологии возделывания на урожайность и качество зерна пивоваренного ячменя. Проведена сравнительная оценка их долевого участия в формировании указанных выше показателей. Установлено, что при использовании рекомендованных доз азота урожайность и качество зерна пивоваренного ячменя определяются главным образом погодными условиями в период вегетации растений и сроками сева.

Введение

Пиво – это древний напиток, который начали изготавливать более 5000 лет назад. Для его производства вначале использовали проросшее зерно ячменя. Этот напиток в течение многих столетий служил средством для ежедневного утоления жажды. Позже для производства пива стали применять зерно различных крахмалосодержащих растений (пшеницу, кукурузу, тритикале, сорго, рис) [9]. Однако важнейшим компонентом в технологии производства пива остается ячменный солод. Для его получения используют около 13 % от общего объема ячменя, произведенного в мире [17].

Ячмень исторически стал «идеальным» злаком для пивоварения благодаря таким признакам, как агрохимическая пластичность растений, благоприятный биохимический состав зерна и характер его ферментов [2]. В настоящее время, в связи с повышением потребности отечественной пивоваренной промышленности в ячмене, наиболее остро встает вопрос об улучшении качества зерна этой культуры, так как использование низкокачественного сырья ведет к производству низкосортной продукции и сопровождается большим перерасходом зерна.

Результаты исследований по влиянию условий выращивания на качество зерна различных сортов пивоваренного ячменя весьма противоречивы. Основной проблемой при возделывании этой культуры является его относительно невысокая урожайность, что связано с ограничением применения азота в дозе не выше 60 кг/га д. в. для получения сырья с содержанием белка в зерне не более 11,5–12,0 %.

Уровень содержания белка в зерне является главным фактором, контролирующим выход пивоваренной продукции и её качество [18]. В настоящее время во всех странах при закупке пивоваренного ячменя предусматривается определенный стандарт по содержанию в зерне сырого белка. В Германии и Великобритании допустимый предел белка составляет 11,5 %. В Австралии с учетом повышенной континентальности климата предельное содержание белка у пивоваренного ячменя установлено на уровне 12,5 % [4], а в США – 13,5 % [20]. В соответствии с требованиями технических условий, действующими в Беларуси, оптимальное содержание белка в зерне пивоваренного ячменя не должно превышать 11,5 % при ограничительной норме не более 12 % [16], иначе осложняется переработка ячменя в солод, затягивается процесс брожения [10].

Биохимический состав зерна ячменя формируется под влиянием комплекса факторов внешней среды – уровня плодородия почвы, условий увлажнения и температурно-го режима в период вегетации растений. Наряду с этим,

Research results of the study on the effect of weather conditions and basic cultivation technology elements on yield and quality of malting barley grain are presented in the article. Comparative evaluation of their share in the formation of the above mentioned parameters was conducted. It was established that when using recommended nitrogen doses, the yield and the quality of malting barley grain were mainly determined by weather conditions during the plant vegetation period and sowing terms.

в одинаковых почвенно-климатических условиях целенаправленным использованием агротехнических приемов можно существенно изменять физические показатели зерна и его химический состав. Поэтому актуальной проблемой является оптимизация основных элементов технологии возделывания пивоваренного ячменя для конкретных условий произрастания, с учетом сортовых особенностей с целью формирования максимального урожая зерна высокого качества.

Условия и методика проведения исследований

Исследования по совершенствованию основных элементов технологии возделывания пивоваренного ячменя проводили в 1999–2016 гг. в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой и супесчаной почве со следующими агрохимическими показателями: гумус – 1,8–2,3 %, P_2O_5 – 182–260 мг/кг, K_2O – 162–300 мг/кг почвы, pH_{KCl} – 5,8–6,4. Для посева использовали семена районированных сортов. Технология возделывания пивоваренного ячменя в опытах проводилась в соответствии с отраслевыми регламентами [11, 12], за исключением изучаемых факторов. Определение содержания белка в зерне и солоде ячменя осуществляли косвенным методом на инфракрасном спектрофотометре NIRS-500. Экстрактивность солода, способность прорастания и крупность зерна определяли согласно ГОСТам [5, 6, 7].

Результаты исследований и их обсуждение

Технология возделывания пивоваренного ячменя, как известно, существенно отличается от возделывания кормового по многим агроприемам. Это связано с необходимостью получения зерна высокого качества с содержанием белка 11,5–12,0 %, экстрактивностью – 79–82 %, способностью прорастания – 90–95 %, содержанием мелкого зерна не более 5,0–7,0 %, крупностью зерна не менее 60–85 %, светло-желтого, желтого или серовато-желтого цвета [13, 14, 15].

По мнению специалистов, уровень урожайности ячменя на 65–70 % зависит от действия приемов, осуществляемых до и во время сева, и только на 30–35 % – от элементов технологии, проводимых после сева. Последние, как правило, не столько повышают урожай, сколько сохраняют заложенный его уровень [14].

Для получения высокого урожая зерна пивоваренного ячменя хорошего качества необходимо отказаться от его посева на торфяных и легких почвах, а также других почвенных разностях с pH_{KCl} ниже 5,5, так как это приводит к снижению продуктивности культуры, уменьшению крупности зерна и массы 1000 зерен при содержании белка

>12 % [13, 14]. При этом размещать пивоваренный ячмень в севообороте необходимо по предшественникам, которые создают предпосылки для формирования максимального урожая зерна с хорошими технологическими свойствами. Лучшими предшественниками для него являются пропашные культуры. Не следует возделывать пивоваренный ячмень после бобовых и зернобобовых культур, накапливающих в почве симбиотический азот, а также подсевать под него многолетние бобовые травы [12]. Размещение пивоваренного ячменя по неблагоприятным предшественникам приводит к ухудшению цвета зерна, низкой его крупности и высокому содержанию белка [3, 14].

В последнее время в Беларуси значительно возросли посевные площади озимого и ярового рапса, которые составляют около 400–450 тыс. га. Результаты исследований свидетельствуют о том, что крестоцветный предшественник может представлять несомненный интерес для возделывания пивоваренного ячменя. Так, в условиях недостаточного увлажнения 2015 г. урожайность пивоваренного ячменя сорта Бровар при возделывании после озимого рапса составила 23,9 ц/га и находилась практически на таком же уровне, как и после люпина узколистного (24,3 ц/га), который относится к наиболее благоприятным предшественникам для зерновых культур. Это свидетельствует о том, что необходимо продолжить исследования по изучению возможности возделывания пивоваренного ячменя в почвенно-климатических условиях республики после крестоцветных предшественников, уделяя повышенное внимание влиянию последних на качество зерна этой культуры.

Характер роста и развития растений на ранних этапах, а также уровень урожайности в значительной степени определяются качеством предпосевной подготовки семян [3, 8, 11, 12, 14]. В 2016 г. были проведены поисковые исследования по изучению зависимости урожайности пивоваренного ячменя от крупности семян. Семена, прошедшие послеуборочную доработку на семяочистительной линии (исходная партия), разделили по удельной плотности на сортировальном пневмостоле на мелкую, среднюю и крупную фракции. В дальнейшем, исключив мелкие семена, исходную, крупную и среднюю фракции обрабатывали протравителем Ламадор (0,2 л/т) и высевали с нормой 4,0 млн семян/га. Установлено, что в вариантах, где использовали среднюю и крупную фракции семян,

отмечалась тенденция к увеличению количества продуктивных стеблей, числа зерен в колосе, массы 1000 зерен. Прибавка урожая при этом составила соответственно 1,7 и 2,0 ц/га (5 и 5,9 %) и была достоверна лишь в варианте с крупной фракцией семян (таблица 1).

Известно, что на дерново-подзолистых почвах основным урожаеобразующим фактором является азот. На этих почвах при возделывании пивоваренного ячменя рекомендуется применять азотные удобрения в дозе не более 60 кг/га д. в. в один прием под предпосевную культивацию, а на хорошо окультуренных почвах в посевах с потенциальной урожайностью 60–80 ц/га проводится только подкормка азотными удобрениями в дозе до 20 кг/га д. в. в фазе начало трубкования [12]. В то же время исследования, проведенные в почвенно-климатических условиях республики, свидетельствуют о том, что оптимальный уровень азотного питания пивоваренного ячменя определяется не только плодородием почвы, но и погодными условиями, складывающимися в течение вегетационного периода, а также сортовыми особенностями культуры. Так, при возделывании пивоваренного ячменя сорта Талер на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с содержанием гумуса 1,8–2,1 % при преобладании неблагоприятных погодных условий во время вегетации растений урожай зерна при внесении N_{45} и N_{90} составил, в среднем за период исследований, соответственно 33,0 и 35,0 ц/га. При этом необходимо отметить, что в течение двух из трех лет более высокая доза азота обеспечивала достоверную прибавку урожая зерна, а содержание белка в нем варьировало в пределах 11,3–11,7 %. У сорта Атаман урожай зерна при дозе азота N_{45} составил в среднем 31,8 ц/га, а N_{90} – 32,4 ц/га, достоверная прибавка урожая была получена лишь в 1 год из 3-х. Содержание белка в зерне этого сорта, как правило, превышало допустимый уровень независимо от дозы азота (таблица 2).

На дерново-подзолистой супесчаной почве с содержанием гумуса 2,0–2,2 % при относительно благоприятных погодных условиях во время вегетации растений урожай зерна сортов пивоваренного ячменя Талер, Бровар, Сильфид и Ксанаду при внесении азота в дозе N_{60} составил в среднем за период исследований 52,1; 55,6; 53,9 и 50,0 ц/га, а N_{90} – 55,6; 58,6; 55,4 и 51,6 ц/га соответственно, т. е. увеличился на 6,8; 5,4; 2,8 и 3,2 %. В сложившихся погодных условиях указанная выше прибавка урожая

Таблица 1 – Влияние крупности семян пивоваренного ячменя сорта Мустанг на биометрические показатели растений и урожай зерна (2016 г.)

Фракция семян	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га
Исходная	512	20,1	42,1	34,0
Средняя	516	20,8	42,5	35,7
Крупная	527	20,3	43,0	36,0
HCP ₀₅				1,9

Таблица 2 – Влияние азотных удобрений на урожайность и качество зерна пивоваренного ячменя

Вариант	Урожайность (среднее за 3 года), ц/га	Содержание белка, %		
		1999 г.	2000 г.	2001 г.
Сорт Талер				
$N_{45}P_{60}K_{90}$	33,0	10,7	11,4	12,0
$N_{90}P_{60}K_{90}$	35,0	11,3	11,5	11,7
Сорт Атаман				
$N_{45}P_{60}K_{90}$	31,8	13,6	12,7	11,1
$N_{90}P_{60}K_{90}$	32,4	14,3	14,4	12,8
HCP ₀₅ азот	0,8–1,2			
HCP ₀₅ сорт	0,7–0,9			

зерна была практически всегда не достоверна. При этом необходимо отметить, что содержание белка в зерне изучаемых сортов даже при использовании N_{90} , как правило, отвечало требованиям, предъявляемым к пивоваренному ячменю (таблица 3).

На дерново-подзолистой суглинистой почве с невысоким содержанием гумуса (1,6–1,7 %) при возделывании пивоваренного ячменя сорта Бровар урожай зерна при использовании N_{60} составил в среднем 40 ц/га. При увеличении дозы азота до N_{90} этот показатель был равен 44,6 ц/га, т. е. увеличивался на 11,5 %. Прибавка урожая была достоверна во все годы исследований. Содержание белка при использовании N_{90} не превышало 10,8 % [1]. Следовательно, на почвах с невысоким содержанием гумуса доза азота N_{60} для пивоваренного ячменя сорта Бровар не является оптимальной.

Высокий урожай зерна с хорошими пивоваренными качествами обеспечивает сев ячменя в оптимальные сроки, т. е. при наступлении физической спелости почвы. Нарушение этих сроков приводит, как правило, к его снижению и ухудшению качества зерна [8, 13, 19]. Установлено, что в условиях центральной зоны Беларуси при севе пивоваренного ячменя через 10–30 дней после оптимального срока снижение урожайности в среднем за период исследований у сорта Бровар составило 13,0–39,2 %, а у сорта Сильфид – 12,0–44,4 % (рисунок 1).

Содержание белка в зерне изучаемых сортов пивоваренного ячменя при севе через 10–30 дней после опти-

мального срока повысилось (в относительном выражении) у сорта Бровар в среднем на 3,8–28,3 %, а у сорта Сильфид – на 0,9–26,8 %. При этом необходимо отметить, что лишь при первом и втором сроках сева содержание белка в зерне изучаемых сортов не превышало базисный уровень (11,5 %) (рисунок 2).

Важным условием для полной реализации генетического потенциала ячменя является наличие у растений здорового листового аппарата и колоса в течение всего периода вегетации. Поэтому использование фунгицидов в посевах пивоваренного ячменя должно рассматриваться как фактор повышения урожая зерна и улучшения его качества (цвет и крупность) [8]. В то же время необходимо отметить, что сорта пивоваренного ячменя различаются по реакции на применение фунгицидов. Так, при возделывании ячменя с использованием азота в дозах N_{45-90} однократное применение фунгицида Рекс Дуо, КС (0,6 л/га) не оказало существенного влияния на урожайность сорта Атаман, увеличив этот показатель в среднем на 1,6 %. У сорта Талер прибавка урожая составила 8,9 %. При двукратном использовании этого фунгицида увеличение урожайности было более существенным и составило у указанных выше сортов в среднем 7,9 и 13,9 % соответственно (рисунок 3). В вариантах с применением фунгицида содержание белка в зерне, как правило, снижалось.

Для более объективной оценки влияния отдельных элементов технологии возделывания пивоваренного ячменя на формирование урожая проведена статистиче-

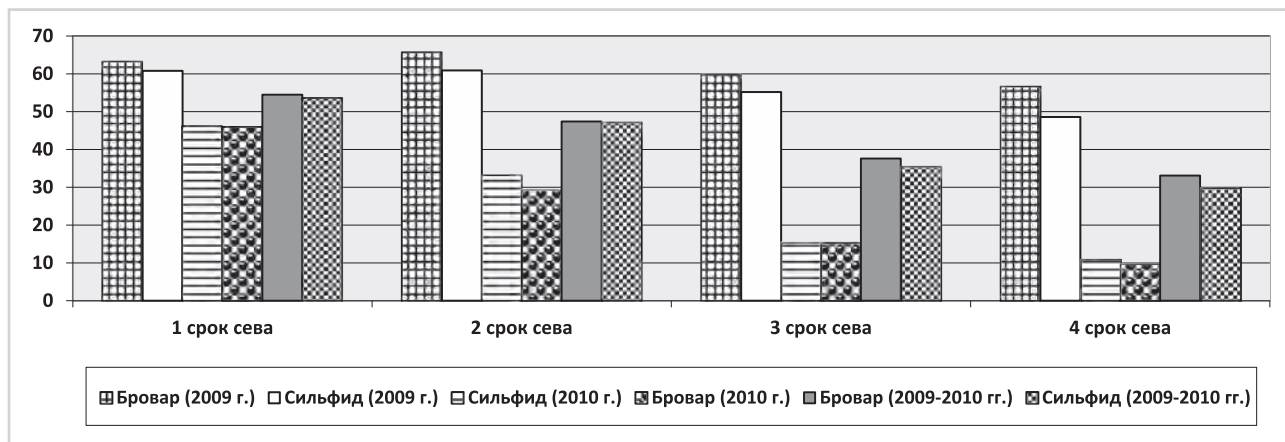


Рисунок 1 – Влияние сроков сева на урожайность сортов пивоваренного ячменя, ц/га

Таблица 3 – Влияние азотных удобрений на урожайность и качество зерна пивоваренного ячменя

Вариант	Урожайность (среднее за 3 года), ц/га	Содержание белка, %		
		2008 г.	2009 г.	2010 г.
Сорт Талер				
$N_{60}P_{80}K_{120}$	52,1	8,7	11,5	9,7
$N_{90}P_{80}K_{120}$	55,6	8,6	11,4	10,7
Сорт Бровар				
$N_{60}P_{80}K_{120}$	55,9	10,3	11,8	9,8
$N_{90}P_{80}K_{120}$	58,6	9,7	12,1	10,6
Сорт Сильфид				
$N_{60}P_{80}K_{120}$	53,9	10,4	11,3	10,1
$N_{90}P_{80}K_{120}$	55,4	9,6	11,9	11,2
Сорт Ксанаду				
$N_{60}P_{80}K_{120}$	50,0	9,0	11,4	9,8
$N_{90}P_{80}K_{120}$	51,6	9,4	10,9	10,7
НСП ₀₅ азот	1,9–6,3			
НСП ₀₅ сорт	2,1–7,3			

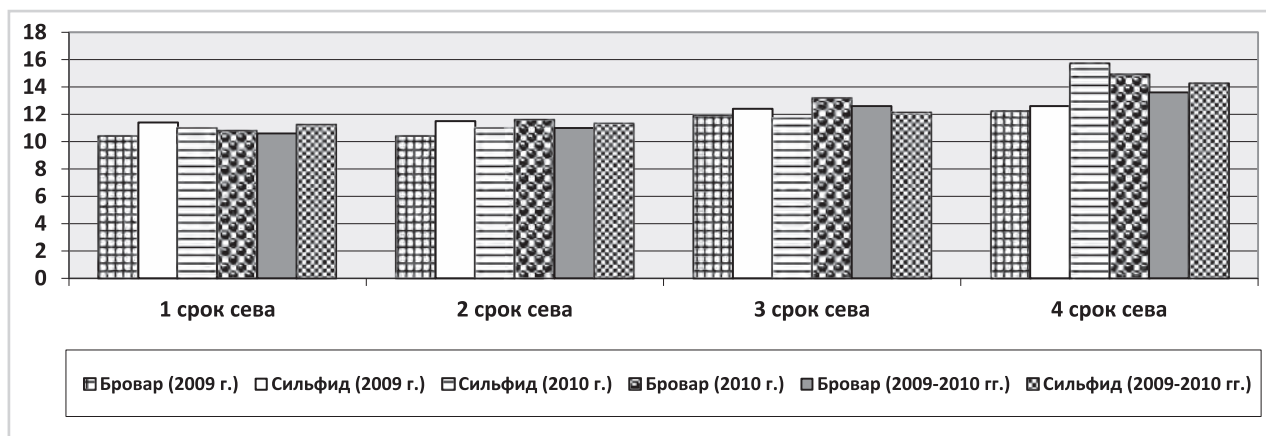


Рисунок 2 – Влияние сроков сева на содержание белка в зерне пивоваренного ячменя, %

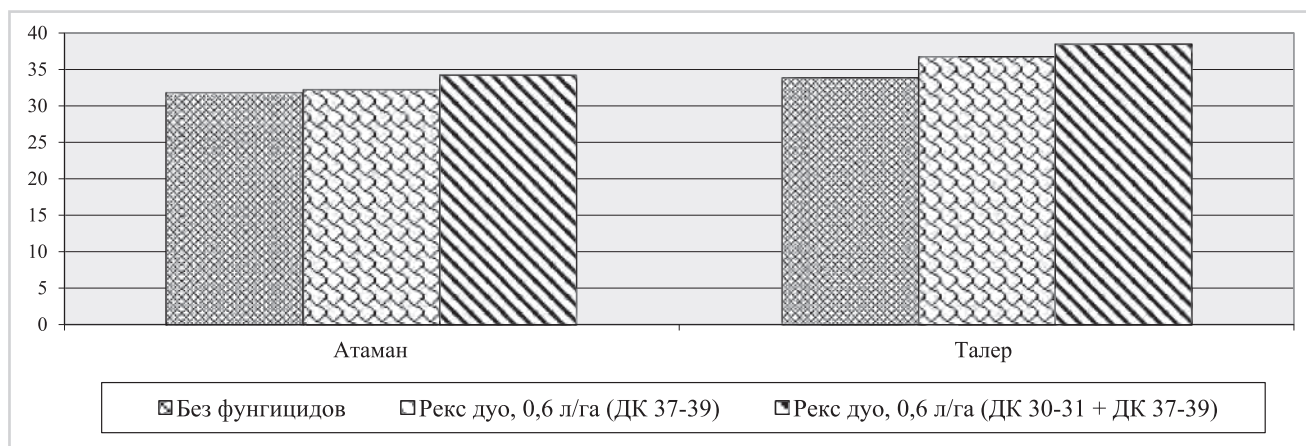


Рисунок 3 – Влияние фунгицида Рекс Дуо, КС на урожайность сортов пивоваренного ячменя (среднее по N₄₅₋₉₀), ц/га зерна

ская обработка полученных экспериментальных данных, которая показала, что важнейшим фактором, определяющим уровень урожайности изучаемых сортов, являются погодные условия во время вегетации растений. Долевое участие метеорологических факторов в изменении урожайности ячменя зависело от особенностей технологии возделывания этой культуры и составило 91,2 % при ее выращивании без применения фунгицидов и 67,2 % при их использовании. Следовательно, по мере повышения интенсивности технологии возделывания пивоваренного ячменя за счет применения фунгицидов долевое участие метеорологических факторов в изменении урожайности уменьшилось в 1,3 раза. Это имеет важное значение, т. к. позволяет стабилизировать урожайность ячменя по годам.

Доля влияния азотных удобрений в формировании урожая зерна пивоваренного ячменя в наиболее благоприятных условиях вегетации составила 21,4, а сорта – 37,0 %. В менее благоприятных условиях эти показатели были равны соответственно 50,8 и 25,4 %, а в экстремальных засушливых погодных условиях – 43,8 и 32,2 %. Это свидетельствует о том, что значение азотных удобрений при возделывании пивоваренного ячменя возрастало по мере ухудшения погодных условий в период вегетации растений, в то время как значимость сорта увеличивалась по мере улучшения метеорологических факторов.

Подобная закономерность отмечалась и по значимости сроков сева в формировании урожая зерна пивоваренного ячменя. Так, в благоприятных погодных условиях доля влияния сроков сева на урожайность этой культуры составляла 63,9 %, а сорта – 23,6 %, в то время как в экстремальных погодных условиях с ярко выраженным дефицитом влаги и повышенными среднесуточными тем-

пературами воздуха эти показатели были равны соответственно 98,8 и 0,2 %.

Доля влияния фунгицидов в формировании урожая зерна пивоваренного ячменя при интенсивном развитии болезней составила 36,7 %, а сорта – 27,0 %. При умеренном развитии болезней долевое участие фунгицидов в изменении урожайности составило только 9,2 %, а сорта – 38,1 %.

Элементы технологии возделывания пивоваренного ячменя влияют не только на формирование урожайности, но и на показатели качества зерна. Так, доля влияния погодных условий в период вегетации на содержание белка в зерне составила 67,5 %, азотных удобрений – 6,2 % и сорта – 5,6 %. Для показателя экстрактивности солода эти показатели составили соответственно 36,3; 4,9; 13,4 %, крупности зерна – 42,7; 18,9 и 3,7 %, способности прорастания – 26,3; 16,4 и 0,1 %. Доля влияния сроков сева на содержание белка в зерне составила 63,9 %.

Выводы

1. Оптимальный уровень азотного питания пивоваренного ячменя определяется плодородием почвы, погодными условиями и сортовыми особенностями этой культуры. Для отдельных сортов (Талер, Бровар) при возделывании на почвах с невысоким содержанием гумуса целесообразно использовать азот в дозе N₉₀.

2. Долевое участие погодных условий в период вегетации растений в формировании урожая зерна пивоваренного ячменя в зависимости от особенностей технологии возделывания изменялось в пределах 67,2–91,2 %, а сроков сева в зависимости от складывающихся метеорологических факторов – 63,9–98,8 %. Доля влияния азотных

удобрений на урожайность этой культуры в зависимости от погодных условий и особенностей технологии возделывания составила 21,4–50,8 %, сорта – 0,2–38,1 %, фунгицида – 9,2–36,7 %.

3. По влиянию на содержание белка в зерне пивоваренного ячменя долевое участие изучаемых факторов располагается в убывающей последовательности погодные условия (67,5 %), сроки сева (63,9 %), азотные удобрения (6,2 %), сорт (5,6 %).

Литература

1. Вильдфлуш, И. Р. Влияние макро- и микроудобрений, регуляторов роста и биопрепарата ризобактерин на урожайность и качество пивоваренного ячменя / И. Р. Вильдфлуш, О. И. Мишура, И. В. Глатанкова // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – №2(53). – С. 161–170.
2. Горпинченко, Т. В. Качество ячменя для пивоварения / Т. В. Горпинченко, З. Ф. Аниканова // Пиво и напитки. – 2002. – №1. – С. 18–22.
3. Гриб, С. И. Ячменному полю – интенсивные сорта / С. И. Гриб. – Минск: Ураджай, 1992. – 158 с.
4. Емельяненко, Б. М. Влияние условий выращивания на продуктивность и технологические свойства пивоваренных сортов ячменя интенсивного типа в условиях лесостепной зоны Центрально-Черноземного района РСФСР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Б. М. Емельяненко; Курская Гос. с.-х. опытная станция. – Курск, 1990. – 19 с.
5. Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержание мелких зерен и крупности; содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой; содержания металломагнитной примеси: ГОСТ 30483-97. – Введ. 10.06.1998. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1998. – 18 с.
6. Зерно. Методы определения экстрактивности ячменя: ГОСТ 12136-77 – Переизд. 12.10. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 4 с.
7. Зерно. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания: ГОСТ 10968-88. – Введ. 01.07.88. – Москва: Государственный комитет СССР по стандартам, 1988. – 3 с.
8. Кадыров, А. М. Возделывание пивоваренного ячменя в Беларуси / А. М. Кадыров. – Минск: УП «Орех», 2005. – 56 с.
9. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце. – СПб.: Из-во «Профессия», 2001. – 912 с.
10. Неттевич, Э. Д. Выращивание пивоваренного ячменя / Э. Д. Неттевич, З. Ф. Аниканова, Л. М. Романова – М.: Колос, 1981. – 207 с.
11. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / Ин. аграр. экономики НАН Беларуси; В. Г. Гусаков (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2005. – 460 с.
12. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых и крупяных культур: сборник отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; под ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск, 2012. – 288 с.
13. Сенченко, В. Г. Возделывание пивоваренного ячменя в Республике Беларусь: Аналит. обзор / В. Г. Сенченко. – 2-ое изд., доп. – Минск: Белорусский научный институт внедрения новых форм хозяйствования в АПК, 2004. – 44 с.
14. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. мат. / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; под ред. Ф. И. Привалова [и др.] – Минск, 2007. – 448 с.
15. Ячмень пивоваренный. Технические условия: ГОСТ 5060–86. – Введ. 01.07.88. – Москва: СТАНДАРТИНФОРМ: Госстандарт, 2010. – 16 с.
16. Ячмень пивоваренный. Технические условия: ТУ ВУ 190239501.773–2010. – Введ. 01.07.10. – Минск: Технические условия: Государственный комитет по стандартизации РБ, 2010. – 9 с.
17. Ячмень, солод, пиво (учебное пособие) Malt_web.pdf.
18. Трофимовская, А. Я. Ячмень / А. Я. Трофимовская. – Л.: Колос, 1972. – 295 с.
19. Jablonski, B. Reakcja jeczmidnia jarego na termin siewu / B. Jablonski, D. Parylak // Zesz. Problemow Postepow Nauk Rolniczych. – 1984. – Z. 305. – S. 221–225.
20. Rehm, H. Binding of beta-bungarotoxin to synaptic membrane fractions of chick brain / H. Rehm, H. Betz // J. Biol. Chem. – 1982. – Vol. 257, № 17. – P. 10015–10022.

УДК 631.452:631.582

Агроэкономическая эффективность комплексного применения способов основной обработки, систем удобрения и предшественника в кормовом севообороте на деградированных торфяных почвах зоны Полесья

Н. Н. Семененко¹, доктор с.-х. наук, Е. В. Каранкевич², Н. М. Авраменко³, кандидаты с.-х. наук

¹Институт почвоведения и агрохимии

²Институт мелиорации

³Полесская опытная станция мелиоративного земледелия и луговодства

(Дата поступления статьи в редакцию 25.02.2017 г.)

Изложенные в статье результаты исследований показывают, что на фоне зяблевой вспашки или поверхностного消毒ования кормовой севооборот, включающий возделывание основных и промежуточных культур на зеленый корм, обеспечивает примерно равный по способам обработки деградированных торфяных почв среднегодовой выход кормовых единиц 11,3–12,1 т/га с высоким содержанием переваримого протеина и обменной энергии. Наиболее высокий выход кормовых единиц (12,1 т/га/год) получен при применении сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений в комплексе с применением микроэлементов (цинк, медь) и Экосила.

Использование кулисной культуры редьки масличной в качестве сидерата обеспечивает высокую продуктивность кормового севооборота (11,5 т/га/год к. ед.) в сравнении с базовой технологией, повышение прибыли на 163 \$/га и снижение себестоимости произведенной продукции на 27 %, сводит до минимума потери ОВ почвы.

Введение

Одной из наиболее актуальных экологических и экономических проблем зоны Полесья, причиной, сдержи-

Results of researches show that on the background of autumn ploughing or surface disking of the fodder crop rotation including the cultivation of basic and intermediate crops for green forage, provides roughly equal in processing methods degraded peat soils, the average annual output of feed units 11,3–12,1 t/ha with a high content of digestible protein and metabolizable energy. Apply balanced on the removal with the harvest doses of fertilizer ensures an increase their cover compared to the basic fertilizer system by 27 %. Use the blind culture of oilseed radish in the form of green manure improves productivity of fodder crop rotation (11,5 t/ha f. u.), in comparison with the basic technology is increasing profits for 163 \$/ha and a reduction of cost of goods manufactured on 27 %, minimizes the loss organic matter of the soil.

вающей его устойчивое развитие, является деградация агроторфяных почв, площади которых составляют около 700 тыс. га [1]. После осушения и в процессе сельскохозяй-

зыйственного использования агроторфяные почвы подвергаются дефляции и минерализации органического вещества (ОВ). Это приводит к его потере, трансформации агроторфяных почв в другие стадии эволюции (торфяно-минеральные, минеральные остаточные торфяные, постторфяные) и снижению их плодородия. В зависимости от условий величина общих потерь ОВ колеблется в пределах от 2 до 15 т/га и более за год. Наиболее высокие потери ОВ наблюдаются при возделывании на таких почвах пропашных культур, проведении вспашки и применении повышенных доз минеральных, особенно азотных удобрений [2–7]. Поэтому для сохранения плодородия агроторфяных почв рекомендуется на них больше сеять многолетних трав, в основном злаковых, вносить органические удобрения в дозах 50–60 т/га, заменять вспашку на обработку почвы без оборота пласта [3, 7–13]. Однако в зоне Полесья, которая отличается развитым животноводством, значительные площади агроторфяных почв разных стадий эволюции интенсивно используются под кормовые культуры, и выполнить предлагаемые рекомендации нереально. С целью укрепления кормовой базы животноводства на этих почвах в структуре посевных площадей зерновые фактически занимают до 50 % и кукуруза, как ведущая кормовая культура, около 30 %, основной способ осенней обработки почвы – зяблевая вспашка, органические удобрения применяются, как правило, на полях, расположенных около животноводческих комплексов. Также установлено, что разработанная ранее для агроторфяных почв «базовая» система применения удобрений, предусматривающая возмещение выноса фосфора и калия с планируемым урожаем и дополнительное внесение их для повышения плодородия почв, применение усредненных по полям доз азотных удобрений, не учитывает особенностей агроторфяных почв разных стадий эволюции и нуждается в совершенствовании [4, 11–13].

В технологиях возделывания основных сельскохозяйственных культур севооборота важнейшее значение имеет подбор предшественника, способа основной обработки почвы и системы применения удобрений. В результате проведенных нами ранее исследований на торфяно-минеральных почвах установлено [14], что одним из лучших предшественников основных культур севооборота являются промежуточные с использованием зеленой массы на корм и заделкой в почву пожнивно-корневых остатков. Однако использование и такого предшественника под пропашные культуры на этих почвах не исключает проведение зяблевой вспашки, внесение органических удобрений, интенсивную дефляцию и минерализацию ОВ в течение длительного периода вегетации, что приводит к снижению их плодородия. Поэтому в последние годы в ряде стран (Англия, Германия, США и др.) в качестве предшественника кукурузы, сахарной свеклы и сои используют кулисные посевы промежуточных культур.

Считаем [4, 15], что снизить потери ОВ агроторфяных почв, затраты на зяблевую вспашку и применение органических удобрений, химических средств защиты растений, повысить продуктивность культур севооборота и поступление ОВ в почву возможно за счет использования в качестве предшественника сидерата в виде кулисной культуры более зрелых растений семейства капустных, например, редьки масличной. В фитомассе таких растений больше накапливается лигнина, полифенолов с соотношением С : N 20–25 и более, из которых образуются гумусовые вещества. Такой предшественник укрывает поверхность почвы в течение 6–7 месяцев в осенне-зимний период, что предотвращает дефляцию и сводит до минимума потери ОВ, снижает засоренность посевов (фото). При этом исключается такой энергоемкий прием агротехнологий, как зяблевая вспашка, улучшается водный

режим, снижается миграция элементов минерального питания.

Для повышения производительной способности и устойчивости к деградации агроторфяных почв Полесья, продления срока их эффективного функционирования, необходима разработка альтернативных почвозащитных, экономически и экологически обоснованных систем земледелия на них. Такие разработки должны включать почвозащитные севообороты, насыщенные промежуточными культурами, экологически безопасные энергосберегающие системы обработки почвы и комплексное применение макро- и микроудобрений, биологически активных веществ на основе новых методических решений. Однако подобные рекомендации для зоны Полесья неизвестны.

Цель исследований – установить наиболее эффективные экономически и экологически обоснованные сочетания предшественника, способов основной обработки и систем применения удобрений, обеспечивающих высокую продуктивность культур кормового севооборота и сохранение плодородия деградированных торфяных почв.

Объекты и методы исследований

Экспериментальные полевые исследования проводили в 2010–2014 гг. на землях Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства. Почвы торфяно-минеральные, подстилаемые песком с глубины 35–45 см. Агрохимическая характеристика почвы (A_n) опытного поля: содержание органического вещества – 20–22 %; рН в KCl – 5,7–5,9; доступные растениям соединения (в 0,2 М уксусной кислоте): азот – 98 (низкое); P_2O_5 – 87 (низкое); K_2O – 513 (среднее) кг/га в слое 0–20 см. Подвижные формы (в 0,2 М HCl) P_2O_5 – 376 (среднее) и K_2O – 399 (среднее), ZnO – 8,1 (низкое) и CuO – 5,8 (среднее) мг/кг почвы. Опыт заложен в двух полях, повторение вариантов – четырехкратное, площадь делянки – 24 м².

Исследования проводили в кормовом севообороте со следующим чередованием культур: однолетние травы (пелюшко-овсяная смесь, поукосно редька масличная) – кукуруза на зеленую массу – ячмень на зерно – озимый рапс на маслосемена и пожнивно пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм на двух фонах последствия редьки масличной и трех способах обработки почвы.

1. Базовый вариант технологии: пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм, поукосно – редька масличная на зеленый корм, пожнивно-корневые остатки заделываются под зяблевую вспашку на глубину 20–22 см под кукурузу, ячмень и озимый рапс.

2. Ресурсосберегающий: пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм, поукосно – редька масличная на зеленый корм, пожнивно-корневые остатки заделываются дискато-



Состояние поверхности почвы под кулисной культурой в конце марта

ром на глубину 10–12 см под кукурузу, ячмень и озимый рапс.

3. Почвозащитный: пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм, поукосно – редька масличная как сидерат в качестве кулисной культуры, осенняя обработка почвы не проводится. Посевы растений редьки масличной, оставленные в зиму в качестве кулисной культуры, за зимний период отмирают. Весной при созревании почвы они заделываются в почву дискатором на глубину 10–12 см. При этом растительные остатки кулисной культуры продолжают сохранять почвозащитную функцию в виде мульчи после сева кукурузы. Под ячмень и озимый рапс соответственно после уборки кукурузы и ячменя проводится поверхностная обработка почвы дискатором на глубину 10–12 см.

На фоне приведенных вариантов предшественников и способов основной обработки почвы под культуры севооборота исследовались различные системы удобрения (таблица 1).

Исследования проводили с кукурузой гибрид Алмаз, норма высева – 110 тыс. всхожих семян, ширина междурядий – 70 см, планируемая урожайность – 600 ц/га зеленой массы (СВ 25 %). Яровой ячмень сорт Атаман, норма высева – 4 млн всхожих семян, планируемая урожайность – 50 ц/га. Озимый рапс сорт Зорны, норма высева – 1 млн всхожих семян, планируемая урожайность – 45 ц/га маслосемян. В соответствии с базовой технологией без внесения органических удобрений расчетные дозы минеральных составили под кукурузу $N_{180}P_{135}K_{240}$, ячмень – $N_{120}P_{90}K_{140}$ и озимый рапс – $N_{165}P_{120}K_{160}$.

Формы удобрений: основное внесение – мочевины, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий. В подкормку растений кукурузы и ячменя применяли мочевины, а под озимый рапс – сернокислый аммоний. В варианте 4 в подкормку внесены микроэлементы в хелатной форме в смеси с биологически активным веществом Экосил – 100 мл/га, гуматы – 2 л/га, ретардант Терпал – 1,5 л/га. Расход рабочей жидкости – 200 л/га.

Агротехника возделывания кукурузы, ячменя и озимого рапса в опыте – в целом рекомендованная в зоне Полесья [16, 17].

Погодные условия вегетационных периодов в годы проведения исследований были контрастными и оказали различное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Мониторинг водного режима почвы на опытном участке показал, что в 2011 г. только в течение июня уровень залегания грунтовых вод был на уровне 118–129 см, что ниже оптимального. В другие месяцы уровень залегания грунтовых вод колебался в пределах 82–103 см, что близко к оптимальному. Весь период вегетации среднесуточная температура воздуха была на 0,5–2,4 °С выше нормы. В целом погодные условия 2011 г. считаются хорошими для формирования высокого урожая зеленой массы кукурузы и однолетних трав. В 2012 г. погода была контрастной: чередование прохладной и дождливой с жаркой и сухой. Обилие осадков и низкой температуры пришлось на первую половину вегетации кукурузы, что для этой культуры нежелательно. В первой декаде июня выпали осадки, в этот период отмечалась прохладная погода с ночными заморозками до

Таблица 1 – Схема распределения удобрений по культурам звена севооборота

Вариант системы удобрения основных культур*	Культуры				Внесено удобрений NPK, кг/га	
	однолетние травы*	кукуруза на силос	ячмень	озимый** рапс	всего за звено севооборота	среднее за год
1. Основные культуры без удобрений (общий фон – $N_{161}P_{99}K_{150}$)	$N_{115}P_{50}K_{75}$	–	–	$N_{46}P_{49}K_{75}$	$N_{161}P_{99}K_{150}$	$N_{41}P_{24}K_{38}$
2. Базовая: доза азота рассчитывается на возмещение выноса, P_2O_5 – 150 и K_2O – 130 % к выносу	$N_{115}P_{50}K_{75}$	$N_{180}P_{135}K_{240}$	$N_{120}P_{90}K_{140}$	$N_{165}P_{120}K_{160} + N_{46}P_{49}K_{75}$	$N_{626}P_{444}K_{690}$	$N_{157}P_{111}K_{173}$
3. Доза азота определяется по выносу и корректируется с учетом содержания N мин. в почве, P_2O_5 и K_2O – 110 % к выносу	$N_{115}P_{50}K_{75}$	$N_{135}P_{90}K_{180}$	$N_{90}P_{70}K_{120}$	$N_{135}P_{90}K_{120} + N_{46}P_{49}K_{75}$	$N_{521}P_{349}K_{570}$	$N_{130}P_{87}K_{143}$
4. Вариант 3 + микроэлементы, регуляторы роста (PP)	$N_{115}P_{50}K_{75}$	$N_{135}P_{90}K_{180}, Zn, \text{Экосил}$	$N_{90}P_{70}K_{120}Cu, \text{Экосил}, PP$	$N_{135}P_{90}K_{120}Cu, B, \text{Экосил} + N_{46}P_{49}K_{75}$	$N_{521}P_{349}K_{570}M\text{Э}, PP, \text{Экосил}$	$N_{130}P_{87}K_{143}$
5. Вариант 3 – МДУ	$N_{115}P_{50}K_{75}$	$N_{135}P_{90}K_{180}$	$N_{90}P_{70}K_{120}$	$N_{135}P_{90}K_{120} \text{Элегум} B, \text{гуматы} + N_{46}P_{49}K_{75}$	$N_{521}P_{349}K_{570} \text{элегум} B, \text{гуматы}$	$N_{130}P_{87}K_{143}$

Примечание – *Системы удобрения:

1. Без удобрений. Для выравнивания плодородия почвы опытного участка доза удобрений применялась одного уровня под однолетние травы (две культуры) – $N_{115}P_{50}K_{75}$ (пелюшка + овес – $N_{45}P_{50}K_{75}$; поукосно редька масличная – N_{70}).
2. Базовая. Доза азота рассчитана на возмещение выноса, а фосфора – 150 и калия – 130 % к выносу (на возмещение выноса элементов с урожаем и дополнительно на повышение плодородия почвы).
3. Компенсация выноса РК на 110 %, доза азота определяется по выносу с урожаем и корректируется с учетом содержания минерального азота в почве.
4. Вариант 3 + микроэлементы, БАВ, ретарданты.
5. Медленноразлагающиеся удобрения марки $N_5P_{16}K_{35}$ с добавкой азотных удобрений, бора и цинка.

**После уборки озимого рапса пожнивно высеяна пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм, внесено общим фоном $N_{46}P_{49}K_{75}$.

