

# **Земледелие и Защита растений**

**№ 5 (102)  
2015**

**Научно-практический  
журнал**

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ-2016**

**НК Гитаго  
Нерисса  
Аробаз  
Делитоп  
НК Кулер  
СИ Респект  
СИ Новатоп  
СИ Энигма**

# Земледелие и Защита растений

Научно-практический журнал

№ 5 (102)

сентябрь-октябрь 2015 г.

Периодичность – 6 номеров в год

Издается с 1998 г.

Agriculture and plant protection  
Scientific-Practical Journal

№ 5 (102)

September-October 2015

Periodicity – 6 issues per year

Published since 1998

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

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

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

**В.А. Самусь**, директор РУП «Институт плодоводства», доктор с.-х. наук;

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

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

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

## В НОМЕРЕ

### На тему дня

Мельник В.И. Эволюция систем земледелия – взгляд в будущее 3

### Агротехнологии

Урбан Э.П. Влияние погодных условий на формирование хлебопекарных свойств сортов озимой ржи в связи с селекцией на целевое использование 8

Семененко Н.Н., Каранкевич Е.В. Ресурсосберегающая почвозащитная технология возделывания кукурузы на зеленую массу на дерготорфяных почвах Полесья 12

Симченков Д.Г., Небышинец С.С., Сушевич И.А., Пынतिकов С.А. Сравнительная оценка различных систем основной обработки почвы в плодосменном севообороте при возделывании ярового ячменя с подсевом клевера лугового 16

Цильюрик А.И. Влияние систем обработки почвы и мульчирования пожнивными остатками на продуктивность короткоротационного севооборота 20

Зведенюк Т.Б., Борис Н.Е. Влияние способов основной обработки серой лесной почвы на ее агрофизические свойства 24

## IN THE ISSUE

### On the topic of day

Melnik V.I. Evolution of agricultural systems - look to the future 3

### Agrotechnologies

Urban E.P. Influence of weather conditions of winter rye varieties baking features formation in connection with breeding for purposeful use 8

Semenenko N.N., Karankevich E.V. Power-saving soil protective technology of corn growing for green mass on light peaty soils of woodlands 12

Simchernkov D.G., Nebyshinets S.S., Sushchevich I.A., Pyntikov S.A. Comparative evaluation of different systems of soil main tillage in rotation cropping system rotation at spring barley growing with meadow clover supplement 16

Tsilyurik A.I. Influence of soil tillage systems and stubble mulching on short rotational rotation productivity 20

Zvedenyuk T.B., Boris N.E. Influence of main tillage methods of gray forest soil on its agrophysical peculiarities 24



## Селекция и семеноводство

- Кожуро Ю.И., Пашкевич П.А. Использование степени развития органов проростков для оценки потенциальной урожайности гороха (*Pisum sativum* L.) в агроклиматических условиях Беларуси
- Диордиева И.П., Парий Ф.Н. Создание четырехвидовых форм тритикале

## Агрохимия

- Борисенок О.И., Шашко Ю.К. Применение регуляторов роста на фоне различных доз азотных удобрений в посевах льна-долгунца
- Цыбулько Н.Н., Черныш А.Ф., Пунченко С.С. Эффективность применения дифференцированных доз минеральных удобрений под озимую пшеницу на почвах разной степени эродированности
- Цюк А.А. Изменение плодородия почвы под влиянием систем земледелия

## Защита растений

- Малюга А.А., Чуликова Н.С. Привлекательность растений различных сортов картофеля для *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera, Chrysomelidae) и прожорливость вредителя на них
- Мартынюк С.С., Миренков Ю.А. Физико-химическая совместимость пестицидов, применяемых в посевах лука репчатого против комплекса болезней и вредителей
- Чебановская А.Ф. Горчак ползучий в Одесской области и методы его контроля

## Овощеводство

- Стелуро М.Ф. Эффективность микроэлементов при некорневых подкормках растений дыни в пленочных теплицах
- Позняк С.С. Визуализация сорной растительности с использованием ГИС-технологий
- Саскевич П.А. Значимость научно обоснованных факторов в формировании высокопродуктивных агроценозов технических культур

## Информация

- Немкович А.И. Высокоэффективные некорневые подкормки в осенний период
- Березко М.Н., Березко О.М., Близняк Н.А. История развития защиты растений: от Гомера до наших дней (3)
- Белорусской государственной сельскохозяйственной академии – 175 лет

## Breeding and Seed Production

- 27 Kozhuro Yu.I., Pashkevich P.A. Use of radicle organs development degree for the evaluation of peas (*Pisum sativum* L.) potential yield in agroclimatic conditions of Belarus
- 31 Diordieva I.P., Paryi F.N. Creation of four species forms of triticale

## Agrochemistry

- 35 Borisenok O.I., Shashko Yu.K. Growth regulators application against a background of different rates of nitrogenous fertilizers in fiber flax crops
- 39 Tsybulko N.N., Chernysh A.F., Punchenko S.S. Efficiency of differentiated rates of mineral fertilizers application for winter wheat in soils with different state of condition of being eroded
- 44 Tsyuk A.A. Change of soil fertility under the influence of agricultural systems

## Plant protection

- 46 Malyuga A.A., Chulikova N.S. Attraction of potato different varieties plants for *Leptinotarsa decemlineata* Say. (Coleoptera, Chrysomelidae) and the pest voracity on them
- 50 Martynyuk S.S., Mirenkov Yu.A. Physical and chemical compatibility of pesticides applied in bulb onion crops against a complex of diseases and pests
- 53 Chebanovskaya A.F. Creeping picris in Odessa district and methods of its control

## Vegetable growing

- 54 Stepuro M.F. Microelements efficiency at outside root application of feedings for melon plants in film greenhouses
- 57 Poznyak S.S. Weed vegetation visualization with GIS –technologies application
- 60 Saskevich P.A. The importance of scientifically substantiated factors in the formation of high-productive technical crop agrocnoses

## Information

- 64 Nemkovich A.I. High-effective outside root application of feedings during autumn period
- 65 Berezko M.N., Berezko O.M., Bliznyuk N.A. Plant protection development history : from Homer till our days (3)
- 66 The Belarussian State Agricultural Academy is 175 years old.

**Журнал "Земледелие и защита растений"**  
входит в перечень ВАК Беларуси для публикации  
научных трудов соискателей ученых степеней

## ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

В.И. Мельник, доктор технических наук

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 05.07.2015 г.)

Есть мнение, что для Украины агропромышленный комплекс должен стать приоритетным. Проблему создает неопределенность будущего, а решают ее путем копирования чужого опыта. На основе философско-вероятностной модели показано, что такой подход гарантирует отставание. Для повышения конкурентоспособности необходимо самим предсказать будущие этапы эволюции земледелия и реализовать их раньше конкурентов. Для доказательства использовали теорию решения изобретательских задач и законы диалектики. Анализировали четыре наиболее важные характеристики систем земледелия в контексте их временного развития: первая – интенсивность механического воздействия на почву; вторая – интенсивность использования химического метода защиты растений; третья – потребность в рабочей силе и обеспечение занятости сельского населения; четвертая – степень развития и широта применения севооборотов. Для оценки объективной обусловленности этапов эволюции использовали степень приближения к живой природе. Показано, что основным признаком следующего этапа эволюции растениеводства станет появление, становление и, далее, широкое распространение смешанных (комбинированных) посевов, которые составят основу следующей системы земледелия – Mix-Cropp. Дальнейшим этапом станет Rot-Mix – земледелие в системе севооборотов между смешанными (комбинированными) посевами. Агротехнические предпосылки к этому уже есть. Сдерживающим фактором является решение соответствующих инженерно-технологических задач, которые следует разделить на два уровня. Первый реализуется сейчас – это поддержание развития в рамках устоявшихся представлений. Второго уровня – прорывный, в его рамках следует определить ключевые направления, сконцентрировавшись на которых можно достичь лидерства. Развитие систем земледелия необходимо рассматривать с учетом гармоничного сосуществования мелких (до 200 га – фермерский уровень), средних (0,2–1 тыс. га) и крупных (1–5 тыс. га) хозяйств.

Современная экономика – сложный комплекс, функционирующий как целостная система, в которой сложно выделить главное (производство, отрасль и др.). Но есть мнение, что для Украины именно агропромышленный комплекс может и должен стать приоритетным. По объемам продукции он уступает лишь металлургическому и топливно-энергетическому комплексам, а по числу занятых работников и социальной значимости занимает первое место [1].

Тем не менее, сегодня нет ясности в понимании основ будущего аграрного производства. Нет единой точки зрения, каким будет наше земледелие – частным или общественным, с преобладанием мелких или крупных хозяйств, останется ли у нас севооборот ... Проблема усугубляется тем, что о текущих «успехах» аграрного производства, исходя из содержимого полок магазинов и рынков, знает каждый и каждый считает, что может помочь в этом вопросе. АПК функционирует и развивается «на виду у всех», и это сильно усложняет работу профессионалов.

Создает проблемы и наша ментальность. Мы предпочитаем не верить самому себе. Мы думаем, что у «них» все лучше. У нашего человека даже не стоит спрашивать «у кого?». Главное, что у «них».

*It is believed that for Ukraine the agroindustrial complex should become a priority. The problem is created by the uncertainty of the future, the solution is copying the experience of others. The philosophical and probabilistic model shows that this approach guarantees delay. To gain competitiveness in the development of agriculture, we need to be able to predict the future stages of agriculture evolution and implement them before our competitors. Theory of Inventive Problem Solving and laws of dialectics are used to prove this assumption. The article analyzes the four most important characteristics of farming systems in terms of their temporal development. First characteristic is intensity of mechanical treatment of the soil. Second characteristic is intensity of the use of chemical plant protection methods. Third characteristic is the demand of manpower and employment of the rural population. Fourth characteristic is the degree of development and width of the use of crop rotation. The proximity to nature is used to evaluate objectively conditioned stages of evolution. The emergence, formation and further widespread of mixed (combined) crops will be the main feature of the next stage in the evolution of agriculture. They will form the basis of the next farming system Mix-Cropp. The further stage will be Rot-Mix, that is agriculture based on the crop rotation system between mixed (combined) crops. Agro-technical prerequisites are already existing. The solution of corresponding engineering and technological tasks is a constrain. These tasks should be separated into two levels. The first level is implemented now. It is the maintenance of development within the framework of recent standards. The second level is a breakthrough. Within it we should determine the key directions. Leadership can be achieved by concentrating in the keynote directions. The development of farming systems should be considered taking into account the harmonious coexistence of agriculture in small areas (up to 200 Ha – farm level), average areas (0.2–1 thousand Ha) and large areas (1.5 thousand Ha).*

Все это приводит к тому, что в основе любых наших реформ вообще, и в сельском хозяйстве в частности, лежит только один метод – копирование чужого опыта (копи-метод). Именно он имеет у нас почти полную электоральную поддержку.

Наверное, большинство специалистов согласятся с тем, что и страна наша и наше сельское хозяйство находятся в переходном (не устоявшемся) состоянии. Понимание данного факта очень важно, поскольку означает, что оно характеризуется переходными, а не устоявшимися, законами. В терминах математики, физики или механики такое состояние формализуют в рамках понятия нестационарной задачи, решение которой порой на порядки сложнее стационарной, описывающей устоявшееся состояние системы.

Поскольку АПК по своей сути интегративен и объединяет в себе работу самых разных специалистов, то для пояснения проблемы приведем ряд примеров, не прибегая к узкоспециальной терминологии.

Представьте себе, что у нас нет ничего, а мы хотим производить культиваторные лапы. Для этого необходимо обеспечить финансирование, закупить оборудование и построить производство, нанять и научить людей (первая

фаза – переходная) и дальше – производить и продавать (вторая фаза устоявшегося состояния бизнеса). Подавляющее большинство не смогут пройти первую фазу по указанной ранее причине – она на порядок или два сложнее второй.

В реальном сельском хозяйстве все намного сложнее, особенно когда речь идет о смене систем земледелия в целом. Рассмотрим соответствующий пример о переходе от вспашки к безотвальной обработке.

В свое время (начиная с 1973 г.) в Полтавской области был создан такой прецедент, и переходный период проявился в полной мере [2]. Сейчас не будем повторять уже опубликованный материал [3, 4], напомним только одну сторону этого переходного процесса – проблему засоренности посевов.

В случае регулярного применения отвального плуга, распределение семян сорняков в пределах пахотного слоя практически равномерное (рисунок 1 А). Их количество в активном слое (0–5 см) не превышает 10 %, а максимум приходится на средину пахотного горизонта [5].

В случае разового применения отвального плуга (рисунок 1 Б), в первый год почти все они попадают вглубь пахотного горизонта, и только по прошествии нескольких лет перемещаются выше, каждый год перемешиваясь между собою.

При безотвальной системе земледелия (БСЗ) ситуация с распределением семян сорняков в пахотном горизонте принципиально иная (рисунок 1 В) [5]. Абсолютное большинство из них (около 70 %) сосредотачивается в верхнем активном слое почвы на глубине 0–5 см. Причем с годами ситуация практически не меняется. Из нижних слоев семена наверх уже не попадают.

Принципиально разный характер распределения семян сорняков в пахотном слое почвы приведет к следующему. Отвальная система земледелия (ОСЗ) допускает достаточно большую свободу в реализации мероприятий по борьбе с сорняками. Если, например, после уборки зерновых провести лущение стерни, а затем, спустя 1–2 недели, возможно, даже после дождя, по какой-либо причине не выполнить повторное рыхление по взошедшим и активно вегетирующим сорнякам, то, по меньшей мере, «катастрофы» не произойдет. Почти все семена, которые они дадут, последующей отвальной вспашкой будут заделаны в почву на значительную глубину, а потом перемешаны по пахотному горизонту. БСЗ такой технологической ошибки «не простит». В этом случае в верхнем слое почвы сосредоточены почти все запасы семян сорных растений, большинство из которых, несомненно, дадут новый урожай. Уже на следующий год на таком поле будет наблюдаться серьезное увеличение засоренности посевов, причем такое, что в течение одного сезона вернуть поля в прежнее состояние не удастся, даже путем применения гербицидов.

Таким образом, при БСЗ необходимо весьма жесткое соблюдение технологии выращивания сельскохозяйственных культур, а, значит, наличие определенного запаса ресурсов, который бы мог гарантировать успех. Разумеется, в переходный период, когда в почве имеется еще много семян сорняков, требования к технологической дисциплине во много раз выше, а это, опять-таки, увеличение потребности в ресурсах.

Возвращаясь к истории перехода Полтавской области на БСЗ, заметим, что серьезные проблемы с засоренностью посевов начали проявляться уже на следующий год. Не понимая сути этой проблемы, ученые стали рекомендовать к применению отвальную обработку 1–2 раза в течение ротации десятипольного севооборота [5]. Администрация области, чтобы удержать валовые сборы продукции в прежних рамках, решила отказаться от чистых паров в пользу занятых [2]. С позиций сегодняшнего дня и то, и другое было грубейшей ошибкой, что, собственно, и сорвало переход к БСЗ.

Дело в том, что именно чистые пары, притом безотвальные, могли помочь очистить поля от сорняков и повысить урожайность возделываемых культур. Ведь систематическая безотвальная обработка приводит к концентрации семян сорных растений в активном слое почвы, в котором они в паровом поле активно прорастают и легко уничтожаются серией сплошных обработок. И тут весьма важно, чтобы безотвальному чистому пару не предшествовала ни одна отвальная обработка. Иначе, с точки зрения борьбы с сорной растительностью, эффективность пара уменьшится во столько раз, во сколько вспашка снизит концентрацию семян в активном слое почвы 0–5 см.

Приведенная история показывает, что переход, например, от вспашки к безотвальному земледелию может затянуться на десяток лет. И для того, чтобы его пройти, следует иметь: во-первых, специфические знания; во-вторых, повышенные ресурсы; в-третьих, терпение и веру в правильность принимаемых решений. В Полтавской области в полной мере это удалось достичь только в хозяйстве «Агрэкология» (Шишацкий район, с. Михайлики). Всякий, кто не понял или не согласился с приведенными доводами и, все же, скопирует их технологии, а затем в точности реализует у себя, гарантированно не получит ничего хорошего.

Если теперь возвратиться в день сегодняшний, то станет ясно, что мы находимся в первой фазе, а те, у кого мы учимся – во второй. Из этого следует, что нам нечего копировать, а следует изучать переходные процессы и концентрироваться на истории развития их технико-технологических систем, а не переносить давно устоявшиеся технологии в свои условия. На самом деле такой перенос остановит любой прогресс. Так у нас и происходит, ведь именно копи-метод применяется при реформирова-

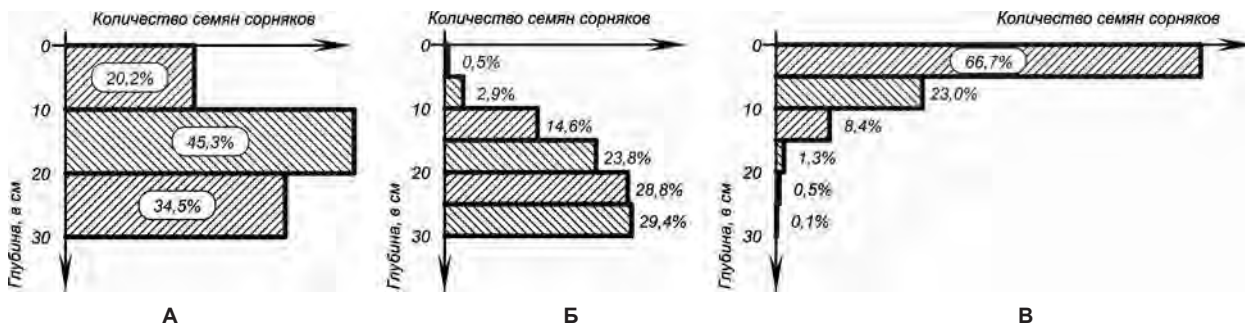


Рисунок 1 – Распределение семян сорняков (%) в пределах пахотного горизонта общей высотой 30 см [5]:

А – в случае регулярного применения отвальной вспашки;

Б и В – семена сорняков урожая текущего года, причем «Б» – в случае разового применения отвального плуга ПЛН-4-35, «В» – безотвального орудия КПП-250.



нии почти всех сфер жизни и экономики нашей страны. А, значит, тот, кто захочет привести экономику вообще, и сельское хозяйство в частности, в надлежащее состояние должен действовать вопреки мнению большинства. Вот в этом и проблема. В конкурентном обществе никто не заинтересован в успехах противоположной стороны. Наши зарубежные консультанты все знают о переходных процессах и, всячески стимулируя копи-метод у нас, гарантируют себе, что мы никогда не выйдем из переходного состояния и не станем конкурентами для них. Копи-метод – гарантия нашего отставания.

В таком случае возникает вопрос, а куда же нам следует двигаться?

Обратимся к рисунку 2. На нем изображена замкнутая область, которая обозначает многомерное подпространство совокупности условий, в которых функционирует сельское хозяйство. Под словами «совокупность условий» мы договоримся понимать и природно-климатические, и правовые, и технические, и технологические, и все другие условия, которые хоть как-то влияют на АПК страны. Упомянутое подпространство выделяет из полной «совокупности условий» ту их часть, на которые человек в состоянии воздействовать хотя бы в минимальной степени. Слово «мы» символизирует Украину, в которой живет автор. Слово «они» – это любая конкретная страна зарубежья. Так мы моделируем ситуацию изменения приоритетов. Один из нас «учится» во Франции (возможно по той простой причине, что там живут его родственники), другой – в Германии и так далее.

«Истинно верный путь», по мнению тех, кто верит в копи-метод, изображенный на рисунке 2А соответствующей стрелкой, в действительности мнимо верный. Проблема в том, что все меняется. Мы двигаемся, и они со своего «верного места» уходят. Вопрос – куда!? Здесь есть варианты (рисунок 2Б).

Первый вариант – это они двигаются в том же направлении, что и мы, а значит, копи-метод реализуется на все сто процентов. Выбор исключительно верен, и нам стоит лишь ускорить движение, насколько это возможно.

Второй вариант реализуется, когда они двигаются навстречу нам. Формально это возможно. В таком случае, действуя в соответствии с копи-методом, мы, опять же, и к тому же еще быстрее, достигнем цели.

Вероятность первого и второго сценариев развития крайне низкая и, если сектор направлений с углом в один градус отождествить с одним и тем же направлением, то она равна  $2/360$ . Математики могут уточнить, утверждая, что достоверность каждого из двух упомянутых вариантов развития в реальности стремится к нулю. Отсюда вы-

вод – расхожий теперь метод «учиться» по системе полного копирования опыта других стран с достоверностью  $(360-2)/360 > 0,99$  для нас не приемлем.

Третий вариант далеко не однозначен. Это любой случай, когда их путь развития не лежит на прямой «мы – они», то есть они реализуют уникальный эволюционный путь, который не совпадает с первыми двумя. Как же действовать в таком случае? Ответить на этот вопрос формально – легко. Мы должны предусмотреть (спрогнозировать), куда идут они, и «срезать угол» (рисунок 2В), что в реальности означает сэкономить время и ресурсы. Отсюда еще один важный вывод – действительно верный путь развития аграрного сектора страны должен быть уникальным.

Теперь пришло время прогнозировать. В качестве инструментария используем теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ) [6] и основные законы диалектики [7]. Главные положения упомянутых теорий пояснять не будем. Скажем только, что постулаты ТРИЗ мы принимаем не в чистом виде, а преломив через призму своего понимания и с учетом законов диалектики. Доказывать состоятельность наших трактовок также не будем, но основной закон «развертывания-свертывания» (РВ-СВ) все же поясним (см. строка под названием «В теории», рисунок 3).

В нашем понимании эволюционный процесс технологических систем происходит волнообразно. Начальный этап развертывания (РВ) после создания технологической системы означает усиление роли некоторого фактора. Следующий за ним этап свертывания (СВ), наоборот, – постепенное уменьшение роли этого же фактора. Весь этап эволюции сопровождается волнами циклов (РВ-СВ), их амплитуда со временем падает, а сам эволюционный процесс может не завершиться, а растянуться в бесконечность.

Далее исходим из того, что эволюция земледелия закономерный объективный процесс, мало подвластный человеку, который, безусловно, будучи основной движущей силой, не может его ни отменить, ни кардинально изменить. Человек, в определенном смысле – раб этого процесса, которому подвластно только изменение скорости его течения. Все что должно случиться, безусловно, наступит. Вопрос только когда, и пришло ли время в этом поучаствовать. Если инициировать нечто слишком рано, то это нечто обречено на неудачу. Значит, «срезая угол», главное – не переусердствовать. В противном случае, неудача, скорее всего, выразится в том, что в предлагаемую идею поверит слишком мало людей и ее просто не удастся реализовать в должном качестве. В результате произойдет дискредитация идеи, но, тем не менее, все

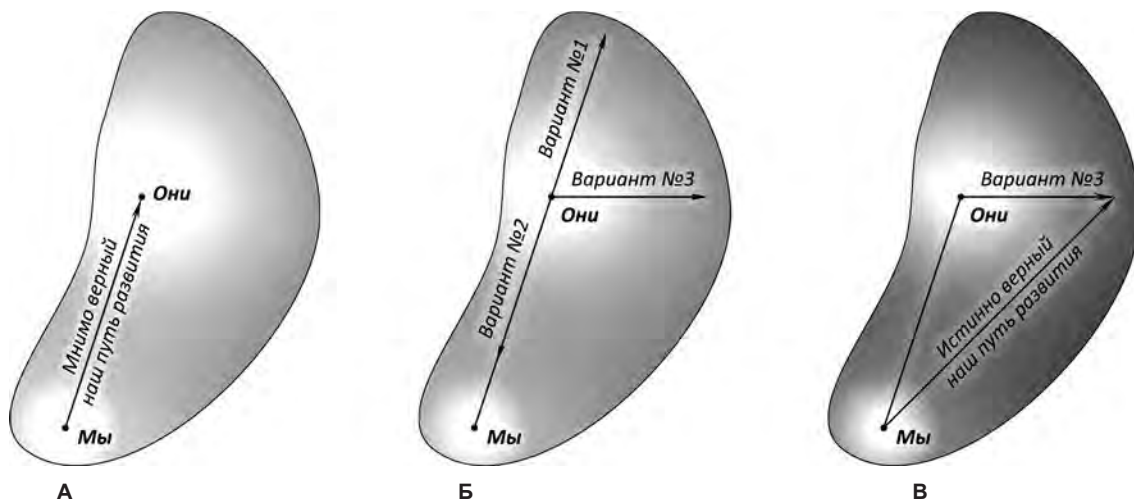


Рисунок 2 – Варианты развития событий в аграрном секторе экономики Украины и других стран мира (философско-вероятностная модель)

происходившее скажется на последующем течении связанных с ней процессов.

Саморазвитие земледелия происходит волнообразно (то дальше, то ближе к идеальности), в соответствии с законом РВ-СВ, но, тем не менее, с перманентным усредненным дрейфом в направлении роста идеальности (ключевое понятие ТРИЗ). То есть каждый следующий отход от идеальности менее существенный, чем предыдущий.

ТРИЗ предполагает, что человек сам формулирует идеальность и сам оптимизирует свои действия в направлении скорейшего ее достижения. Автор с этим не совсем согласен. Проблема состоит в том, что если идеальность не будет объективно обусловленной, то стремление к ней обречено на неудачу.

По твердому убеждению автора, подобно медицинскому постулату «не навреди», первейшей задачей земледельца должно стать сохранение для будущих поколений окружающей среды и почвы. Повышение валовых сборов урожая должно быть вторичным, а прибыль, так и вовсе – на третьем месте.

Таким образом, применительно к эволюции земледелия, под идеальностью следует понимать степень приближения к живой природе. Человек слишком далеко отошел от своей прародительницы и, в соответствии с законом РВ-СВ, должен к ней вернуться.

Для того чтобы предсказать будущие этапы эволюционного процесса земледелия вообще, обратим внимание на четыре наиболее важные характеристики (системообразующие факторы) систем земледелия в контексте их временного развития (рисунок 3): первая – интенсивность механического воздействия на почву; вторая – интенсивность использования химического метода защиты растений; третья – потребность в рабочей силе и занятости сельского населения; четвертая – степень развития и широта применения севооборотов.

Начнем с первого. За много лет по интенсивности механического воздействия на почву системы земледелия прошли полный цикл РВ-СВ от посева зерновых в лунки под «палку-копалку» до современных технологий No-Till [8–11]. Доказательством начала нового цикла служит появление технологии полосового земледелия Strip-Till [12] и проявление к ней значительного интереса со стороны ученых и практиков. Ее называют многообещающей и считают, что эта технология соединяет в себе преимущества No-Till и традиционной обработки почвы [13, 14].

С позиций интенсивности использования химического метода борьбы с сорняками современное земледелие, скорее всего, находится в финальной стадии РВ и далее должно последовать ослабление.

В противофазе с интенсивностью химизации находится потребность растениеводства в рабочей силе. Если интенсивность химизации – на пике, то занятость сельского населения – на минимуме. То есть по признаку потребности в трудовых ресурсах эволюция систем земледелия прошла период СВ и сейчас находится в самой социально острой (в первую очередь для постсоветских стран) фазе. Далее последует начало нового периода РВ, предполагающего рост потребности в трудовых ресурсах и, соответственно, уменьшение социальных проблем на селе.

Весьма важно также завершение цикла развития (периода РВ-СВ) систем земледелия с позиций обоснованности, разнообразия и широты применения севооборотов. Пик этого периода приходится на советское земледелие. Современные аграрии оптимизируют свои действия на максимум прибыли уже сейчас, о далеком будущем они задумываются мало. Государство такую тенденцию пытается корректировать [15], но объективный процесс эволюции земледелия можно изменить только по скорости течения (либо замедлить, либо уско-

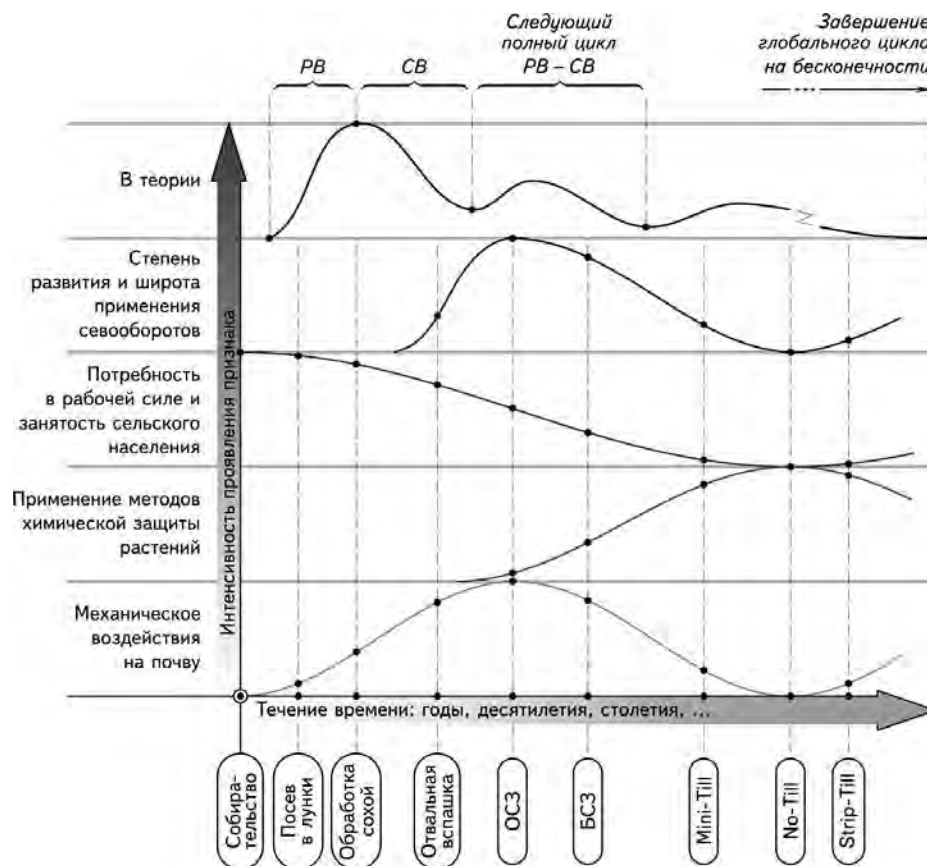


Рисунок 3 – Графики «развертывания-свертывания» для четырех показателей, характеризующих этапы развития систем земледелия

ритель), интенсивности проявления и широте применения, но нельзя отменить этапы вообще, перепрыгнуть через нежелательные.

По твердому убеждению автора, основным признаком следующего этапа эволюции растениеводства станет появление, становление и далее широкое распространение смешанных (комбинированных) посевов, которые составят основу следующей системы земледелия – Mix-Cropp. Дальнейшим этапом станет Rot-Mix – земледелие в системе севооборотов между смешанными (комбинированными) посевами.

Комбинирование посевов может выполняться как территориально, когда на одном и том же поле в пределах дальности развития корневых систем одновременно произрастают несколько видов полезных растений (чередуются, в рядах, между рядами или полосами [16, 17]), так и во времени, когда в течение сезона культуры несколько раз сменяют одна другую [18].

О предпосылках для такого развития земледелия ранее уже было сказано в процессе анализа рисунка 3. Можно обратиться и к прошлому опыту. Наши предки в своих крестьянских усадьбах считали нормой выращивание свеклы (тогда в основном кормовой) в междурядьях картофеля. Фасоль сеяли в одну лунку с кукурузой и так далее. Сейчас в агрономической науке есть серьезный задел в отношении совместного выращивания многих культур [19–22].

В накоплении такого опыта весьма важную роль играют исследования по использованию промежуточных посевов, занимающих поле в свободный от основной культуры период, или послеуборочные посевы сидеральных культур [18, 23, 24]. На повестке дня – решение соответствующих инженерно-технологических задач.

В этом направлении задел существенно меньше [25], но часть задач все же решена. Так, многие марки сеялок универсальны и могут сеять различные культуры. Незначительные их переделки позволят уже сейчас высевать несколько культур одновременно. Уже упоминавшуюся технологию Strip-Till в рассматриваемом контексте следует понимать как шаг, предваряющий дифференциацию обработки почвы под смешанные посевы.

Локальное внесение удобрений и гербицидов [26] логично вписывается в контекст обозначенных тенденций как с позиций полосовой обработки почвы, так и с позиций грядущего спада интереса к сплошным химическим обработкам посевов.

Теперь, опираясь на приведенный анализ механизмов порождения проблем в аграрном секторе экономики нашей страны, а также собственный прогноз эволюции земледелия, сформулируем основные положения стратегии технико-технологического переоснащения АПК и его научного сопровождения.

Усилия по технико-технологическому переоснащению АПК следует разделить на два уровня. Первый реализуется сейчас – это поддержание развития в рамках устойчивых представлений. Второй уровень – прорывной, в его рамках следует определить ключевые стратегические направления, сконцентрировавшись на которых можно и нужно достичь лидерства.

Первый уровень весьма важен, он обеспечивает «сегодня» и ближайшее «завтра», по нему у автора есть собственное мнение, но это тема отдельной статьи. В представленной работе мы сконцентрировались на тактике достижения стратегических (прорывных) целей. Она заключается в следующем.

Анализ текущего уровня развития техники и технологий следует проводить с позиций прогнозирования того, какими будут техника и технологии в будущем.

Следующей за Strip-Till станет система земледелия Mix-Cropp, основанная на широком использовании сме-

шанных посевов, а в более отдаленной перспективе – система земледелия Rot-Mix, которая базируется на использовании севооборотов между смешанными посевами.

Задачу по изучению биологических, агрономических и технологических аспектов возделывания смешанных посевов следует ставить на основе системности, как обоснование для реализации будущей системы земледелия Mix-Cropp и далее Rot-Mix. То есть такие исследования не должны быть отвлеченными и ограниченными рамками одной научной области. Мало установить, что, например, фасоль хорошо уживается с кукурузой. Важно увязать этот факт с технико-технологическими проблемами, то есть ответить на вопрос: насколько это реально с хозяйственной точки зрения.

В реализации системности также есть этапы. Сначала следует определить группы продуктивно сосуществующих растений. Затем выбрать те пары и группы, которые потенциально пригодны для механизированного возделывания. Далее необходимо проанализировать имеющийся задел в инженерном направлении и определиться какая техника и технологии могут стать фундаментом для реализации такого замысла.

Очевидно, что технико-технологическая реализация системы земледелия Mix-Cropp и, тем более, Rot-Mix на первых порах будет отставать от желаемого уровня, задаваемого результатами агротехнических исследований. А значит, начинать следует с решения более простых проблем. По мнению автора, это смешанные посевы кормовых культур, уборку урожая которых можно выполнять совместно без разделения по видам.

Будущее систем земледелия необходимо рассматривать с учетом гармоничного сосуществования мелких (до 200 га – фермерский уровень), средних (0,2–1 тыс. га) и крупных (1–5 тыс. га) хозяйств [27].

Для мелких хозяйств должны быть разработаны специальные техника и технологии, изначально ориентированные на реализацию требований Mix-Cropp и Rot-Mix. При этом, в первую очередь, стоит обратить внимание на смешанные посевы овощных культур как между собой, так и с другими культурами. Расхожая идея «малому полю – маленький трактор» здесь неуместна. Необходимо концептуально иная техника и технологии. Фермерский уровень весьма привлекателен для начала освоения систем земледелия Mix-Cropp и Rot-Mix, так как он позволяет рассчитывать на компенсацию возможных недочетов перспективных технологий благодаря более широкому использованию ручного труда.

Несмотря на то, что в представленной работе мы анализировали эволюцию систем земледелия вообще, прорывные направления исследований могут касаться отдельных видов техники, например, энергетических средств. Какой бы ни была полевая машина, ее всеравно необходимо приводить в движение. Нюанс состоит в том, что перспективные энергосредства должны быть достаточно гибкими и изначально приспособленными для реализации Mix-Cropp и Rot-Mix. Традиционные представления о тракторе, как основной тяговой машине, особенно в фермерском секторе, должно уйти в историю. Энергосредство должно стать неотъемлемой частью технологии, то есть внедриться в нее. Для прогнозирования эволюции таких энергосредств уместен изложенный ранее подход.

Таким образом, следующей за Strip-Till станет система земледелия Mix-Cropp, основанная на широком использовании смешанных посевов, а в более отдаленной перспективе – система земледелия Rot-Mix, которая базируется на севооборотах смешанных посевов. Технико-технологический задел для «встречи» грядущих систем земледелия весьма незначителен, но ситуация «созрела» для того, чтобы инициировать научно-конструкторские работы в обозначенном направлении.



**Литература**

1. Регіональна економіка: підручник / за ред. Є.П. Качана. Тернопіль: ТНЕУ, 2008. – 800 с.
2. Моргун, Ф.Т. Почвозащитное бесплужное земледелие / Ф.Т. Моргун, Н.К. Шижула. – М.: Колос, 1984. – 279 с.
3. Мельник, В.І. Проблеми та перспективи впровадження безвідвальної системи землеробства / В.І. Мельник // Пропозиція. – 2005. – № 10. – С. 46–50.
4. Мельник, В.І. Безвідвальна система землеробства – проблеми та перспективи впровадження / В.І. Мельник // ЕксклюзивАГРО. – 2007. – № 1. – С. 14–17.
5. Подопрігора, В.С. Борьба с сорняками при интенсивном земледелии / В.С. Подопрігора, А.Л. Ткаченко, А.В. Фисюнов. – К.: Урожай, 1985. – 152 с.
6. Альтшуллер, Г.С. Творчество как точная наука. 2-е изд., дополн./ Г.С. Альтшуллер. – Петрозаводск: Скандинавия, 2004. – 208 с.
7. Гегель, Г.В.Ф. Наука логики / Г.В.Ф. Гегель. – СПб.: Наука, 1997. – 800 с.
8. Шпаковский, Н. Эволюция технологий обработки почвы: историческая модель/ Н. Шпаковский // ТРИЗ-профи: Эффективные решения. – 2007. – № 2. – С. 62–65.
9. Власенко, А.Н. Проблемы и перспективы разработки и освоения технологии No-Till на черноземах лесостепи Западной Сибири/ А.Н. Власенко, Н.Г. Власенко, Н.А. Коротких // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №9. – С. 16–19.
10. Коваленко, М.В. Влияние способов основной обработки почвы на её ферментативную активность / М.В. Коваленко, Г.К. Марковская // Вестник Казанского ГАУ. – 2013. – 1 (27). – С. 106–111.
11. Кулинцев, В.В. Эффективность использования пашни и урожайность полевых культур при возделывании по технологии прямого посева / В.В. Кулинцев, В.К. Дригидер // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 4. – С. 16–18.
12. Braun, M. Strip Till z ziewem i nawożeniem / M. Braun // Agromechanika: Technika w Gospodarstwie. – 2011. – Nr. 1. – P. 22–23.
13. Celik, A. Strip tillage width effects on sunflower seed emergence and yield / A. Celik, S. Altikat, T.R. Way // Soil and Tillage Research. – 2013. – Vol. 131. – P. 20–27.
14. Гулов, В.А. Технология полосного земледелия Strip-Till / В.А. Гулов // Ваш сельский консультант. – 2011. – № 3. – С. 36–38.
15. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.02.2010 № 164 Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах // Офіційний вісник України. – 2010. – № 13. – С. 613.
16. Гребенников, А.М. Оценка взаимовлияния культур в смешанных посевах / А.М. Гребенников // Агрехимия. – 2003. – № 1. – С. 68–73.
17. Кашеваров, Н.И. Продуктивность совместных посевов кукурузы с соей / Н.И. Кашеваров // Кукуруза и сорго. – 2001. – № 2. – С. 9–11.
18. Шувар, І. Як часто ми забуваємо, що родючість ґрунту відновлюється вкрай повільно, а виснажується – досить швидко / І. Шувар // Зерно і хліб. – 2013. – № 4. – С. 27–29.
19. Impact of climate change on wheat productivity in mixed cropping system of Punjab / M. Ashfaq [et al.] // Soil and Environment. – 2011. – Vol. 30(2). – P. 110–114.
20. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review / E. Malezieux [et al.] // Agronomy for Sustainable Development. – 2009. – Vol. 29. – Is. 1. – P. 43–62.
21. Molla, A. Competition and Resource Utilization in Mixed Cropping of Barley and Durum Wheat under Different Moisture Stress Levels / A. Molla, R.K. Sharaiha // World Journal of Agricultural Sciences. – 2010. – Vol. 6(6). – P. 713–719.
22. Безодова, І.Л. Влияние минеральных удобрений на продуктивность гороха полевого усатого морфотипа в чистых и смешанных посевах / И.Л. Безодова, Н.Ю. Коновалова, Е.Н. Прядильщикова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №6. – С. 21–22.
23. Nitisha, S. Biomass productivity of Green Manure crop Sesbania cannabina Poir (Dhaincha) in different Planting Density Stress / S. Nitisha, K. Girjesh // International Research Journal of Biological Sciences. – 2013. – № 2(9). – С. 48–53.
24. Green manure as a nutrient source for succeeding crops / L. Talgre [et al.] // Plant, Soil and Environment. – 2012. – № 6(58). – С. 275–281.
25. Ratushna, N. Methodical approaches to creation of new agricultural machinery according to requirements of market of high technology production [Text] / N. Ratushna, I. Mahmudov, A. Kokhno // Motrol: Motorization and power industry in agriculture. – 2007. – Vol. 9A. – P. 119–123.
26. Мельник, В.І. Распределение жидкостей под слоем почвы: монографія / В.І. Мельник // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 441 с.
27. Мельник, В.І. Размер угодий хозяйства – основной фактор минимизации его потребности в тракторах и другой технике / В.І. Мельник // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 1. – С. 49–54.

УДК 633.14.324.634.5.(476).

**ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ  
ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ  
В СВЯЗИ С СЕЛЕКЦИЕЙ НА ЦЕЛЕВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

**Э.П. Урбан, доктор с.-х. наук  
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию**

(Дата поступления статьи в редакцию 11.08.2015 г.)

*Хлебопекарные свойства зерна отечественных сортов озимой ржи достаточно изменчивы и в значительной степени зависят от погодных условий в период его налива и созревания. Главная причина низкого качества муки из проросшего зерна – повышенная активность фермента α-амилазы, который переводит крахмал в водорастворимые вещества.*

*Исследованиями установлена широкая внутрисортная и межсортная изменчивость амилолитической активности сортообразцов озимой ржи, что дает возможность улучшения хлебопекарных качеств зерна ржи не только методами межсортной гибридизации, но и путем внутрисортных отборов.*

**Введение**

В современном мировом производстве зерна озимая рожь играет значительно меньшую роль, чем другие зерновые культуры. Однако в земледелии ряда стран северной и центральной Европы рожь имеет важное значение. Основное производство ее сосредоточено в России, Польше, Германии, Беларуси и Украине. В этих странах

*The baking properties of winter rye domestic varieties grain are rather unsteady and are largely dependent on the weather conditions during its filling and ripening. The main reason for the poor quality of flour from sprouted grain – the increased α-amylase ferment, which converts starch into water-soluble substances.*

*A wide inter and intravarietal variability of amylolytic activity of winter rye variety samples is determined by the researches which makes it possible to improve rye baking properties not only by intervarietal hybridization techniques but also by intravarietal selections.*

производится около 80 % всего мирового сбора зерна этой культуры.

По хлебопекарным качествам рожь уступает пшенице, однако спрос на продовольственное зерно ржи и ржаной хлеб достаточно высок как в Беларуси, так и за рубежом. Это связано с физиологической ценностью белка в зерне озимой ржи. По содержанию ряда незаменимых аминокислот

кислот, по количеству витаминов В<sub>2</sub>, Е зерно ржи значительно превосходит пшеницу.

В связи с новой мировой тенденцией в области здорового питания населения возрастает роль потребления хлеба из чистой ржаной муки или ее смеси с пшеничной (с большей долей ржаной муки). На Международном симпозиуме по ржи EUCARPIA в Германии (1996 г.), 3-ей Международной научно-практической конференции «Целебная сила ржи. Многофункциональное использование культуры», организованной Российской Гильдией пекарей и кондитеров (Москва, 2015 г.) указывалось о необходимости увеличения потребления ржаного хлеба, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с использованием ржаного сырья, учитывая его лечебные и профилактические свойства, питательную ценность и низкую калорийность, а также положительную роль волокон.

Благодаря заметному преимуществу зерна ржи перед пшеницей по количеству незаменимых аминокислот (лизин, валин, треонин и аргинин) ржаной хлеб является весьма желательным, а в некоторых случаях даже необходимым компонентом в рационе детского и диетического питания. Удельный вес его велик в лечебном питании при болезнях печени и желчного пузыря, при атеросклерозе, гипертонической болезни, ожирении, сахарном диабете и туберкулезе. Ржаные продукты незаменимы в питании детей, беременных и кормящих женщин.

В Республике Беларусь внутренняя потребность в продовольственном зерне ржи ежегодно составляет около 120 тыс. тонн. Однако хлебопекарная промышленность страны не всегда обеспечивается высококачественным зерном ржи.

На фоне энергетических и экономических проблем роль озимой ржи возрастает благодаря её высокой зимостойкости, адаптивности и способности произрастать на низкоплодородных песчаных и супесчаных почвах, площадь которых в Беларуси достигает 2,0 млн. гектаров.

### Методика проведения исследований

В качестве объекта исследований использовали сорта озимой ржи отечественной селекции, включённые в Государственный реестр: *тетраплоидные* Пралеска, Пламя, Зазерская-3, Белая Вежа, Полновесная; *диплоидные* Офелия, Лота, Павлинка, Голубка.

Для оценки хлебопекарных свойств зерна ржи применяется показатель «число падения», который определяется по методу Хагберга-Пертена (ГОСТ 27676-88). Этот показатель характеризует вязкость мучного клейстера. С повышением активности ферментов и уменьшением количества пентозанов в зерне вязкость клейстера и, соответственно, число падения уменьшается. Согласно ГОСТу 16990-88 зерно ржи по качеству подразделяется на 4 класса.

Зерно ржи пригодно для хлебопечения при величине числа падения не менее 80 секунд. Рожь 1–3-го классов (группа А) предназначена для переработки в муку. Рожь 4-го класса (группа Б) – для кормовых целей и для переработки в комбикорма. Хорошее по технологическим качествам зерно должно иметь максимальную вязкость клейстеризованной водно-мучной суспензии на амилографе Брабендера 250–450 ед. а., а число падения (ЧП) по Хагбергу-Пертену – не менее 180–200 секунд. Величина ЧП ниже 100 секунд свидетельствует о повышенной амилолитической активности зерна (в основном вследствие прорастания) и его неудовлетворительных хлебопекарных свойствах.

### Результаты исследований и их обсуждение

Учитывая основное назначение озимой ржи как продовольственное, одной из важных задач селекции является создание сортов с хорошими биохимическими и хлебопе-

карными качествами. Селекционный и исходный материал на всех этапах селекционного процесса оценивается по косвенным показателям качества: активности альфа – амилазы (число падения), высоте амилограммы, содержанию белка, массе 1000 зерен, натуре зерна. На завершающем этапе селекции в конкурсном сортоиспытании дополнительно проводится пробная выпечка хлеба.

Рожь – культура с очень коротким периодом послеуборочного дозревания, поэтому уже в период созревания зерно при повышенной влажности воздуха способно прорастать на корню. Повышенная активность протеолитических, а также амилолитических ферментов приводит к расщеплению крахмала зерна, вымыванию и использованию растущим зародышем сахаров, расщеплению белка. Эти процессы резко снижают потребительские качества зерна, ограничивают, либо делают его полностью непригодным для использования в хлебопекарной промышленности. Хлеб из такого зерна получается грубым, с неравномерной пористостью, повышенной влажностью и расплываемостью при подовой выпечке.

В процессе наших исследований установлено, что формирование массы 1000 зёрен, изменение числа падения в период налива, созревания и перестоя зерна ржи на корню имеет параболический характер. Наибольшее значения масса 1000 зёрен, а также число падения достигают в конце восковой спелости зерна ржи (таблица 1).

Корреляционным анализом экспериментальных данных установлено, что хлебопекарные качества зерна ржи в значительной мере определяются гидротермическими условиями в период формирования, налива и созревания зерна. Коэффициент корреляции между числом падения и количеством осадков за июль месяц в зависимости от сорта составил от –0,44 до –0,74.

С увеличением осадков за указанный период число падения снижается. Влияние гидротермических условий на хлебопекарные качества зерна ржи обусловлено изменениями в нем активности амилолитических ферментов: во влажные годы их активность повышается. Это можно объяснить четырьмя причинами:

- 1) при повышении влажности и понижении температуры процесс созревания замедляется, к уборке зерновка остается не до конца созревшей, фермент  $\alpha$ -амилаза имеет высокую активность;
- 2) повышенная влажность зерновки после созревания вызывает поступление гиббереллиновых кислот из зародыша через щиток в центральную часть и стимулирует появление фермента амилазы, который расщепляет крахмал до моносахаров для питания трогающегося в рост зародыша;
- 3) во влажных условиях более интенсивно развиваются на поверхности зерновки микроорганизмы, под воздействием которых разлагаются белки и углеводы, в том числе крахмал и пентозаны;
- 4) влажная погода способствует полеганию растений, что ухудшает условия налива и созревания зерновки.

В Республике Беларусь более половины посевных площадей заняты тетраплоидными сортами ржи. Неблагоприятные погодные условия в период созревания и уборки вызывали более высокое прорастание на корню изучаемых тетраплоидных сортов по сравнению с диплоидными, а сухая жаркая погода, недостаток влаги в почве способствовали значительному снижению массы 1000 зерен.

Оценка хлебопекарных качеств зерна по амилолитической активности в селекционной практике основана на определении вязкости водно-мучной суспензии в процессе клейстеризации.

В наших исследованиях высокая корреляционная зависимость ( $r = 0,64–0,78$ ) между числом падения и по-

Таблица 1 – Характеристика сортов озимой ржи по показателям качества в процессе налива зерна (2008–2013 гг.)

Название сорта	Молочная спелость		Восковая спелость	
	масса 1000 зерен, г	ЧП, секунд	масса 1000 зерен, г	ЧП, секунд
<i>Тетраплоидные сорта</i>				
Пралеска	33,2	53,6	43,6	185
Пламя	32,8	51,1	44,5	205
Зазерская-3	33,4	51,3	45,1	195
Белая Вежа	32,7	50,9	44,6	220
Полновесная	33,3	51,2	45,7	200
<b>Среднее</b>	<b>33,1</b>	<b>51,6</b>	<b>44,7</b>	<b>201</b>
<i>Диплоидные сорта</i>				
Офелия	28,2	68,4	38,3	225
Лота	26,4	75,3	37,7	220
Павлинка	27,7	69,3	36,8	245
Голубка	28,2	74,5	35,5	225
<b>Среднее</b>	<b>27,6</b>	<b>71,8</b>	<b>37,1</b>	<b>228,7</b>

Таблица 2 – Варьирование показателя «число падения» сортов озимой ржи в зависимости от погодных условий в период налива и созревания зерна (2008–2013 гг.)

