

# Земледелие и Защита растений

№ 5 (120)  
2018

Научно-практический  
журнал

## Систива®

Листовой фунгицид, применяемый способом  
протравливания семян



**BASF**  
We create chemistry

**AgCelence**  
Рассчитывай на большее.

техническая поддержка 8(017)359-24-09

[www.agro.basf.by](http://www.agro.basf.by)

# Земледелие и Защита растений

Научно-практический журнал

№ 5 (120)

сентябрь-октябрь 2018 г.

Периодичность – 6 номеров в год

Издается с 1998 г.

Agriculture and plant protection  
Scientific-Practical Journal

№ 5 (120)

September-October 2018

Periodicity – 6 issues per year

Published since 1998

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

## СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:

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

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

**Ю. М. Чечёткин,** директор РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»;

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

**А. А. Таранов,** директор РУП «Институт плодоводства», кандидат с.-х. наук;

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

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

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

## В НОМЕРЕ

### Агротехнологии

- ☞ Соколов М. С. Актуальность оздоровления деградированных почв агроценозов 3
- ☞ Цыбулько Н. Н. Противоэрозионная эффективность основной обработки почв 6
- ☞ Цыганов А. Р., Чернуха Г. А. Продолжительность влияния обработки дерново-подзолистой песчаной почвы водорастворимым полимером на урожайность сельскохозяйственных культур и накопление радионуклидов 12
- ☞ Бейня В. А., Лобач Е. И. Анализ сортов пшеницы мягкой озимой, включенных в Государственный реестр 16
- ☞ Сахненко В. В., Сахненко Д. В. Особенности применения смесей агрохимикатов при современных технологиях выращивания зерновых культур 20

## IN THE ISSUE

### Agrotechnologies

- ☞ Sokolov M. S. The actuality of improvement the agrocenoses of degraded soils 3
- ☞ Tsybulko N. N. Erosion effectiveness of basic soil treatment 6
- ☞ Tsyganov A. R., Chernukha G. A. The effect of sod-podzolic sandy soil treatment with water-soluble polymer on agricultural crops productivity and accumulation of radionuclides 12
- ☞ Beynya V. A., Lobach E. I. The analysis of winter soft wheat varieties included in the State Register 16
- ☞ Sakhnenko V. V., Sakhnenko D. V. Features of agrochemical mixtures use in modern technologies of grain crops growing 20



## Защита растений

- ☞ Трешко Л. И., Козич И. А., Бречко Е. В. Защита зерна от амбарных вредителей при хранении в осенне-зимний период 23
- ☞ Хромушкина Л. Н., Федоренко В. П. Анализ фитосанитарного риска вредителей запасов 28
- ☞ Опимах В. В., Опимах Н. С., Федорова М. И. Оценка устойчивости к корневому междурядному гибриду свеклы столовой в условиях Беларуси 30
- ☞ Комардина В. С., Плескачевич Р. И., Васеха Е. В. Поражаемость болезнями устойчивых и иммунных к парше сортов яблони отечественной селекции, возделываемых в промышленных садах Беларуси 33
- ☞ Ярчаконская С. И., Комардина В. С., Колтун Н. Е., Михневич Р. Л. Жесткокрылые вредители малораспространенных ягодных культур в Беларуси 36
- ☞ Мелюхина Г. В. Трофическая структура насекомых-фитофагов на пшенице озимой в условиях лесостепи Украины 39

## Льноводство

- ☞ Маслинская М. Е., Андроник Е. Л., Иванова Е. В. Лен: лекарство или функциональный продукт? 42

## Овощеводство

- ☞ Хлебобородов А. Я., Провоторова О. С., Почитская И. М., Скрипкович П. А. Физико-химические показатели тыквенного масла сортов и линий твердокорой тыквы (*Cucurbita pepo* L.) белорусской селекции 47

## Плодоводство

- ☞ Васеха В. В., Козловская З. А. Карунак – новый сорт декоративной яблони 52

## Plant protection

- ☞ Trepashko L. I., Kozich I. A., Brechko E. V. Grain protection against barn pests during storage in the autumn-winter period 23
- ☞ Khromushkina L. N., Fedorenko V. P. Analysis of phytosanitary risk of stock pests 28
- ☞ Opimakh V. V., Opimakh N. S., Fedorova M. I. Estimation of resistance of red beet intervarietal hybrids to black root of beet in Belarus 30
- ☞ Komardina V. S., Pleskatsevich R. I., Vasekha E. V. The disease susceptibility of resistant and immune varieties of apple cultivars of local selection to scab cultivated in industrial gardens of Belarus 33
- ☞ Yarchakovskaya S. I., Komardina V. S., Koltun N. Ye., Mikhnevich R. L. Coleopterous pests of small-spread berries in Belarus 36
- ☞ Melyukhina G. V. Trophic structure of phytophagous insects on winter wheat in conditions of the forest-steppe of Ukraine 39

## Flax production

- ☞ Maslinskaya M. E., Andronik E. L., Ivanova E. V. Flax: a medicine or a functional product? 42

## Vegetable growing

- ☞ Khleborodov A. Ya., Provotorova O. S., Pochitskaya I. M., Skripkovich P. A. Physical and chemical characteristics of pumpkin oil of varieties and lines of solid-squash pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) of Belarusian selection 47

## Fruit growing

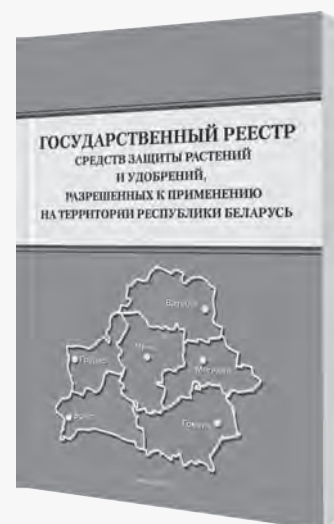
- ☞ Vasekha V. V., Kozlovskaya Z. A. Karunak – a new variety of decorative apple trees 52

**Журнал "Земледелие и защита растений"**  
(до 01.01.2013 – "Земляробства і ахова раслін")  
входит в перечень ВАК Беларуси для публикации  
научных трудов соискателей ученых степеней

Редакцией журнала  
«Земледелие и защита растений» издан  
«Государственный реестр  
средств защиты растений (пестицидов) и удобрений,  
разрешенных к применению на территории  
Республики Беларусь»  
(выпуск 2017 г.)

Необходимое количество экземпляров РЕЕСТРА  
Вы можете заказать в редакции журнала  
«Земледелие и защита растений», произведя предоплату  
согласно счет-фактуре.

Реестр высылается почтой в течение 10 календарных дней после оплаты.



## Актуальность оздоровления деградированных почв агроценозов\*)

М. С. Соколов, академик РАН, доктор биологических наук  
Всероссийский НИИ фитопатологии

(Дата поступления статьи в редакцию 24.08.2018 г.)

*Обсуждаются директивные документы ФАО по оздоровлению деградированных почв и коэволюции мировых почвенных ресурсов агроценозов. Почва агроценозов рассматривается как продукт коэволюции природной почвы. Анализируются её глобальные, средообразующие и продукционные функции. Констатируется актуальность и важность оздоровления почв России, подчёркивается необходимость оптимизации и повышения их продуктивности и здоровья посредством различных управляющих мероприятий, в первую очередь – органических удобрений. Обсуждается роль адаптивно-интегрированной защиты растений в повышении фитосанитарного статуса и здоровья почв агроценозов.*

### Введение

По итогам «Международного года почв» (2015) группой ведущих экспертов ФАО (из 60 стран) разработаны директивные документы по реабилитации и ремедиации деградированных почв агроценозов [1–4]. Директивы адресованы правительствам заинтересованных стран. Они содержат общие рекомендации по рациональному использованию и коэволюции почвенных ресурсов (РИПР), одобрены 25-й сессией Комитета по сельскому хозяйству и утверждены (05.12.2016) 156-й сессией Совета ФАО. В сводном докладе [3] констатируется, что треть почв планеты нарушены и не в полной мере выполняют свои продукционные и средообразующие функции. Определены 10 типов деградации почв педосферы, мероприятия по их восстановлению [3, 4]. Применительно к России наиболее актуальны деградация, эрозия, загрязнения, утрата биоразнообразия.