–7,2 °С, которые привели к повреждению растений и торможению роста кукурузы. Однако благоприятные погодные условия роста и развития в июле и особенно в августе способствовали интенсивному вегетативному росту, цветению, оплодотворению и формированию початков кукурузы. Уровень грунтовых вод в первой половине вегетации был близким к оптимальному (92–112 см), а в период июль–сентябрь – ниже оптимального (120–150 см). В то же время в опыте на исследуемых почвах получен и в этом году достаточно высокий урожай зеленой массы кукурузы. Это указывает с одной стороны на пригодность деградированных торфяных почв для возделывания кукурузы в экстремальных погодных условиях, а с другой высокие адаптационные свойства этой культуры к таким условиям.

Неблагоприятные для роста и развития ячменя погодные условия вегетационных периодов 2012 г. и особенно 2013 г. оказали негативное влияние на формирование урожая этой культуры. В 2012 г. в первый период вегетации растений в 3-ей декаде мая – начале июня отмечалось наличие низких температур, которые привели к торможению роста ячменя. В июне 2013 г. гидрологический режим в зоне Полесья был крайне неблагоприятным для формирования урожая зерновых культур. Посевы этих культур на отдельных полях были залиты водой, обильно росли сорняки, особенно куриное просо в посевах ячменя. Во второй половине июня и июль температура воздуха превышала среднюю многолетнюю, часто достигая +30 °С и более. Это способствовало ускоренному созреванию растений, получению щуплого зерна и интенсивному росту сорной растительности, особенно куриного проса. Поэтому, несмотря на соблюдение технологии возделывания, урожайность ячменя в опыте получена ниже, чем в предыдущей пятилетке при более благоприятных погодных условиях.

При возделывании озимого рапса погодные условия различались по годам исследований и были контрастными по этапам органогенеза растений, что повлияло на формирование урожая. В апреле–мае 2013 г. погода была сырая и холодная. Температура почвы в апреле в среднем составила –2 °С, достигая в отдельные ночи до –7...–13 °С. В первой декаде мая и 3-ей декаде июня на почве были заморозки до –5 °С. В мае–июне гидрологический режим был неблагоприятным для формирования урожая озимого рапса. Посевы этой культуры были угнетены от избытка влаги. В то же время во второй половине июня и в июле температура воздуха превышала среднюю многолетнюю, часто достигая +30 °С и более. Это способствовало ускоренному созреванию растений, получению щуплых семян и интенсивному росту сорной растительности. В условиях же 2014 г. в апреле, июне и июле отмечался недостаток осадков и влаги в почве, наличие высокой температуры в июне привело к преждевременному усыханию стручков и растений рапса и снижению ожидаемой урожайности.

Содержание органического вещества в почве определяли методом озоления пробы, кислотность – в 1 М КСl; содержание фракций азота, фосфора и калия – по разработанным автором статьи методам [18, 19], подвижных форм фосфора и калия – в 0,2 М НСl вытяжке по методу Кирсанова [20]. Для расчета выхода кормовых единиц и обменной энергии с урожаем использованы нормативы, приведенные в справочнике [21], а протеина – результаты собственных исследований с использованием метода ЦИНАО [22].

Результаты исследований и их обсуждение

Влияние комплексного применения агротехнологических приемов на продуктивность культур севооборота. В таблице 2 представлены результаты полевых

и лабораторных исследований по оценке эффективности комплексного действия систем удобрения на фоне зяблевой вспашки, поверхностного дискования и сидерата в виде кулисной культуры на продуктивность кормового севооборота. Установлено, что средняя урожайность однолетних трав составила: зеленой массы пелюшко-овсяной смеси – 35,4 и редьки масличной – 64,9 т/га. Урожайность пожнивно высеванной (после уборки озимого рапса) пелюшко-овсяной смеси на зеленый корм составила 29,5 т/га, которая также учтена при расчетах продуктивности в целом культур севооборота.

На фоне последовательных удобрений, внесенных под однолетние травы, и пожнивно корневых остатков редьки масличной, урожай зеленой массы кукурузы при зяблевой вспашке и поверхностном дисковании различается несущественно и колеблется в пределах 36,7–38,0 т/га. Дополнительное внесение минеральных удобрений в дозах $N_{180}P_{135}K_{240}$, рассчитанных на вынос элементов питания с урожаем и повышение плодородия почвы (базовый вариант 2), обеспечило увеличение урожайности до 50,1–51,1 т/га, то есть на 14,4 т/га при вспашке и 12,1 т/га при дисковании. Применение более низких доз удобрений ($N_{135}P_{90}K_{180}$), рассчитанных на вынос с урожаем и поправкой дозы азота с учетом содержания его в почве (вариант 3), повысило урожайность кукурузы в сравнении с вариантом без удобрения на 11,8 т/га зеленой массы при вспашке и 13,3 т/га – при дисковании. Таким образом, в среднем по двум способам обработки почвы по исследуемым вариантам систем удобрения (2 и 3) получена примерно равная прибавка урожая зеленой массы кукурузы (13,1 и 12,7 т/га соответственно). Более высокая урожайность (56,9–56,3 т/га зеленой массы) получена на фоне вспашки и дискования при комплексном применении сбалансированных по выносу доз макро- и микроудобрений и биологически активных веществ (вариант 4).

Из приведенных в таблице 2 данных также видно, что урожай зерна ячменя как в варианте без удобрения, так и в других вариантах исследуемых систем удобрения из-за неблагоприятных погодных условий сформировался ниже, чем был получен в предыдущей пятилетке (4,5–5,0 т/га и более). Применение повышенных доз НРК (вариант 2) в целом не имеет преимуществ по урожайности перед системой удобрения, рассчитанной на вынос с планируемой урожайностью (вариант 3). Более высокая урожайность ячменя получена в вариантах с внесением средних доз удобрений в комплексе с микроэлементами, регулятором роста и биологически активными веществами на фоне дискования – 4,14 т/га, что на 0,33 т/га больше, чем по фону вспашки. Считаем, что на повышение урожайности положительное влияние оказал более благоприятный водный режим при осеннем дисковании почвы. В условиях 2012 г. урожайность ячменя в этом варианте внесения удобрений была более высокой и достигала 4,83 т/га.

Уровень урожайности озимого рапса на семена в среднем за два года в варианте системы удобрения, предусматривающей внесение повышенных доз (вариант 2), также не имеет преимуществ перед вариантом доз удобрений, сбалансированных по выносу с планируемой урожайностью (вариант 3). Более высокая урожайность озимого рапса на фоне разных способов обработки почвы получена в варианте (4) с внесением сбалансированных доз удобрений в комплексе с микроэлементами и биологически активными веществами, которая составила 4,14–4,19 т/га. В условиях 2013 г., более благоприятном для вегетации озимого рапса, урожайность в этом варианте внесения удобрений достигла 4,8 т/га. В 2014 г. озимый рапс был убран уже в начале июля, так как при высокой температуре воздуха стручки быстро высохли и начинали растрескиваться, что приводило к потере семян.

Таблица 2 – Влияние комплекса агробиотехнологических приемов на продуктивность культур кормового севооборота

Система удобрения (NPK кг/год)	Урожайность, т/га основной продукции				Среднее за год по севообороту*			Переваримый протеин, г/к. ед.
	однолетние травы, зел. масса (сумма)	кукуруза, (30 % СМ)	ячмень, зерно	озимый рапс, семена	к. ед, т/га	обменная энергия, ГДж/га	переваримый протеин, ц/га	
Зяблевая вспашка, последствие пожнивно-корневых остатков (базовый вариант технологии)								
1. Без удобрений (фон – N ₄₁ P ₂₄ K ₃₈)	100,3	36,7	2,63	2,72	9,5	91,3	13,7	144
2. N ₁₅₇ P ₁₁₁ K ₁₇₃	100,3	51,1	3,77	3,85	11,6	109,2	15,9	137
3. N ₁₃₀ P ₈₇ K ₁₄₃	100,3	48,5	3,75	3,93	11,3	107,5	15,7	139
4. Вариант 3 + МЭ, БАВ, РР	100,3	56,9	3,77	4,14	12,1	114,0	16,4	136
Дискование (10–12 см), последствие пожнивно-корневых остатков								
1. Без удобрений (фон – N ₄₁ P ₂₄ K ₃₈)	100,3	38,0	2,93	2,70	9,7	92,7	13,9	164
2. N ₁₅₇ P ₁₁₁ K ₁₇₃	100,3	50,1	3,85	3,75	11,3	108,1	15,5	137
3. N ₁₃₀ P ₈₇ K ₁₄₃	100,3	51,3	3,96	3,94	11,5	109,7	16,2	141
4. Вариант 3 + МЭ, БАВ, РР	100,3	56,3	4,10	4,19	12,0	114,4	16,2	135
Дискование (10–12 см), последствие сидерата в виде кулисной культуры редьки масличной								
1. Без удобрений (фон – N ₄₁ P ₂₄ K ₃₈)	35,4	56,9	3,01	2,72	9,0	90,5	10,1	112
2. N ₁₅₇ P ₁₁₁ K ₁₇₃	35,4	66,6	4,05	4,0	10,7	105,3	12,4	116
3. N ₁₃₀ P ₈₇ K ₁₄₃	35,4	69,9	4,17	4,19	11,0	108,6	12,3	112
4. Вариант 3 + МЭ, БАВ, РР	35,4	74,1	4,16	4,59	11,5	112,7	13,3	116
5. Вариант 3 –МДУ	35,4	77,4	4,03	4,51	11,7	113,4	13,0	111

Примечание – *С учетом продуктивности (29,5 т/га зеленой массы) пелюшко-овсяной смеси, пожнивно высеянной после озимого рапса.

Особого внимания заслуживает эффективность последствия сидерата в виде кулисной культуры. Использование в качестве предшественника кулисной культуры редьки масличной обеспечило в варианте без удобрений повышение в сравнении с базовым вариантом технологии (зяблевая вспашка, последствие пожнивно-корневых остатков) урожайности кукурузы на 20,2 т/га зеленой массы. При дополнительном внесении удобрений на фоне последствия сидерата достигнута урожайность 66,6–77,4 т/га. В сравнении с фоном 1 урожайность в аналогичных вариантах применения удобрений повысилась на 30–44 %. Внесение повышенных доз удобрений (вариант 2) в сравнении с вариантом 3 по действию на урожайность преимуществ не имело. Наиболее высокая урожайность кукурузы (74,1 т/га зеленой массы) получена при комплексном применении сбалансированных по выносу элементов питания с урожаем доз макро- и микроудобрений и биологически активных веществ. Также высокая урожайность кукурузы на фоне кулисной культуры получена при внесении медленнодействующей формы удобрения марки N₅P₁₆K₃₅ с добавкой азотных удобрений, бора и цинка, которая составила 77,4 т/га зеленой массы.

Представленные результаты исследований также свидетельствуют, что урожай зерна ячменя как в варианте без удобрения, так и при других исследуемых системах удобрения на фоне последствия кулисной культуры сформировался выше на 0,26–0,42 т/га в сравнении с базовым вариантом технологии, достигнув уровня 4,03–

4,17 т/га. Применение повышенных доз NPK (вариант 2) не имеет преимуществ по урожайности перед вариантом доз удобрений, рассчитанных на вынос с планируемой урожайностью (вариант 3). При более благоприятных погодных условиях 2012 г. урожайность ячменя в этом варианте внесения удобрений достигла 5,0 т/га.

Последствие сидерата в виде кулисной культуры проявилось и в посевах третьей культуры – на озимом рапсе. При этом уровень урожайности семян рапса в среднем за два года при системе удобрений, предусматривающей внесение повышенных доз удобрений (вариант 2), не имел преимуществ перед вариантом (3), в котором дозы сбалансированы по выносу с планируемой урожайностью. Более высокий урожай семян рапса получен в вариантах с внесением сбалансированных доз удобрений в комплексе с микроэлементами, регулятором роста и биологически активными веществами, который составлял 4,51–4,59 т/га. Прибавка урожая от последствия кулисной культуры в вариантах с внесением удобрений колебалась от 0,15 до 0,45 т/га. Более высокая прибавка получена в вариантах с комплексным применением макро- и микроудобрений и биологически активных веществ.

Таким образом, предшественник в виде кулисной культуры редьки масличной оказал положительное влияние на рост урожайности последующих основных культур севооборота в течение трех лет. Установлено, что за счет последствия кулисной культуры максимальный прирост урожайности составил: зеленой массы кукуру-

зы – 21,4 т/га; зерна ячменя 0,42 и семян озимого рапса – 0,45 т/га.

Важной характеристикой продуктивности кормовых севооборотов является выход кормовых единиц, обменной энергии и переваримого протеина с единицы площади. Из представленных в таблице 2 результатов оценки влияния различных способов обработки почвы, предшественников и систем применения удобрений на продуктивность культур кормового севооборота видно, что в среднем за севооборот выход кормовых единиц в вариантах с применением удобрений на фоне вспашки и поверхностного дискования почвы достиг уровня 11,3–12,1 т/га. При этом в среднем по двум способам обработки почвы применение повышенных доз (вариант 2) не имеет преимуществ перед внесением сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений (вариант 3). Наиболее высокий выход кормовых единиц получен при внесении сбалансированных по выносу доз удобрений в комплексе с применением микроэлементов (цинк, медь) и Экосила (вариант 4), который составил 12,0–12,1 т/га, что на 12–13 % выше фона.

Установлено, что при возделывании исследуемых культур в кормовом севообороте на торфяно-минеральных почвах на фоне внесения удобрений выход обменной энергии в среднем за 4 года достиг уровня 107,0–114,4 ГДж/га. Отмечается более высокий выход обменной энергии (114,4 ГДж/га) и прибавки к фону 12 % при внесении сбалансированных по выносу с урожаем доз минеральных удобрений в комплексе с микроэлементами цинком и медью и Экосилом (вариант 4). Возделывание кормовых культур с применением удобрений обеспечило выход переваримого протеина на уровне 15,5–16,4 ц/га. При этом, как и по кормовым единицам, наиболее высокие уровни выхода переваримого протеина получены при внесении сбалансированных по выносу с планируемой урожайностью доз удобрений в комплексе с микроэлементами цинком и медью и Экосилом, которые составляют 16,2–16,4 ц/га. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином при изучаемых системах удобрения колебалась в пределах 135–141 г/к. ед. В зависимости от способов основной обработки почвы обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином изменялась несущественно.

Приведенные в таблице 2 результаты исследований указывают, что среднегодовая продуктивность культур севооборота, возделываемых на фоне сидерата (без учета урожая зеленой массы редьки масличной), по выходу кормовых единиц и обменной энергии находится примерно на одном уровне с продуктивностью базового варианта технологии. Различия по выходу кормовых единиц и обменной энергии по вариантам систем удобрения и предшественников находятся в пределах 2–5 %. Только по выходу переваримого протеина базовый вариант предшественника из-за высокого содержания азота в зеленой массе редьки масличной, используемой на корм, превосходит выход переваримого протеина культур севооборота на фоне последствия кулисной культуры (сидерата). Однако и по этому предшественнику обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином в среднем составила 112–116 г/к. ед., что выше физиологической нормы.

Применение медленнодействующих форм по продуктивности культур кормового севооборота в целом не имеет преимуществ в сравнении с вариантом системы комплексного применения обычных форм минеральных удобрений, микроэлементов, ретарданта и биологически активных веществ.

Таким образом, на фоне зяблевой вспашки или поверхностного дискования кормовой севооборот, включающий возделывание промежуточных и основных культур, обеспечивал среднегодовой выход кормовых единиц 11,3–12,1 т/га с содержанием переваримого про-

теина 135–141 г/к. ед. и до 114 ГДж/га обменной энергии. Использование сидерата в виде кулисной культуры редьки масличной при сбалансированной системе применения удобрений обеспечивал в целом аналогичную приведенной выше продуктивность кормового севооборота (11,5 т/га). Однако ресурсосберегающая и природоохранная функция такого варианта использования торфяно-минеральной почвы имеет несомненные преимущества.

Экономическая эффективность использования комплекса агротехнологических приемов в кормовом севообороте. При разработке технологий возделывания культур кормового севооборота на антропогенно-преобразованных торфяных почвах наряду с агрономической важное значение имеет и оценка экономической и экологической целесообразности проведения тех или иных приемов. Экономическая эффективность исследуемых приемов при возделывании культур рассчитывалась исходя из условия, что полученные кормовые единицы с гектара с однолетними травами и кукурузой используются на корм скоту и производство молока. В затратах на его производство на корма относится 55 %. Стоимость зерна и маслосемян рапса определялась исходя из действующих закупочных цен. Затраты на выращивание культур и реализационная цена на молоко изменялись в ценах 2016 г.

Приведенные в таблице 3 результаты исследований показывают, что в целом по исследуемым вариантам технологий возделывания кормовых культур получена достаточно высокая прибыль, которая колеблется в пределах 428–599 \$/га. Наиболее высокий уровень прибыли (599 \$/га) получен при возделывании культур севооборота по технологии, включающей: использование посевов редьки масличной в качестве кулисной культуры, отсутствие осенней обработки почвы под кукурузу, а под другие культуры проводится дискование на глубину 10–12 см; система применения удобрений с дробным внесением дозы азота, рассчитанной на возмещение выноса с урожаем и скорректированной с учетом содержания $N_{\text{мин}}$ в почве, доза P_2O_5 и K_2O составляет 110 % к выносу + микроэлементы, ретарданты и БАВ. При такой технологии возделывания культур достигается высокий, практически равный с базовой, уровень выхода кормовых единиц (11,5 и 11,6 т/га в год соответственно) при снижении себестоимости производства кормов на 27 % (39 против 53 \$/т к. ед.).

При оценке почвозащитной технологии необходимо особо отметить её экологическую направленность снижение до минимума потерь почвы с дефляцией, минимизацию потерь ОВ за счет минерализации, улучшение водного режима и биологической активности почвы, сохранение плодородия, снижение засоренности посевов, а значит и снижение затрат на применение химических средств защиты растений [15] и др. При средних минимальных ежегодных потерях торфа около 3 т/га и стоимости 1 т равной 50 \$/т реальная прибыль от внедрения такой почвозащитной технологии возделывания культур на антропогенно-преобразованных торфяных почвах будет как минимум на 150 \$/га выше приведенной в таблице 3. Положительной стороной этой технологии возделывания культур в севообороте является возможность её использования на удаленных полях.

Выводы

1. Кормовой севооборот, включающий возделывание промежуточных культур на зеленый корм, на фоне применения удобрений обеспечивает близкую продуктивность по зяблевой вспашке и поверхностному дискованию деградированной почвы. В зависимости от применяемых систем удобрения среднегодовой выход кормовых единиц по обоим способам обработки почвы колеблется в преде-

Таблица 3 – Экономическая эффективность возделывания культур в кормовом севообороте

Система удобрения (NPK кг/га/ год)	Выход кормовых единиц, т/га	Стоимость продукции	Общие затраты	Условная прибыль	Себестоимость 1 т к. ед., \$
Зяблевая вспашка, последствие пожнивно-корневых остатков (базовый вариант технологии)					
1. N ₁₅₇ P ₁₁₁ K ₁₇₃	11,6	1054	618	436	53
2. N ₁₃₀ P ₈₇ K ₁₄₃	11,3	1028	556	472	49
3. Вариант 2 + МЭ, ретарданты, Экосил	12,1	1101	567	534	47
Дискование (10–12 см), последствие пожнивно-корневых остатков					
1. N ₁₅₇ P ₁₁₁ K ₁₇₃	11,3	1028	600	428	53
2. N ₁₃₀ P ₈₇ K ₁₄₃	11,5	1047	534	513	46
3. Вариант 2 + МЭ, ретарданты, Экосил	12,0	1092	546	546	45
Дискование (10–12 см), последствие сидерата в виде кулисной культуры редьки масличной					
1. N ₁₅₇ P ₁₁₁ K ₁₇₃	10,7	974	506	468	47
2. N ₁₃₀ P ₈₇ K ₁₄₃	11,0	1001	442	559	40
3. Вариант 2 + МЭ, ретарданты, Экосил	11,5	1047	448	599	39

лах 11,3–12,1 т/га с содержанием переваримого протеина 135–141 г/к. ед. и до 114 ГДж/га обменной энергии.

2. В среднем по двум способам обработки почвы применение повышенных доз базовой системы удобрения не имеет преимуществ перед внесением сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений. Наиболее высокий выход кормовых единиц (12,0–12,1 т/га) получен на фоне зяблевой вспашки и поверхностного дискования почвы при внесении сбалансированных доз удобрений в комплексе с применением микроэлементов (цинк, медь) и Экосила.

3. Использование сидерата в виде кулисной культуры редьки масличной и применение сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений в комплексе с микроэлементами и регуляторами роста обеспечивает в целом аналогичную приведенной выше продуктивность кормового севооборота (11,5 т/га/год к. ед.). Однако ресурсосберегающая и природоохранная функция такой технологии использования торфяно-минеральной почвы имеет несомненные преимущества. Сидерат в виде кулисной культуры по своему действию на продуктивность культур севооборота эквивалентен внесению около 45 т/га навоза, исключает необходимость проведения зяблевой вспашки почвы под кукурузу, сводит до минимума потери ОВ почвы, улучшается её водный режим и фитосанитарное состояние посева, обеспечивает в сравнении с базовой технологией повышение прибыли на 163 \$/га и снижение себестоимости произведенной продукции на 27 %.

4. Возделывание промежуточных в качестве кулисной культуры и внесение дифференцированных доз минеральных удобрений, определяемых на планируемую урожайность с учетом результатов новых методов почвенной диагностики, применение в подкормку микроэлементов и биологически активных веществ может служить основой почвозащитной ресурсосберегающей технологии возделывания сельскохозяйственных культур в кормовых севооборотах на дерготорфяных почвах Полесья.

Литература

1. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: прак. пособие / Под ред. Г. И. Кузнецова, Н. И. Смеяна. Мн.: Оргстрой, 2001. – 432 с.
2. Бамбалов, Н. Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения / Н. Н. Бамбалов; АН БССР, Ин-т торфа; под ред. А. В. Тишковича. – Минск: Наука и техника, 1984. – 176 с.
3. Жилко, В. В. Почвозащитные севообороты на дефляционных землях Белорусского Полесья / В. В. Жилко, Н. Н. Цыбулька, А. Ф. Черныш //

Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных земель: мат. конф. – Минск, 2000. – С. 202.

4. Семенов, Н. Н. Торфяно-болотные почвы Полесья: их трансформация и пути эффективного использования / Н. Н. Семенов. – Минск: Беларус. навука, 2015. – 282 с.
5. Скоропанов, С. Г. Эволюция торфяных почв / С. Г. Скоропанов, Н. Н. Бамбалов, П. Ф. Тиво // Охрана с.-х. угодий и окружающая среда. – Мн.: 1984. – С. 193–210.
6. Черныш, А. Ф. Дефляция почв в Беларуси / А. Ф. Черныш, Ю. А. Чижиков // Природные ресурсы. – 2005. – №3. – С. 38–50.
7. Черныш, А. Ф. Влияние почвозащитных обработок на дефляцию торфяно-болотных почв и продуктивность / А. Ф. Черныш, А. В. Юхновец // Повышение эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель. – Минск, 2005. – С. 432–434.
8. Мееровский, А. С. Проблемы использования и сохранения торфяных почв / А. С. Мееровский, В. П. Трибис // Новости науки и технологий. – 2012. – № 4 (23). – С. 3–9.
9. Национальный доклад о состоянии, использовании и охране земельных ресурсов (по сост. на 1 янв. 2011 г.) / Гос. ком. по имуществу Респ. Беларусь; под ред. Г. И. Кузнецова. – Минск: РУП «БелНИЦзем», 2011. – 184 с.
10. Программа мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв в Республике Беларусь на 2011–2015 гг. / В. Г. Гусаков [и др.]; под ред. В. Г. Гусакова. – НАН Беларуси, МСХП РБ, Госкомимущества, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – 106 с.
11. Лапа, В. В. Оптимальные дозы удобрений под сельскохозяйственные культуры: рекомендации / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2002. – 24 с.
12. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапа. – Минск: Беларус. навука, 2007. – 390 с.
13. Система применения органических и минеральных макро- и микроудобрений в севооборотах: рекомендации / В. В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 56 с.
14. Семенов, Н. Н. Продуктивность антропогенно-преобразованных торфяных почв Полесья в зависимости от предшественника основных культур и типов севооборотов / Н. Н. Семенов, П. П. Крот // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 6. – С. 19–25.
15. Семенов, Н. Н. Ресурсосберегающая почвозащитная технология возделывания кукурузы на зеленую массу на дерготорфяных почвах Полесья / Н. Н. Семенов, Е. В. Каранкевич // Земледелие и защита растений. – 2014. – № 6(97). – С. 10–13.
16. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси / Ф. И. Привалов [и др.]. – Мн.: ИВЦ Минфина. – 2007. – 448 с.
17. Адаптивная система комплексного применения удобрений и других средств интенсификации возделывания зерновых культур на антропогенно-преобразованных торфяных почвах (методические рекомендации) / Н. Н. Семенов [и др.]; РУП "Институт мелиорации", РУП "Институт защиты растений". – Минск, 2010. – 60 с.
18. Семенов, Н. Н. Методы определения содержания доступных растениям соединений азота, фосфора и калия в деградированных торфяных почвах / Н. Н. Семенов, В. А. Журавлев. – Мн., 2005. – 24 с.
19. Семенов, Н. Н. Агрохимические методы исследования состава соединений азота, фосфора и калия в торфяных почвах / Н. Н. Семенов. – Минск: Беларус. навука, 2013. – 78 с.
20. Определение подвижных форм фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО / ГОСТ 26207-84. – М., 1984. – 6 с.
21. Справочник нормативных трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства. – Минск: Бел. наука, 2006. – 709 с.
22. Руководство по анализу кормов. – М.: Колос, 1982. – 56 с.

Биологическая активность торфяных почв в зависимости от способов основной обработки под посевами зерновых культур при органическом их выращивании

И. Т. Слюсар, доктор с.-х. наук, Л. В. Богатыр, кандидат с.-х. наук,
А. В. Езерковский, научный сотрудник

Национальный научный центр «Институт земледелия НААН», Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 04.02.2017 г.)

На основании анализа полученных экспериментальных данных приведены результаты оценки влияния способов основной обработки на биологическую активность осушаемых торфяных почв Левобережной Лесостепи Украины. Установлено, что для сохранения плодородия и предотвращения деградации торфо-глеевых почв следует применять плантажную вспашку на 55 см и вносить органические удобрения (гумат калия + микроэлементы) при выращивании ржи озимой и гречихи. При этих технологических операциях урожайность ржи озимой составляла 4,77 и гречихи 3,13 т/га. Разложение льняного полотна при плантажной вспашке было на 17 % ниже, чем при дисковании на 8–10 см и вспашке на 25–27 см.

Введение

Негативным экологическим явлением на осушаемых землях является интенсивная сработка торфяников и деградация других видов почв гумидной зоны [1]. Одним из основных факторов регулирования микробиологической деятельности почв является основная обработка, которая непосредственно воздействует на физические и водные свойства почвы, влияет на характер и направление биологических процессов, регулирует синтез и деградацию органического вещества в ней.

Многими исследователями установлено, что внесение удобрений вызывает изменение состава микроорганизмов и влияет на минерализацию органического вещества, выявлено положительное действие фосфорных и калийных удобрений ($P_{60}K_{120}$) на жизнедеятельность микроорганизмов и интенсивность разложения органического вещества по сравнению с участками без внесения минеральных удобрений [2, 3].

Природоохранные мероприятия, обеспечивающие повышение плодородия осушаемых почв, должны обеспечивать высокий экономический эффект, поэтому изучение различных способов основной обработки осушаемых торфо-глеевых почв имеет важное значение не только для повышения плодородия почвы, но и для улучшения экологического состояния осушаемых территорий.

Регулирование процессов минерализации органо-генных почв возможно способом смешивания торфа с ценной для питания растений минеральной породой. Наиболее целесообразным и экологически безопасным является проведение на неглубоких торфяниках плантажной вспашки при оптимальном соотношении подстилающей породы с торфяным слоем [4, 5].

Условия и методика проведения исследований

Исследования проводили в 2013–2015 гг. в стационарном опыте, заложенном на осушаемых карбонатных торфо-глеевых почвах осушаемой поймы реки Супий на Панфильской опытной станции ННЦ «Институт земледелия НААН» (Яготинский район Киевской области). Для повышения плодородия неглубокого торфяника обогащали его минеральным подпочвенным компонентом (припахивание торфа), подстилающей минеральной породой на 8–10 см и 16–18 см плантажной вспашкой соответственно на 55 см и 65 см.

Results of the influence between ways of main cultivation on biological activity drained peat soils forest-steppe of Ukraine. It was found that to preserve fertility and prevent degradation of peat-gley soils should be applied plantage plowing to 55 cm and bring organic fertilizer (potassium humate + minerals) for growing winter rye and buckwheat. During these process steps the yield of winter rye was 4,77 and buckwheat 3,13 t/ha. Decomposition linen at plantage plowing was 17 % lower than in the disking at 8–10 cm and 25–27 cm plowing.

Торфяная почва опытного участка (мощностью 0,5–55 см) хорошо минерализованная, зольностью 60–65 %; содержание $CaCO_3$ – 20 %, валового азота – 1,5–1,7 %, фосфора – 1,0 %, калия – 0,15 %, почвенный раствор пахотного слоя составляет $pH_{\text{водной вытяжки}} = 7,4$. По ботаническому составу торф осоково-гипново-тростникового происхождения. Подстилающей минеральной породой является оглееный легкий суглинок.

Исследования включали четыре способа обработки: плантажная вспашка на 65 см (припахивание торфяника минеральной породой на 16–18 см), плантажная вспашка на 55 см (припахивание 8–10 см), дискование на 8–10 см; вспашка на 25–27 см в трехкратном повторении. Каждый участок по обработке почвы делили на пять участков с разными удобрениями: без удобрений, гумисол, гумифилд, гумат калия + микроэлементы и $N_{45}P_{45}K_{120}$. Минеральные удобрения вносили однократно весной, органические удобрения – путем некорневой подкормки двукратно.

Гумисол – это жидкое органическое удобрение, полученное из биогумуса путем его переработки калифорнийским червяком по технологии, защищенной патентами Украины. Содержит гуминовые вещества, образующие хелатные соединения с рядом элементов, аминокислоты, витамины, природные фитогормоны, макро- и микроэлементы, агрономически полезную микрофлору.

Гумифилд – гуминовые кислоты из осажденных слоев мягкого бурого угля «Леонардит». В нем гуминовые кислоты находятся в высокой концентрации. Леонардит является органическим веществом, которое не достигло состояния угля (болото → торф → уголь) и отличается от мягкого бурого угля высокой степенью окисления, высоким содержанием гуминовых кислот и высших карбоксильных групп.

Гумат калия с микроэлементами является экстрактом сапропеля (природные органо-минеральные коллоидальные образования), обогащенного микро- и макроэлементами. Химический состав: гуминовые кислоты – 76 г/л, фульвовые кислоты – 6,9 г/л, азот – 100 г/л, фосфор – 50 г/л, калий – 120 г/л, кремний – 24 г/л, сера – 14 г/л, магний – 0,9 г/л, марганец – 0,9 г/л, медь – 0,6 г/л, кобальт – 0,3 г/л, молибден – 0,4 г/л, бор – 0,8 г/л.

Закладку опыта и его проведение осуществляли по методике В. А. Ушкаренко [8]. Уровни грунтовых вод замеряли в течение теплого периода вегетации через каж-

дые пять дней в водомерных колодцах в каждом варианте обработки почвы (апрель–октябрь). В условиях снижения или повышения уровня залегания грунтовых вод за пределы оптимальных показателей проводили спуск или подачу воды по каналам.

Биологическую активность почвы определяли методом аппликации льняной ткани, которую закладывали на глубину 0–10 и 10–30 см, по количественным показателям интенсивности ее разложения за месяц экспозиции. Дыхание почвы определяли по выделению CO₂ методом абсорбции по В. И. Штатнову [6, 7].

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты наблюдений за биологической активностью торфа свидетельствуют о том, что интенсивность прохождения микробиологических процессов под посевами ржи озимой и гречихи существенно зависит от способов основной обработки почвы и удобрения, а также меняет свою интенсивность в зависимости от погодных условий.

Проведенные исследования на протяжении 2013–2015 гг. показали, что они существенно отличались по температурному режиму и влагообеспеченности, которые значительно влияли на интенсивность микробиологической деятельности. В 2013 г. в весенний период (апрель–май) при выпадении около месячной нормы осадков – 28–42,3 мм уровень грунтовых вод составлял 66–87 см от поверхности почвы. Такие условия способствовали довольно медленному прохождению биологических процессов: разложение льняного полотна составляло 10–28 % в посевах ржи озимой и в посевах гречихи 28–56 %. В

2014 г. при атмосферных осадках 85 мм выше нормы и уровне грунтовых вод 53–68 см разложение целлюлозы снижалось в посевах гречихи на 3–5 % по сравнению с 2013 г. В апреле 2015 г. осадков выпало на 13 мм меньше нормы, май характеризовался несколько повышенными температурными показателями (больше на 1,9 °С от среднегодовых показателей), а атмосферных осадков выпало на 23 мм больше нормы. При этом грунтовые воды залегали на уровне 67–75 см от поверхности почвы. При этих условиях разложение льняного полотна было на уровне 13–42 % в посевах ржи озимой и 14–46 % – в посевах гречихи (таблица).

В летние месяцы 2013 г., в период интенсивного роста гречихи и в фазе налива зерна ржи озимой, при выпадении 61 мм осадков в июне и только 29 мм в июле, при уровнях грунтовых вод 112–156 см от поверхности почвы микробиологические процессы усиливались на 10–22 % по сравнению с весенним периодом. В летние месяцы 2014 г. наблюдали недостаток атмосферных осадков, когда выпало их меньше нормы на 30–47 мм, при этом уровни грунтовых вод находились на глубине 98–138 см от поверхности почвы. В этих условиях интенсивность разложения целлюлозы была на достаточно высоком уровне – 27–66 %.

Осенью 2013–2015 гг. в посевах ржи озимой в период всходов и наступления фазы кущения в условиях различного количества выпадения атмосферных осадков микробиологическая активность снижалась до 4–37 % по сравнению с летним периодом. Очевидно, это было связано с замедлением метаболических процессов микроорганизмов в связи с ухудшением условий их жизнедеятельности.

Интенсивность разложения льняного полотна под посевами ржи озимой и гречихи

Основная обработка	Удобрение	Интенсивность разложения, %														
		озимая рожь									гречиха					
		2013 г.			2014 г.			2015 г.			2013 г.		2014 г.		2015 г.	
		апрель	июнь	сентябрь	апрель	июнь	сентябрь	апрель	июнь	сентябрь	май	август	май	август	май	август
Дискование на 8–10 см	без удобрений	12	30	14	14	30	16	30	24	19	38	49	34	48	24	50
	гумисол	14	28	16	18	32	18	34	27	21	40	51	37	50	26	52
	гумифилд	13	30	11	14	34	13	36	22	16	35	46	32	45	21	47
	гумат + микроэлементы	15	32	16	15	30	18	33	25	21	40	51	36	50	26	52
	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₂₀	25	44	28	20	38	30	40	48	36	55	66	50	65	41	67
Вспашка на 25–27 см	без удобрений	15	32	12	25	36	14	35	25	17	36	47	33	46	22	48
	гумисол	20	34	14	32	35	16	35	30	19	38	49	35	48	24	50
	гумифилд	28	30	16	30	38	18	38	30	21	40	51	37	50	26	52
	гумат + микроэлементы	20	35	18	24	30	20	36	34	23	42	53	39	52	28	54
	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₂₀	28	50	32	37	48	34	42	50	37	56	67	53	66	46	68
Плантажная вспашка 55 см	без удобрений	10	26	4	18	25	6	16	20	9	28	39	25	38	14	40
	гумисол	14	28	6	21	26	8	13	23	11	30	41	27	40	16	42
	гумифилд	15	26	6	24	22	8	10	20	11	30	41	27	40	16	42
	гумат + микроэлементы	14	30	9	23	27	11	16	22	14	33	43	30	43	19	45
	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₂₀	18	38	16	25	36	18	22	34	21	40	50	37	50	26	52
Плантажная вспашка на 65 см	без удобрений	10	24	6	20	30	8	14	20	11	30	41	27	40	16	42
	гумисол	16	26	8	24	25	10	16	22	13	32	43	29	42	18	44
	гумифилд	14	29	9	26	28	11	18	22	14	33	44	30	43	19	45
	гумат + микроэлементы	14	25	11	23	27	13	18	26	16	35	45	32	45	21	47
	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₂₀	20	32	20	29	33	22	24	38	25	44	55	39	54	30	56
НСР ₀₅		2	2	3	1	4	5	2	2	4	2	2	2	5	2	5

сти. Прежде всего это касается снижения среднесуточных температур, аэрации почвы, повышения влажности корнеобитаемого слоя почвы.

Существенное влияние на прохождение биологических процессов в почве под посевами ржи озимой и гречихи имело проведение основной обработки почвы и внесение минеральных удобрений, которые способствовали повышению разложения льняного полотна больше чем в 1,5–2 раза. Выявлено, что наиболее интенсивное разложение льняного полотна в посевах исследуемых культур наблюдали на органогенной почве при внесении

$N_{45}P_{45}K_{120}$ и при применении поверхностной обработки и вспашки на 25–27 см – 28–68 %. Выращивание ржи озимой и гречихи по последствию плантажной вспашки на глубину 55 см с припахиванием к торфу подстилающей минеральной породы 8–10 см способствовало снижению интенсивности разложения льняного полотна до 16–52 %. При применении органических препаратов получили незначительное повышение разложения льняного полотна по сравнению с участками без их внесения.

Исследованиями также установлено, что разложение целлюлозы усиливается на 18 % при выращивании гречи-

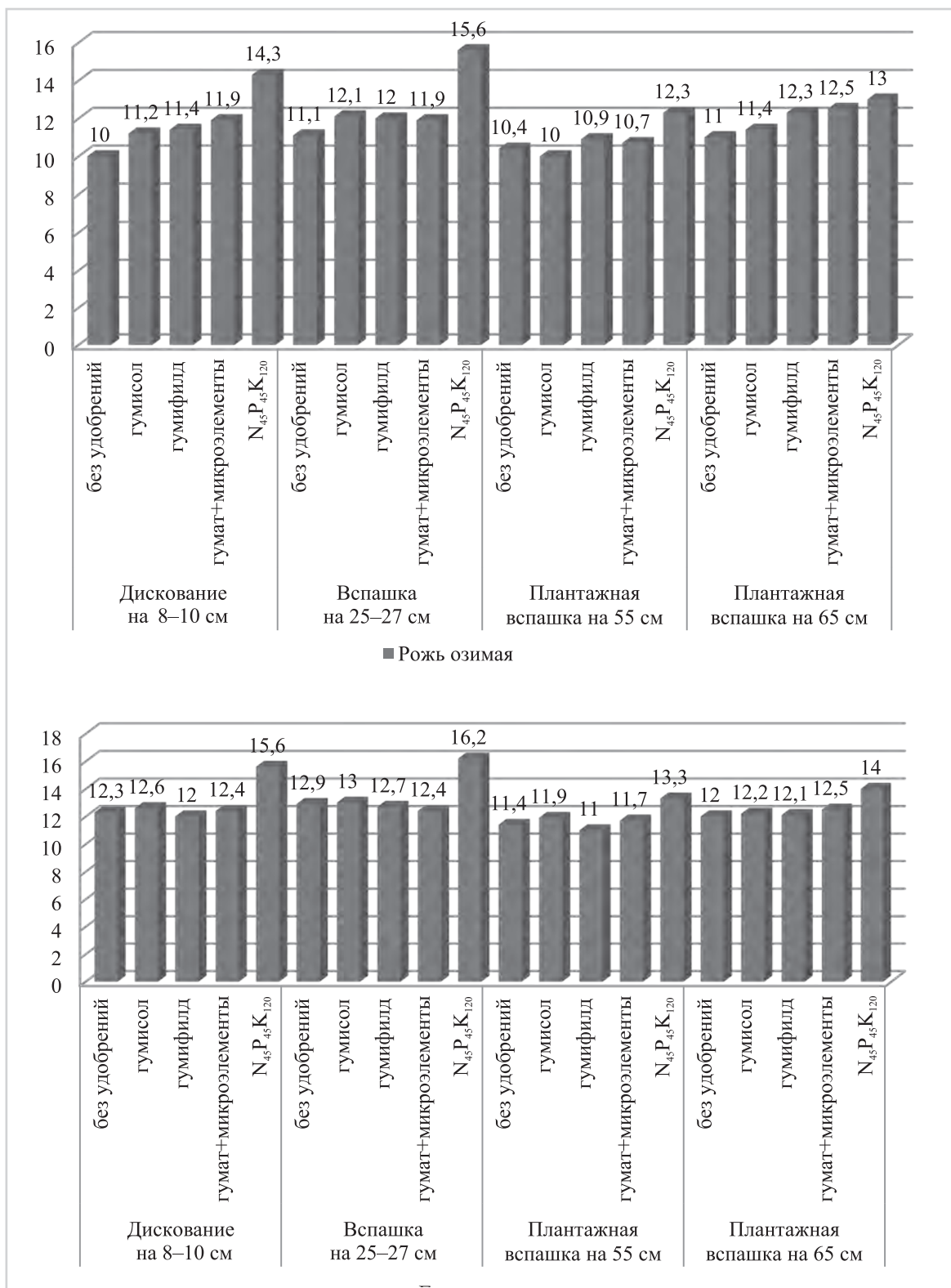


Рисунок 1 – Выделение CO₂ из почвы, кг/га за 1 час (среднее, 2013–2015 гг.)