Название сорта	Число падения, секунд			S	V, %
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	амплитуда варьирования			
		min	max		
<i>Тетраплоидные сорта</i>					
Пралеска	184,4 ± 16,7	120	270	67,6	36,6
Пламя	180,6 ± 13,5	120	263	55,2	30,6
Зазерская-3	200,0 ± 18,4	115	285	72,0	36,1
Белая Вежа	185,4 ± 16,1	125	203	50,5	27,2
Полновесная	160,8 ± 15,8	75	260	59,4	36,8
Дубинская	175,4 ± 14,3	90	260	49,3	28,3
<b>Среднее</b>	<b>187,7 ± 15,8</b>	<b>107,7</b>	<b>260,1</b>	<b>58,9</b>	<b>31,6</b>
<i>Диплоидные сорта</i>					
Офелия	210,5 ± 17,1	120	320	69,3	32,9
Лота	230,3 ± 16,6	100	335	57,2	24,7
Павлинка	230,0 ± 18,4	150	360	62,8	27,3
Голубка	220,8 ± 15,2	150	300	45,4	20,6
<b>Среднее</b>	<b>229,2 ± 15,7</b>	<b>142</b>	<b>328,7</b>	<b>58,3</b>	<b>27,9</b>

казателями амилографа Брабендера свидетельствует о достаточной согласованности числа падения с максимальной высотой амилограммы. Выявлен почти параллельный характер изменчивости между величинами рассматриваемых показателей.

В благоприятные годы как диплоидные, так и тетраплоидные сорта характеризуются высокими значениями как числа падения, так и высоты амилограммы. При этом диплоидные сорта во все годы исследований характеризовались более высокими значениями числа падения (таблица 2). Так, у сорта озимой тетраплоидной ржи Полновесная в зависимости от погодных условий в течение 6 лет исследований число падения изменялось от 75 до 280 с, у сорта Дубинская – от 90 до 260 с. Во влажные годы в период налива и созревания зерна относительно высокостебельные сорта ржи более склонны к полеганию, которое, в свою очередь, вызывает прорастание в колосе, что резко снижает технологические качества зерна.

Установлено, что лучшими по хлебопекарным качествам являются сорта *диплоидной* ржи Павлинка, Голубка,

Лота, *тетраплоидной* – Пралеска, Пламя, Зазерская-3, которые формировали зерно с числом падения 180,6–230,0 с. Эти сорта могут быть улучшителями партий зерна с недостаточными хлебопекарными качествами.

В условиях Беларуси в период формирования и созревания зерна ржи часто складываются неблагоприятные погодные условия (дожди, вызывающие полегание посевов, повышенную влажность воздуха и почвы), способствующие прорастанию зерна в колосе, что резко снижает хлебопекарные и семенные качества зерна. Поэтому на всех этапах селекционного процесса мы проводим оценку и отбор исходного гибридного материала на устойчивость к прорастанию зерна в колосе. Активность амилолитических ферментов в зерне – критерий, который используется многими селекционерами для оценки исходного материала и выявления генотипов, детерминирующих устойчивость к прорастанию.

В процессе наших исследований выявлено, что размах варьирования показателей числа падения, высоты амилограммы у сортообразцов конкурсного сортоиспытания достаточно широкий (таблица 3).



**Таблица 3 – Межсортовое варьирование показателей амилолитической активности зерна озимой ржи конкурсного сортоиспытания**

Показатель амилолитической активности	Амплитуда варьирования		$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	V, %	S
	min	max			
<b>Диплоидные сортообразцы</b>					
Число падения, секунд	155	287	223,0 ± 6,2	12,8	28,5
Высота амилограммы, ед. а.	170	465	274,8 ± 15,9	26,5	72,8
<b>Тетраплоидные сортообразцы</b>					
Число падения, секунд	179	312	264,4 ± 6,4	11,1	29,3
Высота амилограммы, ед. а.	190	460	323,4 ± 13,7	19,9	64,3

Широкая внутрисортовая изменчивость амилолитической активности сортообразцов озимой ржи указывает на значительные возможности повышения хлебопекарных качеств селекционным путем.

Так как в популяциях озимой ржи наблюдается значительная внутривидовая изменчивость по этому признаку, в селекции на устойчивость к прорастанию нами используются: метод беккроссов, индивидуальный и индивидуально-семейный отборы устойчивых генотипов, а также парные скрещивания сестринских растений с последующей проверкой их потомств. Одним из ориентировочных показателей, предопределяющим мукомольные качества озимой ржи, является натурный вес зерна.

Из научных исследований, а также из практики переработки зерна ржи известно, что выход муки и отдельные показатели качества в значительной степени связаны с величиной природы зерна. При государственных закупках ржи в зависимости от показателей природы зерна производятся скидки и надбавки к цене, установленной для базисных кондиций зерна. Минимальной нормой природы зерна для ржи, идущей в переработку на муку, является 650 г/л для тетраплоидной и 700 г/л – для диплоидной ржи.

В полной мере и надежно хлебопекарные свойства ржаной муки можно выявить лишь прямым методом с помощью пробной выпечки хлеба в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Качество хлеба оценивается не ранее чем через 4 часа после выпечки, но не позднее чем через 24 часа.

Среди показателей, по которым определяется качество хлеба при пробной лабораторной выпечке, одним из главных является объемный выход хлеба, рассчитанный на 100 г муки, взятой для выпечки. Чем выше объем, тем более пористым, «пышным» будет хлеб. В соответствии с требованиями он должен быть не менее 300 см<sup>3</sup>. Такой хлеб лучше пропитывается пищеварительными соками и усваивается организмом.

У подового хлеба важный показатель – показатель формоустойчивости, определяемый как отношение высоты хлеба к его среднему диаметру.

Выпеченный хлеб при пробной лабораторной выпечке обязательно оценивается по внешнему виду по пятибалльной системе. При этом учитывается форма хлеба (правильная или неправильная), состояние поверхности корки (гладкая, неровная, бугристая, с трещинами).

Важный показатель, характеризующий качество мякиша хлеба, – это пористость. Под пористостью понимается отношение объема пор мякиша к общему объему хлебного мякиша, выраженное в процентах.

При органолептической оценке физико-механических свойств мякиша обращается внимание на эластичность

(упругость), или наоборот, заминаемость, комкуемость при разжевывании и липкость. Важно, чтобы мякиш не заминался, был светлым, равномерным по окраске и пористости, тонкостенным, мелкопористым с хорошей эластичностью. При определении качества хлеба очень большое значение имеет его вкус и аромат. Наличие нежелательных оттенков аромата и вкуса хлеба является признаком недоброкачественного хлеба. К дефектам хлеба, вызванным качеством муки, относят посторонний запах, хруст на зубах, горький полынный вкус, заминаемость мякиша, расплываемость подового хлеба, пониженный объем хлеба и низкая пористость мякиша.

Хлебопекарные качества ржаной муки существенно зависят от состояния углеводно-амилазного комплекса. Мякиш хлеба, выпеченного из проросшего зерна, легко заминается, неэластичен, зачастую с пустотами в мякише и отрывом верхней корки от мякиша. На вкус такой хлеб сладковатый, верхняя корка темного цвета. Главная причина низкого качества муки из проросшего зерна – повышенная активность фермента α-амилазы, который переводит крахмал в водорастворимые вещества.

### Выводы

Хлебопекарные свойства зерна отечественных сортов озимой ржи достаточно изменчивы и в значительной степени зависят от погодных условий в период его налива и созревания.

В благоприятные годы зерно как диплоидных, так и тетраплоидных сортов характеризуется высокими значениями числа падения и высоты амилограммы, при этом диплоидные сорта во все годы исследований характеризовались более высокими значениями числа падения.

Зерно тетраплоидной ржи более крупное. По массе 1000 зерен сорта тетраплоидной ржи в 1,3–1,5 раза превышают диплоидные сорта. Средневзвешенная масса 1000 зерен тетраплоидных и диплоидных сортов равна соответственно 47,7 и 36,0 г. Тетраплоидная рожь средне-натурная, а диплоидные сорта – высоконатурные. Пределы изменения природы зерна тетраплоидной ржи – 680–700 г/л, а диплоидной – 732–742 г/л.

Широкая внутрисортовая и межсортовая изменчивость амилолитической активности дает возможность улучшения хлебопекарных свойств зерна ржи не только методами межсортовой гибридизации, но и путем внутрисортовых отборов.

### Литература

1. Урбан, Э.П. Озимая рожь в Беларуси: селекция, семеноводство, технология возделывания / Э.П. Урбан. – Минск: Беларуская навука, 2009. – 269 с.
2. Roggen – Getreide mit Zukunft. Herausgeber: Roggenforum e. V.– Rastatt: Verlag, 2007. – 192 p.

## РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ПОЧВОЗАЩИТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА ЗЕЛЕНУЮ МАССУ НА ДЕГРОТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПОЛЕСЬЯ

Н.Н. Семененко, доктор с.-х. наук, Е.В. Каранкевич  
Институт мелиорации

(Дата поступления статьи в редакцию 03.03.2015 г.)

*В статье представлены результаты исследований по сравнительной оценке эффективности базовой и ресурсосберегающей почвозащитной технологии возделывания кукурузы на зеленую массу на дегроторфяных почвах Полесья.*

*Показано, что в почвозащитной ресурсосберегающей технологии при внесении удобрений в дозах, определяемых с учетом результатов новых методов почвенной диагностики, применение в подкормку микроэлементов и биологически активных веществ на фоне кулисной культуры обеспечивает выход кормовых единиц до 21,4 т/га, переваримого протеина — 16,9 ц/га и обменной энергии до 205 ГДж/га, что выше чем в базовой технологии на 30, 20 и 31 %, повышается прибыль на 573 \$/га. До минимума сводятся потери ОВ почвы.*

### Введение

Сельское хозяйство Полесья ориентировано на производство молока и мяса. Поэтому главной задачей земледелия этой зоны является производство зернофуражных и травяных кормов. Для этого особенно важно эффективно использовать сельскохозяйственные земли агроторфяных комплексов, площадь которых составляет около 700 тыс. га. При ведении земледелия на этих почвах наряду с повышением их производительной способности необходимо также принимать меры по снижению интенсивности деградации и продлению эффективного функционирования на более длительный срок.

Основные массивы агроторфяных почв Белорусского Полесья находятся в культуре 50 и более лет. В результате сельскохозяйственного использования и потерь органического вещества (ОВ) эти почвы существенно трансформировались. В настоящее время они представляют собой комплекс агроторфяных, торфяно-минеральных, остаточнo-торфяных и постторфяных подстилаемых песком почв, которые значительно различаются между собой и отличаются от минеральных содержанием ОВ (от менее 5 до 70–85 %), водно-физическими, биологическими и агрохимическими свойствами и плодородием. Особенность агроторфяных почв – высокая подверженность действию минерализации и дефляции, величина потерь ОВ от которых, в зависимости от условий, колеблется в пределах от 2 до 15 т/га и более ежегодно. Наиболее высокие потери ОВ на таких почвах наблюдаются при возделывании пропашных культур, проведении вспашки и применении повышенных доз минеральных, особенно азотных, удобрений. Поэтому для сохранения плодородия торфяных почв рекомендуется максимально использовать их под многолетние травы, под пропашные вносить органические удобрения в дозах 40–60 т/га, заменять вспашку обработкой почвы без оборота пласта и др. [1–4 и др.]. Однако в зоне Полесья, где значительные площади земель сельскохозяйственного назначения размещаются на агроторфяных почвенных комплексах, выполнить эти рекомендации сложно. С целью улучшения кормовой базы животноводства на агроторфяных почвах разных стадий трансформации в структуре посевных площадей зерновые фактически занимают до 50 и кукуруза – 15 % и более, а в качестве основного способа осенней обработки почвы преобладает зяблевая вспашка. Органические

*The article presents the results of researches on a comparative assessment of efficiency of basic and resource-saving soil-protective technology of cultivation of corn on green material on the degraded peat soils of Polessya. It is shown that in conservation and resource-saving technologies in making fertilizers in doses determined with consideration of the results of new methods of soil diagnostic use in the application of microelements and biologically active substances on the background of the protective culture is provided by the output of fodder units to 21.4 t/ha, digestible protein - 16.9 tons/ha and the exchange energy to 205 GJ/ha, which is higher than in the underlying technology on 30, 20 and 31 % increases profits 573 \$/ha. To at least reduce the loss of soil organic matter.*

удобрения применяются, как правило, на полях, расположенных около животноводческих комплексов, так как перевозка их на расстояние более 5 км нерентабельна, объемы производства этого вида удобрений ограничены.

По нашему мнению, для повышения производительной способности и устойчивости к деградации торфяных почв Полесья необходима разработка альтернативных почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур на основе новых методических решений. При значительном наличии в структуре посевных площадей зерновых и пропашных культур необходимо использовать почвозащитную систему земледелия, максимально насыщенную промежуточными культурами, применять щадящую систему обработки почвы и оптимальные, основанные на данных почвенной диагностики, дозы азотных удобрений и др.

В Беларуси кукуруза является важной кормовой культурой, которая используется на зеленую массу, силос и зернофураж. Особое место в резервах повышения продуктивности кукурузы занимает совершенствование технологий возделывания ее на агроторфяных и дегроторфяных почвах зоны Полесья – наиболее благоприятной по климатическим характеристикам для возделывания этой культуры. В сельскохозяйственных предприятиях ряда районов Брестской, Гомельской и Минской областей посевы кукурузы на этих почвах занимают значительные площади. Однако в настоящее время научно обоснованная технология возделывания этой культуры на таких почвах отсутствует, имеются лишь единичные сообщения об удачных попытках отдельных сельхозпредприятий [5]. Использование же на почвах торфяных комплексов рекомендаций и регламентов, разработанных по возделыванию кукурузы на дерново-подзолистых [6–9 и др.], не обеспечивает реализацию потенциала почвенно-климатических условий зоны Полесья и генетических возможностей новых гибридов, не способствует снижению себестоимости производства кормов и животноводческой продукции.

Цель исследований – разработать альтернативный рекомендуемой технологии комплекс ресурсосберегающей и почвозащитных агробиологических приемов возделывания кукурузы на дегроторфяных почвах Полесья.

### Объекты и методы проведения исследований

Экспериментальные полевые исследования проводили на землях Полесской опытной станции мелиоративно-

го земледелия и луговодства в 2013–2014 гг. Почвы дерготорфяные, подстилаемые песком с глубины 35–45 см. Агрохимическая характеристика почвы ( $A_n$ ) опытного поля: содержание органического вещества – 17–22 %; 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. Подвижные формы (в 0,2 М HCl)  $P_2O_5$  – 376 (среднее),  $K_2O$  – 399 (среднее) и ZnO – 8,1 (низкое) мг/кг почвы.

Для достижения поставленной цели в полевых опытах оценивали влияние кулисной культуры (предшественник), различных систем применения макро- и микроудобрений, биологически активных веществ и способов основной обработки на продуктивность кукурузы на зеленый корм и дефляцию почвы (таблица 1). В базовом варианте технологии возделывания кукурузы после уборки редьки масличной на зеленую массу проведена зяблевая вспашка почвы на глубину 20–22 см. В почвозащитном варианте технологии редька масличная в виде кулисной культуры без запашки ушла в зиму. Весной при созревании почвы по обоим вариантам предшественников проведено дискование в 2 следа с заделкой удобрений агрегатом БДТ-7,2, предпосевная обработка почвы – агрегатом АПП-6 и сев кукурузосажалкой – СКН-6.

Агротехника возделывания кукурузы в опыте – в целом рекомендованная в зоне Полесья. Исследования проводили с кукурузой гибрид Алмаз, норма высева – 110 тыс. всхожих зерен, ширина междурядий – 70 см. Планируемая урожайность – 600 ц/га зеленой массы (СВ 25 %). В соответствии с базовой технологией без внесения органических расчетные дозы минеральных удобрений составили  $N_{180}P_{135}K_{240}$ . Формы удобрений: основное внесение – мочевина, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий. В варианте 4 в подкормку внесен микроэлемент – хелатная форма цинка Адоб-Zn – 2 л/га в смеси с биологически активным веществом Экосил – 100 мл/га. Норма расхода рабочего раствора – 200 л/га.

Таблица 1 – Схема опыта

Технология возделывания	Предшественник	Основная обработка почвы	Система удобрения
1. Базовая	пелюшко-овсяная смесь, поукосно редька масличная на зеленую массу	зяблевая вспашка (20–22 см)	1) фон 1 (без удобрений) 2) фон 1 + NPK <sup>*)</sup> 3) фон 1 + NPK <sup>**)</sup> 4) фон 1 + NPK <sup>***)</sup> 5) фон 1 + NPK <sup>****)</sup>
2. Почвозащитная, ресурсосберегающая	пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм, поукосно кулисная культура редьки масличной	без обработки	1) фон 2 (без удобрений) 2) фон 2 + NPK <sup>*)</sup> 3) фон 2 + NPK <sup>**)</sup> 4) фон 2 + NPK <sup>***)</sup> 5) фон 2 + NPK <sup>****)</sup>

Примечание – \*)Базовый –  $N_{180}P_{135}K_{240}$ , доза азота рассчитана на возмещение выноса,  $P_2O_5$  и  $K_2O$  – 150 и 130 % к выносу;

\*\*)  $N_{135}P_{90}K_{180}$ , доза азота рассчитана на возмещение выноса с урожаем и уточнение на содержание N мин. в почве,  $P_2O_5$  и  $K_2O$  – 110 % к выносу;

\*\*\*) вариант 3 + микроэлементы, регуляторы роста, Экосил;

\*\*\*\*) вариант 3 – МДУ – медленнодействующее удобрение марки  $N_5P_{16}K_{35}$  с добавкой азотных, бора и цинка.

Таблица 2 – Динамика плотности почвы в посевах кукурузы при разных способах обработки почвы (среднее за 2 года)

Способ основной обработки почвы	Слой почвы, см	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>				
		весной до обработки почвы	фаза 3–4 листа (14–24 мая)	фаза 8–10 листа (6–10 июня)	созревание (21–28. 08)	равновесная
Зяблевая вспашка	0–20	0,849	0,656	0,668	0,718	0,724
	21–40	0,810	0,647	0,756	0,783	0,750
	41–50	1,386	1,305	1,346	1,463	1,377
Без обработки (кулисная культура)	0–20	0,781	0,717	0,639	0,741	0,722
	21–40	0,980	0,835	0,961	1,030	0,952
	41–50	1,492	1,347	1,432	1,498	1,442

## Результаты исследований и их обсуждение

**Влияние кулисной культуры на плодородие почвы.** При использовании редьки масличной в качестве кулисной культуры повышается плодородие почвы. Перед уходом в зиму (по состоянию на 20–25 октября) вес сухого вещества надземной и корневой массы редьки масличной составил в сумме 98,0 ц/га, в которой было аккумуляровано 195 кг/га азота, 84 – фосфатов и 567 кг/га – калия. Это количество элементов питания превышает их потребление сельскохозяйственными культурами в 1-й год внесения 50 т/га подстилочного навоза КРС. В почве накапливаются элементы минерального питания и углерод, снижается их миграция в нижележащие слои. Широкое соотношение C:N в корневой массе кулисной культуры указывает на возможное новообразование ОВ в почве. Учитывая нормативный коэффициент гумификации растительных остатков 20–25 %, в почву с надземной и корневой массой поступает около 2,2 т/га гумусовых соединений, что эквивалентно внесению подстилочного навоза 45–50 т/га. Кроме того кулисная культура укрывает поверхность почвы почти 6 месяцев, а также создание мульчи и шероховатой поверхности после сева кукурузы предохраняет её от дефляции.

**Влияние кулисной культуры на водно-физические свойства почвы.** При оценке способов основной обработки почвы наряду с энергетическими и экономическими затратами важной характеристикой этих работ служат также и такие показатели, как плотность и накопление влаги в корнеобитаемом слое почвы, наличие сорной растительности и др., которые оказывают существенное влияние на формирование урожая и создание условий для минерализации органического вещества. Результаты исследований показывают (таблица 2), что плотность почвы слоя 0–20 см после вспашки и после кулисной культуры по всем срокам учета одного уровня, различается несущественно. Равновесная величина её за период вегетации составляет соответственно 0,724 и 0,722 г/см<sup>3</sup>.



Несколько выше плотность слоя 21–40 см, которая после вспашки составляет 0,750, а после кулисной культуры – 0,952 г/см<sup>3</sup>. Однако и эта величина плотности почвы лишь приближается к границе оптимальных значений для кукурузы (около 1,1 г/см<sup>3</sup>). Равновесная плотность почвы слоя 41–50 см значительно выше, чем верхних органогенных слоев и составляет 1,377–1,442 г/см<sup>3</sup>.

Важной характеристикой почвы является накопление влаги в ней за осенне–зимний период. Обычно считается, что зяблевая вспашка способствует повышению запаса продуктивной влаги в почве. Результаты исследований показывают (таблица 3), что содержание влаги в почве как весной после зимы до сева (28–30.03), так и равновесная за вегетационный период при возделывании кулисной культуры в среднем на 22 % превышает запасы влаги в почве при вспашке. Например, средние равновесные за период вегетации растений запасы продуктивной влаги в слое 0–50 см при вспашке составляют 150, а при кулисной культуре – 183 мм. Вероятно, происходит это потому, что при кулисной культуре осадки меньше мигрируют в нижележащие слои и больше накапливаются в почве, меньше теряются с испарением. Отсюда следует важный практический вывод: для возделывания кукурузы на дерготорфяных почвах с точки зрения состояния их плотности кулисная культура редьки масличной не хуже проведения зяблевой вспашки, а по водному режиму превосходит этот способ обработки почвы.

**Влияние кулисной культуры на засоренность посевов кукурузы.** Агроторфяные почвы отличаются сильной засоренностью. В пахотном слое этих почв количество семян сорняков превышает 2 тыс. шт./м<sup>2</sup>. Поэтому важным показателем состояния посевов и эффективности проведения способов основной обработки почвы, применения гербицидов является наличие сорной растительности. Результаты учета сорной растительности показывают (таблица 4), что после предварительной обработки зернового предшественника однолетних трав Раундапом, посева пелюшко-овсяной смеси на зеленую массу, а затем поукосно редьки масличной в качестве кулисной культуры почти в 2 раза снизилась в сравнении со вспашкой засоренность посевов кукурузы в варианте без гербицидов. Применение гербицидов в 3–4 раза снижает засоренность посевов кукурузы.

**Агроэкологическая эффективность комплексного применения кулисной культуры и систем удобрения в посевах кукурузы.** Приведенные в таблице 5 данные показывают, что на фоне 1 последствий предшественника в виде пожнивно-корневых остатков редьки масличной и зяблевой вспашки почвы получен достаточно высокого

уровня урожай зеленой массы кукурузы – 36,7 т/га. Дополнительное внесение минеральных удобрений, микроэлементов и БАВ (вариант 4) позволило повысить урожайность в сравнении с контролем на 20,2, достигнув уровня 56,9 т/га.

Использование редьки масличной в качестве кулисной культуры (фон 2) обеспечило повышение в сравнении с фоном 1 урожайности также на 20,2 т/га. При дополнительном внесении удобрений на фоне 2 достигнута урожайность 66,6–77,4 т/га зеленой массы. В сравнении с базовым фоном 1 урожайность по аналогичным вариантам внесения удобрений повысилась на 15,5–21,4 т/га или на 30–44 %. Внесение повышенных доз удобрений (вариант 2) в сравнении с вариантом 3 по действию на урожайность преимуществ не имеет.

Наиболее высокий урожай зеленой массы кукурузы получен при комплексном применении сбалансированных по выносу элементов питания с урожаем доз макро- и микроудобрений и биологически активных веществ – 74,1 т/га. По этому варианту получена и самая высокая окупаемость 1 кг NPK – 42 кг массы, что в 2,4 раза больше, чем при применении повышенных доз удобрений базового варианта. Также высокий урожай зеленой массы кукурузы на фоне кулисной культуры получен при внесении медленнодействующей формы удобрения марки N<sub>5</sub>P<sub>16</sub>K<sub>35</sub> с добавкой азотных удобрений, бора и цинка, который составил 77,4 т/га.

Оценка влияния кулисной культуры на качественные показатели зеленой массы кукурузы позволила установить следующее (таблица 6): в варианте без внесения удобрений за счет использования кулисной культуры повысился выход кормовых единиц с зеленой массой на 5,8 т/га, переваримого протеина – 2,2 ц/га и обменной энергии – на 55 ГДж/га.

При внесении удобрений на фоне кулисной культуры выход кормовых единиц увеличился до 21,4–22,3 т/га, переваримого протеина – 16,9 ц/га и обменной энергии до 205–211 ГДж/га. Прибавка к фону 1 по аналогичным вариантам систем удобрения составила соответственно по показателям 30–36, 20 и 31–34 %. Наиболее высокая эффективность удобрений по всем показателям получена при внесении их в дозах, рассчитанных на вынос с урожаем, совместно с цинком и Экосилом в подкормку и применении медленнодействующих форм. При этом на фоне 1 и фоне 2 возделывания кукурузы более низкая окупаемость удобрений отмечается при внесении повышенных доз удобрений, рассчитанных на вынос с урожаем и повышение плодородия почвы.

#### Экономическая эффективность использования

Таблица 3 – Динамика запаса продуктивной влаги в посевах кукурузы (слой 0–50 см, среднее за 2 года)

Способ основной обработки почвы	Запасы продуктивной влаги в почве, мм				
	сроки учета				равновесная
	до посева (28–30 марта)	3–4 листа (14–24 мая)	8–10 листьев (6–10 июня)	созревание (21–28 августа)	
Зяблевая вспашка	117	174	167	142	150
Без обработки (кулисная культура)	137	210	187	199	183

Таблица 4 – Влияние применения кулисной культуры и гербицидов на засоренность посевов кукурузы

Вариант	Способ основной обработки почвы	Наличие сорняков	
		шт./м <sup>2</sup>	масса, кг/м <sup>2</sup>
Без применения гербицидов	вспашка – 20–22 см	77	2,49
	без обработки (кулисная культура)	48	1,35
Применение гербицидов	вспашка – 20–22 см	29	0,220
	без обработки (кулисная культура)	20	0,260

комплекса агротехнологических приемов при возделывании кукурузы на зеленую массу.

При разработке технологии возделывания кукурузы на деградированных почвах наряду с агрономической оценкой исследуемых технологических приемов важное значение имеет и оценка экономической целесообразности про-

ведения тех или иных мероприятий. В исследованиях расчет показателей экономической эффективности проведен исходя из расценок и закупочных цен, действующих по состоянию на 2014 г. Производственные затраты рассчитаны по технологическим картам, составленным на основе фактически выполняемых работ при проведении

Таблица 5 – Влияние агротехнологических приемов на урожай зеленой массы кукурузы (30 % СВ)

Система удобрения	Урожайность, т/га зеленой массы		Прибавка урожая от кулисной культуры, т/га
	предшественник редька масличная		
	на зеленый корм (фон 1)	кулисная культура (фон 2)	
	вспашка (20-22 см)	без обработки почвы	
1. Без удобрений	36,7	56,9	+20,2
2. N <sub>180</sub> P <sub>135</sub> K <sub>240</sub> – базовая	51,1	66,6	+15,5
3. N <sub>135</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	48,5	69,9	+21,4
4. Вариант 3 + Zn, Экосил	56,9	74,1	+17,2
5. Вариант 3 – МДУ	x	77,4	+20,5
HCP <sub>05</sub>	2,6	2,3	x

Таблица 6 – Продуктивность зеленой массы кукурузы в зависимости от предшественника и систем применения удобрений

Система удобрения (NPK кг/га)	Предшественник редька масличная		Прибавка от кулисной культуры
	зеленый корм, вспашка	кулисная культура	
<i>Кормовые единицы, т/га</i>			
1. Без удобрений	10,6	16,4	+5,8
2. N <sub>180</sub> P <sub>135</sub> K <sub>240</sub> – базовая	15,2	19,2	+4,0
3. N <sub>135</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	14,0	20,2	+6,2
4. Вариант 3 + Zn, Экосил	16,4	21,4	+5,0
5. Вариант 3 – МДУ	x	22,3	+5,9
<i>Переваримый протеин, ц/га</i>			
1. Без удобрений	9,4	11,6	+2,2
2. N <sub>180</sub> P <sub>135</sub> K <sub>240</sub> – базовая	13,0	15,6	+2,6
3. N <sub>135</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	11,8	14,4	+2,6
4. Вариант 3 + Zn, Экосил	14,1	16,9	+2,8
5. Вариант 3 – МДУ	x	16,0	+1,9
<i>Обменная энергия, ГДж/га</i>			
1. Без удобрений	102	157	+55
2. N <sub>180</sub> P <sub>135</sub> K <sub>240</sub> – базовая	141	184	+43
3. N <sub>135</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	134	193	+59
4. Вариант 3 + Zn, Экосил	157	205	+48
5. Вариант 3 – МДУ	x	211	+54

Таблица 7 – Экономическая эффективность применения агротехнологических приемов при возделывании кукурузы на зеленую массу (среднее за 2 года)

Система удобрения	Выход кормовых единиц, т/га	Стоимость продукции	Общие затраты	Условная прибыль
		\$/га		
<i>Фон 1 – зяблевая вспашка (20–22 см)</i>				
1. N <sub>180</sub> P <sub>135</sub> K <sub>240</sub> (базовая)	15,2	1224	796	428
2. N <sub>135</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	14,0	1127	696	431
3. N <sub>135</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub> + Zn, БАВ	16,3	1320	700	620
<i>Фон 2 – кулисная культура (без основной обработки почвы) *</i>				
1. N <sub>180</sub> P <sub>135</sub> K <sub>240</sub>	19,2	1546	818	728
2. N <sub>135</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	20,2	1699	749	950
3. N <sub>135</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub> + Zn, БАВ (почвозащитная ресурсосберегающая)	21,4	1723	722	1001

Примечание – \*С учетом затрат на посев редьки масличной (85,6 \$/га).

полевых опытов. Стоимость кормовой единицы приравнивали к закупочной цене овса. Результаты исследований показывают (таблицы 7), что при возделывании кукурузы на зеленую массу получена в целом достаточно высокая условная прибыль по исследуемым агротехнологическим приемам (428–1001 \$/га). Наиболее низкий уровень прибыли и рентабельности применения удобрений получен на фоне 1 при использовании редьки масличной на зеленый корм, заделке пожнивно-корневых остатков под зяблевую вспашку и внесении повышенных доз удобрений – 428 \$/га. Более высокая экономическая эффективность возделывания кукурузы на зеленую массу установлена на фоне кулисной культуры при всех исследуемых системах применения удобрений (728 \$/га и более). По всем показателям наибольшего внимания заслуживает вариант системы удобрений, включающий уровень доз, соответствующий выносу элементов питания урожаем, корректировку дозы азота с учетом запаса его в почве и дополнительное внесение совместно с азотной подкормкой цинка и Экосила (фон 2, вариант 3). По этому варианту комплексного действия кулисной культуры и системы удобрения обеспечивается сбор кормовых единиц на уровне 21,4 т/га при себестоимости производства 33,7 \$/т (это на 36 % ниже базового варианта технологии) и получении условной прибыли более 1000 \$/га.

### Заключение

1. Возделывание редьки масличной 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 кукурузы на зеленую массу на дергаторфяных почвах Полесья.

2. На фоне кулисной культуры при внесении сбалансированных по выносу с урожаем доз удобрений, коррек-

тировке дозы азота с учетом запаса его в почве и внесении в подкормку цинка и Экосила обеспечивается выход с зеленой массой кукурузы кормовых единиц до 21,4 т/га, переваримого протеина – 16,9 ц/га и обменной энергии до 205 ГДж/га, что выше базовой технологии соответственно на 30, 20 и 31 %. При этом в сравнении с базовой технологией повышается прибыль на 573 \$/га, снижается себестоимость производства зеленой массы кукурузы на 36 %.

3. Использование редьки масличной в качестве кулисной культуры по своему действию на урожай зеленой массы кукурузы эквивалентно внесению около 45 т/га навоза, исключает необходимость проведения зяблевой вспашки почвы, сводит до минимума потери ОВ почвы, улучшает её водный режим и фитосанитарное состояние посева.

### Литература

1. Внутрихозяйственная качественная оценка (бонитировка) почв Республики Беларусь по их пригодности для возделывания основных сельскохозяйственных культур (методические указания). – Минск, 1998. – 25 с.
2. 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.
3. 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.
4. Пригодность почв Республики Беларусь для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур: рекомендации / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 64 с.
5. Иващенко, А.И. В Любанском районе прописалась зерновая технология выращивания кукурузы / А.И. Иващенко // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 46 – 51.
6. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа. – Минск: Беларус. наука, 2007. – 390 с.
7. 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.
8. Технология и техническое обеспечение возделывания и заготовки кормов из кукурузы / Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов. – Минск, 2012. – С. 23 – 75.
9. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.]. – Мн.: ФУАинформ, 1999. – 192 с.

УДК 633[16+32]:631.51

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ПЛОДОСМЕННОМ СЕВОБОРОТЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ С ПОДСЕВОМ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

Д.Г. Симченков, С.С. Небышинец, И.А. Суцевич, кандидаты с.-х. наук,  
С.А. Пынतिकов

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 31.03.2015 г.)

*В статье представлены сравнительные (между ротациями) результаты полевых опытов по влиянию различных систем основной обработки дерново-подзолистой супесчаной почвы на ее агрофизические свойства при возделывании ячменя с подсевом клевера лугового в семипольном плодосменном севообороте. Также представлена оценка изучаемых способов и систем обработки почвы на засоренность и урожай зерна ячменя с подсевом клевера.*

### Введение

В решении проблемы ресурсосбережения в земледелии одним из основных направлений является совершенствование обработки почвы, на проведение которой затрачивается около 40 % энергетических и 25 % трудовых

*In the article the comparative (between the rotations) field trial results on main soddy podzolic sandy soil tillage systems influence on its agrophysical properties at barley cultivation with meadow clover undersowing in seven field rotation cropping system are presented. Also the evaluation of studied methods and soil tillage systems on weed infestation and barley grain yield with meadow clover undersowing is stated.*

затрат в этой отрасли [2]. Основная задача обработки почвы заключается в том, чтобы сохранить и приумножить ее плодородие, не допускать переуплотнения корнеобитаемого слоя, стабилизировать фитосанитарное состояние посевов возделываемых в севообороте сельскохозяй-



зайственных культур, способствовать росту их продуктивности. Важнейшим требованием в этой составляющей земледелия является изыскание путей снижения расхода горюче-смазочных материалов за счет зонально адаптивной минимализации обработки почвы, обеспечивающей снижение энергетических затрат, а также за счет совмещения операций, уменьшающих интенсивность и глубину механического воздействия на землю. В связи с этим разработка и внедрение новых ресурсосберегающих технологий в растениеводстве остается одним из приоритетных направлений сельскохозяйственной науки [1, 2].

### Методика проведения исследований

Изучение влияния различных ресурсосберегающих систем и способов основной обработки дерново-подзолистой супесчаной почвы на ее агрофизические свойства, фитосанитарное состояние и урожайность культурных растений проводили в 7-польном плодосменном севообороте: люпин узколистный, озимое тритикале, яровой рапс, кукуруза, ячмень с подсевом клевера, клевер, озимая пшеница.

Объект исследования – агроценоз ячменя с подсевом клевера лугового и его состояние во второй и третьей ротациях (2003–2005 гг. и 2010–2012 гг.) плодосменного севооборота.

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на песчаном суглинке, подстилаемом с глубины 80–115 см разнородным песком.

Пахотный горизонт по ротациям имел следующие агрохимические характеристики: 2 ротация – рН – 5,9–6,1,  $P_2O_5$  – 235–265 и  $K_2O$  – 280–340 мг/кг почвы, гумус – 2,4–2,6 %; 3 ротация – рН – 5,6–5,7,  $P_2O_5$  – 232–254 и  $K_2O$  – 354–460 мг/кг почвы, гумус – 2,5–3,1 %.

В 2003–2005 гг. (ротация 2) возделывали сорт ячменя Гонар, в 2010–2012 гг. (ротация 3) – сорт Водар. Для посева клевера лугового использовали сорт Витебчанин.

Повторность в опытах – 3-кратная, общая площадь делянки – 120 м<sup>2</sup> (24×5), учетная – 92 м<sup>2</sup> (23×4). Основную обработку почвы проводили следующими агрегатами: вспашку – плугом ППП-3-40, глубокую безотвальную обработку (чизелевание) – культиватором КЧ-5,1, мелкую обработку (дискование) – во второй ротации боронкой БДТ-3, в третьей ротации – дискатором АДН-4, глубокое рыхление – глубокорыхлителем ПРПВ-5-50В (тип «параплау»).

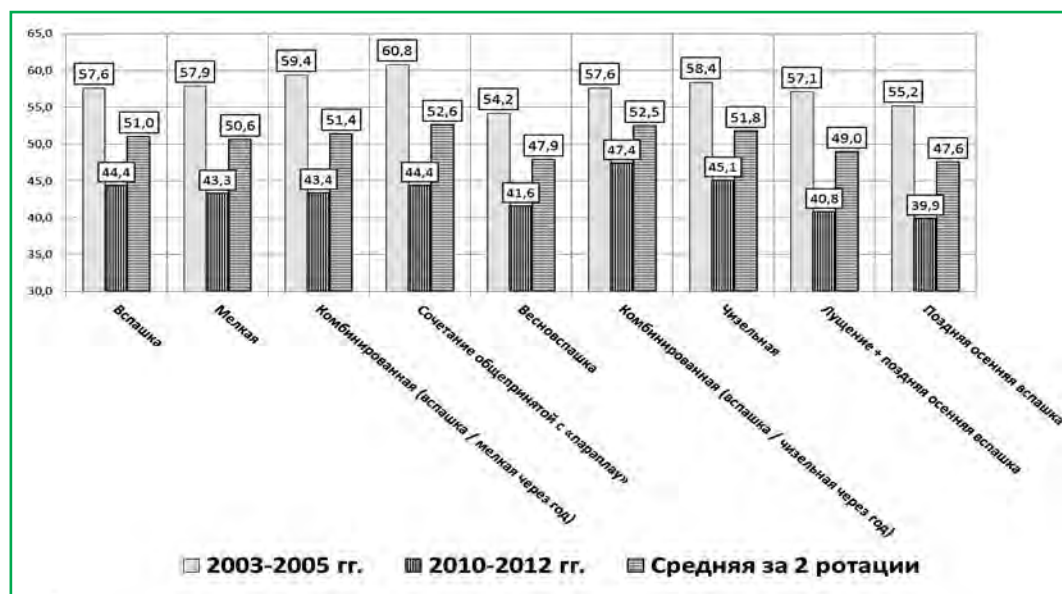
Одним из важных условий, влияющих на водно-воздушный, тепловой режим почвы и урожайность исследуемых культур, являются метеоусловия. В период исследований погода существенно отличалась от среднеевропейских значений как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков, что позволило в полной мере оценить эффективность систем и способов основной обработки почвы.

### Результаты исследований и их обсуждение

По результатам проведенных исследований, во второй ротации (2003–2005 гг.) не отмечено различия в урожайности ячменя между вариантами с мелкой дисковой обработкой (10–12 см) и традиционной ежегодной вспашкой (20–22 см) – 57,9 и 57,6 ц/га, соответственно (рисунок).

В то же время наблюдалась тенденция повышения урожайности с комбинированной обработкой, где под ячмень с подсевом клевера проводили дискование боронкой БДТ (+1,8 ц/га или +3,1 %), а также рыхление агрегатом ПРПВ-5-50В с рабочими органами типа «параплау» – +3,2 ц/га (+5,6 %). Устойчиво негативная тенденция по недобору зерна ячменя отмечена в варианте с переносом вспашки на весну (–3,4 ц/га или –5,9 %). Причем урожайность в этом случае снижалась еще в большей степени, чем в варианте с поздней осенней вспашкой (–2,4 ц/га или –4,2 %). При этом при выборе между подъемом зяби поздней осенью и переносом ее на весенний период предпочтение следует отдавать осенней обработке, т. к. это позволит сократить период сева яровых зерновых культур (рисунок).

Сравнительная оценка систем обработки почвы в 2003–2005 гг. и 2010–2012 гг. показала значительное (в среднем на 24,7 %) снижение урожайности в третьей ротации, что было связано с неблагоприятными метеорологическими условиями. Сравнительный анализ по влиянию на урожай зерна ячменя между традиционной отвальной вспашкой и различными способами основной обработки почвы в севообороте в третьей ротации (2010–2012 гг.) показал, что в варианте с комбинированной обработкой (чередование через год вспашки и чизелевания) получено увеличение вышеупомянутого показателя – на 3,0 ц/га (+6,8 %). Остальные варианты обработки почвы по урожаю зерна ячменя находились на уровне контроля (ежегодной вспашки) – 44,4 ц/га, или их отклонения находились в пределах ошибки опыта. Исключение состави-



Сравнительная оценка систем основной обработки почвы по влиянию на урожай зерна ярового ячменя с подсевом клевера в двух ротациях плодосменного севооборота

ли варианты с нарушением сроков проведения основной обработки почвы: подъем зяби с лущением и без него, а также перенос вспашки на весенний период. В этих вариантах недобор зерна ячменя варьировал в диапазоне 2,8–4,5 ц/га (6,3–10,1 %). Кроме того, отмечено усиление негативного влияния поздних сроков основной обработки почвы на урожайность ячменя в третьей ротации по сравнению с данными, полученными во второй ротации (рисунки).

Таким образом, на основании полученных в 2 ротациях севооборота результатов исследований, можно сделать вывод, что на средне- и высококультурной дерново-подзолистой супесчаной почве под возделываемый в плодосменном севообороте после стерневого предшественника ячмень с подсевом клевера лугового ежегодную вспашку можно заменить мелкой (на глубину 10–12 см) обработкой дисковыми боронами, дискаторами или безотвальной (на глубину 15–20 см) обработкой чизельными агрегатами. Подобный подход в технологии возделывания этой яровой зерновой культуры не приводит к снижению ее урожая зерна, а также способствует экономии ГСМ в среднем на 7–15 кг/га, увеличению производительности при основной обработке почвы на 1,2–6 га/ч [5].

Способы обработки почвы оказывают влияние не только на урожайность культур севооборота, но и на их засоренность, а также на агрофизические свойства почвы. Создание оптимального сложения пахотного слоя с учетом биологических требований выращиваемых культур является важным условием получения их высокой продуктивности, а также сохранения плодородия почвы.

Как известно, плотность (объемная масса) почвы зависит от ее гранулометрического состава, структуры, содержания гумуса, метеорологических условий, количества внесенных органических и минеральных удобрений. Любой способ почвообработки, воздействие ходовых систем сельскохозяйственной техники оказывают определенное влияние на этот агрофизический показатель [1, 6].

В наших опытах определение плотности почвы проводили в начале вегетации и перед уборкой ячменя по ее горизонтам 0–10 и 10–20 см. Независимо от периода проведения исследований плотность сложения по общепринятой обработке в начале вегетации не менялась. Так, в 2003–2005 гг. этот показатель был равен 1,32–1,34 г/см<sup>3</sup> и в 2010–2012 гг. – 1,29–1,30 г/см<sup>3</sup>. Разница плотности сложения почвы в изучаемых ротациях была, вероятно, обусловлена неравномерностью выпадения осадков (таблица 1).

Использование для основной обработки почвы дисковых орудий (в 2003–2005 гг. – агрегат БДТ-3 на глубину 10–12 см) способствовало увеличению плотности в не обрабатываемом при мелкой обработке слое 10–20 см до 1,42 г/см<sup>3</sup>. В слое 0–10 см этот показатель составил 1,35 г/см<sup>3</sup>.

В 2010–2012 гг. в варианте с мелкой обработкой почвы применялся усовершенствованный агрегат – дискатор АДН-4. В среднем за третью ротацию на фоне дискования плотность почвы в начале вегетации ячменя с подсевом клевера в слое 10–20 см увеличилась до 1,44 г/см<sup>3</sup>, а в слое 0–10 см этот показатель снизился до 1,33 г/см<sup>3</sup>. При этом некоторое увеличение плотности в нижней части пахотного горизонта не оказало отрицательного влияния на урожай зерна ячменя в обеих ротациях.

Проведение под ячмень с подсевом клевера чизелевания, а также поздней осенней вспашки (15 октября) не оказывали влияния на плотность сложения почвы как по-слойно, так и в целом по пахотному горизонту. Перенос основной обработки на весну также не изменил в значительной степени этот показатель.

Проводя комплекс агротехнических мероприятий по минимализации обработки почвы, нельзя не учитывать один из важнейших факторов, влияющих на продуктивность сельскохозяйственных культур, – засоренность посевов. Исследованиями, проведенными ранее в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», установлено, что на дерново-подзолистых почвах по влиянию на засоренность посевов сельскохозяйственных культур вспашка не отличается технологией, обеспечивающей наибольшее очищение полей от сорняков [4]. В качестве альтернативы традиционной отвальной технологии обработки почвы возможно применять другие способы системы, противосорняковая эффективность которых может находиться на таком же уровне.

В наших исследованиях, несмотря на семилетний период, разделяющий вторую и третью ротации, видовой состав сорняков на экспериментальном поле не изменился. В посевах преобладали марь белая, ромашка непахучая, звездчатка средняя, мятлик полевой, горец вьюнковый, осот полевой, просо куриное и др. Изучаемые способы и системы обработки почвы оказывали определенное влияние на засоренность посевов ячменя с подсевом клевера перед проведением химической прополки. Наибольшая исходная засоренность была в варианте с весновспашкой и поздней осенней вспашкой – 377–391 шт./м<sup>2</sup> в ротации

Таблица 1 – Влияние способов основной обработки на плотность сложения почвы в посевах ярового ячменя

Система обработки почвы в севообороте	Обработка под ячмень + клевер	Глубина взятия образца, см	Плотность сложения почвы, г/см <sup>3</sup>			
			2003–2005 гг.		2010–2012 гг.	
			кущение	перед уборкой	кущение	перед уборкой
Общепринятая (вспашка)	Л <sub>5-7</sub> В <sub>20-22</sub>	0–10	1,32	1,43	1,29	1,32
		10–20	1,34	1,44	1,30	1,32
Мелкая	Д <sub>10</sub> Д <sub>12</sub>	0–10	1,35	1,45	1,33	1,37
		10–20	1,42	1,49	1,44	1,47
Комбинированная (50 % мелкая + 50 % вспашка)	Л <sub>5-7</sub> Д <sub>10-12</sub>	0–10	1,33	1,44	1,31	1,34
		10–20	1,36	1,46	1,41	1,44
Весновспашка	В <sub>20</sub>	0–10	1,32	1,42	1,26	1,32
		10–20	1,33	1,43	1,32	1,34
Комбинированная (50 % чизельная + 50 % вспашка)	Л <sub>5-7</sub> В <sub>20</sub>	0–10	1,32	1,43	1,30	1,33
		10–20	1,34	1,44	1,34	1,38
Чизельная	Ч <sub>10</sub> Ч <sub>20</sub>	0–10	1,32	1,42	1,29	1,32
		10–20	1,33	1,44	1,32	1,44
Поздняя вспашка (15.X)	В <sub>20-22</sub>	0–10	1,33	1,40	1,28	1,36
		10–20	1,35	1,41	1,30	1,32

Таблица 2 – Влияние различных систем основной обработки почвы на засоренность посевов ячменя с подсевом клевера

Система обработки почвы в севообороте	Обработка под ячмень с подсевом клевера	2003–2005 гг.					2010–2012 гг.				
		количество сорняков, шт./м <sup>2</sup>			гибель сорняков, %		количество сорняков, шт./м <sup>2</sup>			гибель сорняков, %	
		перед внесением гербицида	на 30-й день после химпрополки	перед уборкой	на 30-й день после химпрополки	перед уборкой	перед внесением гербицида*	на 30-й день после химпрополки	перед уборкой	на 30-й день после химпрополки	перед уборкой
Общепринятая (вспашка)	Л <sub>5-7</sub> В <sub>20-22</sub>	306	28,1	25	90,8	91,8	172	27,9	21	83,8	87,8
Мелкая	Д <sub>10</sub> Д <sub>12</sub>	343	22,5	48	93,4	86,0	289	28,4	27	90,2	90,7
Комбинированная (50 % мелкая + 50 % вспашка)	Л <sub>5-7</sub> Д <sub>10-12</sub>	309	29,4	40	90,5	87,1	268	26,1	23	90,3	91,4
Весновспашка	В <sub>20</sub>	377	24,4	38	93,5	89,9	$\frac{236}{3}$	42,4	41	82,3	82,8
Общепринятая с подпочвенным рыхлением «параплау»	Л <sub>5-7</sub> В <sub>20</sub>	295	22,4	29	92,4	90,2	247	27,5	36	88,9	85,4
Чизельная	Ч <sub>10</sub> Ч <sub>20</sub>	317	31,9	42	89,9	86,8	264	26,5	29	90,0	89,0
Комбинированная (50 % чизельная + 50 % вспашка)	Л <sub>5-7</sub> В <sub>20</sub>	337	28,5	30	91,5	91,1	212	23,6	23	88,9	89,2
Поздняя вспашка (15.Х)	В <sub>20-22</sub>	391	19,7	53	95,0	86,4	$\frac{286}{1}$	32,9	41	88,5	85,7
<b>Средняя по опыту</b>		<b>334,4</b>	<b>25,9</b>	<b>38,1</b>	<b>92,1</b>	<b>88,7</b>	<b>247,3</b>	<b>29,4</b>	<b>30,1</b>	<b>87,8</b>	<b>87,8</b>

Примечание – \*В числителе – всего сорняков, в знаменателе – в т.ч. многолетних.

2 и 236–286 шт./м<sup>2</sup> – в ротации 3. Кроме того следует отметить, что в ротации 2010–2012 гг. в вариантах с весновспашкой и поздней пахотой отмечено наличие многолетнего сорняка – осота полевого. Также высокий уровень засоренности посевов ячменя с подсевом клевера перед проведением химпрополки как во 2-й, так и в 3-й ротации, был в варианте с мелкой обработкой почвы – 343 и 289 шт./м<sup>2</sup>. Во второй половине вегетационного периода в опытах появлялась вторая волна сорняков: мятлики однолетних, сушеница топяная, фиалка полевая. Но эти сорные виды являются растениями нижнего порядка и не наносят вреда посевам ячменя. Сравнение средней засоренности посевов ячменя с подсевом клевера перед проведением химпрополки свидетельствует о тенденции к снижению этого показателя между ротациями с 334,4 до 247,3 шт./м<sup>2</sup>, что указывает на улучшение фитосанитарного состояния изучаемого плодосменного севооборота за семилетний период. Также необходимо отметить, что за ротацию севооборота на момент учета исходной засоренности благоприятная динамика фитосанитарного состояния посевов ячменя с подсевом клевера по отношению к вспашке была получена в вариантах с чизелеванием, комбинированной обработкой (чередование через год вспашки и дискования), а также на фоне рыхления почвы агрегатом типа «параплау» (ПРПВ-5-50В). В этих вариантах исходная засоренность посевов была на уровне вспашки – 298–309 шт./м<sup>2</sup>. В дальнейшем применение гербицида Базагран М (3,0 л/га) обеспечило высокий сорочистительный эффект практически до уборки ячменя.