Впечатляющий пример деградации почв агроценозов России – широкое распространение дегумусированных, больных, кондуктивных почв, заселённых возбудителями корневых гнилей зерновых злаков.

Это общемировая тенденция всех зерносеющих стран. Здесь почвенные фитопатогены практически повсеместно ( $\geq 80\%$ ) инфицировали агроценозы пшеницы и ячменя [5–7].

Следующий по значимости ущерб – прямые потери мирового урожая (~25 %) вследствие «почвоутомления» или токсикоза почв. Его индукторы – метаболиты растений, микотоксины, остатки стойких гербицидов [5, 8]. Из-за ограниченных рамок статьи рассмотрим лишь отдельные аспекты (фитосанитарные, экологические) этой значимой проблемы.

### Основная часть

#### 1. Здоровье почвы – важнейшая экологическая категория

В цитируемых документах ФАО здоровье почвы рассматривается как важнейшая, наряду с плодородием, характеристика качества почв агроценозов. Если категория «плодородие» оперирует преимущественно агрофизическими и физико-химическими оценками и показателями почвенной экосистемы, то

*FAO policy documents on the degraded soils improvement and the world's agro-soil resources co-evolution are discussed. The agro-cenoses soil is considered as a product of natural soil co-evolution. The global, environment-forming and productive soil functions are analyzed. The urgency and importance of the soil improving in Russia are stated. The need to optimize and improve soil productivity and health through various management measures, in the first place – organic fertilizers, is emphasized. The adaptively integrated plant protection role in improving the agro-soils phytosanitary status and health is discussed.*

здоровье характеризует её средообразующие, экологические функции. Они реализуются биотической составляющей почвы, её геобионтами, преимущественно микроорганизмами и мезофауной. Природные почвы (исключая аномальные), независимо от их продуктивности, *a priori* относятся к здоровым [5]. Только здоровая культивируемая почва в состоянии удовлетворить разумные потребности социума в продовольствии, биомассе (энергии), волокнах, кормах и иных видах агропродукции. Почвы суши Земли обеспечивают человека такими облигатными, жизненно необходимыми экоресурсами, как чистые вода и атмосферный воздух.

Существуют различные содержательные характеристики здоровья почвы [5, 9]. Впервые это понятие в научную литературу ввели американские почвоведы-экологи [10]. Предпочтительнее предельно краткое определение: «**здоровье почвы** – это биологическая категория почвенной экосистемы, характеризующаяся трансформацией соединений биофильных элементов и её самоочищением от чужеродных, вредных для аборигенной биоты агентов – химических и биологических». Здоровье почвы – это её способность как экосистемы неопределённо долго функционировать в качестве компонента наземно-почвенной экосистемы (биогеоценоза), обеспечивая при этом биопродуктивность, качество воды и воздуха, здоровье растений, животных и человека. Благодаря своим супрессирующим свойствам здоровая почва защищает агроценоз и урожай от инфицирования патогенами и фитопатогенами [5–7, 9–12].

Итак, *здоровая почва* – это нормативно чистая почва, содержащая ксенобиотические и природные поллютанты, патогенные и фитопатогенные микроорганизмы в пределах установленных гигиенических нормативов и/или региональных экономических порогов вредности – ЭПВ (применительно к фитопатогенной биоте).

#### 2. Количественные показатели характеристик здоровья почвы

В природной почве протекают важнейшие биогеохимические циклы биофильных элементов и микроорганизмов. В почве агроценозов подобные циклы,

как правило, в различной степени разомкнуты человеком. Из-за недостатка питательных субстратов, несбалансированного функционирования геобионтов эти циклы нарушаются, а уникальнейшие природные средообразующие процессы почвы – супрессирующая активность, самоочищение от поллютантов, трансформация биофилов (С, N, Р и др.) – дезорганизируются [1, 4, 6–13].

Здоровье почвы предложено оценивать посредством облигатных биогеохимических показателей, таких как: **1) фактологические критерии** (нормативы) – фитосанитарные, гигиенические, экологические, а также биологические пороги вредоносности (БПВ) и ЭПВ; **2) функциональные параметры**, количественно характеризующие: а) интенсивность биотрансформации соединений важнейших биофильных элементов (в первую очередь азота), б) супрессию микробами–антагонистами патогенов и фитопатогенов, в) самоочищение почвы от поллютантов, другие средообразующие процессы [5, 9]. «Методические указания» по количественной оценке этих параметров в полном объёме пока не разработаны, здесь мы находимся ещё только в начале пути.

Функциональные параметры здоровья почвы и значения ЭПВ могут рассматриваться (в интересах фитосанитарного прогнозирования) как значимые предикторы потенциальной продуктивности почв агроценозов, а также в качестве объективных оценочных показателей при бонитировке почв агроценозов и селитебных территорий.

### **3. Органические удобрения – продукт рециклинга отходов и фактор гумусообразования**

Органическое вещество почвы, обладая важными полифункциональными характеристиками, выполняет уникальную роль в реализации широкого спектра протекторных (санитарных, фитосанитарных) свойств почвы агроценозов [14, 15]. Активизация полезной (антагонистической, сапротрофной) биоты почвы посредством её удобрения деградировавшими биологическими материалами – эффективный, многократно проверенный, практически значимый приём реабилитации и ремедиации в разной степени деградированных почв, индуктор их оздоровления.

В полевых экспериментах установлена чёткая зависимость между содержанием в почве органического вещества и её супрессирующей активностью. Для разных типов почв Западной Сибири продемонстрирована тесная коррелятивная связь ( $r = 0,77$ ) БПВ *Bipolaris sorokiniana* – возбудителя обыкновенной корневой гнили пшеницы и ячменя – и содержанием гумуса. При снижении гумусированности почвы вдвое вредоносность фитопатогена в отношении яровой пшеницы повышалась в 5–6 раз! При дегумусировании почвенной экосистемы нарушение равновесия между антагонистами-сапротрофами и различными фитопатогенами (биотрофами, некротрофами), включая токсикогенные микромицеты [6, 7], количественно фиксируется величиной БПВ.

Многие агротехногенные факторы, управляющие фитосанитарным режимом почвы, обеспечивают также и аккумуляцию почвенного гумуса. Однако ведущая роль в этом процессе отводится органическим удобрениям. Будучи основным сырьём для пополнения органического вещества почвы агроценозов, именно они способствуют её самоочищению, стабилизируют плодородие и здоровье, а в конечном счёте – продуктивность почвы.

Агропроизводство практически повсеместно располагает существенными ресурсами для резкого увеличения масштабов производства современных, высокоэффективных, экологических органических и органико-минеральных удобрений. Однако их производству, хранению и рациональному применению традиционно не уделяется должного внимания. Так, при средней норме внесения органики всего 1,3 т/га (при наличии в 2016 г. исходного сырья ~5 т/га) для обеспечения бездефицитного баланса гумуса её доза должна составлять  $\geq 10$  т/га. В целом по стране органикой удобрялось всего ~9 % посевов, минеральными удобрениями –  $>50$  % [16].

Основные, наиболее перспективные и доступные сырьевые резервы для образования в почве свежего органического вещества – солома, корневые и пожнивные остатки, сидеральные культуры, обеззараженные продукты жизнедеятельности сельскохозяйственных животных – компосты, вермикомпосты, а также древесный уголь биочар, производимый по специальной технологии из отходов растениеводства и лесного хозяйства [14].

В последнее время в рамках биогеосистемотехники [17] разработаны и запатентованы не имеющие мировых аналогов природоподобные технические решения и агротехнологические приёмы. В их числе рециклинг (250–500 т/га) производственных и бытовых органических отходов. Локализованные в подпахотном горизонте почвы, они подвергаются активному фрезерованию, после чего *in situ* трансформируются и утилизируются геобионтами.