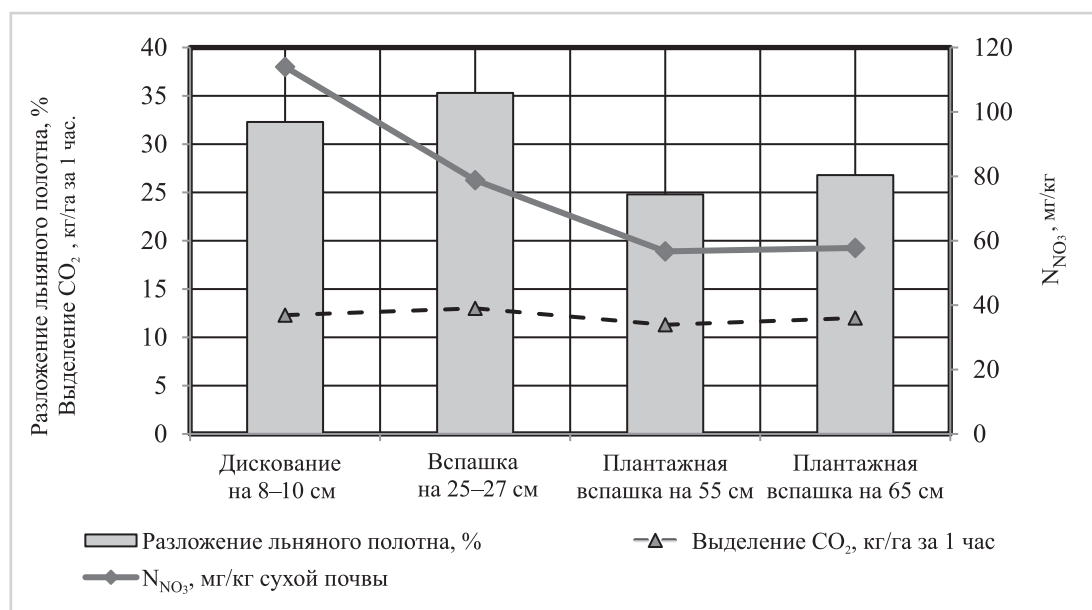


Рисунок 2 – Влияние основной обработки на минерализационные процессы торфяника (среднее, 2013–2015 гг.)

хи по сравнению с участками, где выращивали рожь озимую, что обусловлено технологическими особенностями выращивания исследуемых культур.

Интегральным показателем биологической активности почвы является интенсивность выделения углекислого газа, которая указывает на «дыхание» почвы и тем самым показывает процесс минерализации органического вещества. Интенсивность выделения CO₂ коррелируется с показателями разложения целлюлозы [9, 10].

В результате исследований выявлено, что под посевами ржи озимой и гречихи показатель выделения CO₂ был на уровне 10,0–16,2 кг/га за 1 час. При применении вспашки на 25–27 см получили несколько большие показатели выделения углекислого газа – 11,1–16,2 кг/га за 1 час, при использовании последствия плантажной вспашки на 55 см, как основной обработки, получили на 13 % ниже показатели выделения CO₂ из почвы, что связано с затуханием минерализационных процессов. При внесении N₄₅P₄₅K₁₂₀ выделение CO₂ усиливалось на 20 % по сравнению с участками без внесения удобрений (рисунок 1).

Сопоставляя полученные данные по выделению CO₂ из почвы с показателями питательного режима, можно отметить, что между ними существует тесная взаимосвязь, а именно, количество подвижного азота в почве зависит от интенсивности минерализации органического вещества. Последняя в свою очередь в основном зависела от биологической активности: чем больше биологическая активность почвы, тем больше минерализуется органического вещества и появляются доступные для растений минеральные формы азотных соединений, и наоборот.

Так, при дисковании на 8–10 см получили разложение льняного полотна на высоком уровне – 32,3 %, выделение CO₂ из почвы составляло 12,3 кг/га за 1 час, и, как следствие, накопление нитратного азота было 114 мг/кг сухой почвы в среднем за период вегетации ржи озимой и гречихи. В вариантах с последствием плантажной вспашки наблюдали затухание процессов разрушения целлюлозы до 25 %, и выделение углекислого газа было на уровне 11,5 кг/га за 1 час, что обуславливало снижение накопления нитратного азота до 57 мг/кг сухой почвы (рисунок 2).

Выводы

Большое значение в регулировании биологической активности торфяной почвы принадлежит способу основ-

ной обработки. Так, по дискованию на 8–10 см и вспашке на 25–27 см наблюдали более высокие показатели разложения льняного полотна (11–68 %), а при выращивании исследуемых культур на участках с последствием плантажной вспашки получили снижение этого показателя на 17 % соответственно. За вегетационный период исследуемых культур было отмечено, что с повышением температуры воздуха и опусканием уровня грунтовых вод в летние месяцы степень разрушения целлюлозы достигала максимальных показателей, к концу вегетации наблюдали затухание минерализационных процессов. Также достаточно интенсивно проходил процесс минерализации, где вносили минеральные удобрения, по сравнению с участками без удобрений и с внесением органических удобрений.

Для сохранения высокого плодородия и предотвращения деградации торфяно-глеевых почв следует применять плантажную вспашку на 55 см и вносить органические удобрения (гумат калия + микроэлементы) при выращивании ржи озимой и гречихи. Такие технологические операции обеспечивали получение урожайности ржи озимой 4,77 и гречихи – 3,13 т/га.

Литература

1. Богатир, Л. В. Вплив основної обробки ґрунту та добрив на біологічну активність осушуваних органічних ґрунтів під посівами кукурудзи / Л. В. Богатир // 36. наук. праць Уманського національного університету садівництва. – Умань: УНУС, 2015. – Вип.87. – С. 111–118.
2. Белковский, В. И. Плодородие и использование торфяных почв / В. И. Белковский, В. М. Горшко. – Минск: Ураджай, 1991. – 295 с.
3. Лыко, Д. В. Проблемы и пути окультуривания мелиорируемых земель Польсы УССР / Д. В. Лыко. – Киев, 1990. – 163 с.
4. Сербенюк, В. О. Вплив способів обробки та добрив на мінералізацію органічної речовини торфу / В. О. Сербенюк // 36. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». – К.: Едельвейс, 2011. – Вип. 4. – С. 9 – 14.
5. Price, J. S. Role and character of seasonal peat soil deformation on the hydrology of undisturbed and cutover peatlands, Water Resour. Res., 39(9), 1241, doi:10.1029/2002WR001302, 2003.
6. Мишустин, Е. Н. Прикладные методы почвенной микробиологии / Е. Н. Мишустин, И. С. Востров // Микробиологические исследования почв. – К.: Урожай, 1971. – С. 3–12.
7. Дементьева, Т. В. Физикохимия и биология торфа. Руководство по методам изучения трансформации органического вещества торфов: методическое пособие / Т. В. Дементьева, О. Ю. Богданова, Н. А. Шинкева. – Томск: Томский ЦНТИ, 2011. – 68 с.
8. Статистичний аналіз результатів польових досліджень у землеробстві: Монографія / В. О. Ушкаренко [та інш.]. – Херсон: Айлант, 2013. – 378 с.
9. Макаров, Б. Н. Дыхание почвы и состав почвенного воздуха на осушенных торфяно-болотных почвах / Б. Н. Макаров, В. Б. Мацкевич // Почвоведение. – М., 1960. – № 2. – С. 56–62.
10. Ревут, И. Б. Физика почв / И. Б. Ревут. – Л.: Колос, 1972. – 309 с.

Экономическая эффективность минеральных удобрений на дерново-подзолистых суглинистых почвах различной обеспеченности подвижными фосфатами

Т. Г. Синевич, соискатель, Ф. Н. Леонов, кандидат с.-х. наук
Гродненский государственный аграрный университет

(Дата поступления статьи в редакцию 01.06.2017 г.)

В статье приведена оценка экономической эффективности минеральных удобрений на дерново-подзолистой суглинистой почве с различной степенью обеспеченности подвижным фосфором в звене севооборота: яровой ячмень – яровой рапс – овес. Определены дозы минеральных удобрений, обеспечивающие поддержание достигнутого уровня плодородия почв (по фосфору), высокую агрономическую эффективность, а также рентабельность возделывания сельскохозяйственных культур.

The article reviews the economical efficiency of mineral fertilizers on sod podzol loamy soils with different probability of moving phosphorus in crop rotation link such as barley spring rape oat. The doses of mineral fertilizers providing the reached level of soil quality maintaining (phosphorus), high agronomical efficiency as well as profitability of agricultural crops cultivation have been determined.

Введение

Продовольственная безопасность государства является одной из важнейших составляющих социально-экономического развития общества. Беларусь полностью обеспечивает свою продовольственную безопасность и независимость за счет внутреннего производства и расширяет объемы экспорта продовольствия. Проблемным остается эффективное использование ресурсов и рациональное землепользование [1].

Воспроизводство плодородия почв в современных условиях невозможно без рационального использования минеральных и органических удобрений. Содержание подвижных форм фосфатов является одним из основных признаков окультуренности дерново-подзолистых почв [2, 3]. Фосфорное питание растений зачастую становится фактором, лимитирующим урожайность и качество зерна. Различия в обеспеченности почв фосфором по полям и участкам заметно усилились в условиях высокой стоимости фосфорных удобрений и сложного экономического состояния хозяйств [4]. Значительные площади почв с низким и высоким содержанием подвижного фосфора требуют системного подхода к применению минеральных удобрений с учетом возможной окупаемости затрат прибавкой урожая различных культур [5]. Важным условием рационального применения минеральных удобрений является оценка их эффективности.

Целью данной работы является определение экономической эффективности возрастающих доз фосфорных удобрений на дерново-подзолистых суглинистых почвах со средним и высоким уровнем обеспеченности подвижными фосфатами по данным полевых опытов.

Методика исследований

Исследования эффективности возрастающих доз фосфорных удобрений в звене севооборота (яровой ячмень – яровой рапс – овес) проводили на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах с различным содержанием подвижного фосфора в два этапа. В 2001–2003 гг. в СПК «Прогресс-Вертелишки» Гродненского района были заложены мелкоделяночные полевые опыты, а в 2015–2016 гг. проведены производственные опыты в СПК «Озеры» Гродненского района (2015 г.) и в ОАО «Черлена» Мостовского района (2016 г.).

Почва опытного участка СПК «Прогресс-Вертелишки» со средней обеспеченностью подвижными фосфатами характеризовалась следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} – 6,4, содержание гумуса – 2,3 %, P_{2O_5} – 184 мг, K_2O – 386 мг на кг почвы. Почва с высоким содержанием подвижного фосфора имела следующие характеристики: pH_{KCl} – 5,7, содержание гумуса – 3,0 %, P_{2O_5} – 425 мг, K_2O – 391 мг на 1 кг почвы.

Опыт был развернут в пространстве на шести полях севооборота: по три поля на почве со средней (184 мг/кг почвы) и высокой (425 мг/кг почвы) обеспеченностью подвижным фосфором. Схема опыта включала 8 вариантов удобрений в четырехкратной повторности (таблица 1, 2, 3). Общая площадь делянки – 60 м², учетная – 40 м². Агротехника возделывания культур соответствовала рекомендациям для Гродненской области.

Внесение фосфорных и калийных удобрений, а также часть азотных (N_{60} на зерновых культурах и N_{80} на рапсе) проводили весной в предпосевную культивацию. Оставшиеся дозы азотных удобрений применяли в подкормку: на зерновых культурах (N_{60}) – в фазе конец кушения – начало выхода в трубку; на рапсе – в фазе 4–5 листьев (N_{40}) и в фазе бутонизации (N_{30}).

Производственные опыты проводили на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, которая характеризовалась следующими агрохимическими показателями: почва со средней обеспеченностью подвижным фосфором – содержание гумуса – 2,2–2,6 %, P_{2O_5} – 163–220, K_2O – 210–340 мг/кг почвы, pH – 6,1–6,4; почва с высоким содержанием подвижного фосфора – содержание гумуса – 2,1–2,8 %, P_{2O_5} – 400–424, K_2O – 220–350 мг/кг почвы, pH – 6,1–6,5. Исследовали четыре варианта удобрений: 1) $N_{120}K_{110}$ (зерновые культуры) и $N_{150}K_{110}$ (яровой рапс) – фон; 2) фон + P_{40} ; 3) фон + P_{60} ; 4) фон + P_{100} . Общая площадь делянки – 0,5 га, повторность в опыте трехкратная, расположение делянок рендомизированное.

Расчет затрат по всем вариантам опытов был проведен в ценах 2016 г. Экономическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур в СПК «Озеры» представлена, согласно годовому отчету хозяйства, за 2015 г. Экономическая оценка по ячменю и овсу проведена с учетом двух условий реализации зерна: для продовольственных и фуражных целей. Цены реализации взяты из Постановления «Об установлении предельных максимальных цен на сельскохозяйственную продукцию урожая 2016 года,купаемую для государственных нужд»: ячмень продовольственный – 182,70 руб. за тонну, фуражный – 146,30 руб. за тонну, овес продовольственный класс 2 – 164,60 руб. за тонну и овес фуражный – 105,60 руб. за тонну. Стоимость семян ярового рапса взята по средней цене реализации за 2016 г. из годового отчета хозяйства (750 руб. за тонну).

Результаты исследований и их обсуждение

На среднеобеспеченной фосфатами почве наибольшее достоверное повышение урожая зерна ячменя и овса – на 72–76 % установлено в варианте удобрений N₁₂₀P₆₀K₁₁₀ (таблица 1).

В контрольном варианте без удобрений урожайность ячменя составила 29,0 ц/га с чистым доходом 224,41 руб./га при реализации зерна на продовольственные цели и почти вдвое меньше – 118,85 руб./га – при использовании на корм скоту. Наибольший чистый доход – соответственно 292,22 и 136,07 руб./га получен при одностороннем внесении азотного удобрения N₁₂₀. Разумеется, такой вариант удобрения неприемлем, так как он сопровождается истощением запасов других элементов питания и последующей деградацией плодородия почв. При сбалансированном минеральном питании и урожайности ячменя 50 ц/га получен несколько меньший, но значительный чистый доход – 248,00 руб./га на продовольственном зерне и 50,00 руб./га – при использовании зерна на фураж.

При возделывании овса на продовольствие экономически оправданным является вариант удобрений N₁₂₀P₆₀K₁₁₀, обеспечивающий наибольший урожай зерна, чистый доход 226,00 руб./га и рентабельность инвестиций 35 %. При возделывании фуражного овса любые варианты удобрений не окупаются стоимостью прибавки урожая зерна и лишь удорожают себестоимость продукции.

На почве с высокой степенью обеспеченности подвижным фосфором наибольший чистый доход также был получен при реализации зерна на продовольственные цели в варианте с внесением азота в дозе N₁₂₀ и составил на ячмене 370,88 руб./га, а на овсе – 361,66 руб./га (таблица 2). Этот же вариант был наиболее эффективен с экономической точки зрения и при реализации зерна на фуражные цели: величина чисто-

го дохода на ячмене и овсе составила соответственно 197,62 и 58,40 руб./га. Однако данный вариант применения удобрений является неприемлемым, так как одностороннее внесение азотных удобрений, наряду с увеличением урожайности сельскохозяйственных культур, обуславливает больший вынос питательных элементов из почвы, что в свою очередь приводит к снижению уровня ее плодородия.

В оптимальных с агрономической точки зрения вариантах (фон + P₄₀) величина чистого дохода составила 337,48 и 316,64 руб./га при реализации зерна соответственно ячменя и овса на продовольственные цели. В случае реализации фуражного зерна экономический эффект заметно снижается: чистый доход на ячмене составляет 144,93 руб./га, а вот в посевах овса данный вариант применения удобрений убыточен (–17,30 руб./га)

Таким образом, при выращивании продовольственно-го зерна оптимальные дозы удобрений по урожайности и по окупаемости затрат на удобрения совпадают. При возделывании фуражного зерна окупаемость затрат резко снижается по мере повышения доз удобрений. Поэтому на почве с высоким содержанием подвижных фосфатов экономически оптимальным вариантом удобрений под фуражный ячмень и овес может быть фон + P₂₀. При этом варианте удобрений можно поддерживать должный уровень подвижных фосфатов в почве, получая чистый доход 164,52 и 6,63 руб./га соответственно.

Возделывание ярового рапса требует высоких капиталовложений на 1 га посева. Связано это, прежде всего, с высокими затратами на фунгициды, гербициды и инсектициды, а также с более высокими дозами минеральных удобрений, без применения которых выращивание ярового рапса является нецелесообразным. Однако высокая цена реализации маслосемян обусловила получение высокого чистого дохода с 1 га посева ярового рапса: от 739,74 до 1397,14 руб. (таблица 3). Следует отметить,

Таблица 1 – Экономическая эффективность возделывания ячменя и овса в зависимости от доз удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со средним уровнем обеспеченности подвижными фосфатами (P₂O₅ – 184 мг/кг почвы)

Вариант	Урожайность, ц/га зерна (среднее за 3 года)	Всего затрат, руб./га	Чистый доход, руб./га, при реализации зерна на		Рентабельность, %, при реализации зерна на	
			продовольствие	фураж	продовольствие	фураж
Ячмень						
Контроль	29,0	305,42	224,41	118,85	73	39
N ₁₂₀	42,9	491,56	292,22	136,07	59	28
N ₁₂₀ K ₁₁₀ – фон	44,3	535,00	274,00	99,82	51	19
Фон + P ₂₀	45,7	578,00	257,00	76,88	44	13
Фон + P ₄₀	47,4	621,00	245,00	58,24	39	9
Фон + P ₆₀	50,0	666,00	248,00	50,50	37	8
Фон + P ₈₀	51,4	709,00	230,00	27,58	32	4
Фон + P ₁₀₀	51,5	750,00	191,00	–12,00	25	–2
Овес						
Контроль	30,3	287,16	211,58	108,39	74	38
N ₁₂₀	44,0	473,11	251,13	–8,47	53	–2
N ₁₂₀ K ₁₁₀ – фон	46,1	517,00	242,00	–30,18	47	–6
Фон + P ₂₀	48,1	561,00	231,00	–53,06	41	–9
Фон + P ₄₀	49,6	604,00	212,00	–80,22	35	–13
Фон + P ₆₀	53,3	651,00	226,00	–88,15	35	–14
Фон + P ₈₀	54,6	694,00	205,00	–117,32	29	–17
Фон + P ₁₀₀	54,8	735,00	167,00	–156,31	23	–21
НСР ₀₅ для урожайности ячменя 1,6 ц/га, овса – 1,5 ц/га						

что наибольший экономический эффект был достигнут при внесении фосфорного удобрения в дозе P₆₀ на фоне N₁₅₀K₁₁₀.

В посевах ярового рапса оптимальный вариант применения удобрений с агрономической точки зрения (фон + P₆₀) был и экономически наиболее эффективен:

Таблица 2 – Экономическая эффективность возделывания ячменя и овса в зависимости от доз удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с высоким уровнем обеспеченности подвижными фосфатами (P₂O₅ – 425 мг/кг почвы)

Вариант	Урожайность, ц/га зерна	Всего затрат, руб./га	Чистый доход, руб./га, при реализации зерна на		Рентабельность, %, при реализации зерна на	
			продовольствие	фураж	продовольствие	фураж
Ячмень						
Контроль	32,4	310,57	281,38	163,44	91	53
N ₁₂₀	47,6	498,77	370,88	197,62	74	40
N ₁₂₀ K ₁₁₀ – фон	49,4	542,00	360,54	180,72	67	33
Фон + P ₂₀	51,3	586,00	351,25	164,52	60	28
Фон + P ₄₀	52,9	629,00	337,48	144,93	54	23
Фон + P ₆₀	53	671,00	297,31	104,39	44	16
Фон + P ₈₀	52,1	710,00	241,87	52,22	34	7
Фон + P ₁₀₀	50,7	749,00	177,29	-7,26	24	-1
Овес						
Контроль	34,5	293,55	274,32	70,77	93	24
N ₁₂₀	51,4	484,38	361,66	58,40	75	12
N ₁₂₀ K ₁₁₀ – фон	52,6	527,00	338,80	28,46	64	5
Фон + P ₂₀	54,7	571,00	329,36	6,63	58	1
Фон + P ₄₀	56,6	615,00	316,64	-17,30	51	-3
Фон + P ₆₀	55,9	655,00	265,11	-64,70	40	-10
Фон + P ₈₀	55,7	695,00	221,82	-106,81	32	-15
Фон + P ₁₀₀	55,2	735,00	173,59	-152,09	24	-21
НСР ₀₅ для урожайности ячменя 1,6 ц/га, овса – 1,4 ц/га						

Таблица 3 – Экономическая эффективность возделывания ярового рапса в зависимости от доз удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве различной обеспеченности подвижными фосфатами

Вариант	Урожайность, ц/га семян (среднее за 3 года)	Всего затрат, руб./га	Чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
P₂O₅ – 184 мг/кг почвы				
Контроль	16,9	527,76	739,74	140
N ₁₅₀	24,3	745,94	1076,56	144
N ₁₅₀ K ₁₁₀ – фон	26,4	790,34	1189,66	151
Фон + P ₂₀	27,7	833,34	1244,16	149
Фон + P ₄₀	29,9	877,83	1364,67	155
Фон + P ₆₀	30,9	920,36	1397,14	152
Фон + P ₈₀	31,4	962,12	1392,88	145
Фон + P ₁₀₀	31,7	1003,43	1374,07	137
P₂O₅ – 425 мг/кг почвы				
Контроль	20,1	533,21	974,29	183
N ₁₅₀	29,6	754,89	1465,11	194
N ₁₅₀ K ₁₁₀ – фон	31,3	798,54	1548,96	194
Фон + P ₂₀	32,8	841,85	1618,15	192
Фон + P ₄₀	33,7	884,21	1643,29	186
Фон + P ₆₀	34,8	926,9	1683,1	182
Фон + P ₈₀	34,6	967,43	1627,57	168
Фон + P ₁₀₀	34,8	1008,73	1601,27	159
НСР ₀₅ для урожайности рапса 1,0–1,1 ц/га				

Таблица 4 – Экономическая эффективность возделывания культур звена севооборота в зависимости от доз удобрений и уровня обеспеченности почв подвижным фосфором

Вариант	Всего затрат, руб./га	Чистый доход, руб./га, при реализации зерна на		Рентабельность, %, при реализации зерна на	
		продовольствие	фураж	продовольствие	фураж
P_2O_5 – 184 мг/кг почвы					
Контроль	1120,34	1175,73	966,98	105	86
N ₃₉₀	1710,61	1619,91	1204,16	95	70
N ₃₉₀ K ₃₃₀ – фон	1842,34	1705,66	1259,3	93	68
Фон + P ₆₀	1972,34	1732,16	1267,98	88	64
Фон + P ₁₂₀	2102,83	1821,67	1342,69	87	64
Фон + P ₁₈₀	2237,36	1871,14	1359,49	84	61
Фон + P ₂₄₀	2365,12	1827,88	1303,14	77	55
Фон + P ₃₀₀	2488,43	1732,07	1205,76	70	48
P_2O_5 – 425 мг/кг почвы					
Контроль	1137,33	1529,99	1208,50	135	106
N ₃₉₀	1738,04	2197,65	1721,13	126	99
N ₃₉₀ K ₃₃₀ – фон	1867,54	2248,30	1758,14	120	94
Фон + P ₆₀	1998,85	2298,76	1789,30	115	90
Фон + P ₁₀₀ – опт*	2083,90	2363,71	1854,25	113	89
Фон + P ₁₂₀	2128,21	2297,41	1770,92	108	83
Фон + P ₁₈₀	2252,9	2245,52	1722,79	100	76
Фон + P ₂₄₀	2372,43	2091,26	1572,98	88	66
Фон + P ₃₀₀	2492,73	1952,15	1441,92	78	58

Примечание – *Фон + P₁₀₀ – опт = (P₂₀ под ячмень и овес + P₆₀ под рапс).

в нем получен максимальный чистый доход, который составил 1683,10 руб./га при рентабельности 182 %.

Проанализировав суммарную экономическую эффективность возделывания культур звена севооборота (таблица 4), можно сделать вывод, что на почве со средним содержанием подвижных фосфатов наибольший чистый доход обеспечивает внесение фосфорных удобрений в дозе P₆₀ на соответствующем азотно-калийном фоне: 1871 руб./га при реализации зерна на продовольственные цели и 1258 руб./га при реализации на фураж. На высокообеспеченной фосфором почве дозу фосфорных удобрений под зерновые культуры следует уменьшить до P₂₀ на фоне N₁₂₀K₁₁₀, а под рапс оставить на прежнем уровне (фон + P₆₀). Такие варианты внесения удобрений обеспечивают получение чистого дохода (в сумме за три года) в размере 2364 руб./га при реализации продовольственного зерна и 1854 руб./га при реализации фуражного зерна.

Таким образом, повышение содержания подвижных фосфатов в почве со 184 до 425 мг P₂O₅ на кг почвы обеспечивает увеличение чистого дохода за звено севооборота на 493–495 руб./га при одновременном уменьшении суммарной дозы фосфорного удобрения с P₁₈₀ до P₁₀₀.

Анализ экономической эффективности применения удобрений при возделывании культур в условиях производственного опыта подтвердил полученные ранее результаты. На среднеобеспеченной фосфором почве наибольший чистый доход 138–234 руб./га на зерновых культурах и 366–737 руб./га на рапсе при рентабельности инвестиций 24–80 % получен в том же варианте удобрений: фон + P₆₀. На почве с высоким содержанием подвиж-

ного фосфора максимальный чистый доход при возделывании зерновых культур был получен в варианте: фон + P₄₀ (218–295 руб./га), а ярового рапса – в варианте: фон + P₆₀ (397–872 руб./га).

Заключение

На дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах со средним содержанием подвижных фосфатов наибольший экономический эффект получен при внесении фосфорных удобрений в дозе P₆₀ на соответствующем фоне азотных и калийных удобрений (N₁₂₀K₁₁₀ для зерновых культур и N₁₅₀K₁₁₀ для ярового рапса). Возделывание звена севооборота: ячмень – яровой рапс – овес обеспечило чистый доход (за три года) в сумме 1871 руб./га при реализации зерна на продовольственные цели и 1258 руб./га – при реализации кормового зерна с рентабельностью 84 и 56 % соответственно.

При высокой степени обеспеченности почв подвижным фосфором экономически обосновано снижение дозы фосфорного удобрения под зерновые культуры до P₂₀. Оптимальный вариант – N₁₂₀P₂₀K₁₁₀ под ячмень и овес и N₁₅₀P₆₀K₁₁₀ под яровой рапс – в сумме за 3 года обеспечивает чистый доход 2364 руб./га с рентабельностью 113 % при реализации зерна на продовольственные цели. При реализации ячменя и овса на корм животным суммарный чистый доход уменьшается до 1854 руб./га, а рентабельность – до 89 %.

На всех почвах и вариантах удобрений основная масса чистого дохода образуется за счет возделывания рапса.

Литература

1. Гусаков, В. Г. Механизм рыночной организации аграрного комплекса: оценка и перспективы / В. Г. Гусаков. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 363 с.
2. Вильдфлуш, И. Р. Фосфор в почвах и земледелии Беларуси / И. Р. Вильдфлуш, А. Р. Цыганов, В. В. Лапа. – Мн.: Хата, 1999. – 196 с.
3. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Мн.: УП «Технопринт», 2005. – 276 с.
4. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2009–2012) / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2015. – 276 с.
5. Оптимизация и поддержание агрохимических свойств дерново-подзолистых почв, обеспечивающих стабильно высокую урожайность и качество продукции основных сельскохозяйственных культур: (рекомендации) / И. М. Богдевич [и др.]; РУП "Институт почвоведения и агрохимии". – Минск, 2011. – 48 с.

Эффективность применения минеральных удобрений, Эпина и биопрепаратов при возделывании гречихи

А. Р. Цыганов, доктор с.-х. наук, И. В. Полховская, соискатель
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 07.03.2017 г.)

В статье изложены результаты исследований влияния различных доз макроудобрений, обработки семян и посевов регулятором роста Эпин и борной кислотой, предпосевной инокуляции семян бактериальными препаратами Ризобактерин и Фитостимифос при возделывании гречихи на густоту стояния растений в фазе всходы и к уборке, агрономическую эффективность и качественный состав зерна.

The article presents the results of researches of influence of application of various doses of macrofertilizer, treatment of seeds and crops with the growth regulator Epin and boric acid presowing inoculation of seeds with bacterial preparations Rhizobacterin and Phytostimophos in the cultivation of buckwheat on the plant density in the phase of seedlings and harvesting, agronomic efficiency and quality of the grain.

Введение

Гречиха является одной из главных крупяных культур для нашей страны. Гречневая крупа по своему продовольственному значению занимает лидирующую позицию среди основных видов круп [1]. Она богата легкоусвояемыми белками (13–15 %) и углеводами (76–78 %), содержит значительное количество жиров (2,8–4,1 %), много полезных минеральных веществ и зольных элементов (2,0–2,2 %), органических кислот, витаминов [1–5].

Несмотря на всю ценность гречихи как культуры диетического и лечебного питания, за 2005–2015 гг. посевная площадь гречихи в Республике Беларусь колебалась от 8 тыс. га в 2005 г. до 44 тыс. га в 2012 г., что составляет всего лишь от 0,2 % до 0,8 % в структуре общей посевной площади всех сельскохозяйственных культур в стране. За эти годы валовый сбор зерна данной культуры варьировал от 5 тыс. т в 2006 г. до 45 тыс. т в 2011 г. при средней урожайности от 6,5 ц/га в 2006 г. до 11,6 ц/га в 2008 г. [6].

Для обеспечения производства хотя бы 3,5 кг (согласно рекомендациям диетологов) гречневой крупы на одного жителя республики валовой сбор зерна должен составлять 50–55 тыс. т, что возможно достичь или расширением площади посева или повышением урожайности гречихи [7].

В настоящее время сложились три подхода повышения урожайности и качества зерна гречихи: агротехнический; биологический – использование биологически активных соединений естественного или синтетического происхождения; микробиологический – использование препаратов на основе микроорганизмов и их производных [8]. Изучение данных приемов представляет большой интерес для науки, так как их внедрение в производство позволит получать высокие и стабильные урожаи зерна гречихи с наименьшими затратами.

В связи с этим целью проведенных исследований являлось определить эффективность применения минеральных удобрений, Эпина и биопрепаратов при возделывании гречихи на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Материалы и методика исследований

Исследования проводили в 2012–2014 гг. в полевых опытах на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Почва участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1,2 м моренным суглинком. Пахотный горизонт опытного участка по годам исследований характеризовался слабокислой и близкой к нейтральной ($\text{pH}_{\text{KCl}} - 5,6-6,2$) реакцией почвенной среды, содержанием общего азота 0,08–0,12 %, низким содержанием гумуса (1,21–1,48 %), повышенной и высокой обеспеченностью

подвижными формами фосфора (245,6–276,0 мг/кг) и повышенной подвижного калия (224,5–284,3 мг/кг), средним содержанием бора (0,4–0,7 мг/кг почвы) [9].

В качестве основного удобрения под гречиху с осени вносили аммофос (12 % N, 50 % P_2O_5) и хлористый калий (60 % K_2O), весной – карбамид (46 % N). В качестве микроудобрений использовали борную кислоту, в качестве регулятора роста – Эпин. Предпосевную обработку семян согласно схеме опыта проводили методом инкрустации семян Эпином (4,5 мл/т 0,025 % р-р) и борной кислотой (300 г/т) с добавлением 8 л/т семян воды и 0,2 кг NaKMЦ. В фазе ветвление-начало бутонизации проводили обработку посевов Эпином (80 мл/га 0,025 % р-р) и борной кислотой (0,5 кг/га) с добавлением 200 л воды. Для предпосевной обработки семян использовали также бактериальные препараты Ризобактерин (ТУ РБ 03535144.004-97, № гос. регистрации 10-0036) и Фитостимифос (ТУ РБ 100289066.022-2002, № гос. регистрации 014876/01) в расчете 200 мл инокулянта на гектарную норму семян гречихи (2%-ный раствор). Обработку проводили за день до посева (согласно рекомендациям по применению препаратов Ризобактерин и Фитостимифос Института микробиологии НАН Беларуси).

Полевой опыт проводили в 4-кратном повторении. Общая площадь делянки составляла 21 м², учетная – 17 м². Учет урожайности сплошной поделяночный. Основные цифровые данные, полученные в опытах, обработаны методом дисперсионного анализа [10, 11].

Объектом исследования являлся диплоидный сорт гречихи Лакнея, внесенный в Госреестр РБ в 2012 г. Его отличием является детерминантный морфотип растения. Согласно данным ГСИ РБ, средняя урожайность за 2009–2011 гг. составила 21,0 ц/га зерна, максимальная – 33,0 ц/га получена на Каменецком ГСУ в 2011 г. Сорт устойчив к полеганию и осыпанию семян, характеризуется дружным созреванием семян. Средняя масса 1000 семян – 29,9 г. Технические и крупяные качества хорошие, выравненность зерна – 85 %, пленчатость – 22,3 %. Выход крупы – 72 %, крупяного ядра – 55 %, содержание белка в крупе – 14,8 %.

Результаты исследований и их обсуждение

Одними из важных показателей, оказывающих влияние на уровень урожайности посевов, являются количество растений к фазе полных всходов (полевая всхожесть, %) и количество растений на единицу площади, сохранившихся к уборке (сохранность, %), которые формируются под воздействием факторов внешней среды и уровня агротехники [13].

По результатам исследований, значения густоты стояния растений в фазе всходов и полевая всхожесть слабо

варьировали при внесении минеральных удобрений по отношению к контрольному варианту без внесения удобрений (таблица 1). Применение макроудобрений в посевах гречихи позволяло повысить густоту стояния всходов в среднем за 3 года на 9 шт./м². Полевая всхожесть колебалась на уровне 76,1–79,3 % и превышала показатель контрольного варианта на 1–3 %, что является не существенным.

Наиболее выражено действие удобрений на густоту стояния и полевую всхожесть проявлялось в вариантах с внесением всех трех макроэлементов.

Раздельная обработка семян Эпином и борной кислотой существенно не повлияла на густоту всходов гречихи. Совместная инкрустация семян гречихи Эпином и борной кислотой является более эффективной, чем раздельное применение препаратов и позволяет получить густоту стояния всходов в среднем за 3 года 248 растений на 1 м², что на 10 шт. больше, чем на фоновом уровне N₄₅P₆₀K₉₀. Полевая всхожесть в данном варианте в среднем за 3 года составила 82,6 %, что выше фонового показателя на 3,3 %.

Наиболее существенным был рост густоты всходов и полевой всхожести при использовании бактериальных препаратов на минеральном уровне питания с использованием пониженных доз макроудобрений – N₃₀P₃₀K₉₀. При

обработке семян гречихи Ризобактерином и внесении данных доз макроэлементов густота стояния растений в фазе всходы составила 246 шт./м², полевая всхожесть – 82,1 %, при обработке Фитостимифосом – 248 шт./м² и 82,6 % соответственно, что выше показателей не только варианта N₃₀P₃₀K₉₀ на 11 и 12 шт./м² или на 4 %, но и фонового варианта на 8 и 10 шт./м² или на 3 %. Совместное применение азотфиксирующего и фосфатмобилизирующего препаратов позволило значительно увеличить густоту стояния всходов (254 шт./м²) и полевую всхожесть (84,5 %), что значительно выше показателей варианта N₃₀P₃₀K₉₀ (на 18 шт./м² или 6 %) и фона (на 15 шт./м² и 5 %).

Более всего положительное влияние на густоту посевов и сохранность растений к уборке оказывало внесение всех трех макроэлементов с одновременной оптимизацией их соотношения. Наибольшая густота стояния растений гречихи к уборке была получена на фоновом уровне минерального питания N₄₅P₆₀K₉₀ – 195 шт./м² и сохранность – 82,0 %, что выше контрольных показателей на 41 шт./м² и 14,8 % соответственно.

Как инкрустация семян, так и обработка вегетирующих растений гречихи Эпином и бором в смеси и раздельно позволяли повысить стрессоустойчивость растений и получить более стабильную густоту и сохранность посева к уборке по годам. Наблюдалось суммирующее положи-

Таблица 1 – Густота стояния растений гречихи в фазе всходы и к уборке (среднее, 2012–2014 гг.)

Вариант	Густота стояния растений гречихи											
	в фазе всходы						к уборке					
	шт./м ²	%	± к контролю		± к фону		шт./м ²	%	± к контролю		± к фону	
			шт./м ²	%	шт./м ²	%			шт./м ²	%	шт./м ²	%
1. Контроль	228,7	76,2	0,0	0,0	-9,1	-3,0	153,8	67,2	0,0	0,0	-41,1	-14,8
2. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀	229,6	76,5	0,9	0,3	-8,2	-2,8	163,3	71,1	9,5	3,8	-31,6	-10,9
3. N ₃₀ K ₉₀	228,2	76,1	-0,5	-0,1	-9,6	-3,2	165,5	72,5	11,8	5,2	-29,4	-9,5
4. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	234,7	78,2	6,0	2,0	-3,1	-1,0	181,5	77,4	27,8	10,1	-13,4	-4,6
5. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ – фон	237,8	79,3	9,1	3,0	0,0	0,0	194,9	82,0	41,1	14,8	0,0	0,0
6. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	235,8	78,6	7,1	2,3	-2,0	-0,7	186,0	78,9	32,2	11,6	-8,9	-3,1
7. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	237,3	79,1	8,7	2,9	-0,5	-0,1	182,5	76,9	28,7	9,7	-12,4	-5,1
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Эпин (инкрустация семян)	246,2	82,1	17,6	5,8	8,4	2,8	210,9	85,8	57,1	18,5	16,0	3,8
9. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + В (инкрустация семян)	242,9	81,0	14,2	4,7	5,1	1,7	206,0	84,9	52,2	17,7	11,1	2,9
10. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Эпин + В (инкрустация семян)	247,8	82,6	19,1	6,4	10,0	3,3	214,7	86,8	60,9	19,6	19,8	4,8
11. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Эпин (обработка посевов)	237,3	79,1	8,7	2,9	-0,5	-0,2	198,9	83,8	45,1	16,5	4,0	1,8
12. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + В (обработка посевов)	235,8	78,6	7,1	2,3	-2,0	-0,7	196,0	83,2	42,2	16,0	1,1	1,2
13. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Эпин + В (обработка посевов)	238,0	79,3	9,3	3,1	0,2	0,1	206,2	86,7	52,5	19,5	11,3	4,7
14. Контроль + Ризобактерин	235,3	78,5	6,7	2,2	-2,5	-0,8	175,5	74,7	21,8	7,4	-19,4	-7,3
15. Контроль + Фитостимифос	240,7	80,2	12,0	4,0	2,9	0,9	180,4	75,0	26,7	7,8	-14,5	-7,0
16. Контроль + Ризобактерин + Фитостимифос	244,9	81,6	16,2	5,4	7,1	2,4	187,6	76,7	33,8	9,5	-7,3	-5,3
17. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	242,4	80,8	13,8	4,6	4,6	1,5	189,8	78,4	36,0	11,1	-5,1	-3,6
18. N ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос	241,1	80,4	12,4	4,1	3,3	1,1	192,0	79,8	38,2	12,5	-2,9	-2,2
19. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Ризобактерин	246,4	82,1	17,8	5,9	8,6	2,9	199,1	80,8	45,3	13,6	4,2	-1,2
20. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос	247,8	82,6	19,1	6,4	10,0	3,3	199,3	80,5	45,6	13,3	4,4	-1,5
21. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Ризобактерин + Фитостимифос	253,5	84,5	24,9	8,3	15,7	5,3	210,9	83,3	57,1	16,1	16,0	1,3
НСР ₀₅	8,8	2,9					10,4	4,4				

тельное действие росторегулятора и микроэлемента на изучаемые показатели. При применении Эпина для инкрустации семян на фоновом уровне минерального питания $N_{45}P_{60}K_{90}$ густота стояния растений в среднем за 3 года составила 211 шт./м², при использовании бора – 206 шт./м², при использовании смеси препаратов – 215 шт./м², сохранность – от 85 до 87 %, что выше фона на 16, 11 и 20 шт./м² и 3–5 % соответственно. Опрыскивание Эпином и бором на уровне питания $N_{45}P_{60}K_{90}$ позволило получить густоту посевов к уборке 196 шт./м² и 199 шт./м² при раздельном использовании и 206 шт./м² – при использовании смеси препаратов, сохранность – 83,8 %, 83,2 %, и 86,7 % соответственно, что превышает показатели фонового уровня только в варианте с совместным использованием препаратов.

Совмещение обработки семян гречихи бактериальными удобрениями с внесением средних доз азота и фосфора позволяло значительно повысить густоту ценоза и способствовало росту сохранности растений. Отдельное применение Ризобактерина и Фитостимифоса на минеральном уровне $N_{30}P_{30}K_{90}$ привело практически к одинаковой густоте стояния растений к уборке – 199 шт./м² и сохранности растений – 81 %, что выше показателей варианта $N_{30}P_{30}K_{90}$ на 13 шт./м² и 2 %. Более выраженное влияние на густоту посевов и сохранность к уборке имела совместная обработка семян гречихи Ризобактерином и Фитостимифосом на сниженном уровне минерального питания, позволяя сохранить 83,3 % взошедших растений (211 шт./м²), что превышало фоновые значения.

Внесение макроудобрений оказало существенное влияние на урожай зерна диплоидной гречихи сорта Лакнея. В среднем за 3 года прибавка к контролю составила от 2,0 до 6,4 ц/га или 15,6–50,0 % (таблица 2). Примене-

ние 45 кг/га д. в. азота дает более высокую прибавку урожая по сравнению с внесением 60 кг/га д. в. в сочетании с фосфором и калием, что связано с усиленным ростом растений гречихи, повышением их полегаемости и запаздыванием созревания зерна. Поэтому в качестве фонового варианта для определения целесообразности применения борной кислоты и Эпина взята доза $N_{45}P_{60}K_{90}$.