### Выводы

1. На дерново-подзолистых средне- и высококультурных супесчаных почвах под возделываемый после стерневого предшественника ячмень с подсевом клевера ежегодную вспашку можно заменить на:
  - мелкую (на глубину 10–12 см) обработку бесшумно либо в системе комбинированной обработки (чередование со вспашкой через год) с применением дисковых борон типа БДТ, дисковаторов типа АДН;

– безотвальную глубокую (на глубину 18–20 см) обработку чизельными культиваторами типа КЧ, КНЧ, КЧД.

2. Поздний (вторая половина октября) срок проведения зяблевой вспашки, а также перенос вспашки на весенний период приводит к снижению урожайности ячменя с подсевом клевера на 4,2–10,1 %. Увеличение времени применения обработок с нарушением агротехнических сроков их проведения приводит к усугублению негативного влияния на урожай зерна ячменя.

3. Плотность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в верхней части пахотного слоя (0–10 см) практически не зависит от способа ее обработки. Увеличение плотности нижней части пахотного горизонта отмечается при мелком бесшумном дисковании.

4. Комбинированные системы обработки почвы, основанные на чередовании через год вспашки и безотвальных обработок по сравнению с ежегодной вспашкой, не увеличивают исходную засоренность посевов ячменя с подсевом клевера. Повышение этого показателя наблюдается в вариантах со вспашкой в поздний осенний период или весной, а также с мелкой обработкой почвы с применением дисковаторов и дисковых борон. Безотвальные технологии обработки почвы, основанные на использовании чизельных культиваторов, при применении гербицидов широкого спектра действия не приводят к увеличению засоренности посевов.

### Литература

1. Совершенствование систем основной обработки легкосуглинистой почвы в севообороте / Н.Г. Бачило [и др.] // Земледелие и растениеводство: сб. науч. тр. / БелНИИЗиК. – Жодино, 1999. – Вып. 36. – С. 53–59.
2. Нагорский, И.С. Снижение ресурсопотребления и повышение качества обработки почвы на основе использования новых комбинированных почвообрабатывающих машин / И.С. Нагорский, В.В. Азаренко // Роль адаптивной интенсификации земледелия в повышении эффективности аграрного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 1998 г.– Жодино, 1998. – Т. 1. – С. 250–256.
3. Пупонин, А.И. Действие систем минимальной обработки почвы и гербицидов на засоренность посевов и урожайность сельскохозяйственных культур / А.И. Пупонин // Известия ТСХА. – 1998. – Вып. 5. – С. 10–19.



4. Романюк, Г. Влияние систем основной обработки почвы на засоренность ячменя с подсевом клевера в севообороте / Г. Романюк, Г. Симченков, Д. Симченков // Борьба с сорняками в Балтийском регионе: труды междунар. конф. гербологов, Елгава, 1997 г. – Елгава, 1997. – С. 167–172.
5. Рекомендации по применению минимальной (ресурсосберегающей) обработки почв в Республике Беларусь / Ф. И. Привалов [и др.]; РУП

- «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2011. – 20 с.
6. Симченков, Д.Г. Сравнительная эффективность отвальной и безотвальной систем основной обработки почвы под ячмень с подсевом клевера / Д.Г. Симченков, Н.Г. Мурашко, А.П. Гвоздов // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / ИЗИС. – Минск, 2006. – Вып. 42. – С. 38–42.

УДК 633.854.78 : 631.51

## **ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И МУЛЬЧИРОВАНИЯ ПОЖНИВНЫМИ ОСТАТКАМИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОТКОРОТАЦИОННОГО СЕВООБОРОТА**

А.И. Цилюрик, доктор с.-х. наук  
Институт сельского хозяйства степной зоны, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 23.04.2015 г.)

*Представлены результаты исследований по влиянию различных систем обработки почвы (отвальная, дифференцированная, мелкая – мульчирующая) и удобрений в короткоротационном зернопаропропашном севообороте на показатели запасов продуктивной влаги в почве, засорённость, его продуктивность и экономическую эффективность выращивания полевых культур.*

*The presents results of studies on the effect of different tillage systems (plowing, differentiated, mulching shallow tillage) and fertilizers in crop shot rotation corn-fallow-rowcrop performance of stocks productive moisture in the soil, weeding, its productivity and economic efficiency of cultivation field crops.*

### **Введение**

В различных почвенно-климатических условиях Украины продуктивность севооборотов, по мнению И.С. Годуляна [1], является основным показателем их рационального использования, целесообразности и эффективности. Продуктивность зависит от взаимодействия многих факторов: погодных условий, типа почвы, плодородия, внесенных удобрений, набора полевых культур и их чередования, технологии выращивания, системы обработки почвы [2–5]. Совокупное действие различных факторов, особенно систем обработки почвы и мульчирования, на продуктивность севооборотов изучено недостаточно. Но не вызывает сомнения тот факт, что основной путь повышения продуктивности севооборота заключается в насыщении высокоурожайными зерновыми культурами при условии сохранения плодородия почв, экономии энергетических и материальных ресурсов, стабильности экологической ситуации в целом.

В современных условиях хозяйствования наиболее рациональной является самовосстанавливающая система земледелия с привлечением нетрадиционных источников минерального питания растений, а именно, использование послеуборочных пожнивных остатков предшественника, которые обеспечивают процесс расширенного воспроизводства плодородия и восстановления природного почвообразования черноземов в агроценозах. Управление растительными остатками и распределение их на поверхности поля регулируется, прежде всего, усовершенствованием способов и систем основной обработки почвы, которые являются фундаментальным аспектом любой технологии выращивания полевых культур в различных системах земледелия [6–7].

Главная цель работы заключалась в научной разработке приемов и систем обработки почвы, направленных на улучшение показателей водного режима, фитосанитарного состояния посевов, восстановления плодородия чернозема и повышения продуктивности севооборота при минимальных материально-технических затратах.

### **Методы и условия проведения исследований**

Экспериментальную часть работы проводили в 2011–2014 г. в соответствии с общепринятой методикой опыт-

ного дела в долгосрочном стационарном опыте Института сельского хозяйства степной зоны (Днепропетровская область).

Схема стационарного опыта включала пятипольный зернопаропропашной севооборот: чистый пар – пшеница озимая – подсолнечник – ячмень яровой – кукуруза на зерно. В севообороте изучали эффективность систем отвальной, дифференцированной и мелкой (мульчирующей) обработки почвы. Механическую обработку проводили следующим орудиями: 1 – отвальная вспашка плугом ПО-3-35 на глубину 20–22 см под ячмень яровой и подсолнечник, 23–25 см – под кукурузу, 25–27 см – под черный пар (осенью); 2 – чизелевание канадским чизель-культиватором Conser Till Plow на глубину 14–16 см под подсолнечник и ячмень яровой (осенью); 3 – дискование дисковой бороной БДТ-3 на глубину 10–12 см под ячмень яровой и чистый пар (осенью); 4 – плоскорезное рыхление комбинированным агрегатом КШУ-5,6 «Резидент» или КР-4,5 на глубину 14–16 см под кукурузу (осенью) и 12–14 см – под подсолнечник (осенью) и в раннем пару (весной). Опыт включал три фона удобрения: 1 – послеуборочные остатки (без внесения минеральных удобрений); 2 – послеуборочные остатки +  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ; 3 – послеуборочные остатки +  $N_{60}P_{30}K_{30}$ . Агротехника выращивания полевых культур общепринятая для зоны северной Степи Украины. Опыт заложен в трехкратной повторности, общая площадь посевного участка – 330 м<sup>2</sup>, учетного – 100 м<sup>2</sup>. Запасы продуктивной влаги в полях севооборота определяли термостатно-весовым методом, засорённость посевов – количественным, весовым методами и по видам сорных растений, учёт урожая – методом прямого обмолота деленок с последующим перерасчётом на 100 % чистоту и 14 % влажность зерна.

Почва опытного участка – чернозём обычный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в слое 0–30 см – 4,2 %, нитратного азота – 13,2, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) – 145 и 115 мг/кг, соответственно.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Согласно полученным результатам исследований, уровень аккумуляции осадков почвой за осенне-зимний период под различными культурами отличался и зависел

от способов основной обработки почвы, погодных условий, состояния поверхности поля, остаточных запасов воды, технологических приемов. Выявлена тенденция к повышению запасов продуктивной влаги весной при мелкой (мульчирующей) и дифференцированной системе обработки почвы на 7,1–8,5 и 3,2 мм, соответственно, по сравнению с отвальной вспашкой. Это объясняется наличием мульчи в полях севооборота, которая способствует накоплению снега в холодный период, а также защищает поверхность почвы от физического испарения. Особенно эффективно применение чизельной (консервирующей) обработки почвы, в составе дифференцированной и мелкой (мульчирующей) систем, что способствует увеличению накопления влаги на 91,0–179,0 м<sup>3</sup>/га в осенне-зимний период за счет волнистого нанорельефа и наличия растительных остатков предшествующих культур, особенно в теплые малоснежные зимы.

Важное значение в северной Степи Украины имеет чистый пар, который независимо от способов обработки почвы на время сева пшеницы озимой обеспечивает почти полное восстановление ресурсов почвенной влаги (151,7–180,7 мм). Даже при отсутствии дождей во время весенне-летней вегетации растений это гарантирует получение устойчивого урожая зерна и позволяет избежать пагубного влияния засухи. Чистый пар также регулирует водный режим в короткороционном севообороте в целом, восстанавливая запасы продуктивной влаги после полевых культур, которые обладают способностью пересушивать полутораметровый слой почвы (например, подсолнечник). Использование раннего пара в Степи обеспечивает увеличение коэффициента усвоения осадков в корнеактивном слое почвы (0–150 см) по сравнению со вспашкой и чизелеванием в среднем на 105–131 м<sup>3</sup>/га за счет послеуборочных пожнивных остатков предшественника, которые способствуют более раннему и равномерному накоплению снега.

Проведенными исследованиями в стационарном опыте установлено, что способы и системы основной обработки почвы под полевые культуры существенно влияли на засорённость полей севооборота. На чистом пару наименьшее количество сорняков было характерно для вариантов отвальной вспашки (104,2 шт./м<sup>2</sup>), наибольшее – для дискового (131,3 шт./м<sup>2</sup>) и плоскорезного рыхления при возделывании раннего пара (131,8 шт./м<sup>2</sup>), которое проводилось весной. Суммарная масса уничтоженной растительности (воздушно-сухое состояние) равнялась, соответственно, 20,1; 28,9 и 36,3 г/м<sup>2</sup>.

Засорённость пшеницы озимой по отвальной обработке составляла 4,2 шт./м<sup>2</sup> (3,3 г/м<sup>2</sup>), по дискованию – 13,2 шт./м<sup>2</sup> (5,5 г/м<sup>2</sup>), весенней плоскорезной обработке (ранний пар) – 13,8 шт./м<sup>2</sup> (8,8 г/м<sup>2</sup>). Использование дисковой и плоскорезной обработки (ранний пар) способствовало повышению количества сорняков в 3 раза. Такие же закономерности отмечены и в посевах ячменя ярового, засорённость которого в фазе колошения возрастала по восходящей: отвальная система (3,2–5,6 шт./м<sup>2</sup>) – дифференцированная (4,4–7,0 шт./м<sup>2</sup>) – мелкая мульчирующая (6,4–11,6 шт./м<sup>2</sup>).

Способы основной обработки почвы оказали также значительное влияние на засорённость посевов пропашных культур (подсолнечник, кукуруза). В посевах подсолнечника минимальное количество и масса сорняков были характерны для отвальной – 2,2–4,0 шт./м<sup>2</sup> (2,5–3,3 г/м<sup>2</sup>) и дифференцированной – 3,6–6,4 шт./м<sup>2</sup> (5,4–10,1 г/м<sup>2</sup>) систем обработки почвы. Выявлена тенденция роста засорённости при использовании мелкой (мульчирующей) системы до 6,5 шт./м<sup>2</sup> (10,4 г/м<sup>2</sup>).

Такие же закономерности выявлены и в посевах кукурузы, а именно рост засорённости по восходящей: отвальная – 9,6–12,6 шт./м<sup>2</sup> (2,5–2,9 г/м<sup>2</sup>), дифференци-

рованная – 9,0–10,2 шт./м<sup>2</sup> (2,8–3,4 г/м<sup>2</sup>), мелкая (мульчирующая) – 13,1–15,6 шт./м<sup>2</sup> (3,3–5,0 г/м<sup>2</sup>). Наименьшие количественные и весовые показатели были характерны для дифференцированной и отвальной систем обработки почвы. Применение мелкой (мульчирующей) обработки способствовало росту засорённости посевов подсолнечника и кукурузы в 1,4–1,8 раза из-за высокой локализации семян сорняков в верхних слоях почвы.

Вышеперечисленные факторы в конечном итоге определяли величину урожаев полевых культур в стационарном опыте. Согласно результатам исследований, урожай зерна пшеницы озимой по системам обработки почвы в севообороте был практически одинаковым: отвальная – 4,84–5,10 т/га, дифференцированная – 4,89–5,25, мелкая (мульчирующая) – 4,82–5,25 т/га на разных фонах питания (таблица).

Отмечена тенденция к снижению урожая зерна на удобренных вариантах отвальной вспашки по сравнению с дискованием (дифференцированная система) и плоскорезным рыхлением (мелкая – мульчирующая система) в раннем пару, особенно в 2013 и 2014 гг. Это объясняется почти полным полеганием растений пшеницы в фазе налива зерна, а как следствие – потеря части урожая при уборке. Поэтому в благоприятные для пшеницы озимой годы (2013, 2014 гг.) при использовании отвальной вспашки под чистый пар необходимо уменьшать подкормки растений азотными удобрениями с целью предотвращения полегания или в лучшем случае использовать ретарданты.

Следует также отметить аномально засушливый 2012 г., когда пшеница озимая сформировала низкий, учитывая качество предшественника, урожай зерна (2,22–2,69 т/га). Более продуктивной (2,52–2,69 т/га) при этих условиях оказалась пшеница, которая выращивалась по отвальной обработке почвы. Это обусловлено, на наш взгляд, лучшим питательным режимом и агрофизическим состоянием верхнего слоя почвы (0–10 см) на время сева озими и меньшей засорённостью агрофитоценоза. Почти не уступала глубокой вспашке по уровню урожая зерна (разница в пределах ошибки опыта) в жестких засушливых условиях 2012 г. мелкая дисковая обработка почвы в отличие от весеннего плоскорезного рыхления, где получен более низкий по сравнению с контролем (вспашка) урожай основной продукции (2,22–2,43 т/га). Максимальное снижение продуктивности посевов по раннему пару наблюдалось на природном (не удобренном) фоне, что позволяет предположить вероятность негативного воздействия здесь на рост и развитие растений других факторов (питательный режим почвы, фитотоксичность пожнивных остатков и т.д.).

Применение минеральных удобрений (N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>) на пшенице в среднем за 4 года при отвальной вспашке (25–27 см) способствовало получению дополнительно 0,27 т/га, дисковании (10–12 см) – 0,35, плоскорезном весеннем рыхлении почвы (ранний пар) (12–14 см) – 0,37 т/га зерна, от внесения N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> – 0,26; 0,36 и 0,43 т/га, соответственно (таблица). Высокие прибавки урожая зерна, независимо от удобрения, были получены по плоскорезной обработке раннего пара и по дискованию или на участках, которые характеризуются худшими условиями питательного режима.

По воздействию на урожайность ячменя ярового система мелкой мульчирующей обработки уступала дифференцированной в зависимости от фона удобрений на 0,21–0,22 т/га и отвальной – на 0,19–0,40 т/га (таблица). Из возможных причин этого явления наиболее вероятными являются увеличение засорённости посевов по дискованию в системе мелкой (мульчирующей) обработки, а также переувлажнение здесь посевного слоя и наличие значительного количества листостебельной массы пред-

шественника (подсолнечник) на поле. Более полное перемешивание растительного субстрата предшественника в сочетании с быстрым прогревом поверхностного слоя почвы весной на отвальной вспашке (отвальная система) и чизелевании (дифференцированная система) создают лучшие исходные условия для жизнедеятельности микробных популяций и высвобождению иммобилизованных минеральных соединений в почвенный раствор [8]. Так, например, по состоянию на 10.05.2011 г. (не удобренный фон, начало фазы кущения растений) разница в содержании нитратов между вариантами дисковой и отвальной обработки в пользу последней для слоя 0–10 см составила 3,7 мг/кг (20,6 %), для слоя 0–30 см – 2,8 мг/кг (17,9 %). На удобренных участках расхождения в указанных показателях нивелируются. Аналогичная закономерность отмечена и в отношении содержания подвижных форм фосфора и калия в почве. Чизельная обработка почвы в этом отношении занимала промежуточное положение.

Что касается эффективности минеральных удобрений под ячмень яровой, то в вариантах опыта наблюдалась обратная зависимость. От применения  $N_{30}P_{30}K_{30}$  под предпосевную культивацию на отвальной системе обработки дополнительно получено 0,33, дифференцированной – 0,46, мелкой (мульчирующей) – 0,47 т/га зерна. Внесение двойной дозы азота в составе полного минерального удобрения ( $N_{60}P_{30}K_{30}$ ) по сравнению с рекомендованной нормой ( $N_{30}P_{30}K_{30}$ ) оказалось также наиболее эффективным в системе мелкой мульчирующей обработки на фоне дискования, где обеспечило дополнительную урожайность на уровне 0,74 т/га зерна.

Следует также отметить уровень урожая ячменя ярового в аномально засушливом 2012 г. При неблагоприятных условиях увлажнения дисковая обработка почвы (мелкая – мульчирующая система) почти не уступала отвальной вспашке, а чизельная (дифференцированная система) даже превзошла последнюю на удобренных участках (на 0,05–0,09 т/га). Из возможных причин этого явления наиболее вероятно лучшая влагообеспеченность посевов на мульчирующих вариантах за счет боль-

шого накопления влаги в почве в течение осенне-зимнего периода и меньшее испарение ее весной и летом.

Посевы кукурузы формировали высокие показатели урожайности после вспашки при разных фонах питания в пределах 4,89–5,61 и 4,84–5,55 т/га зерна на отвальной и дифференцированной системах обработки почвы, соответственно (таблица). Применение плоскорезной обработки (мелкая – мульчирующая система) давало невысокое снижение урожая зерна – на 0,02–0,07 т/га (0,4–1,4 %). В общем, при низкой разнице в урожае и сравнительно высоком уровне урожая зерна в засушливых условиях Степи (4,82–5,61 т/га) можно утверждать о равноценности исследуемых способов и систем обработки почвы. Этому во многом способствовало строгое соблюдение технологического регламента выращивания зерновой культуры и высокий уровень земледелия в исследуемом севообороте.

В аномально засушливом 2012 г. получены низкие показатели урожая зерна кукурузы. Они снижались до уровня 1,77–2,55 т/га, сохраняя при этом вышеуказанную закономерность, а именно снижение урожайности на 0,06–0,29 т/га (3,3–11,4 %) при применении плоскорезной обработки.

Применение минеральных удобрений в дозе  $N_{30}P_{30}K_{30}$  вместе с послеуборочными пожнивными остатками предшественника дает возможность дополнительно получить прирост урожая зерна кукурузы при использовании отвальной и дифференцированной систем обработки в пределах 0,42–0,43 т/га (8,0–8,1 %), плоскорезного рыхления при мелкой (мульчирующей) системе – 0,44 т/га (8,4 %). Повышение дозы азотных удобрений в 2 раза ( $N_{60}P_{30}K_{30}$ ) способствовало увеличению прироста урожая зерна на 0,71–0,72 т/га (12,8–13,4 %) и 0,76 т/га (13,6 %), соответственно.

Внесение дополнительного азота ( $N_{60}P_{30}K_{30}$ ) на кукурузе обеспечило несколько большую отдачу урожаем зерна в системе мелкой (мульчирующей) обработки почвы, что связано с лучшей влагообеспеченностью растений и нормированием процессов мобилизации подвижных соединений макроэлементов при привлечении в

#### Влияние систем основной обработки почвы и удобрений на продуктивность зернопаропропашного севооборота (среднее, 2011–2014 гг.)

Культура, показатели продуктивности	Системы обработки почвы и удобрений в севообороте*								
	отвальная			дифференцированная			мелкая (мульчирующая)		
	после-уборочные остатки	после-уборочные остатки + $N_{24}P_{18}K_{18}$	после-уборочные остатки + $N_{48}P_{18}K_{18}$	после-уборочные остатки	после-уборочные остатки + $N_{24}P_{18}K_{18}$	после-уборочные остатки + $N_{48}P_{18}K_{18}$	после-уборочные остатки	после-уборочные остатки + $N_{24}P_{18}K_{18}$	после-уборочные остатки + $N_{48}P_{18}K_{18}$
<b>Урожайность, т/га</b>									
Чистый пар	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Пшеница озимая	4,84	5,11	5,10	4,89	5,24	5,25	4,82	5,19	5,25
Подсолнечник	2,37	2,53	2,66	2,24	2,53	2,68	2,30	2,57	2,73
Ячмень яровой	2,80	3,13	3,33	2,62	3,08	3,35	2,40	2,87	3,14
Кукуруза	4,89	5,32	5,61	4,84	5,26	5,55	4,82	5,26	5,58
<b>Получено на 1 га севооборотной площади, т</b>									
Всего зерна	2,50	2,71	2,80	2,47	2,71	2,83	2,40	2,66	2,79
в том числе пшеницы озимой	0,97	1,02	1,02	0,98	1,04	1,05	0,96	1,03	1,05
Фуражного зерна	1,54	1,69	1,78	1,49	1,66	1,78	1,44	1,62	1,74
Урожайность зерновых	4,17	4,52	4,68	4,11	4,52	4,71	4,01	4,44	4,65
Выход кормовых единиц	3,57	3,80	3,98	3,54	3,79	3,99	3,35	3,65	3,92
Выход переваримого протеина	0,40	0,42	0,44	0,38	0,42	0,44	0,37	0,41	0,44
Выход зерновых единиц	3,36	3,57	3,72	3,25	3,56	3,74	3,18	3,47	3,69

Примечание – \*Показано среднее, суммарное количество удобрений в севообороте на один гектар севооборотной площади.



круговорот большого количества пожнивных растительных остатков.

В посевах подсолнечника отмечена равноценность разных способов и систем обработки почвы (2,24–2,73 т/га) с небольшой тенденцией к повышению урожайности при чизелевании на удобренном фоне  $N_{30-60}P_{30}K_{30}$  – 0,04–0,07 т/га (1,6–2,6 %) в системе мелкой мульчирующей обработки (таблица).

При анализе урожая подсолнечника следует выделить аномально засушливый 2012 г., который характеризовался ограниченными весенними запасами продуктивной влаги в почве (126–138 мм в слое 0–150 см) и засушливыми условиями на протяжении апреля–июля, что в конечном итоге привело к формированию сравнительно низкой урожайности (1,86–2,35 т/га семян). Прирост урожая семян от удобрений в среднем за четыре года исследований превышал наименьшую существенную разницу и составлял на фоне  $N_{30}P_{30}K_{30}$  при отвальной системе обработки 0,16 т/га (6,3 %), дифференцированной – 0,29 т/га (11,5 %), мелко мульчирующем рыхлении почвы – 0,27 т/га (10,5 %), а при внесении  $N_{60}P_{30}K_{30}$ , соответственно, 0,29; 0,44 и 0,43 т/га или 10,9; 16,4 и 15,8 %.

Высокие показатели прибавки урожая от внесения удобрений по дифференцированной и мульчирующей системам обработки почвы объясняются, в первую очередь, несколько худшим питательным режимом по сравнению с отвальной вспашкой и нормированием процессов мобилизации подвижных соединений макроэлементов при привлечении в круговорот большого количества пожнивных растительных остатков с внесением умеренных доз удобрений ( $N_{30-60}P_{30}K_{30}$ ).

Сформированный урожай полевых культур в целом определял продуктивность зернопаропропашного севооборота, которая больше зависела от дозы внесения минеральных удобрений, чем от обработки почвы. Системы основной обработки почвы на удобренных минеральными удобрениями участках вместе с пожнивными остатками оказались равноценными по всем показателям продуктивности: выход зерна (2,66–2,79 т/га), зерновых единиц (3,47–3,74 т/га), кормовых единиц (3,65–3,99 т/га) и переваримого протеина (0,41–0,44 т/га) на 1 га севооборотной площади с небольшой тенденцией к снижению показателей по мелкой (мульчирующей) системе обработки. В варианте с пожнивными остатками без минеральных удобрений преимущество по всем показателям продуктивности имели отвальная и дифференцированная системы обработки почвы вследствие лучшего питательного режима. Выход зерна по отвальной вспашке был выше на 0,10 т/га (4,0 %), зерновых единиц – 0,18 (5,4 %), кормовых единиц – 0,22 (6,2 %), переваримого протеина – 0,03 т/га севооборотной площади (7,5 %) по сравнению с мелкой мульчирующей системой (таблица).

Внесенные минеральные удобрения в умеренных дозах ( $N_{24}P_{18}K_{18}$ ,  $N_{48}P_{18}K_{18}$  в среднем на 1 га севооборотной площади) вместе с пожнивными остатками существенно повышали продуктивность севооборота в целом. Максимальная прибавка выхода зерна от применения  $N_{48}P_{18}K_{18}$  при отвальной системе обработки составила 0,30 (10,7 %), зерновых единиц – 0,36 (9,7 %), кормовых единиц – 0,41 (10,3 %), переваримого протеина – 0,04 (9,1 %) т/га севооборотной площади. Применение  $N_{48}P_{18}K_{18}$  при дифференцированной системе обработки повышало выход зерна на 0,36 (12,7 %), зерновых единиц – 0,49 (13,1 %), кормовых единиц – 0,45 (11,3 %), переваримого протеина – 0,06 (13,6 %) т/га севооборотной площади. Использование  $N_{48}P_{18}K_{18}$  в севообороте при мелкой (мульчирующей) системе обработки давало прибавку выхода зерна на 0,39 (14,0 %), зерновых единиц – 0,51 (13,8 %), кормовых единиц – 0,57 (14,5 %), переваримого протеина – 0,07 (15,9 %) т/га севооборотной площади. Соглас-

но результатам исследований, высокие прибавки от минеральных удобрений по показателям продуктивности были характерны для мелкого (мульчирующего) фона с характерным более жестким питательным режимом. Внесенные здесь минеральные удобрения в умеренных дозах повышают продуктивность севооборота больше чем на 14 % по сравнению с отвальной системой обработки с лучшими исходными условиями минерального питания.

Согласно расчетам экономической эффективности, увеличение производственных затрат по глубокой вспашке не всегда окупается должным ростом уровня урожайности, что отрицательно сказывается на показателях себестоимости и уровне рентабельности производства продукции. Использование альтернативных способов основной обработки почвы под пшеницу озимую (дискование, чизелевание, плоскорезное рыхление в раннем пару) и ячмень (дискование, чизелевание) позволяет оптимизировать эксплуатационные расходы на обработку почвы. В частности, обеспечить экономию топливно-энергетических ресурсов при использовании чизелевания на 7,0–8,3 л/га, плоскорезного рыхления – 17,4–22,1, дискования – 15,7–17,6 л/га, что в конечном итоге положительно сказывается на росте условной чистой прибыли и уровне рентабельности производства зерна до 81,3–121,0 %.

Минимизация обработки почвы при выращивании пропашных культур (подсолнечник, кукуруза) позволяет существенно сократить затраты на топливно-энергетические ресурсы: при чизелевании – на 8,3 л/га, плоскорезном рыхлении – 13,8–14,8 л/га, что в конечном итоге способствует росту прибыли и уровня рентабельности производства на 6–13 %. Внесение минеральных удобрений в умеренных дозах ( $N_{30-60}P_{30}K_{30}$ ) не всегда окупалось дополнительным приростом урожая зерна кукурузы и семян подсолнечника, себестоимость которых значительно возрастала.

## Выводы

1. По воздействию на урожайность пшеницы озимой, кукурузы и подсолнечника различные системы обработки почвы (отвальная, дифференцированная, мелкая (мульчирующая)) в короткороционном севообороте оказались практически равноценными за исключением ячменя ярового, где система мелкой (мульчирующей) обработки уступала дифференцированной в зависимости от фона удобрения на 0,21–0,22 т/га и отвальной – на 0,19–0,40 т/га за счет увеличения засоренности посевов на дисковании, а также наличия значительного количества падалицы и листостебельной массы предшественника (подсолнечник) на поле.

2. Применение различных систем обработки почвы (отвальная, дифференцированная, мелкая – мульчирующая) в зернопаропропашном севообороте по показателям продуктивности было практически равноценным, кроме вариантов без внесения минеральных удобрений, где мелкая (мульчирующая) система уступала дифференцированной и отвальной на 4,0–6,2 %. Использование минеральных удобрений в умеренных дозах значительно повышало показатели продуктивности севооборота на 9,1–13,6 %, особенно в системе мелкой (мульчирующей) обработки почвы с более жесткими исходными условиями минерального питания растений, где они возрастают и превышают 14,0 %.

3. Минимизация обработки почвы при выращивании полевых культур позволяет оптимизировать эксплуатационные расходы на её проведение, в частности, обеспечить экономию топливно-энергетических ресурсов при использовании чизелевания на 7,0–8,3 л/га, плоскорезного рыхления – 13,8–22,1, дискования – 15,7–17,6 л/га, что в конечном итоге положительно сказывается на росте ус-

ловной чистой прибыли и уровне рентабельности производства зерна и семян до 81,3–121,0%.

#### Литература

1. Годулян, И.С. Озимая пшеница в севооборотах / И.С. Годулян. – Днепропетровск: Проминь, 1974. – 176 с.
2. Сівозміни у землеробстві України. / За ред. В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. – К.: Аграрна наука, 2002. – 146 с.
3. Патик, С.М. Ефективність короткоротаційних польових сівозмін в умовах Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.01 – “Загальне землеробство” / С.М. Патик. – К., 2009. – 19 с.
4. Кошкин, П.Д. Обработка почвы и продуктивность пашни / П.Д. Кошкин // Земледелие. – 1990. – №8. – С. 40–41.
5. Чайкин, П. Оценка продуктивности интенсивных севооборотов / П. Чайкин, З. Погосов // Экономика сельского хозяйства. – 1984. – №1. – С. 89–90.
6. Сайко, В.Ф. Системи обробітки ґрунту в Україні / В.Ф. Сайко, А.М. Малієнко. – К.: ВД “ЕМКО”, 2007. – 44 с.
7. Лебідь, Є.М. Відтворення родючості чорноземів та продуктивність короткоротаційних сівозмін степу залежно від системи мульчувального обробітки ґрунту / Є.М. Лебідь, О.І. Циліорик // Бюлетень ІСГСЗ НААН України. – 2014. – №6. – С. 8–14.
8. Циліорик, О.І. Чизельний обробіток ґрунту під ячмінь ярий в північному Степу / О.І. Циліорик, А.Г. Горобець, В.П. Шапка // Бюлетень ІСГСЗ НААН України. – 2013. – № 4 – С. 14–17.

УДК 631.51:631.432

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ НА ЕЕ АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Т.Б. Зведенюк, кандидат с.-х. наук, Н.Е. Борис, аспирант  
Институт земледелия НААН, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 08.04.2015 г.)

На основании исследований в стационарном опыте установлено, что длительная безотвальная обработка сопровождается увеличением плотности сложения серой лесной почвы в слое 10–30 см. Это влияет на поглощение влаги в осенне-зимний период и при ливнях в весенне-летний период, что сопровождается непродуктивными потерями влаги и в итоге снижением урожая. Уплотнение 10–30 см слоя почвы при длительном применении безотвальных обработок обуславливало снижение продуктивности культур севооборота в среднем на 6–7%.

#### Введение

Плотность сложения является одним из основных показателей агрофизических свойств почвы, которая изменяется в процессе её механической обработки. Плотность сложения почвы определяет водный, воздушный и температурный режимы, а также биологическую активность. Для определения эффективности способов основной обработки и выбора наиболее рационального из них была поставлена цель исследований – определить влияние длительного применения отвальных и безотвальных способов основной обработки почвы на основные агрофизические показатели и продуктивность кукурузы на зерно при заделке побочной продукции предшественника на удобрение.

#### Материалы и методы исследований

Влияние способов основной обработки почвы на её водно-физические свойства изучали в стационарном опыте Национального научного центра «Институт земледелия НААН», что в опытном хозяйстве «Чабаны» Киевской области. Опыт заложен в 1969 г. на серой лесной крупнопылевой легкой суглинистой почве с низким содержанием гумуса – 1,28–1,30 %, фосфора – 7,1–7,9 и калия – 7,0–8,3 мг/100 г почвы (по Кирсанову). Реакция почвенного раствора – слабокислая,  $pH_{KCl}$  – 5,1–5,2.

Стационарный опыт представляет собой четырёхпольный зерновой севооборот со следующим чередованием культур: соя – пшеница озимая – кукуруза на зерно – ячмень яровой. Площадь учётного участка – 120 м<sup>2</sup>, повторность – трехкратная. Исследования проводили в период 2013–2014 гг. в звене пшеница озимая – кукуруза на зерно в вариантах постоянной вспашки и плоскорезной обработки на 28–30 см, дифференцированной обработки с дискованием под пшеницу озимую на 10–12 см и чизелеванием под кукурузу на 43–45 см и длительного дискования под все культуры на 10–12 см.

Based on research in the stationary experiment found that usage of prolonged subsurface soil tillage methods come amid increasing of density in the 10–30 cm layer of soil, which affects the absorption of moisture soil in the autumn-winter period and during the showers rain, it's come amid unproductive moisture loss and as a result – decrease of yield. Soil panning lead to using of subsurface tillages causes of decrease of crops yield for 6–7%.

Минеральные удобрения вносили из расчета  $N_{70}P_{58}K_{68}$  кг/га севооборотной площади на фоне заделки всей побочной продукции культур севооборота. Поступление в почву органической массы рассчитывали на основе данных урожайности культур по методике С.А. Балюка и сотрудников [1]. Плотность почвы определяли согласно ДСТУ ISO 11272-2001 [5], твердость – ДСТУ 5096-2008 [6], влажность – ДСТУ ISO 11465-2001 [7].

Погодные условия в период проведения исследований были удовлетворительными для роста и развития культур. Количество осадков в осенне-зимний период составляло в 2013 г. – 214 мм, 2014 г. – 274 мм. В период вегетации кукурузы количество осадков составляло в 2013 г. – 409 мм, в 2014 г. – 368 мм.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Исследованиями сотрудников отдела обработки почвы и борьбы с сорняками Института земледелия НААН [2, 3], проведёнными в этом же стационаре, определено, что максимальная продуктивность кукурузы достигается при плотности сложения обрабатываемого слоя почвы 1,10–1,36 г/см<sup>3</sup>.

Анализ данных по динамике плотности серой лесной почвы показывает, что рыхлящее действие обработки сохраняется непродолжительное время. К началу весенней вегетации, при всех способах обработки, почва уплотняется до величины, близкой к равновесной плотности. При безотвальных способах обработки наблюдается уменьшение плотности почвы в верхнем 0–10 см слое и одновременное её увеличение в нижнем 10–30 см слое.

Динамика плотности почвы под пшеницей озимой подтверждает эту закономерность. Так, при вспашке плотность сложения почвы во время всходов в слое 0–10 см была 1,42 г/см<sup>3</sup>, в нижних слоях она увеличивалась до 1,48 г/см<sup>3</sup> (таблица 1). При дисковой обработке на время всходов культуры плотность сложения почвы в верхнем

слое была ниже на 0,15 г/см<sup>3</sup>. В слое 10–30 см плотность слоения составляла 1,54 г/см<sup>3</sup>, а на время уборки урожая уплотнялась до 1,67 г/см<sup>3</sup>, что, согласно данным А.А. Роде, является критическим и резко уменьшает скорость поглощения влаги почвой [4].

Под кукурузой после заделывания 9,39 т/га побочной продукции (солома и корневые остатки) пшеницы озимой наблюдали снижение плотности в обрабатываемом слое при всех способах обработки по сравнению с установленной в поле предшественника. Так, на время появления всходов кукурузы при вспашке плотность почвы в 0–30 см слое была на 0,10 г/см<sup>3</sup> ниже, чем в этом же варианте в поле предшественника. Динамика послойного изменения плотности при безотвальных обработках подтверждает ту же зависимость, что и в поле пшеницы озимой – уменьшение плотности в слое 0–10 см и ее увеличение до 1,52–1,53 г/см<sup>3</sup> в нижележащем слое. Однако степень выраженности этого явления несколько слабее из-за значительной массы органических остатков предшественника.

В основном, при всех способах обработки почвы плотность увеличивается с глубиной, но в большей степени при безотвальных обработках. Это вызвано особенностью распределения в обрабатываемом слое органической массы и корней, а также характера распределения в обрабатываемом слое растительных остатков.

Твердость почвы является не менее объективным показателем при характеристике её агрофизических свойств. Различия в показателях твердости на фонах различных приемов обработки наблюдались только при ее определении в период появления всходов культуры в слое почвы 10–30 см. В этот срок в поле кукурузы твердость 0–10 см слоя почвы при вспашке была несколько выше, чем при безотвальном рыхлении и составляла 2 кгс/см<sup>2</sup>. Близкой к этой величине она была и в слое 10–30 см. При безотвальных обработках наблюдалось значительное увеличение твердости в слое 0–30 см – до 5 кгс/см<sup>2</sup> в сравнении с ее показателями на фоне вспашки (рисунок).

Но такая разница между показателями твердости в слое 10–30 см сохранялась непродолжительное время, и к периоду цветения культуры по вспашке, чизелеванию и

плоскорезной обработке она практически выровнивалась. Только при мелкой обработке дисками твердость почвы была выше на 3 кгс/см<sup>2</sup>. В период полной зрелости зерна твердость почвы в 0–10 см слое независимо от способов обработки находилась на одном уровне, а в слое 0–30 см увеличивалась на 2 кгс/см<sup>2</sup> только при дисковании, что имело негативное влияние на процессы накопления влаги в почве и ее использование растениями.

Плотность слоения и твердость почвы оказывали влияние на накопление влаги как под пшеницей озимой, так и под кукурузой на зерно.

Запасы влаги под пшеницей озимой на время возобновления весенней вегетации были достаточными для роста и развития растений при всех способах обработки (таблица 2).

Определение запасов влаги на протяжении вегетации пшеницы озимой показало положительное влияние бесчизельной вспашки и дискования в системе дифференцированной обработки на ее содержание в 0–100 см слое почвы. В среднем за 2013–2014 гг. на этих фонах запасы влаги были на 14 и 23 % выше, чем при плоскорезном рыхлении и длительном дисковании, соответственно.

Перед уборкой пшеницы озимой запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы более высокими были при дифференцированной обработке и составляли 150 мм, а при вспашке – 130 мм, в частности в пахотном слое – 40,2 и 35,3 мм, соответственно (таблица 2).

Определением содержания влаги в период всходов кукурузы установлено положительное влияние глубокой вспашки и чизелевания на накопление влаги в метровом слое почвы за осенне-зимний период. Под вспашкой накопление влаги в этом слое было больше на 11,4 мм, чем при дисковании.

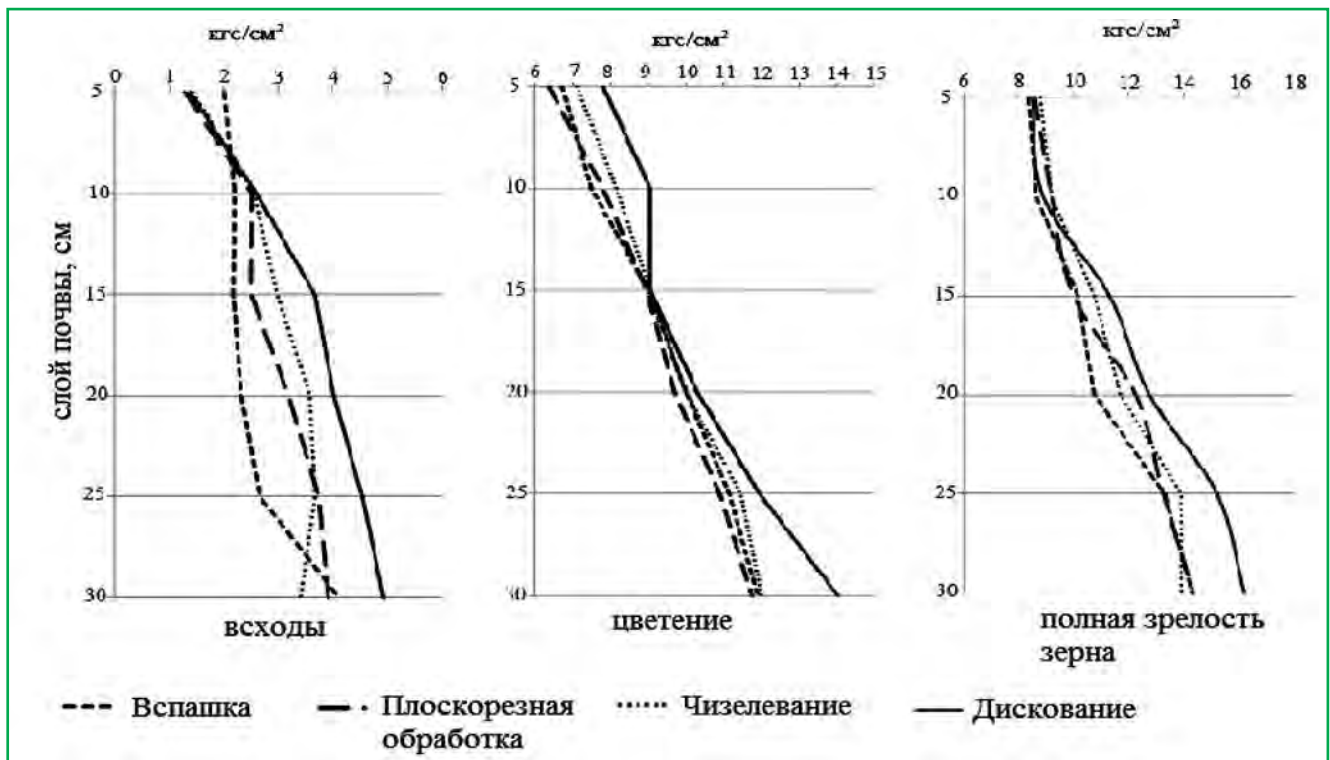
Чизелевание способствовало увеличению запасов влаги в почве на 16 мм в метровом слое и на 8,2 мм в пахотном слое по сравнению с контролем. Накопление влаги за осенне-зимний период было на уровне, характерном для вспашки.

При бесчизельном дисковании в связи с уплотнением 10–30 см слоя почвы и ухудшением инфильтрации влаги

**Таблица 1 – Плотность серой лесной почвы в поле пшеницы озимой и кукурузы на зерно в зависимости от систем основной обработки (2013–2014 гг.)**

Система основной обработки почвы	Слой почвы, см	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>							
		озимая пшеница				кукуруза на зерно			
		всходы	цветение	сбор урожая	среднее за вегетацию	всходы	цветение	сбор урожая	среднее за вегетацию
Разноглубинная отвальная на 10–30 см	0–10	1,42	1,46	1,49	1,46	1,30	1,32	1,43	1,35
	10–20	1,44	1,48	1,49	1,47	1,35	1,40	1,46	1,40
	20–30	1,48	1,51	1,51	1,50	1,42	1,49	1,50	1,47
Разноглубинная плоскорезная на 10–30 см	0–10	1,35	1,39	1,45	1,40	1,27	1,33	1,43	1,34
	10–20	1,41	1,48	1,50	1,46	1,38	1,43	1,48	1,43
	20–30	1,49	1,53	1,55	1,52	1,45	1,49	1,52	1,49
Дифференцированная на 10–45 см	0–10	1,39	1,46	1,48	1,44	1,15	1,34	1,35	1,28
	10–20	1,43	1,50	1,50	1,48	1,34	1,40	1,42	1,39
	20–30	1,47	1,49	1,52	1,49	1,44	1,46	1,49	1,46
Одноглубинная дисковая на 10–12 см	0–10	1,31	1,36	1,47	1,38	1,19	1,31	1,38	1,29
	10–20	1,44	1,49	1,51	1,48	1,39	1,41	1,48	1,43
	20–30	1,54	1,60	1,67	1,60	1,46	1,50	1,53	1,50
HCP <sub>0,05</sub>	0–10	0,09	0,09	0,03		0,06	Fe < Ft	0,04	
	10–20	0,03	0,02	0,01		Fe < Ft	Fe < Ft	Fe < Ft	
	20–30	0,06	0,09	0,13		0,03	0,03	Fe < Ft	





Твердость почвы под кукурузой на зерно при различных приемах основной обработки (2013–2014 гг.)

Таблица 2 – Влияние способов основной обработки почвы на запасы влаги при использовании побочной продукции культур как удобрений (2013–2014 гг.)

Система основной обработки почвы	Слой почвы, см	Запасы влаги под пшеницей, мм		Среднее за вегетацию, мм	Запасы влаги под кукурузой, мм		Среднее за вегетацию, мм	Накопление влаги за осенне-зимний период, мм
		возобновление вегетации	созревание		всходы	созревание		
Разноглубинная вспашка	0–20	34,5	35,3	26,3	47	32	40	12,2
	0–100	163	130	126	173	103	138	43,0
Разноглубинная плоскорезная	0–20	30,5	36,7	23,2	49	29	39	12,5
	0–100	133	140	109	186	114	150	45,6
Дифференцированная	0–20	29,8	40,2	22,7	56	40	48	15,5
	0–100	159	150	124	189	134	161	39,0
Одноглубинная дисковая	0–20	36,2	38	24,1	56	36	46	17,6
	0–100	117,1	148	96,0	180	125	152	32,0

ее запасы в 0–10 см слое были на 9 мм выше в сравнении с ее запасами в контроле.

Полученные урожайные данные отображают реакцию культур на водно-физические условия почвы в зависимости от её сложения. Так, урожайность пшеницы озимой при вспашке и дифференцированной системе основной обработки была в пределах 4,4–4,5 т/га. Изменение физического состояния почвы при плоскорезной и дисковой обработке обуславливало снижение урожая зерна пшеницы на 5–7 % (таблица 3).

Уплотнение подпахотного слоя почвы при безотвальной обработке привело к снижению урожайности и кукурузы на 6–8 % в сравнении с контролем – бессенной вспашкой.

В общем, продуктивность звена севооборота пшеница озимая – кукуруза на зерно при длительной плоскорезной обработке и мелкой обработке дисками уменьшалась на 6–7 % в сравнении со вспашкой.

## Выводы

1. Длительное применение мелкой безотвальной обработки почвы дисками в звене короткороционного севооборота пшеница озимая – кукуруза при использовании побочной продукции предшественника как удобрения обуславливает увеличение плотности сложения и твердости серой лесной почвы в слое 10–30 см, что в период снеготаяния и весенне-летних обильных осадков сопровождается ухудшением поглощения влаги почвой, угнетением растений и снижением урожая.
2. При вспашке в 0–100 см слое почвы в осенне-зимний период накапливается влаги на 12 мм или 26 % больше, чем при длительной мелкой обработке дисками. Под кукурузой накопление влаги при чизелевании и плоскорезной обработке было на уровне, характерном для вспашки.

Таблица 3 – Урожайность культур и продуктивность звена зернового севооборота в зависимости от способов основной обработки почвы (2013–2014 гг.)

Система основной обработки почвы	Урожайность, т/га		Продуктивность звена севооборота		
			кормовых единиц, т/га	± к контролю	
	пшеница озимая	кукуруза		т/га	т/га
Разноглубинная вспашка (контроль)	4,43	7,36	7,59	–	–
Разноглубинная плоскорезная	4,19	6,93	7,15	–0,44	–6
Дифференцированная	4,52	7,20	7,53	–0,06	–
Одноглубинная дисковая	4,13	6,81	7,04	–0,55	–7

3. Продуктивность звена севооборота при вспашке и дифференцированной системе обработки была на уровне 7,5–7,6 т/га к.ед. Применение безотвальных способов основной обработки обуславливало снижение продуктивности на 6–7 %.
4. На серых лесных почвах предпочтительна дифференциация приемов основной обработки почвы с периодическим проведением вспашки.

#### Литература

1. Балюк, С.А. Розрахунок балансу гумусу и поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління / С.А. Балюк, В.О Греков, М.В. Лісовий, А.В. Комариста. – Харків: КП «Міська друкарня», 2011. – 30 с.
2. Грицай, А.Д. Основная обработка почвы в Северной Лесостепи УССР / А.Д. Грицай, Н.В. Коломиец, Н.И. Драган // Сахарная свекла. – 1985. – № 8. – С. 32–33.
3. Ятчук, В.Я. Вплив обробітку сірого лісового ґрунту на його водно-фізичні властивості / В.Я. Ятчук, С.О. Гаврилов // Землеробство. – 2008. – Вип. 80. – С. 28–32.
4. Родэ, А.А. Основы учения о почвенной влаге / А.А. Родэ. – Т.1. – Л.: 1965. – С. 18–34.
5. ДСТУ ISO 11272:2001. Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу (ISO 11272:1998, IDT).
6. ДСТУ 5096:2008 Якість ґрунту. Визначання твердості ґрунту твердоміром Ю.Ю. Рев'якіна.
7. ДСТУ ISO 11465:2001 Якість ґрунту. Визначання сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод (ISO 11465:1993, IDT).

УДК 633.358:581.1 (476)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕПЕНИ РАЗВИТИЯ ОРГАНОВ ПРОРОСТКОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ ГОРОХА (*Pisum sativum* L.) В АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Ю.И. Кожуро, кандидат биологических наук  
Белорусский государственный университет  
П.А. Пашкевич, научный сотрудник  
Центральный ботанический сад НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 29.05.2015 г.)

В статье приведены результаты анализа морфометрических параметров проростков пяти сортов и семи образцов гороха посевного *Pisum sativum* L. с различным типом листа. Определена степень корреляции между семенной урожайностью растений и шестью показателями, характеризующими степень развития органов проростков – длиной ростка, длиной эпикотиля, длиной гипокотиля, длиной корешка, количеством боковых корешков и средней длиной бокового корешка одного растения. Установлена прямая связь между урожайностью и средней длиной бокового корешка, числом боковых корешков. Выявленная закономерность может быть рекомендована для эффективного отбора наиболее продуктивных растений на начальных этапах создания новых сортов гороха посевного.

#### Введение

Оценка качества и урожайных свойств посевного материала – одна из сложных и актуальных задач современного семеноводства и растениеводства. К настоящему моменту сложилось мнение, что показатели по-

*This article shows analysis results of morphometric germ parameters that have been studied on 5 varieties and 7 samples of seeding pea *Pisum sativum* L. with different types of leaf plate. The degree of correlation has been determined between a seeding plant yield and 6 indicators characterized development degree of germ organs such as a germ length, the lengths of epicotyl and hypocotyl, the radicle length, the average length of lateral root of plant and the number of all lateral roots. The direct relationship has been found between the crop yield and the average length of lateral root as well the number of all lateral roots. Detected regularity can be recommended for effective selection of the most productive plants at the beginning steps of creation of new seedling pea varieties.*

севных свойств сортовых семян зернобобовых культур как критерии оценки потенциальной урожайности слабо информативны [3]. В то же время накопленные сведения по морфофизиологии растений могут стать основой методических подходов к оценке генотипа сорта с позиции

потенциала его урожайности, а также могут оказаться полезными для экологического семеноводства [1, 4]. Наиболее перспективной в этом плане является «проростковая» селекция, суть которой заключается в оценке качества семенного материала по степени развития органов проростков растений, формирующихся в водной культуре [5]. Известно несколько способов морфофизиологической оценки потенциальной продуктивности генотипа по проросткам сортообразца. Так, предложен способ сортовой и индивидуальной диагностики потенциальной продуктивности растений ячменя, в основу которого положена генотипическая ростовая реакция зародышевых корней на азотное питание в период перехода от гетеротрофного к аутотрофному питанию, коррелирующая с конечной продуктивностью и урожайностью посевов [6]. Имеются способы оценки зерновых и зерновых бобовых культур на продуктивность, основанные на использовании таких морфофизиологических показателей начального роста, как отношение величины сухой массы проростков к их длине, убыль массы семян при их прорастании [7], доля корней от общей массы проростка [8], отношение массы корешка к массе проростка [9].