Итак, регионально-локальное производство и применение органических удобрений рассматривается нами как важнейшее условие биологизации земледелия, пурификации компонентов экосферы, оздоровления и гумификации почвы, стабилизации её плодородия. К большому сожалению, уникальная роль органики в элиминировании и/или минимизации развития возбудителей почвенных (корне-клубневых) болезней, в сдерживании вредоносности ряда фитофагов большинством земледельцев недооценивается. Очевидно, пришло время всерьёз заняться гумификацией наших почв! К этому настоятельно призывают и рекомендации ФАО, согласно которым основные управленческие решения по системной гумификации почв агроценозов должны включать:

- увеличение производства фитомассы посредством оптимизации орошения;
- внедрение агролесоводства, аллейных посадок (лесополос), живых изгородей, лесовозобновление и лесоразведение;
- защиту и охрану от деградации богатых органическим углеродом почв торфяников, лесов, пастбищных угодий и т. п.;
- использование сидеральных и бобовых культур для восстановления земель, уменьшение числа и глубины их обработок, а где это оправдано – переход на нулевую обработку почвы;
- увеличение содержания гумуса посредством удобрения почвы отходами растениеводства и жизнедеятельности домашних животных, мульчирования, возделывания кормовых культур для выпаса, комплексной борьбы с вредителями, ведения органического сельского хозяйства.

### **4. Технологические приёмы оздоровления почвы в органическом земледелии**



Учёные из Новосибирского ГАУ продемонстрировали технологии и приёмы оперативного, эффективного элиминирования почвенных фитопатогенов и фитофагов при системном применении комплекса специальных агротехнологических мероприятий [5]. Их высокая результативность на протяжении многих лет подтверждена получением рентабельной, нормативно чистой агропродукции, здоровым состоянием почвы. Наиболее значимые системные мероприятия и агроприёмы по оздоровлению больных почв апробированы на практике и обобщены в работах [5, 6–8, 11–14, 18]. В их числе:

- фитосанитарные почвенные картограммы;
- севообороты с прерыванием возделывания восприимчивых культур и сменой растений–хозяев;
- фитосанитарные предшественники;
- системное подавление сорных растений;
- традиционные органические удобрения и сидераты;
- иммунные сорта;
- механические обработки для подавления вредных организмов, минимально аэрирующие почву;
- биопрепараты-индукторы разложения послеуборочных остатков зерновых злаков.

Проиллюстрируем сказанное вкладом (в %) фитосанитарных предшественников в защиту растений-хозяев от вредных геобионтов [5]:

- **яровые пшеница, ячмень** (*гельминтоспориозная гниль*) – рапс, горчица, кукуруза, горох, многолетние бобовые травы – 30–65;
- **яровые пшеница, ячмень, овёс** (*цистообразующая нематода*) – пропашные, бобовые – 50–60;
- **картофель** (*парша обыкновенная*) – капуста, подсолнечник – 75–85;
- **картофель** (*цистообразующая нематода*) – сахарная свёкла, клевер, овёс, рожь, лён, гречиха, донник – 30–50;
- **сахарная свёкла** (*то же*) – люцерна, кукуруза, рожь – 30–60.

Воспроизводство здоровой почвы в экологических системах земледелия обеспечивает повышение биоразнообразия, активизацию полезных геобионтов, сбережение гумуса. Непосредственный интерес для органического земледелия, экосферы и социума могут представлять также: 1) непрерывное воспроизводство плодородия и геобионтов (органика, многолетние бобовые); 2) беспестицидная защита агроценозов от вредных организмов; 3) усиленное секвестрирование атмосферной углекислоты (компостирование, сидерация, мульчирование, минимизация аэрирования почвы пахотного горизонта, исключение чистого пара).

### Заключение

Масштабы дегумусирования почв в России (преимущественно пашни) достигли 95 млн га, баланс гумуса для почв агроценозов в целом отрицательный [16]. Сказанное внушает серьёзные опасения. В то же время отечественное агропроизводство располагает необходимыми ресурсами и возможностями для гумификации почв агроценозов посредством внесения различных видов и форм органики. Тем самым обеспечивается непрерывное образование и накопление гумуса – важнейшего оздоровительного, стабилизирующего фактора наземно-почвенной агроэкосистемы [5, 18, 19]. Недооценка органических удобрений в агропроизводстве, имевшая место в последние десятилетия, должна быть исключена. Систематическое

применение различных видов органики – основа воспроизводства, оздоровления и повышения продуктивности почв агроценозов России.

### Литература

1. Глобальное почвенное партнерство – Всемирная хартия почв [Электронный ресурс]. – Рим, 6–13.06.2015. – 6 с. – Режим доступа: <http://www.fao.org/geonetwork>.
2. Добровольные руководящие принципы рационального использования почвенных ресурсов. – Рим. ФАО. 2017. – 18 с. – Режим доступа: <http://www.fao.org/geonetwork>.
3. Сводный доклад «Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Управление системами, находящимися под угрозой». – Рим. ФАО. 2017. – 58 с. – Режим доступа: <http://www.fao.org/geonetwork>.
4. Актуальность для России руководящих принципов ФАО по реабилитации деградированных почв / М. С. Соколов [и др.] // Сельскохозяйственная биология (в печати).
5. Глинушкин, А. П. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве / А. П. Глинушкин, М. С. Соколов, Е. Ю. Торопова. – М.: Агрорус., 2016. – 288 с.
6. Торопова, Е. Ю. Факторы индукции супрессивности почвы / Е. Ю. Торопова [и др.] // Агрехимия. – 2017. – № 4. – С. 58–71.
7. Торопова, Е. Ю. Индукция супрессивности почв – важнейший фактор лимитирования вредоносности корневых инфекций / Е. Ю. Торопова, М. С. Соколов, А. П. Глинушкин // Агрехимия. – 2016. – № 8. – С. 46–57.
8. Современные проблемы гербологии и оздоровления почв: матер. Междунар. науч.-практ. конф., 21–23 июня 2016 г., Большие Вязёмы; ВНИИФ. – 2016. – 384 с.
9. Семенов, А. М. Концепция здоровья почвы: фундаментально-прикладные аспекты обоснования критериев оценки / А. М. Семенов, М. С. Соколов // Агрехимия. – 2016. – № 1. – С. 3–16.
10. Doran, J. W. Soil health and sustainability / J. W. Doran, M. Sarrantonio, M. A. Liebig // *Advanc. Agron.* – 1996. – Vol. 56. – P. 1–54.
11. Соколов, М. С. Стратегия фундаментально-прикладных исследований в сфере адаптивно-интегрированной защиты растений / М. С. Соколов [и др.] // Агрехимия. – 2018. – № 5. – С. 3–12.
12. Соколов, М. С. Общие принципы разработки и реализации фитосанитарных технологий / М. С. Соколов, Е. Ю. Торопова, В. А. Чулкина // *Вестник защиты растений.* – 2007. – № 2. – С. 25–43.
13. Соколов, М. С. Здоровая почва агроценоза – неотъемлемое условие реализации его экологических и продукционных функций / М. С. Соколов, А. И. Марченко // *Агро XXI.* – 2009. – № 4. – С. 1–6.
14. Соколов, М. С. Экологические и фитосанитарные функции почвенного органического вещества / М. С. Соколов [и др.] // Агрехимия. – 2018. – № 5. – С. 83–100.
15. Семёнов, В. М. Почвенное органическое вещество / В. М. Семёнов, Б. М. Когут. – М.: ГЕОС, 2015. – 233 с.
16. Кудеяров, В. Н. Современное состояние почв агроценозов России, меры по их оздоровлению и рациональному использованию / В. Н. Кудеяров, М. С. Соколов, А. П. Глинушкин // Агрехимия. – 2017. – № 6. – С. 3–11.
17. Калиниченко, В. П. Биогеосистемотехника – инновационный метод управления продуктивностью и здоровьем почвы / В. П. Калиниченко // *Современные проблемы гербологии и оздоровления почв: матер. Междунар. науч.-практ. конф., 21–23 июня 2016 г., Большие Вязёмы; ВНИИФ.* – 2016. – С. 246–262.
18. Соколов, М. С. Органическое удобрение – эффективный фактор оздоровления почвы и индуктор супрессивности / М. С. Соколов [и др.] // *Достижения науки и техники АПК.* – 2018. – № 1. – С. 3–7.
19. Соколов, М. С. Роль гумуса почвы в адаптации агросферы к изменению климата Земли / М. С. Соколов, А. П. Глинушкин, М. А. Соколов // *Book of Proceedings of International youth scientific environmental forum. Republic of Belarus. 24–27 august 2017.* – 2017. – P. 81–89.