В среднем за 3 года урожайность в вариантах с применением борной кислоты и Эпина как совместно, так и по отдельности на фоновом уровне минерального питания $N_{45}P_{60}K_{90}$ составляла от 19,7 до 21,2 ц/га, что на 2,6–10,4 % выше фона. Как при инкрустации семян, так и при обработке посевов гречихи сорта Лакнея наблюдался суммирующий эффект на урожай зерна от совместного применения бора и Эпина.

При использовании Ризобактерина в посевах гречихи за 3 года прибавка к контролю составила от 1,2 ц/га до 8,2 ц/га или от 8,8 до 58,5 % в зависимости от уровня внесения NPK. При обработке семян препаратом в варианте без применения удобрений в среднем за 3 года прибавка урожая составила 1,5 ц/га (11,7 %). Применение Ризобактерина на фоне минерального питания $N_{14}P_{60}K_{90}$ позволило повысить урожайность на 4,0 ц/га (31,3 %) по сравнению с контролем и на 2,0 ц/га (13,5 %) по сравнению с фоном $N_{14}P_{60}K_{90}$. Использование Ризобактерина на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ обеспечило прибавку урожая в 6,6 ц/га (51,6 %) по отношению к контролю, в 2,2 ц/га (12,8 %) по отношению к фону $N_{30}P_{30}K_{90}$ и достигло показателя фонового варианта $N_{45}P_{60}K_{90}$ (19,2 ц/га).

При применении Фитостимифоса в посевах гречихи за 3 года прибавка урожая к контролю составила от 1,0 ц/га до 8,6 ц/га или от 7,6 % до 66,6 % в зависимости от уровня внесения NPK. При обработке семян препаратом в кон-

Таблица 2 – Агрономическая эффективность минеральных удобрений, Эпина, Ризобактерина и Фитостимифоса при возделывании гречихи

Вариант	Урожайность, ц/га								Окупаемость 1 кг NPK, кг/га
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее	к контролю		к фону		
					ц/га	%	ц/га	%	
1. Контроль	13,1	12,9	12,5	12,8	0,0	0,0	–	–	–
2. $N_{14}P_{60}K_{90}$	14,7	15,7	14,1	14,8	2,0	15,6	–	–	1,3
3. $N_{30}K_{90}$	15,1	15,5	14,5	15,0	2,2	17,2	–	–	1,8
4. $N_{30}P_{60}K_{90}$	16,8	19,3	17,9	18,0	5,2	40,6	–	–	2,9
5. $N_{45}P_{60}K_{90}$ – фон	17,5	20,8	19,2	19,2	6,4	50,0	–	–	3,3
6. $N_{30}P_{30}K_{90}$	16,6	18,1	17,0	17,2	4,4	34,4	–	–	2,9
7. $N_{60}P_{60}K_{90}$	16,1	19,3	18,2	17,9	5,1	39,8	–	–	2,1
8. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин (инкрустация семян)	18,2	21,2	19,8	19,7	6,9	53,9	0,5	2,6	3,5
9. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + В (инкрустация семян)	18,6	21,6	20,1	20,1	7,3	57,0	0,9	4,7	3,7
10. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин + В (инкрустация семян)	18,7	22,4	20,8	20,6	7,8	60,9	1,4	7,3	4,0
11. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин (обработка посевов)	17,4	21,5	20,2	19,7	6,9	53,9	0,5	2,6	3,5
12. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + В (обработка посевов)	17,6	22,3	20,6	20,2	7,4	57,8	1,0	5,2	3,8
13. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин + В (обработка посевов)	17,8	23,9	22,0	21,2	8,4	65,6	2,0	10,4	4,3
14. Контроль + Ризобактерин	14,3	14,3	14,2	14,3	1,5	11,7	–	–	–
15. Контроль + Фитостимифос	14,1	15,4	14,0	14,5	1,7	13,3	–	–	–
16. Контроль + Ризобактерин + Фитостимифос	14,7	15,7	15,4	15,3	2,5	19,5	–	–	–
17. $N_{14}P_{60}K_{90}$ + Ризобактерин	15,5	18,3	16,7	16,8	4,0	31,3	–	–	2,7
18. $N_{30}K_{90}$ + Фитостимифос	16,3	18,9	16,9	17,4	4,6	35,9	–	–	3,8
19. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ризобактерин	17,7	21,1	19,3	19,4	6,6	51,6	0,2	1,0	4,4
20. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос	17,5	21,5	18,9	19,3	6,5	50,8	0,1	0,5	4,3
21. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ризобактерин + Фитостимифос	18,6	22,6	20,0	20,4	7,6	59,4	1,2	6,3	5,1
НСР ₀₅	0,8	0,9	0,6	0,4					

троле в среднем за 3 года прибавка урожая составила 1,7 ц/га (13,3 %). Применение Фитостимифоса на уровне $N_{30}K_{90}$ позволило повысить урожайность на 4,6 ц/га (35,9 %) по сравнению с контролем и на 2,4 ц/га (16,0 %) по сравнению с фоном $N_{30}K_{90}$. Использование препарата на уровне $N_{30}P_{30}K_{90}$ обеспечило прибавку в 6,5 ц/га (50,8 %) по отношению к контролю и в 2,1 ц/га (12,2 %) по отношению к фону $N_{30}P_{30}K_{90}$ и позволило достигнуть показателя фонового варианта.

При совместном применении препаратов для инкрустации семян гречихи наблюдалось суммирующее влияние на рост урожайности. Так, при совместном применении Ризобактерина и Фитостимифоса в варианте без внесения минеральных удобрений прибавка урожая к контролю в среднем за 3 года составила 2,5 ц/га (19,5 %). Использование биопрепаратов на уровне минерального питания $N_{30}P_{30}K_{90}$ позволило получить прибавку в 7,6 ц/га (59,4 %) по отношению к контролю, в 3,2 ц/га (18,6 %) – по отношению к уровню $N_{30}P_{30}K_{90}$ и 1,2 ц/га (6,3 %) – по отношению к фону $N_{45}P_{60}K_{90}$.

Внесение минеральных удобрений, особенно азотных и фосфорных, значительно влияло на состав зерна гречихи (таблица 3).

Внесение фосфорно-калийных удобрений способствовало увеличению содержания в зерне гречихи сырого протеина на 2,0 %, жира – на 7,6 % и золы – на 5,5 %. Применение азотных удобрений позволило повысить содержание протеина на 6,2–13,8 %, жира – 12,8–28,8 % и золы – на 1,1–1,4 %. Клетчатка практически полностью составляет оболочку плодов гречихи, а применение удобрений способствует уменьшению пленчатости зерна, тем самым снижая содержание клетчатки на 1,9–3,6 %. Внесение повышенной дозы азота – 60 кг/га д. в. вызыва-

ло повышение содержания белка, но снижение содержания жира и золы в зерне гречихи по сравнению со средним уровнем азотного питания.

Обработка семян и посевов гречихи Эпином способствовала увеличению содержания сырого протеина в зерне на 4,6–5,0 % и несущественно влияла на содержание остальных веществ. Применение бора для обработки семян повышало содержание протеина в зерне гречихи на 6,2 %, при обработке вегетирующих растений – на 7,6 %. Использование бора на гречихе позволило повысить содержание жира в зерне на 14,0 % и несущественно снижало содержание клетчатки и увеличивало содержание золы. При использовании смеси Эпина и бора содержание белка в зерне увеличилось на 7,2–8,1 %, а содержание золы – на 3,2–3,7 %, жира – 11,3–15,5 %.

Инокуляция семян гречихи Ризобактерином при отсутствии внесения азотных удобрений способствовала росту содержания сырого протеина на 5,6–8,0 %, жира – на 20,6 %, сырой золы – на 1,3–1,5 %. Применение Фитостимифоса при отсутствии внесения минерального фосфора увеличивало содержание белка на 2,5–3,0 %, жира – на 12,1 %, золы – на 1,9 %. При внесении всех трех макроэлементов биопрепараты снижали свое влияние на состав зерна гречихи. При совместном использовании проявился суммирующий эффект действия бактериальных препаратов, что привело к повышению содержания в зерне гречихи сырого протеина на 5,8–7,8 %, золы – на 1,4–2,8 % и снижению содержания сырой клетчатки на 2,0–2,5 %.

Применение Эпина, борной кислоты и бактериальных препаратов одновременно с ростом урожая зерна увеличивает потребление элементов питания растениями, что приводит к большему их выносу. Наименьший удельный

Таблица 3 – Качественный состав зерна и удельный вынос элементов питания основной и побочной продукцией гречихи при применении минеральных удобрений, Эпина и биопрепаратов (среднее, 2012–2014 гг.)

Вариант	Содержание, %				Удельный вынос, кг/т		
	сырой протеин	сырая клетчатка	сырой жир	сырая зола	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль	10,44	12,93	1,16	1,85	34,0	19,9	52,5
2. $N_{14}P_{60}K_{90}$	10,65	12,77	1,24	1,95	34,9	24,2	65,4
3. $N_{30}K_{90}$	11,30	12,75	1,30	1,96	38,8	22,9	65,3
4. $N_{30}P_{60}K_{90}$	11,56	12,51	1,46	1,94	40,6	26,4	65,6
5. $N_{45}P_{60}K_{90}$ – фон	12,11	12,31	1,60	1,97	46,6	27,8	71,8
6. $N_{30}P_{30}K_{90}$	11,32	12,53	1,50	1,97	41,3	25,6	69,0
7. $N_{60}P_{60}K_{90}$	11,89	12,38	1,53	1,98	51,9	29,8	77,8
8. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин (инкрустация семян)	12,68	12,34	1,63	2,00	50,8	28,0	76,9
9. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + В (инкрустация семян)	12,86	12,11	1,83	2,00	49,2	27,7	75,0
10. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин + В (инкрустация семян)	12,99	12,14	1,85	2,04	52,7	28,9	76,4
11. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин (обработка посевов)	12,72	12,33	1,55	1,95	49,1	28,9	75,0
12. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + В (обработка посевов)	13,03	12,12	1,83	2,05	47,6	27,0	73,8
13. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Эпин + В (обработка посевов)	13,09	12,14	1,78	2,05	49,6	28,4	70,7
14. Контроль + Ризобактерин	11,02	12,79	1,21	1,88	39,4	21,4	55,4
15. Контроль + Фитостимифос	10,70	12,76	1,24	1,88	37,6	24,9	58,7
16. Контроль + Ризобактерин + Фитостимифос	11,27	12,66	1,33	1,90	42,0	24,6	58,7
17. $N_{14}P_{60}K_{90}$ + Ризобактерин	11,50	12,52	1,50	1,98	42,1	26,3	73,1
18. $N_{30}K_{90}$ + Фитостимифос	11,65	12,58	1,46	1,97	42,0	26,1	72,8
19. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ризобактерин	11,67	12,37	1,54	2,00	46,7	27,4	72,4
20. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос	11,70	12,36	1,57	1,98	42,7	29,2	73,0
21. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ризобактерин + Фитостимифос	11,98	12,21	1,64	2,00	48,2	29,8	71,9
НСР ₀₅	0,34	0,20	0,16	0,07			

вынос азота, фосфора и калия на 1 т основной и соответствующее количество побочной продукции гречихи был получен в контрольном варианте. Наибольший удельный вынос азота (52,7 кг/т) отмечен при обработке семян Эпином и бором на фоне $N_{45}P_{60}K_{90}$, фосфора (31,0 кг/т) – при использовании смеси Ризобактерина и Фитостимифоса на среднем уровне минерального питания $N_{30}P_{30}K_{90}$ и калия (77,8 кг/т) – при обработке семян Эпином на фоне $N_{45}P_{60}K_{90}$.

Заключение

Внесение $N_{45}P_{60}K_{90}$ с предпосевной обработкой семян гречихи Эпином (4,5 мл/т) в смеси с борной кислотой (300 г/т) обеспечивает повышение стрессоустойчивости растений, способствует повышению густоты всходов на 6,4 % и сохранности растений к уборке на 19,6 % и позволяет получить большую плотность ценоза к уборке в количестве 215 шт./м². Применение Эпина (80 мл/га) и бора (0,5 кг/га борной кислоты) для обработки посевов при внесении $N_{45}P_{60}K_{90}$ повышает плотность ценоза к уборке на 19,5 %, позволяя сохранить 206 растений на 1 м². Инокуляция семян смесью Ризобактерина и Фитостимифоса (по 200 мл препарата на гектарную норму семян) с внесением $N_{30}P_{30}K_{90}$ увеличивает густоту всходов на 8,3 %, повышает сохранность растений к уборке на 16,1 %, в результате чего плотность ценоза к уборке составляет 211 шт./м².

Внесение $N_{45}P_{60}K_{90}$ совместно с применением Эпина и бора при возделывании гречихи обеспечивает урожайность 20,6–21,2 ц/га зерна с содержанием протеина 13–13,1 %, клетчатки – 12,1 %, жира – 1,8–1,9 % и зольных элементов – 2,0–2,1 %. Предпосевная инокуляция семян

гречихи Ризобактерином и Фитостимифосом с внесением $N_{30}P_{30}K_{90}$ позволяет получить урожайность 20,4 ц/га зерна с содержанием протеина 12,0 %, клетчатки – 12,2 %, жира – 1,6 % и зольных элементов – 2,1 %. Удельный вынос элементов питания с 1 т основной продукции составляет 50 кг N, 30 кг P₂O₅ и 70–75 кг K₂O.

Литература

1. Якименко, А. Ф. Гречиха / А. Ф. Якименко. – М.: Колос, 1982. – 196 с.
2. Ефименко, Д. Я. Индустриальная технология возделывания гречихи / Д. Я. Ефименко, Г. И. Барабаш. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 160 с.
3. Гречиха / сост. С. И. Лосев. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 48 с.
4. Анохин, А. Н. Гречиха на полях Белоруссии / А. Н. Анохин. – Минск: Ураджай, 1984. – 80 с.
5. Kara, N. Yield and Mineral Nutrition Content of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench): The Effect of Harvest Times / N. Kara // Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. – 2014. – № 9 (1). – P.85–94.
6. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет. Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведова [и др.]. – Минск, 2016. – 229 с.
7. Анохина, Т. А. Гречиха в Беларуси: перспективы возделывания / Т. А. Анохина, Е. И. Дубовик, А. П. Гвоздов // Наше сел. хоз-во. Агрономия. – 2005. – №17. – С. 54–57.
8. Влияние люрастима и бактериородопсида на урожай и качество зерна гречихи / А. В. Коротков [и др.] // Изв. Тимирязевской с.-х. акад. – 2011. – №1. – С. 118–123.
9. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под общ. ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
11. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматтадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Вес. Акад. аграр. навук Беларусі. – 1994. – № 3. – С. 60–64.
12. Сорт Лакнея // Сорта, включенные в Госреестр – основа высоких урожаев / ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений» – Минск: Минскминпроект, 2012. – Часть 7: Характеристика сортов, включенных в Госреестр с 2012 г. – С. 18–19.
13. Можаяев, Н. И. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур: учеб. пособие / Н. И. Можаяев, П. А. Серикаев, Г. Ж. Стыбаев. – Астана: Фолиант, 2013. – 160 с.

УДК 631.87:633.15:631.445.2

Влияние эффлюента, отхода ила активного и регуляторов роста на урожайность и качество кукурузы при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве

Е. Н. Богатырева, Т. М. Серая, О. М. Бирюкова, кандидаты с.-х. наук,
Т. М. Кирдун, Ю. А. Белявская, младшие научные сотрудники
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 20.01.2017 г.)

В статье представлены данные по агрономической эффективности эффлюента, отхода ила активного, регуляторов роста Реоплант и Эмистим С при возделывании кукурузы на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Введение

В последние годы в Республике Беларусь посевы кукурузы составляют более 1,0 млн гектаров, что обусловлено довольно высокой ее продуктивностью по сравнению с другими культурами, питательной ценностью и технологичностью возделывания [1, 2]. Кукуруза относится к типу интенсивных культур с высоким выносом питательных веществ, поэтому требовательна к плодородию почв и внесению удобрений.

Начиная с 2012 г., из-за сложившейся экономической ситуации отмечена тенденция снижения доз внесения минеральных удобрений: в 2015 г. азотных удобрений внесено на 22 % меньше, фосфорных – на 55 %, калийных – на 30 %, чем в 2011 г. Недостаток элементов питания частично можно компенсировать за счет увеличения

The agronomic efficiency of effluent, active sludge waste, growth regulators, Rehoplant and Emistim C present in the article on cultivation of maize on sod-podzolic sandy loam soil.

объемов внесения органических удобрений [3]. Однако расчеты показывают, что при сложившейся в 2015 г. структуре посевных площадей для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель в среднем по республике необходимо вносить 12,3 т/га органических удобрений. С учетом имеющегося поголовья скота, а также за счет запашки соломы на каждый гектар посевной площади объективно можно внести только 11,3 т органических удобрений. Поскольку органические удобрения – это отход сельскохозяйственного производства, то не следует ожидать увеличения объемов их выхода, что выдвигает необходимость использования всех альтернативных источников удобрений, в частности отходов промышленности. Это позволит, с одной стороны, их утилизировать, с другой стороны, расширить ассорти-

мент органических удобрений, поскольку многие из них по содержанию органического вещества и элементов минерального питания растений не уступают традиционным органическим удобрениям [4–6]. Так, применение избыточного активного ила в дозах 100–150 т/га позволило дополнительно получить по сравнению с минеральными удобрениями 86–120 ц/га зеленой массы кукурузы при увеличении сбора сырого белка на 265–430 кг/га [7]. Особый интерес представляет эффлюент, поскольку в республике активно внедряются биогазовые технологии: в настоящее время функционирует 7 биогазовых установок по утилизации сельскохозяйственных отходов. Данные по влиянию эффлюента на урожайность сельскохозяйственных культур довольно противоречивы: прибавка урожая по сравнению с традиционным бесподстилочным навозом составляла 10–20 %, а в некоторых случаях даже 100 % [6, 8–10]. По нашим данным [11–13], по агрономической эффективности эффлюент аналогичен традиционным органическим и минеральным удобрениям, внесенным в эквивалентных по азоту дозах. Неоднозначность полученных результатов, по-видимому, обусловлена разным составом используемых отходов, что указывает на необходимость дальнейшего изучения их влияния на урожайность и качество кукурузы как наиболее отзывчивой культуры на внесение органических удобрений.

При интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур одним из актуальных вопросов остается использование регуляторов роста. В настоящее время проведены многочисленные исследования в этом направлении, что обусловлено их влиянием на повышение адаптации и устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды, а также стимулирующим действием на ростовые процессы и урожайность возделываемых культур [14–26]. Поскольку каждый из росторегулирующих препаратов стимулирует рост и развитие определенной культуры, то установление влияния препаратов Регоплант и Эмистим С на урожайность и качество кукурузы представляет научный и практический интерес.

Цель исследований – изучить агрономическую эффективность эффлюента, отхода ила активного, регуляторов роста Регоплант и Эмистим С при возделывании кукурузы на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Методика и объекты исследований

Исследования проводили в полевых опытах в ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» на дерново-подзолистой супесчаной почве. Пахотный слой почвы перед закладкой опытов имел следующие показатели: pH_{KCl} – 5,7–6,1, содержание гумуса – 2,25–2,62 %, P_2O_5 – 141–227 мг/кг, K_2O – 158–247 мг/кг почвы.

Регоплант – стимулятор роста с синергическим эффектом взаимодействия продуктов жизнедеятельности в культуре *in vitro* грибов-миксомицетов, выделенных из

корневой системы женьшеня с дополнительным введением хелатных микроэлементов. Эмистим С – продукт биотехнологического выращивания грибов-эпифитов, выделенных из корневой системы женьшеня и облепихи. Отход ила активного образуется в очистных сооружениях при производстве азотных удобрений (ОАО «Гродно Азот»); в 1 т (влажность 47 %) в среднем содержалось 7,0 кг азота, 8,7 кг фосфора, 1,1 кг калия. Содержание калия в отходе ила достаточно низкое, поэтому схема опыта предусматривала во всех вариантах с его внесением применение калийных удобрений. Эффлюент – органическое удобрение, полученное в результате переработки органических отходов при получении биогаза: в 1 т (влажность 95 %) содержалось азота 4,5 кг, P_2O_5 – 1,3 кг, K_2O – 2,1 кг. В 1 т жидкого навоза КРС (влажность 93 %) содержалось: N – 2,8 кг, P_2O_5 – 1,3 кг, K_2O – 2,1 кг. Органические и минеральные удобрения в виде аммонизированного суперфосфата или аммофоса и хлористого калия в полной дозе применялись в основное внесение, азотные в виде карбамида – под предпосевную культивацию и в подкормку. Некорневая подкормка кукурузы карбамидом и обработка регуляторами роста проведена в фазе 6–8 листьев растений.

В опытах возделывали кукурузу гибрид Дельфин на зеленую массу и зерно. Площадь опытных делянок 25–30 м², повторность четырехкратная. Агротехника возделывания культуры общепринятая для Республики Беларусь [17]. Урожай зерна кукурузы по вариантам приведен к влажности 14 %, зеленой массы – к 70 %. Химический анализ органических удобрений, почвенных и растительных образцов проводили по общепринятым методикам и ГОСТам. Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием программы Microsoft Excel 2010.

Результаты исследований и их обсуждение

Эффлюент. При уборке кукурузы в фазе молочно-восковой спелости зерна за счет плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы получено 326 ц/га зеленой массы (таблица 1). Применение эффлюента в дозе 60 т/га позволило получить достоверную прибавку на уровне 117 ц/га относительно неудобренного варианта. При этом значимых различий между этим вариантом и вариантами, где применяли жидкий навоз КРС в дозе 80 т/га и минеральные удобрения, не установлено: урожай характеризовался равнозначными показателями (443–452 ц/га). Увеличение дозы внесения эффлюента до 80 т/га способствовало росту урожая до 464 ц/га, однако дополнительный сбор зеленой массы по сравнению с предыдущей дозой его внесения (60 т/га) составил всего 21 ц/га, что не превышало ошибки опыта.

Наиболее высокую окупаемость 1 т органических удобрений зеленой массой кукурузы (195 кг) обеспечило внесение эффлюента в дозе 60 т/га при более низких

Таблица 1 – Влияние эффлюента на урожайность и показатели качества зеленой массы кукурузы

Вариант	Урожайность	Прибавка к контролю	Сбор к. ед.	Сбор КПЕ	Сбор сырого белка, кг/га	Обеспеченность 1 к. ед. Пп, г	Сырой белок, % в сухом в-ве	NO ₃ , мг/кг зеленой массы
	ц/га							
Без удобрений (контроль)	326	–	88	79	880	66	9,0	58
N ₁₂₀₊₃₀ P ₉₀ K ₁₅₀	452	126	122	113	1317	71	9,7	116
Жидкий навоз КРС, 80 т/га	444	118	120	111	1280	70	9,6	175
Эффлюент, 60 т/га	443	117	120	114	1368	76	10,3	152
Эффлюент, 80 т/га	464	138	125	118	1405	74	10,1	163
HCP ₀₅	40						0,9	15,4

показателях (148–172 кг) на фоне применения этого удобрения и жидкого навоза КРС в дозе 80 т/га.

Расчет кормовой продуктивности показал, что минимальный выход сырого белка (880 кг/га), кормовых (88 ц/га) и кормопротеиновых (79 ц/га) единиц при наиболее низкой обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином (66 г) получен в неудобренном варианте.

Внесение эффлюента в дозе 60 т/га обеспечило дополнительный выход кормовых и кормопротеиновых единиц 32 и 35 ц/га, что было выше аналогичных показателей в варианте без удобрений на 36 и 44 % соответственно. Сбор сырого белка с 1 гектара составил 1368 кг при наиболее высокой обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином (76 г) и содержании сырого белка в зеленой массе кукурузы (10,3 %). Минеральные удобрения и жидкий навоз в дозе 80 т/га по своему влиянию на показатели качества зеленой массы были сопоставимы с действием эффлюента, внесенного из расчета 60 т/га. Однако в отличие от эффлюента не выявлено достоверного изменения в содержании сырого белка в зеленой массе на фоне $N_{120+30}P_{90}K_{150}$ и жидкого навоза по сравнению с вариантом, где удобрения не вносили. Увеличение дозы эффлюента до 80 т/га не привело к изменению показателей качества зеленой массы по сравнению с вариантом, где это удобрение внесено в дозе 60 т/га.

При проведении исследований превышения допустимого уровня содержания нитратов (500 мг/кг сырого вещества) в зеленой массе кукурузы не обнаружено, в зависимости от варианта опыта данный показатель варьировал в пределах 58–175 мг/кг сырого веса.

Отход ила активного. При уборке кукурузы на зерно применение отхода ила активного в дозе 90 т/га с дополнительным внесением K_{150} обеспечило прибавку 27,1 ц/га, что по агрономической эффективности было аналогично внесению $N_{120+30}P_{60}K_{150}$: разница в урожае была в пределах ошибки опыта (таблица 2). Это свидетельствует о возможности экономии 150 кг/га д. в. азота и 60 кг/га д. в. фосфора за счет внесения отхода ила в дозе 90 т/га под кукурузу.

Проведение подкормки азотом в фазе 6–8 листьев растений кукурузы не оказало влияния на урожай зерна. Увеличение дозы отхода ила до 120 т/га было неэффективным по сравнению с дозой 90 т/га.

Внесение минеральных удобрений и отхода ила существенно увеличило содержание сырого белка в зерне кукурузы – на 0,9–1,6 % при повышении обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином на 8–12 г. Содержание крахмала в зерне имело обратную зависимость: максимальный показатель отмечен в неудобренном варианте (72,6 %), минимальный – при внесении $N_{120+30}P_{60}K_{150}$ (69,7 %). Изменения в содержании жира по

вариантам опыта были достоверны только в вариантах с внесением отхода ила в дозах 120 и 90 т/га на фоне $N_{30}K_{150}$, где его содержание было наиболее низким.

Применение отхода ила в дозе 90 т/га на фоне K_{150} увеличило сбор кормовых единиц на 35 ц/га (44 %), сырого белка – на 302 кг/га (63 %), крахмала – на 15 ц/га (40 %), кормопротеиновых единиц – на 35 ц/га (56 %), что было на уровне варианта с внесением $N_{120+30}P_{60}K_{150}$. Подкормка растений азотом из расчета 30 кг/га, а также увеличение дозы применения ила под кукурузу до 120 т/га практически не влияло на данные показатели по сравнению с аналогичными в сравниваемом варианте (отход ила активного, 90 т/га + K_{150}).

Внесение отхода ила активного в дозах 90 и 120 т/га достоверно увеличило в зерне кукурузы содержание меди (до 2,46–2,69 мг/кг), цинка (до 14,1–15,1 мг/кг) и марганца (до 2,09–2,10 мг/кг) по сравнению с неудобренным вариантом – 2,14 мг/кг, 12,1 и 1,77 мг/кг соответственно. Содержание кадмия, свинца, никеля и кобальта находилось ниже предела обнаружения. В целом применение отхода ила не приводило к накоплению тяжелых металлов в зерне кукурузы выше допустимых уровней, установленных для грубых кормов, что указывает на безопасность его применения при выращивании корма для животных.

Регуляторы роста. При возделывании кукурузы на дерново-подзолистой супесчаной почве на фоне внесения полной дозы минеральных удобрений ($N_{90+60}P_{60}K_{140}$) получено 81,7 ц/га зерна (таблица 3). Некорневая обработка посевов препаратом Эмистим С в дозе 20 мл/га достоверно увеличила выход основной продукции на 8,7 ц/га по сравнению с фоновым вариантом. Наиболее высокий урожай (99,5 ц/га) обеспечило применение регулятора роста Регоплант в дозе 25 мл/га: прирост зерна составил 17,8 ц/га (22 %) по сравнению с минеральным фоном и 9,1 ц/га (10 %) – по сравнению с вариантом, где применяли фиторегулятор Эмистим С.

Некорневая обработка посевов кукурузы в фазе 6–8 листьев растений регуляторами роста не оказала существенного влияния на питательную ценность зерна (сырой белок, жир, крахмал, обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином). В среднем по опыту содержание сырого белка в зерне кукурузы составило 10,0 %, крахмала – 71,7 %, жира – 5,25 % при обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином на уровне 54 г.

Внесение $N_{90+60}P_{60}K_{140}$ обеспечило выход сырого белка 696 кг/га, крахмала – 50 ц/га, кормовых единиц – 107 ц/га, кормопротеиновых – 87 ц/га. Применение регулятора роста Эмистим С по сравнению с минеральным фоном повысило сбор сырого белка на 11 % (80 кг/га), крахмала на 12 % (6 ц/га) при дополнительном выходе

Таблица 2 – Влияние отхода ила активного на урожайность и показатели качества зерна кукурузы

Вариант	Урожайность	Прибавка к контролю	Сбор к. ед.	Сбор КПЕ	Сбор крахмала	Сбор сырого белка, кг/га	Обеспеченность 1 к. ед. Пп, г	Сырой белок	Крахмал	Жир
	ц/га							% в сухом веществе		
Без удобрений	60,3	–	79	63	38	477	53	9,7	72,6	5,88
$N_{120+30}P_{60}K_{150}$	83,4	23,1	109	96	51	783	65	11,3	69,7	5,69
Отход ила активного, 90 т/га + K_{150}	87,4	27,1	114	98	53	779	62	10,8	70,3	5,72
Отход ила активного, 90 т/га + $N_{30}K_{150}$	86,0	25,7	113	98	48	785	64	11,1	70,0	5,52
Отход ила активного, 120 т/га + K_{150}	86,9	26,6	114	97	54	757	61	10,6	71,2	5,54
НСР ₀₅	4,4		6					0,8	1,2	0,30

Таблица 3 – Влияние регуляторов роста Регоплант и Эмистим С на урожайность и показатели качества зерна кукурузы

Вариант	Урожайность	Прибавка к контролю	Сбор к. ед.	Сбор КПЕ	Сбор крахмала	Сбор сырого белка, кг/га	Обеспеченность 1 к. ед. Пп, г	Сырой белок	Крахмал	Жир	
											ц/га
N ₉₀₊₆₀ P ₆₀ K ₁₄₀ – фон	81,7	–	107	87	50	696	53	9,9	71,8	5,30	
Фон + Эмистим С, 20 мл/га	90,4	8,7	118	98	56	776	55	10,0	71,6	5,25	
Фон + Регоплант, 25 мл/га	99,5	17,8	130	109	61	868	56	10,2	71,6	5,18	
HCP ₀₅	7,7		9						0,4	1,3	0,28

кормовых и кормопротеиновых единиц на уровне 11 ц/га. Наиболее высокий сбор кормовых единиц (130 ц/га), сырого белка (868 кг/га), крахмала (61 ц/га) и кормопротеиновых единиц (109 ц/га) получен в варианте с максимальной урожайностью при обработке посевов кукурузы регулятором роста Регоплант. Применение этого регулятора роста обеспечило прибавку сырого белка с одного гектара 92–172 кг, крахмала – 5–11 ц, кормовых единиц – 12–23 ц, кормопротеиновых – 11–22 ц относительно минерального фона и варианта, где использовали препарат Эмистим С.

Выводы

1. Применение эффлюента в дозе 60 т/га при возделывании кукурузы на зеленую массу по агрономической эффективности равноценно внесению минеральных удобрений в дозе N₁₂₀₊₃₀P₉₀K₁₅₀ и жидкого навоза КРС в дозе 80 т/га. Достоверная прибавка урожая составила 117 ц/га при дополнительном выходе сырого белка 488 кг/га, кормовых единиц – 32 ц/га, кормопротеиновых – 35 ц/га и обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином – 76 г. Увеличение дозы эффлюента до 80 т/га не оказало значимого влияния на урожайность и качество зеленой массы.

2. Применение отхода ила активного в дозе 90 т/га с дополнительным внесением хлористого калия из расчета 150 кг/га д. в. обеспечило прибавку урожая зерна кукурузы 27,1 ц/га, что аналогично действию минеральных удобрений в дозе N₁₂₀₊₃₀P₆₀K₁₅₀. Сбор кормовых единиц увеличился на 35 ц/га, сырого белка – на 302 кг/га, крахмала – на 15 ц/га, кормопротеиновых единиц – на 35 ц/га. Увеличение дозы применения отхода ила под кукурузу до 120 т/га неэффективно. Накопления тяжелых металлов в зерне кукурузы выше допустимых уровней, установленных для грубых кормов, при внесении отхода ила не обнаружено.

3. При возделывании кукурузы на зерно наиболее высокий агрономический эффект получен при некорневой обработке в фазе 6–8 листьев растений кукурузы регулятором роста Регоплант в дозе 25 мл/га: урожайность достигла 99,5 ц/га, достоверная прибавка урожая зерна относительно минерального фона составила 17,8 ц/га. Регулятор роста Эмистим С в дозе 20 мл/га был менее эффективен, обеспечив выход зерна на уровне 90,4 ц/га. Применяемые регуляторы роста увеличили сбор сырого белка на 80–92 кг/га, крахмала – на 6–11 ц/га, кормовых единиц – на 12–23 ц/га, кормопротеиновых – на 11–22 ц/га, не оказав существенного влияния на содержание сырого белка, крахмала и жира в зерне кукурузы.

Литература

1. Надточаев, Н. Ф. Кукуруза и ее место в кормопроизводстве / Н. Ф. Надточаев // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 2. – С. 44–47.

2. Надточаев, Н. Ф. Потенциал продуктивности кукурузы / Н. Ф. Надточаев, М. А. Мелешкевич, Н. С. Степаненко // Сб. науч. тр. / НАН Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2006. – Вып. 42: Земледелие и селекция в Беларуси. – С. 134–141.

3. Серая, Т. М. Органические удобрения как источник минерального питания / Т. М. Серая, Е. н. Богатырева // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – № 10 (174). – С. 73–75.

4. Климова, Н. В. Осадки сточных вод как нетрадиционные органические удобрения / Н. В. Климова, Т. В. Починова // Аграрная наука. – 2009. – № 1. – С. 13–16.

5. Еськова, Л. И. Агрохимическая характеристика осадков сточных вод и их удобрительная ценность / Л. И. Еськова, С. И. Тарасов, Н. А. Никитина // Экологические и технологические вопросы производства и использования органических и органоминеральных удобрений на основе осадков городских сточных вод и твердых бытовых отходов: материалы между. симп., Владимир, 16–19 сент. 2003 г. / ГНУ ВНИП-ТИОУ; под ред.: А. И. Еськова, М. Н. Новикова. – Владимир, 2004. – С. 39–43.

6. Гелетуха, Г. Г. Современные технологии анаэробного сбраживания биомассы (Обзор) // Г. Г. Гелетуха, С. Г. Кобзарь / Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2002. – № 4. – С. 3–10.

7. Серая, Т. М. Агрономическая эффективность внесения ила активного под сельскохозяйственные культуры на дерново-подзолистых почвах / Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева, О. М. Бирюкова // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: сб. докл. IV Междунар. науч. экологической конф., Краснодар, 24–25 марта 2015 г. / Кубанский ГАУ. – Краснодар, 2015. – Ч. 2. – С. 63–67.

8. Гудкова, Л. К. Получение органических удобрений путем анаэробного сбраживания отходов сельскохозяйственного производства / Л. К. Гудкова, В. Ф. Пуляев, Т. В. Старченко // Аграрная энергетика в XXI столетии: материалы 3-й Междунар. науч.-технич. конф., Минск, 21–23 ноября 2005 г. / НАН Беларуси, Ин-т энергетики АПК НАН Беларуси; редкол.: В. И. Русан [и др.]. – Минск, 2005. – С. 255–258.

9. Клочков, А. В. Европейский опыт производства и использования биогаза // А. В. Клочков, Д. В. Кацер / Наше сельское хозяйство. – 2011. – № 1. – С. 71–76.

10. Использование биогазовых энергетических установок в АПК / В. А. Занкевич [и др.] // Инновац. технологии в производстве и переработке с.-х. продукции: доклады Междунар. науч.-практич. конф., 14–15 апреля 2011 г.: в 2 ч. / Мин-во сель. хоз. и продов. Респ. Беларусь, Белорус. гос. аграр. технич. ун-т, БРФФИ. – Минск, 2011. – Ч. 1. – С. 91–93.

11. Лапа, В. В. Эффективность внесения органических удобрений, получаемых на выходе действующих биогазовых установок при возделывании кукурузы на дерново-подзолистых почвах / В. В. Лапа, Т. М. Серая, Е. Н. Богатырева // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 3(76). – С. 24–27.

12. Сравнительная эффективность органических и минеральных удобрений при возделывании кукурузы на дерново-подзолистой супесчаной почве / Т. М. Серая [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 2(47). – С. 70–77.

13. Иовик, Л. Н. Эффективность жидких и твердых органических удобрений на основе отходов биогазовой установки при возделывании кукурузы на зеленую массу на дерново-подзолистой супесчаной почве / Л. Н. Иовик, Т. М. Серая // Почвоведение и агрохимия. – 2015. – № 2 (№ 55). – С. 138–150.

14. Эффективность регулятора роста Эмистим С при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах / Т. М. Серая, [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2013. – № 2 (87) – С. 33–35.

15. Волков, А. Влияние регуляторов роста растений на урожайность и качество зерна кукурузы / А. Волков, Н. Кириллов, Л. Прохорова // Главный агроном. – 2014. – № 11. – С. 23–25.

16. Пономаренко, С. П. Регуляторы роста растений / С. П. Пономаренко. – Киев: Ин-т биоорг. химии и нефтехимии НАН Украины, 2003. – 319 с.

17. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отрас. регламентов / под общ. ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Белор. наука, 2005. – 462 с.

Структура доминирования вредителей сои, возделываемой в разных агроклиматических зонах Беларуси

Я. В. Максимович, аспирант, Л. И. Трепашко, доктор биологических наук,
М. Г. Немкевич, кандидат с.-х. наук
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 20.06.2017 г.)

Энтомоакарокомплекс сои включает 38 видов членистоногих, относящихся к 17 семействам. К наиболее распространенным видам фитофагов относятся: обыкновенный паутинный клещ *Tetranychus urticae* Koch., клубеньковые долгоносики *Sitona lineatus* L., *S. crinitus* Steph., *S. griseus* F., репейница *Vanessa (Pyrameis) cardui* L. В фазе примордиальные-первый тройчатый лист основной вред наносит перезимовавшие имаго клубеньковых долгоносиков, в бутонизацию посевы повреждают гусеницы репейницы и имаго нового поколения клубеньковых долгоносиков. Заселение посевов сои обыкновенным паутинным клещом проходит в фазе формирования бобов.

Введение

Соя – самая распространенная в мире высокобелковая культура, широко используемая в технических, кормовых и пищевых целях [8]. В настоящее время в Беларуси посевные площади культуры занимают 29 тыс. га. Однако соя имеет большие перспективы с точки зрения решения проблемы обеспечения животноводческого комплекса кормовыми культурами с высоким содержанием белка. Расширение площадей под сою, несоблюдение севооборотов, систем обработки почвы, сокращение объемов средств защиты растений способствуют формированию и накоплению в посевах комплекса вредных насекомых разных таксономических групп [2]. По литературным данным, в агроценозе сои широкое распространение получил целый комплекс фитофагов, которые заселяют посевы культуры в течение всего вегетационного периода [1, 10]. До настоящего времени в республике не проводилось целенаправленных исследований по защите культуры от вредителей, которые в благоприятные для их развития годы могут снизить урожай семян на 30–50 % [3, 8]. Поэтому изучение особенностей формирования вредной энтомоакарофауны соевого агроценоза актуально. Это позволит целенаправленно обосновать мероприятия по контролю ее численности и вредоносности.

Методика проведения исследований

Для мониторинга энтомокомплекса, формирующегося в агроценозах сои, использовались методы, принятые в энтомологии и защите растений.

Численность жуков клубеньковых долгоносиков учитывали на поверхности почвы методом наложения учетной рамки 50×50 см (0,25 м²), располагая ее равномерно по полю в шахматном порядке. Определяли среднее количество жуков на 1 м². Поврежденность растений определяли по балльной шкале. Для учета отбирали 10–20 растений с одного ряда на 0,5 погонном метре равномерно по всему полю с таким расчетом, чтобы количество растений, подвергшихся осмотру, в сумме составляло не менее 100 штук. На опытных делянках подсчитывали поврежденные листья на растениях с 4 площадок размером 0,25 м², расположенных в каждой повторности мелкоделянчатого опыта. Динамику численности открыто живущих вредителей определяли методом кошени стандарт-

Entomoacarocomplex of soybean includes 38 arthropods (Arthropoda) species belonging to 17 families. To the most spread belong: red spider mite Tetranychus urticae Koch., pea and bean weevils Sitona lineatus L., S. crinitus Steph., S. griseus F., painted lady Vanessa (Pyrameis) cardui L. At primordium the first trip innately compound leaf stage the main damage is brought by wintering pea and bean weevil imago, at budding stage the crops are damaged by painted lady caterpillars and imago of a new pea and bean weevils imago generation. Soybean crops colonization by red spider mite takes place at pod formation stage.

ным энтомологическим сачком по 25 взмахов в четырехкратной повторности.

Видовой состав и динамику численности трипсов устанавливали путем анализа растительных проб: отбирали по 10 растений на каждой повторности полевого опыта. Численность обыкновенного паутинного клеща подсчитывали с помощью бинокля на 2 листьях, отобранных по одному из верхнего и среднего ярусов 10 растений каждой повторности мелкоделянчатого опыта и 50 растений (10 проб по 5 растений) каждой повторности производственного опыта [5, 6, 7, 9]. Изучение энтомокомплекса проводилось в трех агроклиматических зонах, характеризующихся разной гидротермической ситуацией: южной, южной и центральной [4].