Следует отметить, что все эти способы оценки потенциальной продуктивности растений имеют недостатки. Во-первых, некоторые из них не могут быть применены для гороха в силу особенностей его физиологии (горох – азотфиксатор). Во-вторых, для того чтобы оценить генотип проросток должен быть расчленён на отдельные части, которые затем высушивают и взвешивают. В результате такого анализа полностью уничтожаются ценные в селекционном отношении уникальные растения.

В настоящей работе предложен и испытан иной подход оценки и отбора высокопродуктивных форм гороха на начальных этапах органогенеза растений, основанный на определении степени развития комплекса из отдельных органов проростков. Метод позволяет сохранить ценные растения путём доращивания их до момента созревания семян.

Целью работы являлось определение корреляционной связи между степенью развития органов проростков различных сортов и сортообразцов гороха с различным типом листа и их урожайностью. По результатам исследования сформулированы подходы для определения потенциальной продуктивности растений гороха, выращиваемых в агроклиматических условиях Беларуси.

### Материалы и методика исследований

Объектами исследований являлись 12 коллекционных сортов и образцов гороха отечественного и зарубежного происхождения (таблица 1). Все сорта относятся к виду *Pisum sativum* L. (горох посевной): парноперистые – к var. *sativum* Shor, var. *omphalodes* Koern, var. *glaucospermum* Alef., var. *ecaducum* Makash.; усатые – к var. *micolayczikii* Kuptzov N., var. *cirroso-sativum* Pashk.; с ярусной гетерофиллией – к var. *zelenovii* Serd. et Stankev [11]. В работе использованы как внесенные в Госреестр Республики Беларусь сорта (Миллениум, Слодыч и Алесь), так и не районированные в Беларуси (Радимич, Мадонна).

Для оценки морфофизиологических показателей проростков семена растений проращивали в бумажно-поли-

этиленовых рулонах на отстоянной водопроводной воде в климатической камере КК-14-50 по методу, описанному в работе Лихачева Б.С. и соавт. [5] в течение 10 суток. В климатической камере соблюдался следующий режим: фотопериод – 18 ч, дневная температура – 20–21°C, ночная температура – 14–15°C, интенсивность освещения – 15 клк. В качестве показателей, характеризующих степень развития органов проростков, использовали следующие параметры: длина ростка, длина надсемядольного колена, длина подсемядольного колена, длина корешка, количество боковых корешков и средняя длина бокового корешка одного растения.

Урожайность образцов гороха оценивали в селекционном севообороте РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» в течение 2011–2014 гг. Растения высевали в трех повторениях. Учётная площадь делянки составляла 1 м<sup>2</sup>, расстояние между образцами – 40 см, междурядие – 20 см, глубина заделки семян – 4–6 см. Агрохимические показатели почвы были следующими. Тип почвы – дерново-подзолистая легкосуглинистая, рН в KCl – 5,98–7,0, обеспеченность фосфором – 212,0–317,3 мг/кг, калием – 248,7–278,0 мг/кг почвы, содержание гумуса – 2,33–2,78 %. Предшественником посевов гороха являлся овес.

Обработку почвы, внесение удобрений, сев и уход за посевами гороха проводили согласно «Организационно-технологическим нормативам возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур» [11]. Хозяйственную спелость учитывали при созревании на большинстве растений 60–70 % бобов, после того как их створки приобрели вид пергаментной бумаги, а семена затвердели [12]. Уборку гороха осуществляли вручную, убранные растения обмолочены на комбайне Nege-125С.

Статистическую обработку полученных результатов проводили на персональном компьютере с помощью программ Statistica 6.0 и Excel 2007.

### Результаты исследований и их обсуждение

Листовой аппарат гороха посевного всегда являлся важным объектом селекции. В результате были созданы образцы с различными типами листа (парноперистый, усатый, «хамелеон», многократнепарноперистый), что повлекло за собой изменение целого ряда морфометрических параметров (площадь листовой поверхности одного растения, листовой индекс и др.). Проводимые работы по изменению листа и особенно работы по его редукции не могли не повлиять на состояние других систем растительного организма и способны изменить его общую продуктивность. Следует отметить, что в сельскохозпроизводстве Беларуси наибольшее применение нашли сорта с парноперистым типом листа, усатыми формами засеваются меньшие по площади территории. Образцы морфотипа «хамелеон» и с многократнепарноперистым типом листа возделываются только на опытных участках и в селекционных питомниках. Однако некоторые авторы [2] указывают на высокую (90 ц/га и более) потенциальную урожайность форм гороха с ярусной гетерофиллией листа («хамелеон»). Учёные [1, 3], занимавшиеся «проростковой» селекцией, использовали в своих исследованиях сорта, не указывая тип листа. По названиям сортов гороха нам удалось определить, что для анали-

Таблица 1 – Характеристика сортов и образцов гороха

Тип листа растения	Условное обозначение	Сорт, сортообразец
Парноперистый (обычный)	Af	Миллениум, Радимич, Слодыч, ЛУ-10-1
Усатый	af	Мадонна, Алесь, Аз-2.2, Аз-4.2
Ярусная гетерофиллия («хамелеон»)	af-tac	Аз-3.1-1/3, Аз-93-1955, Аз-96-718
Многократнепарноперистый	af tl	Д. 2532/04



за параметров прорастания чаще всего отбирались сорта гороха с обычным, реже усатым типом листа.

В связи с вышесказанным, для повышения объективности проводимых оценок в работе использовали сорта и образцы гороха с разным типом листа (таблица 1). С обычным парноперистым листом для анализа были отобраны сорта Миллениум, Радимич и Слодыч, а также образец ЛУ-10-1. Образец ЛУ-10-1 представлял собой линию морфотипа «люпиноид» (F<sub>4</sub> в 2014 г.). В качестве представителей усатых форм были отобраны сорта Мадонна и Алесь, а также два образца Аз-2.2 и Аз-4.2 (оба F<sub>5</sub> в 2014 г.). Аз-3.1-1/3 (F<sub>5</sub> в 2014 г.), Аз-93-1955 и Аз-96-718 относятся к морфотипу «хамелеон», а образец Д. 2532/04 имеет многократнепарноперистый лист.

Морфометрические параметры проростков сортов и образцов гороха представлены в таблице 2. Анализ полученных данных показал следующее. Наибольшая длина ростка наблюдалась у проростков усатых сортов Мадон-

на, Алесь и образца морфотипа «хамелеон» Аз-96-718, наибольшая длина главного корня – у сорта Мадонна и образца Аз-93-1955. По числу боковых корешков проростки сортов Мадонна, Радимич и образцов морфотипа «хамелеон» Аз-93-1955, Аз-96-718 превосходили таковые сорта-стандарта Миллениум. По показателю длины боковых корешков ни один сорт или образец не превзошёл сорт-стандарт, но не уступали ему Радимич, Мадонна, Алесь и Аз-93-1955.

На рисунке 1 представлены данные по средней урожайности изученных сортов и образцов гороха за 2011–2014 гг. Формы гороха с обычным парноперистым типом листа несколько превосходили по данному параметру другие группы. Как видно из приведенных данных, показатель средней урожайности растений сортов Миллениум, Радимич и Слодыч составил 508 г/м<sup>2</sup>, 478 и 391 г/м<sup>2</sup>, соответственно. Тем не менее, наибольшая урожайность в 2011–2014 гг. зафиксирована у усатого сорта Мадонна, у

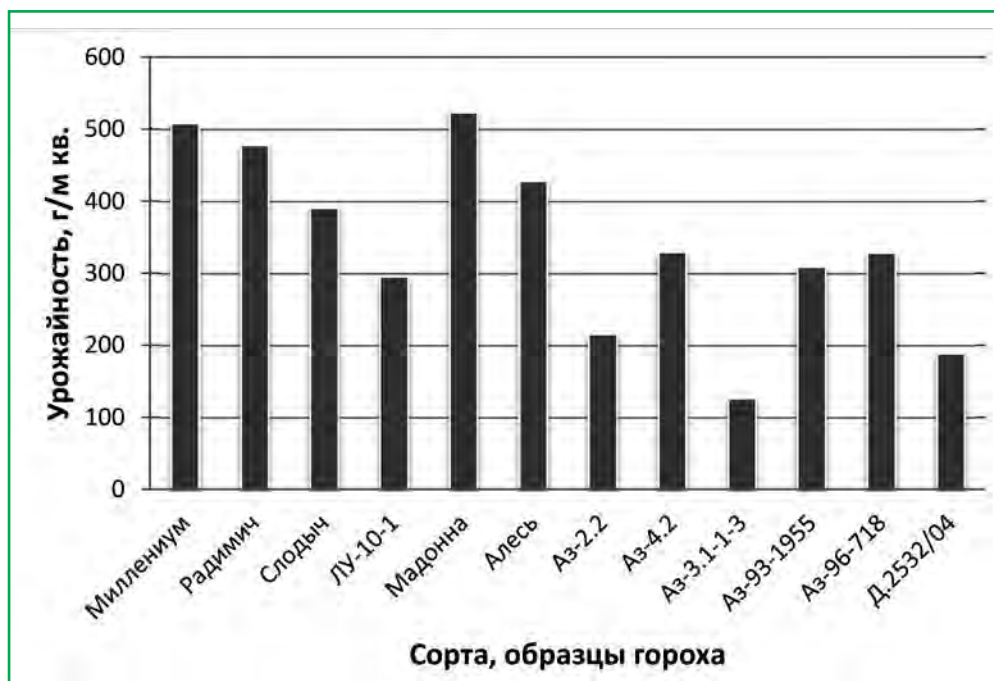


Рисунок 1 – Урожайность сортов и образцов гороха (среднее, 2011–2014 гг.)

Таблица 2 – Морфометрические параметры проростков сортов и образцов гороха по типам листа

Тип листа гороха	Сорт, образец	Длина ростка, мм	Длина надсемядольного колена, мм	Длина подсемядольного колена, мм	Длина главного корня, мм	Число боковых корешков	Длина бокового корешка, мм
Af	Миллениум	29,32	9,79	10,54	109,11	4,00	30,75
	Радимич	25,16	5,71	7,18	90,24	6,87*	34,65
	Слодыч	25,86	8,48	7,10	73,07	5,07	19,06
	ЛУ-10-1	12,23	5,85	7,04	87,73	2,54	19,98
af	Мадонна	70,72*	10,45	10,62	136,79*	10,93*	29,72
	Алесь	39,12*	7,48	6,36	79,79	7,64*	26,19
	Аз-2.2	28,83	12,83	8,30	81,23	1,77	9,66
	Аз-4.2	16,74	8,92	9,82	89,08	1,79	8,79
af-tac	Аз-3.1-1/3	24,15	10,10	9,43	69,95	2,58	6,66
	Аз-93-1955	31,93	8,86	6,51	124,77*	10,23*	34,36
	Аз-96-718	39,16*	10,58	6,00	108,00	9,19*	15,11
af tl	Д. 2532/04	18,41	10,73	8,97	109,03	0,59	2,96
НСР <sub>05</sub>		7,46	17,6	1,78	3,69	1,68	6,16

Примечание – \*Достоверно (p<0,05) превосходят сорт-стандарт Миллениум.

которого данный показатель находился на уровне 524 г/м<sup>2</sup>. У других усатых образцов гороха средняя урожайность была ниже и находилась на уровне 216–428 г/м<sup>2</sup>. Еще более низкие значения показателя средней урожайности наблюдались у образцов с ярусной гетерофиллией и многократнотенарноперистым типом листа. Так, наилучший показатель урожайности среди морфотипов «хамелеон» был зарегистрирован для образца Аз-96-718, у которого данный параметр составил 329 г/м<sup>2</sup>. У растений образца Д. 2532/04 с многократнотенарноперистым листом урожайность находилась на уровне 189 г/м<sup>2</sup>.

В таблице 3 приведена корреляционная зависимость между морфометрическими параметрами проростков и показателем средней урожайности растений гороха. Анализ полученных данных показал, что с показателем средней урожайности форм гороха тесно коррелируют такие морфометрические показатели, как средняя длина бокового корешка и число боковых корешков, определяемые в раннем онтогенезе растений.

Корреляция между урожаем семян и числом боковых корешков проростков гороха составила 0,58 (p<0,05). Средняя длина бокового корешка проростков ещё более тесно коррелирует с урожайностью гороха (r=0,8). Коэффициент корреляции между длиной боковых корешков и их числом составил 0,72 (p<0,05). Модель зависимости длины боковых корешков от их числа представлена на рисунке 2. Обнаруженная тесная связь морфометрических показателей корневой системы проростков с урожайностью взрослых растений может быть связана с целым комплексом причин. Способность образовывать более мощную корневую систему с большим количеством длинных боковых корешков приводит к образованию большего количества клубеньков, а также большей площади поглощения необходимых растению соединений. Это, вероятно, и обуславливает большую конкурентоспособность таких растений в борьбе за элементы питания, а соответственно, и большой урожай семян.

### Заключение

1. Установлено, что с показателем средней урожайности различных сортов и образцов гороха положительно коррелируют такие морфометрические показатели их проростков, как средняя длина бокового корешка и число боковых корешков.
2. При прогнозировании потенциальной урожайности гороха наиболее статистически значимым для всех типов листа является критерий средней длины бокового корешка проростков.

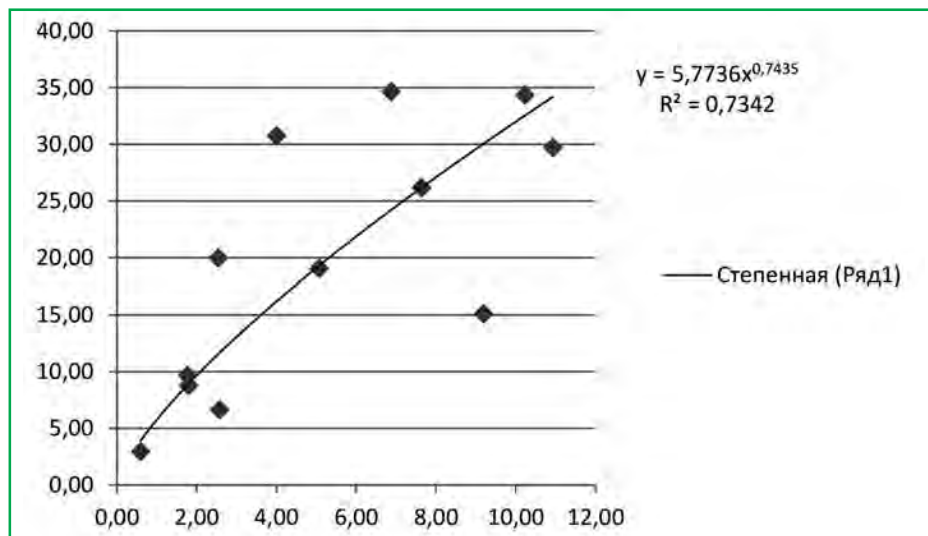


Рисунок 2 – Модель зависимости длины бокового корешка от их числа у проростков гороха

Таблица 3 – Корреляционная связь между морфометрическими параметрами проростков и показателем средней урожайности сортов и образцов гороха

Параметр	Коэффициент корреляции r
Длина ростка	0,53
Длина надсемядольного колена	-0,37
Длина подсемядольного колена	0,09
Длина главного корня	0,38
Число боковых корешков	0,58*
Длина бокового корешка	0,8*

Примечание – \*Достоверно (p<0,05).

3. Среди изученных сортов и образцов гороха по показателю наибольшей урожайности выделяется сорт Мадонна, что позволяет рекомендовать его для активного использования в селекционном процессе Республики Беларусь.
4. При создании новых сортов гороха можно рекомендовать отбор растений по комплексу параметров проростков: средняя длина бокового корешка и число боковых корешков.

### Литература

1. Горбатая, А.П. Продуктивность зернобобовых культур в связи со степенью развития органов проростков семян в условиях южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / А.П. Горбатая; ВПО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина». – Красноярск, 2013. – С. 17.
2. Биология и селекция детерминантных форм гороха / И.В. Кондыков [и др.]; под общ. ред. И.В. Кондыкова. – Орёл: Картуш, 2006. – С. 75–78.
3. Ларионов, Ю.С. Степень развития органов проростков семян бобовых культур как показатель их потенциальной продуктивности / Ю.С. Ларионов, А.П. Горбатая // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2. – С. 17.
4. Ларионов, Ю.С. Оценка урожайных свойств и урожайного потенциала семян зерновых культур / Ю.С. Ларионов. – Челябинск: Челябинский государственный аграрный университет, 2000. – 100 с.
5. Лихачев, Б.С. Перспективы «проростковой» селекции люпина / Б.С. Лихачев, А.С. Якушева, Н.В. Новик // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3. – С. 47.
6. Шевелуха, В.С. Способы отбора высокопродуктивных растений ячменя на первом этапе органогенеза: методические указания / В.С. Шевелуха, М.А. Прыгун, С.И. Гриб. – М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1985. – 8 с.
7. Шевелуха, В.С. Ростовые морфофизиологические показатели продуктивности зерновых культур / В.С. Шевелуха, С.И. Гриб, Н.М. Андреева // Биологические основы селекции растений на продуктивность. – Таллинн, 1981. – С. 19–21.
8. Тромпель, А.Ф. Морфофизиологические показатели развития корневой системы озимой тетраплоидной ржи в связи с продуктивностью / А.Ф. Тромпель, В.В. Кравченко // Сб. науч. тр. / Белорусский научно-исследовательский ин-т земледелия. – Минск, 1985. – Вып. 28. – С. 102.
9. Петибская, В.С. Основные слагаемые продукционного процесса у риса / В.С. Петибская // Селекция и семеноводство. – 1985. – № 5. – С. 17.
10. Унифицированный классификатор гороха *Pisum L.* / Ф.И. Привалов [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2013. – 47 с.
11. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 155–166.
12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (зерновые, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры) / Государственная Комиссия по сортоиспытанию с.-х. культур при Министерстве сельского хозяйства СССР. – 2-й выпуск. – Москва: Колос, 1971. – С. 79–105.

## СОЗДАНИЕ ЧЕТЫРЕХВИДОВЫХ ФОРМ ТРИТИКАЛЕ

И.П. Диордиева, аспирант,  
Ф.Н. Парий, доктор биологических наук  
Уманский национальный университет садоводства, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 23.03.2015 г.)

В статье изложены результаты исследований по установлению возможности получения четырехвидовых форм тритикале путем скрещивания трехвидовых тритикале с пшеницей спельта. В результате проведенных исследований впервые были получены четырехвидовые формы тритикале, которые сочетают генетический материал трех видов пшеницы и ржи.

### Введение

Известные на сегодня сорта тритикале имеют геномную формулу  $ABR$  [1]. Геномы  $A$  и  $B$  происходят от мягкой и твердой пшеницы, а геном  $R$  – от ржи [2]. Такие тритикале называются трехвидовые, поскольку содержат геномы трех родительских форм. Впервые трехвидовые тритикале были созданы А.Ф. Шулиндиным. Он разработал биологический метод синтеза трехвидовых тритикале, который до сих пор успешно используется в селекции культуры. Трехвидовые гексаплоидные тритикале по урожайности превышают пшеницу и выращиваются во многих странах мира [3]. Несмотря на это, трехвидовые тритикале имеют недостатки и нуждаются в улучшении по ряду признаков. Так, нерешенными остаются проблемы снижения высоты растений, улучшения технологических свойств, повышения устойчивости к полеганию и прорастанию на корню и др. [1–4].

Гибридизация гексаплоидных тритикале с видами рода *Triticum* является эффективным путем существенного расширения генетического разнообразия культуры [1]. Одним из таких видов может быть пшеница спельта (*Triticum spelta* L.), которая является гексаплоидным видом пшеницы ( $2n=6x=42$ ) с геномным составом гомологичным пшенице мягкой [7, 8]. В зерне этого вида содержится до 25 % белка, что в среднем на 10–15 % больше, чем в зерне пшеницы мягкой [5, 6].

Скрещивание трехвидовых тритикале и пшеницы спельты позволяет получить четырехвидовые формы тритикале с улучшенными количественными и качественными показателями урожайности. Создание четырехвидовых форм тритикале с улучшенными показателями урожайности, элементами продуктивности колоса, качества продукции и рядом других ценных хозяйственных признаков является актуальной задачей селекции культуры.

Целью исследований было установить возможность получения четырехвидовых форм тритикале путем скрещивания трехвидовых тритикале и пшеницы спельты и создать четырехвидовые формы тритикале.

### Методика исследований

Исследования проводили на опытном поле Уманского национального университета садоводства (Украина). В качестве исходного материала для создания четырехвидовых форм тритикале использовали сорта трехвидовых тритикале озимых Розовский 6, Розовский 7, Юнга, Ладное и другие образцы трехвидовых тритикале, а также пшеницу спельту (*Triticum spelta* L.) сорта Заря Украины и Европа. Для передачи генетического материала пшеницы спельты в геном тритикале были проведены скрещивания трехвидовых тритикале и спельты. В качестве материнской формы использовали трехвидовые тритикале. Пшеница спельта выступала в роли опылителя. Гибридизацию проводили путем кастрации (удаление пыльников) материнской формы и опыления её отцовской формой.

The article describes the results of studies on the establishment of the possibility of obtaining of fourspecies forms of triticale by crossing the threespecies triticale with spelta wheat and the creation of fourspecies forms of triticale. In the results of the researches were first obtained fourspecies forms of triticale that is combine genetic material of three species of wheat and rye.

### Результаты исследований и их обсуждение

В результате скрещиваний трехвидовых тритикале с пшеницей спельтой в первом поколении были получены гибриды с геномной формулой  $AA^{sp}BB^{sp}RD^{sp}$ . Соотношение генетического материала исходных форм в данных гибридах составляет 50 % : 50 %.

Мягкая пшеница отличается от пшеницы спельты наличием доминантного аллеля  $Q$  гена  $Q/q$  [9]. Данный ген локализуется в 5A хромосоме и контролирует характер обмолота зерна (свободный или тяжелый обмолот). Наличие доминантного аллеля  $Q$  в гомозиготном состоянии обуславливает формирование нормального (неспельтоидного) колоса со свободным обмолотом зерна [10].

Генотип  $QQ$  характерный для пшеницы мягкой. Поскольку геном  $A$  тритикале происходит от пшеницы мягкой, то вероятно в тритикале присутствуют доминантные аллели  $QQ$ . Рецессивный аллель  $q$  гена  $Q/q$  в гомозиготном состоянии приводит к образованию спельтоидного типа колоса [11, 12]. Зерно у форм с таким типом колоса трудно отделяется от колосковых чешуек. Пшеница спельта имеет генотип  $qq$ , чем объясняется тяжелый обмолот зерна этого вида.

Для пшеницы спельты свойственна грубая колосковая чешуя, которая препятствует свободному обмолоту зерна. У гексаплоидных видов рода *Triticum* наличие грубой колосковой чешуи контролируется присутствием доминантного аллеля  $Tg$  гена  $Tg/tg$ , который локализуется в хромосоме  $2D$ . Мягкая пшеница имеет генотип  $tgtg$ . Это подтверждается тем, что среди известных форм пшеницы мягкой отсутствуют фенотипы с грубой колосковой чешуей [13]. Спельта в своем генотипе содержит доминантные аллели  $TgTg$ , что приводит к формированию грубой колосковой чешуи.

В результате скрещиваний трехвидовых тритикале с пшеницей спельтой в первом поколении были получены однотипные по морфологическому строению колоса и общему габитусу растений гибриды (рисунок 1).

Характерными признаками гибридов  $F_1$  было наличие длинного рыхлого колоса, грубой колосковой чешуи и тяжелый обмолот зерна. Полученные гибриды являются гетерозиготами по гену  $Q/q$ . В них одна из хромосом  $5A$  происходит от тритикале и имеет доминантный аллель  $Q$ , а вторая хромосома  $5A$  – от спельты и имеет рецессивный аллель  $q$ . Их генотип  $Qq$  может реализовываться в появлении фенотипов с тяжелым обмолотом зерна. Гибриды имеют доминантный аллель гена  $Tg$ , который присутствует у спельты, что проявляется наличием грубой колосковой чешуи. Проявление характерных признаков спельты у гибридов  $F_1$  подтверждает наличие в их геномном составе генов спельты.

Первое поколение гибридов *Triticosecale* / *T. spelta* было безостым. Безостость гексаплоидных видов пшеницы контролируется генами  $B1$ ,  $B2$ ,  $Hd$ , которые локализованы в хромосомах  $5A$ ,  $6B$  и  $4A$ . При скрещивании



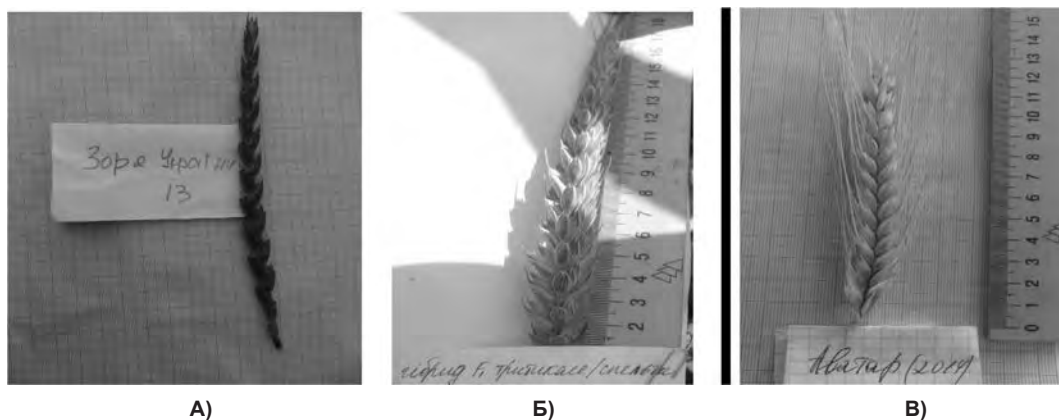


Рисунок 1 – Колосья гибрида первого поколения тритикале/спельты и исходных форм:  
А) спельты; Б) гибрид F1; В) тритикале

остистых гексаплоидных тритикале с безостыми формами пшеницы мягкой у гибридов первого поколения доминирует безостость. В следующих поколениях экспрессия признака безостость значительно снижается вплоть до полного ее отсутствия. Причина таких изменений однозначно не установлена [14, 15]. Безостость гибридов F1 указывает на присутствие генетического материала пшеницы спельты в их геноме.

Учитывая представленный выше материал, можно констатировать, что гибриды первого поколения от скрещивания трехвидовых тритикале и пшеницы спельты сочетают в себе геномы четырех видов, а именно пшеницы мягкой, пшеницы твердой, пшеницы спельты и ржи.

В результате скрещивания трехвидовых тритикале и пшеницы спельты в первом поколении были получены стерильные гибриды. Аналогично гибридам между тритикале и спельтой, гибриды первого поколения от скрещивания трехвидовых тритикале и мягкой пшеницы также являются стерильными. Это объясняется тем, что между геномами АВ тритикале и пшеницы проходит нормальная бивалентная конъюгация, поскольку данные геномы гомологичны. Геномы тритикале R и пшеницы D не имеют цитогенетического родства. Процесс мейоза у них сопровождается значительными аномалиями. Хромосомы данных геномов формируют униваленты, которые не конъюгируют между собой. Это приводит к формированию анеуплоидных гамет, а впоследствии и анеуплоидных растений. Фертильность у таких растений резко снижается [16, 20].

Поскольку хромосомы пшеницы мягкой и пшеницы спельты являются гомологичными, то можно предположить, что мейоз у гибридов между трехвидовыми тритикале и пшеницей спельтой будет проходить аналогично тритикально-пшеничным гибридам. Соответственно, у них могут наблюдаться такие же отклонения от нормального прохождения процесса мейоза, как и у гибридов между тритикале и пшеницей мягкой. Вероятно, в связи с этим гибриды первого поколения *Triticosecale / T. spelta* были стерильными. Однако в связи с хаотическим расхождением хромосом к полюсам дочерних клеток возникает небольшая часть жизнеспособных гамет.

Для повышения уровня фертильности проводили скрещивания гибридов первого поколения с трехвидовыми формами тритикале, у которых мейоз относительно стабильный.

Гибриды F1 в процессе гаметогенеза будут формировать восемь типов гамет с различным количественным и качественным составом геномов исходных форм (рисунок 2).

В результате беккросирования получили ряд потомств, которые характеризуются разной степенью насыщенности геномами спельты и тритикале. Также наблюдалось выщепление растений типичных гексаплоидных тритика-

ле (генотип *AABBRR*). Были отмечены как стерильные, так и фертильные потомки.

Появление фертильного потомства становится возможным в результате сочетания в их геноме гомологичных субгеномов, между хромосомами которых проходит бивалентная конъюгация. Такие формы имеют геномную формулу  $AA^{sp}BBRR$ ,  $AAB^{sp}RR$  или  $AA^{sp}BB^{sp}RR$ . У них субгеномы A и B происходят от пшеницы мягкой или твердой, а субгеном R – от ржи. Субгеномы  $A^{sp}$  и  $B^{sp}$  происходят от пшеницы спельты. У этого потомства наблюдается проявление признаков спельты (длинный колос, грубая колосковая чешуя и т.д.) и появление нетипичных для родительских форм признаков (карликовость, скверходность и др.). Экспрессия новых, не характерных для трехвидовых тритикале, признаков вероятно связана с присутствием в их геномном составе генетического материала пшеницы спельты. А фертильность их колоса указывает на нормальный процесс прохождения мейоза. Такие формы тритикале являются четырехвидовыми, поскольку они сочетают генетический материал четырех родительских форм: пшеницы мягкой, пшеницы твердой, пшеницы спельты и ржи.

В результате беккросных скрещиваний был получен ряд потомств, которые характеризовались стерильностью колоса, что предположительно связано с присутствием в их геноме двух не гомологичных субгеномов тритикале R и спельты  $D^{sp}$ . К таким следует отнести потомства с геномными формулами  $AABB^{sp}R$ ,  $AA^{sp}BBD^{sp}R$ ,  $AAB^{sp}D^{sp}R$  и  $AA^{sp}BB^{sp}D^{sp}R$ . Как отмечалось выше, несбалансированность по геномному и хромосомному составу может приводить к различного рода отклонениям от нормального прохождения процесса мейоза, что негативно влияет на уровень фертильности. Повышение уровня фертильности колоса у таких форм возможно при условии прохождения нормальной бивалентной конъюгации между хромосомами всех субгеномов и стабилизации мейоза.

Полученные после беккросирования стерильные потомства стабилизировали путем самоопыления. После самоопыления у потомств определяли уровень фертильности и озерненности колоса. Стабильными считались такие формы, которые характеризовались высокой фертильностью и озерненностью колоса, поскольку эти показатели указывают на относительную стабилизацию мейоза [17, 18].

Возникновение стабильных форм четырехвидовых тритикале наблюдалось уже после первого самоопыления. Это становится возможным в результате образования генотипов, которые сочетают полные наборы хромосом разных видов пшеницы с полным комплектом ржаных хромосом. У стабильных форм фертильность колоса составляла в среднем 75 %, а среднее количество зерен – 55 шт. Озерненность колоса составляла 72 %. Та-

кой показатель приближается к аналогичному показателю у трехвидовых тритикале, озеренность колоса которых колеблется в пределах 70–80 %, а фертильность – 80 %.

Стабилизация форм, в геномный состав которых входят цитогенетически отдаленные субгеномы тритикале *R* и спельты *D<sup>sp</sup>*, сопровождается определенными трудностями и заканчивается в более поздних поколениях самоопыления. Основной проблемой при стабилизации таких форм тритикале является стерильность потомства, что связано с отсутствием гомологической конъюгации между хромосомами субгеномов спельты *D<sup>sp</sup>* и тритикале *R*.

При создании трехвидовых тритикале пшеничный субгеном *D* не имеет гомологической пары [19]. Хромосомы данного генома не могут конъюгировать с нехомологичными хромосомами других геномов. Поэтому субгеном *D* остается неспаренным. В процессе стабилизации трехвидовых гексаплоидных тритикале хромосомы других геномов его вытесняют [20]. Вероятно при создании четырехвидовых тритикале происходит аналогичный процесс вытеснения субгенома спельты *D<sup>sp</sup>* – ржаные хромосомы субгенома *R* вытесняют хромосомы субгенома *D<sup>sp</sup>*.

В процессе стабилизации фенотипическое проявление признаков спельты снижается. Это может объясняться разными причинами, основной из которых является элиминация субгенома *D<sup>sp</sup>*. В результате этого частично теряются фенотипические признаки спельты, которые четко выражены у гибридов F1. Это, например, безостость и грубая колосковая чешуя.

Однако у четырехвидовых тритикале остаются субгеномы *A<sup>sp</sup>* и *B<sup>sp</sup>*, что обуславливает проявление признаков спельты (длинный рыхлый колос, скверхедный колос и другие). Появление у тритикале длинного неплотного колоса указывает на присутствие генетического материала спельты в их геноме, поскольку спельта характеризуется длинным (около 18 см) рыхлым колосом, который отсутствует у других гексаплоидных пшениц.

Скверхедность – доминантный признак пшеницы мягкой. При скрещивании пшеницы мягкой со спельтой их гены взаимодействуют таким образом, что среди потомства возникают скверхедные формы. Вероятно при скрещивании трехвидовых тритикале со спельтой произо-

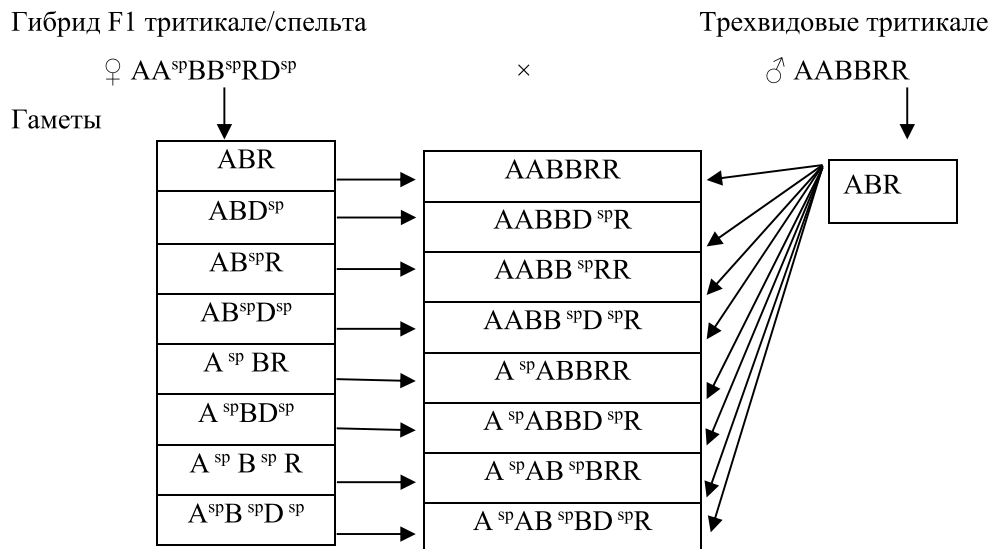


Рисунок 2 – Образование функциональных гамет у гибридов F1 и генотипов растений в F1 BC1

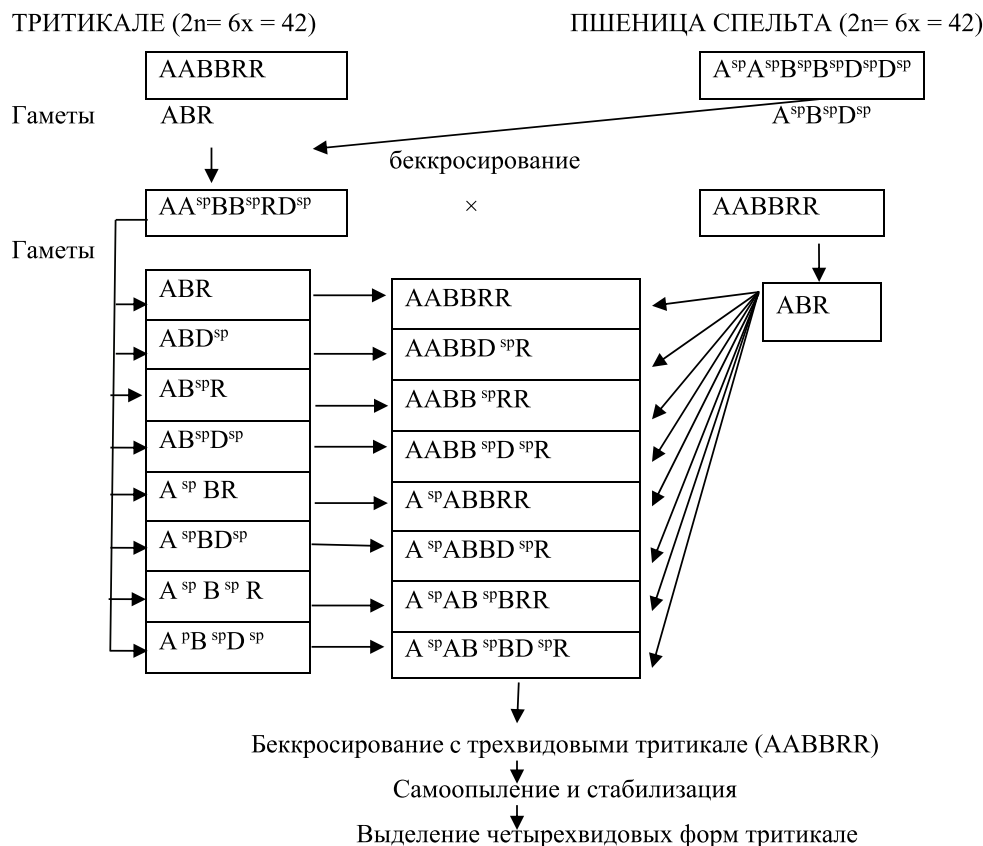


Рисунок 3 – Схема создания четырехвидовых форм тритикале

шел аналогичный процесс рекомбинации генов между субгеномами *AB* тритикале и *A<sup>sp</sup>B<sup>sp</sup>* спельты, что привело к образованию скверхедных форм четырехвидовых тритикале.

Проявление признаков спельты у стабильного потомства, полученного от скрещивания *Triticosecale* / *T. spelta*, указывает на присутствие у данного потомства геномов четырех родительских форм: пшеницы мягкой, твердой, спельты и ржи. Данные формы можно назвать четырехвидовыми.

В результате обобщения данных о скрещивании трехвидовых тритикале и пшеницы спельты предложена схема создания четырехвидовых форм тритикале (рисунок 3).

При использовании данной схемы были созданы четырехвидовые тритикале, в которых совмещены признаки трех видов пшеницы и ржи. Их генотипы характеризуются уникальным сочетанием генетического материала исходных форм в различных количественных и качественных соотношениях.

За счет интенсивного формообразовательного процесса получен ряд форм четырехвидовых тритикале, которые изучали по морфобиологическим свойствам и хозяйственно ценным показателям. В результате были выделены образцы, которые по урожайности и элементам продуктивности колоса превышают стандарты. Отобраны формы, которые характеризуются проявлением отдельных ценных признаков, таких как раннеспелость, безостость, низкорослость и др. Такие формы могут использоваться для селекционного улучшения тритикале как доноры отдельных признаков.

Наблюдался значительный размах изменчивости по высоте растений. Варьирование признака «высота растений» было в пределах от 56 см до 140 см. Выделенные среднестеблевые, низкостеблевые, короткостеблевые и карликовые формы.

Образцы четырехвидовых тритикале характеризовались различными морфологическими особенностями и показателями продуктивности колоса. Наряду с растениями, которые имели типичное для гексаплоидных тритикале строение колоса, наблюдались растения с длинным рыхлым (как у спельты) колосом и скверхедным типом колоса. Также наблюдались остистые, полуостистые, формы с зародышевыми осями и безостые формы.

В процессе селекции среди потомства возникали формы с ветвистым колосом. Такие формы тритикале представляют практический интерес для селекционного улучшения озерненности колоса тритикале.

В результате скрещиваний трехвидовых тритикале и спельты были выделены формы четырехвидовых тритикале с пшенично-ржаными хромосомными замещениями. Такие формы представляют значительный интерес для селекции на улучшение тритикале по ряду признаков.

После изучения полученного разнообразия и с использованием методов индивидуального отбора были

созданы три сорта четырехвидовых тритикале, из которых Алкид занесен в Государственный реестр сортов растений, пригодных для распространения в Украине, а Тактик и Стратег переданы на экспертизу в Государственную службу по охране прав на сорта растений Украины.

## Выводы

1. Показано, что скрещивание трехвидовых тритикале и спельты позволяет получить потомство, которое сочетает генетический материал четырех родительских форм: пшеницы мягкой, пшеницы твердой, пшеницы спельты и ржи. Полученные в результате таких скрещиваний гибриды первого поколения являются стерильными. Повторные скрещивания с трехвидовыми тритикале позволяют повысить уровень их фертильности.
2. Установлено, что сбалансированное по геномному составу потомство от скрещивания (*Triticosecale* / *Triticum spelta*) / *Triticosecale* характеризуется нормальной озерненностью и фертильностью колоса. Формы, в состав которых входят отдаленные субгеномы *R* и *D<sup>sp</sup>* являются стерильными. Самоопылением в течение нескольких поколений получают стабильные формы, которые по показателям фертильности и озерненности колоса не уступают трехвидовым тритикале.
3. В результате скрещиваний трехвидовых тритикале со спельтой и стабилизации полученного потомства впервые были получены четырехвидовые формы тритикале. За счет интенсивного формообразовательного процесса наблюдалась значительная изменчивость по показателям высоты растений, морфологического строения колоса, продуктивности, качества урожая и другим признакам.
4. Изучение полученного разнообразия позволило отобрать три сорта четырехвидовых тритикале, из которых Алкид занесен в Государственный реестр сортов растений, пригодных для распространения в Украине, а Тактик и Стратег переданы на экспертизу в Государственную службу по охране прав на сорта растений Украины.

## Литература

1. Суворова, К.Ю. Закономерности формообразования при гибридизации гексаплоидных форм тритикале с мягкой пшеницей: автореф. дис ... канд. биол. наук: спец. 03. 00. 15 «Генетика» / К.Ю. Суворова. – Киев, 2002. – 22 с.
2. Цитогенетическая и хозяйственно-биологическая характеристика гибридов октоплоидных тритикале с гексаплоидными / Н.Г. Максимов [и др.] // Цитология и генетика. – №6, 1998. – С. 78 – 86.
3. Шулындин, А.Ф. Классификация геномов и биологический синтез трехвидовых пшенично-ржанных амфидиплоидов / А.Ф. Шулындин // Цитология и генетика. – 1970. – Т.4. – № 2. – С. 140 – 146.
4. Гриб, С. И. Генофонд, методы и результаты селекции тритикале в Беларуси / С.И. Гриб, В.Н. Буштевич // Генетичні ресурси рослин. – 2005. – №8. – С. 197. – 143.
5. Ниниева, А.К. Генетическое разнообразие спельты озимой по хозяйственно - ценным признакам в условиях восточной части Лесостепи Украины / А. К. Ниниева // Селекция и семеноводство. – 2012. – №102. – С. 156 – 167.
6. Ниниева, А.К. Перезимовка коллекционных образцов и гибридов озимой спельты / А.К. Ниниева // Биология: от молекулы до биосферы. Матер. V междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых (22 – 25 ноября). – Харьков. – 2010. – С. 201 – 202.
7. Гончаров, Н.П. Сравнительная генетика пшениц и их сородичей. – Новосибирск: Сиб. ун-в. изд-во, 2002. – 252 с.
8. Селекционная эволюция мироновских пшениц / В.А. Власенко [и др.]. – Монография. – Мироновка, 2012. – 326 с.
9. Leighty, C. E. Genetic behaviour of the spelt form in crosses between *Triticum spelta* and *Triticum aestivum* / C.E. Leighty, S. Boshnakian // J Agric Res. – 1921. – №7. – С. 335–364.
10. Watkins, A.E. The inheritance of glume shape in *Triticum* / A. E. Watkins // J. Genet. – 1940. – №39. – С. 249 – 264.
11. The wheat super domestication gene Q / J. D. Fans [et al.] // Frontiers of Wheat Bioscience: Memorial Issue, Wheat Information Service. – 2005. – №100. – С. 129 – 148.
12. MacFadden, E.S. The origin of *Triticum spelta* and its free-threshing hexaploid relatives / E. S. MacFadden, E. R. Sears // Heredity. – 1946. – № 37. – С. 81 – 89.
13. Faris, J.D. Wheat Genomics: Exploring the Polyploid Model / J.D. Faris, B. Friebe, B.S. Gill // Current Genomics. – 2002. Vol. 3. P. 577–591.
14. Шишлова, Н.П. Биометрическая и физико-химическая характеристика межродовых реципрокных гибридов между тритикале (*Triticosecale Wittmack*) и пшеницей (*Triticum spelta* и *Triticum turgidum*) / Н.П. Шишлова, А.М. Шишлова, М.П. Шишлова // Известия Национальной академии наук Беларуси. – 2012. – № 14 – С. 28 – 33.
15. Орлова, И.Н. Нестабильность числа хромосом в мейозе гексаплоидных тритикале и исследование ее причин / И.Н. Орлова // Генетика. – 1970. – №2 – С. 5 – 16.
16. Шулындин, А.Ф. Скрещиваемость тритикале (2n = 42) с мягкой пшеницей и плодовитость гибридов первого поколения / А. Ф. Шулындин, Н. Г. Максимов // Селекция и семеноводство. – 1972. – №21. – С. 47 – 56.
17. Thomas, J.B. Chromosome pairing in hexaploid *Triticale* / J.B. Thomas, P.J. Kaltsikes // Cytology and Genetics. – 1971. – №13. – С. 621 – 624.
18. Егоркина, Г.И. Цитогенетическое изучение вторичных гексаплоидных тритикале: автореф. дис... канд. биол. наук: спец. 03.00.15 «Генетика» / Г. И. Егоркина. – Барнаул, 1983. – 22 с.
19. Федорова, Т.Н. Особенности мейоза у 6х- и 8х- тритикале и фертильность растений // Генетика. – 1987. – Т.23. – №4. – С. 707 – 715.
20. Степочкин, П.И. Из опыта создания пшенично-ржанных гибридов для селекции тритикале в Сибири / П.И.Стёпочкин, Н.С. Владимиров // Сиб. вестник с.-х. науки. – 1978. – № 4. – С. 39 – 44.



## ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ФОНЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

О.И. Борисенко<sup>1</sup>, соискатель, Ю.К. Шашко<sup>2</sup>, кандидат с.-х. наук  
<sup>1</sup>Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси  
<sup>2</sup>Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 03.08.2015 г.)

В статье изложены результаты применения регуляторов роста на фоне различных доз азотных удобрений с различным механизмом действия на урожайность и качество льноволокна в посевах льна-долгунца сорта Блакит на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах Витебской области. Установлено, что при применении препарата серон (1,0–1,5 л/га) получен максимальный результат устойчивости льна-долгунца – 4,8 балла, урожай семян – 6,6–7,4 ц/га, льнотресты – 66,9–68,6 ц/га, льноволокна – 13,4–27,3 ц/га общего и 11,1–22,4 ц/га – длинного.

The article presents the results of growth regulators application against a background of different rates of nitrogenous fertilizers with different mechanism of action on flax fiber yield and quality in fiber flax crops cv Blakit on soddy-podzolic medium loamy soils of Vitebsk district. It is determined that with the preparation serone (1,0-1,5 l/ha) application a maximum result of fiber flax resistance – 4,8 points, seed yield – 6,6-7,4 cwt/ha, flax fiber – 13,4-27,3 cwt/ha – total and 11,1-22,4 cwt/ha – long is obtained.

### Введение

Проблема регуляции роста и развития растений с помощью физиологически активных веществ в настоящее время является одной из самых актуальных в современной биологии. Важнейшие представители эндогенных регуляторов роста – фитогормоны [7].

Фитогормоны синтезируются в растениях в очень малых количествах из продуктов фотосинтеза и гликолиза, участвуют в регуляции обмена веществ на всех этапах жизни растений – от развития зародыша до полного завершения жизненного цикла и отмирания. Они определяют характер роста и развития растений, формирования новых органов, габитуса, цветения, старения вегетативных частей, перехода к покою и выхода из него [11].

Действие фитогормонов на растения поливалентно, все они влияют на рост и деление клеток, на процессы адаптации к старению, на транспорт вещества, дыхание, синтез нуклеиновых кислот и белков и многие другие процессы. Однако у каждой группы этих веществ имеются свои специфические особенности. Согласно современной классификации, известно пять групп фитогормонов: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен [6].

Различают три группы ретардантов для укрепления стебля:

- **ингибиторы синтеза гиббереллинов** – тормозят образование фитогормонов, ответственных за удлинение стебля;
- **генераторы этилена** – тормозят рост и ускоряют процессы созревания;
- **комбинированные препараты** – тормозят синтез гиббереллинов и продуцируют гормон этилена.

**Ингибиторы гиббереллинов.** Гиббереллины влияют на процесс деления и на увеличение клеток. Зарегистрированы ретарданты на основе хлормеквата (гелиосан, стабилан, Це Це Це 750, ретацел), тринаксапак-этила (моддус) и прогексадиона Са (мессидор), которые тормозят образование гиббереллина. Благодаря торможению процесса синтеза гиббереллинов в растении происходит активация цитокининов – фитогормонов, отвечающих за возобновление и деление клеток.

Хлормекватхлорид и тринаксапак-этил имеют оптимум своего действия и неплохо тормозят синтез гиббереллинов. В меньшей степени это касается моддуса, который можно применять только на высокоинтенсивном

фоне удобрений, средств защиты, при избыточном и оптимальном содержании влаги в почве в течение всего периода роста культуры. В противном случае моддус сильно затормаживает рост боковых побегов, провоцирует их редукцию, в результате чего снижается плотность продуктивного стеблестоя и урожайность [1].

**Генераторы этилена.** Группа регуляторов роста, содержащих этефон (серон), играет важную роль в повышении устойчивости посевов к полеганию. Серон, попадая в растение, стимулирует выделение фитогормона этилен, который снижает активность гиббереллина и тормозит рост, ускоряя при этом старение, благодаря чему ткани становятся более прочными и крепкими [10]. Он хорошо действует при позднем внесении, так как окончательная длина формируется к концу цветения льна-долгунца. Лучшее действие от применения этефона происходит при интенсивном росте стебля – фаза быстрого роста льна. Для эффективного действия регулятора требуется дневная температура примерно 15 °С, при повышении температуры до 25 °С действие препаратов может ухудшаться. Поэтому при обработке этефоном, если стоит жаркая погода, рекомендуется более низкая норма расхода.