\*) По материалам доклада на Международной научно-практической конференции «Состояние, проблемы и перспективы картофелеводства в XXI веке (90 лет научному картофелеводству Беларуси)» (Самохваловичи, 10–13 июля 2018 г.)

## Противоэрозионная эффективность основной обработки почв

Н. Н. Цыбулько, доктор с.-х. наук  
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 07.07.2018 г.)

Приводятся результаты оценки эффективности почвозащитных способов и приемов основной обработки почвы. Наиболее высокой противоэрозионной эффективностью обладают глубокие безотвальные обработки почвы, способствующие задержанию поверхностного стока за счет стерневых остатков, а также перевода его в нижележащие слои почвенного профиля благодаря повышению водопроницаемости почвы. Безотвальные обработки почвы более эффективны на зяби при эрозии от стока талых вод, когда промерзшая почва имеет низкую водопроницаемость и не занята растительным покровом, а также на пропашных, яровых зерновых, зернобобовых культурах и однолетних травах при стоке ливневых осадков. Безотвальные поверхностные обработки оказывают меньший почвозащитный эффект из-за недостаточной глубины рыхления почвы, приводя к увеличению стока вследствие уплотнения нижних слоев пахотного горизонта.

### Введение

В комплексе мер защиты почв от эрозии на пахотных землях наиболее доступными являются агротехнические мероприятия, которые по принципу действия делятся на следующие группы: водозадерживающие, водопоглощающие, водосбросные, повышающие противоэрозионную стойкость почв, защищающие почву от непосредственного воздействия дождя и стока, комплексные [1].

Агротехнические мероприятия по защите почв от эрозии затрагивают в основном несколько элементов системы земледелия, и наибольшие возможности здесь связаны с использованием почвозащитной роли растительности и механической обработки почвы. Приемы почвозащитной обработки почвы условно делятся на две группы – общие и специальные [2]. К общим противоэрозионным приемам основной обработки почв относятся: вспашку поперек склона или по его горизонталям; вспашку ступенчатую с использованием плугов, у которых четные корпуса устанавливаются на 10–12 см глубже; вспашку с одновременным формированием на поле противоэрозионного нанорельефа (борозд, валиков, прерывистых борозд, лунок); вспашку с почвоуглублением или плугом с вырезными корпусами; безотвальную вспашку; плоскорезную и чизельную обработку, глубокое рыхление с сохранением стерни; комбинированную (отвально-безотвальную) вспашку; минимальную обработку почвы.

К специальным приемам обработки почвы на склонах относятся те, которые изменяют или усложняют технологические процессы по сравнению с аналогичными приемами равнинного земледелия. Эти приемы могут быть выполнены как орудиями общего назначения, так и специальными средствами. К специальным приемам относятся щелевание, кротование, лункование, прерывистое бороздование, обвалование, создание микролиманов.

Результаты собственных многолетних исследований и обобщение литературных данных позволили

*The results of the assessment, soil-protective capacity of basic tillage soil are given. The highest anti-erosion effectiveness is provided by deep soil-free tillage, which facilitates the retention of surface runoff from stubble residues, as well as its transfer to the underlying layers of the soil profile due to increased water permeability of the soil. No-till soil tillage is more effective in autumn plowing with erosion from the meltwater runoff, when the frozen soil has low water permeability and is not occupied by vegetation, as well as on tilled, spring cereals, leguminous crops and annual grasses in the stream of rainfall. Unrefined surface treatments have less soil protection effect due to insufficient depth of loosening of the soil, leading to an increase in runoff due to compaction of the lower layers of the arable horizon.*

оценить противоэрозионную эффективность различных способов и приемов основной обработки почвы под сельскохозяйственные культуры на почвах разной степени эродированности.

### Основная часть

**Приемы глубокой обработки почвы.** Принято считать, что стокорегулирующую эффективность в большей степени определяет не способ обработки, а глубина рыхления, поскольку с увеличением глубины обработки повышается инфильтрационная способность почвы, то есть создаются условия для уменьшения поверхностного стока. Сокращение объема стока способствует снижению смыва почвы.

Установлено, что вспашка на 28–30 см снижает смыв почвы на 5–7 т/га, вспашка с почвоуглублением дерново-подзолистых суглинистых почв до 35 см сокращает смыв почвы при стоке талых вод в 1,4–2,3 раза, при дождевом стоке – в 1,3–1,4 раза, в некоторых случаях – более чем в 3 раза [3].

Степень снижения поверхностного стока при глубокой зяблевой вспашке на разных типах почв варьирует от 0,8 до 4,0 мм на 1 см углубления пахоты и зависит от способа углубления пахотного слоя и особенностей почвы. Наиболее эффективной для сокращения стока является глубина вспашки 30–35 см, при дальнейшем ее увеличении темп уменьшения стока снижается и при глубине 40–55 см приближается к нулю [4].

Обобщением результатов 18-летних исследований эффективности обычной вспашки на глубину 20–22 см и глубокой вспашки на 27–30 см, а также 23-летних данных сравнения эффективности отвальной вспашки на 20–22 см с такой же вспашкой, но с почвоуглублением до 27–30 см, установлено, что средняя величина сокращения стока от применения глубокой вспашки составляет 5 мм по сравнению со стоком при вспашке на глубину 20–22 см. В 7-ми случаях сток снижался менее чем на 5 мм, в 3-х – на 5–10, в 3-х – на 10–15 и в 1-м случае – на 30,3 мм. В 4-х случаях сток при глубо-

кой вспашке был на 1–4 мм больше, чем при обычной вспашке поперек склона. При применении вспашки с почвоуглублением сток уменьшался в среднем на 9,4 мм по сравнению со стоком при вспашке на 20–22 см. В этом случае также были отмечены высокие колебания в эффективности данного приема в разные годы и в разных регионах [2].

В результате наших исследований установлено, что в период весеннего снеготаяния наиболее эрозионно-опасной является зябь, на которой могут наблюдаться значительные потери почвы. Смыв почвы с талым стоком на фоне обычной вспашки на 20–25 см колебался от 2,3 на слабоэродированной почве до 9,0 т/га – на сильноэродированной почве. Увеличение глубины зяблевой обработки способствовало значительному снижению интенсивности эрозионных процессов. Глубокая зяблевая вспашка на 28–30 см обеспечила, по сравнению с обычной вспашкой, снижение потерь почвы на 0,4–1,55 т/га, в зависимости от степени эродированности почвы.

На фоне обычной вспашки с подпахотным рыхлением на 30–35 см смыв почвы был еще ниже, предотвращенные потери составили 0,6, 1,15 и 2,35 т/га соответственно на слабо-, средне- и сильноэродированной почве. Лучшая противозерозионная способность такой обработки обусловлена увеличением водопроницаемости почвы и, следовательно, сокращением стока.

Замена под пропашные культуры обычной вспашки на 20–22 см глубокими обработками почвы способствует снижению интенсивности эрозионных процессов в период проявления эрозии стокообразующими дождями. Однако эффективность их несколько ниже, чем при эрозии с талым стоком. Это объясняется, с одной стороны, постепенным уплотнением почвы и снижением ее инфильтрационной способности, а с другой – почвозащитным эффектом возделываемых культур. Глубокая вспашка и вспашка с подпахотным рыхлением снижали смыв почвы, в зависимости от степени ее эродированности, на 0,3–1,2 т/га.

В целом при возделывании пропашных культур приемы глубокой обработки почвы предотвращали потери

почвы по отношению к обычной вспашке (контроль) на слабоэродированной почве на 0,7–0,9 т/га в год, среднеэродированной – на 1,4–1,8 и сильноэродированной – на 2,7–3,5 т/га в год (таблица 1).