Результаты исследований и их обсуждение

В результате исследований 2015–2016 гг. установлено, что в агроценозах сои получили развитие 38 видов членистоногих. Таксономическая структура фауны беспозвоночных, обитающих в посевах сои, представлена насекомыми из 8 отрядов и 1 отрядом клещей, относящихся к 30 родам 17 семейств.

Из жесткокрылых (Coleoptera) фитофагов получили развитие люпиновый (*Sitona griseus* F.), полосатый (*S. lineatus* L.) и щетинистый (*S. crinitus* Steph.) клубеньковые долгоносики. В течение вегетации в агроценозе сои присутствовали растительные клопы (Hemiptera) – полевой (*Lygus pratensis* L.) и травяной (*L. regulipennis* Poppr.). Отряд равнокрылые (Homoptera) представлен двумя видами цикадок: полосатая (*Psammotettix triatus* L.) и шеститочечная (*Macrostelus laevis* Rib.). Выявлены вредители из отряда трипсы (Thysanoptera) – разноядный трипс (*Frankliniella intonsa* Trib.) и прямокрылые (Orthoptera) – кузнечик зеленый (*Tettigonia viridissima* L.), певчий (*T. cantans* Fussl.). Листья сои повреждали гусеницы чешуекрылых вредителей (Lepidoptera) – перламутровка (*Argynnis sp.*), репейница *Vanessa (Pyrameis) cardui* L., выемчатокрылая бобовая моль (*Stomopteryx anthyllidella* Hb.), кистехвост (*Orgyia sp.*), пяденицы (семейство Geometridae), белянки (семейство Pieridae). Отряд Acariformes (Акариформные клещи) представлен обыкновенным паутинным клещом (*Tetranychus urticae* Koch.).

По результатам исследований установлена сопряженность развития фитофагов в онтогенезе культуры. Пере-

зимовавшие имаго клубеньковых долгоносиков вредят растениям сои в период всходы – образование первого тройчатого листа. Гусеницы репейницы и имаго нового поколения клубеньковых долгоносиков повреждают растения сои с фазы бутонизации (III декада июня), когда закладываются основные элементы структуры урожая (количество бобов на растении, количество семян в бобе). Обыкновенный паутинный клещ заселял посеы сои в фазе формирования бобов (I–II декада августа), при питании происходит раннее опадение листьев, что препятствует наливу семян и снижает их массу.

Выявлено, что в посевах сои, возделываемой в трех агроклиматических зонах Беларуси, структура доминирования и численность вредителей отличается.

В агроценозе культуры, возделываемой в новой агроклиматической зоне, в годы исследований доминировали гусеницы репейницы (*Vanessa cardui* L.) (фото 1) и обыкновенный паутинный клещ (*Tetranychus urticae* Koch.).

В вегетационных условиях 2015 г. при численности гусениц репейницы в фазе бутонизации 0,3 ос./растение повреждено 10,2 % растений. В 2016 г. численность вредителя была выше: в начале бутонизации сои насчитывалось гусениц 1,1 ос./растение, которые повредили 47,0 % растений.

На полях сои, возделываемой в условиях новой агроклиматической зоны, в 2016 г. заселение обыкновенным паутинным клещом началось в I декаде августа. Во II декаде в фазе налив зерна численность фитофага составила 2,1 ос./растение при 63 % заселенности растений.

В южной агроклиматической зоне в агроценозе сои доминировали жуки клубеньковых долгоносиков, гусеницы репейницы, трипсы и обыкновенный паутинный клещ. В совместных опытах с РУП «Полесский институт растениеводства» в посевах сои в фазе примордиальные листья в 2016 г. численность вышедших из зимовки клубеньковых

долгоносиков колебалась от 1,2 до 6,3 ос./м², поврежденность растений – от 11 до 48 % (фото 2).

По результатам наблюдений выявлено, что сначала вредитель массово заселяет края поля (10–20 м), а затем распространяется по всему массиву. Трипсы заселяли сою в первой декаде июня, в зависимости от сроков сева численность их колебалась от 1,8 до 3,4 ос./растение. В третьей декаде июля плотность популяции вредителя снизилась до 0,9–1,5 ос./растение.

На опытных полях РУП «Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция» в 2016 г. в конце бутонизации сои гусеницами репейницы повреждено 23,3–28,3 % растений. В фазе формирования бобов (III декада июля) на этих полях отмечена максимальная численность клубеньковых долгоносиков нового поколения 24,4 ос./м², поврежденность растений – 94,5 % при среднем балле 2,4 (фото 3).



Фото 1 – Повреждение листьев сои гусеницами репейницы (производственный посев, ОАО «СГЦ «Западный», Брестский район, сорт Аннушка, 2016 г., фото авторов)



Фото 2 – Листья сои, поврежденные жуками клубеньковых долгоносиков, вышедшими из зимовки (полевые опыты, РУП «Полесский институт растениеводства», 2016 г., фото авторов)

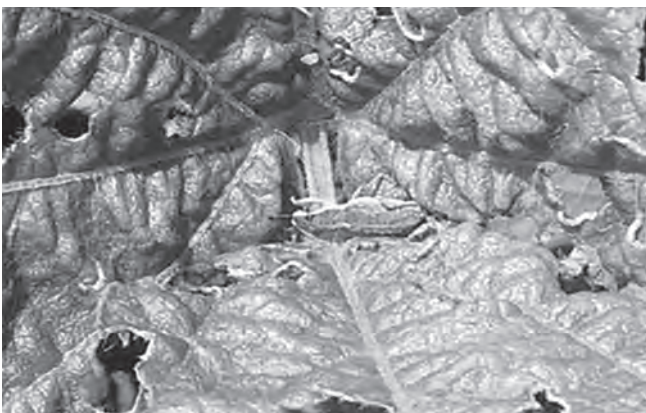
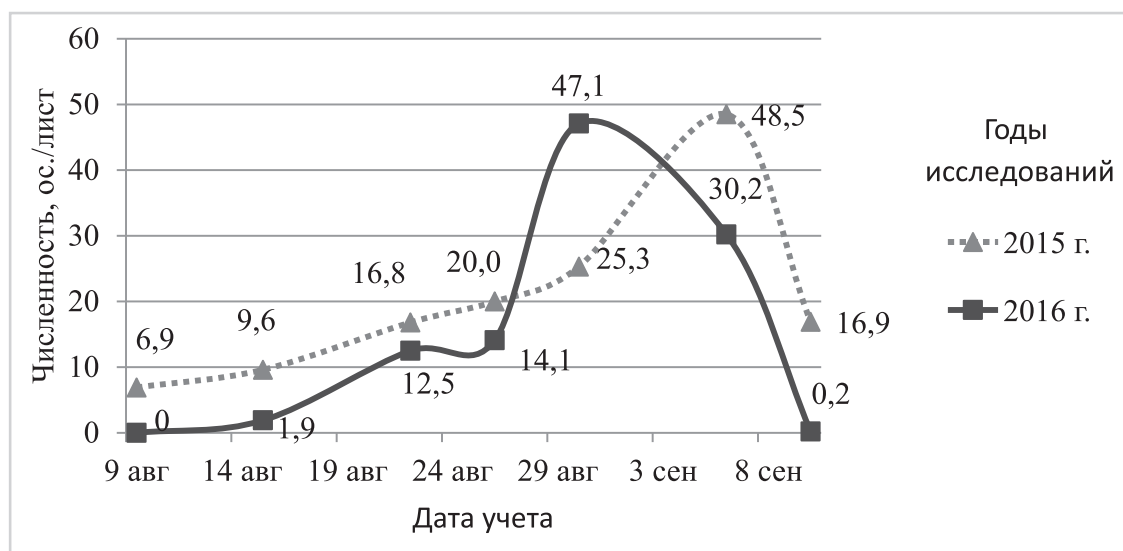


Фото 3 – Имаго клубеньковых долгоносиков нового поколения и поврежденные ими растения сои (полевые опыты, РУП «Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция», 2016 г., фото авторов)





Динамика численности паутинного клеща в посевах сои сорта Оресса (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Паутинный клещ заселял опытные делянки сои Брестской областной сельскохозяйственной опытной станции в вегетационных условиях 2015–2016 гг. во II декаде августа в период налив семян – созревание, средняя численность клещей составляла 14,6–20,0 ос./лист.

В посевах сои, возделываемой в центральной агроклиматической зоне, в годы исследований доминировали жуки клубеньковых долгоносиков и паутинный клещ. На опытном поле РУП «Институт защиты растений» в конце III декады мая 2015 г. имаго клубеньковых долгоносиков (перезимовавшего поколения) встречались единично (0,1–0,2 ос./м²), численность жуков нового поколения в конце июля – начале августа не превышала 1,5–2,0 ос./м². Поврежденность растений была на уровне 5 %, что соответствует 1 баллу. В 2016 г. учеты численности вредителя показали, что в фазе первый тройчатый лист количество перезимовавших жуков клубеньковых долгоносиков не превышало 3,5 ос./м², поврежденность растений составила 24,5 % с интенсивностью 1 балл (5 %).

По данным мониторинга производственных посевов сои, возделываемой в СХУ «Бобровичи «УП «Минскоблгас»» Воложинского района Минской области, обыкновенный паутинный клещ начал заселять растения во II декаде августа. Плотность популяции вредителя составила 1,3 ос./лист при 32,6 % заселенности посева.

В специальных опытах на поле РУП «Институт защиты растений» на раннеспелом сорте Оресса изучалась динамика численности клещей в сопряженности с фенологией растений сои. Установлено, что в вегетационных условиях 2015 г. заселение растений сои обыкновенным паутинным клещом началось в I декаде августа в фазе формирования бобов. В этот период для развития вредителя сложились оптимальные погодные условия (температура воздуха +26,1 °С, что на +7,1 °С выше нормы при полном отсутствии осадков). Заселение проходило с краев поля при численности фитофага 6,9 ос./лист (рисунки).

Во II декаде августа при установлении температуры воздуха +33,9 °С (на + 8,8 °С выше среднегодичных значений) численность клеща увеличилась до 16,8 ос./лист. В III декаде августа (температура +24,9 °С, осадки 0 мм) насчитывалось 20,0 ос./лист. При температуре воздуха +29,8 °С наблюдалось нарастание плотности популяции клеща до 25,3 ос./лист (III декада августа). Максимальная плотность – 48,5 ос./лист была в фазе налив семян в I декаде сентября (при достижении температуры воздуха +30,4 °С). В конце I декады сентября численность

вредителя резко снизилась, самки последней генерации ушли в диапаузу, что вызвано снижением среднесуточной температуры воздуха до +13,1...+15,1 °С. В вегетационных условиях 2016 г. развитие обыкновенного паутинного клеща в агроценозе сои началось во II декаде августа (фаза налив семян) при численности фитофага 1,9 ос./лист. При повышении среднесуточной температуры до +20 °С количество фитофага увеличилось до 14,1 ос./растение. Через 7 суток при среднесуточной температуре +22,9 °С учтено максимальное количество вредителя – 47,1 ос./лист. В I декаде сентября из-за жаркой и сухой погоды и вредной деятельности фитофага растения сои начали сбрасывать листву. На момент последнего учета облиственность растений была не более 15 %. В этот период насчитывалось 30,2 ос./лист клещей, среди которых количество диапаузирующих самок составляло 50–80 %.

Выводы

На основании результатов исследований установлено, что энтомоакарокомплекс в агроценозах сои в Беларуси включает 38 видов членистоногих. В условиях вегетации 2015–2016 гг. доминировали клубеньковые долгоносики, репейница и обыкновенный паутинный клещ. Впервые изучена динамика численности обыкновенного паутинного клеща в сопряженности с фенологическими фазами растений сои.

Литература

- Болезни, вредители и сорняки на посевах сои в Краснодарском крае и меры борьбы с ними / В. М. Лукомец [и др.] // Масличные культуры: науч.-технич. бюллетень ВНИИ масличных культур [Электронный ресурс]. – 2007. – Вып. №1 (136). С. 66–75. – Режим доступа: http://vniimk.ru/files/text/Maslichnie_kulturi/136/57055e309b3e12a871c0baf02b2ba6a.pdf. – Дата доступа: 09.09.2014.
- Литвиненко, Е. В. Энтомоакароценоз сои и совершенствование биологического метода контроля основных вредителей в условиях Центральной зоны Краснодарского края: автор. дисс. ... на соиск. учен. степени канд. биол. наук / Е. В. Литвиненко. – Краснодар, 2003. – 23 с.
- Лысенко, Н. Н. Экологические предпосылки формирования вредной энтомофауны соевого агроценоза в Орловской области / Н. Н. Лысенко, С. Н. Лысенко, В. П. Наумкин // Вестник Орел ГАУ. – 2012. – №2 (35). – С. 2–10.
- Мельник, В. И. Влияние изменения климата на агроклиматические ресурсы и продуктивность основных сельскохозяйственных культур Беларуси: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.23 / В. И. Мельник; Белорус. гос. ун-т. – Минск, 2004. – 21 с.
- Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскицидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. Л. И. Трешако. – Прилуки, 2009. – 319 с.
- Петруха, О. П. Клубеньковые долгоносики / О. П. Петруха // Методика учета и прогноза развития вредителей и болезней растений в Центрально-Черноземной полосе. – Воронеж, 1976. – С. 78–82.

7. Протравители семян кукурузы и зерновых культур для защиты посевов от проволочников / Л. И. Трепашко [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Институт защиты растений». – Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2010. – Вып. 34. – С. 210–216.
8. Пушня, М. В. Испытания биопрепаратов против вредителей сои / М. В. Пушня, Ж. А. Ширеня, Л. Н. Титаренко // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рождения академика Н. И. Вавилова, Краснодар, 25–27 сент. 2012 г. – Краснодар, 2012. – С. 147–149.
9. Фасулати, К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных: учеб. пособие для ун-тов / К. К. Фасулати. – М.: Высш. школа, 1971. – 424 с.
10. Федорова, С. Р. Вредная энтомофауна соевого агроценоза в Орловской области / С. Р. Федорова // Зернобобовые и крупяные культуры [Электронный ресурс]. – №4(8). – 2013. – Режим доступа: <http://journal.vniizbk.ru/journals/8/article10.pdf>. – Дата доступа: 11.09.2014.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований по заданию № Б16М–016 «Теоретическое обоснование мероприятий по защите сои от вредителей с учетом структуры их доминирования в разных агроклиматических зонах Беларуси» на 2016–2018 гг. под руководством доктора биологических наук, профессора, заведующей лабораторией энтомологии Трепашко Людмилы Ивановны.

УДК 633.63:632.2/.4:632.95(476)

Эффективность применения биопестицида «Бетапротектин» против гнилей корнеплодов свеклы сахарной в производственных условиях

А. В. Свиридов, кандидат с.-х. наук
Гродненский государственный аграрный университет

(Дата поступления статьи в редакцию 08.06.2017 г.)

Доказано, что обработка корнеплодов биопестицидом «Бетапротектин», ж. в производственных условиях приводит к уменьшению развития кагатной гнили на 7,5–16,0 % в зависимости от года проведения исследований при уровне биологической эффективности 14,9–37,0 %. Выявлено, что сахаристость корнеплодов в варианте с применением биопестицида варьировала от 14,55 до 16,95 %, тогда как в контроле (без обработки) 13,80–15,80 %. Чистый доход от применения препарата составил 152,0 тыс. руб. на 1 т хранящихся корнеплодов. Дополнительный доход от обработки корнеплодов за 2009–2013 гг. достиг 2269,05 млн руб., что составило 122,2 тыс. долл. США в пересчете по курсу Национального банка РБ в ценах на 01.01.2016 г.

Введение

Фунгициды существенно сдерживают развитие гнилей корнеплодов свеклы. Однако использование этих препаратов способствует загрязнению продукции пестицидами и снижению ее товарных качеств, что инициирует поиск альтернативных способов защиты. Одним из перспективных направлений защиты свеклы от заболеваний является использование биопестицидов [1, 2]. Основная фитопротекторная роль в микробном сообществе принадлежит бактериям, которые характеризуются высокой антагонистической активностью, большой численностью, скоростью роста, устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды. К числу наиболее активных антагонистов относятся спорообразующие бактерии рода *Bacillus*, такие как *B. mesentericus*, *B. subtilis*, *B. cereus* [3, 4]. Белорусские ученые также доказали эффективность применения бактерий-антагонистов против гнилей корнеплодов свеклы [5, 6]. Однако биофунгициды еще не нашли широкого практического применения в республике. В связи с этим целью проведения исследований явилось изучение эффективности применения разработанного нами совместно с учеными Института микробиологии НАН Беларуси биопестицида «Бетапротектин», ж. против кагатной гнили корнеплодов свеклы сахарной в производственных условиях.

It has been proved that the treatment of root crops with Biopesticide «Betaprotectin», in the production conditions, leads to decrease of clay rot progress by 7,5–16,0 %, depending on the year of research at a biological efficiency level of 14,9–37,0 %. It was revealed that the sugar content of root crops in the variant with the use of biopesticide ranged from 14,55 % to 16,95 %, while in the sample (without treatment) it was 13,80–15,80 %. Net income from the use of the product was 152,0 thousand rubles per 1 ton of stored root crops.

Additional income from processing of root crops in 2009–2013 reached 2269,05 million rubles, which amounted to 122,2 thousand US dollars in terms of the rate of the National Bank of the Republic of Belarus in prices on 01.01.2016.

Методика проведения исследований

Производственные испытания биопестицида «Бетапротектин», ж. на свекле сахарной осуществляли в 2009–2013 гг. в условиях ОАО «Скидельский сахарный комбинат», ОАО «Жабинковский сахарный завод» и ОАО «Городейский сахарный комбинат». Норма расхода биопрепарата была 0,5 л/т корнеплодов. Для обработки корнеплодов свеклы сахарной на буртоукладочные машины устанавливали аэрозольный опрыскиватель-генератор. Контролем служили корнеплоды, прошедшие через БУМ, но не обработанные этим биологическим препаратом. Отобранные сеточные пробы опытного и контрольного вариантов были заложены в необработанные биопрепаратом кагаты по общепринятой методике [7]. Анализ образцов проводили через 55–80 суток после закладки на хранение при разборке корнеплодов из кагата.

Учет гнили корнеплодов свеклы сахарной проводили по усовершенствованной нами 6-балльной шкале. Вредоносность кагатной гнили свеклы сахарной определяли по разработанной нами методике А. В. Свиридова и В. В. Просвирякова [8] с установлением коэффициента вредоносности.

Распространенность и развитие гнилей вычисляли по общепринятым в фитопатологии формулам [9]. Биологическую и хозяйственную эффективность применяемых защитных мероприятий рассчитывали по общепринятым формулам.

Технологические показатели качества корнеплодов определяли в сырьевых лабораториях ОАО «Скидельский сахарный комбинат», ОАО «Жабинковский сахарный завод» и ОАО «Городейский сахарный комбинат» с использованием сертифицированного прибора системы «Betalyser».

Для определения экономической эффективности использовали следующие показатели: величина сохраненной продукции, стоимость сохраненной продукции, дополнительные затраты на проведение защитных мероприятий. Расчет проведен в белорусских рублях в ценах на 01.01.2016 г.

Общее содержание сахара в снятых с хранения корнеплодах подсчитывали по следующей формуле:

$$ОСС = С [0,12 \times (K + Na) + 0,24 \times \alpha-N + 1,08],$$

где ОСС – общее содержание сахара, %;

С – сахаристость, %;

К – содержание калия, мг/экв. на 100 г;

Na – содержание натрия, мг/экв. на 100 г;

$\alpha-N$ – содержание α -аминного азота, мг/экв. на 100 г.

Дополнительный сбор сахара в результате проведенных защитных мероприятий подсчитывали по следующей формуле:

$$ДС = ((СМд \times ОССо) + СМк \times (ОССо - ОССк)) \div 100,$$

где ДС – дополнительный сбор сахара, кг;

СМд – дополнительно сохраненная свекломасса, кг;

индекс о – опыт;

к – контроль.

Для расчета прибыли использовали формулу:

$$П = ДС \times Цс,$$

где П – прибыль (стоимость дополнительно полученной продукции);

ДС – дополнительно полученный сахар;

Цс – цена 1 кг(т) сахара (за вычетом торговой надбавки 15,2 %).

Чистый доход мы подсчитывали по формуле:

$$ЧД = П / Зд,$$

где ЧД – чистый доход;

П – прибыль;

Зд – дополнительные затраты.

Окупаемость защитных мероприятий рассчитывали по формуле:

$$О = ЧД / Зд$$

Результаты исследований и их обсуждение

В качестве альтернативного экологически безопасного приема защиты корнеплодов свеклы сахарной от гнилей является применение биологических препаратов. Нами совместно с учеными Института микробиологии НАН Беларуси разработан и зарегистрирован для применения в производстве биопестицид «Бетапротектин», ж. Испытания эффективности действия данного препарата против кагатной гнили корнеплодов свеклы проводили в производственных условиях сахарных комбинатов Республики Беларусь путем обработки корнеплодов свеклы перед закладкой на хранение. Всего за период 2009–2013 гг. было обработано 16274 т корнеплодов.

Установлено, что обработка биопрепаратом при закладке корнеплодов свеклы сахарной в кагаты сдерживала развитие кагатной гнили (таблица 1).

За годы производственных испытаний обработка корнеплодов биопестицидом «Бетапротектин», ж привела к уменьшению развития заболевания на 7,5–16,0 % в зависимости от года проведения исследований. Биологическая эффективность применения препарата колебалась от 14,9 до 37,0 %, хозяйственная – от 3,7 до 11,3 %.

Обработка корнеплодов биологическим препаратом оказала влияние и на технологические качества корнеплодов свеклы сахарной (таблица 2).

Выявлено, что сахаристость корнеплодов в варианте с применением биопестицида «Бетапротектин», ж. была на уровне 14,55–16,95 %, тогда как в контроле (без обработки) – 13,80–15,80 %. Опрыскивание корнеплодов биопрепаратом улучшало их технологические качества.

Наряду с этим проведенные расчеты экономической эффективности обработки корнеплодов свеклы сахарной во время закладки на хранение в 2009–2013 гг. биопестицидом «Бетапротектин», ж. показали, что чистый доход от применения препарата составил 152,0 тыс. руб. на 1 т хранящихся корнеплодов. Дополнительный до-

Таблица 1 – Эффективность обработки корнеплодов свеклы сахарной биопестицидом «Бетапротектин» во время закладки на хранение против гнилей в производственных условиях

Вариант	Распространенность кагатной гнили, %	Развитие кагатной гнили, %	Биологическая эффективность, %	Вредоносность, %
ОАО «Скидельский сахарный комбинат», 2009 г.				
«Бетапротектин», ж.	95,7	33,6	21,4	10,8
Контроль без обработки	100	42,5	–	16,5
ОАО «Жабинковский сахарный завод», 2010 г.				
«Бетапротектин», ж.	99,7	37,7	25,3	13,1
Контроль без обработки	100	50,6	–	22,9
ОАО «Жабинковский сахарный завод», 2011 г.				
«Бетапротектин», ж.	83,8	24,3	37,0	6,9
Контроль без обработки	97,1	40,3	–	15,4
ОАО «Жабинковский сахарный завод», 2012 г.				
«Бетапротектин», ж.	68,4	17,5	35,4	4,4
Контроль без обработки	91,7	27,7	–	7,9
ОАО «Жабинковский сахарный завод», 2013 г.				
«Бетапротектин», ж.	90,7	30,3	20,9	18,5
Контроль без обработки	97,5	40,5	–	21,4
ОАО «Городейский сахарный комбинат», 2013 г.				
«Бетапротектин», ж.	99,4	44,7	14,9	17,9
Контроль без обработки	100	52,2	–	24,6

Таблица 2 – Влияние обработки корнеплодов биопестицидом «Бетапротектин» на технологические показатели качества свеклы сахарной

Вариант	Сахаристость корнеплодов, %	Содержание, ммоль на 100 г		
		калия	натрия	α-аминного азота
ОАО «Скидельский сахарный комбинат», 2009 г.				
«Бетапротектин», ж.	16,23	5,60	0,54	1,84
Контроль без обработки	15,80	5,49	0,54	1,83
ОАО «Жабинковский сахарный завод», 2010 г.				
«Бетапротектин», ж.	14,55	5,86	0,41	1,93
Контроль без обработки	13,90	6,07	0,49	1,93
ОАО «Жабинковский сахарный завод», 2011 г.				
«Бетапротектин», ж.	15,40	4,99	0,21	1,21
Контроль без обработки	14,25	4,99	0,19	0,98
ОАО «Жабинковский сахарный завод», 2012 г.				
«Бетапротектин», ж.	15,75	5,70	0,24	2,31
Контроль без обработки	15,10	6,45	0,24	2,52
ОАО «Жабинковский сахарный завод», 2013 г.				
«Бетапротектин», ж.	16,95	5,25	0,39	2,45
Контроль без обработки	15,45	5,65	0,29	2,60
ОАО «Городейский сахарный комбинат», 2013 г.				
«Бетапротектин», ж.	16,45	5,77	0,57	2,31
Контроль без обработки	15,60	6,08	0,57	2,37

Таблица 3 – Экономическая эффективность применения биопестицида «Бетапротектин» при закладке корнеплодов на хранение (в ценах на 01.01.2016 г.)

Показатель	Годы											
	2009		2010		2011		2012		2013		2013	
	кон-троль	опыт	кон-троль	опыт	кон-троль	опыт	кон-троль	опыт	кон-троль	опыт (Жабин-ка)	кон-троль	опыт (Горо-дея)
Обработано корнеплодов, т	–	2400	–	1000	–	3334	–	5000	–	2300	–	900
Всего сохранено свекломассы, т	2004,0	2140,8	771,0	869,0	2820,6	3103,9	4605,0	4780,0	1807,8	1874,5	678,6	738,9
Дополнительно сохранено свекломассы, т	–	136,8	–	98,0	–	283,3	–	175	–	66,7	–	60,3
Сахаристость (средняя в сеточных пробах), %	15,8	16,23	13,9	14,55	14,25	15,4	15,1	15,75	15,45	16,95	15,6	16,45
ОСС (среднее), %	13,56	13,97	11,57	12,26	12,31	13,4	12,66	13,4	13,03	14,61	13,16	14,06
Дополнительно полученный сахар, т	–	27,32	–	17,33	–	68,7	–	57,53	–	38,3	–	14,59
Прибыль (стоимость дополнительного сахара), млн руб.	–	346,9	–	220,0	–	872,5	–	730,6	–	486,4	–	185,2
Стоимость обработки препаратом, млн руб.	–	56,52	–	23,55	–	78,51	–	117,75	–	54,165	–	21,195
Затраты на обработку, млн руб.	–	1,9	–	0,8	–	2,63	–	3,94	–	1,87	–	0,72
Затраты на хранение и переработку продукции, млн руб.	–	33,6	–	14,0	–	46,68	–	70,0	–	32,2	–	12,6
Всего дополнительных затрат, млн руб.	–	92,2	–	38,35	–	127,8	–	191,7	–	88,2	–	34,5
Дополнительный чистый доход: млн руб.	–	254,9	–	181,65	–	744,7	–	538,9	–	398,2	–	150,7
тыс. долл. США	–	13,726	–	9,781	–	40,1	–	29,02	–	21,44	–	8,12
Окупаемость проведения защитного мероприятия, раз	–	2,76	–	4,74	–	5,83	–	2,8	–	4,51	–	4,4

ход от обработки корнеплодов за 2009–2013 г. достиг 2269,05 млн руб., что составило 122,2 тыс. долл. США в пересчете по курсу Национального банка РБ в ценах на 01.01.2016 г. (таблица 3).

Выводы

Таким образом, обработка корнеплодов биопестицидом «Бетапротектин», ж. привела к уменьшению развития заболевания на 7,5–16,0 % в зависимости от года проведения исследований при уровне биологической эффективности 14,9–37,0 %. Выявлено, что сахаристость корнеплодов в варианте с применением биопестицида «Бетапротектин», ж. варьировала от 14,55 до 16,95 %, тогда как в контроле (без обработки) – 13,80–15,80 %. Чистый доход от применения препарата составил 152,0 тыс. руб. на 1 т хранящихся корнеплодов. Дополнительный доход от обработки корнеплодов за 2009–2013 г. достиг 2269,05 млн руб., что составило 122,2 тыс. долл. США в пересчете по курсу Национального банка РБ в ценах на 01.01.2016 г.

Литература

1. Пусенкова, Л. И. Влияние биофунгицида Фитоспорин-М на сохранность в кагатах корнеплодов сахарной свеклы / Л. И. Пусенкова, Р. А. Кудоярова // Сахарная свекла. – 2006. – № 7. – С. 35–37.
2. Пусенкова, Л. И. Эффективность применения биопрепаратов при выращивании и хранении сахарной свеклы / Л. И. Пусенкова // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 5. – С. 48–49.

УДК 632.4-633.35

Мучнистая роса гороха в условиях Белорусского Полесья

Н. Ф. Терлецкая, научный сотрудник

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 04.07.2017 г.)

В 2008–2009 гг. в условиях Белорусского Полесья наблюдалось повсеместное поражение мучнистой росой посевов гороха. Распространенность болезни колебалась от 8 до 86 %. Появлению и развитию болезни способствовало чередование жаркой погоды и выпадение умеренного количества осадков.

С увеличением уровня развития мучнистой росы на один балл масса 1000 семян гороха посевного снижается на 7,9 %, масса семян с одного растения – на 17,3 %, гороха полевого – на 6,9 и 11,8 % соответственно.

Введение

Мучнистая роса является одним из наиболее распространенных и вредоносных заболеваний гороха. В годы эпифитотийного развития болезни потери урожая семян могут достигать 80–100 %, а в некоторых случаях происходит полная гибель посевов. У зараженных растений наблюдается значительное снижение количества и размеров корневых клубеньков, формируются недоразвитые семена, которые при сильной степени поражения теряют посевные качества и из-за токсичности становятся непригодными на корм животным.

Под влиянием возбудителя болезни пораженные клетки разрушаются и гибнут. Постепенно из-за недостаточного притока питательных веществ начинают отмирать соседние и глубже расположенные клетки. Под действием патогена в растениях уменьшается количество хлорофилла, каротиноидов, аминокислот и крахмала, что служит причиной снижения их урожая. В годы, благоприятные для развития, болезнь приводит к уменьшению количества бобов на растении, количества семян в бобе, высоты растений и количества междоузлий. При эпифитотийном развитии мучнистой росы пораженные части растений приобретают грубую консистенцию и отмирают, при этом может наблюдаться полная потеря урожая [1–4].

3. Бекер, М. Е. Основы микробиологического производства / М. Е. Бекер // Введение в биотехнологию / М. Е. Бекер. – М., 1978. – Гл. 4. – С. 75–102.
4. Безлер, Н. В. Роль бактерий в борьбе с корнеедом сахарной свеклы / Н. В. Безлер, Е. В. Грошева, М. А. Сумская // Защита и карантин растений. – 2007. – № 5. – С. 19–20.
5. Бактерии-антагонисты как агенты биологического контроля кагатной гнили сахарной свеклы / Э. И. Коломиец [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т микробиологии, Белорус. обществ. об-ние микробиологов ; ред.: Э. И. Коломиец [и др.]. – Минск, 2007. – Т. 1. – С. 170–176.
6. Коломиец, Э. И. Разработка препаративной формы биопестицида Бетапротектин для защиты сахарной свеклы от кагатной гнили / Э. И. Коломиец, О. С. Кильчевская, Т. В. Романовская // Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем : [сборник] / Всерос. науч.-исслед. ин-т биол. защиты растений ; под ред. В. Д. Надыкты [и др.]. – Краснодар, 2008. – Вып. 5. – С. 250–252.
7. Приемка и хранение сахарной свеклы: технол. регламент / Белорус. гос. концерн пищевой пром-сти «Белгоспищепром», Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – 431 с.
8. Свиридов, А. В. Регистрационные испытания фунгицидов и биологических препаратов против кагатной гнили корнеплодов сахарной свеклы: (практ. рекомендации) / А. В. Свиридов, В. В. Просвираков; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно: ГГАУ, 2014. – 8 с.
9. Поляков, И. Я. Прогноз развития вредителей и болезней сельскохозяйственных культур (с практикумом) : учеб. пособие / И. Я. Поляков, М. П. Персов, В. А. Смирнов. – Л.: Колос, Ленингр. отд-ние, 1984. – 318 с.

In 2008–2009 in the Belarusian Polesie conditions there was widespread powdery mildew damage of pea crops. The prevalence of the disease ranged from 8 to 86 %. The appearance and development of the disease is promoted by the alternation of hot weather and a moderate amount of precipitation.

With an increase in the level of development of powdery mildew for one point, the weight of 1000 seeds of sowing pea seeds decreases by 7,9 %, the weight of seeds from one plant – by 17,3 %, the field pea – by 6,9 and 11,8 % respectively.

В условиях Белорусского Полесья комплексное изучение мучнистой росы гороха не проводилось, что подтверждает необходимость исследований с целью разработки в дальнейшем приемов ограничения вредоносности данной болезни. Наши исследования были направлены на выявление распространенности и вредоносности, установление причин возникновения эпифитотий мучнистой росы гороха в условиях юго-запада Беларуси.

Объекты и методы исследований

Распространенность и развитие болезни устанавливали во время проведения маршрутных фитопатологических обследований посевов гороха в 2008–2009 гг. в хозяйствах Гомельской и Брестской областей республики. Учеты проводили во время вегетации растений по общепринятым в фитопатологии методикам. Техника учета состояла в общей оценке состояния растений в поле, отборе пробных образцов, их тщательном осмотре и оценке поражения по принятым в фитопатологии шкалам [5].

В ходе учета мучнистой росы гороха на площади до 10 га брали 10 проб, на площади 11–25 га – 20, 26–50 га – 30 и 51–100 га – 50 проб по 10 растений в каждой. Пробы отбирали по диагонали, двум полудиаго-

налям или равномерно по всему участку в соответствии с его конфигурацией.

Распространенность заболевания выражали количеством больных растений в процентах от общего числа обследованных по формуле:

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

где P – распространенность болезни, %;
 n – количество больных растений, шт.;
 N – число растений в пробе, шт.

Размер пораженной поверхности растений учитывали глазомерно. Учет степени поражения растений проводили по пятибалльной шкале [6]. Развитие болезни определяли по формуле:

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

где R – развитие болезни (в %);
 $\sum(a \times b)$ – сумма произведений числа пораженных растений (a) на соответствующий им балл поражения (b);
 N – общее число учтенных растений (здоровых и больных), шт.;
 K – наивысший балл шкалы учета.

Вредоносность микоза определяли при помощи метода модельных растений путем сопоставления урожая семян здоровых и больных растений, у которых наблюдалась различная степень поражения возбудителем болезни. Потери урожая учитывали в единицах массы или в процентах на одно растение (или 1 м²) по формуле:

$$B = \frac{100 \times (A - a)}{A},$$

где B – потери урожая, %;
 a – урожай больных растений;
 A – урожай здоровых растений.

Уборку урожая проводили вручную. Массу 1000 семян определяли по ГОСТу 12042-80 [7].

Статистический анализ результатов исследований проводили по общепринятым методикам, а также с использованием компьютерных программ MS Excel 2003 и Statistica 6.0 [8].

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных в 2008–2009 гг. маршрутных обследований установлено, что в условиях Белорусского Полесья при благоприятных погодных условиях мучнистая роса гороха проявляется в основном в период цветения – начала бобообразования. Возбудитель болезни поражает листья, стебли, прицветники, цветки и бобы растения. Как правило, спороношение сначала образуется в виде небольших очагов на верхней стороне листьев, затем распространяется на нижнюю поверхность листьев, в дальнейшем микозом поражаются остальные вегетативные органы растения. Больные растения становятся белыми, как будто обсыпанными мукой. В период созревания зерна уборочной спелости налет уплотняется, становится грязно-серым вследствие образования клейстотециев, представляющих собой половую стадию гриба.

Выявлено повсеместное поражение мучнистой росой сортов гороха посевного и полевого в хозяйствах Гомельской и Брестской областей. В 2008 г. распространенность болезни на сортах гороха посевного составляла 36–86 %, гороха полевого – 8–58 %. В 2009 г. распространенность мучнистой росы на горохе посевном варьировала от 18 до 81 %, горохе полевым – от 8 до 67 %. В 2008 г. наибольшее развитие болезни наблюдалось в посевах гороха посевного сорта Богатырь чешский в Брестском районе Брестской области (55 %) и сортов Эйфель и Миллениум (44–54,8 %) в Речицком районе Гомельской области. В посевах гороха сорта Эйфель в Пинском районе и Свитанак в Брестском районе Брестской области, а также сортов Гомельская в Калинковичском и Ева в Речицком районах Гомельской области развитие мучнистой росы варьировало от 14,6 до 35,6 %. В посевах гороха полевого сорта Гомельская в Пинском районе Брестской области, Петриковском и Речицком районах Гомельской области наблюдалось депрессивное развитие болезни (3,4–8,6 %) (таблица 1).

Установлено, что распространенность и развитие болезни определяются сроками сева гороха и погодными условиями вегетационного периода. В 2008 г. в условиях Брестской области эпифитотийному развитию мучнистой росы в Брестском районе способствовала высокая температура воздуха во второй половине вегетационного периода (среднедекадная 18,1–21,3 °С, максимальная

Таблица 1 – Развитие мучнистой росы в условиях Белорусского Полесья (данные маршрутных фитопатологических обследований, 2008–2009 гг.)

Культура	Сорт	Область, район	Хозяйство	Распространенность, %		Развитие, %	
				2008 г.	2009 г.	2008 г.	2009 г.
Горох посевной	Богатырь чешский	Брестская, Брестский	ГУСП «П/з «Мухавец»»	86,0	81,0	55,0	50,8
	Эйфель	Брестская, Пинский	ОАО «Оснежицкое»	36,0	52,0	23,2	38,0
		Гомельская, Речицкий	СПК «Оборона страны»	82,0	18,0	54,8	7,0
	Аист	Гомельская, Речицкий	СПК «21 съезд КПСС»	–	42,0	–	26,0
Миллениум	СПК «Оборона страны»		67,0	53,0	44,0	38,0	
Горох полевой	Гомельская	Брестская, Пинский	ОАО «Оснежицкое»	16,0	–	8,6	–
			СПК «Лопатино»	–	56,0	–	41,0
	Гомельская, Петриковский	СПК «Агро-Птичь»	8,0	–	3,4	–	
	Гомельская, Калинковичский	СПК «50 лет БССР»	35,0	–	21,4	–	
	Гомельская, Речицкий	СПК «21 съезд КПСС»	9,0	61,0	3,8	49,0	
	Свитанак	Брестская, Брестский	ГУСП «П/з «Мухавец»»	58,0	67,0	35,6	48,4
	Ева	Брестская, Ивацевичский	СПК «Квасевичи»	–	26,0	–	14,0
Гомельская, Речицкий		СПК «Оборона страны»	25,0	8,0	14,6	3,0	
Гомельская, Петриковский		СПК «Заветы Ильича»	–	10,0	–	3,6	

Примечание – (–) Наблюдения не проводились.

Таблица 2 – Влияние степени поражения мучнистой росой на показатели продуктивности гороха (ГУСП «П/з «Мухавец»» Брестского района, фаза созревание бобов–уборочная спелость, 2008–2010 гг.)

Культура, сорт	Балл поражения	Степень поражения, %	Количество нормально развитых бобов, шт.	Масса семян с одного растения, г	Масса 1000 семян, г
Горох посевной, Богатырь чешский	0 поражение отсутствует	0	6 ±0,67	3,5 ±0,09	229,7 ±3,68
	1 слабое поражение	1–10	5 ±0,75	3,3 ±0,15	213,3 ±3,29
	2 среднее поражение	11–25	4 ±0,86	2,9 ±0,23	188,7 ±11,59
	3 сильное поражение	26–50	2 ±0,75	1,9 ±0,41	172,3 ±9,72
	4 очень сильное поражение	51 и выше	1 ±0,48	0,9 ±0,12	160,0 ±8,64
Горох полевой, Свитанак	0 поражение отсутствует	0	7 ±0,58	4,8 ±0,32	246,7 ±10,56
	1 слабое поражение	1–10	6 ±0,83	4,1 ±0,40	233,0 ±10,45
	2 среднее поражение	11–25	4 ±0,58	3,5 ±0,31	212,4 ±10,35
	3 сильное поражение	26–50	3 ±0,53	2,8 ±0,45	198,7 ±12,33
	4 очень сильное поражение	51 и выше	2 ±0,67	2,7 ±0,43	178,6 ±14,09

26–34 °С) наряду с незначительными осадками (39–54 мм/месяц). В отличие от Брестского, в Пинском районе при высокой температуре воздуха (среднедекадная 17,5–20,7 °С, максимальная 25–34 °С) количество осадков было в два раза большим (до 116 мм/месяц). Выпадение более обильных и продолжительных дождей в критические для развития мучнистой росы периоды в Пинском районе, а также ранние сроки сева (вторая декада апреля) сдержали развитие болезни на горохе полевом на депрессивном уровне, на горохе посевном развитие микоза не превышало 23,2 %.

В условиях Гомельской области в этот же год во второй половине вегетации среднемесячная температура воздуха составляла 18,8–19,3 °С. В Речицком районе раннее появление болезни (цветение) и небольшое количество осадков в июле (78,1 мм/месяц) способствовали интенсивному развитию микоза на горохе посевном (44,0–54,8 %). Ранние сроки сева гороха полевого обусловили появление мучнистой росы в период формирования зерна, и к концу вегетации ее развитие не превышало 14,6 %. В Петриковском районе сев гороха во второй декаде апреля привел к тому, что мучнистая роса появилась в период созревания зерна, что наряду с выпадением большого количества осадков в июле (99,7 мм) сдержало развитие болезни и оно оставалось на депрессивном уровне (3,4 %). В Калинковичском районе мучнистая роса появилась в фазе цветения, к периоду формирования бобов ее развитие было умеренным и сдерживалось за счет выпадения большого количества осадков в июле (124,6 мм), так что к концу вегетации развитие болезни не превышало 21,4 %.