**Комбинированные препараты.** К группе зарегистрированных комбинированных препаратов относится терпал (мепикватхлорид + этефон). Ретардантный эффект от применения терпала тем выше, чем интенсивнее рост стебля в длину в течение 5–7 дней после обработки [1]. Благодаря мепикватхлориду происходит утолщение стенок стебля, а этефон усиливает эффект замедления роста.

В последние годы большое внимание уделяется применению на льне-долгунце новых регуляторов роста растений с целью повышения устойчивости к полеганию. Полегание – одна из главных причин снижения урожайности и качества льнопродукции. Но по этому вопросу имеется крайне мало работ.

Опыты Л.В. Гавриловой [2] указывают, что трехкратная обработка растений льна-долгунца раствором гиббереллина усиливает темпы роста растений, что повлияло на прирост растений в длину. Согласно результатам исследований Ф.М. Реда [9], гиббереллин способствует лучше формированию семян, повышает их массу на 10–16 % по сравнению с контролем, увеличивает выход масла. Под влиянием гиббереллина наблюдается увеличение количества элементарных волокон. В опытах Н.Г. Городного и И.Г. Вывалько [3] отмечено, что под воздействием

гиббереллина увеличивается техническая длина стеблей, повышается содержание волокна в стеблях на 1,5–2,3 %, урожай льносоломой – на 3,1–5,8, семян – на 0,4–0,7 ц/га, наблюдается повышение прочности волокна, содержание жира и белка в семенах льна [6]. Опыты С.М. Маштакова и А.П. Волынца [8] указывают, что гиббереллиновая кислота, применяемая в посевах льна, значительно снимает токсическое действие гербицидов.

В связи с вышеизложенным, проведены исследования оптимизации использования регуляторов роста растений на разных фонах минерального питания льна-долгунца в целях совершенствования технологии его возделывания.

### Методика проведения исследований

Исследования проведены в 2011–2013 гг. на опытном поле РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси». Схема опыта включала два фактора: фактор А – регуляторы роста: Це Це Це 750, ВК (хлормекватхлорид, 750 г/л) – 1,0–1,25 л/га; серон, ВР (этефон, 480 г/л) – 1,0–1,5 л/га; моддус, КЭ (тринексапак-этил, 250 г/л) – 0,3–0,6 л/га; терпал, ВР (мепикватхлорид, 305 г/л + этефон, 155 г/л) – 1,0–1,5 л/га; фактор В – уровень азотного питания: N<sub>0</sub>; N<sub>20</sub>; N<sub>40</sub>.

Закладку опыта, учеты, наблюдения и анализы проводили по общепринятым методикам [4]. Математическая обработка данных опыта сделана с помощью двухфакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [5].

В опыте использовали среднеспелый сорт льна-долгунца Блакит. Вид опыта – мелкоделяночный, общая площадь делянки – 25 м<sup>2</sup>, учетная площадь – 15 м<sup>2</sup>, повторность – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, по гранулометрическому составу – средний суглинок, подстилаемый мореной с глубины 0,7–1,0 м. Содержание в пахотном слое гумуса (по Тюрину) – 2,0–3,2 %, подвижного фосфора – 211–245 мг/кг почвы, обменного калия – 215–280 мг/кг почвы, рН<sub>KCl</sub> – 5,7–5,9.

Предшественник – зерновые культуры. Удобрения внесены под предпосевную культивацию согласно схеме

опыта в виде: N<sub>0</sub> – двойной суперфосфат (P<sub>80</sub>); N<sub>20</sub> – суперфосфат (N<sub>19</sub>P<sub>80</sub>); N<sub>40</sub> – АФК 6:21:32 (N<sub>18</sub>P<sub>63</sub>K<sub>96</sub>B<sub>0,5</sub>Zn<sub>0,8</sub>) + дополнительные N<sub>20</sub> внесены в виде подкормки раствором КАС (1:4) в фазе быстрого роста. Калийные удобрения (K<sub>100</sub> и K<sub>60</sub>) в виде хлористого калия внесены с осени. Сев проводили сеялкой «Lemken» с нормой высева 22 млн./га всхожих семян.

Уход за посевами проводили согласно отраслевому регламенту по возделыванию льна-долгунца. Регуляторы роста применяли в фазе конец быстрого роста – начало бутонизации согласно схеме опыта.

Опыты убирали в фазе ранне-желтой спелости. С каждого варианта отбирали снопы с последующим терблением, после чего вытербленный лен расстилали в поле тонкой лентой для дальнейшей вылежки.

### Результаты исследований и их обсуждение

Основная продуктивная часть льна — это волокнистый стебель. Он содержит примерно от 20 до 30 % волокна, ради которого возделывается эта культура. У льна-долгунца различают общую и техническую длину стебля. Техническая длина – часть стебля наиболее ценная, она дает длинное волокно. Высота стебля — очень важный признак качества, чем выше стебель и чем больше его техническая часть, тем больше длинного волокна содержится в нем.

В результате трехлетних исследований получены данные биометрических показателей льна-долгунца, которые свидетельствуют о том, что во всех вариантах опыта с применением регуляторов роста увеличивается общая длина растений в пределах 2,9–4,8 см и техническая – на 2,3–4,2 см. Лучший результат получен в вариантах с применением препаратов серон (1,0–1,5 л/га) и терпал (1,0–1,5 л/га), который составил в среднем за три года 87,2–88,1 и 87,0–87,3 см, соответственно. По фактору В – дополнительная подкормка посевов азотными удобрениями в дозе 20 кг/га д. в. увеличивала общую длину стебля на 6,3–16,8 см, техническую длину стебля – на 3,8–12,1 см. Максимальная длина стебля получена при применении

Таблица 1 – Влияние регуляторов роста на устойчивость к полеганию и урожай тресты и семян льна-долгунца (среднее, 2011–2013 гг.)

Ретардант, фактор А	Устойчивость, балл				Урожайность, ц/га							
					тресты				семян			
	доза азота, фактор В											
	N <sub>0</sub>	N <sub>20</sub>	N <sub>40</sub>	средн. по ф. А	N <sub>0</sub>	N <sub>20</sub>	N <sub>40</sub>	средн. по ф. А	N <sub>0</sub>	N <sub>20</sub>	N <sub>40</sub>	средн. по ф. А
Контроль	4,4	4,2	3,8	4,1	32,1	43,3	53,7	43,0	4,5	5,5	4,1	4,7
Це Це Це 750 (1,0 л/га)	4,7	4,4	4,7	4,6	38,0	47,7	59,9	48,5	3,0	4,1	3,7	3,6
Серон (1,0 л/га)	4,8	4,5	4,8	4,7	44,3	54,8	68,6	55,9	5,4	6,6	4,6	5,5
Моддус (0,3 л/га)	4,6	4,4	4,6	4,5	39,5	49,9	63,1	50,8	5,2	6,5	4,7	5,5
Терпал (1,0 л/га)	4,6	4,4	4,6	4,5	36,9	47,5	59,6	48,0	4,7	5,8	4,3	4,9
Це Це Це 750 (1,25 л/га)	4,7	4,4	4,7	4,6	39,2	49,2	62,3	50,2	4,4	5,4	3,8	4,5
Серон (1,5 л/га)	4,7	4,5	4,8	4,7	42,8	53,1	66,9	54,3	6,0	7,4	4,9	6,1
Моддус (0,6 л/га)	4,6	4,4	4,7	4,6	38,1	47,8	59,6	48,5	6,2	7,4	4,8	6,1
Терпал (1,5 л/га)	4,7	4,4	4,7	4,6	39,3	48,9	61,6	49,9	4,9	6,1	4,3	5,1
<b>Среднее по фактору В</b>	<b>4,6</b>	<b>4,4</b>	<b>4,6</b>		<b>32,1</b>	<b>43,3</b>	<b>53,7</b>		<b>4,9</b>	<b>6,1</b>	<b>4,4</b>	

НСП <sub>05</sub> А	0,2	0,2–0,5	0,1–0,4
НСП <sub>05</sub> В	0,2	0,2–0,5	0,1–0,4
НСП <sub>05</sub> АВ	0,2	0,2–0,5	0,1–0,2

препарата серон (1,0–1,5 л/га) на фоне азотных удобрений 40 кг/га д. в. – 96,3–98,8 см – общая и 70,9–72,5 см – техническая, соответственно.

Для сельскохозяйственного производства важной проблемой является устойчивость льна-долгунца к полеганию. Анализируя влияние регуляторов роста на устойчивость стеблестоя льна, хочется отметить, что все варианты с применением регуляторов роста превысили контроль. На фоне азотных удобрений до 20 кг/га д. в. все варианты с применением регуляторов превосходят контроль крайне незначительно, на фоне азотных удобрений 40 кг/га д. в. проявляется большее действие регуляторов, что связано с повышенной прочностью механических тканей.

Изучение внутренней структуры стеблей льна-долгунца при применении регуляторов роста в наших исследованиях показало, что в солоmine повышено содержание целлюлозы. Интенсивное ее накопление происходит в период от бутонизации до полной спелости, в этот период регуляторы роста уже внесены. Под их действием происходит относительное повышение содержания в клеточных оболочках клетчатки и пектиновых веществ, что и способствует увеличению плотности древесины и большей устойчивости растений к полеганию. Максимальный результат устойчивости льна (4,8 балла) получен при применении препарата серон (1,0–1,5 л/га), тогда как в контроле устойчивость составила 3,8 балла (таблица 1).

Анализ урожайных данных показал, что обработка посевов льна регуляторами роста с разным действующим веществом обеспечивает не одинаковый механизм действия на физиологические процессы. Так, применение регуляторов роста увеличило урожай льнотресты на 5,0–12,9 ц/га в сравнении с контрольным вариантом, а внесение дополнительных 20 кг/га д. в. азотных удобрений увеличивает урожай тресты на 10,2–12,6 ц/га.

Максимальный урожай семян получен в вариантах с применением препаратов серон (1,0–1,5 л/га) и моддус (0,3–0,6 л/га) на фоне азотных удобрений 20 кг/га д.в. и составил 6,6–7,4 и 6,5–7,4 ц/га, соответственно.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о том, что необходимо применение различных регуляторов

роста при возделывании льна на тресту либо семена.

В наших исследованиях применение регуляторов роста в посевах льна-долгунца обеспечило достоверное повышение урожая льноволокна на фонах минерального питания. Самый высокий урожай льноволокна общего и длинного получен в вариантах с применением препарата серон (1,0–1,5 л/га): прибавка урожая составила 4,4–9,2 ц/га общего и 4,6–10,0 ц/га длинного волокна (таблица 2). По фактору В – дополнительные 20 кг/га д. в. азотных удобрений увеличивают урожай льноволокна на 4,8–6,5 ц/га общего и на 3,9–4,1 ц/га – длинного волокна.

На фоне азотных удобрений 20 и 40 кг/га д. в. существенного влияния на качество длинного льноволокна регуляторы роста не оказали, за исключением препарата серон (1,0–1,5 л/га), который увеличивает номер длинного волокна до 12,0–12,4. Все варианты с применением регуляторов роста на фоне РК, без применения азотных удобрений, достоверно превысили контроль по номеру длинного волокна.

Во время цветения льна-долгунца волокно характеризуется невысоким содержанием лигнина и пектина, что делает его гибким и тонким, но непрочным. После цветения наступает фаза «зеленой спелости», в этот период идет накопление целлюлозы, главного компонента волокна, т. е. наступает техническая спелость льна. Качество волокна во многом определяется такими свойствами, как прочность и гибкость.

Наблюдения показали, что регуляторы роста влияют на гибкость волокна, т. е. делают его более грубым, но более прочным. Под действием регулятора внутри стебля увеличивается накопление не только целлюлозы, но и увеличивается степень лигнификации лубяных клеток, в результате чего волокно грубеет. Изменяется также и структура клеток: элементарные волокна удлиняются, оболочка их сильно утолщается, что обуславливает прочность волокна. По фактору В – необходимо отметить, что каждые дополнительные 20 кг/га д. в. азота увеличивают горстевую длину волокна, которая напрямую зависит от технической длины стебля.

Таблица 2 – Влияние регуляторов роста на урожай и качество льноволокна (среднее, 2011–2013 гг.)

Ретардант, фактор А	Урожайность, ц/га волокна								Номер длинного волокна			
	общего				длинного							
	доза азота, фактор В											
	N <sub>0</sub>	N <sub>20</sub>	N <sub>40</sub>	средн. по ф. А	N <sub>0</sub>	N <sub>20</sub>	N <sub>40</sub>	средн. по ф. А	N <sub>0</sub>	N <sub>20</sub>	N <sub>40</sub>	средн. по ф. А
Контроль	9,0	13,2	18,1	<b>13,4</b>	6,5	9,9	12,4	<b>9,6</b>	11,5	11,3	11,0	<b>11,3</b>
Це Це Це 750 (1,0 л/га)	10,9	15,4	21,1	<b>15,8</b>	7,8	11,4	14,7	<b>11,3</b>	12,0	11,7	11,3	<b>11,7</b>
Серон (1,0 л/га)	14,2	19,8	27,3	<b>20,4</b>	11,7	16,8	22,4	<b>17,0</b>	12,7	12,3	11,7	<b>12,2</b>
Моддус (0,3 л/га)	12,0	17,0	23,8	<b>17,6</b>	8,2	12,3	16,6	<b>12,4</b>	12,0	11,1	11,0	<b>11,4</b>
Терпал ( 1,0 л/га)	11,2	15,9	22,5	<b>16,5</b>	8,8	12,5	16,7	<b>12,7</b>	12,4	11,3	11,3	<b>11,7</b>
Це Це Це 750 (1,25 л/га)	11,9	16,8	23,5	<b>17,4</b>	8,8	12,6	16,4	<b>12,6</b>	12,7	11,8	11,3	11,9
Серон (1,5 л/га)	13,4	18,7	26,0	<b>19,4</b>	11,1	15,8	21,1	<b>16,0</b>	12,9	12,4	12,0	<b>12,4</b>
Моддус (0,6 л/га)	11,0	15,4	21,3	<b>15,9</b>	7,7	11,1	14,6	<b>11,1</b>	12,0	11,1	11,0	<b>11,4</b>
Терпал (1,5 л/га)	11,9	16,4	23,1	<b>17,1</b>	9,5	13,2	17,2	<b>13,3</b>	12,8	12,1	11,5	<b>12,1</b>
<b>Среднее по фактору В</b>	<b>11,7</b>	<b>16,5</b>	<b>23,0</b>		<b>8,9</b>	<b>12,8</b>	<b>16,9</b>		<b>12,3</b>	<b>11,7</b>	<b>11,3</b>	

НСР <sub>05</sub> А	0,2–0,4	0,2–0,7
НСР <sub>05</sub> В	0,2–0,5	0,2–0,7
НСР <sub>05</sub> АВ	0,1–0,2	0,1–2,1



Таблица 3 – Экономическая эффективность применения регуляторов роста на фоне различных доз азотных удобрений в технологии возделывания льна-долгунца (среднее, 2011–2013 гг.)

Ретардант, фактор А	Чистый доход, тыс. руб./га						Рентабельность, %					
	доза азота, фактор В											
	N <sub>0</sub>		N <sub>20</sub>		N <sub>40</sub>		N <sub>0</sub>		N <sub>20</sub>		N <sub>40</sub>	
	треста	семена	треста	семена	треста	семена	треста	семена	треста	семена	треста	семена
Контроль	900	972	3370	2065	4005	1497	12,7	30,7	45,7	69,0	43,0	65,8
Це Це Це 750 (1,0 л/га)	2192	578	5132	1444	4543	1366	25,4	26,5	60,6	62,0	44,1	67,0
<b>Серон (1,0 л/га)</b>	<b>3983</b>	<b>1597</b>	<b>6891</b>	<b>2709</b>	<b>5782</b>	<b>1822</b>	<b>46,1</b>	<b>47,4</b>	<b>79,0</b>	<b>80,5</b>	<b>51,5</b>	<b>75,6</b>
Моддус (0,3 л/га)	3224	1400	4262	2598	5152	1822	40,1	41,4	52,5	76,8	49,1	72,8
Терпал (1,0 л/га)	2660	1122	5531	2207	4587	1603	33,8	35,0	69,1	70,6	45,0	68,1
Це Це Це 750 (1,25 л/га)	2971	1102	5777	2072	4860	1429	36,2	37,4	70,1	71,6	45,9	69,1
<b>Серон (1,5 л/га)</b>	<b>3903</b>	<b>1799</b>	<b>6769</b>	<b>3078</b>	<b>5588</b>	<b>1929</b>	<b>47,0</b>	<b>48,3</b>	<b>80,9</b>	<b>82,5</b>	<b>50,8</b>	<b>74,8</b>
Моддус (0,6 л/га)	1835	1739	4124	2978	4602	1793	24,1	43,9	53,3	77,8	45,2	68,3
Терпал (1,5 л/га)	3001	1236	5759	2348	4742	1603	36,6	37,8	70,4	71,9	45,0	68,1

Нашими исследованиями установлено, что применение регуляторов роста оказывает действие на физиологические процессы растений льна, в частности на скорость прохождения фаз его развития. Так, в контроле зафиксирована фаза бутонизации – начало цветения, в то время как в вариантах с применением регуляторов роста посевы льна находились в фазе полного цветения. Однако во всех вариантах с применением регуляторов задерживается период наступления фазы ранне-желтой спелости, которая зафиксирована в следующей последовательности: контроль, моддус, Це Це Це 750, терпал, серон. Таким образом, применение регуляторов роста удлиняет период вегетации (в среднем за 2011–2013 гг. – на 5–10 дней).

Использование регуляторов роста и минеральных удобрений в посевах льна-долгунца сопровождается увеличением затрат, связанных с их применением. Однако за счет реализации дополнительной продукции эти затраты компенсируются. Поэтому преимущество изучаемого варианта можно выявить по результатам расчета экономической эффективности, основными показателями которой являются величина чистого дохода и рентабельность.

Расчеты проводили в соответствии с оптимальными ценами на минеральные удобрения и химические средства, а также закупочными ценами на льнопродукцию по состоянию на 01.01.2014 г. Общую сумму затрат определяли по технологическим картам возделывания и уборки льна-долгунца.

Согласно данным, представленным в таблице 3, применение минеральных удобрений и регуляторов роста под лен-долгунец экономически оправдано. Более высокий чистый доход с гектара и уровень рентабельности обеспечил вариант с применением препарата серон (1,0–1,5 л/га) на фоне азотных удобрений 20 кг/га д. в. при возделывании на семена и на волокно. Чистый доход с 1 га составил 3902,7–6891,0 тыс. руб. от полученной тресты и 1596,8–3078,0 тыс. руб. – семян.

Таким образом, рациональное применение под лен-долгунец новых регуляторов роста растений способствует существенному росту рентабельности льноводческой отрасли и обеспечивает получение устойчивого чистого дохода с каждого гектара посева.

### Выводы

1. Применение регуляторов роста повышает устойчивость стеблестоя льна-долгунца к полеганию, что связано с повышением прочности механических тканей.
2. Применение регуляторов роста увеличивает урожай

льнотресты на 5,0–12,9 ц/га, урожай льноволокна общего на 1,9–9,2 ц/га и 1,2–10,0 ц/га – длинного.

3. Максимальный результат по всем показателям получен при применении препарата серон (1,0–1,5 л/га): устойчивость льна к полеганию – 4,8 балла, урожай семян – 6,6–7,4 ц/га, урожай льнотресты – 66,9–68,6 ц/га, урожай льноволокна – 13,4–27,3 ц/га общего и 11,1–22,4 ц/га – длинного.
4. Внесение каждые дополнительных 20 кг/га д. в. азотных удобрений увеличивает урожай тресты на 10,2–12,6 ц/га, урожай льноволокна общего – на 4,8–6,5 ц/га, длинного – на 3,9–4,1 ц/га.
5. Для производства семян оптимальным уровнем азотных удобрений является 20 кг/га д. в.
6. Применение регуляторов роста удлиняет период вегетации в среднем на 5–10 дней.
7. Самый высокий чистый доход с гектара обеспечил вариант с применением препарата серон (1,0–1,5 л/га) на фоне азотных удобрений 20 кг/га д. в., что составило 3902,7–6891,0 тыс. руб. от полученной тресты и 1596,8–3078,0 тыс. руб. – семян.

### Литература

1. Бруй, И.Г. Морфорегуляторы на зерновых колосовых // И.Г. Бруй // Наше сельское хозяйство. – 2011. – №9. – С. 49–56.
2. Гаврилова, Л.В. К вопросу о действии бора и гиббереллина на лен: ученые записки / Л. В. Гаврилова // Кировск. с.-х. ин-т.; сост.: Л.В. Гаврилова. – М., 1966. – Вып. 22. – 50 с.
3. Городний, Н.Г. Влияние гиббереллина на рост и продуктивность льна-долгунца / Н.Г. Городний, И.Г. Вывалько // Физиология растений. – Вып. 2. – М., 1964. – С. 1078–1080.
4. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом / Б.С. Долгов [и др.]; под ред. Б.С. Долгова. – ВНИИ льна.: Торжок, 1978. – 71 с.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
6. Ковалев, В.М. Теоретические основы оптимизации формирования урожая / В.М. Ковалев. – М., 1997. – 283 с.
7. Агрохимическое обоснование энергосберегающих приемов повышения урожайности и качества льна-долгунца в Беларуси: монография / С.П. Кукреш [и др.]; под ред. С.П. Кукреша. – Горки: БГСХА, 2002. – 168 с.
8. Маштаков, С.М. О взаимодействии гибберелиновой кислоты и производных феноксиуксусной кислоты в растениях льна-долгунца / С.М. Маштаков, А.П. Волюнец // Докл. АН БССР. – Минск., 1963. – Вып. 7. – С. 266–269.
9. Реда, Ф.М. Влияние микроэлементов и гиббереллина на некоторые физиолого-биохимические процессы, качество волокна и биосинтез масла в растениях льна: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ф.М. Реда; Укр. с.-х. ин-т. – Киев, 1963. – 23 с.
10. Зерновые культуры / Д. Шпаар [и др.]. – Минск., 2000. – 421 с.
11. Kefeli V. Natural growth inhibitors and phytormones / V. Kefeli. – Hague: Junh Publ., 1978. – P. 141–144.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ОЗИМУЮ ПШЕНИЦУ НА ПОЧВАХ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ЭРОДИРОВАННОСТИ

Н.Н. Цыбулько, кандидат с.-х. наук  
Департамент по ликвидации последствий катастрофы  
на Чернобыльской АЭС  
А.Ф. Черныш, кандидат с.-х. наук,  
С.С. Пунченко, младший научный сотрудник  
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 24.04.2015 г.)

*На дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах разной степени эродированности изучено применение дифференцированных доз азотных, фосфорных и калийных удобрений под озимую пшеницу. Установлено, что в эрозионном агроландшафте на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах с высокой обеспеченностью  $P_2O_5$  и повышенной обеспеченностью  $K_2O$  наиболее эффективным вариантом удобрения в системе почвенной катены является внесение азотных удобрений дифференцировано с учетом степени смывости почвы, планируемой урожайности и потерь азота в результате смыва, фосфорных и калийных удобрений в дозах, рассчитанных на положительный баланс элементов в зависимости от обеспеченности ими почв разной степени смывости и потерь при эрозии.*

*At the sod-podzolic light loamy soils of different degree of erosion studied the use of differentiated doses of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on winter wheat. It was found that the erosive agrolandscape on sod-podzolic light loamy soils with high security  $P_2O_5$  and  $K_2O$  increased security the most effective option in the fertilizer soil catena nitrogen fertilization is differentiated according to the degree of erosion of the soil, the planned yield and nitrogen losses as a result of runoff, phosphorus and potash at doses calculated to balance the positive elements in dependence on the supply of soil to varying degrees of erosion and erosion losses.*

### Введение

Азотное питание растений является ведущим фактором в интенсификации продукционного процесса сельскохозяйственных культур. Потребность растений в азоте удовлетворяется за счет почвенных запасов и применения азотных удобрений. Дерново-подзолистые почвы характеризуются низким содержанием органического вещества и азота. Кроме этого, только незначительная часть почвенного азота (1–3 %), которая находится в минеральных соединениях, непосредственно доступна растениям [1]. Поэтому основным источником возмещения дефицита элемента является применение азотных удобрений, которые обеспечивают повышение урожайности зерновых культур на 20–40 % и более, увеличивают содержание белка в зерне на 2–3 %.

В этой связи одна из задач современной агрономической химии состоит в разработке приемов рационального использования азотного фонда почв при одновременном сохранении их плодородия и эффективном применении азотных удобрений.

Изучение эффективности азотных удобрений на эродированных почвах является актуальным, поскольку отрицательное влияние эрозии наиболее сильно проявляется на содержании гумуса и азота. Так, по обобщенным данным, на почвах, подверженных водной эрозии, среднегодовые потери азота в результате эрозии составляют 8–10 кг/га, а в отдельные годы достигают 35–40 кг/га [2–4].

С повышением эродированности почв, с одной стороны, существенно снижаются в них запасы общего и минерального азота, а с другой – увеличиваются потери его с процессами эрозии, что приводит к необходимости применения повышенных доз азотных удобрений.

Существующие в настоящее время рекомендации по применению азотных удобрений на эродированных почвах базируются на том, что для получения близкой по величине или одинаковой урожайности с неэродированными почвами требуется вносить большее количество удобрений. Для расчета дополнительных доз азота и других макроэлементов на смытых почвах в нашей республике [5, 6] и странах СНГ [7–9] разработаны специаль-

ные формулы, согласно которым с повышением степени эродированности почвы увеличивается и доза удобрений. Данные положения вступают в противоречие с усилением потерь азота в результате смыва.

В сложных эрозионных ландшафтах требуется весьма гибкая система удобрений, учитывающая разнообразие элементов рельефа, их морфологических характеристик и степени смывости почвы с тем, чтобы не допустить потерь элементов питания.

Цель работы – оценить эффективность применения дифференцированных доз азотных, фосфорных и калийных удобрений под озимую пшеницу на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве разной степени эродированности.

### Объекты и методы исследований

Исследования проводили на стационаре «Стоковые площадки» Института почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, расположенном на выпуклом склоне южной экспозиции крутизной 5–7 °. Постоянные стоковые площадки расположены по геоморфологическому профилю от водораздельной равнины до подножья склона. Длина каждой площадки (длина линии стока) – 60 м, ширина – 12 м, общая площадь одной площадки – 720 м<sup>2</sup>.

Объектом исследований являлись дерново-палево-подзолистые легкосуглинистые несмытая, средне-, сильносмытая и намытая почвы на легких лессовидных суглинках. Агрохимические показатели почв приведены в таблице 1.

Возделывали озимую пшеницу сорта Богатка. Технология возделывания соответствовала принятому отраслевому регламенту. Фосфорные и калийные удобрения вносили перед посевом, азотные удобрения – перед посевом и в подкормку в фазе растягивания растений.

Схема опыта предусматривала изучение дифференцированных доз минеральных удобрений на почвах разной степени эродированности. Дозы азотных удобрений:  $N_1$  – доза средняя рекомендуемая под культуру без учета степени эродированности почвы;  $N_2$  – доза дифференцированная для неэродированной и эродированных почв.

Дозы фосфорных и калийных удобрений:  $P_1K_1$  – дозы, рассчитанные на бездефицитный баланс фосфора и калия в почве с учетом обеспеченности почв подвижными формами элементов;  $P_2K_2$  – дозы, рассчитанные на пологий баланс фосфора и калия в почве (таблица 2).

Повторность вариантов в опыте четырехкратная. Учет урожая производили поделочно в четырехкратной повторности.

Агрохимические показатели почв определяли по следующим методикам: органическое вещество – по Тюрину в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26212–91 [10];  $pH_{(KCl)}$  – потенциометрическим методом по ГОСТ 26483–85 [11]; подвижные формы фосфора и калия – по ГОСТ 26207–91 [12].

Полученные данные обрабатывали методами дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [13] с использованием стандартного компьютерного программного обеспечения (Excel 7.0, Statistic 7.0).

### Результаты исследований и их обсуждение

За годы исследований метеорологические условия вегетационных периодов различались не существенно. По степени увлажнения 2013 и 2014 гг. характеризовались хорошей увлажненностью с ГТК соответственно 1,52 и 1,50.

Продуктивность озимой пшеницы и эффективность минеральных удобрений по годам исследований зависела от степени эродированности почв и уровней применения удобрений. Урожайность по вариантам опыта колебалась в 2013 г. от 40,4 до 75,5 ц/га, в 2013 г. – от 50,6 до 86,0 ц/га.

С увеличением степени эродированности почвы наблюдалось снижение урожайности. Так, в среднем за 2 года исследований на фосфорно-калийном фоне ( $P_{40}K_{70}$ ) на несмытой почве она составила 58,8 ц/га, а на средне- и сильносмытой почве была ниже соответственно на 7,7 и 13,3 ц/га или на 13 и 23 %. На намытой почве снижение было несущественным – 2,9 ц/га при  $HCP_{05} = 3,75$  (таблица 3).

В исследованиях были использованы разные подходы расчета и применения доз азотных, фосфорных и калийных удобрений на почвах разной степени эродированности.

В варианте 2, где азот удобрений применяли по всем элементам склона в средней дозе 110 кг/га ( $N_{90}$  в начале весенней вегетации +  $N_{20}$  в фазе выхода в трубку растений), а фосфорные и калийные удобрения – в дозах  $P_{40}K_{70}$ , рассчитанных на бездефицитный баланс элементов в почве, сформирована урожайность озимой пшеницы в среднем за 2 года на несмытой почве 80,8 ц/га зерна, на средне- и сильносмытой почве – соответственно 69,5 и 63,3 ц/га. Снижение ее на почвах, подверженных эрозии, составило 11,3 и 17,5 ц/га или 14 и 22 %, соответственно. Прибавки урожая зерна от азотных удобрений к фосфорно-калийному фону ( $P_{40}K_{70}$ ) получены на несмытой, средне- и сильносмытой почвах соответственно 22,0, 18,4 и 17,8 ц/га.

В варианте 3 фосфорные и калийные удобрения применяли в дозах, рассчитанных на бездефицитный баланс элементов в почве, а дозы азотных удобрений дифференцировали по элементам склона в зависимости от смытости почвы. На несмытой почве плакора и на намытой по-

Таблица 1 – Агрохимические показатели почв (Ап) разной степени смытости

Степень смытости почвы	$pH_{KCl}$	Гумус	$N_{общ}$	$P_2O_5$	$K_2O$
		%		мг/кг почвы	
Несмытая	$\frac{5,74}{5,70-5,78}$	$\frac{1,83}{1,55-2,06}$	967	$\frac{284,2}{276,5-291,9}$	$\frac{268,7}{251,0-286,5}$
Среднесмытая	$\frac{5,53}{5,19-5,88}$	$\frac{1,78}{1,55-2,01}$	689	$\frac{276,7}{257,7-295,7}$	$\frac{262,8}{235,2-290,5}$
Сильносмытая	$\frac{5,52}{5,16-5,88}$	$\frac{1,29}{1,14-1,44}$	661	$\frac{272,3}{235,9-308,7}$	$\frac{215,4}{193,0-237,8}$
Намытая	$\frac{6,08}{5,74-6,42}$	$\frac{1,49}{1,47-1,50}$	800	$\frac{314,5}{290,6-338,4}$	$\frac{262,0}{225,7-298,2}$

Примечание – \*В числителе среднее значение за годы исследований, в знаменателе – колебание по годам исследований.

Таблица 2 – Схема полевого опыта с применением разных доз минеральных удобрений

Степень смытости почвы	Варианты опыта	
	НРК	дозы и сроки применения удобрений, кг/га
Несмытая	1. $P_1K_1$	$P_{40}K_{70}$
	2. $N_1P_1K_1$	$N_{110}(90$ в начале весенней вегетации + 20 в фазе выхода в трубку растений) $P_{40}K_{70}$
	3. $N_2P_1K_1$	$N_{100}(80$ в начале весенней вегетации + 20 в фазе выхода в трубку растений) $P_{40}K_{70}$
	4. $N_2P_2K_2$	$N_{110}(90$ в начале весенней вегетации + 20 в фазе выхода в трубку растений) $P_{30}K_{60}$
Среднесмытая	1. $P_1K_1$	$P_{40}K_{70}$
	2. $N_1P_1K_1$	$N_{110}(90$ в начале весенней вегетации + 20 в фазе выхода в трубку растений) $P_{40}K_{70}$
	3. $N_2P_1K_1$	$N_{120}(90$ в начале весенней вегетации + 30 в фазе выхода в трубку растений) $P_{40}K_{70}$
	4. $N_2P_2K_2$	$N_{120}(90$ в начале весенней вегетации + 30 в фазе выхода в трубку растений) $P_{50}K_{80}$
Сильносмытая	1. $P_1K_1$	$P_{40}K_{70}$
	2. $N_1P_1K_1$	$N_{110}(90$ в начале весенней вегетации + 20 в фазе выхода в трубку растений) $P_{40}K_{70}$
	3. $N_2P_1K_1$	$N_{130}(90$ в начале весенней вегетации + 40 в фазе выхода в трубку растений) $P_{40}K_{70}$
	4. $N_2P_2K_2$	$N_{130}(90$ в начале весенней вегетации + 40 в фазе выхода в трубку растений) $P_{60}K_{80}$
Намытая	1. $P_1K_1$	$P_{40}K_{70}$
	3. $N_2P_1K_1$	$N_{100}(80$ в начале весенней вегетации + 20 в фазе выхода в трубку растений) $P_{40}K_{70}$



чве применяли дозу азота  $N_{100}$  (80 кг/га в начале весенней вегетации и 20 кг/га в фазе выхода в трубку растений), рекомендуемую на планируемую урожайность озимой пшеницы 65 ц/га [14]. На средне- и сильноосмытой почве дозы азотных удобрений были увеличены соответственно на 20 и 30 % согласно рекомендациям. Урожай зерна в этом варианте получен на несмытой и намытой почве 74,6 ц/га, а на средне- и сильноосмытой – соответственно 75,6 и 72,6 ц/га. Прибавки к фону  $P_{40}K_{70}$  колебались от 15,8 до 27,1 ц/га. Как показывают данные, на несмытой почве наблюдалось существенное (на 6,2 ц/га) снижение урожайности по отношению к варианту 2 в результате уменьшения на 10 кг/га дозы азотной подкормки при возобновлении весенней вегетации посевов. На средне- и сильноосмытой почве повышение дозы азотной подкормки в фазе выхода в трубку растений с 20 до 30–40 кг/га привело к ее увеличению на 6,1 и 9,3 ц/га зерна, соответственно.

В варианте 4 фосфорные и калийные удобрения применяли в дозах, рассчитанных на положительный баланс элементов в зависимости от их содержания в почвах разной степени смывости. Дозы азотных удобрений дифференцировали по элементам склона и смывости почвы аналогично варианту 3.

В среднем за 2 года исследований урожайность озимой пшеницы в этом варианте получена на несмытой, средне- и сильноосмытой почве соответственно 79,2, 78,2 и 75,7 ц/га. Прибавки урожая зерна к фону  $P_{40}K_{70}$  колебались от 20,4 до 30,2 ц/га. На несмытой почве наблюдалось незначительное (на 1,6 ц/га) снижение урожайности по отношению к варианту 2 в результате уменьшения доз фосфора и калия. На средне- и сильноосмытой почве при повышении доз фосфорных и калийных удобрений не наблюдалось достоверного роста урожайности по сравнению с вариантом 3 (прибавки – 2,6–3,1 ц/га), однако она

существенно увеличилась по отношению к варианту 2 на средне- и сильноосмытой почве – соответственно на 8,7 и 12,4 ц/га зерна.

Одним из показателей агрохимической эффективности удобрений является окупаемость их прибавками урожая. В производственных условиях средний норматив окупаемости минеральных удобрений (NPK) прибавкой зерна озимой пшеницы равен 7,8 кг [15].

В наших исследованиях окупаемость удобрений зависела от уровня их применения и степени эродированности почвы. На несмытой почве при внесении  $N_{110}P_{40}K_{70}$  (вариант 2) она составила 10,0 кг зерна, а на средне- и сильноосмытой почве снизилась до 8,4 и 8,1 кг, соответственно. Окупаемость только азотных удобрений в этом варианте получена на несмытой, средне- и сильноосмытой почве соответственно 20,0, 16,7 и 16,2 кг зерна пшеницы.

На несмытой почве уменьшение дозы азотной подкормки в начале весенней вегетации посевов (вариант 3) привело к снижению оплаты азота и в целом NPK прибавкой урожая соответственно на 4,2 и 2,5 кг зерна, тогда как при уменьшении доз фосфора и калия (вариант 4) не наблюдалось снижения окупаемости удобрений.

На средне- и сильноосмытой почве повышение доз азота соответственно до 120 и 130 кг/га способствовало росту окупаемости азотных удобрений на 3,7 и 4,6 кг зерна и в целом минеральных удобрений – на 2,2 и 3,1 кг зерна, тогда как увеличение доз только фосфора и калия не обеспечило повышения окупаемости NPK.

По результатам полевого опыта на основе данных стоимости прибавки урожая, действующих закупочных цен на зерно озимой пшеницы, расходов на приобретение и внесение удобрений, уборку, перевозку и доработку прибавки урожая проведены расчеты экономической эффективности применения минеральных удобрений на почвах разной эродированности [16].

**Таблица 3 – Влияние дифференцированных доз минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы и окупаемость удобрений**

Вариант	Урожайность, ц/га зерна			Снижение на смытых почвах		Прибавка к РК, ц/га	Окупаемость удобрений прибавкой урожая, кг	
	2013 г.	2014 г.	среднее	ц/га	%		N	NPK
<b>Несмытая почва</b>								
1. $P_{40}K_{70}$	51,9	65,6	58,8	–	–	–	–	–
2. $N_{110}P_{40}K_{70}$	75,5	86,0	80,8	–	–	22,0	20,0	10,0
3. $N_{100}P_{40}K_{70}$	69,6	79,5	74,6	–	–	15,8	15,8	7,5
4. $N_{110}P_{30}K_{60}$	73,8	84,5	79,2	–	–	20,4	–	10,2
<b>Среднесмытая почва</b>								
1. $P_{40}K_{70}$	44,1	58,1	51,1	7,7	13	–	–	–
2. $N_{110}P_{40}K_{70}$	63,7	75,3	69,5	11,3	14	18,4	16,7	8,4
3. $N_{120}P_{40}K_{70}$	70,8	80,3	75,6	–	–	24,5	20,4	10,6
4. $N_{120}P_{50}K_{80}$	72,6	83,9	78,2	–	–	27,1	–	10,8
<b>Сильносмытая почва</b>								
1. $P_{40}K_{70}$	40,4	50,6	45,5	13,3	23	–	–	–
2. $N_{110}P_{40}K_{70}$	54,8	71,7	63,3	17,5	22	17,8	16,2	8,1
3. $N_{130}P_{40}K_{70}$	65,6	79,6	72,6	–	–	27,1	20,8	11,3
4. $N_{130}P_{60}K_{80}$	68,4	82,9	75,7	–	–	30,2	–	11,2
<b>Намытая почва</b>								
1. $P_{40}K_{70}$	50,6	61,2	55,9	2,9	5	–	–	–
3. $N_{100}P_{40}K_{70}$	70,5	78,7	74,6	–	–	18,7	18,7	8,9
НСР <sub>05</sub>								
Фактор А	3,70	3,80	3,75					
Фактор Б	3,70	3,80	3,75					

Данные, представленные в таблице 4, показывают, что эффективность внесения минеральных удобрений под озимую пшеницу зависела от их доз и эродированности почвы.

На несмытой почве наибольший чистый доход – 3327 тыс. руб./га при рентабельности 150 % получен в варианте с применением  $N_{110}P_{40}K_{70}$ . Уменьшение на этой почве дозы азотной подкормки на 10 кг/га (вариант 3) приводило к снижению величины чистого дохода и рентабельности производства. Уменьшение доз предпосевного применения фосфора и калия (вариант 4) приводило к снижению затрат на 1 ц зерна и повышению рентабельности до 162 % по сравнению с вариантом 2, однако чистый доход был ниже на 147 тыс. руб./га.

На почвах, подверженных эрозии, экономическая эффективность аналогичных доз минеральных удобрений была ниже по сравнению с неэродированной почвой. Так, в варианте 2 с применением  $N_{110}P_{40}K_{70}$  на средне- и сильносмытой почве затраты на 1 ц зерна возросли на 18 и 21 %, величина чистого дохода уменьшилась на 874 и 1019 тыс. руб./га, а рентабельность внесения удобрений сократилась со 150 % до 112 и 106 %, соответственно.

Увеличение доз удобрений способствовало повышению их эффективности. На среднесмытой почве наиболее эффективным было внесение  $N_{120}P_{50}K_{80}$  (дозы фосфора и калия рассчитаны на положительный баланс элементов в почве). Чистый доход составил 4236 тыс. руб./га при рентабельности 163 %. На сильносмытой почве наибольший чистый доход (4685 тыс. руб./га) получен в варианте с  $N_{130}P_{60}K_{80}$ , тогда как рентабельность применения удобрений самой высокой (180 %) была в варианте  $N_{130}P_{40}K_{70}$ .

Формирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия проводится для определенных агроэкологических типов и групп земель, характеризующихся однородными условиями для возделывания культуры или групп

культур. В свою очередь, построение агроэкологических типов и групп земель осуществляется из первичных элементов агроландшафта. В качестве первичного элемента агроландшафта рассматривается элементарный ареал агроландшафта, под которым понимается земельный участок на элементе мезорельефа, ограниченный элементарным почвенным ареалом или элементарной почвенной структурой [17].

Почвенные катены в условиях эрозийных агроландшафтов могут иметь различные соотношения площадей почв разной степени смытости в зависимости от крутизны, длины и экспозиции склона. Поэтому в производственных условиях представляется технологически сложным обеспечить внесение удобрений под сельскохозяйственную культуру, дифференцируя их дозы по элементам рельефа, то есть по степени смытости почвы.

На основе экспериментальных данных, полученных на разных частях склонового агроландшафта (на плакоре, в верхней, средней и нижней частях склона), определены средневзвешенные значения урожайности и показатели эффективности применения разных доз минеральных удобрений в целом по почвенной катене. Условно были приняты земельные массивы (поля, участки), представленные короткими склонами с преобладанием плакорной части над склоновой (соотношение плакора к склоновой части 75 % : 25 %), со средней длиной склона (соотношение плакора к склоновой части 50 % : 50 %) и с длинными склонами с преобладанием склоновой части (соотношение плакора к склоновой части 25 % : 75 %).

Результаты расчетов, приведенные в таблице 5, показали, что в эрозийном агроландшафте на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах с высокой (272–314 мг/кг) обеспеченностью  $P_2O_5$  и повышенной (215–268 мг/кг) обеспеченностью  $K_2O$  наиболее эффективным вариантом удобрения в системе почвенной катены (включающей плакорную часть, верхнюю, среднюю и нижнюю

Таблица 4 – Экономическая эффективность применения дифференцированных доз минеральных удобрений под озимую пшеницу на почвах разной степени эродированности

Вариант	Стоимость прибавки урожая, тыс. руб. на 1 га	Затраты, тыс. руб. на 1 га			Затраты на 1 ц зерна, тыс. руб.	Чистый доход, тыс. руб. на 1 га	Рентабельность, %
		всего	в том числе				
			на приобретение, перевозку и внесение удобрений	на уборку, доработку прибавки урожая			
<b>Несмытая почва</b>							
1. $P_{40}K_{70}$	–	–	–	–	–	–	–
2. $N_{110}P_{40}K_{70}$	5 544	2 217	2 012	205	100,8	3 327	150
3. $N_{100}P_{40}K_{70}$	3 982	2 071	1 924	147	131,1	1 911	92
4. $N_{110}P_{30}K_{60}$	5 141	1 961	1 771	190	96,1	3 180	162
<b>Среднесмытая почва</b>							
1. $P_{40}K_{70}$	–	–	–	–	–	–	–
2. $N_{110}P_{40}K_{70}$	4 637	2 183	2 012	171	118,7	2 453	112
3. $N_{120}P_{40}K_{70}$	6 174	2 328	2 100	228	95,0	3 846	165
4. $N_{120}P_{50}K_{80}$	6 829	2 594	2 341	253	95,7	4 236	163
<b>Сильносмытая почва</b>							
1. $P_{40}K_{70}$	–	–	–	–	–	–	–
2. $N_{110}P_{40}K_{70}$	4 486	2 178	2 012	166	122,4	2 308	106
3. $N_{130}P_{40}K_{70}$	6 829	2 441	2 188	253	90,1	4 338	180
4. $N_{130}P_{60}K_{80}$	7 610	2 925	2 644	281	96,9	4 685	160
<b>Намытая почва</b>							
1. $P_{40}K_{70}$	–	–	–	–	–	–	–
3. $N_{100}P_{40}K_{70}$	4 712	2 098	1 924	174	112,2	2 614	125

часть склона) является внесение азотных удобрений дифференцировано с учетом степени смывости почвы, планируемой урожайности и потерь азота в результате смыва, фосфорных и калийных удобрений в дозах, рассчитанных на положительный баланс  $P_2O_5$  и  $K_2O$  в зависимости от обеспеченности этими макроэлементами почв разной степени смывости и потерь их при эрозии.

Во всех моделируемых эрозионных агроландшафтах в зависимости от соотношения в них плакорной и склоновой частей при такой системе применения минеральных удобрений обеспечиваются наиболее высокая средневзвешенная урожайность озимой пшеницы и прибавки зерна, окупаемость удобрений продукцией и чистый доход.

В агроландшафтах с короткими склонами и преобладанием плакорной части над склоновой частью внесение средневзвешенных доз удобрений  $N_{114}P_{50}K_{65}$  обеспечило среднюю по элементам рельефа урожайность 78,6 ц/га и прибавку урожая к фону  $P_{40}K_{70}$  – 22,5 ц/га. Окупаемость минеральных удобрений составила 9,8 кг зерна, чистый доход – 3211,6 тыс. руб./га при рентабельности 131 %.

В эрозионных ландшафтных массивах с равным соотношением плакорной и склоновой частей средневзвешенные дозы удобрений  $N_{118}P_{43}K_{70}$  обеспечили среднюю по элементам рельефа урожайность 78,1 ц/га, прибавку урожая к фону  $P_{40}K_{70}$  – 24,6 ц/га. Окупаемость минеральных удобрений получена 10,6 кг зерна, чистый доход – 3823,1 тыс. руб./га при рентабельности 161 %.

В агроландшафтах с преобладанием склоновой части над плакорной средневзвешенные дозы удобрений  $N_{121}P_{49}K_{75}$  обеспечили среднюю по элементам рельефа урожайность 77,5 ц/га, прибавку урожая к фону  $P_{40}K_{70}$  – 26,6 ц/га, окупаемость удобрений – 11,3 кг зерна и чистый доход – 4140,1 тыс. руб./га при рентабельности 162 %.

### Заключение

1. На средне- и сильносмывтой почве по сравнению с полнопрофильной несмытой почвой урожайность озимой пшеницы уменьшается соответственно на 13–14 и 22–23 %, а окупаемость минеральных (NPK) удобрений – с 10,0 до 8,1–8,4 кг зерна.
2. Эффективность применения разных доз минеральных удобрений зависит от эродированности почвы.

На несмытой почве наибольший чистый доход – 3227 тыс. руб./га при рентабельности 150 % обеспечивает применение  $N_{110}P_{40}K_{70}$ . Уменьшение на этой почве дозы азотной подкормки приводит к снижению эффективности удобрений. На среднесмытой почве наиболее эффективно внесение  $N_{120}P_{50}K_{80}$  (дозы фосфора и калия рассчитаны на положительный баланс элементов в почве) – чистый доход составляет 4236 тыс. руб./га при рентабельности 163 %. На сильносмывтой почве наибольший чистый доход (4685 тыс. руб./га) обеспечивают дозы  $N_{130}P_{60}K_{80}$ , тогда как рентабельность применения удобрений самая высокая при дозах  $N_{130}P_{40}K_{70}$ .

3. В эрозионном агроландшафте на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах с высокой (272–314 мг/кг) обеспеченностью  $P_2O_5$  и повышенной (215–268 мг/кг) обеспеченностью  $K_2O$  наиболее эффективным вариантом удобрения в системе почвенной катены (включаящей плакорную часть, верхнюю, среднюю и нижнюю часть склона) является внесение азотных удобрений дифференцировано с учетом степени смывости почвы, планируемой урожайности и потерь азота в результате смыва, фосфорных и калийных удобрений в дозах, рассчитанных на положительный баланс  $P_2O_5$  и  $K_2O$  в зависимости от обеспеченности этими макроэлементами почв разной степени смывости и потерь их при эрозии.