Из приемов глубокой обработки более высокой противозерозионной способностью при стоке талых вод обладает вспашка с подпахотным рыхлением на 30–35 см по сравнению с отвальной вспашкой на 28–30 см, что обусловлено большей водопроницаемостью почвы и меньшим поверхностным стоком.

Возделывание на эродированных почвах пропашных культур сопряжено с очень интенсивным смывом наиболее плодородного гумусового горизонта. И даже приемы глубокой обработки почвы не обеспечивают полного почвозащитного эффекта. На слабоэродированных почвах потенциальный смыв в 1,8–2,0 раза превышает предельно допустимый. На средне- и сильноэродированных почвах потенциальные потери почвы могут превышать ПДС, на среднеэродированных почвах – на 5,9–7,7 т/га в год (в 5–6 раз), на сильноэродированных почвах – на 13,8–17,35 т/га в год (в 15–18 раз).

Применение глубокой вспашки и вспашки с почвоуглублением должно определяться не только почвозащитным эффектом, но и другими условиями – отзывчивостью сельскохозяйственных культур на глубокие обработки, а также энерго- и ресурсоемкостью таких обработок.

На средне- и сильноэродированных почвах с маломощным гумусовым горизонтом вместо глубокой вспашки целесообразно проводить почвоуглубление, когда подпахотный горизонт не выворачивается на поверхность, а только рыхлится, что создает благоприятные условия для проникновения воды в почву.

**Приемы безотвальной обработки почвы.** Вспашка поперек склона (обычная и глубокая) только частично предотвращает эрозию, так как даже при сокращении поверхностного стока эрозия происходит от удара дождевых капель. Поэтому вспашку нельзя относить к почвозащитной обработке. К таковой относят обработку, при которой не менее 30 % поверхности

**Таблица 1 – Противозерозионная эффективность глубоких отвальных обработок почвы под пропашные культуры**

Вариант обработки почвы	Смыв почвы, т/га			Превышение фактического смыва над допустимым, т/га
	фактический	предотвращенный	предельно допустимый	
<b>Слабоэродированная почва с потенциальным смывом до 5 т/га в год</b>				
Вспашка на 20–25 см	4,6	–	2,0	2,6
Глубокая вспашка на 28–30 см	3,9	0,7		1,9
Вспашка на 20–25 см с подпахотным рыхлением на 30–35 см	3,7	0,9		1,7
<b>Среднеэродированная почва с потенциальным смывом до 10 т/га в год</b>				
Вспашка на 20–25 см	9,2	–	1,5	7,7
Глубокая вспашка на 28–30 см	7,8	1,4		6,4
Вспашка на 20–25 см с подпахотным рыхлением на 30–35 см	7,4	1,8		5,9
<b>Сильноэродированная почва с потенциальным смывом до 20 т/га в год</b>				
Вспашка на 20–25 см	18,4	–	1,0	17,4
Глубокая вспашка на 28–30 см	15,6	2,8		14,6
Вспашка на 20–25 см с подпахотным рыхлением на 30–35 см	14,8	3,6		13,8



почвы остается покрытой растительными остатками предшествующей культуры. Сохраняющаяся при безотвальных обработках на поверхности почвы стерня способствует уменьшению скорости водных потоков и предотвращению поверхностного стока.

Многочисленными исследованиями установлена почвозащитная эффективность плоскорезной, чизельной, мелкой, поверхностной мульчирующей и других безотвальных способов обработки, противоэрозийная роль которых определяется защитным влиянием стерни и других послеуборочных остатков на поверхности почвы. При осенней безотвальной обработке почвы на поверхности сохраняется 60–80 % стерни зерновых культур, которая способствует накоплению снега, предохранению почвы от глубокого промерзания и сокращению снегового стока.

Благодаря наличию стерни, высота снегового покрова может быть на 25 % выше, чем на отвальной зяби [5]. За счет увеличения снежного покрова при безотвальных обработках в большинстве случаев отмечается возрастание стока талых вод по сравнению с отвальной вспашкой. Однако, по сравнению с последней при безотвальной обработке, несмотря на увеличение объема стока, смыв почвы значительно уменьшается, что объясняется кольматирующим действием стерни, способствующей замедлению скорости стока и осаждению взвешенных почвенных частиц водного потока.

Безотвальная обработка почвы с сохранением стерни на поверхности способствует большему накоплению снега и равномерному его распределению, что, в свою очередь, приводит к меньшему промерзанию почвы, равномерному таянию, лучшему впитыванию влаги, а следовательно, снижению стока и смыва.

По некоторым данным [6], отношение смыва почвы при безотвальной обработке к смыву при обычной вспашке может колебаться в десятки раз. При безотвальной обработке почвы в маловодные годы смыв уменьшается в 3–10 раз (первая цифра характерна для лет с 70%-ной, вторая – с 80%-ной влагообеспеченностью); в средние по водности годы – в 2,5 раза; в многоводные годы – примерно в 2 раза. В очень маловодные годы (85%-ная влагообеспеченность) такая обработка обладает абсолютной противоэрозийной эффективностью. Однако средний многолетний смыв почвы формируется преимущественно в периоды с очень высокой водностью, поэтому усредненное значение эффективности равно 0,43, то есть смыв при постоянном использовании данного приема будет в 2,3 раза ниже.

В результате изучения разных приемов основной обработки на эродированных дерново-подзолистых почвах Беларуси установлено, что по вспашке на глубину 18–20 см сток воды и смыв почвы составили соответственно 34,9 мм и 3,81 т/га, по чизельной обработке на ту же глубину – 9,8 и 0,45 и по поверхностной дисковой обработке на 10–12 см – 34,7 мм и 1,31 т/га [7]. За ротацию севооборота безотвальные обработки склоновых земель в условиях Беларуси обеспечивали сокращение смыва почвы на 38–54 % [8].

Проведенные многолетние исследования, анализ и обобщение литературных данных позволили оценить противоэрозийную эффективность безотвальных (чизельной и поверхностной обработок почвы) под озимые и яровые зерновые культуры и однолетние травы на почвах разной степени эродированности при эрозии талыми водами и ливневыми дождями.

Противоэрозийная эффективность безотвальных способов обработки почвы на склонах в период проявления эрозии от стока талых вод во многом определяется состоянием увлажнения промерзшей почвы и запасами воды в снежном покрове, различиями условий промерзания почв и увлажнения промерзшей почвы, формирования на поверхности ледяной корки и другими факторами. В весенне-летний период при проявлении эрозии от стокообразующих дождей на культурах сплошного сева почвозащитная функция безотвальных обработок снижается.

Озимые зерновые культуры характеризуются высокой противоэрозийной способностью. Максимальный почвозащитный эффект они обеспечивают в весенне-летний период при проективном покрытии почвы посевами 85 % и более. В начальный период вегетации, когда проективное покрытие не превышает 40 %, почвозащитная способность их значительно ниже. Под озимыми зерновыми (рожь, пшеница, тритикале) на фоне обычной вспашки во время весеннего снеготаяния потери почвы составляют более 90 % от общих потерь за год. Исследования показали, что под озимыми зерновыми культурами смыв почвы с талыми водами на фоне обычной вспашки на 20–25 см колеблется в пределах 0,75–2,90 т/га, в зависимости от степени эродированности почвы. Безотвальные способы обработки обеспечивают, по сравнению с обычной вспашкой, снижение потерь почвы на 0,10–0,15 т/га на слабоэродированных почвах, на 0,15–0,30 – на среднеэродированных и на 0,30–0,55 т/га – на сильноэродированных. Увеличение глубины чизельного рыхления почвы на 10 см (с 20–25 до 30–35 см) не способствовало существенному сокращению поверхностного стока и снижению смыва почвы. В весенне-летний период при высоком проективном покрытии почвы посевами озимых культур способы и приемы обработки не оказали влияния на интенсивность смыва почвы при стокообразующих дождях.