В 2009 г. в условиях Брестской области интенсивному развитию мучнистой росы в Брестском и Пинском районах (38,0–50,8 %) способствовали благоприятные погодные условия второй половины вегетационного периода: максимальная температура воздуха во II–III декаде июля достигала 30–32 °С, среднедекадная – 19,3–20,5 °С, количество осадков – 11–15 мм/декаду в Брестском и 25–28 мм/декаду в Пинском районе. В Ивацевичском районе первые признаки мучнистой росы на горохе полевом (сорт Ева) отмечены в период формирования зерна, и в дальнейшем развитие болезни не превысило 26 %, что обусловлено выпадением большого количества осадков в июле (28–40 мм/декаду).

В Гомельской области в 2009 г. поздние сроки сева гороха (вторая декада мая) в хозяйствах «21 съезд КПСС» и «Оборона страны» способствовали тому, что первые признаки мучнистой росы отмечены в период цветения. Развитие болезни сдерживалось в третьей декаде июля за счет выпадения большого количества осадков (81,3 мм), однако к концу вегетации составило 26–49 %. В то же вре-

мя в Петриковском районе на горохе полевом сорта Ева наблюдалось депрессивное развитие мучнистой росы (3,6 %). Первые признаки болезни в посевах гороха появились здесь в конце периода созревания зерна, что может быть связано с выпадением количества осадков, значительно превышающих среднемноголетние показатели (114–279 % от среднемноголетних значений) на протяжении всего вегетационного периода.

В результате многолетних наблюдений за динамикой развития мучнистой росы гороха нами было выявлено, что болезнь приводит к снижению показателей продуктивности растений, а в случае эпифитотий к их гибели. Следовательно, вредоносность болезни находится в прямой зависимости от степени поражения и количества пораженных растений (таблица 2).

Статистический анализ результатов исследований показал, что при поражении гороха посевного сорта Богатырь чешский в период уборочной спелости мучнистой росой с увеличением степени развития болезни на один балл масса 1000 семян снижается на 7,9 %, масса семян с одного растения – на 17,3 %; гороха полевого сорта Свитанак – на 6,9 и 11,8 % соответственно.

Выводы

1. В 2008–2009 гг. в условиях Белорусского Полесья наблюдалось повсеместное поражение мучнистой росой всех обследованных сортов гороха посевного и полевого. В 2008 г. распространенность болезни в посевах гороха посевного колебалась от 36 до 86 %, гороха полевого – от 8 до 58 %, в 2009 г. – от 18 до 81 % и от 8 до 67 % соответственно.

На распространенность и развитие мучнистой росы гороха оказывают влияние погодные условия вегетационного периода и сроки сева. Появлению и интенсивному развитию болезни способствует чередование жаркой погоды (температура днем выше 25 °С) и выпадение умеренного количества осадков (не более 30 мм в декаду). Во время сильных дождей смывается часть конидий, что приводит к снижению инфекционной нагрузки. Ранние сроки сева позволяют избежать сильного поражения болезнью.

2. Вредоносность мучнистой росы находится в прямой зависимости от степени ее развития и количества пораженных растений. С увеличением степени развития болезни на один балл масса 1000 семян гороха посевного снижается на 7,9 %, масса семян с одного растения – на 17,3 %, гороха полевого – на 6,9 и 11,8 % соответственно.

Литература

1. Білік, О. М. Захист злакових і бобових культур від шкідників, хвороб і бур'янів: навчальний посібник / М. О. Білік [та інш.]. – Харків: Еспада, 2005. – 672 с.

2. Кирик, Н. Н. Грибные болезни гороха / Н. Н. Кирик, М. И. Пиковский // Защита и карантин растений. – 2006. – №6. – С. 46–49.
3. Falloon, R. E. Powdery mildew of peas; possible causes of recent epidemics and prospects for control / R. E. Falloon, A. F. McErlach, R. E. Scott // Proceedings of 42nd New Zealand Weed and Pest Control Conference, 1989. – New Zealand: The New Zealand Weed and Pest Control Society Inc., 1989. – P. 247–250.
4. Тимина, Л. Т. Устойчивость гороха овощного к мучнистой росе / Л. Т. Тимина, И. П. Котляр, Е. П. Пронина // Овощи России. – № 1(18). – 2013. – С. 73–75.
5. Рекомендации по учету и выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений / Г. П. Шуровенкова [и др.]; под ред. Г. П. Шуровенкова. – Воронеж: Всероссийский НИИ защиты растений, 1984. – 274 с.
6. Методы исследования в защите растений: Методические указания / Сост.: Л. Н. Соколова. – Тирасполь, 2015. – 42 с.
7. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян: ГОСТ 12042-80. – Взамен ГОСТ 12042-66 (кроме части по сахарной свекле); введ. 01.07.81. – М.: Стандартиформ., 2011. – 4 с.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 631.5:633.521

Изменение размеров и форм индивидуальных микроструктур стебля льна-долгунца при выращивании на почве с разным уровнем кислотности

В. А. Прудников, доктор с.-х. наук, Н. В. Степанова, кандидат с.-х. наук
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 23.01.2017 г.)

В статье представлены результаты по влиянию кислотности почвы на размеры и формы индивидуальных микроструктур стебля льна-долгунца. При возделывании на повышенном уровне pH_{KCl} – 6,2–6,5 по сравнению с оптимальным установлено снижение площади луба стебля на 31,7–55,5 % при низком соотношении луба к древесине 0,44. Техническое волокно формировалось за счет рыхлых волокнистых пучков, общая площадь которых снижалась на 36,5–59,6 %, не однотипных по величине и форме элементарных волокон с большими внутренними просветами, количество которых в пучке снижалось на 33–34 %, а размер – с 385,1 до 329,6–346,2 мкм², что свидетельствует о низком содержании и качестве льняного волокна.

Введение

При подборе посевных площадей для льна лимитирующим фактором льнопригодности почвы является кислотность. Физиологический оптимум кислотности почвы составляет pH_{KCl} – 5,0–5,5 [1–4]. Многолетние исследования РУП «Институт льна» позволяют определить допустимый уровень кислотности pH_{KCl} – 5,6–6,0 и возможность выращивания льна на почвах с небольшим повышением уровня кислотности путем применения разработанных технологических приемов, позволяющих частично нивелировать негативное воздействие высокого содержания в почве кальция и магния на растение льна.

Выращивание льна на почве с нерегламентированной кислотностью обуславливает несбалансированное питание и глубокие изменения обмена веществ у растений, ведущие к задержке роста или полной гибели, проявлению хлороза и другим нарушениям [5].

Несмотря на значительный объем уже проведенных ранее экспериментов по анализу формирования волокна многие вопросы требуют дополнительного изучения. Недостаточно исследованы структурные видоизменения, происходящие в растениях льна-долгунца на различных уровнях кислотности.

При сравнительно приемлемом урожае соломы и тресты, полученном на почве с неблагоприятной для льна кислотностью, при переработке получается низкий выход волокна, а длинное волокно имеет низкие показатели гибкости и прочности.

Нарушения формирования продуктивности и технологического качества льноволокна на уровне анатомического строения стебля льна являются предметом данной работы.

The article presents the results on the effect of soil acidity on the sizes and shapes of the individual microstructures flax stalk. When cultivating at an elevated level pH_{KCl} – 6,2–6,5 compared with the optimal, A reduction in the area of stem phloem by 31,7–55,5 %, with low correlation to wood bast 0,44. Technical fibers formed by loose fibrous bundles, the total area decreased by 36,5–59,6 %; not similar in size and shape of the filaments with large internal openings, whose number is decreased by the beam 33–34 % and size from 385,1 to 329,6–346,2 mkm², indicating a low content and quality of flax fiber.

Цель исследований: определить влияние кислотности почвы на изменение размеров и форм индивидуальных микроструктур стебля льна-долгунца.

Методика проведения исследований

Полевые опыты закладывали согласно общепринятой методике проведения полевых опытов [6]. Пораженность болезнями устанавливали согласно практическому руководству по фитосанитарному контролю посевов льна-долгунца [7].

Для анатомического анализа образцов по каждому из них отбирали 10 стеблей, типичных по толщине, длине и цвету. Анатомию стеблей изучали на их поперечных срезах. Отрезок стебля 10 см отбирали на половине технической длины. Отобранные для анализа отрезки стеблей льна размягчали в течение двух-трех суток в смеси спирта, глицерина и воды, взятых в соотношении 1:1:1.

Для исследований использовали микроскоп NICON с компьютерным анализатором. При небольшом увеличении (10×) в двух взаимно перпендикулярных направлениях измеряли диаметр среза, толщину древесины и луба, которые выражали в процентах к радиусу. Просматривая срез под микроскопом, отмечали пучок, отличающийся от других размером или формой, и от него по часовой стрелке подсчитывали число лубяных пучков и общее число элементарных волокон на срезе. Для подсчета одревесневших волокон срез окрашивали раствором флороглюцина, который окрашивает одревесневшие клеточные стенки в красный цвет [8].

При большом увеличении (15×40) на каждом срезе измеряли диаметр пятидесяти волокон и просветов. Цену

деления объектива находили с помощью эталонного объект-микрометра.

Результаты исследований и их обсуждение

Для проведения исследований избран один из лучших сортов льна-долгунца Грант (1 репродукция) селекции РУП «Институт льна». Растения для анализа взяты с почвенных участков, характеризующихся разным уровнем кислотности почвы: рН_{KCl} от 5,2 (оптимальный), 5,9 (допустимый), 6,2 (повышенный), 6,5 (непригодный для льна).

Вегетационный период 2016 г. характеризовался как переувлажненный (ГТК – 1,84): в мае выпало осадков 179–233 % от нормы, в июне только 27,7 %; созревание льна (июль) проходило при нормальном увлажнении. Степень поражения льна-долгунца кальциевым хлорозом в фазе «ёлочка» на фоне с рН_{KCl} – 6,5 составила 95 %; на фоне рН_{KCl} – 6,2 – 25 %; на фоне с рН_{KCl} – 5,0–6,0 кальциевый хлороз не обнаружен. Однако водно-температурный режим вегетации позволил растениям, выращенным на непригодной для льна кислотности почвы, сформировать вторичный стебель и достигнуть приемлемой высоты 70–80 см (на почве с оптимальной кислотностью высота стебля 99 см).

При анализе гистологических элементов стебля оценивали основные показатели, определяющие продуктивность растения: мощность фотосинтезирующей паренхимы (хлоренхимы), соотношение луба к древесине, особенности формирования лубяных пучков и волокон.

С увеличением уровня рН_{KCl} изменялись в сторону уменьшения диаметр и площадь среза стебля, толщина и площадь клеточной стенки, что приводило к снижению выполненности стебля с 69,8 (рН_{KCl} – 5,2) до 63,7 % (рН_{KCl} – 6,5) (таблица 1).

На почве с высоким уровнем рН_{KCl} установлено снижение развития проводящей системы стебля. Мощность хлоренхимы снижалась с 27,8 (рН_{KCl} – 5,2) до 20,9 мкм (рН_{KCl} – 6,5), а её площадь – с 144,1 до 75,1 мм².

Отрицательное влияние избыточного содержания в почвенно-поглощающем комплексе карбонатов на формирование луба проявлялось уже на допустимом уровне рН_{KCl} – 5,9. Площадь луба снижалась в зависимости от кислотности почвы: рН_{KCl} – 5,9 – на 79,3 мм² (11,3 %), рН_{KCl} – 6,2 – на 223,2 мм² (31,7 %), рН_{KCl} – 6,5 – на 390,6 мм² (55,5 %) (таблица 2). Луб – волокнистая часть недеструктированного стебля льна-долгунца, полученная после механического удаления из него древесины. Поэтому со-

держание луба в стебле имеет прямую связь с урожаем волокна.

В результате поражения льна кальциевым хлорозом при высоком уровне рН_{KCl} происходило торможение общего роста и развития льна, поэтому с уменьшением длины и диаметра стебля снижалась площадь не только луба, но и древесины с 1079,9 (рН_{KCl} – 5,2) до 639,2 мм² (рН_{KCl} – 6,5).

Кислотность почвы изменяет показатель соотношения луба к древесине. У стеблей, выращенных при оптимальной кислотности почвы, соотношение луба к древесине 0,61, о чем свидетельствует более развитая стенка стебля 460 мкм и хлоренхима 144,1 мм². У стеблей, выращенных на почве с повышенной рН_{KCl}, имеющих слабую стенку (351–412 мкм), древесина занимает 639,2–993,4 мм² при соотношении луба к древесине 0,44.

Составляющими луба являются волокнистые (лубяные) пучки. На поперечном срезе обычно насчитывается от 15 до 40 лубяных пучков, которые располагаются по периферии стебля, образуя кольцо различной плотности. Лубяные пучки состоят из групп веретенообразных толстостенных клеток с небольшой полостью элементарных волокон, которые плотно соединяются между собой пектином. Элементарные волокна соединены в пучке так, что концы отдельных волокон находятся на неодинаковой высоте. Это обуславливает прочность каждого пучка. Отдельное элементарное волокно имеет длину в среднем 20–30 мм, но может достигать 120 мм и более. Количество элементарных волокон в лубяном пучке колеблется от 10 до 50 штук.

Анализом структуры луба установлено, что с увеличением уровня рН_{KCl} с 5,2 до 6,5 снижалось количество образовавшихся волокнистых пучков с 29 до 22 шт. и площадь пучка с 14,1 до 7,3 мм², а также количество элементарных волокон в пучке с 39,8 до 26,3 шт. и их размер с 385,1 до 329,6 мкм² (таблица 3).

Качество льняного волокна зависит от формы и строения как лубяных пучков, так и элементарных волокон. Хорошее качество волокна характеризуется наличием лубяных пучков правильной удлиненно-овальной или тангентальной формы с ровными краями. Волокно с крупными лубяными пучками округлой формы или с неровными краями имеет низкое качество. Форма элементарных волокон в поперечном сечении бывает различной – от овальной до многоугольной. Волокна многоугольной формы плотнее соединены между собой, что обеспечивает

Таблица 1 – Гистологический состав стебля льна-долгунца (фаза ранней жёлтой спелости)

Вариант	Выполненность стебля					Хлоренхима	
	диаметр, мм	площадь, мм ²	толщина стенки, мкм	площадь стенки, мм ²	% выполненности	толщина, мкм	площадь, мм ²
рН _{KCl} – 5,2	1,67	2200,4	460	1536,9	69,8	27,8	144,1
рН _{KCl} – 5,9	1,58	1961,3	447	1329,5	67,8	26,6	129,4
рН _{KCl} – 6,2	1,53	1858,1	412	1204,1	64,8	25,3	115,7
рН _{KCl} – 6,5	1,17	1072,1	351	683,4	63,7	20,9	75,1

Таблица 2 – Влияние кислотности почвы на формирование луба и древесины стебля льна-долгунца (фаза ранней жёлтой спелости)

Вариант	Луб		Древесина			
	толщина, мкм	площадь, мм ²	толщина, мкм	площадь, мм ²	% к выполненной части стебля	соотношение луба к древесине
рН _{KCl} – 5,2	147	704,1	240	1079,9	70,3	0,61
рН _{KCl} – 5,9	138	624,8	251	1042,8	78,4	0,55
рН _{KCl} – 6,2	111	480,9	256	993,4	82,5	0,44
рН _{KCl} – 6,5	93	313,5	213	639,2	93,5	0,44

Таблица 3 – Характеристика структурных элементов луба льна-долгунца (фаза ранней жёлтой спелости)

Вариант	Волокнистые пучки				Элементарные волокна			
	количество, шт.	площадь, мм ²	общая площадь пучков в стебле, мм ²	отношение площади пучков к общей площади луба, %	количество в пучке, шт.	средний размер волокон, мкм ²	размер просвета волокна, мкм ²	полезная площадь волокна, мкм ²
pH _{KCl} – 5,2	29	14,1	402,9	0,57	39,8	385,1	9,0	376,2
pH _{KCl} – 5,9	27	13,0	345,6	0,55	32,6	360,8	18,5	303,1
pH _{KCl} – 6,2	26	9,8	255,8	0,53	26,7	346,2	43,2	283,7
pH _{KCl} – 6,5	22	7,3	162,7	0,52	26,3	329,6	45,9	282,3

механическую прочность волокнистых пучков. Высокое качество имеет волокно с некрупными, но ровными по диаметру элементарными волокнами граненой формы с толстыми стенками и небольшими просветами внутри. Расположение таких волокон в пучке плотное, а степень их одревеснения минимальная.

О количестве и качестве волокна дает представление анатомическая картина поперечного среза стебля льна-долгунца.

На почве с pH_{KCl} – 5,2 (оптимальная кислотность) сформировался луб из плотно сложенных волокнистых пучков многогранной формы. Элементарные волокна имеют средний размер около 3845,1 мкм², небольшие внутренние просветы около 9 мкм² и плотное расположе-

ние в пучке (рисунок 1). Эти признаки свидетельствуют о высоком качестве волокна.

В зависимости от кислотности почвенного раствора, положение волокон в стебле и их размеры сильно изменяются. На почве с pH_{KCl} – 5,9 (допустимая регламентом кислотность) общая площадь волокнистых пучков в стебле снижалась на 57,3 мм² или на 14,2 % (рисунок 2). Сформированные пучки были менее плотные и содержали элементарные волокна, характеризующиеся меньшим размером на 24,3 мкм², но большим внутренним просветом волокон на 9,5 мкм².

На почве с повышенным уровнем pH_{KCl} – 6,2–6,5 в стеблях формировались рыхлые пучки, общая площадь которых составила 162,7–255,8 мм² (снижение к опти-

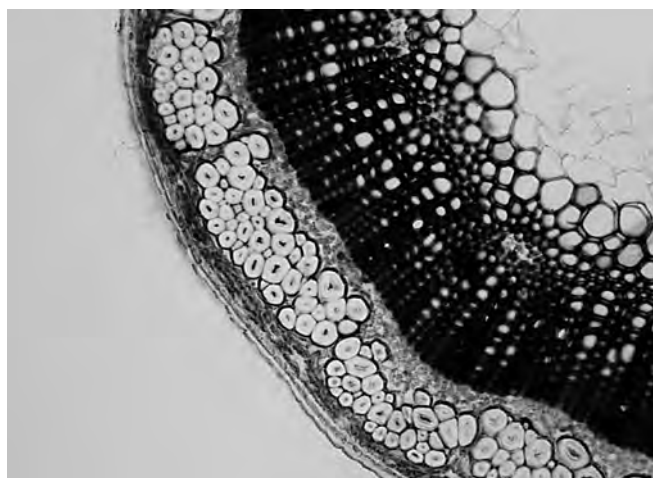


Рисунок 1 – Поперечный разрез стебля льна-долгунца, выращенного на почве с pH_{KCl} – 5,2

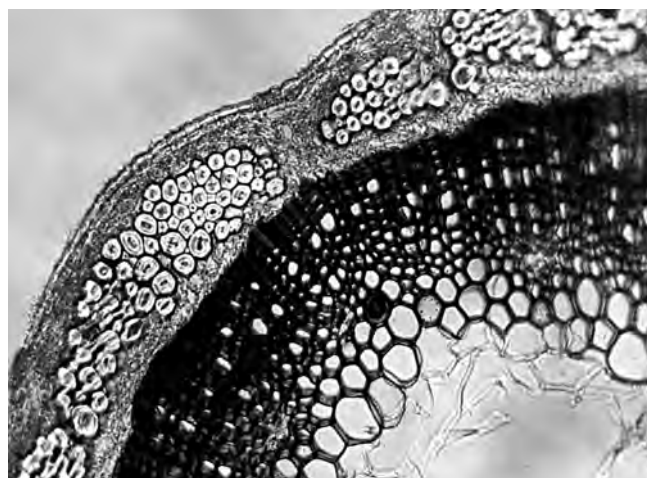


Рисунок 2 – Поперечный разрез стебля льна-долгунца, выращенного на почве с pH_{KCl} – 5,9

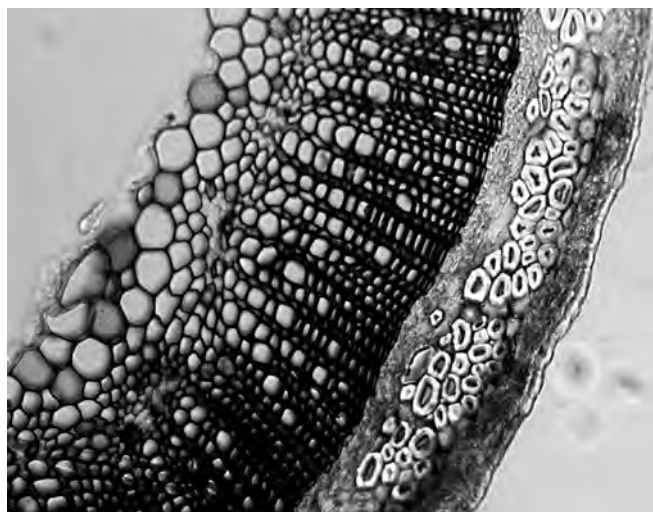


Рисунок 3 – Поперечный разрез стебля льна-долгунца, выращенного на почве с pH_{KCl} – 6,2

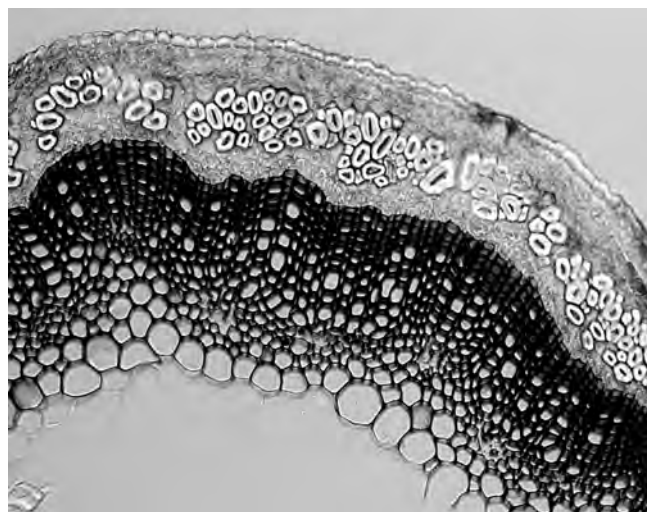


Рисунок 4 – Поперечный разрез стебля льна-долгунца, выращенного на почве с pH_{KCl} – 6,5

мальной кислотности 36,5–59,6 %) (рисунок 3, 4). Элементарные волокна не однотипные по величине и форме с большими просветами 43,2–45,9 мкм². Размер волокон меньше по отношению к оптимальному уровню кислотности на 38,9–55,5 мкм² или на 10–14 %. Расположение таких волокон в пучке не плотное, что свидетельствует о низкой разрывной нагрузке волокна. А небольшое количество пучков с большими разрывами между элементарными волокнами – это признак низкого содержания волокна в стеблях льна.

Заключение

Установлено изменение формы и размеров индивидуальных микроструктур стебля в зависимости от кислотности почвы.

При возделывании льна на допустимом уровне рН_{KCl} – 5,9 установлено снижение площади луба на 79,3 мм² (11,3 %), древесины – на 37,1 мм² (3,4 %) при соотношении луба к древесине 0,55. Общая площадь волокнистых пучков в стебле снижалась на 57,3 мм² (14,2 %). Сформированные пучки были менее плотные и содержали элементарные волокна, характеризующиеся меньшим размером на 24,3 мкм², но большим внутренним просветом волокон на 9,5 мкм².

При возделывании льна на повышенном уровне рН_{KCl} – 6,2–6,5 снижение площади луба составило 223,2–390,6 мм² (31,7–55,5 %). Стебли имеют слабо выполненную стенку (351–412 мкм), древесина занимает 639,2–993,4 мм² при соотношении луба к древесине 0,44. Волок-

нистые пучки рыхлые, общей площадью 162,7–255,8 мм² (снижение к оптимальной кислотности 36,5–59,6 %). Элементарные волокна не однотипные по величине и форме с большими просветами 43,2–45,9 мкм², количество их в пучке снижается с 39,8 до 26,3–26,7 шт., а размер – с 385,1 до 329,6–346,2 мкм². Небольшое количество пучков с неплотно расположенными элементарными волокнами свидетельствует о низком содержании и низком качестве льняного волокна.

Литература

1. Прудников, В. А. Проблемы кальциевого хлороза льна-долгунца / В. А. Прудников, П. А. Евсеев, Д. А. Белов // Льноводство: реалии и перспективы: матер. Междунар. науч.-практ. конф., Устье, 27-28 июня 2013 г. / РУП «Институт льна»; редкол.: В. А. Прудников [и др.]. – Могилев, 2013. – С. 127–133.
2. Прудников, В. А. Эффективность борного и цинкового удобрений на льне масличном в зависимости от кислотности почвы / В. А. Прудников, Д. А. Белов, П. А. Евсеев // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – №2. – С. 30–32.
3. Прудников, В. А. Влияние кислотности почвы на урожайность льна-долгунца / В. А. Прудников // Земляробства і ахова раслін. – 2003. – № 4. – С. 17–19.
4. Тихомирова, В. Я. Опасность для льна-долгунца очагового переизвесткования почвы и способы ее ослабления. Вопросы известкования почвы. – М.: Агроконсалт, 2002. – С. 192–194.
5. Backe, V. The effects of pH on absorption and desorption of potassium in a granitic soil / V. Backe, Z. Varbanova // J.Sc.Food Agr. – 1995. – V. 26. – №6. – P. 855–860.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. - Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. Фитосанитарный контроль при возделывании льна-долгунца. Практическое руководство / П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2006. – 112 с.
8. Методические указания по селекции льна-долгунца. – Торжок, 1987. – 63 с.

УДК 631.8.022: 635.65

Эффективность применения минеральных удобрений и регуляторов роста при возделывании фасоли овощной

В. Н. Босак¹, доктор с.-х. наук, Т. В. Сачивко², кандидат с.-х. наук

¹Белорусский государственный технологический университет

²Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 02.02.2017 г.)

Приведены результаты исследований эффективности применения минеральных удобрений и регуляторов роста при возделывании фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.) на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Применение минеральных удобрений и регуляторов роста стимулирующего действия увеличило урожайность фасоли овощной при высоких показателях качества товарной продукции (урожайность 238,3–263,6 ц/га бобов, содержание сырого протеина 16,5–16,9 %).

Некорневая обработка посевов фасоли овощной регуляторами роста Эпин, Ростмомент и Экосил увеличила урожай бобов в фазе технологической спелости на 15,8–18,1 ц/га при общей урожайности 254,1–256,4 ц/га и содержании сырого протеина 16,6–16,7 %.

Введение

Получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур с благоприятным качеством товарной продукции невозможно без применения научно-обоснованной системы удобрения, в т. ч. минеральных удобрений, которые в условиях Республики Беларусь формируют более 50 % урожая основных сельскохозяйственных культур [1, 14].

Наряду с другими агротехническими приемами все более широкое применение в агропромышленном производстве находят регуляторы роста [3, 10, 11, 13, 16].

*In the article there are the results of the studies on the application of mineral fertilizers and growth regulators during the cultivation of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in the sod-podzolic sandy loamy soil.*

The use of mineral fertilizers and growth regulators of stimulating effect has increased yields of green beans with high commodity output quality (yield of beans 23,83–26,36 tha⁻¹, of crude protein 16,5–16,9 %).

Foliar treatment of green bean sowings Epin, Rostmoment and Ecosil growth regulators has increased yields of beans in a phase of technological maturity on 1,58–1,81 tha⁻¹ with a total yield of beans amounting to 25,41–25,64 tha⁻¹ and the content of crude protein amounting to 16,6–16,7 %.

Регуляторами роста называют физиологически активные вещества биологического происхождения или искусственно синтезированные, которые воздействуют на интенсивность и направленность процессов жизнедеятельности растений. Регуляторы роста позволяют растениям эффективно использовать все то, что запланировано генотипом, однако по ряду причин осталось нереализованным.

На текущий момент обнаружено и в разной степени исследовано более четырех тысяч биологически активных веществ, из которых только около 10 % используются в сельском хозяйстве.

Перспективным направлением изучения регуляторов роста и минеральных удобрений является исследование их эффективности на новых сортах овощных культур, в т. ч. и фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.).

Фасоль овощная принадлежит к основным бобовым овощным культурам. В пищу используются бобы фасоли овощной и зерно для приготовления разнообразных блюд, всевозможных супов, начинок, приправ, гарниров, паштетов, холодных закусок. Бобы и семена фасоли овощной содержат до 30 аминокислот, белок, сахарозу, органические жирные кислоты, флавоноиды, кумарины. Фасоль овощная отличается также большим содержанием минеральных веществ (кальций, фосфор, магний, калий, натрий), а также микроэлементов (медь, цинк, железо, йод и др.), витаминов (С, Е, В₂, В₆, РР, провитамин А). Необходимо отметить высокую калорийность семян (336 ккалорий в 100 г сухих семян), что значительно превышает количество калорий в других культурах [4, 7, 9, 15].

Цель исследований – изучить агрономическую эффективность применения минеральных удобрений и регуляторов роста при возделывании фасоли овощной сорта Чыжовенка.

Методика и объекты исследований

Исследования по изучению эффективности применения минеральных удобрений и регуляторов роста при возделывании фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.) сорта Чыжовенка проводили на протяжении 2015–2016 гг. в Дзержинском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: рН_{KCl} – 5,8–6,2, содержание P₂O₅ (0,2 М HCl) – 135–145 мг/кг, K₂O (0,2 М HCl) – 125–135 мг/кг, гумуса (0,4 н K₂Cr₂O₇) – 2,2–2,4 %, СаО (1 М KCl) – 1484–1685 мг/кг, MgO (1 М KCl) – 110–120 мг/кг почвы.

Схема опыта предусматривала контрольный вариант без удобрений, варианты с применением минеральных удобрений N₃₀P₆₀K₁₂₀ (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий), а также обработку посевов фасоли овощной регуляторами роста Эпин, Ростмомент и Экосил на фоне N₃₀P₆₀K₁₂₀.

Регулятор роста Эпин, р. (эпибрасинолид, 0,25 г/л) применяли однократно в фазе бутонизации в дозе 50 мл/га; Экосил, ВЭ (тритерпеновые кислоты, 50 г/л) – трехкратно (фазы начало цветения, массового цветения и через 7 дней после последней обработки) в дозе 40 мл/га; Ростмомент, ВГ (дрожжи *p. Saccharomyces* и продукты их метаболизма) – двукратно (фазы 3–5 настоящих листьев и бутонизации) в дозе 4 кг/га при расходе рабочей жидкости 300 л/га [4].

Полевые исследования, лабораторные анализы и статистическую обработку результатов проводили согласно существующим методикам [6, 8].

Результаты исследований и их обсуждение

Как показали результаты исследований, применение регуляторов роста и минеральных удобрений оказало существенное влияние на урожайность и качество фасоли овощной (таблица).

В 2015 г. урожайность фасоли овощной в фазе технологической спелости бобов в удобренных вариантах составила 235,7–258,4 ц/га, в 2016 г. – 240,8–268,7 ц/га, а в среднем за два года исследований – 238,3–263,6 ц/га при урожайности в варианте без применения удобрений соответственно 161,8, 162,3 и 162,1 ц/га бобов.

В среднем за два года исследований применение в предпосевную культивацию минеральных удобрений N₃₀P₆₀K₁₂₀ увеличило урожайность фасоли овощной на 76,2 ц/га бобов, содержание сырого протеина – на 0,9 %.

Возрастание дозы азота до N₅₀ на фоне P₆₀K₁₂₀ способствовало увеличению урожайности на 17,1 ц/га в сравнении с N₃₀. При дальнейшем увеличении дозы азотных удобрений до N₇₀ урожайность, в сравнении с N₃₀, возросла на 25,3 ц/га, однако в сравнении с N₅₀ была отмечена только тенденция в ее увеличении на 8,2 ц/га (в пределах НСР₀₅).

Возрастающие дозы азотных удобрений на фоне применения фосфора и калия увеличили содержание сырого протеина в бобах фасоли овощной с 15,6 до 16,5–16,9 %, однако существенного отличия в содержании сырого протеина в бобах в зависимости от дозы применения азотных удобрений не выявлено.

Некорневая обработка посевов фасоли овощной регуляторами роста стимулирующего действия на фоне N₃₀P₆₀K₁₂₀ увеличила урожай бобов в фазе технологической спелости на 15,8–18,1 ц/га (Эпин – на 15,8 ц/га, Экосил – на 17,9 ц/га, Ростмомент – на 18,1 ц/га), однако практически не сказалась на содержании сырого протеина в товарной продукции. Применение регуляторов роста Эпин, Экосил и Ростмомент в наших исследованиях с овощной фасолью сорта Чыжовенка по влиянию на урожайность оказалось практически эквивалентным применению в предпосевную культивацию 30 кг/га д. в. азота.

Содержание азота в бобах фасоли овощной, в зависимости от опытного варианта, составило 2,49–2,71 %, фосфора – 0,92–1,10, калия – 2,40–2,64, кальция – 0,34–0,35, магния – 0,37–0,38 %; в ботве – соответственно 1,57–1,74 %; 0,65–0,76; 3,11–3,32; 0,44–0,45 и 0,34–0,36 %. Применение удобрений способствовало увеличению содержания в основной и побочной продукции главным образом азота, фосфора и калия и практически не влияло на содержание кальция и магния.

Общий вынос элементов питания, который зависел от урожая основной и побочной продукции фасоли овощной и их химического состава, в фазе технологической спелости составил 123–220 кг/га (азот), 47–92 (фосфор), 162–286 (калий), 23–38 (кальций) и 21–36 кг/га (магний).

Измельчение и запашка ботвы фасоли овощной в качестве органического удобрения позволяет вно-

Эффективность применения регуляторов роста и минеральных удобрений при возделывании фасоли овощной

Вариант	Урожайность, ц/га бобов			Прибавка урожая, ц/га		Содержание сырого протеина, %
	2015 г.	2016 г.	среднее	контроль	фон	
Без удобрений	161,8	162,3	162,1	–	–	15,6
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	235,7	240,8	238,3	76,2	–	16,5
Эпин, 50 мл/га	251,5	256,6	254,1	92,0	15,8	16,6
Экосил, 40 мл/га	253,1	259,3	256,2	94,1	17,9	16,6
Ростмомент, 4 кг/га	253,5	259,2	256,4	94,3	18,1	16,7
N ₅₀ P ₆₀ K ₁₂₀	251,2	259,6	255,4	93,3	17,1	16,8
N ₇₀ P ₆₀ K ₁₂₀	258,4	268,7	263,6	101,5	25,3	16,9
НСР ₀₅	11,4	11,8	11,6			0,7

силь в почву от 27,2 до 44,3 ц/га сухого вещества, 43–77 кг/га азота, 18–34 кг/га фосфора, 85–147 кг/га калия, 12–20 кг/га кальция и 9–16 кг/га магния. Следует также отметить, что, благодаря симбиотической азотфиксации, фасоль овощная накапливает в почве от 80 до 130 кг/га азота [2, 12].

Удельный (нормативный) вынос с 1 т бобов и соответствующим количеством ботвы фасоли овощной, показатели которого используются для расчета баланса элементов питания и доз удобрений [14], в зависимости от опытного варианта составил: 7,6–8,3 кг (N), 2,9–3,5 кг (P₂O₅), 10,0–10,9 кг (K₂O), 1,4–1,5 кг (CaO), 1,3–1,4 кг (MgO).

Выводы

В исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве некорневая обработка посевов фасоли овощной сорта Чыжовенка регуляторами роста Эпин, Ростомонт и Экосил увеличила урожай бобов в фазе технологической спелости на 15,8–18,1 ц/га при общей урожайности 254,1–256,4 ц/га бобов и содержании сырого протеина 16,6–16,7 %.

Применение в предпосевную культивацию минеральных удобрений N₃₀₋₇₀P₆₀K₁₂₀ повысило урожайность фасоли овощной на 76,2–101,5 ц/га бобов при общей урожайности 238,3–263,6 ц/га и содержании сырого протеина 16,5–16,9 % с лучшими показателями продуктивности в варианте с применением 50 кг/га д. в. азота.

Литература

1. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
2. Босак, В. Н. Особенности биологической азотфиксации в земледелии Республики Беларусь / В. Н. Босак // Научные труды Академии управ-

- ления при Президенте Республики Беларусь. – 2014. – Вып. 16. – С. 71–80.
3. Босак, В. Н. Регуляторы роста на службе растений / В. Н. Босак // Наше сельское хозяйство: агрономия. – 2015. – № 11. – С. 63–67.
4. Босак, В. Н. Фасоль овощная: особенности возделывания / В. Н. Босак, О. Н. Минюк // Наше сельское хозяйство. – 2013. – № 21. – С. 74–79.
5. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://www.ggiskzr.by>. – Дата доступа 14.01.2017.
6. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
7. Минюк, О. Н. Приемы возделывания фасоли овощной и бобов овощных на дерново-подзолистой супесчаной почве: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.08 / О. Н. Минюк; БГТУ. – Жодино, 2015. – 22 с.
8. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посевного материала: сборник отраслевых регламентов. – Минск: Беларуская навука. – 2010. – 520 с.
9. Попков, В. А. Бобовые овощные культуры / В. А. Попков // Овощеводство. – Минск: Наша идея, 2011. – С. 985–998.
10. Применение регулятора роста ростомонт при возделывании плодовых, ягодных и овощных культур / В. В. Скорина [и др.]. – Горки: БГСХА, 2014. – 24 с.
11. Применение регуляторов роста при возделывании фасоли овощной / В. Н. Босак [и др.] // Агропромышленные технологии центральной России. – 2016. – № 1. – С. 112–118.
12. Продуктивность и азотфиксирующая способность бобовых овощных культур / В. Н. Босак [и др.] // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2014. – № 11. – С. 22–24.
13. Саскевич, П. А. Применение регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / П. А. Саскевич, В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов. – Горки: БГСХА, 2009. – 295 с.
14. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
15. Фасоль спаржевая в Беларуси / А.И. Чайковский [и др.]. – Минск: Типография ВЮА, 2009. – 168 с.
16. Khrpach, V. A. Brassinosteroids: A New Class of Plant Hormones / V. A. Khrpach, V. N. Zhabinskii, Ae. de Groot. – San Diego: Academic Press, 1999. – 289 p.

УДК 635.521:[631.811+631.559]

Действие уровней концентрации питательных растворов на урожайность, потребление и коэффициент использования элементов питания кочанами салата

М. Ф. Степура, доктор с.-х. наук,
П. В. Пась, научный сотрудник
Институт овощеводства

(Дата поступления статьи в редакцию 05.04.2017 г.)

В статье изложены результаты исследований по изучению отзывчивости растений кочанного салата на применение различных концентраций питательных растворов. Приводятся данные по урожайности, потреблению азота, фосфора и калия за определенный период, коэффициент использования элементов питания.

Введение

Известно, что растения потребляют только определенную часть питательных элементов, находящихся в почве или внесенных с удобрениями. Кроме того, установлено, что усвоение питательных элементов зависит от почвенных условий, способов подачи при основном внесении или в виде корневых и некорневых подкормок с поливной водой, а также от биологических особенностей культур. Не исключено, что овощные культуры сильно отличаются между собой по характеру роста и развития, потреблению питательных элементов, способности усваивать трудно-растворимые соединения в почве, развитию корневой системы [2, 6].

The article describes the results of studies on plant studies of responsiveness iceberg lettuce on the use of different nutrient solution concentrations. Data on yield, nitrogen consumption, phosphorus and potassium for a certain period, the utilization of nutrients.

Растения салата очень требовательны к легкоусвояемым формам минерального питания, но отличаются очень слабой устойчивостью к повышенной концентрации солей. Поэтому надо внимательно следить за величиной концентрации солей в поливной воде, в противном случае при высокой концентрации наблюдается ожог листьев. Исследований по изучению влияния различных уровней концентрации солей в поливной воде почти не проводилось. Поэтому изучение влияния концентрации раствора на растения салата особенно актуально при подаче новых комплексных минеральных удобрений с поливной водой путем корневых подкормок, так как растения салата характеризуются мочковатой корневой системой, которая в основном находится в верхнем слое почвы [7, 8].

Материалы и методы исследований

Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт овощеводства», расположенном в аг. Самохваловичи Минского района в 2015–2016 гг. В качестве объекта исследования был выбран сорт кочанного салата Королева лета на фоне изучаемых доз минеральных удобрений. Закладку опытов осуществляли на узкопрофильных грядах в 4-кратной повторности. Размер учетных делянок – 5,6 м². За период 30 дней проведено 10 поливов кочанного салата с нормой полива 0,5 л рабочего раствора под каждое растение. Комплексные удобрения вносили: нитрата калия и монофосфата калия в соотношении 1:1.

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном легком суглинке, подстилаемом с глубины 0,6–0,8 м мореной. Почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями: рН_{KCl} – 6,2, содержание гумуса – 2,4–2,5 %, содержание подвижных форм P₂O₅ и K₂O – 248 и 152 мг/кг почвы соответственно.

Наблюдения и учеты проводили согласно методикам: «Методика полевого опыта» Б. А. Доспехова [1], «Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве» В. Ф. Белика [3], «Методика расчета баланса гумуса в земледелии Республики Беларусь» В. В. Лапа [4] и «Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений» И. М. Богдевича [5].