### Литература

1. Семененко, Н.Н. Азот в земледелии Беларуси / Н.Н. Семененко, Н.В. Невмержицкий. – Минск: БИТ «Хата», 1997. – 196 с.
2. Жукова, И.И. Развитие эрозионных процессов на дерново-подзолистых пылевато-суглинистых почвах центральной провинции Беларуси при возделывании различных сельскохозяйственных культур: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.03/ И.И.Жукова; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2001. – 18 с.
3. Потери гумуса и макроэлементов, вызываемые водной эрозией, из дерново-палево-подзолистых почв Белоруссии / В.В. Жилко [и др.] // Агрохимия. – 1999. – №10. – С. 41–46.
4. Цыбулько, Н.Н. Потери гумуса и элементов питания из дерново-палево-подзолистых почв при водной эрозии / Н.Н. Цыбулько, И.И. Жукова, В.В. Жилко // Почвоведение. – 2004. – №6. – С. 759–765.
5. Жилко, В.В. Особенности применения удобрений на эродированных почвах / В.В. Жилко, О.В. Чистик, К.И. Довбан. – Минск, 1990. – 34 с.
6. Чистик, О.В. Агрохимические свойства дерново-подзолистых пылевато-суглинистых эродированных почв и особенности

Таблица 5 – Эффективность применения минеральных удобрений под озимую пшеницу в системе почвенно-эрозионной катены

Вариант	Средне-взвешенные дозы удобрений	Урожайность, ц/га зерна	Прибавка урожая, ц/га	Окупаемость удобрений прибавкой урожая, кг	Стоимость прибавки урожая зерна, тыс. руб.	Затраты, тыс. руб.		Чистый доход, тыс. руб. на 1 га	Рентабельность, %
						на 1 га	на 1 ц зерна		
<b>Агроландшафты с короткими склонами (соотношение плакорной и склоновой части 75 % : 25 %)</b>									
$P_1K_1$	$P_{40}K_{70}$	56,1	–	–	–	–	–	–	–
$N_1P_1K_1$	$N_{110}P_{40}K_{70}$	77,2	21,1	9,6	5 317,2	2208,6	104,7	3 108,6	141
$N_2P_1K_1$	$N_{106}P_{40}K_{70}$	74,5	18,4	8,5	4 636,8	2148,2	116,7	2 488,6	116
$N_2P_2K_2$	$N_{114}P_{50}K_{65}$	78,6	22,5	9,8	5 670,0	2458,4	109,3	3 211,6	131
<b>Агроландшафты со склонами средней длины (соотношение плакорной и склоновой части 50 % : 50 %)</b>									
$P_1K_1$	$P_{40}K_{70}$	53,5	–	–	–	–	–	–	–
$N_1P_1K_1$	$N_{110}P_{40}K_{70}$	73,6	20,1	9,1	5 065,2	2199,3	109,4	2 865,9	130
$N_2P_1K_1$	$N_{113}P_{40}K_{70}$	74,3	20,8	9,3	5 241,6	2232,2	107,3	3 009,4	135
$N_2P_2K_2$	$N_{118}P_{43}K_{70}$	78,1	24,6	10,6	6 199,2	2376,1	96,6	3 823,1	161
<b>Агроландшафты с длинными склонами (соотношение плакорной и склоновой части 25 % : 75 %)</b>									
$P_1K_1$	$P_{40}K_{70}$	50,9	–	–	–	–	–	–	–
$N_1P_1K_1$	$N_{110}P_{40}K_{70}$	70,0	19,1	8,7	4 813,2	2190,0	114,7	2 623,2	120
$N_2P_1K_1$	$N_{119}P_{40}K_{70}$	74,2	23,3	10,2	5 871,6	2308,4	99,1	3 563,2	154
$N_2P_2K_2$	$N_{121}P_{49}K_{75}$	77,5	26,6	11,3	6 703,2	2563,1	96,4	4 140,1	162



- применения удобрений: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.03/О.В.Чистик. – Минск, 1992. – 458 л.
7. Явтушенко, В.Е. Агроэкологическое обоснование систем удобрения на почвах склонов: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.03/В.Е. Явтушенко. – Минск, 1991. – 442 л.
  8. Каштанов, А.Н. Агроэкология почв склонов / А.Н. Каштанов, В.Е. Явтушенко – М.: 1997. – С. 5–20.
  9. Модель адаптивно-ландшафтного земледелия Владимирского Ополья / под ред. Кирюшина, А.Л. Иванова. – М.: Агроконсалт, 2004. – 456 с.
  10. Почвы. Определение органического вещества в модификации ЦИНАО : ГОСТ 26212–91. – Введ. 1993.07.01. – Минск : Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.
  11. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение рН по методу ЦИНАО : ГОСТ 26483–85. – Введ. 07.01.86. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1987. – 4 с.
  12. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО : ГОСТ 26207–91. – Введ. 07.01.93. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1992. – 6 с.
  13. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
  14. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отрасл. регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск.: Белорус. наука, 2005. – 460 с.
  15. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 390 с.
  16. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И.М. Богдевич [и др.] / РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии». – Минск, 2010. – 24 с.
  17. Кирюшин, В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирования агроландшафтов / В.И. Кирюшин. – М.: Колос, 2011. – 443 с.

УДК 631.5:631.438

## ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

А.А. Цюк, доктор с.-х. наук

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

(Дата поступления статьи в редакцию 03.03.2015 г.)

*В статье изложены результаты исследования в стационарном опыте технической, хозяйственной и экономической эффективности трех систем земледелия: промышленного (контроль), экологического и биологического.*

*Исследованиями установлена оптимизация почвенной экологической среды на полях под влиянием экологического и биологического земледелия. Технологический риск при их внедрении состоит в уменьшении доступных форм элементов минерального питания растений в почве и увеличении засоренности полей. Перспективы биологического земледелия ограничены наличием эффективных биологических средств контроля численности вредных организмов на полях, в частности, сорняков.*

### Введение

В Украине изучение эффективности адаптивных систем земледелия, которые ориентированы на экологизацию отрасли, продолжается в течение последних 20 лет, в результате чего разработаны различные их варианты: почвозащитное земледелие с контурно-мелиоративной организацией территории [3], почвозащитная биологическая система земледелия [4], биологическая система земледелия [1,2]. Анализ опубликованных результатов этих исследований свидетельствует о возможности адаптации моделей биологического земледелия в условиях Украины.

Цель проведенного нами исследования заключается в достижении оптимальных экологических условий для роста, развития и продуктивности растений в агрофитоценозах при внедрении экологических систем земледелия.

### Материалы и методика исследований

Наблюдения проведены в 2002–2012 гг. в условиях стационарного двухфакторного опыта, заложенного в структурном подразделении НУБиП Украины «Агрономическая опытная станция», Правобережная Лесостепь Украины.

Вариантами стационарного опыта выбраны три системы земледелия на фоне четырех систем основной обработки почвы. Признаком систем земледелия стало их ресурсное обеспечение. При этом, в контрольном варианте промышленной системы земледелия приоритетным является применение промышленных агрохимикатов; в варианте экологического земледелия, напротив, приоритет – применение природных ресурсов – органических удобрений (навоз, сидеральная масса, пожнивные остатки)

*The article presents the results of the research of technical, economic, and cost-effectiveness of the three agricultural systems: industrial (control), ecological and biological in stationary experience.*

*Research has established optimization of soil ecological environment in the fields under the influence of ecological and biological agriculture. Technological risk with their introduction is to decrease the available forms of mineral nutrients in the soil and plant weediness fields increase. Perspectives biological agriculture limited by the availability of effective biological control agents of pest organisms in the fields, particularly weeds.*

с компенсирующим внесением минеральных удобрений и применением пестицидов по критериям эколого-экономического порога наличия вредных организмов; биологическая система земледелия ориентирована на применение природных ресурсов с полным отказом от агрохимикатов. Норма внесения удобрений на гектар севооборотной площади в промышленной системе земледелия составляла 12 т органических удобрений и 300 кг NPK; в экологической – 18 т/га органических удобрений и 150 кг NPK; в биологической – только 17 т/га органических удобрений.

Опыт заложен во всех полях севооборота: клевер – озимая пшеница – сахарная свекла – кукуруза на силос – озимая пшеница – кукуруза на зерно – горох – озимая пшеница – сахарная свекла – ячмень с подсевом клевера. В севообороте в пределах каждой системы земледелия изучали четыре варианта системы основной обработки почвы: 1) дифференцированный – с шестью отвальными, двумя поверхностными под пшеницу и плоскорезной под ячмень обработками почвы (контроль); 2) плоскорезный – с двумя поверхностными обработками под пшеницу и плоскорезными под остальные культуры; 3) отвально-безотвальный – две отвальные обработки ярусным плугом под сахарную свеклу, два поверхностных возделывания под пшеницу и плоскорезная – под остальные культуры; 4) поверхностная обработка – дискование на 8–10 см под все культуры севооборота. Площадь участков в опыте 93,6 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности. Почва на опытном участке – чернозем типичный среднесуглинистый (гумус в 0–30 см – 4,5 %; рН солевое – 6,9–7,3; содержание легкогидролизующего азота по Тюрину – 2,6 мг на 100 г почвы, подвижного фосфора по Мачигину – 10 мг, обменного калия по Масловой – 7,8 мг на 100 г почвы).

По гидротермическому коэффициенту погодные условия были в 2002 г. – 1,5; 2003, 2004 – 1,0; 2005 – 1,4; 2006 – 1,5; 2007 – 0,67; 2008 – 1,0; 2009 – 0,70, 2010 – 1,39; 2011 – 1,95; 2012 г. – 1,1.

### Результаты исследований

Анализ определенных показателей экологической среды в вариантах систем земледелия свидетельствует об отсутствии существенных различий между ними по абиотическим признакам, агрофизическим и водным свойствам почвы, ее плотности и запасам продуктивной влаги. Эти показатели в изученных вариантах соответствуют оптимальному. Очевидным фактором изменений является разное ресурсное наполнение изученных вариантов систем земледелия, в частности внесение в почву в различных количествах и соотношениях органических и минеральных удобрений и пестицидов. Эти средства имеют неоспоримое влияние на грунтовую биоту и уровень плодородия почвы. Важным индикатором уровня плодородия почвы является ее биологическая активность, ответственная за темпы круговорота веществ, их трансформацию, создание фонда доступных для растений форм элементов минерального питания. По сравнению с вариантом промышленной системы земледелия биологическая активность почвы в условиях экологической и биологической ее моделей существенно увеличивалась по всем исследованным показателям. Так, выделение из почвы углекислоты в этих моделях превышало контроль на 7-14 %, интенсивность разложения целлюлозы – на 6–12 %. Указанные терминальные показатели биологической активности почвы тесно коррелируют с численным составом почвенной биоты, которая является действующей движущей силой той активности. Количество дождевых червей, ответственных за первоначальную трансформацию органики, например, под влиянием экологизации земледелия выросло на 16–25 %, общее количество почвенных грибов, инициаторов разложения органических веществ, – в 2–4 раза. Решающая роль в минерализации органики в почве принадлежит почвенным бактериям. Общее количество этих представителей почвенных микроорганизмов в вариантах экологического и биологического земледелия было на 8,7–78,0 % больше, чем в контроле. Ответственными за разложение клетчатки, создание темноокрашенных веществ, способствующих улучшению почвенной структуры, считают актиномицеты, в частности стрептомицеты. Средства экологизации земледелия оказывают на эти микроорганизмы сильное стимулирующее воздействие. Количество их колоний возросло по сравнению с контролем в 1,7–10 раз. Увеличение присутствия в почве под влиянием экологизации земледелия свойственно также для азотобактера и олигонитрофилов. Показательно также, что активность всех исследуемых ферментов (протеазы, фосфатазы, каталазы) в вариантах экологического и биологического земледелия была выше по сравнению с контролем на 12–120 %, а фитотоксичность почвы – соответственно меньше на 12–30 %. Замечена

тенденция уменьшения количества доступных элементов минерального питания растений в почве при экологическом земледелии и существенное уменьшение их при биологическом по сравнению с контролем. Все перечисленные изменения показателей экологической среды становятся понятными при анализе их в связи с упомянутым содержанием ресурсного наполнения исследуемых вариантов системы земледелия. С другой стороны, этот анализ показывает факт оптимизации этих показателей почвенной среды при внедрении систем экологического и биологического земледелия за исключением содержания в почве доступных форм элементов минерального питания растений. Существенным фактором риска при выращивании сельскохозяйственных культур является конкуренция со стороны неконтролируемой сеgetально растительности. Проведенными наблюдениями установлено достоверное увеличение по сравнению с контролем количества на 45 % и массы сорняков на 52 % на полях по биологической модели земледелия в период появления всходов культурных растений. Перед сбором урожая в этом варианте количество сорняков, достигших репродуктивной стадии развития, превышало этот показатель на участках промышленного земледелия на 154 %. Это свидетельствует о несостоятельности системы биологического земледелия в условиях имеющегося в Украине ресурсного обеспечения эффективного контроля засоренности полей. На участках экологического земледелия осуществлена эффективная защита от сорняков с помощью системы мероприятий с применением современных гербицидов под контролем критерия эколого-экономического порога засоренности полей. Поэтому в этом варианте наблюдали лишь тенденцию к росту по сравнению с контролем количества на 23 % и массы сорняков – на 16 %, а их репродуктивных экземпляров на время сбора урожая – на 51 %.

Терминальной функцией технологических мероприятий в области земледелия, призванных к оптимизации экологических условий, служит урожайность выращиваемых культурных растений. Этот показатель является интегральным индикатором оптимальности для растений экологической среды.

По продуктивности пашни экологическая система земледелия имеет тенденцию к ее уменьшению на 0,4, а биологическая – существенное уменьшение – на 2,5 т/га к. ед. по сравнению с контролем (рисунок).

По-разному реагируют культуры и на системы основ-



Продуктивность пашни в севообороте, т/га кормовых единиц (2002–2012 гг.)

ной обработки почвы. Лучшим ее вариантом оказалась отвально-безотвальная обработка, при которой продуктивность пашни была выше контрольной дифференцированной обработки. Варианты плоскорезной и поверхностной обработки почвы вызвали существенное снижение – на 1,0–3,7 т/га урожайности всех культур севооборота.

Оценка экономической эффективности систем земледелия убеждает в росте рентабельности выращиваемых культур в экологической и, особенно, биологической системе.

### Заключение

Оценка технологической, хозяйственной и экономической эффективности исследованных систем земледелия

убеждает в возможности обоснованного внедрения в условиях типичных черноземов Лесостепи Украины системы экологического земледелия. Перспективы биологического земледелия ограничиваются наличием эффективных биологических средств контроля численности вредных организмов на полях, в частности сорняков.

### Литература

1. Кисиль, В.И. Биологическое земледелие и тенденции в мире и позиция Украины/ В.И. Кисиль // Вестн. аграрной науки. – 1997. – № 10. – С. 9–13.
2. Кисиль, В.И. Биологическое земледелие в Украине : проблемы и перспективы/ В.И. Кисиль. – М.: Штрих, 2000. – 162 с.
3. Тарарико, А.Г. Эффективность контурно-мелиоративные системы земледелия /А.Г. Тарарико// Земледелие. – 1990. – № 7. – С. 51–54.
4. Шикун, М.К. Почвозащитная биологическая система земледелия в Украине /М.К. Шикун.– М. : Оранта, 2000. – 389 с.

УДК 632.768.12:635.21:631.526.32

## ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) И ПРОЖОРЛИВОСТЬ ВРЕДИТЕЛЯ НА НИХ

А.А. Малюга, доктор с.-х. наук, Н.С. Чуликова, кандидат с.-х. наук

Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства

(Дата поступления статьи в редакцию 29.04.2015 г.)

Наименее привлекательны для перезимовавших имаго колорадского жука растения картофеля сортов *Adretta*, *Жуковский ранний* и *Свитанок киевский* (численность вредителя варьировала от 2,5 до 3,8 экз./лист), они же и в меньшей степени поедаемы им (съеденная листовая поверхность за 1 сутки составила 1,48–2,26 см<sup>2</sup>/экз. фитофага). Минимальное суточное потребление листьев для имаго летнего поколения наблюдалось на сортах *Adretta* и *Cardinal* (3,62–4,16 см<sup>2</sup>/экз. фитофага). Продолжительность питания личинок на растениях картофеля варьировала от 627–728 насекомо-дней (*Свитанок киевский*, *Arosa*) до 317 насекомо-дней (*Sante*). В среднем для имаго и личинок наименее питательными были листья сортов *Жуковский ранний*, *Сафо*, *Свитанок киевский*, *Adretta*, *Sante* и *Cardinal*.

### Введение

Аттрактанты являются основным фактором, определяющим поиск и узнавание колорадским жуком кормового растения, особенно в первой фазе поиска (при ориентации на запах). Попытки выделить из листьев картофеля активные вещества, обуславливающие привлекательность этого растения для жука, и определить химический состав данных веществ пока не принесли успехов. Однако для интенсивного и постоянного питания, кроме данных веществ, в растении должны отсутствовать репелленты и присутствовать стимуляторы питания.

N.E. McIndoo [18] предположил, что в привлечении личинок и имаго колорадского жука существенную роль играет запах картофеля. Это в дальнейшем было экспериментально подтверждено в работах многих ученых [11–15, 17, 20, 21] и выявлено, что, хотя жук и обладает хорошо развитым анемотаксисом, расстояние, на котором он начинает реагировать на запах картофеля, не превышает 1,25 м.

Не менее важна роль антиксенотического эффекта. Антиксенотическое действие устойчивых форм картофеля вызывает целый комплекс репеллентных реакций у

*Least attractive to imago overwintered plants of varieties Adretta, Zhukovsky rannij and Svitank kievskij (pest population ranged from 2,5 to 3,8 exemplar / leaf), they were also in a lesser extent palatability (pest-eaten leaf surface for 1 day, was 1,48–2,26 sm<sup>2</sup>/ekz. phytophage). Minimum daily intake leaves for imago summer generation was observed in varieties Adretta and Cardinal (3,62–4,16 sm<sup>2</sup>/ exemplar phytophage). Duration of larval feeding on potato plants varied from 627–728 insect-days (Svitank kievskij, Arosa) to 317 insect-days (Sante). On average, classes for imago and larvae were less nutritious leafage of varieties Zhukovskij rannij, Sapho, Svitank kievskij, Adretta, Sante and Cardinal.*

вредителя, которые проявляются в процессе выбора растения для питания, а также для откладки яиц [8, 9]. Согласно исследованиям Н.В. Рябовой и А.В. Заушинцевой, сорт *Свитанок киевский* отличается повышенной степенью антиксеноза для вредителя [5].

G. Hesse и K. Meier предположили, что жуки находят растения картофеля по запаху, но поедают их в зависимости от вкусовых качеств [16]. Кормовые качества картофеля сильно зависят от сроков его посадки [1]. На растениях ранних сроков посадки листья стареют раньше, что ухудшает условия питания, жуки уменьшают плодовитость и не могут полностью подготовиться к зимовке [10].

В течение периода вегетации по мере роста и развития картофеля привлекательность и повреждаемость его разных частей меняется. Ранней весной перезимовавшие жуки питаются сочными молодыми верхушечными листьями, в конце лета и осенью – более старыми листьями, стеблями, а иногда и клубнями, выступающими на поверхность почвы.

Цель данной работы – определить привлекательность растений различных сортов картофеля для колорадского жука и суточное потребление корма имаго и личинками



вредителя для выявления биологических особенностей сибирской популяции вредителя.

### Методика исследований

В связи с целью исследований объектами изучения явились: колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) и картофель (*Solanum tuberosum* L.) 15 сортов различных групп спелости. Из группы ранних были отобраны сорта Жуковский ранний, Любава, Agata, Arosa, Scarlet; из среднеранних – Лина, Невский, Свитанок киевский, Сафо, Adretta, Nikita, Sante; из среднеспелых – Луговской и среднепоздних – Зарево, Cardinal.

Привлекательность сортов картофеля для колорадского жука в лабораторных условиях в 2009–2011 гг. изучали в соответствии с методикой, предложенной ВИЗР [2]. Для этого под стеклянные сосуды диаметром не менее 25 см и высотой не менее 7–8 см на фильтровальной бумаге размещали по кругу листья изучаемых сортов-образцов картофеля. Лист фильтровальной бумаги был предварительно разделен на сектора, далее в каждый сектор помещали по 2 сложенных один на другой листа картофеля необходимого сорта (длиной 8–12 см), срезанных с верхнего или среднего яруса растений. Центр круга (диаметром 7–8 см), вокруг которого размещали листья, был свободен. В данный круг затем компактно помещали имаго колорадского жука (20–40 особей в зависимости от диаметра изолятора и числа сортов картофеля, но не менее 3 особей в среднем на образец). Изолятор с листьями изучаемых сортов, накрытых стеклянным сосудом, помещали в темноту для исключения проявления фототаксиса у насекомых. Температура во время эксперимента поддерживалась на уровне +20 ... +25 °С.

Группа жуков, используемая в опыте, была однородной по следующим показателям: поколение, географическая популяция, масса (величина) тела.

Повторность опыта – 5-кратная. За повторность брали изучаемый набор сортов и группу жуков, помещенных в один изолятор. Продолжительность эксперимента – одни сутки с момента заселения изолятора. За период наблюдений 4 раза открывали изоляторы и подсчитывали количество жуков, избравших листья каждого сорта, а также не избравших ни один из них. Учеты проводили через 1, 3, 5 и 24 часа после закладки опыта.

Количество жуков на листьях каждого сорта по данным каждого учета выражали в процентах от объема выборки. Затем эти значения для каждого сорта усредняли по всей повторности (по 4 учетам), и далее – для всего опыта (по всем повторностям).

Привлекательность сортов для фитофага в полевых условиях определяли (путем сравнительного анализа оцениваемых образцов) по показателям численности фитофага и степени поврежденности им растений на фоне естественного заселения вредителями имеющихся сортовых посадок. Наблюдения за фенологией и динамикой численности колорадского жука проводили в полевых условиях по общепринятым методикам [2, 4]. Численность вредителя (имаго и личинок по возрастам) и поврежденности им растений на экспериментальных посадках определяли на 20-ти модельных растениях 3 раза в неделю в течение всего периода вегетации, без удаления их с растения.

На основании полученных данных определяли среднее количество имаго (перезимовавших и нового поколения) в пересчете на 1 растение; среднее количество личинок 1–2-го возрастов (длиной до 4 мм) и 3–4-го возрастов (длиной от 5 мм) на 1 куст картофеля [9].

Привлекательность сортов для колорадского жука описывали с помощью показателя количества насекомых-дней, который представляет из себя полусумму количества имаго или личинок в двух соседних учетах, умножен-

ную на число дней между ними и является более полной характеристикой жизнедеятельности насекомых в агроценозе [19]. Данный показатель суммируется с нарастающим итогом за весь период вегетации.

Опыт закладывали по паровому предшественнику. Повторность опыта – 3-кратная, количество растений в повторности – 20 штук. Густота посадки – 35,7 тыс. растений/га, площадь питания – 0,28 м<sup>2</sup>.

Определение суточного потребления корма на различных сортах картофеля колорадским жуком в лабораторных условиях проводили в 2009–2011 гг. в летнее время (июнь–июль) при температуре +22 °С. Освещение было равномерным с использованием ламп дневного света для обеспечения наилучшей активности насекомых. Опыты проводили в чашках Петри, где поверх фильтровальной бумаги помещали корм и вредителей. Для корма использовали листья верхнего и среднего яруса. Повторность опыта 3-кратная. В каждом садке содержали по 5 имаго или личинок отдельно по возрастам. Контрольные кормления голодных имаго и личинок проводили в течение 24 часов. Далее определяли площадь листовой поверхности, съеденной жуками или личинками (см<sup>2</sup>) с помощью программы Листомер [7], а затем пересчитывали на одну особь [3].

После окончания опыта вредителя взвешивали для определения прибавки или убыли массы тела.

### Результаты исследований и их обсуждение

Исследования по привлекательности растений в лабораторных условиях не выявили предпочтений вредителя относительно растений какого-либо сорта или группы спелости. Численность имаго на листьях не имела достоверных различий, а корреляция между признаками была невелика ( $r=0,3\pm 0,22$ ).

Было установлено, что наименее привлекательными для перезимовавших имаго оказались растения сортов Adretta, Жуковский ранний и Свитанок киевский (численность вредителя варьировала от 2,4 до 3,8 экз./лист), а наиболее – Лина, Arosa, Cardinal и Nikita, где численность была в 1,5–2,3 раза выше (5,7–5,8 экз./лист) (таблица 1).

Таблица 1 – Привлекательность различных сортов для перезимовавших имаго в лабораторных условиях (среднее, 2009–2011 гг.)

Сорт	Группа спелости	Численность на листьях, шт.
Adretta	среднеранние	2,4
Agata	ранние	4,2
Arosa	ранние	5,8
Cardinal	среднепоздние	5,7
Nikita	среднеранние	5,7
Sante	среднеранние	4,9
Scarlet	ранние	4,6
Жуковский ранний	ранние	3,3
Зарево	среднепоздние	5,2
Лина	среднеранние	5,7
Луговской	среднеспелые	4,0
Любава	ранние	4,1
Невский	среднеранние	4,5
Сафо	среднеранние	4,1
Свитанок киевский	среднеранние	3,8
HCP <sub>05</sub>		2,9

Изучением данного показателя в полевых условиях выявлено, что за весь период вегетации наиболее привлекательными для имаго были листья сортов Cardinal и Зарево, наименее – Agata. На двух первых перезимовавшие жуки и жуки первого поколения находились на растениях 288 и 178, а на третьем – 25 насекомо-дней, соответственно. На растениях сортов Adretta, Sante, Scarlet и Nikita этот показатель составил 117–136, а на Arosa, Жуковском раннем, Лине, Луговском, Любава, Невском, Сафо, Свитанке киевском – 51–102 насекомо-дней (таблица 2).

Можно предположить, что подобные предпочтения имаго вредителя объясняются биологическими особенностями групп сортов. Так, более ранние сорта быстрее проходят фазы развития и имеют менее мощную вегетативную массу, чем более поздние [6]. Например, у сорта Agata, как наиболее скороспелого среди изученных, к моменту выхода жуков первого летнего поколения надземные части растений уже усыхали и не представляли интереса для вредителя как источника питания. Зато Cardinal и Зарево, относясь к среднепоздним сортам, к появлению нового поколения имаго имели большую вегетативную массу, привлекательную для фитофага в качестве пищи.

Наиболее продолжительное время личинки питались на растениях сортов Arosa и Свитанок киевский (728 и 627 насекомо-дней, соответственно), наименее – Sante (317 насекомо-дней). На остальных сортах данный показатель варьировал от 402 до 588 дней (таблица 2).

Рассматривая привлекательность для вредителя сортов различных групп спелости в полевых условиях можно отметить, что для имаго более привлекательны сортообразцы среднепоздней группы, тогда как для личинок – ранней и среднепоздней (таблица 3).

В полевых условиях была выявлена средняя связь между привлекательностью сортов для имаго и их группой спелости ( $r=0,57\pm 0,22$ ), а также отсутствие подобной связи для личинок ( $r=0,06\pm 0,23$ ). Однако различия по сортам внутри каждой подобной группы существовали.

Наименее привлекательные для перезимовавших имаго растения сортов Adretta, Жуковский ранний и Свитанок киевский были также и в меньшей степени поедаемы вредителем (съеденная листовая поверхность за 1 сутки составила 1,48–2,26 см<sup>2</sup>/экз. фитофага). В то же время на наиболее привлекательных (Лина, Arosa, Cardinal и Nikita) данный показатель был 4,56–5,52 см<sup>2</sup>/экз. фитофага, что в 2,2–3,4 раза больше, чем в первом случае (таблица 4). Корреляция вышеуказанных признаков была высокой и составила  $r=0,83\pm 0,2$ .

В среднем по сортам наименьшее суточное потребление корма колорадским жуком отмечено на сорте Сафо (7,40 см<sup>2</sup>/экз. фитофага), а наибольшее – на сорте Arosa (13,77 см<sup>2</sup>/экз. фитофага). На остальных сортообразцах данный показатель варьировал от 8,29 до 12,62 см<sup>2</sup>/экз. фитофага (таблица 4).

В среднем по фазам развития вредителя больше корма потребляли личинки III возраста, далее личинки IV возраста и имаго летнего поколения, менее – перезимовавшие имаго и личинки II возраста. Соответственно, съеденная листовая поверхность за 1 сутки составила 20,31; 10,33–14,32 и 3,39–3,79 см<sup>2</sup>/экз. фитофага.

Личинки II возраста менее всего поедали листья сортообразцов Свитанок киевский и Agata (съеденная листовая поверхность за 1 сутки составила 0,79–1,36 см<sup>2</sup>/экз.), более всего – Жуковский ранний, Лина, Любава, Cardinal и Nikita, где данный показатель был в 5–6 раз выше. Для питания личинок III возраста наименее предпочтительны были листья таких сортов, как Невский, Сафо и Scarlet, а более всего – Arosa и Sante. В первом случае съеденная листовая поверхность за 1 сутки составила 12,5–14,07 см<sup>2</sup>/экз. фитофага, тогда как во втором – в 2 раза больше. У личинок IV возраста суточное

потребление корма было максимальным на растениях сорта Любава (21,17 см<sup>2</sup>/экз. фитофага, а минимальное – на Зарево (6,94 см<sup>2</sup>/экз. фитофага). По остальным сортам данный показатель варьировал в пределах 9,88–17,94 см<sup>2</sup>/экз. фитофага.

Имаго летнего поколения менее всего поедало листья сортов Adretta и Cardinal (3,62–4,16 см<sup>2</sup>/экз. фитофага), более предпочтителен для питания был сорт Невский, где данный показатель составил 21,42 см<sup>2</sup>/экз. фитофага.

В среднем по сортам наименее питательными для вредителя были растения сортов Жуковский ранний, Сафо, Свитанок киевский, Adretta, Sante и Cardinal (таблица 5).

При питании на листьях сорта Жуковский ранний наблюдали убыль массы тела колорадских жуков, тогда как на Сафо данный показатель был неизменен, а на сортообразцах Adretta, Sante, Cardinal и Свитанок киевский прирост массы за 1 сутки был наименьшим – 0,001–0,008 г/1 экз. Наиболее питательными для вредителя были растения сортов Arosa и Луговской, где масса тела фитофага за 24 часа увеличивалась на 0,026–0,031 г/1 экз.

В среднем по фазам онтогенеза вредителя наибольший прирост массы тела наблюдали у личинок II и III возрастов (0,026–0,032 г/1 экз. в сутки). Менее всего возрастала масса тела у имаго (0,005 г/1 экз. в сутки), а у личинок IV возраста наблюдали её убыль (–0,014 г/1 экз. в сутки).

Исследования показали, что при питании листьями сортов Adretta, Sante, Жуковский ранний и Свитанок киевский стабильно наблюдается либо снижение массы тела

**Таблица 2 – Привлекательность сортов картофеля для колорадского жука в полевых условиях (среднее, 2009–2011 гг.)**

Сорт	Количество насекомо-дней	
	перезимовавшие имаго и имаго летнего поколения	личинки
Adretta	134,0	516,7
Agata	24,8	507,5
Arosa	94,9	728,5
Cardinal	288,5	588,5
Nikita	117,5	531,4
Sante	136,2	317,0
Scarlet	135,4	515,0
Жуковский ранний	101,7	547,2
Зарево	178,0	613,1
Лина	86,5	468,2
Луговской	64,4	402,1
Любава	57,2	583,7
Невский	51,2	540,2
Сафо	76,1	562,7
Свитанок киевский	66,9	626,8

**Таблица 3 – Привлекательность групп спелости сортов картофеля для колорадского жука в полевых условиях (среднее, 2009–2011 гг.)**

Группа спелости сортов	Среднее количество насекомо-дней	
	перезимовавшие имаго и имаго летнего поколения	личинки
Ранние	82,8	576,4
Среднеранние	95,5	509,0
Среднеспелые	64,4	402,1
Среднепоздние	233,2	600,8

вредителя за 1 сутки, либо минимальное её увеличение. У имаго данный показатель варьировал от  $-0,004$  до  $+0,006$  г/1 экз., у личинок II возраста прибавка составила от  $+0,012$  до  $+0,016$  г/1 экз., а у личинок III возраста – от  $-0,012$  до  $+0,016$  г/1 экз. У личинок IV возраста практически на всех сортах, за исключением Adretta, Sante, Луговской и Зарево, наблюдается снижение массы тела в связи с физиологическими изменениями (подготовка к окукливанию).

## Выводы

Таким образом, сибирская популяция перезимовавших имаго колорадского жука в восстановительный период предпочитала питаться на растениях картофеля сортов Лина, Arosa, Cardinal и Nikita (численность вредителя 5,7–5,8 экз./лист). Наименее привлекательны для них сорта Adretta, Жуковский ранний и Свитанок киевский (2,5–3,8 экз./лист).

Таблица 4 – Суточное потребление корма колорадским жуком на различных сортах картофеля (среднее, 2009–2011 гг.)

Сорт	Съеденная листовая поверхность за 1 сутки, см <sup>2</sup> /экз. фитофага					среднее по сортам
	имаго перезимовавшее	личинки, возраст			имаго летнее	
		II	III	IV		
Adretta	2,26	2,00	19,26	17,94	3,62	9,02
Agata	2,44	1,36	21,38	16,81	10,60	10,52
Arosa	5,50	3,90	26,45	16,27	16,75	13,77
Cardinal	5,52	5,26	23,76	10,73	4,16	9,88
Nikita	4,56	5,48	22,33	15,43	15,30	12,62
Sante	2,42	3,23	28,78	16,59	7,07	11,62
Scarlet	3,39	2,75	13,88	13,20	9,93	8,63
Жуковский ранний	1,70	5,56	21,97	13,13	12,24	10,92
Зарево	3,67	2,19	20,35	6,94	11,91	9,01
Лина	4,98	6,53	20,08	16,73	6,35	10,94
Луговской	2,58	2,53	22,18	9,88	10,43	9,52
Любава	3,65	4,57	18,41	21,17	7,60	11,08
Невский	2,85	2,08	12,50	17,92	21,42	11,35
Сафо	2,74	2,66	14,07	11,94	5,60	7,40
Свитанок киевский	1,48	0,79	19,22	10,16	9,79	8,29
Среднее по фазам развития	3,79	3,39	20,31	14,32	10,33	
НСР <sub>05</sub> по факторам: сорт – 4,77; фаза развития – 2,95						

Таблица 5 – Изменение массы тела колорадского жука при питании на разных сортах картофеля

Сорт	Прирост (+) или убыль (–) массы колорадского жука за 1 сутки, г/1 экз.				среднее по сортам
	имаго	личинки, возраст			
		II	III	IV	
Adretta	$-0,005$	$+0,016$	$+0,016$	$+0,004$	$+0,008$
Agata	$+0,012$	$+0,014$	$+0,058$	$+0,020$	$+0,016$
Arosa	$+0,008$	$+0,034$	$+0,072$	$-0,008$	$+0,026$
Cardinal	$-0,015$	$+0,028$	$+0,016$	$-0,026$	$+0,001$
Nikita	$+0,010$	$+0,040$	$+0,042$	$-0,012$	$+0,020$
Sante	$-0,004$	$+0,016$	$+0,006$	$+0,003$	$+0,005$
Scarlet	$+0,012$	$+0,038$	$+0,060$	$-0,024$	$+0,021$
Жуковский ранний	$+0,003$	$+0,012$	$-0,012$	$-0,039$	$-0,009$
Зарево	$+0,006$	$+0,028$	$+0,003$	$+0,006$	$+0,011$
Лина	$+0,009$	$+0,038$	$+0,052$	$-0,024$	$+0,019$
Луговской	$+0,008$	$+0,032$	$+0,073$	$+0,010$	$+0,031$
Любава	$+0,011$	$+0,034$	$+0,040$	$-0,030$	$+0,014$
Невский	$+0,007$	$+0,034$	$+0,058$	$-0,022$	$+0,019$
Сафо	$+0,008$	$+0,017$	$-0,002$	$-0,023$	0
Свитанок киевский	$+0,006$	$+0,014$	$+0,002$	$-0,008$	$+0,004$
Среднее по фазам развития	$+0,005$	$+0,026$	$+0,032$	$-0,014$	
НСР <sub>05</sub> по факторам: сорт – 0,022; фаза развития – 0,011					



Летнее поколение имаго в большей степени поедало листья сортов Adretta и Cardinal (3,62–4,16 см<sup>2</sup>/экз. фитофага). Наиболее продолжительное время личинки питаются на растениях сортов Agosa и Свитанок киевский (728 и 627 насекомо-дней, соответственно), наименее – Sante (317 насекомо-дней). В среднем по сортам для имаго и личинок менее питательны листья сортообразцов Жуковский ранний, Сафо, Свитанок киевский, Adretta, Sante и Cardinal.

#### Литература

1. Венгорек, В.Г. Биология и экология колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) в Польской Народной Республике / В.Г. Венгорек // Колорадский жук и меры борьбы с ним. М.: 1958. – С. 74–80.
2. Методические рекомендации по индикации и мониторингу процессов адаптации колорадского жука к генетически модифицированным сортам картофеля / ВИЗР, ВНИИБЗР, ВНИИФ. – СПб., 2005. – 48 с.
3. Методические рекомендации по оценке устойчивости картофеля к колорадскому жуку. – М., 1987. – 31 с.
4. Методические рекомендации по проведению исследований влияния трансгенных сортов картофеля на жизнедеятельность и микроэволюционные преобразования колорадского жука. – СПб. – Пушкин, 2001. – 19 с.
5. Рябова, Н.В. Сортовые различия картофеля по антиксенозу к колорадскому жуку (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) / Н.В. Рябова, А.В. Заушинцева // Вестн. КрасГАУ. – 2010. – № 7. – С. 62–66.
6. Нурғалиева, Г.К. Фотосинтетическая деятельность различных по скороспелости сортов картофеля / Г.К. Нурғалиева, Э.Э. Браун // Гылым және білім. – 2009. – №2 (15). – С. 4–10.
7. Руководство пользователя программы «Определение площади и степени поражения листьев». Листомер (виртуальный прибор). – Новосибирск, 2008. – 8 с.
8. Фасулати, С.Р. Устойчивость овощных пасленовых растений к колорадскому жуку и принципы ее оценки в связи с внутривидовой изменчивостью вредителя / С.Р. Фасулати, Н.А. Карасев // Агро-XXI. – 1998. – № 2. – С. 14–16.
9. Методические рекомендации по изучению и оценке форм картофеля на устойчивость к колорадскому жуку / И.Д. Шапиро [и др.]. – М.: ВИЗР, – 1993. – 47 с.
10. Юревич, И.А. О факторах, ограничивающих численность и вредоносность колорадского жука / И.А. Юревич // Вестн. с.-х. науки. – 1975. – № 2. – С. 136–139.
11. Barlett, P.W. Interception of Colorado beetle in England and Wales, 1983–1987 / P.W. Barlett // Bulletin. – 1990. – № 20. – P. 215–219.
12. Buhr, H. Die Wirkung von einigen pflanzlichen Sonderstoffen, insbesondere von Alkaloiden, auf die Entwicklung der Larven des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) / H. Buhr, R. Toball, K. Schreiber // Entomol. Exp. Appl. – Amsterdam: North-Holland Publ. Co., 1958. – P. 209–224.
13. Chin, C.T. Studies on the physiological relations between the larvae of *Leptinotarsa decemlineata* Say. and some solanaceous plants / C.T. Chin // Tijdschr. Plantenziekt. – 1950. – Vol. 56. – P. 1–88.
14. Grison, P. Les facteurs alimentaires de la fécondité chez le Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) (Coleoptera, Chrysomelidae) / P. Grison // Ann. Epiphyt. – 1957. – Vol. 3. – P. 305–381.
15. Grison, P. L' influence de la plante-hôte sur la fécondité de l' insecte phytopage / P. Grison // Entomol. Exp. Appl. – 1958. – Vol. 1. – P. 73–93.
16. Hesse, G. Über einen Stoff der beider Futterwahl des Kartoffelkäfers eine Rolle spielt. Lock Stoffe bei Insekten / G. Hesse, K. Meier // Angew. Chem. – 1950. – Bd 62, № 21. – S. 502–506.
17. Jermy, T. Untersuchungen über Auffinden und Wahl der Nahrung beim kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) / T. Jermy // Entomol. Exp. Appl. – 1958. – № 1. – S. 197–208.
18. McIndoo, N.E. The relative attractiveness of certain solanaceous plants to the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say. / N.E. McIndoo // Proc. Entomol. Soc. Wash. – 1935. – Vol. 37, № 2. – P. 36–42.
19. Ruppel, R. Cumulative insect-days as index of crop protection / Ruppel R. // J. Econ. Entomol. – 1983. – Vol. 76, № 2. – P. 375–377.
20. Schanz, M. Geruchssinn des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) / M. Schanz // Ztschr. vergl. Physiol. – 1953. – Bd 35, № 5. – S. 353–379.
21. Wilde, J. Effects of hostplant age on phytophagous insects / J. Wilde, W. Bongers, H. Schooneveld // Entomol. Exp. Appl. – 1969. – Vol.V. 12, № 5. – P. 714–720.

УДК 635.25:632.95:[632.6/7+632]

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПОСЕВАХ ЛУКА РЕПЧАТОГО ПРОТИВ КОМПЛЕКСА БОЛЕЗНЕЙ И ВРЕДИТЕЛЕЙ

С.С. Мартынюк, Ю.А. Миренков

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 25.03.2015 г.)

В статье представлены результаты лабораторного исследования физико-химической совместимости пестицидов, применяемых в посевах лука репчатого. Установлена возможность совместного применения инсектицидов Агропан, Конкорд, фунгицидов Беллис, Ревус, Ридомил Голд МЦ, стимулятора иммунитета Экосил и жидкого азотного удобрения КАС-32, применяемых для защиты лука репчатого от комплекса болезней, вредителей, повышения устойчивости растений.

#### Введение

Дальнейшее развитие сельскохозяйственного производства в условиях все более нарастающих жестких требований рыночной экономики, экологизации, охраны труда и окружающей среды обязывает производителей сельхозпродукции применять ресурсосберегающие технологии [4].

Наряду с этими требованиями, обеспечение населения страны качественной овощной продукцией в требуемых объемах является важной социальной задачей. Целью государственной комплексной программы развития овощеводства в 2011–2015 гг. является повышение эффективности отрасли овощеводства, обеспечение потребности населения республики в овощной продукции высокого качества в широком ассортименте, сокращение

*In the article the results of laboratory research of physicochemical pesticides compatibility applied in bulb onion crops are presented. A possibility of combined application of insecticides Agropan, Concord, fungicides Bellis, Revus, Ridomil Gold MC, the immunity stimulator Ecosyl and liquid nitrogenous fertilizer KAS-32 used for bulb onion protection against a complex of diseases, pests, plant resistance increase is determined.*

импорта и увеличение экспортных поставок овощей [1].

Одним из направлений снижения затрат в овощеводстве является комплексное применение средств химизации. Преимущества совместного применения инсектицидов, фунгицидов и удобрений заключается не только в совмещении нескольких операций, благодаря чему снижается уплотнение почвы за счет сокращения числа проходов техники, но и уменьшении количества механических повреждений растений, времени контакта персонала с ядохимикатами, что способствует энергосбережению и экологизирует технологии возделывания культур [3].

Целью наших исследований явилось изучение возможности совместного применения инсектицидов, фунгицидов, стимуляторов иммунитета с жидким удобрением КАС в посевах лука репчатого. Объектами исследований

были выбраны: инсектициды – Агролан, РП; Конкорд, ВРК; фунгициды – Беллис, ВДГ; Ридомил Голд МЦ, ВДГ; Ревус, СК; стимулятор иммунитета – Экосил, ВЭ в максимально рекомендованных нормах расхода и жидкое азотное удобрение – КАС-32.

Посевам лука репчатого существенный вред наносят луковая муха, табачный трипс, а из болезней – пероноспороз (ложная мучнистая роса). В результате массового распространения и развития вредных организмов растения лука повреждаются уже на ранних фазах онтогенеза, наблюдается выпадение растений, снижается продуктивность посевов. Потери урожая лука-репки от вредных организмов при необоснованном отказе от проведения защитных мероприятий могут достигать 30–50 % [6]. При всем этом лук репчатый – одна из самых рентабельных овощных культур. Свидетельством тому являются данные селекционно-семеноводческих фирм, реализующих семена и севок лука репчатого, большой объем поставок техники для его выращивания и значительное количество реконструированных хранилищ для сушки и хранения лука-репки. Площади под этой культурой в республике в последние годы заметно возросли [5].

В связи с этим возникла необходимость совершенствования технологии защиты лука репчатого от вредителей и болезней, которая позволила бы оптимизировать фитосанитарную ситуацию в посевах культуры, отвечала требованиям экологической безопасности и снижала производственные затраты. Актуальность настоящих исследований определяется также тем, что механизм взаимодействия средств химизации при их комплексном применении изучен пока недостаточно. Имеющиеся в настоящее время опытные и производственные данные свидетельствуют о необходимости решения этой проблемы.

Особенно актуально совместное применение фунгицидов с регуляторами роста, что позволяет одновременно повышать эффективность защитных мероприятий и устойчивость растений лука к неблагоприятным факторам среды [6].

### Место и методика проведения исследований

Лабораторные опыты по физико-химической совместности проведены в 2014 г. на кафедре защиты растений УО «БГСХА» по методикам, предложенным Самойловым и др. и Хайбуллиным [7, 8]. Для получения рабочего раствора в концентрации, необходимой для обработки посевов, требуемое количество препарата рассчитывали на 500 мл, вносили пестицид, перемешивали при помощи лабораторной мешалки, добавляли следующий препарат, доливали водой до 500 мл, перемешивали и определяли физико-химические характеристики раствора через 20 мин., 4 и 24 ч после приготовления. Стабильность растворов определяли визуально по наличию осадка, расслоений, свертыванию растворов, выделению газов. Изменение температуры в момент приготовления контролировали термометром, кислотность растворов – РН-метром И-130.2М.1. Поверхностное натяжение растворов определяли сталагмометром при температуре 20 °С. Эталонном для сравнения служила дистиллированная вода, обладающая высоким поверхностным натяжением.

### Результаты исследований и их обсуждение

Результаты исследований показали, что при смешивании препаратов температура раствора во всех вариантах практически не изменилась. Зафиксированные отклонения в пределах 0,5 °С свидетельствуют только о естественном охлаждении жидкости при разбавлении КАС-32.

Визуальные изменения в результате смешивания наблюдались в вариантах с Ридомилом Голд МЦ и Беллисом, причем как в эталонных, так и в смесях с другими пестицидами, через 4 и 24 ч. Во всех вариантах с фунги-

цидом Ридомил Голд МЦ наблюдалось выпадение осадка горчичного цвета, в вариантах с фунгицидом Беллис – белого цвета. Вызвано это физическими особенностями растворов данных препаратов, при взбалтывании осадок быстро пропадает. В производственных условиях при приготовлении раствора в баке и при проведении опрыскивания должна быть обеспечена непрерывная работа мешалки в баке опрыскивателя, чтобы избежать неравномерного распределения рабочей жидкости на обрабатываемой культуре, быстрого износа деталей опрыскивателя, забивания распылителей [2].

Во всех остальных вариантах растворов визуальных изменений не наблюдалось.

Повышенное пенообразование отмечено в вариантах с Ридомилом Голд МЦ, в вариантах с Беллисом – среднее.

Одним из признаков несовместимости пестицидов является образование слоя пены [5]. Однако по результатам исследований можно сделать вывод, что пенообразование вызвано физическими свойствами фунгицидов Беллис и Ридомил Голд МЦ, так как оно присутствует и в их эталонных растворах.

Данные по кислотности компонентов и их смесей, представленные в таблице, свидетельствуют только о незначительном колебании значений. При добавлении к инсектицидам Агролан и Конкорд жидкого азотного удобрения КАС-32 наблюдался сдвиг реакции среды на 0,3–0,35 в сторону подкисления. В вариантах фунгицид + КАС-32 наблюдался сдвиг реакции среды в сторону подщелачивания: у Беллиса составил 0,2, у Ревуса – 0,5 и у Ридомила Голд МЦ – 0,2. В вариантах фунгицид + инсектицид, фунгицид + инсектицид + КАС-32 и фунгицид + Экосил у Беллиса сдвиг в сторону подкисления колебался в пределах 0,15–0,25, у Ридомила Голд МЦ – 0,2–0,4 в сторону подщелачивания, у Ревуса с Агроланом или Конкордом – 0,1–0,2 в сторону подщелачивания, с Агроланом и КАС-32 сдвига не было, а с Экосилом реакция среды подкислилась на 0,1.

При анализе приведенных в таблице данных по поверхностному натяжению компонентов и их смесей можно отметить, что в вариантах с Агроланом и Конкордом показатель снижался или повышался незначительно. Но при добавлении к растворам Беллиса, Ревуса, Ридомила Голд МЦ других компонентов отмечалось значительное снижение поверхностного натяжения, что свидетельствует о повышении смачивающей способности данных растворов. Самые лучшие показатели снижения поверхностного натяжения у Беллиса были отмечены в вариантах с КАС-32 – 6,7, Агроланом + КАС-32 – 5,1 и с Экосилом – 3,4. В вариантах с Ридомилом Голд МЦ снижение поверхностного натяжения колебалось в пределах от 0,1 до 1,6, а в смеси с Агроланом наблюдалось его повышение на 0,2. В вариантах с Ревусом снижение поверхностного натяжения колебалось в пределах от 1,6 до 1,9, а в смеси с Экосилом этот показатель составил 3,9.

С течением времени у всех растворов наблюдалась тенденция к повышению поверхностного натяжения, что указывает на необходимость их использования в первые часы после приготовления.

### Заключение

1. Проведенные исследования показали возможность физико-химической совместности пестицидов, применяемых для защиты лука репчатого от комплекса болезней, вредителей, а также повышения устойчивости растений.

2. Данные по поверхностному натяжению растворов свидетельствуют о повышении смачивающей способности растворов фунгицидов Беллис, Ревус и Ридомил Голд МЦ в смеси с другими средствами защиты растений, что пред-

**Физико-химические характеристики компонентов и их смесей.**

Вариант	Поверхностное натяжение, дин/см			Кислотность, pH			Выпадение осадка	Пенообразование
	через 20 мин.	через 4 ч	через 24 ч	через 20 мин.	через 4 ч	через 24 ч		
Дистиллированная вода	*	*	*	6,4	6,5	6,5	*	*
Агролан, РП, 0,1 кг/га	69,1	69,5	69,6	7,3	7,3	7,4	–	–
Конкорд, ВРК, 0,2 л/га	64,5	64,5	64,7	7,45	7,5	7,55	–	–
Беллис, ВДГ, 0,8 кг/га	57,9	58,4	58,5	6,8	6,9	6,9	++	++
Ревус, СК, 0,6 л/га	70,3	69,9	70,3	7,2	7,2	7,3	–	–
Ридомил Голд МЦ, ВДГ, 2,5 кг/га	62,4	62,3	62,9	7,2	7,2	7,4	+++	+++
Экосил, ВЭ, 0,2 л/га	63,6	63,6	63,7	7,5	7,5	7,55	–	–
КАС-32, 10 кг/га д. в.	68,8	67,9	68,9	7,1	7,0	7,0	–	–
Беллис, ВДГ, 0,8 кг/га + КАС-32, 10 кг/га д. в.	51,2	51,4	51,8	7,0	6,9	6,95	++	++
Беллис, ВДГ, 0,8 кг/га + Агролан, РП, 0,1 кг/га	57,3	57,5	57,7	6,95	6,9	6,85	++	++
Беллис, ВДГ, 0,8 кг/га + Конкорд, ВРК, 0,2 л/га	57,4	57,5	57,7	7,1	7,0	6,95	++	++
Беллис, ВДГ, 0,8 кг/га + Экосил, ВЭ, 0,2 л/га	54,5	54,6	54,6	7,05	7,0	6,95	++	++
Беллис, ВДГ, 0,8 кг/га + Агролан, РП, 0,1 кг/га + КАС-32, 10 кг/га д. в.	52,8	53,5	53,4	7,0	6,9	6,9	++	++
Ридомил Голд МЦ, ВДГ, 2,5 кг/га + КАС-32, 10 кг/га д. в.	60,9	61,7	62,0	7,35	7,3	7,2	+++	+++
Ридомил Голд МЦ, ВДГ, 2,5 кг/га + Агролан, РП, 0,1 кг/га	62,6	62,6	63,0	7,6	7,5	7,5	+++	+++
Ридомил Голд МЦ, ВДГ, 2,5 кг/га + Конкорд, ВРК, 0,2 л/га	61,8	62,1	62,1	7,6	7,5	7,45	+++	+++
Ридомил Голд МЦ, ВДГ, 2,5 кг/га + Экосил, ВЭ, 0,2 л/га	62,3	62,4	62,6	7,6	7,55	7,5	+++	+++
Ридомил Голд МЦ, ВДГ, 2,5 кг/га + Агролан, РП, 0,1 кг/га + КАС-32, 10 кг/га д. в.	61,0	61,3	61,4	7,4	7,2	7,15	+++	+++
Ридомил Голд МЦ, ВДГ, 2,5 кг/га + Конкорд, ВРК, 0,2 л/га + КАС-32, 10 кг/га д. в.	60,8	61,0	61,5	7,45	7,35	7,3	+++	+++
Ревус, СК, 0,6 л/га + КАС-32, 10 кг/га д. в.	68,7	68,7	69,0	7,7	7,85	7,95	–	–
Ревус, СК, 0,6 л/га + Агролан, РП, 0,1 кг/га	68,5	68,6	69,3	7,4	7,4	7,5	–	–
Ревус, СК, 0,6 л/га + Конкорд, ВРК, 0,2 л/га	68,4	68,4	68,6	7,3	7,3	7,35	–	–
Ревус, СК, 0,6 л/га + Экосил, ВЭ, 0,2 л/га	66,4	66,6	67,0	7,1	7,1	7,2	–	–
Ревус, СК, 0,6 л/га + Агролан, РП, 0,1 кг/га + КАС-32, 10 кг/га д. в.	68,4	68,8	69,1	7,2	7,1	7,0	–	–
Агролан, РП, 0,1 кг/га + КАС-32, 10 кг/га д. в.	69,9	70,0	70,1	7,1	7,05	7,1	–	–
Конкорд, ВРК, 0,2 л/га + КАС-32, 10 кг/га д. в.	65,9	66,5	66,7	7,1	7,15	7,15	–	–

Примечание – \* Поверхностное натяжение дистиллированной воды (72,53 дин/см); ++ среднее значение; +++ сильное значение; – отсутствует.