При возделывании озимых зерновых культур на слабоэродированных почвах суммарный (с талыми водами и стокообразующими дождями) годовой смыв почвы даже на фоне отвальной вспашки не превышает величину предельно допустимого смыва. Безотвальные обработки снижают годовые потери почвы по отношению к обычной вспашке на слабоэродированной почве на 0,10–1,15 т/га в год, среднеэродированной – на 0,15–0,30 и на сильноэродированной – на 0,30–0,55 т/га в год. На среднеэродированных почвах безотвальные обработки обеспечивают сокращение смыва до допустимого уровня, а на сильноэродированных – ни один из способов. В то же время на фонах чизелевания смыв почвы ниже, чем на вспашке в среднем на 0,50 т/га в год (таблица 2).

Яровые культуры сплошного сева (зерновые, зернобобовые, рапс, однолетние травы) характеризуются средней почвозащитной способностью, поскольку возделывание их, как и пропашных культур, сопряжено с тем, что поверхность почвы в осенне-зимний и ранневесенний периоды не защищена растительным покровом. Как отмечалось выше, особенно эрозийно-опасной является вспаханная зябрь, на которой может наблюдаться значительный смыв почвы при стоке талых вод.

При возделывании зерновых (пшеница, ячмень, овес), зернобобовых (горох, люпин) культур и однолетних трав на фоне обычной вспашки во время весеннего снеготаяния потери почвы составляют около 70 % от общего годового смыва. Смыв почвы с талым стоком

на фоне обычной вспашки на 20–25 см колеблется от 2,3 на слабоэродированной до 9,0 т/га – на сильноэродированной почве.

Безотвальные способы обработки, благодаря сохранению на поверхности почвы стерни и других послеуборочных остатков, обеспечили высокий почвозащитный эффект – предотвращенный смыв почвы по отношению к вспашке изменялся от 0,45–1,0 до 1,8–3,85 т/га в зависимости от интенсивности эрозии. Из безотвальных обработок наиболее высокими противоэрозионными свойствами обладало чизельное рыхление. Поверхностная обработка также характеризовалась высокой противоэрозионной способностью, однако она менее эффективна, чем чизельная обработка. Это обусловлено тем, что при недостаточной глубине рыхления почвы наблюдается повышенный жидкий сток вследствие уплотнения нижних слоев пахотного горизонта.

При эрозии от стокообразующих дождей на яровых зерновых, зернобобовых культурах и однолетних травах почвозащитная эффективность безотвальных обработок несколько снижается, что объясняется увеличением почвозащитного эффекта растений. Поверхностная дисковая и чизельная обработки обеспечивали снижение смыва почвы по сравнению с отвальной обработкой на слабоэродированных почвах – 0,10–0,20 т/га в год, на среднеэродированных – 0,25–0,50, на сильноэродированных почвах – 0,45–1,0 т/га в год.

При эрозии от ливневых дождей смыв почвы под однолетними травами несколько выше, чем под яровыми зерновыми культурами. Это объясняется тем, что почва более длительный период незащищена растительным покровом из-за более позднего посева и ранней уборки трав.

В целом при возделывании на эродированных почвах яровых культур сплошного сева величина потерь почвы при всех способах обработки превышала допустимые значения, особенно на средне- и сильноэродированных почвах. Потенциальный смыв может превышать допустимый на среднеэродированных поч-

вах на 2,55–5,0 т/га в год (в 1,7–3,3 раза), на сильноэродированных почвах – на 7–12 т/га в год (в 7–12 раз) (таблица 3).

Безотвальные обработки предотвращают потери почвы по отношению к обычной вспашке на слабоэродированной почве на 0,55–1,20 т/га в год, среднеэродированной – на 1,15–2,45, на сильноэродированной – на 2,25–4,85 т/га в год. Из безотвальных обработок более высокими противоэрозионными свойствами обладает чизельное рыхление на 20–25 и 30–35 см. На слабоэродированных почвах при обычном и глубоком чизелевании смыв почвы незначительно (на 0,05–0,15 т/га) превышает предельно допустимый. Безотвальная поверхностная обработка из-за недостаточной глубины рыхления почвы и снижения водопроницаемости почвенного профиля менее эффективна.

С целью проектирования противоэрозионных мероприятий проведена количественная оценка почвозащитной эффективности отдельных способов и приемов обработки почвы через расчет почвозащитных коэффициентов. В качестве эталонных агрофонов были приняты: при эрозии тальными водами – зябь с обычной вспашкой на 20–22 см, при эрозии стокообразующими дождями – чистый пар с обычной вспашкой на 20–22 см. Рассчитаны коэффициенты почвозащитной эффективности разных приемов обработки почвы при эрозии тальными водами ( $K_T$ ) и стокообразующими дождями ( $K_D$ ). С увеличением численного значения коэффициента противоэрозионная эффективность приема возрастает (таблица 4).

На зяби значения  $K_T$  изменяются от 0,17 до 0,43. Наиболее высокой почвозащитной способностью обладает безотвальная чизельная обработка на глубину 30–35 см –  $K_T = 0,43$ , несколько уступает чизельная обработка на 20–25 см –  $K_T = 0,40$ . Вспашка на 20–22 см с рыхлением подпахотного слоя на 30–35 см и безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см характеризуются практически одинаковой противоэрозионной эффективностью с  $K_T = 0,26$  и 0,20 соответственно. На озимых зерновых культурах значение  $K_T$

**Таблица 2 – Противоэрозионная эффективность безотвальных обработок почвы под озимые зерновые культуры**

Вариант обработки почвы	Смыв почвы, т/га			Превышение фактического смыва над допустимым, т/га
	фактический	предотвращенный	предельно допустимый	
<b>Слабоэродированная почва с потенциальным смывом до 5 т/га в год</b>				
Вспашка на 20–25 см	0,80	–	2,0	Фактический смыв < ПДС
Поверхностная дисковая на 10–12 см	0,70	0,10		
Безотвальная чизельная на 20–25 см	0,65	0,15		
Безотвальная чизельная на 30–35 см	0,65	0,15		
<b>Среднеэродированная почва с потенциальным смывом до 10 т/га в год</b>				
Вспашка на 20–25 см	1,55	–	1,5	0,05
Поверхностная дисковая на 10–12 см	1,40	0,15		Фактический смыв < ПДС
Безотвальная чизельная на 20–25 см	1,30	0,25		
Безотвальная чизельная на 30–35 см	1,25	0,30		
<b>Сильноэродированная почва с потенциальным смывом до 20 т/га в год</b>				
Вспашка на 20–25 см	3,10	–	1,0	2,10
Поверхностная дисковая на 10–12 см	2,80	0,30		1,80
Безотвальная чизельная на 20–25 см	2,65	0,45		1,65
Безотвальная чизельная на 30–35 см	2,55	0,55		1,55

Таблица 3 – Противозерозионная эффективность безотвальных обработок почвы под яровые культуры сплошного сева

Вариант обработки почвы	Смыв почвы, т/га			Превышение фактического смыва над допустимым, т/га
	фактический	предотвращенный	предельно допустимый	
<i>Слабозерожденная почва с потенциальным смывом до 5 т/га в год</i>				
Вспашка на 20–25 см	3,25	–	2,0	1,25
Поверхностная дисковая на 10–12 см	2,70	0,55		0,70
Безотвальная чизельная на 20–25 см	2,15	1,10		0,15
Безотвальная чизельная на 30–35 см	2,05	1,20		0,05
<i>Среднезрожденная почва с потенциальным смывом до 10 т/га в год</i>				
Вспашка на 20–25 см	6,50	–	1,5	5,00
Поверхностная дисковая на 10–12 см	5,35	1,15		3,85
Безотвальная чизельная на 20–25 см	4,25	2,25		2,75
Безотвальная чизельная на 30–35 см	4,05	2,45		2,55
<i>Сильнозрожденная почва с потенциальным смывом до 20 т/га в год</i>				
Вспашка на 20–25 см	12,95	–	1,0	11,95
Поверхностная дисковая на 10–12 см	10,70	2,25		9,70
Безотвальная чизельная на 20–25 см	8,50	4,45		7,50
Безотвальная чизельная на 30–35 см	8,10	4,85		7,10