Полученные в результате проведения исследований данные подвержены статистической обработке дисперсионным методом по Б. А. Доспехову с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате изучения в течение 30 дней влияния концентрации питательных растворов при корневых подкормках через полив растений кочанного салата выявлено, что за указанный период внесено различное количество удобрений на одно растение – от 1,7 до 6,8 г, а на 1 кг почвы соответственно от 0,22 до 0,88 г, что в дальнейшем оказывало определенное влияние на потребление элементов питания кочанным салатом (таблица 1).

По анализам растений кочанного салата в возрасте 15 дней от начала высадки рассады в грунт видно, что с

увеличением концентрации питательного раствора от 0,2 до 0,8 % соответственно возрастает поступление азота, фосфора и калия, причем в большей степени отмечено поступление первого и третьего элемента. Так, например, при увеличении концентрации раствора в 3 раза потребление фосфора увеличивается только в 1,2 раза, а азота и калия – в 1,6 и 1,4 раза соответственно.

Сопоставляя эти результаты с приведенными ранее, можно констатировать, что в данном случае растения кочанного салата анализировались в том периоде, когда первоначальное усиление азота и калия не сменилось усиленным поступлением фосфора (таблица 2).

Установлено, что при более низких концентрациях питательных растворов при корневых подкормках растений кочанного салата от 0,2 до 0,4 % повышался коэффициент использования азота от 24 до 27 % и калия от 16 до 17 %. Дальнейшее повышение концентрации питательных растворов от 0,6 до 0,8 % снижало коэффициенты использования растениями азота в 1,8–2,2 раза, а фосфора и калия соответственно в 1,6–2,1 раза. Использование элементов питания из комплексных минеральных удобрений растениями кочанного салата значительно снижается и при концентрации в 0,8 % питательного раствора обеспечиваются самые низкие значения коэффициентов использования азота, фосфора и калия (таблица 3).

Оказалось, что лучше всего развивались растения кочанного салата при концентрации питательного раствора 0,4 %. В этом варианте получена наибольшая урожайность – 3,1 кг/м². Прибавка урожая составила 72 % по сравнению с вариантом при поливе без удобрений и 15 % при концентрации питательного раствора 0,2 %. Концентрации в 0,6 и 0,8 % вызвали задержку в росте и развитии растений кочанного салата по сравнению с концентрациями 0,2 и 0,4 % при тех же фоновых дозах удобрений. Урожай кочанов салата находился на уровне 2,8 и 2,9 кг/м². Товарность изменялась незначительно, отмечена тенденция улучшения внешнего вида кочанов салата (таблица 4).

Заключение

Приведенные данные несколько отличаются от имеющихся зарубежных данных по коэффициентам использования питательных веществ из удобрений при выращи-

Таблица 1 – Влияние различных концентраций питательных растворов на расход удобрений за определенный период их внесения в качестве подкормок растений кочанного салата сорта Королева лета

Концентрация растворимых удобрений, %	Содержание солей комплексных удобрений в поливной воде, г/л	Внесено удобрений, г		
		за 30 дней	на растение	на 1 кг почвы
Полив водой без удобрений (контроль)	–	–	–	–
0,2	2	10	1,7	0,22
0,4	4	20	3,4	0,44
0,6	6	30	5,1	0,66
0,8	8	40	6,8	0,88

Таблица 2 – Влияние различных концентраций питательных растворов на потребление элементов питания растениями кочанного салата сорта Королева лета

Концентрация растворимых удобрений, %	Потребление питательных элементов растениями кочанного салата через 15 дней после высадки рассады и проведения 5 подкормок, мг			
	абсолютно сухая масса	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Полив водой без удобрений (контроль)	1800	1240	66	1920
0,2	27060	1575	72	2246
0,4	30990	1735	76	2496
0,6	28980	1775	77	2621
0,8	27990	1981	79	2685

Таблица 3 – Коэффициент использования элементов питания после проведения 5 корневых подкормок различными концентрациями растворов растениями кочанного салата сорта Королева лета

Концентрация растворимых удобрений, %	Коэффициент использования элементов питания, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Полив водой без удобрений (контроль)	–	–	–
0,2	27	9	17
0,4	24	8	16
0,6	13	5	11
0,8	12	4	8

Таблица 4 – Влияние различных концентраций питательных растворов на урожайность и товарность кочанного салата

Концентрация растворимых удобрений, %	Урожайность, кг/м ²	Прибавка		Товарность, %
		кг/м ²	%	
Полив водой без удобрений (контроль)	1,8	–	–	92
0,2	2,7	0,9	50	95
0,4	3,1	1,3	72	94
0,6	2,9	1,1	61	93
0,8	2,8	1,0	55	93
HCP _{0,5}	0,21–0,27			

вании кочанного салата, что еще раз подтверждает необходимость дифференцированного подхода к разработке элементов системы питания данной культуры на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах Республики Беларусь.

Литература

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студ. высших с.-х. учеб. завед. по агроном. спец. / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Жабровская, Н. Ю. Влияние удобрений на урожайность и качество лука на зеленый лист и кочанного салата / Н. Ю. Жабровская. – Минск, 1998. – 19 с.

3. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / Науч.-исслед. ин-т овощного хоз-ва МСХ РСФСР, Укр. науч.-исслед. ин-т овощеводства и бахчеводства; под ред. В. Ф. Белика, Г. Л. Бондаренко. – М., 1979. – 210 с.
4. Методика расчета баланса гумуса в земледелии Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Белорус. науч. ин-т внедр. новых форм хозяйствования в АПК, 2007. – 20 с.
5. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / Богдевич И. М. [и др.]; РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии». – Минск, 2010. – 24 с.
6. Орешкин, Э. Н. Совершенствование элементов технологии возделывания салата кочанного и капусты пекинской в пленочных теплицах в условиях 3-ей световой зоны / Э. Н. Орешкин. – М., 2004. – 18 с.
7. Степуро, М. Ф. Удобрение и орошение овощных культур / М. Ф. Степуро. – Минск, 2008. – 239 с.
8. Степуро, М. Ф. Удобрение овощных культур / М. Ф. Степуро. – Минск: Беларусь. наука, 2016. – 193 с.

УДК 631.53:635.07:653.34/.36

Влияние сроков сева на биометрические показатели растений и урожайность лука репчатого

О. В. Князюк, кандидат с.-х. наук, В. В. Козак, магистрант
Винницкий государственный педагогический университет, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 18.04.2017 г.)

Проведены исследования по влиянию сроков сева на биометрические показатели и урожайность лука репчатого. Установлено, что при подзимнем сроке сева растения имели большое количество листьев и массу луковиц. Подзимний срок сева обеспечил большую урожайность лука репчатого, чем поздне-весенний. Наибольшие потери во время хранения луковиц и поражение болезнями отмечены при поздневесеннем сроке сева.

Введение

Лук принадлежит к древнейшим растениям, которые культивируются человеком. Различные виды лука (репчатого, шалота, порея, батана) имеют потребительское и лекарственное значение. Лук хорошо сохраняется, поэтому его можно использовать в свежем виде целый год.

Для выращивания лука-репки из семян важное значение имеют сроки сева [1]. Сверхранний сев в условиях

Research has been carried out on the effect of planting time on biometric indicators and the yield of onion plants. It was established that the winter sowing period of the plants had a large number of leaves and a lot of bulbs. The winter term for sowing onions provided a higher yield than in the late spring. The greatest losses are noted during the storage of bulbs and the defeat of diseases in the late spring sowing period.

долгой холодной весны ведёт к массовому стрелкованию растений. Опоздание с севом, вследствие высушивания верхнего слоя почвы, причина плохого укоренения растений [4]. Поэтому, как правило, сев лука проводят после 8–12 дней с начала полевых работ, когда меньшая угроза длительного снижения температур [2]. Семена лука часто высевают под зиму, после промерзания почвы, чтобы осенью они не проросли. Такой сев увеличивает урожайность и лёжкость луковиц [3].

Материалы и методы исследований

Исследования приёмов технологии выращивания лука репчатого проводили согласно общепринятой методике на учебно-исследовательских делянках Новоушицкого техникума Подольского государственного аграрно-технического университета в 2015–2016 гг.

Почва – чернозём оподзоленный среднесуглинистый. Повторность опыта – четырёхкратная. Учетная площадь – делянки 10 м².

Сев раннеспелого сорта лука-репки Черняховский проводили в четыре срока: 01.11, 20.03, 05.04, 20.04. Один из сроков сева был подзимний (01.11), а остальные – весенние. Весной лук-репку высевали через каждые 15 дней.

Схема сева – 10×20 см на глубину 1–1,2 см, норма высева – 1 г/м². С целью равномерного посева семян их смешивали с просеянными опилками в соотношении 1:2.

Лук убирали одновременно на всех делянках опыта и после просушки взвешивали.

Результаты исследований и их обсуждение

Биометрические показатели характеризуют рост и развитие лука репчатого в период вегетации. Наибольшее количество листьев и их длина отмечены при подзимнем сроке сева репчатого лука (01.11). За период от 30.05 до 10.07 количество листьев увеличилось от 3,4 до 8,7 штук на растение, их длина – от 19,6 до 61,4 см (таблица 1). В сравнении с поздневесенним сроком сева (20.04) количество листьев на одно растение было больше на 1,2–2,3 шт., а их длина – на 3,9–14,4 см.

Потенциальную продуктивность лука репчатого от действия срока сева определяет средняя масса растения. В период от 30.05 до 10.07 надземная часть растения при подзимнем севе увеличилась от 2,4 до 7,0 г, а луковичная – от 38,6 до 76,9 г. При поздневесеннем сроке сева (20.04) надземная часть растения лука за период с

30.05 до 10.07 увеличилась с 0,8 до 2,8 г, а луковичная – с 18,6 до 35,8 г.

Наибольшая урожайность лука репчатого отмечена при подзимнем сроке сева – 46 кг/10 м², что на 23 кг больше, чем при поздневесеннем (20.04) (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние срока сева на урожайность лука репчатого

Срок сева	Урожайность, кг/10 м ²
01.11	46 ±1,6
20.03	34 ±1,2
05.04	26 ±1,4
20.04	23 ±1,1

Для пригодности к потреблению урожай лука необходимо хорошо сохранить. Потери от заболеваний лукович можно свести к минимуму с помощью профилактических опрыскиваний фунгицидами. Все же во время хранения луковичи могут быть поражены болезнями. Кроме того, были отмечены потери массы лукович (17,2 %) при поздневесеннем сроке сева (20.04) (таблица 3). Также и прорастание лукович в процессе их хранения было в большем количестве (9,8 %) при поздневесеннем севе. Подзимний срок сева лука репчатого способствует устойчивости лукович к возбудителям болезней, особенно серой шейковой гнили. Количество поражённых бактериальной гнилью и чёрной плесенью лукович при средневесеннем (05.04) и поздневесеннем севе было на одном уровне. Поражение лукович фузариозом в значительной степени не имело зависимости от сроков сева.

В целом при подзимнем сроке сева сохранились почти все луковичи (95 %), а при поздневесеннем только 70 %.

Выводы

Биометрические показатели растений лука репчатого были лучшими при подзимнем сроке сева: больше коли-

Таблица 1 – Влияние срока сева лука репчатого на биометрические показатели растений

Срок сева	Дата учета				
	30.05	10.06	20.06	01.07	10.07
<i>Количество листьев, шт.</i>					
01.11	3,4 ±0,31	4,9 ±0,58	6,6 ±0,45	8,1 ±0,65	8,7 ±0,99
20.03	3,0 ±0,22	4,3 ±0,32	5,8 ±0,51	7,2 ±0,62	8,2 ±0,93
05.04	1,9 ±0,16	3,5 ±0,31	5,0 ±0,43	6,5 ±0,59	7,0 ±0,67
20.04	1,4 ±0,13	3,2 ±0,23	4,3 ±0,31	6,3 ±0,42	7,5 ±0,58
<i>Длина листа, см</i>					
01.11	19,6 ±1,17	30,8 ±1,25	40,0 ±1,20	50,3 ±1,95	61,4 ±2,07
20.03	17,8 ±1,05	31,7 ±1,16	40,8 ±1,22	49,6 ±1,64	57,7 ±2,13
05.04	12,4 ±0,96	23,6 ±1,11	29,1 ±0,88	47,7 ±1,88	50,6 ±2,19
20.04	10,4 ±0,13	20,8 ±1,05	25,6 ±0,82	46,4 ±2,05	48,6 ±1,82
<i>Масса надземной части растения, г</i>					
01.11	2,4 ±0,21	4,5 ±0,40	5,8 ±0,49	6,2 ±0,53	7,0 ±0,61
20.03	1,7 ±0,15	3,4 ±0,31	4,1 ±0,35	4,8 ±0,42	5,3 ±0,41
05.04	1,3 ±0,13	2,5 ±0,28	3,2 ±0,30	3,2 ±0,31	4,1 ±0,37
20.04	0,8 ±0,11	1,5 ±0,14	2,3 ±0,22	2,6 ±0,27	2,8 ±0,23
<i>Масса луковичи, г</i>					
01.11	38,6 ±1,30	52,2 ±2,20	60,0 ±2,82	66,7 ±4,18	76,9 ±5,62
20.03	31,7 ±1,09	47,0 ±2,18	50,9 ±1,85	54,5 ±2,15	60,4 ±4,20
05.04	25,0 ±1,07	33,6 ±0,98	40,0 ±1,23	42,6 ±1,44	48,6 ±3,05
20.04	18,6 ±0,92	26,7 ±1,16	29,5 ±1,19	33,9 ±1,16	35,8 ±1,09

Таблица 3 – Влияние срока сева на лёжку лука репчатого

Срок сева	Поражённость луковиц болезнями разной этиологии, %			
	бактериальная гниль	фузариозное увядание	серая шейковая гниль	чёрная плесень
01.11	0,4 ±0,06	0,9 ±0,03	0,3 ±0,04	0,7 ±0,04
20.03	0,8 ±0,03	2,3 ±0,21	0,7 ±0,09	0,9 ±0,06
05.04	1,3 ±0,13	4,1 ±0,17	1,0 ±0,08	1,2 ±0,90
20.04	1,9 ±0,12	5,4 ±0,43	1,2 ±0,03	1,5 ±0,12
Физиологические свойства луковиц, %				
	потеря массы	прорастание	сохранность	
01.11	4,5 ±0,38	1,5 ±0,16	95 ±5,5	–
20.03	7,0 ±0,45	4,7 ±0,38	83 ±4,0	–
05.04	12,8 ±0,96	6,9 ±0,62	79 ±3,8	–
20.04	17,2 ±1,05	9,8 ±0,91	70 ±3,3	–

чество листьев, их длина, масса надземной части растения и масса луковиц.

Наибольшая урожайность получена при подзимнем сроке сева – 46 кг/10 м², что на 23 кг/10 м² больше, чем при поздневесеннем.

Наибольшие потери во время хранения и поражение болезнями лука репчатого отмечены при поздневесеннем сроке сева (20.04), а устойчивостью к этим факторам отличается лук, посеянный под зиму.

Литература

1. Глинка, А. Д. Агротехника выращивания лука-репки в один год при подзимнем посеве / А. Д. Глинка // Сад и огород. – № 9. – 2000. – С. 49–54.
2. Капустина, Л. Технологические особенности выращивания лука репчатого / Л. Капустина // Овощеводство. – № 10. – 2010. – С. 33–35.
3. Огнёв, И. М. Подзимний посев овощных культур / И. М. Огнёв // Сад и огород. – № 9. – 2004. – С. 1–4.
4. Палимов, Н. А. К выращиванию лука-репки из семян / Н. А. Палимов // Сад и огород. – № 3. – 2000. – С. 20–24.

УДК 634.232:631.541.5:631.543.2(476)

Оценка силы роста генотипов вишни и черешни на клоновом подвое ВСЛ-2

З. А. Козловская, доктор с.-х. наук, И. Г. Полубяtko, научный сотрудник
Институт плодoводства

(Дата поступления статьи в редакцию 10.05.2017 г.)

В статье представлены результаты 4-летних исследований (2014–2017) по оценке силы роста 18 генотипов вишни и черешни, привитых на карликовом клоновом подвое ВСЛ-2. Изучаемые сорта и гибриды вишни и черешни пригодны для высокопродуктивных садовых насаждений, и в соответствии с группой силы роста рекомендуется использовать схемы посадки: для очень слаборослых – 4×1,5 м, слаборослых – 4×1,5–2 м, среднерослых – 4×2–2,5 м.

Введение

В условиях современного плодoводства актуальной проблемой является закладка скороплодных садов с малогабаритными кронами, требующих минимальных затрат труда на обрезку, уборку урожая, с быстрой окупаемостью капитальных вложений [4]. Ключевым элементом интенсификации отечественного садоводства является использование клоновых подвоев и подбор привойно-подвойных комбинаций, обеспечивающих высокую технологичность, адаптивность к комплексу стрессовых факторов, продуктивность и рентабельность производства плодов [5].

На сегодняшний день создано большое количество клоновых подвоев для различных культур, в том числе вишни и черешни, однако остаются неизученными биологический и продуктивный потенциал комбинаций конкретных сортов вишни и черешни на клоновых подвоях. В этой связи актуальной задачей является необходимость научно обоснованного подбора и всестороннего изучения биологических и агротехнических особенностей новых привойно-подвойных комбинаций вишни и черешни белорус-

The article presents the results of 4-year research (2014–2017) on the evaluation of the intensity growth of 18 genotypes of sour and sweet cherries, grafted on a dwarf rootstock VSL-2. The studied sour and sweet cherries varieties and hybrids are suitable for high productive orchards. In accordance with the intensity growth, it is recommended to use planting schemes: for a very weak growth – 4×1,5 m, for weak growth – 4×1,5–2 m for mid-intensity growth – 4×2–2,5 m.

ской селекции в плодoвом саду, что позволит создавать интенсивные насаждения данных культур в Беларуси. Особое внимание при изучении новых привойно-подвойных комбинаций уделяется оценке силы роста привитого сорта и динамике ростовых процессов в течение вегетации, потенциала продуктивности генеративной сферы.

Многочисленные опыты, проведенные с клоновыми подвоями яблони, свидетельствуют о совершенно иных темпах роста и реакции на внешние условия привитых деревьев по сравнению с семенными подвоями [3, 6].

Сила роста, обусловленная генетическими особенностями сорта-привоя и влиянием подвоя, является важной характеристикой привитого дерева. Основными показателями силы роста являются объем кроны, площадь проекции кроны, площадь поперечного сечения штамба. Оценка силы роста сортов и гибридов вишни и черешни на клоновых подвоях по комплексу показателей позволяет более полно оценить ростовые процессы конкретного генотипа, отобрать ценные формы, обладающие различной силой роста, и рекомендовать оптимальные схемы

посадки, при которых будет наиболее полно реализован генетический потенциал сорта [1, 2].

Объекты, условия и методика проведения исследований

Исследования проводили в 2014–2017 гг. в опытном саду отдела селекции плодовых культур РУП «Институт плодородства». Объектами исследований являлись сорта вишни – Вянок, Гриот белорусский, Живица, Милавица; гибриды вишни – 28/99, 33/43; сорта черешни – Витязь, Гронкавая, Медуница, Минчанка, Наслаждение, Сябаровская, Соперница; гибриды черешни – 4/10, 10/97, 17/59, 15/112, 15/126; клоновый подвой – ВСЛ-2. Сад посажен в 2009 г. Схема посадки вишни – 4×2 м, черешни – 4×3 м.

Рельеф участка выровненный, имеются небольшие микропонижения. Почва дерново-подзолистая, среднеподзоленная, развивающаяся на мощном лессовидном суглинке. Почву в междурядьях содержали под естественным залужением. Проводили 5–8-кратное скашивание травы при достижении высоты 10–15 см садовой косилкой. Приствольную полосу содержали под гербицидным

паром. Деревья формировали по разреженно-ярусной системе.

Объем кроны, площадь проекции кроны и площадь поперечного сечения штамба привойно-подвойных комбинаций вишни и черешни определяли по методу В. К. Кошелева [3].

Разделение генотипов вишни и черешни на группы роста проводили в соответствии с показателями объема кроны, площади проекции кроны и площади поперечного сечения штамба (таблица 1).

Силу роста определяли по совпадению двух–трех показателей соответствующей группы.

Результаты исследований и их обсуждение

Одним из наиболее устойчивых показателей силы роста деревьев является площадь поперечного сечения штамба (ППСШ). В результате исследований роста и динамики наращивания ППСШ за 2014–2017 гг. у деревьев исходных форм вишни и черешни, привитых на карликовом клоновом подвое ВСЛ-2, установлена разница между сортами-привоями (таблица 2).

Таблица 1 – Группировка генотипов вишни и черешни по силе роста

Группы роста		Vкр, м³	ППК, м²	ППСШ, см²/дер.
I	очень слаборослые	≤10,0	≤6,0	≤80,0
II	слаборослые	10,1–15,0	6,1–8,0	80,1–120,0
III	среднерослые	15,1–20,0	8,1–10,0	120,1–160,0
IV	сильнорослые	20,1–25,0	10,1–12,0	160,1–200,0
V	очень сильнорослые	>25,0	>12,0	>200,0

Таблица 2 – Площадь и индекс плодоношения площади поперечного сечения штамба деревьев вишни и черешни на подвое ВСЛ-2

Привой	ППСШ, см²/дер.						Суммарный прирост ППСШ, см², за 2014–2017 гг.	Индекс плодоношения ППСШ	
	годы							кг/см²	% к стандарту
	2014	2015	2016	2017	среднее				
					см²/дер.	% к стандарту			
Вишня									
Вянок (стандарт)	58,0	62,4	71,7	92,0	71,0		34,0	0,24	
Гриот белорусский	53,8	71,7	81,5	118,0	81,3	+14,5	64,2	0,22	–8,3
Живица	58,0	64,7	71,1	137,1	82,9	+16,8	79,1	0,14	–41,7
Милавица	49,8	53,8	62,4	108,0	68,5	–3,5	58,2	0,26	+8,3
Гибрид 28/99	76,5	97,5	121,1	133,8	107,2	+50,9	57,3	0,13	–45,8
Гибрид 33/43	76,5	92,0	108,0	157,7	108,6	+52,9	81,2	0,11	–54,2
НСР _{0,05}				5,43	3,77		1,61		
Черешня									
Витязь (стандарт)	121,1	175,9	215,3	219,5	183,0		98,4	0,11	
Гронкавая	92,0	127,4	161,2	168,5	137,3	–24,9	76,5	0,18	+63,6
Медуница	86,7	115,0	147,2	179,6	132,1	–27,8	92,9	0,19	+72,7
Минчанка	92,0	127,4	151,1	164,8	133,8	–26,9	72,8	0,21	+90,9
Наслаждение	71,7	108,0	133,8	140,8	113,6	–37,9	69,1	0,17	+54,5
Соперница	97,5	133,8	175,9	183,4	147,7	–19,3	85,9	0,12	+9,1
Сябаровская	108,0	127,4	151,1	175,9	140,6	–23,2	67,9	0,18	+63,6
Гибрид 4/10	53,8	81,5	115,0	168,5	104,7	–42,8	114,7	0,15	+36,4
Гибрид 10/97	121,1	140,4	168,5	215,3	161,3	–11,9	94,2	0,11	0
Гибрид 17/59	97,5	127,4	161,2	207,1	148,3	–18,9	109,6	0,18	+63,6
Гибрид 15/112	92,0	115,0	133,8	191,2	133,0	–27,3	99,2	0,16	+45,5
Гибрид 15/126	103,2	140,4	175,9	223,7	160,8	–12,1	120,5	0,15	+36,4
НСР _{0,05}				7,62	6,33		2,54		

В 2014 г. площадь поперечного сечения штамба изучаемых деревьев вишни варьировала в пределах 49,8–76,5 см²/дер. К 2017 г. ППСШ деревьев вишни составляла 68,5–108,6 см²/дер. При этом интенсивность роста штамба в исследуемый период определялась генетическими особенностями сорта-привоя. Так, у сорта вишни Милавица ППСШ деревьев в 2014 г. составляла 49,8 см²/дер., и это был наименьший показатель среди изучаемых привойно-подвойных комбинаций. В течение последующих 4 лет интенсивность ростовых процессов была выше, чем у стандартного сорта Вянок, и ППСШ к 2017 г. составляла уже 108,0 см²/дер. Наименьшей ростовой активностью на протяжении 4 лет характеризовались деревья сорта-стандарта Вянок, ППСШ которых к 2017 г. составила 92,0 см²/дер., а общий прирост был равен 34,0 см²/дер. Наибольшей динамикой роста ППСШ характеризовались деревья гибрида 33/43 и сорта Жывица, суммарный прирост которых за 4 года составил 81,2 и 79,1 см²/дер. соответственно. Учитывая неравномерность роста штамба у деревьев изучаемых привойно-подвойных комбинаций вишни, для объективности оценки ростовых процессов были рассчитаны средние за 4 года показатели ППСШ. Установлено, что наименьшей площадью поперечного сечения штамба обладают деревья сорта Милавица – 68,5 см²/дер. (на уровне стандартного сорта Вянок). Остальные сорта вишни – Гриот белорусский, Жывица и гибриды 28/99 и 33/43 имели ППСШ привитых деревьев на 14,5–52,9 % выше сорта-стандарта.

Для оценки продуктивной работы площади поперечного сечения штамба был рассчитан индекс плодоношения ППСШ. Наибольший индекс имели деревья сорта Милавица – 0,26, что на 8,3 % превышает аналогичный показатель сорта Вянок. Сорта вишни – Гриот белорусский, Жывица и гибриды 28/99 и 33/43, привитые на кар-

ликовом клоновом подвое ВСЛ-2, имели индекс плодоношения ППСШ ниже, чем у сорта-стандарта Вянок. Самый низкий индекс (0,11) имели деревья гибрида 33/43 с наибольшим средним показателем ППСШ (108,6 см²/дер). Таким образом, при увеличении площади поперечного сечения штамба привитых деревьев вишни наблюдалось снижение индекса плодоношения ППСШ.

Деревья черешни, привитые на клоновом подвое ВСЛ-2, за годы исследований проявили большую интенсивность роста ППСШ, чем вишня. Это обусловлено генетической сильнорослостью данной культуры. Динамика роста ППСШ у изучаемых привойно-подвойных комбинаций черешни определялась индивидуальными особенностями сорта-привоя подобно вишне. Так, в 2014 г. наименьшую ППСШ имели привитые деревья гибрида 4/10 (53,8 см²/дер.), у которых к 2017 г. ППСШ составила 168,5 см²/дер. Наименьшее же значение данного показателя в 2017 г. имели привитые деревья сорта Наслаждение – 140,8 см²/дер. Наибольшую ППСШ в 2014 г. имели деревья сорта-стандарта Витязь – 121,1 см²/дер., но в 2017 г. наибольшим показателем данного признака выделились деревья гибрида 15/126 – 223,7 см²/дер. Установлено, что средние показатели ППСШ деревьев изучаемых привойно-подвойных комбинаций черешни составили 104,7–161,3 см²/дер., что на 11,9–42,8 % ниже стандартного сорта Витязь. Привитые на ВСЛ-2 деревья сорта Сюбаровская имели наименьший за 4 года прирост ППСШ – 67,9 см²/дер., а наибольший деревья гибрида 4/10 – 114,7 см²/дер. Индекс плодоношения ППСШ привитых деревьев черешни варьировал в зависимости от сорта-привоя от 0,11, до 0,21. При этом все сорта-привои имели индекс плодоношения ППСШ привитых деревьев на 9,1–90,9 % выше, чем у сорта-стандарта Витязь. Исключение составил гибрид 10/97, индекс плодоношения ППСШ привитых деревьев которого был равен показа-

Таблица 3 – Биометрические показатели и индекс плодоношения кроны деревьев вишни и черешни на подвое ВСЛ-2 (среднее, 2014–2017 гг.)

Привой	Отведенная площадь питания, м ²	ППК		Объем кроны, м ³	Индекс плодоношения кроны, кг/м ³ / % к стандарту
		м ²	%		
Вишня					
Вянок (стандарт)	8	5,3	66,3	9,8	2,2
Гриот белорусский	8	3,8	47,5	7,3	2,5 / +13,6
Жывица	8	6,6	82,5	13,1	0,9 / –59,1
Милавица	8	7,5	93,8	11,5	2,0 / –9,1
Гибрид 28/99	8	6,1	76,3	12,5	1,1 / –50,0
Гибрид 33/43	8	9,6	120,0	19,9	0,6 / –72,7
НСР _{0,05}		0,71		0,95	
Черешня					
Витязь (стандарт)	12	7,0	58,3	12,5	1,6
Гронкавая	12	6,1	50,8	13,0	1,9 / +18,8
Медуница	12	5,5	45,8	9,7	2,6 / +62,5
Минчанка	12	8,1	67,5	16,0	1,7 / +6,3
Наслаждение	12	6,1	50,8	10,5	1,8 / +12,5
Соперница	12	9,8	81,7	16,0	1,1 / –31,3
Сюбаровская	12	7,5	62,5	14,6	1,7 / +6,3
Гибрид 4/10	12	9,0	75,0	18,8	0,9 / –43,8
Гибрид 10/97	12	9,6	80,0	17,0	1,0 / –37,5
Гибрид 17/59	12	8,1	67,5	16,2	1,6 / 0
Гибрид 15/112	12	8,3	69,2	17,5	1,2 / –25,0
Гибрид 15/126	12	9,9	82,5	16,6	1,5 / –6,3
НСР _{0,05}		1,12		1,57	

телю сорта-стандарта – 0,11. Наибольший индекс – 0,21 имели деревья сорта Минчанка.

В результате оценки биометрических показателей, полученных за 4 года, установлено, что деревья всех изучаемых генотипов вишни, привитые на карликовом клоновом подвое ВСЛ-2, не заняли отведенную им площадь питания, за исключением гибрида 33/43, площадь проекции кроны у деревьев которого составила 9,6 м², что на 20 % превышает отведенную площадь (таблица 3).

Наибольшей компактностью кроны выделялись деревья сорта Гриот белорусский с характерным веретеновидным типом кроны, площадь проекции кроны (ППК) которых составила 3,8 м², что меньше половины отведенной им площади. Привитые на подвое ВСЛ-2 деревья сорта Гриот белорусский имели и наименьший объем кроны – 7,3 м³. Объем кроны сортов вишни Жывица, Милавица и гибридов 28/99 и 33/43 превысили показатель сорта-стандарта (Вянок – 9,8 м³). У деревьев гибрида 33/43 ППК (9,6 м²) и объем кроны (19,9 м³) более чем в 2 раза превышали аналогичный показатель стандартного сорта Вянок.

Для оценки полезности фактического объема кроны был рассчитан индекс плодоношения кроны. Деревья сорта Гриот белорусский с очень компактной кроной имели самый высокий индекс плодоношения 2,5, что на 13,6 % выше сорта-стандарта. Остальные изучаемые сорта и гибриды вишни на подвое ВСЛ-2 имели индекс плодоношения кроны на 9,1–72,7 % ниже стандарта. Наименьшим индексом плодоношения кроны – 0,6 характеризовались деревья гибрида 33/43, который обладал очень объемной кроной (19,9 м³).

Оценивая биометрические показатели кроны деревьев черешни, установлено, что все изучаемые генотипы, привитые на подвое ВСЛ-2, не успели освоить отведенную им площадь – 12 м². Площадь проекции кроны варьировала от 5,5 м² у сорта Медуница до 9,9 м² у гибрида 15/126. ППК сорта-стандарта Витязь составляла 7,0 м². На объем кроны прямое влияние оказывала высота деревьев. Объем кроны сильно растущих в высоту деревьев гибрида 4/10 был наибольшим – 18,8 м³, в то время как у деревьев гибрида 15/126 с наибольшей ППК, по причине более сдержанного роста, объем составлял 16,6 м³.

Привитые деревья сорта черешни Медуница обладали наибольшей компактностью кроны и наиболее интенсивно наращивали урожай. Индекс плодоношения кроны таких деревьев – 2,6, что на 62,5 % превышает аналогичный показатель сорта-стандарта. У деревьев гибрида 17/59 индекс плодоношения кроны не отличался от показателя стандартного сорта Витязь и был равен 1,6. Индекс плодоношения деревьев изучаемых гибридов 4/10, 10/97, 15/112, 15/126 и сорта Соперница варьировал в пределах 0,9–1,5, что ниже на 6,3–43,8 % сорта-стандарта.

По результатам изучения показателей вегетативного роста (объем кроны, площадь проекции кроны и площадь поперечного сечения штамба) была проведена группировка изучаемых генотипов вишни и черешни, привитых на подвое ВСЛ-2, по силе роста (таблица 4).

В соответствии с полученными данными, изучаемые генотипы вишни и черешни, привитые на карликовом клоновом подвое ВСЛ-2, отнесены к трем группам роста – очень слаборослые, слаборослые и среднерослые.

Таблица 4 – Группировка сортов и гибридов вишни и черешни на подвое ВСЛ-2 по силе роста

Группа роста	Генотип	V кроны, м ³	ППК, м ²	ППШ, см ² /дер.
I	Очень слаборослые			
	Вишня			
	Вянок (стандарт)	9,8	5,3	71,0
	Гриот белорусский	7,3	3,8	81,3
	Черешня			
	Медуница	9,7	5,5	132,1
II	Слаборослые			
	Вишня			
	Жывица	13,1	6,6	82,9
	Милавица	11,5	7,5	68,5
	Гибрид 28/99	12,5	6,1	107,2
	Черешня			
	Витязь (стандарт)	12,5	7,0	183,0
	Гронкавая	13,0	6,1	137,3
	Наслаждение	10,5	6,1	113,6
Сюбаровская	14,6	7,5	140,6	
III	Среднерослые			
	Вишня			
	Гибрид 33/43	19,9	9,6	108,6
	Черешня			
	Минчанка	16,8	8,1	133,8
	Соперница	16,0	9,8	147,7
	Гибрид 4/10	18,8	9,0	104,7
	Гибрид 17/59	16,2	8,1	148,3
	Гибрид 10/97	17,0	9,6	161,3
Гибрид 15/112	17,5	8,3	133,0	
Гибрид 15/126	19,6	9,9	160,8	

Очень слаборослыми являются сорта вишни Вянок и Гриот белорусский, сорт черешни Медуница; слаборослыми – сорта вишни Жывица, Милавица, гибрид вишни 28/99, сорта черешни Витязь, Гронкавая, Наслаждение, Сьюбаровская; среднерослыми – гибрид вишни 33/43, сорта черешни Минчанка, Соперница, гибриды черешни 4/10, 17/59, 10/97, 15/112, 15/126. Генотипов вишни и черешни, проявляющих сильный и очень сильный рост на карликовом клоновом подвое ВСЛ-2, не было выявлено.

Выводы

Установлена сила роста генотипов вишни и черешни, привитых на карликовом клоновом подвое ВСЛ-2: очень слаборослые – сорта вишни Вянок и Гриот белорусский, сорт черешни Медуница; слаборослые – сорта вишни Жывица, Милавица, гибрид вишни 28/99, сорта черешни Витязь, Гронкавая, Наслаждение, Сьюбаровская; среднерослые – гибрид вишни 33/43, сорта черешни Минчанка, Соперница, гибриды черешни 4/10, 17/59, 10/97, 15/112, 15/126.

Исследуемые сорта и гибриды вишни и черешни пригодны для высокопродуктивных садовых насаждений, и в со-

ответствии с группой роста рекомендуется использовать схемы посадки: для очень слаборослых – 4 × 1,5 м, слаборослых – 4 × 1,5–2 м, среднерослых – 4 × 2–2,5 м.

Литература

1. Игнаткова, Н. В. Влияние форм кроны на рост и плодоношение деревьев вишни в различные возрастные периоды / Н. В. Игнаткова, И. С. Леонovich // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Институт плодоводства»; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2013. – Т. 25. – С. 197–205.
2. Капичникова, Н. Г. Рост и плодоношение вишни в зависимости от подвоев / Н. Г. Капичникова // Инновационные технологии в питомниководстве: материалы международной научно-практической конференции (пос. Самохваловичи, 15 июня – 31 июля 2009 года). – Самохваловичи, 2009. – С. 114–117.
3. Кошелев, В. К. Соотношение основных показателей роста и плодоношения деревьев яблони / В. К. Кошелев // Сб. тр. НИИ им. И. В. Мичурина, 1973. – Вып. 17. – С. 5–13.
4. Потапов, В. А. Развитие слаборослого садоводства в России, основные направления исследований, перспективы интенсификации производства плодов / В. А. Потапов // Интенсивное садоводство. – Мичуринск, 2000. – Ч. 1. – С. 16–20.
5. Упадышева, Г. Ю. Агробиологическая оценка сорто-подвойных комбинаций черешни в Московской области / Г. Ю. Упадышева // Вестник российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 4. – С. 18–20.
6. Упадышева, Г. Ю. Особенности роста и плодоношения новых сортов черешни на клоновых подвоях / Г. Ю. Упадышева // Современные сорта и технологии для интенсивных садов: материалы междунауч.-практ. конф. 15–18 июля 2013 г., ВНИИСПК, Орел, 2013. – С. 254–256.

УДК 575.21:575.113.2:633.85:632.954

Изучение фенотипического проявления гомо-, гетерозиготности у подсолнечника кондитерского по генам окраски листьев и устойчивости к гербицидам группы имидазолинонов

И. А. Ракул, аспирант, Л. О. Рябовол, доктор с.-х. наук
Уманский национальный университет садоводства, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 22.02.2017 г.)

В работе изложены результаты изучения фенотипического проявления гена *Imr/imr* у подсолнечника кондитерского. Установлено, что максимальная резистентность растений к действию гербицида Евро-Лайтнинг проявляется только при наличии доминантного гена в гомозиготном состоянии. Растения, которые показали расщепление, являются гетерозиготными. Установлено, что гомозиготные и гетерозиготные растения с геном устойчивости отличаются фенотипически. Это позволяет проводить отбор гомозиготных форм подсолнечника с высокой резистентностью к гербициду группы имидазолинонов по окраске листовой поверхности растений. При обработке растений гербицидом наблюдали тератогенные изменения. Они фенотипические и не передаются по наследству.

Введение

В последние годы наряду с использованием подсолнечника как основной масличной культуры увеличиваются площади под его кондитерскими сортами, продукция которых является сырьем для производства высококачественной халвы, подсолнечного молочка, козинаков и других изделий. Увеличивается и использование грызового подсолнечника, сегмент рынка которого освоили перерабатывающие компании. Главной особенностью растений кондитерского подсолнечника является высокое содержание белка (более 20 %), крупные семена (масса 1000 штук семян более 100 г) и коэффициент шретирования (выход чистого ядра не ниже 0,6–0,7) [7].

Одним из важных элементов технологии выращивания подсолнечника является уничтожение сорняков [6].

The paper presents the results of studies on the phenotypic manifestation imr gene in sunflower. It was established that the maximum resistance of plants to the herbicide appears when the gene is in the homozygous state only. Plants that are heterozygous showed cleavage. Found that homozygous and heterozygous plants for genome stability phenotypically different. This allows the selection of homozygous forms sunflower (high resistance to the herbicide Euro Lightning) in color plant leaf surface. For processing plant herbicide, observed teratogenic changes. They are phenotypic not transmitted by heredity.

Производственная система CLEARFIELD, которая используется с 2003 г. во всем мире на подсолнечнике, – это комбинация гербицида Евро-Лайтнинг с содержанием действующего вещества класса имидазолинонов (имазапир, имазамокс) и высокоурожайных гибридов, устойчивых к этой группе гербицидов. Евро-Лайтнинг обладает системным уничтожающим действием на злаковые сорняки (а также амброзию, осот и т. п.) [4].

Устойчивость подсолнечника к гербицидам определяется геном *Imr/imr* в гомозиготном состоянии. Поэтому в процессе производства гибридного подсолнечника CLEARFIELD необходима конверсия гена устойчивости в мужские и материнские компоненты гибрида.

Семеноводство гибридного подсолнечника требует соблюдения генетической чистоты родительских компонен-

тов и контроля гибридности. Для того чтобы исключить засоренность семеноводческих посевов, целесообразно использовать маркерные признаки, которые помогают идентифицировать нетипичные растения на участках размножения исходного материала и гибридизации.

Следует отметить, что морфологические признаки являются эффективной и перспективной маркерной системой контроля чистоты растительного материала на определенных этапах селекционного процесса.

Любой качественный морфологический признак, что фенотипически легко отличается, проявление которого не зависит от внешних условий, может быть использован в качестве маркера. У подсолнечника идентифицировано достаточное количество генетически детерминированных морфологических признаков с упрощенным типом контроля. В качестве примера по использованию морфологических признаков как маркерной системы можно привести сцепление наследования гена антоциановой окраски E с геном ms, который контролирует генетическую мужскую стерильность подсолнечника. Тесное сцепление этих генов позволило в производстве создать первые отечественные гетерозисные гибриды подсолнечника.

Знание локализации и типа наследования генов позволяет селекционерам планировать гибридизационную работу по синтезу форм и соединять желаемые признаки. Информация о наличии или отсутствии сцепления генов определяет объем работы с потомками гибридов и необходимость использования рекомбинационных факторов. Из качественных признаков особенно эффективны те, которые можно визуальным образом идентифицировать и легко унаследовать, передача которых в материнские и отцовские формы гибридов значительно упростит операции по удалению возможного засорения в процессе семеноводства.

Благодаря генетической устойчивости форм подсолнечника к гербицидам, можно ускорить работу по созданию закрепителей стерильности, ведь ген, контролирующий устойчивость, служит и маркером. При использовании гербицида идентифицируется гомо-, гетерозиготность форм, так как присутствует маркерный признак – устойчивость к препарату. Поэтому не нужно проводить дополнительную апробацию (высевать семена на следующий год) для выяснения гомо-, гетерозиготности растений.