полагает увеличение защитных свойств ввиду улучшения закрепления пестицидов на защищаемой культуре.

3. В связи с небольшими изменениями кислотности и снижением смачивающей способности с течением времени рекомендуется применение рабочих растворов в первые часы после приготовления.

4. При приготовлении рабочих растворов фунгицидов Беллис и Ридомил Голд МЦ как отдельно, так и в баковой смеси с другими пестицидами необходимо тщательное их перемешивание, а при проведении работ по внесению – постоянно включенная мешалка в баке опрыскивателя.

**Литература**

1. Государственная комплексная программа развития картофелеводства, овощеводства и плодородства в 2011 – 2015 годах / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Национальная академия наук Беларуси, Республиканское унитарное предприятие "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству". – 2011. – 14 с.
2. Миренков, Ю.А. Совместимость гербицидов агринокс, линтур, прима, лотус с фунгицидом дерозал и регулятором роста хлормекват-хлорид / Ю.А. Миренков, А.Г. Власов // Земляробства і ахова раслін. – 2003. – №5. – С. 10–11.
3. Миренков, Ю.А. Совместимость сульфонилмочевинных гербицидов на кукурузе с удобрением КАС / Ю.А. Миренков, В.Г. Коробко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии: научно-методический журнал. – 2007. – № 4. – С. 69–71.



4. Попков, В.А. Лук в условиях Республики Беларусь: биология, агротехника, экономика / В.А. Попков. – Гомель: ГГТУ им.П.О.Сухого, 2001. – 400 с.
5. Попков, В.А. Овощеводство Беларуси / В.А. Попков; рец. В.Ф. Пивоваров [и др.]. – Минск: Наша Идея, 2011. – 1088 с.
6. Прищепа, И.А. Технология защиты лука от вредителей и болезней при возделывании из семян в однолетней культуре / И.А. Прищепа, И.Г. Волчкевич, Е.Г. Шинкоренко // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 1. – С. 47–49.
7. Проверка физической совместимости средств химизации в баковых смесях: рекомендации / Л.Н. Самойлов [и др.]. – Москва: Нива России, 1992. – 39 с.
8. Хайбуллин, А.И. Физико-химические аспекты совмещения агрохимикатов / А.И. Хайбуллин // Защита растений: сб. науч. тр. / БелНИИЗР. – Минск, 1998. – С. 135–141.

УДК 633:632.51:632.954 Г.

## ГОРЧАК ПОЛЗУЧИЙ В ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ И МЕТОДЫ ЕГО КОНТРОЛЯ

А.Ф. Чебановская, научный сотрудник

Опытная станция карантина винограда и плодовых культур ИЗР НААН, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 25.03.2015 г.)

*В статье приведены рациональные методы контроля горчачка ползучего. Установлено, что применение Липосама в смеси с гербицидами обеспечивает снижение гербицидной нагрузки в 2 раза при сохранении высокой эффективности (97,1–99,1 %)*

*The article highlights rational methods of control of *Acroptilon repens*. Application of herbicides with biopolymer Liposam provides decrease in herbicidal loading in 2 time at preservation of high efficiency (97,1–99,1 %).*

### Введение

Разработка эффективных методов контроля численности карантинных сорняков и усовершенствование методов защиты сельскохозяйственных культур – это единственный путь решения проблемы сохранения урожая и окружающей среды. В настоящее время ни один отдельно известный способ, какой бы эффективностью он не обладал, не может решить проблему борьбы с многолетними карантинными сорняками. Современные технологии выращивания сельскохозяйственных культур предусматривают обязательное использование гербицидов. Большинство почвенных гербицидов, которые рекомендованы на разных полевых культурах, на многолетние карантинные сорняки действуют очень слабо. Поэтому для уничтожения их на полях в послеуборочный период, обочинах дорог, полей, участках несельскохозяйственного использования следует применять системные гербициды, которые должны быть неотъемлемой частью интегрированной борьбы, что включает комплекс предупредительных, агротехнических и химических методов контроля сорняков [4, 9].

Умелое сочетание всех этих элементов даст существенный эффект только при своевременном и качественном проведении всего комплекса работ в течение нескольких лет.

Наибольшую опасность для сельскохозяйственных полей представляет карантинный сорняк горчак ползучий (розовый) (*Acroptilon repens* (L.) D.C.) семейства Астровые (Сложноцветные) *Asteraceae* Dumort. (*Compositae*). Горчак ползучий – многолетний, корнеотпрысковый, чрезвычайно вредоносный сорняк, который распространен в 7 областях Украины и в Крыму на площади 306138,22 га [5].

Длительное время горчак ползучий был распространен только в степной зоне, но в последние годы наблюдается расширение его ареала в северо-восточном и северном направлениях (Донбасс, Киевская и Черниговская области). В настоящее время он локализован в степной зоне и редко встречается в лесостепных районах.

Корни горчачка выделяют в почву вещества, в частности, производные фенола, которые подавляют рост и развитие культурных растений. Алеллопатическими свойствами обладают не только корни горчачка, но и само растение. В листьях и соцветиях горчачка находятся вещества (репин, акроптин, хирканин), ингибирующие рост других растений. Кроме того, листья и стебли содержат ядовитые вещества – гликоалколоиды (4 %), поэтому он может быть причиной отравления животных, особенно лошадей. Сор-

няк распространяется с семенным материалом, шротом, транспортом, оросительными водами, сеном, соломой и т.д. Самые благоприятные условия для роста и развития горчачка складываются при произрастании на обочинах полей, дорог, садов и виноградников, паровых полях, необрабатываемых участках. Основная причина засоренности полей – большой запас жизнеспособных семян и органов вегетативного размножения горчачка в почве. Имея ряд биологических признаков, совершенный аппарат размножения он быстро распространяется. Более конкурентоспособен по сравнению с другими сорняками. Причинами этого является высокая засухоустойчивость, способность переносить уплотненные почвы, усваивать в 2–5 раза больше питательных веществ и влаги почвы, чем другие растения, наличие сильно разветвленной корневой системы, которая проникает в почву на глубину до 16 метров, высокая регенерационная способность и вегетативное размножение [6, 8].

Современная система контроля горчачка ползучего должна базироваться на принципах минимизации, которая предусматривает снижение норм расхода гербицидов. Полноценное решение этой задачи возможно при использовании поверхностно-активных веществ, которые усиливают эффективность гербицидов, увеличивают чувствительность сорняков к средствам защиты растений, легко проникают сквозь листовую поверхность [2, 7].

В Украине горчак ползучий распространен ограниченно, но существует постоянная угроза дальнейшего его распространения. Учитывая современные требования, возникает необходимость поиска и разработки новых альтернативных подходов к решению этого вопроса.

Целью наших исследований была разработка и внедрение эффективной системы контроля горчачка ползучего в посевах сельскохозяйственных культур в Одесской области.

### Методика и условия проведения исследований

Объект исследований – карантинный сорняк горчак ползучий. Место проведения исследований: Одесская область, ТОВ «Агрофірма Мар'янівська» Ширяевского района.

Почва – тяжелосуглинистый чернозем, содержание гумуса – 3,1–3,3 %, рН – 7,0–7,2. Вид опыта – производственный, площадь учетной делянки – 0,5 га, повторность – трехкратная.

Наблюдения за динамикой роста и развития горчачка ползучего, проведенные нами в 2011–2013 гг., позволили

определить оптимальные сроки внесения гербицидов. Самой уязвимой фазой развития горчака ползучего, когда гербициды могут не только уничтожить надземную часть, но и проникнуть в корни, является фаза образования бутонов.

Для снижения гербицидной нагрузки в рабочий раствор добавляли прилипатель Липосам, который содержит липогенную композицию полисахаридов естественного происхождения. Изготовитель – ПП «БТК-Центр», Украина [1].

Опыт по определению эффективности гербицидов в смеси с Липосамом против горчака ползучего в производственных условиях был заложен в начале июня в период образования бутонов при высоте растений 15–20 см на обочинах и защитных полосах кукурузного поля. Опрыскивание проводили с помощью тракторного опрыскивателя марки ОНШ-600, с защитными экранами. Норма расхода рабочей жидкости – 300 л/га. Перед опрыскиванием проводили учеты исходной засоренности участков.

Схема опыта включала следующие варианты: 1 – контроль (без применения гербицида); 2 – Раундап Макс 607 (эталон), 6,0 л/га; 3 – Раундап Макс 607 + Липосам, 3,0 + 1,5 л/га; 4 – Ураган Форте, 50 % в.р. + Липосам, 2,0 + 1,5 л/га.

Учеты и оценку эффективности гербицидов и их смесей проводили согласно «Методи випробування і застосування пестицидів» [3].

### Результаты исследований и их обсуждение

Результаты сравнительной эффективности смесей Ураган Форте, 50 % в.р. с Липосамом в норме расхода 2,0 + 1,5 л/га и Раундап Макс 607 с Липосамом в норме расхода 3,0 + 1,5 л/га показали, что такое сочетание не приводило к снижению их гербицидной активности. Так, в течение месяца опытные участки оставались почти чистыми. Эффективность в это время была в пределах 98,7–99,1 %, что было практически на уровне эталонного гербицида Раундап Макс 607 в норме расхода 6,0 л/га (99,8 %).

Следует отметить, что существенные признаки угнетения горчака ползучего (потеря тургора, прекращение роста растений) на обработанных гербицидами участках наблюдали уже через несколько дней, а через 2 недели надземная часть сорняка полностью погибла.

В конце вегетации на опытных делянках наблюдали незначительное отрастание горчака ползучего. Биологи-

ческая эффективность была на уровне 97,5 % в варианте Ураган Форте, 50 % в.р. + Липосам (2,0 + 1,5 л/га), а в варианте Раундап Макс 607 + Липосам (3,0 + 1,5 л/га) – в пределах 97,1 %.

Важным показателем действия гербицидов на многолетние сорняки является процент гибели корней и корневищ. Поэтому в конце вегетационного периода были проведены траншейные раскопки на опытных и контрольных участках. Учеты при раскопках показали, что самый высокий процент гибели корней и корневищ отмечали в варианте с максимальной нормой расхода (6,0 л/га) гербицида Раундап Макс 607 (эталон) – 85,9 %. В вариантах с применением смесей гербицидов с Липосамом гибель была в пределах 74,8–80,9 %, соответственно. Отрастание новых розеток горчака ползучего от корней свидетельствовало, что на глубине 20–40 см остаются жизнеспособные корни сорняка, которые и прорастают.

### Выводы

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что применение ПАВ Липосам против горчака ползучего позволяет снизить нормы расхода гербицидов в 2 раза, что не снижает гербицидной активности и гарантирует экологическую безопасность применения гербицидов.

### Литература

1. Барбакар, О.В. Липосам заощаджує гербіциди / О.В. Барбакар // Карантин і захист рослин. – 2008. – № 3. – С. 28.
2. Браун, Э.Э. Разработка эффективных мер борьбы с горчаком ползучим / Э.Э. Браун, Д.А. Садыков // Наука и образование. – 2011. – № 1. – С. 16–21.
3. Методи випробування і застосування пестицидів / За редакцією С.О. Трибеля. – Київ.: Світ, 2001. – С. 372–386.
4. Рябчук, В.К. Комплексний захист посівів від бур'янів / В.К. Рябчук // Вісник аграрної науки. – Київ, 2006. – №8. – С. 21–23.
5. Сикало, О. Карантинні бур'яни в умовах України / О. Сикало // Пропозиція. – 2009. – № 3. – С. 100–101.
6. Спиридонов, Ю.Я. Вредоносность горчака ползучего в агроценозах сухих степей Юго-востока России / Ю.Я. Спиридонов. – М., 2003. – С. 14–16.
7. Сухов, В.А. Эффективность малообъемного применения гербицидов на почвах, засоренных карантинным сорняком горчаком ползучим / В.А. Сухов, Т.А. Любименко, С.С. Петров // Вестник АПК Волгоград. обл. – 2009. – №3. – С. 14–16.
8. Чибеліс, Н.Ю. Гірчак рожевий / Н.Ю. Чибеліс // Карантин і захист рослин. – 2004. – № 7. – С. 19–20.
9. Шевченко, М.С. Бур'яни та гербіциди в сучасному землеробстві степової зони / М.С. Шевченко // Збереження і переробка зерна. – 2005. – № 4. – С. 20–23.

УДК 635.611:631.544.4:631.816.12

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМКАХ РАСТЕНИЙ ДЫНИ В ПЛЕНОЧНЫХ ТЕПЛИЦАХ

М.Ф. Степура, доктор с.-х. наук  
Институт овощеводства

(Дата поступления статьи в редакцию 15.06.2015 г.)

В статье представлены результаты исследований по влиянию некорневых подкормок микроэлементами по фазам роста и развития растений на урожайность, качество и экономическую эффективность возделывания плодов дыни в пленочных теплицах опытного участка РУП «Институт овощеводства» и КФХ «Дружба и К». Наиболее высокая урожайность дыни – 21,6 т/га плодов в пленочных теплицах института

The article presents the results of studies on the influence of spray dressings microelements in phases of growth and development of plants on yield, quality and economic efficiency of cultivation of melon fruits in greenhouses RUE "Institute of vegetable growing" and farm "Drujba and Co". The highest yield of fruit melons – 21,6 t/hectares in the greenhouses of the Institute and 17.9 t/hectares under production conditions obtained by triple treatment plant

и 17,9 т/га в производственных условиях получена при трехкратной обработке растений препаратом Наноплант на фоне дозы  $N_{120}P_{80}K_{240}$ . Прибавка урожая по сравнению с фоновым вариантом составила 4,4 и 2,5 т/га, а чистый доход – 21,06 и 11,02 млн. руб./га, соответственно.

### Введение

Поскольку овощи при формировании урожая выносят из почвы в 2–4 раза больше микроэлементов, чем другие культуры, то роль некорневого питания растений с использованием микроэлементов весьма высока [1, 2].

Кроме того, учитывая условия микроклимата в теплицах и биологические особенности растений дыни, а также сезонную динамику потребления микроэлементов система применения удобрений при производстве плодов бахчевых культур должна включать проведение подкормок для устранения дефицита микроэлементов в критических фазах роста и развития растений. Помимо этого, основной задачей применения некорневых подкормок микроэлементами в настоящее время является не столько увеличение урожая плодов, сколько улучшение и сбалансированность биохимического состава продукции [1, 2, 3].

К сожалению, вопросы производства плодов дыни в Беларуси изучены весьма слабо. Отсутствие отечественных сортов и гибридов в Государственном реестре сортов и древесно-кустарниковых пород свидетельствует об актуальности дальнейшего изучения дыни в Беларуси, где климатические условия и микроклимат летних теплиц соответствуют биологии данной культуры [4, 5]. Поэтому для получения гарантированной урожайности с высоким качеством плодов дыни в защищенном грунте актуальной стала проблема использования микроэлементов для некорневых подкормок растений в течение вегетационного периода.

### Методика и условия проведения исследований

Исследования проводили на протяжении 2013 и 2014 гг. на окультуренной дерново-подзолистой почве в пленочных теплицах опытного участка РУП «Институт овощеводства» (Минский район) и крестьянско-фермерского хозяйства «Дружба и К» (Смолевичский район Минской области). Пахотный слой в опытах характеризовался слабокислой реакцией среды ( $pH_{KCl} - 5,8-6,2$ ), содержанием гумуса 1,98–2,10 %, средней обеспеченностью подвижными соединениями фосфора ( $P_2O_5 - 178-187$  мг/кг почвы), средним и высоким содержанием калия ( $K_2O - 218-345$  мг/кг почвы) и подвижной меди ( $Cu - 1,78-2,10$  мг/кг почвы), низким цинка ( $Zn - 2,72-3,46$  мг/кг почвы).

При выращивании дыни некорневые подкормки включали различные виды микроэлементов. Растения опрыскивали три раза за вегетационный период с учетом фаз роста и развития из расчета 300 л/га рабочего раствора.

Объектом исследований в технологических опытах с дыней служил сорт Ранняя 133 раннего срока созревания (период вегетации составляет 55–60 дней с момента высадки рассады, 75–85 дней от всходов). Плоды округлой формы с густой сеткой, цвет плода кремово-желтый, мякоть белая, ароматная с высоким содержанием сахаров. Средняя масса плода – 1,1–1,4 кг. Растение мощное, укрывает плоды от солнечных ожогов, устойчиво к стрессам. Очень высокий процент завязываемости и однородности плодов.

Исследования проводили путем постановки лабораторных и мелкоделяночных опытов по общепринятым методикам [6, 7]. Площадь учетных делянок в опытах составляла 9,8–12,6 м<sup>2</sup>, повторность – 4-кратная. В процессе исследований проводили фенологические наблюдения и биометрические измерения надземной части растений и плодов. Технологические процессы по уходу за растениями осуществляли по общепринятой схеме. Полученные

melon by a preparation of Nanoplant on the background of the dose  $N_{120}P_{80}K_{240}$ . The yield increase in comparison with background option was 4,4 and 2,5 t/ hectares, and net income of 21,06 and 11,02 million rub./hectares respectively.

в результате исследований данные статистически обработаны дисперсионным методом по Б.А. Доспехову [6] с использованием программы Microsoft Excel.

### Результаты исследований и их обсуждение

В результате исследований, проведенных в пленочных теплицах РУП «Институт овощеводства», установлено, что использование микроэлементов, представленных в Универсальном наборе микроэлементов, обеспечило среднюю прибавку урожая плодов дыни 2,6 т/га по сравнению с урожайностью 17,2 т/га, полученной при внесении фоновой дозы удобрений. Чистый доход в данном варианте составил 11,53 млн. руб./га. Трехкратное опрыскивание растений дыни с использованием препарата ЭлеГум на фоне дозы  $N_{120}P_{80}K_{240}$  повысило урожай плодов на 3,0 т/га и чистый доход на 2,01 млн. руб./га. Трехкратная обработка растений дыни за вегетационный период препаратом Наноплант на фоне действия дозы  $N_{120}P_{80}K_{240}$  обеспечила самую высокую урожайность дыни – 21,6 т/га плодов. Прибавка урожая составила 4,4 т/га, а чистый доход – 21,06 млн. руб./га (таблица 1).

В производственных условиях КФХ «Дружба и К» отмечена тенденция снижения чистого дохода на 6,25–10,4 млн. руб./га по сравнению с опытным участком института, что связано с более низкими прибавками урожая и с большими дополнительными затратами на внесение микроэлементов. При внесении фоновой дозы удобрений  $N_{120}P_{80}K_{240}$  урожай плодов дыни составил 15,4 т/га. Применение некорневых подкормок Универсальным набором микроэлементов на фоне действия дозы удобрений  $N_{120}P_{80}K_{240}$  обеспечило урожайность 16,8 т/га плодов, а препаратом ЭлеГум – 17,2 т/га. Самую высокую урожайность дыни (17,9 т/га плодов) обеспечило трехкратное использование препарата Наноплант на фоне действия дозы  $N_{120}P_{80}K_{240}$ . Прибавка урожая в данном варианте составила 2,5 т/га, ее стоимость – 3,98 млн. руб./га, а чистый доход – 11,02 млн. руб./га.

Отмечено, что некорневое внесение различных видов микроэлементов при выращивании дыни оказывало положительное влияние на оптимизацию биохимического состава плодов как в условиях опытного участка, так и в производственных условиях (таблица 2). Так, плоды, полученные в контрольном варианте, на фоне действия дозы минеральных удобрений  $N_{120}P_{80}K_{240}$  содержали 9,0–9,1 % сухого вещества, 8,8–8,7 % сахаров и 17,6–17,4 мг% аскорбиновой кислоты. Применение некорневых подкормок микроэлементами способствовало повышению содержания в плодах дыни сухого вещества на 0,6–0,7 %, суммы сахаров – на 0,1–0,3 % и аскорбиновой кислоты – на 0,2–0,5 мг% в опытах, проведенных на участке РУП «Институт овощеводства», и, соответственно, на 0,6–0,8 %, 0,2–0,4 % и 0,3–0,5 мг% – в производственных условиях КФХ «Дружба и К».

Самыми высокими биохимическими показателями отличались плоды, полученные в варианте с использованием некорневых подкормок препаратом Наноплант на фоне действия дозы минеральных удобрений  $N_{120}P_{80}K_{240}$ . Содержание сухого вещества в плодах дыни в данном варианте находилось на уровне 9,8–9,9 %, суммы сахаров – 9,1 % и аскорбиновой кислоты – 17,9–18,1 мг%.

Определено, что, в целом, применение некорневых подкормок микроудобрениями способствует снижению содержания нитратов в плодах дыни на 3–5 мг/кг сырой массы в условиях полевых опытов и на 2–3 мг/кг сырой массы – в производственных условиях. Самое низкое со-



**Таблица 1 – Влияние микроэлементов на урожайность и экономическую эффективность возделывания дыни в пленочных теплицах (2013–2014 гг.)**

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожая к контролю, т/га	Стоимость прибавки урожая, млн. руб./га	Всего затрат, млн. руб./га	Чистый доход, млн. руб./га
<b>Опытный участок РУП «Институт овощеводства»</b>					
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>240</sub> – фон (контроль)	17,2	–	–	–	–
Фон + Универсальный набор микроэлементов (В, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Co), 1,5 кг/га	19,8	2,6	15,60	4,07	11,53
Фон + Наноплант (Fe, Cu, Mn, Co), 100 мл/га	21,6	4,4	26,40	5,34	21,06
Фон + ЭлеГум (Cu, Zn, Mn, В), 6 л/га	20,2	3,0	18,00	4,46	13,54
HCP <sub>05</sub>	0,86				
<b>Производственный участок КФХ «Дружба и К»</b>					
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>240</sub> – фон (контроль)	15,4	–	–	–	–
Фон + Универсальный набор микроэлементов (В, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Co), 1,5 кг/га	16,8	1,4	8,40	3,16	5,24
Фон + Наноплант (Fe, Cu, Mn, Co), 100 мл/га	17,9	2,5	15,00	3,98	11,02
Фон + ЭлеГум (Cu, Zn, Mn, В), 6 л/га	17,2	1,8	10,80	3,51	7,29
HCP <sub>05</sub>	0,77				

**Таблица 2 – Влияние составов микроэлементов на биохимический состав плодов дыни в зависимости от условий выращивания (2013–2014 гг.)**

Вариант	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг%	Нитраты, мг%
<b>Опытный участок РУП «Институт овощеводства»</b>				
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>240</sub> – фон (контроль)	9,1	8,8	17,6	86
Фон + Универсальный набор микроэлементов (В, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Co), 1,5 кг/га	9,7	9,0	17,8	82
Фон + Наноплант (Fe, Cu, Mn, Co), 100 мл/га	9,9	9,1	18,1	81
Фон + ЭлеГум (Cu, Zn, Mn, В), 6 л/га	9,8	8,9	18,0	83
HCP <sub>05</sub>	0,24–0,36	0,22–0,38	0,27–0,48	1,56–2,12
<b>Производственный участок КФХ «Дружба и К»</b>				
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>240</sub> – фон (контроль)	9,0	8,7	17,4	85
Фон + Универсальный набор микроэлементов (В, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Co), 1,5 кг/га	9,6	8,9	17,7	83
Фон + Наноплант (Fe, Cu, Mn, Co), 100 мл/га	9,8	9,1	17,9	82
Фон + ЭлеГум (Cu, Zn, Mn, В), 6 л/га	9,8	9,0	17,9	82
HCP <sub>05</sub>	0,23–0,33	0,17–0,21	0,31–0,36	2,21–2,42

держание нитратов в плодах (81–82 мг/кг) отмечено при некорневом внесении препарата Наноплант на фоне действия дозы минеральных удобрений N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>240</sub>.

### Заключение

Установлено, что исследуемые виды микроэлементов при некорневом внесении при возделывании дыни в усло-

виях пленочных теплиц не только обеспечивали повышение урожая плодов и чистого дохода с 1 га, но и оптимизировали биохимические показатели продукции в условиях опытного участка РУП «Институт овощеводства» и в производственных условиях КФХ «Дружба и К». Как наиболее эффективный препарат для некорневых подкормок растений дыни в пленочных теплицах отмечен Наноплант.

### Литература

1. Борисов, В.А. Качество и лежкость овощей / В.А. Борисов, С.С. Литвинов, А.В. Романова. – М.: [б. и.], 2003. – 625 с.
2. Степура, М.Ф. Научные основы интенсивных технологий овощных культур / М.Ф. Степура, А.А. Аутко, Н.Ф. Рассоха. – Минск: А.Н. Вараксин, – 2011. – 296 с.
3. Сокол, П.Ф. Улучшение качества продукции овощных и бахчевых культур / П.Ф. Сокол. – М.: Колос, 1978. – 293 с.
4. Грошев, В. Ассортимент и рекомендации выращивания арбузов и дынь 2007–2008 / В. Грошев. – Краснодар: Фрегат, 2008. – 18 с.
5. Технология возделывания арбуза в условиях Беларуси / М.Ф. Степура [и др.]. – Минск: РУП «Институт овощеводства», 2014. – 19 с.
6. 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. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / Науч.-исслед. ин-т овощ. хоз-ва, Укр. науч.-исслед. ин-т овощ-ва и бахч-ва ; под ред. В.Ф. Белика, Г.Л. Бондаренко. – М.: Колос, 1979. – 211 с.

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

С.С. Позняк, доктор с.-х. наук

Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова БГУ

(Дата поступления статьи в редакцию 24.08.2015 г.)

*В исследованиях разработаны методы визуализации сорной растительности Республики Беларусь с применением ГИС-технологий: метод построения тематических карт с использованием программного пакета ArcView Gis 3.2a, которые могут использоваться для поддержки принятия управленческих решений при организации мероприятий по борьбе с сорняками и планировании использования специализированных химических средств защиты растений.*

### Введение

В научной литературе имеется достаточно сведений о видовом составе сорной растительности в посевах культурных растений. Вопросам изучения видового состава сорняков посвящены работы А.С. Третьяковой (2006), Г.Ш. Турсумбековой (2007), Т.А. Палкиной (2011), в которых рассмотрен видовой состав и конкурентоспособность сеgetальных, рудеральных и естественных сообществ и выявлены возможные динамические тенденции, происходящие в сеgetальной флоре. Ряд работ посвящен проблемам регулирования состава и численности сорняков в агроценозах, агротехническим и экологическим основам регулирования сорного компонента в земледелии [1].

В Республике Беларусь видовой состав и численность сорной растительности агрофитоценозов изучались различными учреждениями преимущественно с точки зрения разработки мероприятий по борьбе с сорняками в посевах сельскохозяйственных культур [2, 3].

В процессе многолетних фенологических наблюдений установлено, что последовательность смены одних биотических компонентов агроценозов другими выражена следующими причинами: разуплотнение почвы, глубокая вспашка, соблюдение технологии содержания чистых паров, применение гербицидов, введение в севообороты полей с многолетними травами, применение сортов интенсивного типа, улучшение качества посевного материала и т. д. [4, 5]. Формирование видового разнообразия сорных растений обуславливается также наличием в почве очень высокого потенциального запаса семян и органов вегетативного размножения. В исследованиях Д.В. Бочарева (2011) показано, что в условиях техногенного воздействия за 70-летний период времени произошла заметная трансформация сорного компонента. Обильно встречавшиеся ранее сорные виды трав, в наши дни исчезли из посевов: мальва незамеченная (*Malva neglecta* Wallr.), чертополох колючий (*Carduus acantoides* L.), икотник серо-зеленый (*Berteroa incana* (L.) DC.) и др., а возникшая в фитоценозе пустота заполнилась двудольными и злаковыми однолетними растениями: овсюг обыкновенный (*Avena fatua* L.), редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.).

Многолетний прогноз засоренности посевов направлен на выявление наиболее вероятного уровня распространения как биологических групп, так и отдельных видов сорняков без определения конкретных показателей их распространения и численности. Важным моментом для составления региональной прогностической модели распространения сорняков является использование «поискового прогноза», для которого учет факторов производственной деятельности человека не является обязательным [6]. Видовой комплекс сорных растений на определенной территории формируется в течение многих

*The studies are designed imaging weeds of Belarus using GIS technology: the method of constructing thematic maps using a software package ArcView Gis 3.2a, which can be used to support management decision making in the organization of measures to combat weeds and planning the use of special protection chemicals plants.*

лет под воздействием факторов окружающей среды и человеческой деятельности. Поэтому для разработки стратегии борьбы с ними важно не просто установить видовой состав сорного элемента флоры, но и научно обосновать, почему данные виды представлены в конкретном регионе с определенными показателями встречаемости.

Планирование и организация мероприятий по защите сельскохозяйственных культур от вредных объектов базируются на научно обоснованной системе сбора, обработки, анализа и обобщения исходной информации, которая характеризует распространение и развитие этих объектов, а также определяет возможные изменения под влиянием экологических условий. Вопросам распространения и развития сорных растений на территориях разных регионов Республики Беларусь уделяется меньше внимания, чем вредителям и болезням сельскохозяйственных культур. В ежегодно составляемых прогнозах обычно предоставляется прогноз развития конкретных видов вредителей и болезней сельскохозяйственных культур, и, в лучшем случае, групп видов сорных растений [7].

В связи с этим нами поставлена цель – разработать методы визуализации сорной растительности для принятия управленческих решений при организации мероприятий по борьбе с ней и планированию использования специализированных химических средств защиты.

### Результаты исследований и их обсуждение

База данных сорной растительности Республики Беларусь создавалась нами в 2011–2015 гг. на основе маршрутных обследований сельскохозяйственных угодий Брестской, Витебской, Гомельской, Минской и Могилевской областей, проведенных в рамках выполнения ГПНИ «Химические технологии и материалы, природно-ресурсный потенциал», подпрограмма «Радиация, экология, техносфера». База данных зарегистрирована в Государственном регистре информационных ресурсов (свидетельство от 20.01.2015 №1871504589). В ходе анализа массива данных (размещен на жестком диске E в папке «Belarus») изучены практические аспекты использования ГИС-технологий (ArcView Gis 3.2a) на примерах решения экологических задач и разработаны методы визуализации разнообразия сорных растений.

В наших исследованиях в качестве основы для создания систем мониторинга разнообразия сорной растительности была применена геоинформационная система (ГИС) ArcView, разработанная в Институте исследования систем окружающей среды (ESRI, США) и предназначенная для сбора, хранения, обработки и визуализации пространственно-привязанной информации [8].

Для визуализации разнообразия видов сорных растений при помощи ГИС-технологий необходимо построить

тематическую карту (в качестве примера осуществлено для показателя встречаемости сорняка марь белая). При разработке тематических карт используют специальные методы тематического картографирования, каждый из которых применим для определенных целей. В нашей работе использовался метод построения картограмм с применением программного пакета ArcView Gis 3.2a.

Требуется выполнение следующих шагов работы: запуск программы ArcView Gis 3.2a и создание проекта.

Чтобы создать проект из меню «Файл» окна программы ArcView выбираем опцию «Новый Проект». ArcView создаст новый проект с именем Untitled (без названия) и открывает окно проекта (рисунок 1).

В таблице содержания проекта перечислены основные типы документов: «Виды (views)», «Таблицы (tables)», «Диаграммы (charts)», «Компоновки (layouts)» и «Тексты программ – скрипты (scripts)», которые составляют данный проект. Самих документов в проекте пока нет.

**Сохранение проекта.** В меню «Файл» окна проекта выбираем опцию «Сохранить проект как». В диалоговом окне в поле «Каталоги» на диске E находим папку «Ve-lagus» и открываем ее. В поле «Имя файла» вводится латинскими буквами название проекта и расширение \*.arg. После этого нажимается кнопка «ОК».

**Создание нового вида.** В таблице содержания окна проекта группа «Виды» является активной. Необходимо нажать на кнопку «Новый (New)», расположенную под заголовком окна проекта. В результате откроется новое окно – окно вида, который по умолчанию называется View 1.

**Добавление тем в вид.** Для этого в меню Вид выбираем опцию «Добавить Тему». Откроется диалоговое окно



Рисунок 1 – Окно проекта

«Добавить тему». Добавляем тему «Марь» и «Не исследован» (районы, которые обследованы и не обследованы соответственно) (рисунок 2).

**Редактирование таблицы.** Проект ArcView может содержать любое число таблиц. Чтобы открыть таблицу для темы «Марь»:

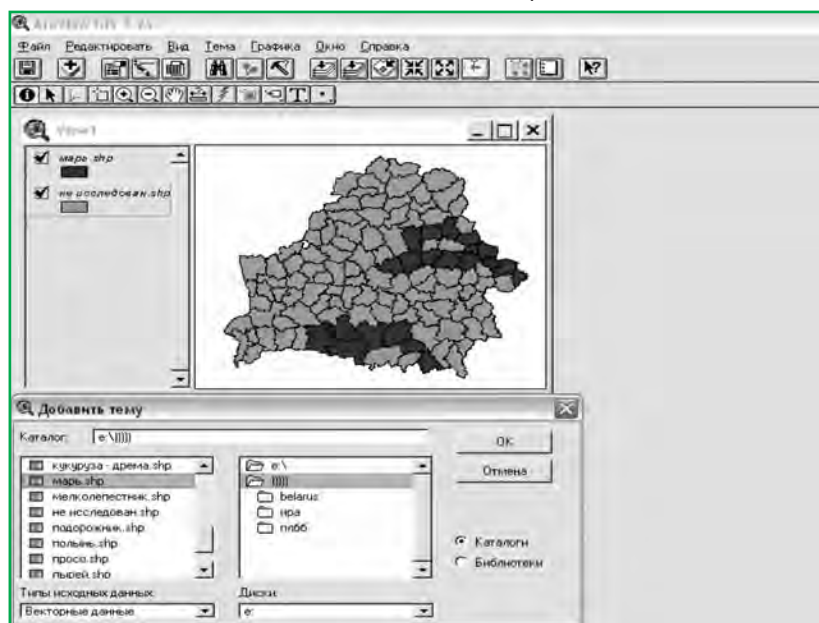


Рисунок 2 – Добавление темы в вид

- 1) щелкните по теме, чтобы сделать ее активной;
- 2) щелкните кнопку «Открыть Таблицу темы» на панели кнопок документа «Вид». После этого таблица появится в списке таблиц в окне проекта.

Для того чтобы занести данные по встречаемости вида «Марь белая» в посевах и посадках необходимо:

- добавить поля к таблице. В строке меню документа «Таблица» из меню «Редактировать» выбираем пункт «Добавить поле». Появится диалоговое окно «Определение Поля», в котором можно определить поле в таблице – определить тип записи.
- добавить записи в таблицу. В строке меню документа «Таблица» из меню «Редактировать» выбираем пункт «Добавить запись». В таблицу будет добавлена одна запись (строка).
- добавить данные к таблице. В панели инструментов документа «Таблица» выбираем инструмент «Редактировать». Он позволяет редактировать пустые ячейки в таблице, ввести в ячейки данные (названия, количественные показатели, иные характеристики) (рисунок 3).

**Разработка карты «Встречаемость вида марь белая в посевах и посадках».** Численность сорняка можно показать с помощью цветовой градуированной шкалы, когда величина явления показана изменением интенсивности окраски. Необходимо двойным щелчком на одной из копий темы вызвать редактор легенды. Выбираем тип легенды «Цветовая шкала», поле классификации «Марь белая».

Необходимо обязательно поработать с классификацией. В диалоговом окне «Классификация» ставим тип классификации «Естественные границы». Выбираем «Число классов» – 4. В поле «Округлить значения до» выбираем d, т. е. значения будут округлены до целых. Нажимаем «ОК».

В поле легенды «Подпись» можно ввести значения в %, для того, чтобы показатели легче воспринимались при чтении карты. В первую ячейку вводим необходимое значение, нажав клавишу Enter, переходим к следующей ячейке и т. д. По окончании ввода значений нажимаем кнопку «Применить». Все изменения вводятся в ячейки «Значений», и меняются в ячейках «Подписей». Измененные подписи появятся в легенде темы в «Таблице содержания» (рисунок 3).

В меню «Тема» открываем диалоговое окно «Свойства темы» и даем название новой карте «Встречаемость вида Марь белая». Также можно выбрать опцию «Спрятать/показать легенду».

**Компоновка карты.** Чтобы создать новую компоновку в «Окне проекта» выбираем значок «Компоновки», щелкаем на кнопку «Новый» в верхней части окна проекта. ArcView создаст новую компоновку, а ее имя появится в списке компоновок проекта. ArcView называет новые компоновки по порядку: Layout1, Layout2 и т. д. Компоновка создается из компонентов проекта, таких как «Виды (views)», «Диаграммы (charts)» и «Таблицы (tables)». Также можно нарисовать различную графику в компоновке.

Прежде, чем начать добавление элементов в компоновку, нужно определить такие ее свойства, как единицы измерения страницы компоновки, размер страницы, ориентацию и поля. Чтобы создать карту для вывода имеющихся географических данных, сначала надо добавить «Вид» в компоновку. Когда добавлен «Вид», можно выбрать функцию подключения динамической связи. Для этого в меню «Графика» открываем диалоговое



окно «Свойства рамки вида». Когда эта опция включена, любые изменения в «Виде» будут отражены и в компоновке. Если отключить динамическую связь для «Вида», то при изменениях в «Виде» компоновка останется неизменной (рисунок 5).

В результате добавления «Вида» в компоновку мы получаем карту с легендой (рисунок 6). Сохраняем компоновку в формате \*.wmf.

### Выводы

Разработанные в ходе проведения исследований методы визуализации сорной растительности с применением ГИС-технологий позволяют с минимальной трудоемкостью создавать хранилища для сбора, хранения, обработки и визуализации пространственно-привязанной информации, которая может использоваться в практической деятельности специалистов сельскохозяйственного производства при принятии управленческих решений по борьбе с сорняками и планировании использования специализированных химических средств защиты растений.

Предлагаемый к применению на практике метод построения тематических карт с использованием программного пакета ArcView Gis 3.2a для визуализации разнообразия видов сорных растений на конкретной территории на примере показателя встречаемости и использования градуированных цветовых шкал дает возможность существенно упростить интерпретацию имеющейся информации.

### Литература

- Захаренко, А.В. Агротехнические, экологические и энергетические основы регулирования сорного компонента агрофитоценозов в земледелии Центрального района Нечерноземной зоны России: дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.01 / А.В. Захаренко. – Москва, 1996. – 552 с.
- Протасов, Н.И. Гербициды в интенсивном земледелии: учеб. пособие / Н.И. Протасов. – Минск : Ураджай, 1992. – 232 с.
- Паденов, К.П. Мероприятия по борьбе с сорняками и пути их усовершенствования / К.П. Паденов // Ахова раслін. – 2001. – №4. – С. 27–29.
- Зими́на, Т.В. Закономерности формирования агрофитоценозов с участием злаковых и бобовых растений при воздействии разных агротехнических приемов на основе ресурсосберегающей: дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / Т.В. Зими́на. – Петрозаводск, 1999. – 229 с.
- Никончик, П.И. Агроэкономические основы систем использования земли / П.И.Никончик. – Минск : Белорус. наука, 2007. – 532 с.
- Фролов, А.Н. Современные направления совершенствования прогнозов и мониторинга / А.Н. Фролов // Защита и карантин растений. – 2011. – № 4. – С. 15–19.
- Березников, Г.А. Прогнозирование засоренности полей для целей планирования и организации борьбы с сорняками. Практические рекомендации / Г.А. Березников. – Воронеж, 1988. – 28 с.
- Капустин, В.Г. ГИС-технологии в географии и экологии: ArcView GIS в учебной и научной работе (практическое руководство для студентов и преподавателей географо-биологического факультета). Учебное пособие. Издание второе / Урал.гос.пед.ун-т., Екатеринбург, 2012. – 202 с.

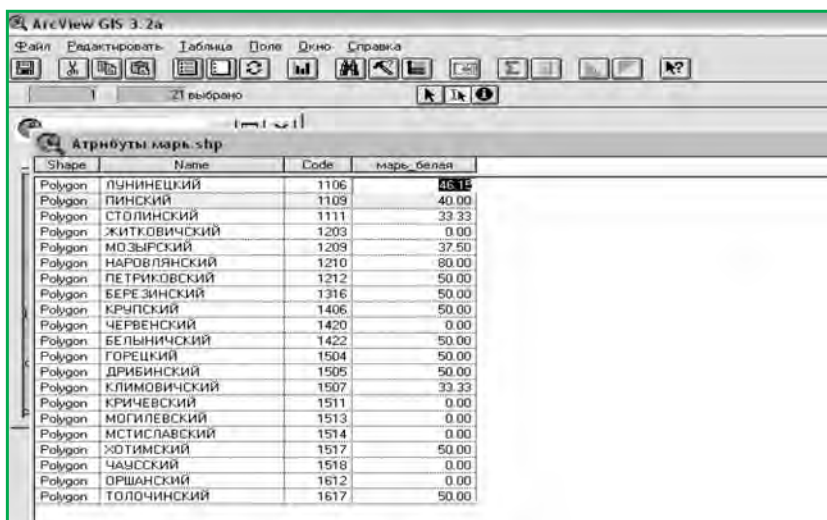


Рисунок 3 – Добавление записей в таблицу

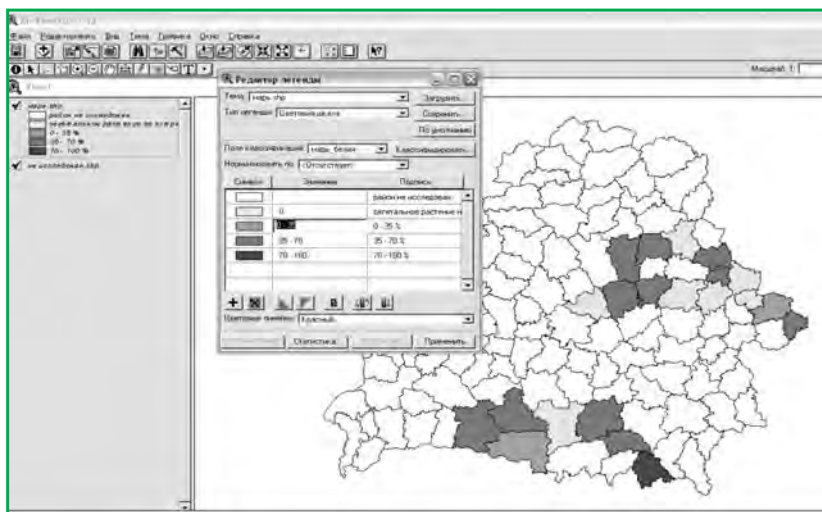


Рисунок 4 – Редактирование легенды

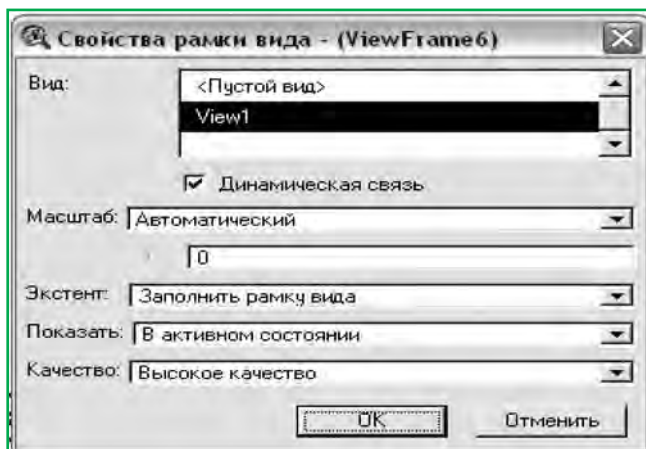


Рисунок 5 – Диалоговое окно «Свойства рамки вида»

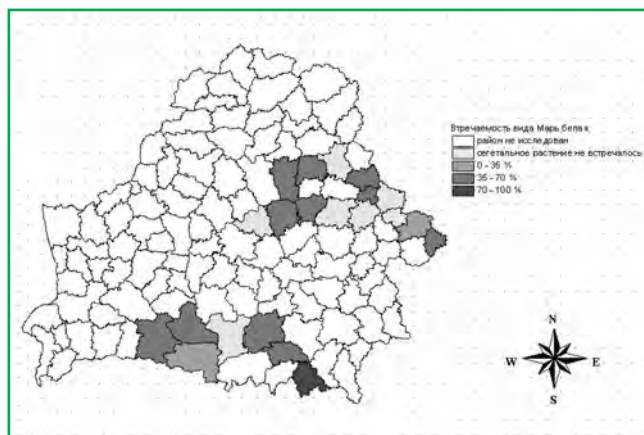


Рисунок 6 – Компоновка карты «Встречаемость вида Марь белая»

## **ЗНАЧИМОСТЬ НАУЧНО ОБОСНОВАННЫХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ АГРОЦЕНОЗОВ ТЕХНИЧЕСКИХ КУЛЬТУР**

П.А. Саскевич, доктор с.-х. наук

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 08.09.2015 г.)

*В статье приведены результаты исследований по изучению воздействия биотических факторов (вредителей, болезней, сорняков) и технологических приемов на продукционные процессы агроценозов льна-долгунца, рапса ярового и подсолнечника. Разработанные агроприемы оптимизации интенсивных технологий позволяют существенно снизить уровень ущерба, причиняемого вредными организмами, что позволяет совокупно повысить продуктивность агроценозов рапса ярового на 36,0–39,0 %, подсолнечника – 40,0–46,0 и льна-долгунца – 39,0–45,0 %.*

*The results of researches on studying the action of biotic factors (pests, diseases, weeds) and technological techniques on productive processes of fiber flax, spring rape and sunflower are presented in the article. The developed agrotechniques of the intensive technologies optimization allow to decrease essentially the damage level made by noxious organisms what gives an opportunity to raise in common the productivity of spring rape agrocenosis for 36,0–39,0 %, sunflower – 40,0–46,0 and fiber flax – 39,0–45,0 %.*

### **Введение**

На современном этапе развития важная роль в решении экономических, энергетических и экологических проблем земледелия отводится разработке и освоению научно обоснованной системы формирования высокопродуктивных агроценозов технических культур (лен-долгунец, рапс яровой, подсолнечник) на основе применения средств защиты растений, удобрений и регуляторов роста. Одним из направлений в достижении этой цели является совершенствование применения химических средств защиты растений с учетом особенностей каждой культуры и экологической безопасности для окружающей среды.

До настоящего времени не полностью выясненным является действие пестицидов и их баковых смесей с фиторегуляторами на биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность возделывания технических культур. Недостаточно изучено действие микро- и макроудобрений, регуляторов роста в сочетании с комплексом химических средств защиты растений на качество получаемой продукции. Внедрение результатов исследований позволит оптимизировать производство продукции за счет увеличения урожайности и снижения себестоимости и внесет весомый вклад в решение проблемы устойчивого обеспечения населения республики собственным растительным маслом и животноводства растительным белком [9].

Важнейшее значение для энерго- и ресурсосбережения в земледелии имеет рациональное использование и экономия дорогостоящих минеральных удобрений, средств защиты растений, регуляторов роста и др. [1, 5, 10, 12].

Высокопродуктивные агроценозы технических культур необходимо рассматривать не как совокупность (комплекс) организмов, а как систему, в которой все элементы взаимосвязаны и взаимообусловлены. Соответственно, и изучение природных объектов и процессов должно иметь системный характер. В случае наших исследований данное качество реализуется путем учета биологических факторов (степень вредоносности) при разработке технологических приемов, которые также применяются системно, что позволяет получить синергический эффект от их совокупного действия.

### **Условия и методика проведения исследований**

Исследования проводили методами лабораторного и полевого опытов. Лабораторные опыты проводили в ла-

бораториях кафедр защиты растений и агрохимии, а полевые – на опытном поле «Тушково» УО БГСХА в 1996–2013 гг.

Почва опытного участка агро-дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком, характеризовалась слабокислой и близкой к нейтральной реакцией почвенной среды, недостаточным содержанием гумуса, средним и повышенным содержанием подвижных форм фосфора и калия, является типичной для северо-восточной части Республики Беларусь и в целом пригодна для возделывания технических культур (лен-долгунец, яровой рапс, подсолнечник) [6].

За время проведения исследований метеорологические показатели существенно различались между собой, что позволило проанализировать изучаемые варианты как в благоприятных, так и в неблагоприятных для изучаемых сельскохозяйственных культур условиях.

Анализы, учеты и наблюдения в опытах проведены согласно существующим ГОСТам и общепринятым методикам.

Статистическая обработка полученных результатов выполнена методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов на ПЭВМ [2].

Расчет экономической эффективности пестицидов проводили путем сравнения стоимости дополнительной продукции с дополнительными затратами на основании существующих норм, расценок, закупочных цен, рекомендованных Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, и полученной урожайности (Л.В. Сорочинский, 1999).

К основным показателям экономической эффективности относятся: стоимость сохраненной части урожая, совокупность затрат на защиту растений (стоимость препарата, нормативные затраты на уборку, доработку и транспортировку сохраненной части урожая), условный чистый доход, рентабельность [3, 4, 7, 8, 11, 12].