Таблица 4 – Коэффициенты противозерозионной эффективности разных обработок почвы при эрозии тальми водами (К<sub>т</sub>) и стокообразующими дождями (К<sub>д</sub>)

Культура	Обработка почвы	К <sub>т</sub> , К <sub>д</sub>
<i>Эрозия тальми водами</i>		
Зябрь	Обычная вспашка на 20–22 см	0
	Глубокая зяблевая вспашка на 28–30 см	0,17
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,20
	Вспашка на 20–22 см с рыхлением подпахотного слоя на 30–35 см	0,26
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,40
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,43
Озимые зерновые	Обычная вспашка на 20–22 см	0,68
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,71
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,73
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,74
<i>Эрозия стокообразующими дождями</i>		
Чистый пар	Обычная вспашка на 20–22 см	0
Пропашные	Обычная вспашка на 20–22 см	0,15
	Глубокая зяблевая вспашка на 28–30 см	0,26
	Вспашка на 20–22 см с рыхлением подпахотного слоя на 30–35 см	0,26
Яровые зерновые и зернобобовые	Обычная вспашка на 20–22 см	0,64
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,68
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,72
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,73
Однолетние травы	Обычная вспашка на 20–22 см	0,62
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,66
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,70
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,71
Озимые зерновые	Обычная вспашка на 20–22 см	0,98
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,98
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,98
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,98



**Таблица 5 – Коэффициенты противозрозионной эффективности агрофонов «сельскохозяйственная культура – обработка почвы»**

Агрофон		K <sub>A</sub>
Культура	Обработка почвы	
Зябь + чистый пар	Обычная вспашка на 20–22 см	0
Пропашные	Обычная вспашка на 20–22 см	0,10
	Глубокая зяблевая вспашка на 28–30 см	0,22
	Вспашка на 20–22 см с рыхлением подпахотного слоя на 30–35 см	0,26
Яровые зерновые и зернобобовые	Обычная вспашка на 20–22 см	0,35
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,46
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,58
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,60
Однолетние травы	Обычная вспашка на 20–22 см	0,34
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,45
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,56
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,58
Озимые зерновые	Обычная вспашка на 20–22 см	0,84
	Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см	0,86
	Безотвальная чизельная обработка на 20–22 см	0,87
	Безотвальная чизельная обработка на 30–35 см	0,87

существенно выше, чем на зяби, и изменяется от 0,68 до 0,75, что обусловлено высокими почвозащитными свойствами этой группы культур. На озимых зерновых культурах (рожь, пшеница) наиболее высокой почвозащитной способностью обладают безотвальные чизельные обработки – K<sub>T</sub> = 0,73–0,74, менее – безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см – K<sub>T</sub> = 0,71.

В период выпадения стокообразующих дождей почвозащитные коэффициенты (K<sub>д</sub>) колеблются от 0,15 до 0,98 (таблица 4). При возделывании пропашных культур наиболее высокая почвозащитная способность обеспечивается на фоне вспашки на 20–22 см с рыхлением подпахотного слоя на 30–35 см (K<sub>д</sub> = 0,26).

Под яровыми зерновыми, зернобобовыми культурами и однолетними травами наиболее эффективны безотвальные чизельные обработки – K<sub>д</sub> = 0,70–0,73. Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см характеризуется более низкой противозрозионной эффективностью (K<sub>д</sub> = 0,66–0,68).

На озимых зерновых культурах в весенне–летний период почвозащитная функция обработок почвы существенно снижается, так как посевы имеют высокое проективное покрытие и почвозащитную способность.

Для формирования адаптивных систем земледелия применительно к конкретным почвенно–ландшафтными условиями землепользования требуется количественная оценка противозрозионной эффективности сельскохозяйственных культур, способов и приемов обработки почвы за весь эрозионноопасный период. Коэффициенты почвозащитной способности агрофонов «сельскохозяйственная культура – обработка почвы» за весь эрозионноопасный период года определяли по формуле:

$$K_A = \frac{W_{\text{Эс}} - [W_T + W_D]}{W_{\text{Эс}}}$$

где K<sub>A</sub> – коэффициент почвозащитной способности агрофона за эрозионноопасный период года; W<sub>Эс</sub> –

суммарный (с талым и дождевым стоком) смыв почвы на участке с эталонным агрофоном, т/га в год; W<sub>д(т)</sub> – смыв от стока дождевых (д) или талых (т) вод, т/га.

В таблице 5 приведены коэффициенты почвозащитной способности агрофонов «сельскохозяйственная культура – обработка почвы» за весь эрозионноопасный период. Величина K<sub>A</sub> изменяется от 0,10 до 0,87. При возделывании пропашных культур наиболее высокая почвозащитная способность обеспечивается на фоне вспашки на 20–22 см с рыхлением подпахотного слоя на 30–35 см (K<sub>A</sub> = 0,26).

Под яровыми зерновыми, зернобобовыми культурами и однолетними травами наиболее эффективна чизельная обработка на глубину 30–35 см – K<sub>A</sub> = 0,58–0,60, незначительно уступает чизельная обработка на 20–25 см – K<sub>A</sub> = 0,56–0,58. Безотвальная поверхностная обработка на 10–12 см характеризуется более низкой противозрозионной эффективностью (K<sub>A</sub> = 0,45–0,46).

На озимых зерновых культурах значения почвозащитного коэффициента существенно выше, чем на яровых культурах сплошного сева, и изменяются от 0,84 до 0,87, что обусловлено высокими почвозащитными свойствами этой группы культур. Безотвальная чизельная и поверхностная дисковая обработка характеризуются одинаковой противозрозионной способностью.

### Заключение

Таким образом, почвозащитная эффективность основной обработки почвы зависит от интенсивности процессов эрозии, степени покрытия поверхности почвы растительностью, способа и глубины механического воздействия на почву. Увеличение глубины зяблевой вспашки с 20–22 см до 28–30 см сокращает потери почвы с талым стоком от 0,4 до 2,35 т/га в зависимости от ее эродированности. Наиболее высокой противозрозионной эффективностью обладают глубокие безотвальные обработки почвы, способствующие

задержанию поверхностного стока за счет стерневых остатков, а также перевода его в нижележащие слои почвенного профиля благодаря повышению водопроницаемости почвы. Безотвальные обработки почвы более эффективны на зяби при эрозии от стока талых вод, когда промерзшая почва имеет низкую водопроницаемость и не занята растительным покровом, а также на пропашных, яровых зерновых, зернобобовых культурах и однолетних травах при стоке ливневых осадков. Безотвальные поверхностные обработки оказывают меньший почвозащитный эффект из-за недостаточной глубины рыхления почвы, приводя к увеличению стока вследствие уплотнения нижних слоев пахотного горизонта.

Полученные коэффициенты противоэрозионной эффективности отдельных обработок почвы и агрофонов «сельскохозяйственная культура – обработка почвы» позволяют формировать почвозащитные адаптивные системы земледелия и их элементы применительно к конкретным почвенно-ландшафтными условиям землепользования в зависимости от интенсивности проявления эрозионных процессов.

УДК 573.6:633/635

## Продолжительность влияния обработки дерново-подзолистой песчаной почвы водорастворимым полимером на урожайность сельскохозяйственных культур и накопление радионуклидов

А. Р. Цыганов, академик НАН Беларуси

Белорусский государственный технологический университет

Г. А. Чернуха, кандидат с.-х. наук

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 06.08.2018 г.)