Материалы и методы исследований

Морфологические признаки являются дешевой и перспективной маркерной системой контроля чистоты растительного материала на определенных этапах селекционного процесса. У подсолнечника в качестве генетических маркеров можно использовать различные признаки: окраска лепестков, цветков и соцветий, наличие окраски подсемядольного колена (гипокотилля), высота растений, тип ветвления и т. д. [3].

К. В. Медведевой выявлено положительное влияние гена оранжевой окраски язычковых цветков подсолнечника на некоторые показатели продуктивности, при этом влияние других аллельных вариантов, обуславливающих

светло-желтое и лимонное окрашивание цветков, не найдено [2].

А. Heesacker использовал группу ДНК-маркеров для маркировки гена лимонной окраски язычковых цветков. Среди всех протестированных маркеров только для трех было обнаружено сцепленное наследование с геном Yf₁ [1].

Целью работы было установление возможности использования гена lmr/lmr как маркера с целью определения гомо-, гетерозиготности растений по окраске листовой поверхности после обработки гербицидом Евро-Лайтнинг. Для установления влияния доминантного аллеля на уровень устойчивости на опытных участках была проведена гибридизация неустойчивых форм подсолнечника (компоненты отечественных гибридов) с устойчивыми формами.

В исследованиях использовали закрепители стерильности, полученные из сортов Лакомка, Запорожский кондитерский и образцов из Китая (9509/10, 9510/10), которые были скрещены с донорами устойчивости к гербициду Евро-Лайтнинг (образцы из США X9607, X4367, X4607, X4667).

Результаты исследований и их обсуждение

В процессе работы по созданию исходных материалов подсолнечника с генетической устойчивостью к действию гербицида Евро-Лайтнинг наблюдалась смена цвета растений после опрыскивания. Цвет отдельных устойчивых растений изменился на желто-зеленый, а других – изменения цвета не наблюдалось, растения остались темно-зелеными. Этот факт натолкнул на мысль, что может быть использована фенотипическая идентификация гомо-, гетерозиготности материалов по гену lmr/lmr. Поэтому было проведено исследование по изучению фенотипического проявления этого гена в созданных материалах подсолнечника.

Растения обрабатывали гербицидом Евро-Лайтнинг (1,2 л/га) в фазе двух пар настоящих листьев. Через семь дней после обработки растения менялись. По результатам учетов установлена гибель 25 % растений. Из 75 % растений, которые оказались устойчивы к гербициду Евро-Лайтнинг, только одна четвертая часть не меняла цвет листовой поверхности и имела характерную темно-зеленую окраску, а 50 % имели измененную окраску листовой поверхности – желто-зеленый цвет.

Таким образом, наблюдали фенотипическое расщепления 1:2:1 (устойчивые зеленые гомозиготные по гену устойчивости lmr/lmr-растения: стойкие желтовато-зеленые гетерозиготные lmr/lmr: неустойчивые гомозиготные lmr/lmr-растения). Для подтверждения фенотипического расщепления 1:2:1 было рассчитано χ^2 (таблица 1).

Анализ полученных данных показывает, что $\chi^2_{ф} < \chi^2_{ст}$, а это свидетельствует о том, что нулевая гипотеза подтверждена и по окраске наблюдается расщепление 1:2:1.

Все исследуемые растения были разделены на две группы. В первую группу вошли растения, которые не изменили окраску листьев после обработки гербицидом Ев-

Таблица 1 – Расщепление гетерозиготных растений в I₁ по гену lmr/lmr

Селекционный материал	Количество растений, шт.				χ^2
	всего в опыте	расщепление жизнеспособных по окраске листьев		погибших	
		темно-зеленые	желто-зеленые		
Лакомка × X9607	31	8	16	7	0,093
Запорожский кондитерский × X4367	27	7	14	6	0,106
9509/10 × X4607	25	7	12	6	0,120
9510/10 × X4667	25	6	13	6	0,040

Таблица 2 – Расщепление гетерозиготных растений в I₂ по гену Imr/imr

Селекционный материал	Количество растений, шт.					χ^2	
	окраска листьев у предыдущего поколения		всего в опыте	расщепление жизнеспособных по окраске листьев			погибших
	темно-зеленые	желто-зеленые		темно-зеленые	желто-зеленые		
Лакомка × X9607	12	–	352	352	–	–	
Запорожский кондитерский × X4367	9	–	254	254	–	–	
9509/10 × X4607	8	–	194	194	–	–	
9510/10 × X4667	6	–	101	101	–	–	
Лакомка × X9607	–	45	450	112	224	114	0,026
Запорожский кондитерский × X4367	–	12	361	89	180	92	0,052
9509/10 × X4607	–	10	299	75	148	76	0,036
9510/10 × X4667	–	9	261	65	129	67	0,070

ро-Лайтнинг, во вторую группу – растения с измененной окраской листовой пластинки.

Для дальнейшей работы были отобраны 28 растений подсолнечника, у которых окраска листьев после обработки имела темно-зеленый цвет (первая группа) и 55 растений, у которых окраска листьев была желто-зеленая (вторая группа).

На следующий год провели самоопыление селекционного материала. Полученные семена от каждого самоопыленного растения были отдельно собраны, высеяны и в фазе 2–4 пар настоящих листьев обработаны гербицидом Евро-Лайтнинг в норме 1,2 л/га.

Через семь суток был проведен анализ действия гербицида на растения. Материал из первой группы не дал фенотипического расщепления: все растения были резистентными к гербициду и не изменили цвет. Во второй группе растений было выявлено расщепление по фенотипу и устойчивости на три части в соотношении 1:2:1. Одна часть растений имела темно-зеленую окраску листьев, вторая – желто-зеленую, третья часть растений не имела устойчивости к гербициду Евро-Лайтнинг (таблица 2).

Анализ данных подтверждает, что $\chi^2_{ф} < \chi^2_{st}$ и подтверждает нулевую гипотезу. Наблюдается расщепление 1:2:1.

По результатам исследований установлено, что растения с темной окраской листьев дали потомство, которое после обработки не меняло цвет листовой поверхности. Максимальная резистентность растений к действию гербицида проявляется только когда ген находится в гомозиготном доминантном состоянии. То есть темно-зеленые растения являются гомозиготами по доминантному гену Imr/imr. Установлено, что гомозиготные и гетерозиготные растения с геном устойчивости отличаются фенотипически. Это позволяет проводить отбор гомозиготных резистентных форм подсолнечника по окраске листовой поверхности растений.

Необходимо отметить, что в популяциях второго поколения наблюдалось угнетение растений в разной степени. У отдельных устойчивых растений выделяли заметное осветление точки роста, деформация верхних пар листьев, прекращение роста центральной почки. Несмотря на это растения продолжали свой рост и развитие. Появление таких особей во втором поколении указывало на неполное доминирование и возможное наличие генов-модификаторов. Аналогичные изменения подтверждены результатами исследований других ученых [5].

Кроме того, после обработки гербицидом Евро-Лайтнинг у гетерозиготных растений наблюдались различия по уровню подавления роста и развития растений, а так-

же тератогенным изменениям. Чаще всего отмечали нарушение роста гетерозигот – наличие ветвления, форм, которые имели одну корзинку, деформацию центральной корзинки, редукцию центральной корзинки и другое. Такие формы могут быть модификациями (морфозы) или связанными с воздействием гена-модификатора. Все полученные растения были самоопыленные.

В следующем поколении растения, которые имели фенотипические изменения (ветвление стебля, редукцию корзинки и т. п.), также показали расщепление в соотношении 1:2:1.

Наличие промежуточного фенотипического класса при резистентности к гербициду связано с неполным доминированием гена Imr/imr в гетерозиготном состоянии. Изменчивость по степени угнетения растений, выживших в рамках «желто-зеленого» класса, является модификационной и определяется разницей в количестве гербицида, который попал на отдельные растения, и особенностью индивидуального морфо-физиологического состояния растений.

Заключение

Установлено, что гомозиготные и гетерозиготные растения по гену устойчивости к гербициду и окраске листьев отличаются фенотипически. Это позволяет проводить отбор гомозиготных форм подсолнечника с высокой резистентностью к гербициду Евро-Лайтнинг по окраске листовой поверхности.

Для получения исходных материалов с генетической резистентностью к действию гербицидов группы имидазолинонов необходимо проводить бекроссирование с целью переноса генов устойчивости от доноров иностранного происхождения в отечественные формы.

Литература

- Бурлов, В. В. Создание аналогов родительских линий гибридов подсолнечника, устойчивых к имидазолиновой (ИМИ) и трибенуруновой (TRM) групп гербицидов ISSN 0582-5075 / В. В. Бурлов, С. И. Титов // Селекция и семеноводство. – 2009. – Вып. 97. – С. 78.
- Медведева, К. В. Влияние мутации окраски и формы краевых цветков линии подсолнечника на морфобиологические признаки / К. В. Медведева // Генетические ресурсы растений. – 2009. – № 7. – С. 150–156.
- Сигида, В. П. Достижения, направления и задачи селекции отдельных полевых культур в Украине: Учебное пособие / В. П. Сигида. – Умань: УКВПП, 2009. – С. 40.
- Евро-Лайтнинг. Двигатель максимальной рентабельности. BASF, 2007. – 4 с.
- Никитчин, Д. И. Масличные культуры / Д. И. Никитчин. – Запорожье: ВКП „Запорожье“, 1990. – 256 с.
- Бугаев, В. Д. Специальная селекция полевых культур: Учебное пособие / В. Д. Бугаев, С. П. Васильковский, В. А. Власенко; под ред. Молоцкого М. Я. – Белая Церковь, 2010. – 368 с.
- Толмачов, В. Подсолнух для кондитеров / В. Толмачов, П. Лазер, Д. Бочковой // Зерно. – 2010. – С. 14–18.

Амбросов Антон Лаврентьевич: БЛАГОРОДНЫЕ ЧЕРТЫ УЧЕНОГО И ЧЕЛОВЕКА

(к 105-летию со Дня рождения)

К вершинам величия ведет трудная дорога.

Сенека

Амбросов Антон Лаврентьевич профессор, член-корреспондент АН Беларуси, доктор биологических наук – имя в белорусской науке известное, уважаемое, авторитетное. Выходец из семьи крестьянина-бедняка деревни Дреколье Витебского района (родился 16 июня 1912 г.), он прошел большой жизненный путь от агронома по защите растений после окончания Ленинградского сельскохозяйственного института до крупного ученого, научная деятельность которого неразрывно была связана с развитием белорусской сельскохозяйственной науки.

А. Л. Амбросов был необычайно активен в решении самых разнообразных научных и практических вопросов сельского хозяйства. Особый вклад в науку А. Л. Амбросов внес возглавляя с 1956 по 1971 г. отдел защиты растений в Белорусском НИИ плодовоовощеводства и картофеля. Он правильно понял тенденцию развития безвирусного семеноводства и развернул вширь и вглубь весь комплекс научных исследований по фитовирусологическим проблемам картофеля. Здесь под его руководством и при непосредственном участии были изучены биологические свойства возбудителей распространенных в Беларуси вирусных болезней, организовано изготовление диагностических антисывороток для идентификации вирусов, разработаны мероприятия для получения высококачественного семенного материала картофеля. Основываясь на теоретических положениях о тесном взаимодействии в системе растение-хозяин – фитопатоген – среда, было доказано, что с помощью таких агротехнических приемов, как условия питания, густота и глубина посадки клубней можно изменять болезнестойчивость растений и воздействовать на фитосанитарное состояние посадок. Важнейшим итогом проведенной работы явилась защита докторской диссертации, в которой изложены научные принципы выращивания здорового семенного картофеля.

В полную силу организаторские способности Антона Лаврентьевича Амбросова раскрылись при организации Белорусского научно-исследовательского института защиты растений, директором которого он являлся на протяжении восьми лет. Ныне это РУП «Институт защиты растений» Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. А. Л. Амбросов многое сделал по формированию кадрового и научного потенциала вверенного ему в руководство научного учреждения.

Возглавляя лабораторию вирусологии в Институте защиты растений, он сумел поставить на службу сельскому хозяйству фитовирусологию, которую своим трудом взрастил в Беларуси до цветущего состояния. Ему удалось сформировать целую школу фитовирусологов. По истечении многих десятилетий нельзя не осознавать, что его научная мысль в понимании значимости вирусов растений была устремлена далеко вперед. Это определило столь



Антон Лаврентьевич в коллективе лаборатории вирусологии
(слева направо: Полякова Тамара Ефимовна, Амбросов Антон Лаврентьевич, Блоцкая Жанна Викторовна, Мерцалова Ольга Сергеевна, Соколова Лариса Александровна)

широкомасштабное их изучение в 70–80-ые годы прошлого века при его непосредственном участии и руководстве не только в культуре картофеля, но и на люцерне, клевере, люпине, плодово-ягодных культурах.

Под руководством А. Л. Амбросова выявлено видовое разнообразие вирусов, их специализация и структура, характер взаимодействия с растением-хозяином и факторы, определяющие сохранение и распространение вирусной инфекции в агробиоценозах.

Активная научная, трудовая и общественная деятельность А. Л. Амбросова была отмечена орденами Трудового Красного Знамени, «Знак Почета», многими медалями и почетными грамотами. Признанием научного вклада в развитие сельскохозяйственной науки и производств явилось присуждение А. Л. Амбросову в 1974 г. Государственной премии СССР.

Антон Лаврентьевич глубоко понимал настоятельную необходимость тесного сближения исследователей, работающих в области фитовирусологии. Им были налажены тесные контакты с ведущими вирусологами практически всех республик бывшего Советского Союза. Сближаясь с людьми, он приобретал как в Беларуси, так и далеко за ее пределами все новых и новых друзей, соратников, единомышленников. На долгие годы наиболее теплые, дружеские отношения сохранились у него с крупным ученым-фитовирусологом, доктором биологических наук, заслуженным деятелем науки Юрием Ильичем Власовым (ВИЗР, Россия).

А. Л. Амбросов много времени уделял подготовке кадров высшей квалификации. Под его руководством 10 аспирантов подготовили и защитили кандидатские диссертации. Покоряла его простота, доступность для общения, человеческая доброта, открытое дружелюбие к людям. Человек большой души он был открыт для маститого ученого, практического работника, начинающего аспиранта. Мудро организовывая решение лабораторией вирусологии сложных фитовирусологических проблем, Антон Лаврентьевич вносил гармонию в научный коллектив, которая заключалась в дружной, творческой, напряженной работе ученых всех поколений: старшего, среднего и научной молодежи. Один из виднейших представителей передовых белорусских ученых, он пронес через всю свою жизнь преданность и верность науке, оставив богатейшее наследие – Институт защиты растений, для организации которого он приложил немало усилий, и свои научные труды, посвященные различным проблемам сельскохозяйственной фитовирусологии, иммунитета и защиты растений. В его образе талант ученого и талант Человека сливались воедино.

Для нынешнего и грядущих поколений ученых жизнь и деятельность А. Л. Амбросова – замечательный пример яркого и бескорыстного служения науке.

М. И. Жукова, кандидат с.-х. наук
Институт защиты растений

Вилор Фридманович САМЕРСОВ

(к 80-летию со Дня рождения)

24 июля исполнилось 80 лет со дня рождения Вилора Фридмановича Самерсова, основоположника интегрированных систем защиты растений от вредителей, болезней и сорной растительности в Беларуси, член-корреспондента Российской Академии сельскохозяйственных наук, академика Академии аграрных наук Республики Беларусь, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки.

Творческий путь ученого начался в 1960 г. после окончания Ленинградского сельскохозяйственного института в должности младшего научного сотрудника Славгородской селекционно-опытной станции в Алтайском крае. В 1967 г. Вилор Фридманович защитил кандидатскую диссертацию в Институте зоологии Академии наук БССР. Затем как сложившийся ученый в области защиты растений в 1971 г. был приглашен на работу в Белорусский институт защиты растений, где возглавил отдел по разработке комплексных систем защиты растений. В 1974 г. Вилор Фридманович был назначен заместителем директора, в 1978 г. – директором Белорусского научно-исследовательского института защиты растений, которым руководил более 20 лет.

На должности руководителя института В. Ф. Самерсов проявил талант организатора науки, инициатора новых идей и смелых решений. Вилор Фридманович возглавил работу по координации защиты растений в Беларуси и странах Прибалтики, входивших в состав Западного отделения ВАСХНИЛ, организовывал сотрудничество с институтами по защите растений в странах ближнего и дальнего зарубежья. За существенный вклад в развитие сельскохозяйственной науки в целом, и защиты растений, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, В. Ф. Самерсов в 1988 г. был избран член-корреспондентом Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук, в 1992 г. – академиком Академии аграрных наук Республики Беларусь. За выдающиеся заслуги перед наукой Вилору Фридмановичу было присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Республики Беларусь».

Под руководством В. Ф. Самерсова была сформирована научная школа энтомологов, последователями которой являются доктора биологических наук Л. И. Трепашко,



О. Р. Александрович, доктор с.-х. наук И. А. Прищепа, кандидаты сельскохозяйственных и биологических наук: С. В. Яченя, Л. П. Якимович, В. Н. Карташевич, С. В. Переходцева (С. В. Надточаева), С. В. Прохорова (С. В. Бойко), А. И. Хайбуллин. Чуткий и требовательный наставник, он повсюду поддерживал и гордился молодыми исследователями. Даже при своей занятости находил время для работы с молодежью и был доступен всем, нуждающимся в совете и помощи. Помогая молодым исследователям, В. Ф. Самерсов думал о будущем. Сегодня его ученики работают практически в каждом подразделении института.

Научные исследования В. Ф. Самерсова поистине велики. Это 582 публикации, в том числе 7 монографий. Его работы широко известны в нашей стране и за рубежом. В 1992 г. он был включен в Международный биографический справочник "Человек года" в серии "Who is who of intellectuals".

Под его руководством и при непосредственном участии выполнены фаунистические исследования, выявлена структура доминирования вредителей в разных агроклиматических зонах Беларуси, определено влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на динамику численности и вредоносность агрофагов.

В своих трудах Вилор Фридманович сформулировал новый научный подход, где агроэкосистемы рассма-

триваются как управляемые, а направленная деятельность человека и природные элементы являются основными регулирующими факторами. Это позволило теоретически обосновать концепцию интегрированной системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорной растительности. За основу разработанной концепции взято положение о том, что средообразующим фактором в агроценозах выступает культурное растение. Поэтому при разработке интегрированной системы защиты растений в первую очередь учитывались профилактические возможности оптимизации фитосанитарной ситуации посевов за счет агротехнических мероприятий.

Суть разрабатываемых под научным руководством В. Ф. Самерсова систем защиты сельскохозяйственных культур в Беларуси состоит в том, что в борьбе с вредными организмами стали применять экологические понятия и методы, опирающиеся не только на пестициды, но и учитывающие другие, ограничивающие рост популяции агрофагов (природный биотический потенциал, агротехника, сорта и т. д.) факторы. В основе стратегии систем лежит прогнозирование ожидаемых потерь и определение экономических порогов вредоносности, и они направлены не на полное уничтожение вредных видов, а на регулирование их популяций на определенном экологическом и экономическом уровне. Такие разработки позволяют расширить биологическую основу систем защиты растений и экологически их усовершенствовать за счет обоснованного применения пестицидов. Вилор Фридманович Самерсов в своих работах большое внимание уделял вопросам экологии, следил за мировыми научными достижениями в этой области. На основании концепции по экологической безопасности систем защиты растений впервые подготовлена методика оценки эффективности технологий по хозяйственным, экономическим и энергетическим показателям, а экологическая безопасность рассчитывается по степени при введении затрат на устранение отрицательных последствий пестицидов.

Вилор Фридманович очень много читал и прививал это своим ученикам и сотрудникам. Он был уверен, что нельзя сделать открытие в науке, провести исследования на высоком

уровне, не владея научными достижениями, и в первую очередь знанием законов и теорий эволюции, экологии, открытий в области биологии. Поэтому работы Вилора Фридмановича или выполненные под его руководством отличались высоким уровнем исследований и соответствовали мировым научным направлениям, где блестяще решались как теоретические, так и прикладные проблемы современной защиты растений от вредных организмов, биологии и экологии.

Вилор Фридманович прожил большую и интересную, полную творческих исканий жизнь. Во все времена Вилор Фридманович был человеком

глубоко порядочным. Будучи человеком долга и высокой ответственности, он предъявлял к себе самые строгие требования. Его отличала редкая скромность во всем – в манере поведения на службе, в общении с людьми, в быту, был обаятельный, красивый, справедливый и добрый человек, щедро отдававший другим свои знания, силы и тепло своей души.

Коллектив лаборатории энтомологии продолжил исследования, направленные на усовершенствование энергосберегающих экологически безопасных систем защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов, при поддержке Фонда

фундаментальных исследований сотрудничает с ведущими учеными России, Польши, Украины, Литвы, Сербии, США. Созданная Вилором Фридмановичем Самерсовым научная школа, включающая учеников и последователей, продолжает развивать его идеи и принципы, а его светлый образ жизнелюбивого и глубоко преданного своему делу человека навсегда останется в их памяти.

С. В. Сорока,
директор РУП

«Институт защиты растений»

Л. И. Трешко,
заведующая лабораторией энтомологии,
доктор биологических наук, профессор

К 85-ЛЕТИЮ АКАДЕМИКА Василия Николаевича Шлапунова

Этой знаменательной дате в жизни академика НАН Беларуси В. Н. Шлапунова было посвящено заседание ученого совета НПЦ НАН Беларуси по земледелию, которое состоялось 1 августа 2017 г. под председательством член-корреспондента НАН Беларуси Ф. И. Привалова. С поздравлениями в адрес юбиляра выступили заместитель председателя президиума НАН Беларуси П. П. Казакевич, заместитель министра сельского хозяйства и продовольствия РБ В. В. Гракун, академики НАН Беларуси В. П. Самсонов и И. М. Богдевич, директора дочерних институтов Н. К. Вахонин, И. А. Голуб, Н. В. Рак, С. В. Сорока, Л. П. Шиманский, ученики и коллеги Василия Николаевича.

Все выступавшие отметили большой вклад академика В. Н. Шлапунова в развитие аграрной науки в Беларуси, особенно в области кормопроизводства, в становлении Института земледелия и созданного на его основе Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию.

Юбиляру были вручены Золотая медаль НАН Беларуси, памятная медаль НПЦ НАН Беларуси по земледелию, поздравительные адреса и множество цветов.

2017 г. уникален для нашего юбиляра по количеству юбилеев. Это 55 лет научной, 65 лет научно-производительной деятельности и 85 лет со дня рождения.

Василий Николаевич Шлапунов родился 30.07.1932 г. в д. Белая Дуброва Костюковичского района Могилевской области. Окончив семь классов, поступил в Марьино-Горский сельскохозяйственный техникум, после окончания которого в 1950 г. был направлен на должность участкового агронома Мостовской машинно-тракторной станции Гродненской области. С 1953 г., после демобилизации из армии, работал участковым агрономом Костюковичской МТС Могилевской области, а с 1956 г. – заведующим Давид-Городокским госсортоучастком в Брестской области. Здесь, по словам юбиляра, он получил хорошие навыки методики проведения полевых опытов, анализа полученных результатов.

В 1960 г. по окончании (заочно) Белорусской сельскохозяйственной академии назначен начальником Пинской райсельхозинспекции, затем главным государственным инспектором по закупкам сельхозпродуктов по Пинскому району.

Дальнейшая полувековая научная деятельность Василия Николаевича связана с Белорусским научно-исследовательским институтом земледелия и Научно-практическим центром НАН Беларуси по земледелию.



Слева направо: В. Н. Шлапунов, академик НАН Беларуси; П. П. Казакевич, заместитель Председателя президиума НАН Беларуси; Ф. И. Привалов – член-корреспондент НАН Беларуси; В. В. Гракун – заместитель министра сельского хозяйства и продовольствия РБ

В 1962–1964 гг. он обучался в аспирантуре при Белорусском НИИ земледелия. После ее окончания с 1965 по 1970 г. – старший научный сотрудник, а затем на протяжении 30 лет (1970–2000 гг.) – заместитель директора по научной работе Белорусского НИИ земледелия и по совместительству заведующий лабораторией. В 2001–2005 гг. – заведующий отделом полевого кормопроизводства, с 2005 г. – главный научный сотрудник РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Основное направление научной деятельности В. Н. Шлапунова – кормопроизводство. Его кандидатская диссертация «Влияние предпосевной обработки семян и других агротехнических приемов на полевую всхожесть, рост, развитие и урожай кукурузы» была посвящена этой проблеме.

После аспирантуры работал по селекции кукурузы, где вел раздел по повышению холодостойкости кукурузы с использованием химических и физических мутагенов.

История кукурузосеяния в Беларуси в отличие от других культур изобилует взлетами и падениями. Так, например, если в 1957 г. было посеяно кукурузы 200 тыс. га, в 1962 – 736 тыс., то в 1967 – 138, в 1990 – 431, а в 1995 – 160 и в 2011 г. – 977 тыс. га.

Причины таких колебаний, отмечает В. Н. Шлапунов, – административные перегибы, особенно в 50–60 гг. прошлого столетия, низкий уровень интенсификации сельскохозяйственного производства, отсутствие холодостойких раннеспелых гибридов кукурузы, приспособленных к условиям Беларуси.

В связи с этим в начале 80-х годов В. Н. Шлапунов с сотрудниками своей лаборатории организует совместную с селекционерами Молдавского института кукурузы и сорго работу по созданию гибридов кукурузы для условий Беларуси. Результатом этой работы было создание белорусско-молдавских гибридов (Бемо 160 МВ, Бемо 181 СВ, Бемо 172 СВ) с семеноводством в Молдове.

Однако после распада СССР обострилась проблема импорта семян кукурузы, что привело к резкому сокращению ее посевов – с 430 тыс. в 1990 г. до 160 тыс. га в 1995 г. В этих условиях В. Н. Шлапунов организует селекцию кукурузы в Белорусском НИИ земледелия и кормов с целью создания отечественных гибридов с возможным выращиванием собственных семян. Непосредственно селекционный процесс поручает только что окончившему тогда с отличием Белорусскую сельскохозяйственную академию научному сотруднику отдела Л. П. Шиманскому. Под руководством и с участием Василия Николаевича впервые созданы белорусские гибриды Белиз, Полесский 195 СВ, Полесский 212 СВ, Полесский 101 СВ, Полесский 175 СВ с урожайностью до 170–180 ц/га сухого вещества, гибрид сахарной кукурузы Конкурент. В настоящее время проблема создания новых собственных гибридов и семеноводства кукурузы плодотворно решается уже кандидатом сельскохозяйственных наук, директором Полесского института растениеводства Л. П. Шиманским.

Одновременно организуется сотрудничество с селекционерами Украины. Результат этой работы – создание с участием и авторством В. Н. Шлапунова 18 белорусско-украинских гибридов кукурузы, включенных в Государственный реестр сортов Республики Беларусь.

За успехи в создании и внедрении совместных гибридов кукурузы в 2006 г. он стал лауреатом премии Академии наук Украины, Беларуси, Молдовы.

Под руководством и при непосредственном исполнении В. Н. Шлапунова разработаны и внедрены в производство усовершенствованные технологии возделывания кукурузы на силос, зерно и семена.

Научно обоснована возможность и экономическая целесообразность возделывания на силос, сенаж и зеленый корм однолетних 2–3-укосных бобово-злаковых агрофитоценозов с продуктивностью до 100 ц/га к. ед. без применения азотных удобрений или при минимальных дозах их внесения.

Разработаны экономически эффективные технологии производства зерносенажа из одновидовых и смешанных посевов зерновых и зернобобовых культур, обеспечивающих увеличение продуктивности на 20–25 %.

Усовершенствованы технологии возделывания озимого и ярового рапса озимой сурепицы, редьки масличной подсолнечника на корм и маслосемена, галеги восточной, клевера лугового и гибридного, райграса однолетнего, эспарцета песчаного, лядвенца рогатого на корм и семена, включенные в рекомендации производству и отраслевые технологические регламенты.

Обоснованы зональные системы зеленого конвейера для крупного рогатого скота на пастбищный период.

Разработана система производства кормов в поукосных, пожнивных, озимых и подсевных промежуточных посевах, обеспечивающая повышение реализации биоклиматического потенциала на 18–20 % и увеличение продуктивности гектара за счет получения 2–3-х урожаев в год на 25–30 %. По результатам этих исследований во Всесоюзном НИИ кормов Василием Николаевичем защищена докторская диссертация в 1987 г.



П. П. Казакевич вручает Золотую медаль НАН Беларуси В. Н. Шлапунову

Василий Николаевич много внимания уделяет подготовке научных кадров. Создана научная школа по кормопроизводству: подготовлено 27 кандидатов и 2 доктора сельскохозяйственных наук. Опубликовано более 400 научных трудов, в том числе монографий, книг, учебников для вузов – 37.

В настоящее время В. Н. Шлапунов выполняет исследования по совершенствованию технологии возделывания люцерны.

Признанием большого вклада в развитие сельскохозяйственной науки явилось присвоение В. Н. Шлапунову ученого звания профессора, избрание академиком Академии аграрных наук Республики Беларусь (1996 г.), академиком Национальной академии наук Беларуси (2003 г.), иностранным членом Национальной академии аграрных наук Украины (1999 г.), почетным доктором Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.

Научные разработки Василия Николаевича включены Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь в отраслевые рекомендации производству и технологические регламенты, широко используются в учебном процессе агрономических факультетов высших и средних учебных заведений.

Награжден орденом «Знак Почета», медалью «За трудовую доблесть», почетными грамотами Правительства, а в день 85-летия за большой вклад в науку – Золотой медалью Национальной академии наук Беларуси.

Академик В. Н. Шлапунов пользуется заслуженным авторитетом и признанием среди ученых аграрной науки в стране и за ее пределами. Его знают и ценят специалисты и руководители сельскохозяйственных предприятий. Искренне желаем юбиляру крепкого здоровья, активной творческой деятельности, новых научных достижений.

Ф. И. Привалов, член-корреспондент НАН Беларуси

С. И. Гриб, академик НАН Беларуси

Л. В. Сорочинский, доктор с.-х. наук

К 60-летию юбилею Саскевича Павла Александровича



10 июня 2017 г. отметил свой 60-летний юбилей опытный руководитель, известный ученый, талантливый организатор Саскевич Павел Александрович.

Родился Павел Александрович в деревне Млынок Житковичского района Гомельской области. Его становление как специалиста в области сельскохозяйственного производства, ученого, руководителя неразрывно связано с Белорусской государственной сельскохозяйственной академией, агрономический факультет которой он окончил в 1983 г. и приступил к работе в должности освобожденного секретаря комитета комсомола. С 1985 по 1988 г. – старший агроном учхоза БСХА.

Педагогическая деятельность Павла Александровича началась в сентябре 1988 г. с должности ассистента, затем он работал старшим преподавателем и доцентом кафедры защиты растений. В 1990 г. под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора Стрелкова В. Г., Павел Александрович защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.09 растениеводство на тему: «Влияние покровных культур и норм высева на семенную продуктивность клевера гибридного» и в 1997 г. получил ученое звание доцента по специальности «Агрономия».

В 1996 г. он был назначен деканом агроэкологического факультета; в 1999 – проректором по научной работе; в 2003 – проректором по заочному обучению; в 2009 г. – первым проректором академии. С 20 марта 2014 г. Саскевич Павел Александрович является ректором старейшего высшего учебного заведения на территории нашей страны Белорусской государственной орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии, и в этом же году он защищает диссертацию на тему: «Научные основы повышения продуктивности технических культур в системе биологических и технологических факторов» на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальностям 06.01.09 растениеводство и 06.01.07 защита растений. 8 октября 2014 г. ВАК Республики Беларусь присудил Саскевичу П. А. ученую степень доктора сельскохозяйственных наук, а

27 января 2016 г. ему было присвоено звание профессора.

За этими знаковыми веками в жизни Павла Александровича скрывается его удивительное трудолюбие, целеустремленность, высокий профессионализм, истоки которого лежат не только в личностных особенностях сильного характера, но и в достойном образовании, полученном в стенах академии.

Во многом благодаря усилиям Саскевича П. А. создан и уже более 10 лет успешно готовит специалистов высшей квалификации в области плодовоовощеводства, защиты растений и карантина, агрохимии и почвоведения, экологии сельского хозяйства агроэкологический факультет, первым деканом которого он являлся.

Несмотря на большой объем и сложность задач, решаемых им по основному месту работы, Павел Александрович никогда не оставлял педагогическую и научно-исследовательскую деятельность. Он читает лекции и ведет лабораторные занятия по защите растений для студентов агрономических специальностей; на высоком уровне руководит дипломными и научными работами студентов, магистрантов и аспирантов с внедрением результатов их исследований в производство; участвует в работе государственных экзаменационных комиссий и выполняет другие виды учебной нагрузки; внедряет в учебный процесс инновационные технологии обучения студентов; постоянно работает над совершенствованием методики преподавания. Занятия Павла Александровича отличаются высоким методическим уровнем, тесным контактом со студенческой аудиторией, неподдельным интересом студентов к преподаваемому им материалу.

Саскевич Павел Александрович подготовил и издал 67 учебно-методических работ. Является соавтором 2 учебников (гриф МО), 3 учебных пособий (гриф МО), 1 курса лекций (гриф МО), 4 учебно-методических пособий (гриф УМО), 1 учебного пособия для слушателей факультета повышения квалификации, а также методических указаний, лекций, образовательных стандартов и учебных программ.

Учебную работу Павел Александрович сочетает с проведением значитель-

ных объемов научных исследований. Им опубликовано 170 научных работ, из них 4 монографии, 2 справочника, 24 рекомендации производству. Он принимал участие в составлении сборника отраслевых регламентов по возделыванию льна-долгунца, озимого рапса и подсолнечника.

П. А. Саскевичем создана и плодотворно работает научная школа в области защиты растений, в рамках которой выполнено и успешно защищено 5 диссертаций на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, 2 магистерские диссертации. В настоящее время под его руководством работают над кандидатскими диссертациями три соискателя.

Ежегодно при его участии в качестве руководителя, научного консультанта или исполнителя реализуются научные проекты, результаты которых широко используются сельскохозяйственным производством. По его убеждению, наука должна быть востребована производством.

Павел Александрович является председателем УМО в области сельского хозяйства; членом редакционной коллегии журнала «Земледелие и защита растений»; главным редактором журнала «Вестник БГСХА»; членом НТС Министерства сельского хозяйства и продовольствия; членом Совета ректоров аграрных вузов стран СНГ. И это далеко не все направления деятельности, которым с потрясающей самоотдачей он посвящает свою жизнь.

Хочется также отметить такие черты характера юбиляра, как хорошее отношение к людям, забота о них, мудрость в принятии решений, когда речь идет о каждом конкретном человеке.

Коллектив кафедры защиты растений искренне поздравляет Вас, уважаемый Павел Александрович, с юбилеем и желает Вам отменного здоровья, дальнейших творческих успехов в работе, неиссякаемого вдохновения, благополучия.

Л. Г. Коготько,
зав. кафедрой защиты растений БГСХА,
кандидат биологических наук

О монографии В. А. Прудникова

Исследования по агротехнике льна. – Минск, 2016. – 174 с.

Особенностью развития современного земледелия является необходимость наращивания производства продукции растениеводства, включая льноводство, в условиях ограниченных ресурсов, предполагается максимальное использование мало-затратных приемов. Применительно ко льну важно определить пригодность почв для его возделывания. Тем более, что он относится к кальциефобным культурам, не терпящим избытка этого элемента, а следовательно высокого уровня pH.

Как всегда, в своих работах Владислав Андреевич во главу угла ставит «его величество полевой эксперимент» и экологию. Не стала исключением и монография, где излагаются исследования по агротехнике льна. Подкупает и стиль изложения материала. Здесь нет ни одного лишнего слова, все по существу.

В разделе «Плодородие почвы и продуктивность льна-долгунца» автор убедительно доказал, что эта культура хорошо использует почвенный запас элементов питания растений. Наибольший урожай тресты и волокна (общего и длинного) получен в варианте с содержанием гумуса в пахотном слое почвы 2,07 % и соответственно подвижных фосфатов и калия 180 и 123 мг/кг. Дальнейшее повышение содержания гумуса, фосфора и калия не привело к увеличению урожайности.

Владислав Андреевич установил, что густота стеблестоя льна должна находиться в пределах 1600–1800 стеблей на 1 м². В зависимости от влажности почвы в период до появления полных всходов такую густоту стеблестоя можно получить при норме высева 20–24 млн всхожих семян на гектар.

Достаточно подробно рассмотрена в рукописи зависимость эффективности азотных удобрений от погодных условий. Показано, что при недостатке влаги (сухой год) получен минимальный урожай по сравнению с благоприятным вегетационным периодом.

По мнению автора, в случае содержания в почве подвижного фосфора 170–190 мг/кг применение дозы P₂O₅ свыше 30 кг/га нерентабельно. При наличии в почве подвижного калия 150–170 мг/кг внесение этого элемента 90–150 кг/га не обеспечило достоверных прибавок урожая тресты и волокна по сравнению с дозой K₆₀.

Детально изложены и потребность льна-долгунца в микроэлементах и способах их применения в зависимости от наличия в почве бора, цинка, меди и реакции среды. Весьма профессионально написаны также разделы, касающиеся защиты посевов льна-долгунца от сорной растительности и болезней.

Нельзя не согласиться с Владиславом Андреевичем в отношении использования ретардантов в посевах льна-долгунца. Главное здесь – не превышать дозу азота, тогда и отпадет необходимость в применении таких препаратов. Тем более, что

при передозировке азота ретарданты не спасают от полегания растений и снижения качества волокна.

Наряду с льном-долгунцом Владислав Андреевич значительное внимание уделил возделыванию льна масличного. И это вполне объяснимо. Тем более, что в ближайшие годы планируется расширить посевную площадь последнего до 10 тыс. га. Повышенный интерес к нему вызван тем, что льняное масло используется в ряде отраслей: пищевой, медицинской, технической. Ценность такого масла для питания человека заключается в наличии значительного количества ненасыщенных жирных кислот.

Автор напоминает, что при севе льна нужно соблюдать оптимальную ширину междурядий – 10–20 см и исключить избыточное внесение азота. По его данным, максимальным содержанием масла в растениях (43,6–45,1 %) отличался вариант с дозой азота N₃₀. При дальнейшем повышении доз азота наблюдается тенденция к снижению этого важнейшего показателя.

Приводит В. А. Прудников и расчетные дозы фосфорного удобрения. Чтобы их определить, необходимо нормативную величину выноса P₂O₅ планируемым урожаем умножить на коэффициент возврата фосфора в зависимости от обеспеченности почвы подвижными фосфатами. Такой же подход предлагается использовать и для калия.

На основании результатов своих исследований, автор пришел к выводу, что лен масличный предъявляет к кислотности почвы такие же требования, как и лен-долгунец. При этом оптимальный уровень pH солевой вытяжки находится в интервале 5,0–5,5, а допустимый – 5,6–6,0. В данных условиях применение микроэлементов (бора и цинка) обеспечивает некоторое повышение урожая семян. Особый интерес представляют также такие разделы, как защита льна масличного от болезней и сорной растительности.

В целом можно утверждать, что монография имеет большое научное и практическое значение. Освоение производством рекомендаций В. А. Прудникова безусловно позволит существенно повысить не только урожайность льна, но и его качество и, что не менее важно, сократит затраты на производство единицы продукции. Поэтому, по нашему мнению, монография будет востребована научными работниками, агрономами, преподавателями и студентами вузов и колледжей аграрного профиля.

*П. Ф. Тиво, доктор с.-х. наук,
П. Н. Казакевич, научный сотрудник
РУП «Институт мелиорации»*

ИЗДАТЕЛЬ: ООО «Земледелие и защита растений»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. М. Богдевич, академик НАН Беларуси; **С. Ф. Буга**, доктор с.-х. наук; **Н. К. Вахонин**, кандидат технических наук; **И. А. Голуб**, член-корр. НАН Беларуси; **С. И. Гриб**, академик НАН Беларуси; **Ю. М. Забара**, доктор с.-х. наук; **С. А. Касьянчик**, кандидат с.-х. наук; **Э. И. Коломиец**, член-корр. НАН Беларуси; **Н. В. Кухарчик**, доктор с.-х. наук; **В. Л. Маханько**, кандидат с.-х. наук; **П. А. Саскевич**, доктор с.-х. наук; **Л. И. Трепашко**, доктор биол. наук; **Э. П. Урбан**, доктор с.-х. наук; **Л. П. Шиманский**, кандидат с.-х. наук; **В. Н. Шлапунов**, академик НАН Беларуси, **научный редактор**

РЕДАКЦИЯ: А. П. Будревич, М. И. Жукова, М. А. Старостина, С. И. Ярчаковская. Верстка: Г. Н. Потеева

Адрес редакции: Республика Беларусь, 223011, Минский район, аг. Прилуки, ул. Мира, 2

Тел./факс: главный редактор: (017 75) 3-25-68, (029) 615-58-08; зам. главного редактора: (017) 509-24-89, (029) 640-23-10;

научный редактор: (01775) 3-42-71, (033) 492-00-17

E-mail: ahova_raslin@tut.by

Журнал зарегистрирован Министерством информации Республики Беларусь 08.02.2010 (07.12.2012 перерегистрирован) в Государственном реестре средств массовой информации за № 1249

Редакция не всегда разделяет точку зрения авторов публикуемых материалов; за достоверность данных, представленных в них, редакция ответственности не несет. При перепечатке ссылка обязательна

Подписано в печать 15.08.2017 г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная Тираж 1200 экз. Заказ № 634. Цена свободная

Отпечатано в типографии «Акварель Принт» ООО «Промкомплекс». Ул. Радиальная, 40-202, 220070, Минск

ЛП 02330/78 от 03.03.2014 до 29.03.2019. Свидетельство о ГРИИРПИ № 2/16 от 21.11.2013 г.