При расчете экономических показателей использовали нормативы затрат на технологические процессы, цены и расценки на препараты и семена ярового рапса, подсолнечника и продукцию льна-долгунца по состоянию на 01.09.2014.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Теоретические концепции не являются косной системой и в соответствии с законами диалектики подвержены динамическим процессам. Объективными предпосыл-

ками тому стали изменения в экономических и экологических требованиях к производству, в частности, продукции растениеводства. В современном производстве четко обозначились тенденции узкой специализации и концентрации производства, внедрение в производство адаптивных и сортовых технологий возделывания сельскохозяйственных культур, принципов и технологий точного земледелия, что является объективным фактом современной действительности и обязательным залогом экономического успеха на современном рынке мировых сельхозпроизводителей. Тождественно динамическим процессам в вышеотмеченных областях произошли определенные деформации и в научных представлениях о роли различных факторов в формировании элементов продуктивности как на индивидуальном уровне растения, так и в целом на фитоценотическом уровне агроценоза, а именно, произошло значительное расширение границ представлений о долевом вкладе как каждого из факторов, так и интегральной их суммы. Эти процессы происходят соосно расширению уровня концентрации производства и ступеней технологического прогресса. Следует заметить, что устаревшие, малоэффективные технологии и их элементы естественным образом исключаются из производства, следствием чего является не столько расширение границ долевого вклада урожаеобразующих факторов, сколько увеличение их реально видимой научно обоснованной и имеющей прикладное практическое значение составляющей в современном производстве. Отмеченные здесь тенденции прослеживаются в сегментах организации производства, общего земледелия, агрохимии, селекции и семеноводства, защиты растений и растениеводства в целом. Особо необходимо выделить быстрые динамические процессы в роли урожаеобразующих факторов в сегментах селекции и защиты растений. Сконструированные иммунные и высокопродуктивные трансгенные гибриды коренным образом ломают представления о роли селекции в формировании продуктивности агрофитоценоза. Равно им уникальные разработки при создании химических средств росторегуляции, иммуномодуляции и защиты растений на фоне усугубившейся из-за концентрации производства и микроревольюционных процессов фитосанитарной ситуации опровергают традиционные представления о том, что защитные мероприятия сохраняют около 30 % потенциально возможного урожая. Защита растений, являясь заключительным звеном технологии возделывания культуры, определяет и эффективность других капиталовложений. Это объясняется тем, что вредители, болезни, сорняки прямо или косвенно используют вносимые удобрения и снижают эффективность других вложений. По данным Д. Шпаара, полученным при оценке восьми основных культур (рис, пшеница, ячмень, кукуруза, картофель, соя, хлопчатник и кофе), урожайность, которой можно достичь без проведения защитных мероприятий, составляет лишь 30,3 % от условных 100 % потенциала продуктивности растений. Ныне существующий комплекс защиты растений обеспечивает сохранение еще 27,6 % (4,2 % за счет сдерживания болезней, 7,1 % – вредителей и 16,4 % – за счет контроля сорняков), а остальные 42,1 % урожая от потенциала продуктивности при нынешних технологиях защиты лежат за пределами современных технологий возделывания и защиты растений и являются актуальным резервом. При этом около 13,2 % может обеспечить усовершенствованная защита от сорняков, 15,6 % – от вредителей и 13,3 % – от болезней [9].

Следует отметить, что значимость научно обоснованных факторов в формировании высокопродуктивных агроценозов носит региональный характер и в значительной мере детерминирована видом растения. Обозначенные теоретические вопросы динамики научных представ-

лений при возделывании технических культур в Беларуси изучаются впервые (таблица 1).

Значение научно обоснованных факторов приводится на основании результатов диссертационной работы; значение базовых факторов – на основании нормативных материалов и литературных источников.

Как свидетельствуют многочисленные научные данные и нормативные материалы, потери маслосемян ярового рапса от вредителей, болезней и сорной растительности могут достигать 38,0–52,0 %. При включении в традиционную технологию возделывания следующих агроприемов: обработка семян инсекто-фунгицидным протравителем, внесение гербицидов и инсектицидов совместно с азотными удобрениями, а фунгицидов и гербицидов в баковой смеси с регуляторами роста снижение продуктивности от комплекса вредных организмов будет не выше 22,0–28,0 %. При этом изменяется удельный вес каждого отдельно взятого технологического приема в конечном показателе продуктивности. Так, если обработка семян рапса фунгицидным протравителем приводит к сохранению 1,5–2,3 ц/га (или 7,0–11,0 %) урожая, то при использовании инсектицидного действующего вещества при протравливании, благодаря надежной защите от почвообитающих вредителей и вредителей всходов, можно дополнительно получить 3,4–5,6 ц/га семян или 10,6–17,2 %. Включение в гербицидный состав росторегуляторов и азотных удобрений позволяет значительно увеличить продуктивность культуры – на 6,2–11,9 ц/га. Возрастает в последнее время и роль регуляторов роста, обладающих не только стимулирующим, но и иммуномодулирующим эффектом (экосил). Применение подобных препаратов как в чистом виде, так и совместно с другими средствами защиты (например, с фунгицидами), способно значительно повысить урожай любой культуры, а также его качество. В результате от вышеназванных технологических приемов можно ежегодно стабильно получать до 30 ц/га урожая маслосемян ярового рапса.

До 46,0–62,0 % может снизить продуктивность подсолнечника комплекс вредных организмов. При базовой технологии возделывания протравливание семян помогает сохранить до 12,0–15,0 % урожая, еще 25,0–33,0 % помогает сохранить гербицидная обработка. В результате средняя урожайность подсолнечника составляет 22,0–26,0 ц/га. Повысить ее до 32,0–35,0 ц/га позволяет ряд элементов технологии, таких как использование росторегуляторов, обязательная десикация посевов, применение гербицидов с учетом видового состава сорной растительности и экономического порога вредоносности. Также с учетом того, что в последнее время широкое распространение на полях Беларуси получили белая и серая гнили, перспективен вопрос изучения фунгицидов, способов и сроков их применения. Что, несомненно, приведет к формированию и, самое главное, к сохранению до уборки здорового семенного материала.

Применение базовых защитных элементов технологии возделывания льна-долгунца (инкрустация семян, гербицидная защита, борьба с льняными блошками в период вегетации и др.) позволяет получать стабильно до 12,0–16,0 ц/га льноволокна высокого качества. Но даже такая урожайность для многих хозяйств в большинстве случаев остается недостижимым уровнем. Однако ряд агроприемов может помочь в решении этой задачи. В-первых, обязательным приемом при выращивании льна-долгунца должна быть инкрустация семян протравителем с инсектицидным действующим веществом, которая позволит надежно защитить всходы культуры от главного вредителя – льняных блошек, разгрузить график весенне-полевых работ, сэкономить материальные и трудовые ресурсы и в конечном итоге увеличить урожай льнопродукции, в частности льноволокна – на 20,2–21,4 % или



**Таблица 1 – Значимость научно обоснованных факторов в формировании высокопродуктивных агроценозов технических культур**

Система базовых факторов	Значение фактора		Система научно обоснованных факторов	Значение фактора	
	ц/га	%		ц/га	%
<b>Рапс яровой</b>					
Факторы, снижающие продуктивность агроценозов: вредные организмы	–	38,0–52,0	Факторы, снижающие продуктивность агроценозов: вредные организмы	–	22,0–28,0
Факторы, повышающие продуктивность агроценозов: протравливание семян	1,5–2,3	7,0–11,0	Факторы, повышающие продуктивность агроценозов: применение инсекто-фунгицидных протравителей	3,4–5,6	10,6–17,2
применение гербицидов	3,5–4,6	18,0–23,0	применение регуляторов роста	3,4–7,8	5,6–10,6
применение инсектицидов	2,8–3,6	14,0–18,0	применение гербицидов с азотными удобрениями	6,2–11,9	19,4–37,2
Урожай семян	18,0–23,0	–	применение инсектицидов с азотными удобрениями	7,8–8,8	24,4–27,5
			применение гербицидов с регуляторами роста	8,1–10,0	25,3–31,2
			применение фунгицидов с регуляторами роста	8,2–8,6	25,6–26,8
			Урожай семян	26,0–30,0	36,0–39,0
<b>Подсолнечник</b>					
Факторы, снижающие продуктивность агроценозов: вредные организмы	–	46,0–62,0	Факторы, снижающие продуктивность агроценозов: вредные организмы	–	28,0–36,0
Факторы, повышающие продуктивность агроценозов: протравливание семян	3,1–3,8	12,0–15,0	Факторы, повышение продуктивности агроценозов: протравливание семян	1,7–3,8	4,8–10,8
применение гербицидов	6,2–8,3	25,0–33,0	применение регуляторов роста	1,4–3,3	4,0–4,4
Урожай семян	22,0–26,0	–	применение гербицидов	16,2–23,2	46,3–66,3
			применение десикантов	2,5–4,0	5,7–14,4
			Урожай семян	32,0–35,0	41,0–46,0
<b>Лен-долгунец</b>					
Факторы, снижающие продуктивность агроценозов: вредные организмы	–	48,0–59,0	Факторы, снижающие продуктивность агроценозов: вредные организмы	–	26,0–32,0
Факторы, повышающие продуктивность агроценозов: протравливание семян	0,8–1,2	7,0–10,0	Факторы, повышающие продуктивность агроценозов: применение инсекто-фунгицидных составов при инкрустации семян	4,7–6,2	20,2–21,4
применение гербицидов	2,1–3,2	18,0–27,0	применение регуляторов роста при обработке семян совместно с протравителем	6,1–8,2	27,7–37,3
применение инсектицидов	2,4–3,5	20,0–29,0	применение регуляторов роста в период вегетаций	2,2–4,7	10,0–21,4
Урожай льноволокна	12,0–16,0	–	Урожай льноволокна	18,0–22,0	39,0–43,0

на 4,7–6,2 ц/га. Мощным резервом для увеличения урожайности льна-долгунца является обработка семян и посевов регуляторами роста на основе хвойных экстрактов. Так, инкрустация семян росторегулятором (экосил, растстим) из данной группы совместно с фунгицидным протравителем позволяет повышать посевные качества семян и впоследствии благоприятно влияет на рост и развитие льна-долгунца. В результате можно дополнительно получать до 6,1–8,2 ц/га льноволокна. Обработка

льна-долгунца в фазе «елочки» росторегулятором-иммуномодулятором позволяет растениям культуры быть более устойчивыми к антракнозу, улучшает элементы структуры и в конечном итоге приводит к росту продуктивности на 10,0–21,4 %.

В ходе оценки разработанных научно обоснованных элементов технологии установлено, что они обеспечивают положительный экономический эффект в виде роста чистого дохода на 167,4 долл./га на рапсе яровом,

Таблица 2 – Экономическая эффективность возделывания технических культур

Показатель	Рапс яровой		Лен-долгунец		Подсолнечник	
	базовая технология	научно обоснованная технология	базовая технология	научно обоснованная технология	базовая технология	научно обоснованная технология
Урожай с 1 га после доработки, ц/га	23,0	30,0	50,0	68,0	26,0	35,0
Стоимость реализованной продукции с 1 га, долл.	820,6	1070,3	754,3	1025,9	914,4	1230,9
Производственные затраты на 1 га, долл.	712,9	795,2	678,4	778,9	799,0	934,4
Себестоимость 1 ц, долл.	31,0	26,5	13,6	11,5	30,7	26,7
Чистый доход на 1 га, долл.	107,7	275,1	76,0	247,0	115,3	296,5
Рентабельность производства, %	15,1	34,6	11,2	31,7	14,4	31,7

171,0 долл./га – на льне-долгунце и 181,2 долл./га – на подсолнечнике, что сопровождается одновременным ростом рентабельности на 19,5, 20,5 и 17,3 %, соответственно по культурам (таблица 2).

Несомненно, по мере дальнейшего совершенствования агротехнологий обозначенные параметры могут отклоняться от определенных нами значений. Но для того и организована в республике система непрерывного научного поиска, чтобы на любом конкретном этапе интенсификации производства иметь опорный, базовый научный материал для его дальнейшего развития.

### Заключение

Необходимость развития в республике рыночных отношений, основывающихся на производстве конкурентоспособной продукции, что очень важно в условиях резкого увеличения стоимости энергоресурсов, требует оптимизации имеющихся и разработки новых интенсивных технологий. Это позволит существенно сократить потребление в растениеводстве техногенной энергии, обеспечит

получение более дешевой продукции в требуемом объеме и уменьшит загрязнение окружающей среды остатками средств интенсификации сельскохозяйственного производства.

Разработанные агроприемы оптимизации интенсивных технологий позволяют существенно снизить уровень ущерба, причиняемого вредными организмами, что позволяет совокупно повысить продуктивность агроценозов ярового рапса на 36,0–39,0 %, подсолнечника – на 40,0–46,0 % и льна-долгунца – на 39,0–45,0 %. В конечном счете это обеспечивает рост чистого дохода на 167,5–181,1 долл./га и рентабельности – на 17,3–20,5 % в зависимости от культуры. При этом устаревшие, малоэффективные технологии и их элементы естественным образом исключаются из производства, следствием чего является не столько расширение границ долевого вклада урожаеобразующих факторов, сколько увеличение их реально видимой научно обоснованной и имеющей прикладное практическое значение составляющей в современном производстве.

### Литература

1. Валькевич, Т. И. Методика проведения энергетической оценки защитных мероприятий от вредных организмов / Т. И. Валькевич // Сб. науч. тр. / БелНИИЗР. – Минск: Асобны Дах, 1998. – Вып. XXII: Защита растений. – С. 158–164.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Захаренко, В. А. Оценка экономической эффективности применения пестицидов: метод. указания / В. А. Захаренко. – М.: Колос, 1983. – 9 с.
4. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Нац. акад. наук Беларуси; Ин-т защиты растений НАН Беларуси; редкол.: С. В. Сорока [и др.]. – Минск: Беларус. наука, 2005. – С. 460–462.
5. Мастеров, А. С. Методика энергетического анализа при применении пестицидов и удобрений: метод. указания к лаб. занятиям для студ. агроном. спец. / А. С. Мастеров, В. П. Дуктов, Т. И. Валькевич; Беларус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2006. – 48 с.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск: Беларус. наука, 2013. – С. 319–348, 379–394, 407–440.
7. Организационно-экономическое обоснование дипломных работ: метод. указания для студ. агроном. спец. / Беларус. гос. с.-х. акад., сост.: А. А. Галиевский, А. С. Тихоненко, Т. Л. Хроменкова. – Горки, 2006. – 56 с.
8. Саскевич, П. А. Оптимизация применения средств защиты растений с биологически активными веществами в посевах ярового рапса / П. А. Саскевич, Ю. Л. Тибец, Е. И. Гурикова // Вестн. Беларус. гос. с.-х. акад. – 2005. – № 1. – С. 59–62.
9. Саскевич, П. А. Эколого-биологическое обоснование защиты ярового рапса от вредителей, болезней и сорной растительности: монография / П. А. Саскевич. – Горки: БГСХА, 2013. – 267 с.
10. Саскевич, П. А. Экономическая эффективность применения минеральных удобрений под яровой рапс / П. А. Саскевич, Д. Н. Прокопенков, С. М. Мижуй // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений: материалы междунар. науч.-практ. конф., Горки, 27–29 мая 2003 г.: в 3 ч. / Беларус. гос. с.-х. акад.; отв. ред. И. Р. Вильдфлуш. – Горки: БГСХА, 2003. – Ч. 2. – С. 274–276.
11. Холоп, Я. И. Окупаемость затрат на проведение защитных мероприятий в посевах масличного рапса / Я. И. Холоп, П. А. Саскевич, А. Д. Бекмиров // Проблемы производства продукции растениеводства и пути их решения: материалы междунар. науч.-практ. юбилейной конф., посвящ. 160-летию БГСХА, Горки, 7–9 июня 2000 г.: в 2 ч. / Беларус. гос. с.-х. акад.; редкол.: М. Е. Николаев [и др.]. – Горки, 2000. – Ч. 2. – С. 137–140.
12. Экономическое обоснование применения средств защиты растений: рекомендации / БелНИИЗР; авт.-сост.: Л. В. Сорочинский, А. П. Будревич, Т. И. Валькевич. – Минск, 1999. – 12 с.

# ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ НЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД

А.И. Немкович, кандидат биологических наук

В настоящее время в большинстве регионов Беларуси обеспеченность почвы макро- и микроэлементами не удовлетворяет потребности многих растений, в том числе и озимых, что заметно сказывается на количественных и качественных показателях урожая многих сельскохозяйственных культур.

В осенний период с целью стимулирования роста и развития растений проводят химические обработки посевов от сорной растительности, а также в период кущения – некорневые подкормки комплексными удобрениями либо отдельно, либо в баковых смесях с гербицидами.

В последние годы все большее количество хозяйств республики отдает предпочтение таким высокоэффективным комплексным удобрениям с микроэлементами в хелатной форме как: **НУТРИВАНТ ПЛЮС зерновой** или **НУТРИВАНТ УНИВЕРСАЛ** (производство Израиль), либо **КРИСТАЛОН особый** или **КРИСТАЛОН коричневый** (производство Нидерланды) на зерновых культурах. Для подкормок озимого рапса используют **НУТРИВАНТ ПЛЮС масличный**.

Данные удобрения представлены в порошкообразной форме, что подтверждает их высокий процент содержания действующего вещества без каких либо физико-химических изменений.

Согласно методическим указаниям, приготовленный рабочий раствор: **удобрение + вода (+ гербицид) с целью получения максимального эффекта от баковой смеси должен быть использован в день приготовления.**

Данные удобрения отличаются высокой степенью очистки, легко растворимы в воде, быстро проникают в клетки растений, при их использовании форсунки опрыскивателей не засоряются.

Учитывая достоинства вышеуказанных удобрений, следует отметить, что они содержат в своем составе все необходимые растениям элементы питания в физиологически сбалансированных пропорциях, соответствующих содержанию элементов в живых растительных тканях.

Применение вышеназванных комплексных удобрений с микроэлементами в хелатной форме в осенний период отдельно, либо в баковой смеси с гербицидами повышает сопротивляемость растений к стрессовым ситуациям, повышает зимостойкость растений, увеличивает продуктивность стеблестоя и качество растениеводческой продукции.

Прибавки урожая зерновых культур в зависимости от выбранной марки удобрения достигают 10–12 ц/га, озимого рапса – 8,0 ц/га.

## Эффективные удобрения для некорневых подкормок озимых культур

Наименование удобрения	Обрабатываемые культуры	Фаза развития	Норма расхода, кг/га
<b>НУТРИВАНТ ПЛЮС зерновой</b> (N 6 + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 23 + K <sub>2</sub> O 35 + Mg 1 + S 6,0 + Fe 0,05 + Zn 0,2 + B 0,5 + Mn 0,2 + Cu 0,2 + Mo 0,002)	озимые зерновые	кущение	1,5-2,0
<b>НУТРИВАНТ УНИВЕРСАЛ</b> (N 19 + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 19 + K <sub>2</sub> O 19 + Mg 3 + S 2,4 + Fe 0,2 + Zn 0,052 + B 0,02 + Mn 0,0025 + Cu 0,0025 + Mo 0,0025)			
<b>КРИСТАЛОН особый</b> (N 18 + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 18 + K <sub>2</sub> O 18 + Mg 3 + S 5 + Fe 0,07 + Zn 0,025 + B 0,025 + Mn 0,04 + Cu 0,01 + Mo 0,004)			
<b>КРИСТАЛОН коричневый</b> (N 3 + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 11 + K <sub>2</sub> O 38 + Mg 4 + SO <sub>3</sub> 27,5 + Fe 0,07 + Zn 0,025 + B 0,025 + Mn 0,04 + Cu 0,01 + Mo 0,004)			
<b>НУТРИВАНТ ПЛЮС масличный</b> (N 0 + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 21 + K <sub>2</sub> O 34 + Mg 1,2 + S 9,1 + B 1,6 + Mn 0,50 + Zn 0,05 + Mo 0,002)	озимый рапс	4–6 листьев	1–1,5



## ООО «ИНТЕРРОС»

г. Минск, ул. ак. А.К. Красина, 99-504: тел./ факс (017)399 48 42;  
тел. моб.: Велком 108-23-14; МТС 859-94-63  
наш сайт [www.interros.by](http://www.interros.by)

Предлагаем комплексные макро- и микроудобрения для подкормок растений в осенний период – **КРИСТАЛОН особый и коричневый; НУТРИВАНТ ПЛЮС зерновой и масличный, НУТРИВАНТ УНИВЕРСАЛ.**

**Микроэлементы в хелатной форме:** железо, марганец, кальций, цинк и медь.

Имеется в наличии широкий ассортимент **кормовых трав и сидератов.**

**Реализуем со склада в Минске:**

- **МЕШКИ СЕТЧАТЫЕ** для картофеля и овощей: фиолетовый, красный, зеленый, оранжевый, желтый, а также мешки на рулоне.
- **МЕШКИ БЕЛЫЕ** полипропиленовые для зерна, семян и т.д.



## ГЕРБИЦИДЫ: ДОЛГИЙ ПУТЬ ОТ МЕХАНИЧЕСКОЙ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ ДО НАШИХ ДНЕЙ

(по материалам журнала *Farm Chemicals International*)

Первоначально механическая борьба, или «холодное оружие», считалась единственным способом уничтожения сорняков. В начале 40-х годов ученые P.W. Zimmerman и A.F. Hitchcock открыли 2,4-D. В 1941 году E.J. Krause из Чикагского университета предложил использовать его в качестве гербицида. P.C. Marth, J.W. Mitchell, C.L. Hammer и H.B. Tukey (Мичиганский государственный университет) и другие были первыми исследователями 2,4-D в США. Компании Dow и Amchem разработали широкую линейку фенокси-продуктов, которые использовались как в сельском хозяйстве, так и в других не сельскохозяйственных отраслях.

Применение этих продуктов в сельском хозяйстве до сих пор является очень важным для борьбы с сорными растениями. Открытие в 50-х годах XX столетия гербицидов на основе мочевины (Кагмех), тиокарбаматов (Eptam, Sutan, Ordram), ацетаналидов (Ramrod, Randox, Lasso) и триазинов (Atrazine, Simazine), а в 60-х годах – динитроанилинов (Treflan, Prowl) позволило значительно продвинуть вперед технологии по борьбе с сорняками, так же как до этого случилось с их предшественниками – фунгицидами и инсектицидами. Способность селективных препаратов удалять двудольные сорняки в посевах таких двудольных культур, как соя, например, или злаковые сорняки в посевах зерновых культур, позволило сохранить урожай этих культур на значительной площади в США.

Паракват был открыт в 60-х годах прошлого столетия и широко использовался для неселективной борьбы с сорняками. Первая в истории работа Chevron Chemical в 70-х годах привела к развитию практики отказа от механической обработки почвы и использованию другого неселективного гербицида на основе глифосата, открытого Монсанто в 1975 г. Это был первый в мире продукт по защите растений, продажи которого составили сначала 1 млрд. долларов, а затем и 2 млрд. долларов в год.

В 70-х годах компаниями Rohm&Haas, Mobil и ICI были открыты дифенил-эфиры, что привело к появлению таких важных продуктов против двудольных сорняков, как актифлурорфен-натрия, и такого противозлакового препарата, как фюзилад. Другой послевсходовый препарат для борьбы с двудольными сорняками бентазон (компания BASF) стал основным гербицидом в посевах сои в конце 70-х и 80-х годов.

В 80-х годах возникли еще два основных класса химикатов – сульфонилмочевины (компания

DuPont) и имидазолиноны (компания American Cyanamid). Это привело к появлению в конце 80-х и в 90-х годах многочисленных коммерческих продуктов, таких как Glean, Ally, Classic, Oust (DuPont); Scepter, Pursuit, Raptor, Arsenal (American Cyanamid); Amber, Beacon (Ciba-Geigy). Однако, в связи со специфическим действием указанных действующих веществ и их широкого использования, в 80-е годы у многих сорных растений развилась устойчивость к этим продуктам, что вызвало необходимость поиска альтернативных химикатов как части программ по преодолению резистентности.

Но, возможно, самой большой революцией в технологии по борьбе с сорняками в 90-х годах и в целом в XX столетии, считается появление устойчивой к гербицидам сои, кукурузы (глифосаты и глюофосинаты) и хлопчатника (глифосаты).

Однако выяснилось, что в 2005 году только 9 компаний участвовали в исследованиях по разработке новых гербицидов, в то время как в 1990 году таких компаний было 19. Одним из таких новых гербицидов, зарегистрированных для применения на кукурузе и сое с 2000 года был пироксасульфен или Zidua компании BASF. При этом главный акцент был сделан на гербицидах, применяемых как на однолетних, так и на многолетних культурах. Недавно компания BASF зарегистрировала препарат сафлуфенацил или Kigox для использования на таких однолетних культурах, как соя, кукуруза, хлопчатник и зерновые, а также на многолетних, таких как плодовые деревья и орехоплодные культуры. Компания Bayer CropScience также испытывала новый препарат индазифлам (Alion) для борьбы против злаковых и двудольных сорняков в посадках плодовых деревьев и орехоплодных культур.

В отчетах проекта IR-4 сообщается о недостатке новых гербицидов для применения на таких культурах, как салат, дыни, бобы и другие однолетние овощи. В 2014–2015 годах планируется зарегистрировать устойчивую к Dicamba и 2,4-D сою, что будет существенным дополнением в программу управления устойчивостью сорняков.

*Больше информации смотрите на сайте:  
[www.FARMCHEMICALSINTERNATIONAL.com](http://www.FARMCHEMICALSINTERNATIONAL.com)*

*М.Н. Березко, О.М. Березко, Н.А. Близнюк,  
кандидаты с.-х. наук*

# Белорусской государственной сельскохозяйственной академии

# 175 лет



Академия была образована в 1840 году. За 175-летнюю историю она дала миру созвездие великих ученых и достойнейших людей, таких как профессора И. А. Стебут, А. В. Советов, А. В. Рытов, академик А. Ф. Иванов и многие другие, которые стали основоположниками аграрных научно-педагогических школ.

За годы своей деятельности академией подготовлено более 90 тысяч специалистов, успешно работающих в различных отраслях агропромышленного комплекса Республики Беларусь, в странах зарубежья. Многие ее выпускники стали известными учеными и педагогами, видными организаторами сельскохозяйственного производства, государственными и общественными деятелями. Академия по праву гордится тем, что первый **Президент Республики Беларусь Лукашенко А. Г.** – ее выпускник.

Сегодня в академии работают 607 преподавателей, в том числе 26 докторов наук, профессоров, 247 кандидатов наук, доцентов. На 14 факультетах очного и заочного отделений обучается около 15 тыс. студентов.

Академия имеет статус ведущего вуза в национальной системе образования в области подготовки кадров для сельского хозяйства.

Создан учебно-научно-производственный региональный центр практического обучения.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия сегодня – крупный научно-исследовательский центр, в котором проводятся исследования, соответствующие приоритетным научным направлениям Республики Беларусь. Проведена аккредитация УО БГСХА в качестве научной организации и выдано соответствующее свидетельство. Результаты про-



веденных за последние годы исследований имеют высокую актуальность и нашли широкое применение в хозяйствах республики.

В 2015 году факультет повышения квалификации и переподготовки кадров переименован в институт. Ежегодно повышают и обновляют свои знания в институте по 20 специальностям и специализациям до 3 тысяч специалистов предприятий и организаций агропромышленного комплекса.

Ученые академии постоянно совершенствуют учебно-воспитательный процесс, проводят научные исследования, направленные на решение актуальных проблем АПК. Нынешние задачи столь неординарны и новы, что требуют от нас самых энергичных действий.

Инициативы, планы и начинания коллектива находят поддержку Президента Республики Беларусь А. Г. Лукашенко, Министерства сельского хозяйства и продовольствия, руководства области, что позволяет нам с уверенностью смотреть в будущее.

**Ректор Белорусской государственной  
сельскохозяйственной академии  
САСКЕВИЧ Павел Александрович**

## Страницы истории

**И**стория Белорусской государственной сельскохозяйственной академии начинается с 1836 г., когда царским правительством было принято решение об открытии в Горы-Горецком имении Могилевской губернии земледельческой школы. В 1837 г. началось строительство школы (архитектор-строитель А. Кампиони). К 1840 г. было построено 35 зданий: три каменных трехэтажных корпуса - учебный, канцелярский и квартирный, а также мастерская, оранжерея, крестьянский лазарет, баня и другие хозяйственные постройки.

15 августа 1840 г. состоялось торжественное открытие школы. Она имела два разряда - высший и низший. Высший разряд должен был готовить агрономов и управителей для казенных и частных имений. Низший разряд предназначался для подготовки «земледельческих учеников». Первый набор Горы-Горецкой земледельческой школы составил всего 7 учеников. Однако в последующие годы, благодаря хорошей организации учебной работы, переустройству учебного хозяйства, приглашению квалифицированных преподавателей, школа быстро завоевала популярность не только в России, но и в Европе.

В 1848 г. высший разряд земледельческой школы был преобразован в земледельческий институт с четырехлетним сроком обучения. Это было первое в России высшее сельскохозяйственное учебное заведение «с правом университета». Вместо низшего разряда школы было создано земледельческое училище, дающее среднее специальное образование. В 1858 г. в Горках были открыты «Классы частных землемеров и таксаторов».

За период с 1840 по 1863 год институт подготовил 569 агрономов высшей квалификации, 247 человек окончили низший разряд земледельческой школы и земледельческое училище, 309 - учебную ферму и школу овчаров, 48 - землемерно-таксаторские классы. В эти годы в Горках было создано первое в мире опытное поле, заложен первый в России гончарный дренаж, построен конный завод с первой в Беларуси ветеринарной клиникой. При институте работала механическая мастерская, были построены чугунолитейный завод, завод для производства дренажных труб. В библиотеке института насчитывалось свыше 7 тыс. книг отечественной и зарубежной литературы. В 1852-1857 гг. издавались «Записки Горы-Горецкого земледельческого института».

Многие выпускники института оставили глубокий след в отечественной сельскохозяйственной науке. Среди них А.В. Советов, И.А. Стебут, А.М. Бажанов, А.П. Людоговский, И.Н. Чернопятков, Е.С. Фальков, И.У. Полимпсестов, А.Н. Козловский и др.

За участие в восстании 1863 г. земледельческий институт был закрыт и переведен в Петербург. В Горках продолжили работу земледельческие и ремесленные училища, землемерно-таксаторские классы и учебная ферма.

Новая страница в истории вуза началась в 1919 г., когда решением коллегии Наркомпроса РСФСР сельскохозяйственный институт в Горках был восстановлен. В 1925 г. в результате объединения Минского и Горецкого сельскохозяйственных институтов была образована Белорусская государственная академия сельского хозяйства им. Октябрьской Революции. В составе академии было четыре факультета - агрономический, землеустроительный, лесной и мелиоративный. В 1929 г. были



Учебный корпус № 4 в послевоенные годы

открыты факультеты - зоотехнический, планово-экономический, торфяной, механизации и электрификации сельского хозяйства. В 1931 г. на базе академии было создано одиннадцать отраслевых сельскохозяйственных институтов, из них шесть находилось в Горках. В 1933 г. горецкие институты были вновь объединены в Белорусский сельскохозяйственный институт.

В предвоенные годы из стен сельскохозяйственного института вышли 3493 специалиста. Среди них Ф.А. Сурганов (председатель Президиума Верховного Совета БССР в 1971-1976 гг.); В.Е. Лобанок (бывший заместитель Председателя Верховного Совета БССР, Герой Советского Союза); С.Г. Скоропанов (академик АН БССР и ВАСХНИЛ) и др. В декабре 1840 г., в свой столетний юбилей, за большие заслуги в деле подготовки специалистов сельского хозяйства и развитии науки, институт был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

В годы Великой Отечественной войны преподаватели, студенты и служащие академии с оружием в руках встали на защиту Родины. Они мужественно сражались на фронтах войны и были награждены орденами и медалями, а двум бывшим студентам - В.Е. Лобанку и Н.Т. Сушанову - было присвоено звание Героя Советского Союза. Академия свято чтит память тех, кто не дождался светлого дня Победы. Священным местом для всех стал мемориальный комплекс, воздвигнутый на территории академического городка.

В декабре 1945 г. БСХИ возобновил свою работу. В 1948 г. Постановлением Совета Министров он был преобразован в Белорусскую сельскохозяйственную академию. В последующие годы происходило дальнейшее успешное развитие академии. Были открыты новые факультеты, построено несколько новых учебных корпусов, общежитий и жилых домов. С 1962 г. БСХА стала готовить специалистов для зарубежных государств. В 1976 г. была награждена вторым орденом - орденом Октябрьской Революции. В 1955 г. Белорусская орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия была переименована в Белорусскую государственную орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственную академию. В 1997 г. БГСХА предоставлен статус ведущего высшего учебного заведения Республики Беларусь в области подготовки кадров для сельского хозяйства.



# День сегодняшний



Учебный корпус № 10

**Б**елорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия сегодня является крупнейшим многопрофильным высшим учебным заведением агропромышленного направления на территории Европы. Возглавляет БГСХА доктор сельскохозяйственных наук, профессор Павел Александрович Саскевич.

За свою 175-летнюю историю академия подготовила более 90 тысяч высококвалифицированных специалистов. Многие из них стали видными государственными деятелями, учеными, руководителями крупных учреждений, предприятий и вносят большой вклад в развитие хозяйства страны.

За выдающиеся достижения, организаторские способности и профессионализм в работе 22 выпускникам академии присвоено высокое звание Героя Социалистического Труда, 16 – заслуженного деятеля науки и техники, 60 – заслуженного работника сельского хозяйства.

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия – это своеобразный город в городе. На территории академгородка расположены 16 учебных корпусов, 14 студенческих общежитий, библиотека с фондом более одного миллиона экземпляров, столовая на 800 мест, уникальный ботанический сад.

В состав академии входят также учебно-научный центр «Опытные поля БГСХА», учебный полигон, каскад прудов и др. Для проведения досуга студентов имеются Дворец культуры, спорткомплекс со стадионом и бассейном, амфитеатр.

На 14 факультетах очного и заочного отделений обучаются около 15 тыс. студентов. Процесс обучения постоянно совершенствуется. На сегодняшний день в академии ведется подготовка по 24 специальностям и 5 специализациям. Более 300 человек, желающих получить второе высшее образование на платной основе, обучаются по 6 специальностям в Высшей школе агробизнеса.

С 2004 года в академии осуществляется подготовка магистров по 9 специальностям. За эти годы диплом магистра получили более 350 выпускников, 170 из них поступили в аспирантуру БГСХА.



**Выпускники БГСХА во время торжественных мероприятий по случаю 175-летия академии, слева направо:**

**Урбан Э.П.**, доктор с.-х. наук; **Голуб И.А.**, член-корреспондент НАН Беларуси; **Лана В.В.**, академик НАН Беларуси; **Сорока С.В.**, доцент; **Шпак А.П.**, доктор экономических наук; **Шейко И.П.**, академик НАН Беларуси; **Гриб С.И.**, академик НАН Беларуси; **Шариунов В.А.**, академик НАН Беларуси.

На 58 кафедрах сегодня работают 607 преподавателей, в том числе 26 докторов наук, профессоров, 247 кандидатов наук, доцентов.

Над докторскими диссертациями работают 6 кандидатов наук, доцентов. Обучаются в аспирантуре и работают над кандидатскими диссертациями 186 аспирантов и 5 соискателей.

Ежегодно в академии переподготовку проходят около 250 человек, повышают свою квалификацию около 1000 специалистов и руководителей АПК, целевое краткосрочное обучение (стажировку) проходят более 1000 человек.

За последние пять лет сотрудниками академии выполнено 379 научно-исследовательских договоров, получены 132 патента на изобретение и полезную модель, изданы 121 монография, 203 учебника и учебных пособия, 108 сборников научных трудов и материалов конференций, 103 рекомендации производству, создано 230 видов научно-технической продукции (в том числе 55 сортов и гибридов сельскохозяйственных культур). Результаты исследований имеют высокую актуальность и находят широкое применение в производстве. В академии сформировались 17 научно-педагогических школ.

В академии выходит 4 издания, включенные в перечень ВАК: научно-практический журнал «Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии» с периодичностью издания четыре раза в год, сборник научных работ «Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства» (два тома раз в год), сборник научных работ «Проблемы экономики» (два тома раз в год), журнал «Животноводство и ветеринарная медицина» (четыре раза в год).

Активно развивается в академии и научно-исследовательская работа студентов. За отличную учебу и активное участие в научно-исследовательской работе 8 студентов получают стипендию Специального фонда Президента Республики Беларусь, 10 - именные стипендии видных ученых, работавших в академии, 4 - стипендии имени видных деятелей науки и культуры страны, 6 - персональные стипендии ректора УО БГСХА. Студенты академии - активные участники республиканских конкурсов научных работ по гуманитарным, естественным и техническим наукам. В конкурсах ежегодно участвуют около 170-190 студенческих работ. Значительная часть студентов работает в творческом сотрудничестве с преподавателями: сегодня академия насчитывает 55 кружков, 20 студенческих научно-исследовательских лабораторий, 1 студенческое конструкторское бюро и 1 мастерскую по архитектуре.

Сегодня в академии обучаются 656 иностранных студентов. Для зарубежных стран ведется подготовка экономистов, правоведов, маркетологов, а также представителей других специальностей.

Академия имеет статус ведущего вуза в национальной системе образования Республики Беларусь в области подготовки кадров для сельского хозяйства. БГСХА - единственный вуз в Беларуси, который в 1998 и 2003 гг. проходил аттестацию Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки России на право ведения образовательной деятельности.

В декабре 2014 г. академия успешно прошла аттестацию Министерства образования Республики Беларусь.



**Поздравляем**  
**Онуфрейчика Николая Григорьевича**  
**с присвоением ему звания**  
**Почетного профессора**  
**Белорусской государственной**  
**сельскохозяйственной академии**

Онуфрейчик Николай Григорьевич родился 25 февраля 1941 г. в деревне Пиняны Пружанского района Брестской области в крестьянской семье.

В 1960 г. поступил в Гродненский сельскохозяйственный институт, который закончил с отличием в 1965 г. и получил квалификацию ученого агронома по защите растений. После окончания института работал агрономом в Гродненском межрайонном отряде по защите растений. В ноябре 1965 г. был призван на военную службу. После демобилизации работал ассистентом в Гродненском сельскохозяйственном институте. С 1 марта 1969 г. - аспирант кафедры защиты растений Белорусской сельскохозяйственной академии.

С сентября 1971 г. работал ассистентом кафедры защиты растений.

Онуфрейчик Николай Григорьевич неоднократно выступал с докладами и лекциями по защите растений перед специалистами агрономического профиля разных районов Могилевской области.

С апреля 1978 г. - заместитель декана, в июле 1980-го избран на должность доцента.

В феврале 1984 г. избран на должность декана агрономического факультета.

В январе 1995-го назначен заместителем декана агрономического факультета по заочному обучению.

С апреля 2000 г. по 2009 г. - декан агробиологического факультета.

С 2009 г. по 2015 г. - доцент кафедры защиты растений.

С 1971 по 2014 гг. изданы 74 научные и методические работы.

В сентябре 2015 г. Николаю Григорьевичу Онуфрейчику присвоено звание Почетного профессора Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.



*Коллеги по работе,  
редакция журнала "Земледелие и защита растений"*

**Шейко Иван Павлович** (10.02.1948 г.) в 1971 г. окончил Белорусскую государственную сельскохозяйственную академию с присвоением звания «ученого-зоотехника».

В 1975 г. защитил диссертацию кандидата, в 1986-м – доктора сельскохозяйственных наук. С октября 1996 г. утвержден генеральным директором научно-производственного объединения «Племэлита» и директором Белорусского научно-исследовательского института животноводства.

За существенный вклад в развитие сельскохозяйственной науки И.П. Шейко в 1991 г. был избран профессором, в 1992-м – членом-корреспондентом, в 1996 г. – академиком Академии аграрных наук Республики Беларусь, в 2003-м – академиком НАН Беларуси. В 1999 г. избран иностранным членом Российской академии сельскохозяйственных наук. В 1998 г. И.П. Шейко было присвоено звание «Заслуженного деятеля науки Беларуси» и Почетного доктора наук Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.



Эти поэтические строки Шейко Иван Павлович посвятил своей "альма-матер".

## АКАДЭМІЯ – ВІВАТ!

Люблю свой родны кут, люблю сваю краіну,  
Але найбольш цяпер імкнуся ў Горкі я,  
Дзе ў стагоддзях развіваецца, квітнее,  
Маёй Дзяржавы – Акадэмія мая!

З пяшчотай, лёгкім сумам успамінаў,  
Тут, у маладосці, шчасце выпала мудрэць.  
З натхненнем «грызлі» мы «граніт» навукі  
І марылі вучонымі людзьмі з гадамі стаць.

Сто семдзесят пяць гадоў – кавалак часу доўгі,  
Узрасла ты Акадэмія да зор.  
Нясеш у краіне моладзі ты веды,  
Навукі таямніцы і прагрэсу шлях.

Слаўнейшы калектыў выкладчыкаў працуе,  
Талантам поўняцца іх сэрцы і душа.  
Невыпадкава, што ў старэйшым нашым вузе,  
Сам Прэзідэнт краіны веды дабаўляў.

Г ады ляцяць, і мы ў жыцці сталеем,  
Працуем сціпла, уровень поўных сіл.  
І Акадэмію з павагай і пашанай  
Віншуем шчыра: **Акадэмія –**

**Віват!**

**Віват!**

**Віват!**

## ПОСВЯЩЕНИЕ ВЫПУСКНИКАМ

Мостик, тропка и аллея – осыпается листва,  
Где-то здесь навек остались, юной – ты и юный – я.  
Так и хочется поплакать возле стареньких прудов,  
Где от молодости нашей не осталось и следов.

Над любимой «альма-матер» серебрится лунный свет.  
Мы не виделись, ребята, много-много дней и лет.  
Подсчитаем же сегодня в долгожданный этот час –  
Сколько нас в живых осталось, сколько нет уж среди нас.

Что ж, ребята, что ж, девочки, выпьем стопку, помолчим,  
И на остров в парке дальнем, с грустью нежной  
поглядим.

Вспомним юность и аллейки, где учились танцевать  
Где девчоночек-студенток лучше в жизни не сыскать.

Повзрослели-улетели, в край далекий, в край чужой.  
Только сердце здесь осталось возле брамочки родной.  
Пусть рассеются туманы – над лугами вдалеке,  
Ах, стороночка родная, ностальгия на душе.

От прощания до встречи путь-дорога далека.  
Только знает Бог Всевышний, опять встретимся когда  
Пожелаем же друг другу многих зим и многих лет.  
Ах, ВЫ ГОРКИ дорогие, краше места в мире нет!



## К 80-летию

# Бачило Надежды Григорьевны

В сентябре 2015 года исполнилось 80 лет известному ученому в области агрохимии и земледелия, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Бачило Надежде Григорьевне.

Бачило Надежда Григорьевна родилась в деревне Калинино Буда-Кошелевского района Гомельской области. После окончания школы поступила в БГСХА на факультет агрохимии, после окончания которого с отличием была направлена в Министерство сельского хозяйства в качестве агронома по удобрениям. Однако Надежда Григорьевна желала быть поближе к земле и попросила отправить ее с мужем в хозяйство. Начальник отдела кадров министерства очень удивился ее просьбе и направил их в институт земледелия, который переезжал в это время в г. Жодино и нуждался в молодых кадрах. Надежда Григорьевна была зачислена младшим научным сотрудником в лабораторию органических удобрений, и ей было дано задание разработать технологию при-



готовления и использования на удобрение сельскохозяйственных культур отходов крупных птицефабрик, так как в это время поступали в Совет Министров предложения закрыть птицефабрики вблизи г. Минск и отнести их в лесозону. Этот вопрос возник в связи с тем, что на фабриках стал использоваться для удаления помета гидросмыв, который сливали в канавы и пониженные места. Так как помет содержит свободный аммиак, он загрязнял окружающую среду в пригороде и даже в черте города.

Надежда Григорьевна разрешила эту проблему за 3 года, организовав содержание птиц на подстилочных материалах. Полученный помет затем использовался для удобрения всех сельскохозяйственных культур, начиная с кормовых и заканчивая овощными. Чистку помещений цехов проводили трактором со скрепером. В качестве подстилочных материалов использовали соломенную резку, верховой торф и опилки, отходы деревообрабатывающих производств. Позже была разработана даже технология получения сухого помета, однако она не рекомендовалась для широкого внедрения, так как требовала больших затрат энергии.

Все исследования Надежда Григорьевна проводила на птицеферме колхоза им. Ленина Смолевичского района и Смолевичской птицефабрике. В 1972 г. ею была защищена кандидатская диссертация на тему «Приемы приготовления и применения на удобрение птичьего помета, получаемого на крупных птицефабриках». Результатом дальнейших исследований стала докторская диссертация «Научные принципы использования пометных удобрений в интенсивном земледелии», которая была защищена в 1990 г.

В этот же период ее внимание было сосредоточено на вопросах разработки технологии примене-

ния на удобрение жидкого навоза крупных свинокомплексов, где был освоен метод отстаивания осадка и использования его для приготовления компостов, которые используются в хозяйствах в качестве удобрений всех сельскохозяйственных культур повышают урожайность и плодородие почвы.

Затем Надежда Григорьевна была переведена в лабораторию обработки почвы Института земледелия, где в дальнейшем стала заведующей. В это время Надежда Григорьевна совместно с Институтом механизации и конструкторским бюро завода ГОМ-СЕЛЬМАШ ведут исследования по усовершенствованию почвообрабатывающе-посевных машин.

По результатам исследования опубликовано 169 печатных работ, получен патент на разработку комплексных удобрений под лен масличный.


Надежда Григорьевна большое внимание уделяет подготовке научных кадров. Под ее руководством защищено 5 кандидатских диссертаций, авторы которых в настоящее время работают в НПЦ НАН Беларуси по земледелию. В 1994 г. она перешла работать в дочернее предприятие РУП «Институт льна», где является ответственной за аспирантуру и за 6 лет участвовала в подготовке 11 кандидатов и одного доктора наук. Одна кандидатская диссертация подготовлена к защите в 2015 г.

Она неоднократно возглавляла государственную экзаменационную комиссию в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. За заслуги в развитии науки и организации сельскохозяйственного производства Республики Беларусь Бачило Надежда Григорьевна неоднократно награждалась грамотами Совета Министров и Министерства сельского хозяйства, Национальной академии наук. Является членом совета по защите диссертаций. Несмотря на возраст, она энергична и еще имеет замыслы на будущие проекты.

Руководство Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию и коллектив Института льна желает ей крепкого здоровья, благополучия, неиссякаемого оптимизма, реализации задуманных идей на благо нашей Родины.

**Привалов Ф.И.,**  
генеральный директор НПЦ НАН Беларуси по земледелию,  
член-корреспондент НАН Беларуси

**Голуб И.А.,**  
директор Института льна,  
член-корреспондент НАН Беларуси



## К 100-летию АЛЕКСАНДРА АРСЕНЬЕВИЧА КАЛИКИНСКОГО

(1915-2015)

13 октября 2015 г. исполнилось бы 100 лет со дня рождения Заслуженного работника высшей школы БССР, профессора, доктора сельскохозяйственных наук Александра Арсеньевича Каликинского.

А. А. Каликинский родился в с. Закобьякино Любимского района Ярославской области в семье служащих. После окончания в 1933 г. Любимского сельскохозяйственного техникума Александр Арсеньевич работал агрономом-семеноводом во Владимирской области, а затем – преподавателем в Любимской школе колхозных кадров. В 1937 г. он поступил в Белорусский СХИ (ныне Белорусская государственная сельскохозяйственная академия). Однако начавшаяся в 1941 г. Великая Отечественная война прервала учебу. После возвращения из армии он с отличием закончил институт.

В 1954 г. А. А. Каликинский защитил кандидатскую диссертацию на тему «Вопросы питания яровой пшеницы в связи с применением рядкового удобрения на дерново-подзолистых почвах Белоруссии». В этом же году он получил звание доцента. С 1955 по 1962 г. работал деканом агрономического факультета, а в 1962–1965 гг. – проректором по учебной работе, в 1966–1971 гг. – деканом факультета агрохимии и почвоведения, в 1973–1991 гг. – заведующим кафедрой агрохимии, в 1991–1993 гг. – профессором этой кафедры.

В 1978 г. А. А. Каликинский защитил докторскую диссертацию «Пути повышения эффективности применения минеральных удобрений под зерновые культуры (на примере Белорусской ССР)», а в 1979 г. ему было присвоено звание профессора.

Педагогическая деятельность А. А. Каликинского неразрывно связана с научными исследованиями. Уже в 1950 г. выходят его первые работы, посвященные рядковому внесению удобрений под зерновые культуры и лен. В 1964 г. на кафедре агрохимии была создана проблемная лаборатория питания растений под руководством профессора Р.Т. Вильдфлуша. Стало развиваться направление по изучению эффективности ленточного внесения удобрений. А. А. Каликинский активно подключился к этой работе в 1972 г. и возглавлял это направление 20 лет.

По инициативе А. А. Каликинского в 1979 и 1982 гг. были заложены два стационарных опыта в полевом и кормовом севообороте по изучению эффективности локального способа основного удобрения в зависимости от степени окультуренности дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы. Исследования по локальному внесению, выполненные под руководством А. А. Каликинского, вошли во Всесоюзные рекомендации по локальному внесению удобрений. На ВДНХ СССР за экспонат «Эффективность ленточного внесения удобрений» профессор А. А. Каликинский был удостоен серебряной медали участника выставки.

А. А. Каликинский вел исследования не только по изучению способов внесения удобрений, но и другим направлениям. Он является автором и соавтором более 100 научных и методических работ, в том числе справочника по удобрениям, выдержавшего 3 издания, и учебника для сельскохозяйственных вузов «Агрохимия» (3 издания), имеет 3 авторские свидетельства на изобретения.

На каком бы посту Александр Арсеньевич ни работал, он везде старался творчески решать производственные вопросы, совершенствовать методику преподавания, передавать свой опыт молодым специалистам. Под его руководством защищено 23 кандидатские диссертации.

За участие в Великой Отечественной войне, а также за трудовые успехи А. А. Каликинский награжден орденами Отечественной войны II степени, Трудового Красного Знамени, «Знак Почета», тринадцатью государственными медалями, а также тремя грамотами Верховного Совета БССР. А. А. Каликинскому присвоено звание Заслуженного работника Высшей школы БССР.

Отмечая 100-летие со дня рождения Александра Арсеньевича Каликинского, научная общественность с благодарностью обращается к памяти этого человека. Его идеи и разработки будут служить еще не одному поколению ученых и специалистов сельского хозяйства.

**И. Р. Вильдфлуш,**

*доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
заведующий кафедрой агрохимии Белорусской  
государственной сельскохозяйственной академии*

**Т. Ф. Персикова,**

*доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
заведующая кафедрой почвоведения Белорусской  
государственной сельскохозяйственной академии*

**ИЗДАТЕЛЬ:** ООО «Земледелие и защита растений»

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:** Л.В. Сорочинский, доктор с.-х. наук

**НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:** В.Н. Шлапунов, академик НАН Беларуси

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**И.М. Богдевич**, академик НАН Беларуси; **С.Ф. Буга**, доктор с.-х. наук; **И.И. Бусько**, кандидат с.-х. наук; **С.И. Гриб**, академик НАН Беларуси; **Ю.М. Забара**, доктор с.-х. наук; **Э.П. Урбан**, доктор с.-х. наук; **С.А. Касьянчик**, кандидат с.-х. наук; **Э.И. Коломиец**, член-корр. НАН Беларуси; **Н.П. Купреенко**, кандидат с.-х. наук; **Н.В. Кухарчик**, доктор с.-х. наук; **В.Л. Налобова**, доктор с.-х. наук; **И.А. Прищепа**, доктор с.-х. наук; **П.А. Саскевич**, доктор с.-х. наук; **Л.И. Трепашко**, доктор биол. наук; **К.Г. Шашко**, кандидат биол. наук.

**РЕДАКЦИЯ:** А.П. Будревич, М.И. Жукова, М.А. Старостина, С.И. Ярчаконская. Верстка: Д.О. Новосад.

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

Тел./факс: главный редактор: (017) 509-24-89, (029) 640-23-10; научный редактор: (01775) 3-42-71, (033) 492-00-17

Редакция: (017) 509-23-33, (017) 509-23-37 (бухгалтер)

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 20.10.2015 г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная Тираж 1200 экз. Заказ № \_\_\_\_\_. 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.