*В результате шестилетних исследований установлено, что оптимальными дозами полимера для обработки дерново-подзолистой песчаной почвы являлись 10 и 20 мг/кг, продолжительность действия которых составила 3 и 4 года соответственно, обеспечившие прибавку урожая в сумме за период их действия 101,2 и 114,4 %. При этом было достигнуто суммарное снижение значений Кп цезия-137 и стронция-90 на 91,3–99,5 %.*

### Литература

1. Лисецкий, Ф. Н. Современные проблемы эрозиоведения / Ф. Н. Лисецкий, А. А. Светличный, С. Г. Черный / Под ред. А. А. Светличного. – Белгород: Константа, 2012. – 456 с.
2. Заславский, М. Н. Эрозиоведение. Основы противоэрозионного земледелия: учеб. для геогр. и почв. спец. вузов / М. Н. Заславский. – М.: Высшая школа, 1987. – 376 с.
3. Ванин, Д. Е. Противоэрозионная обработка почвы на склонах / Д. Е. Ванин, Н. И. Картамышев // Земледелие. – 1984. – № 3. – С. 34–36.
4. Сурмач, Г. П. Водная эрозия и борьба с ней / Г. П. Сурмач. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 254 с.
5. Листопадов, И. Н. Управление плодородием эродированной пашни / И. Н. Листопадов, М. В. Техина // Земледелие. – 1998. – № 3. – С. 12–13.
6. Швецб, Г. И. Контурное земледелие / Г. И. Швецб. – Одесса: Маяк, 1985. – 55 с.
7. Рациональные системы обработки почвы в интенсивном земледелии (Рекомендации и предложения для внедрения в производство Минской области). – Минск, 1992. – 45 с.
8. Гужев, П. В. Влияние способов основной обработки почвы на интенсивность водной эрозии склоновых земель и продуктивность севооборота / П. В. Гужев, Л. А. Булавин, Н. Г. Бачило // Известия ААН РБ. – 2001. – № 4. – С. 54–57.

*As follows from six-year study the optimum doses of the polymer for sod-podzolic sandy soil treatment are 10 and 20 ppm. Their action time amounted to 3 and 4 years respectively and they allowed yield increase in summary over the duration of their action by 101,2 and 114,4 %. With total Kn derating of cesium-137 and strontium-90 by 91,3 – 99,5 %.*

### Введение

Радиоактивное загрязнение почв занимает особое место по опасности и трудности устранения. Токсичное загрязнение почв радионуклидами особенно трудно устранимо, потому что почвы, в отличие от водной среды и воздуха, не обладают способностью рассеивать элементы-загрязнители, а напротив, прочно поглощают их и аккумулируют в своем составе. Поэтому в почвах сельскохозяйственного использования основное количество радионуклидов до сих пор находится в пахотном слое. Самоочищение корнеобитаемого слоя почв за счет вертикальной миграции радионуклидов в ближайшей перспективе не произойдет [1, 2].

Загрязнение растениеводческой продукции радионуклидами при поступлении из почв в растения зависит,

прежде всего, от свойств почв, на которых произрастают растения. Результатами многолетних исследований установлено, что из почв, характеризующихся высоким плодородием, радионуклиды поступают в растения и накапливаются в урожае в значительно меньших концентрациях, чем из низкоплодородных почв. Причины этого заключаются в том, что, во-первых, между урожайностью растений и накоплением радионуклидов на единицу растительной массы наблюдается следующая зависимость: чем выше урожайность растений, тем ниже содержание радионуклидов на единицу его массы. Во-вторых, величина емкости поглощения почвы, состав обменных катионов, кислотность почвенного раствора, содержание минеральных элементов и органического вещества, гранулометрический и минералогический состав влияют на прочность закрепле-

ния радионуклидов и тем самым – на поступление их в растения [3].

Анализ литературных источников показал, что применение химических удобрений является основной стратегией сельскохозяйственного производства на землях, в том числе на сельхозугодьях, которые подверглись радиоактивному загрязнению. До настоящего времени основное внимание уделялось агрохимическим свойствам почв и мероприятиям по их улучшению, в то время как физические свойства почв учитывались в меньшей степени.

Одним из способов повышения плодородия почв является применение водорастворимых полимеров, которые улучшают их физические свойства. Успехи в данной области позволили создать многофункциональные полимеры, которые оказывают влияние на физические свойства почвы, а также способны связывать поллютанты в почве.

Одним из недостатков полимерных препаратов, используемых для обработки почвы, – это ограниченность времени их действия, что не всегда делает их применение экономически оправданным [4, 5]. С другой стороны, полимеры, по сравнению с минеральными и органическими веществами, являются экологически чистыми веществами, т. к. при их разложении образуются углекислый газ, вода и аммоний.

Цель нашей работы – изучить продолжительность влияния обработки дерново-подзолистой песчаной почвы многофункциональным водорастворимым полимером на урожайность сельскохозяйственных культур и накопление радионуклидов цезия-137 и стронция-90.

Как свидетельствуют результаты многолетних исследований, структурообразующие и водонабухающие полимеры положительно влияют на рост и развитие растений, что в конечном итоге отражается на урожайности сельскохозяйственных культур. Влияние полимеров на продуктивность сельскохозяйственных культур возрастает при использовании их на удобренном фоне [6–8]. Во многих случаях их внесение в почву является пока единственным средством, с помощью которого удается вовлечь в сельскохозяйственное производство низкопродуктивные земли [9–10]. Срок их действия, по данным разных авторов, может продолжаться от 2 до 5 лет [11–14]. Многочисленными исследованиями установлено, что применение полимеров-структурообразователей увеличивает урожай сельскохозяйственных растений на 10–40 % [14–16].

В литературе имеются немногочисленные сообщения об иммобилизации радионуклидов в почве, спо-

собствующей локализации загрязнений. В частности, существуют данные об изменении подвижности радионуклидов в системе «почва – почвенный раствор» при обработке грунтов антидефляционными композициями [17–22]. Авторы [17] указывают на возможность временной фиксации цезия и стронция путем внесения в почву производных полиакрила и карбоксиметилцеллюлозы. Установлено, что подвижность радионуклидов снижается при обработке почв водными растворами полиэлектролитов [19–21].

**Материал и методика исследований**

Для достижения поставленной цели был заложен полевой опыт на территории радиоактивного загрязнения в УСПК «Краснопольский». Исследования проводились в течение 2009–2014 гг.

Химическое название действующего вещества полимера – поли-N,N-диметил-3,4-диметиленпирролидиний хлорид (ПДМППГ). Он имеет линейную структуру с положительным зарядом на каждом звене молекулы и противоионом Cl<sup>-</sup>, его эмпирическая формула (C<sub>8</sub>H<sub>16</sub>NCl)<sub>n</sub>. ПДМППГ, как и его производные, – это новый класс искусственных соединений, которые по структуре подобны природным соединениям. Он представляет собой белый гигроскопический порошок, хорошо растворимый в воде.

Схема опыта включала 8 вариантов: контроль, где полимер не применялся, и 7 вариантов, которые отличались дозами применения полимера на единицу массы пахотного слоя почвы (таблица 1). Обработку почвы полимером производили однократно – в первый год после посева овса с помощью ранцевого опрыскивателя.

Почва опытного участка дерново-подзолистая песчаная, характеризовалась следующими агрохимическими показателями: рН в КCl – 5,0, содержание гумуса – 1,16 %, содержание подвижного фосфора и калия – 317 и 250 мг/кг почвы соответственно. Поверхностная плотность загрязнения составляла в среднем по цезию-137 – 504 кБк/м<sup>2</sup> (13,6 Ки/км<sup>2</sup>), по стронцию-90 – 9,7 кБк/м<sup>2</sup> (0,26 Ки/км<sup>2</sup>). Площадь контрольных и опытных делянок составляла 15 м<sup>2</sup>, учетная – 12 м<sup>2</sup>. Повторность опыта трехкратная. Размещение делянок рендомизированное.

Исследования проводили в нечетные годы с овсом (зерно), в четные – с горохо-овсяной смесью (зеленая масса). Во всех вариантах опыта вносили минеральные удобрения: под овес – N<sub>60</sub>P<sub>10</sub>K<sub>60</sub>, горохо-овсяную смесь – N<sub>50</sub>P<sub>10</sub>K<sub>60</sub> [24].

**Таблица 1 – Влияние обработки почвы полимером ПДМППГ на урожайность сельскохозяйственных культур**

Вариант	Урожайность, ц/га к. ед.						Прибавка урожая, ц/га к. ед., %					
	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год	6-й год	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год	6-й год
Контроль	14,9	20,1	18,2	22,6	16,4	21,2	–	–	–	–	–	–
0,5 мг/кг	13,7	18,1	18,5	23,0	17,8	21,3	-8,1	-9,9	1,6	1,8	8,5	0,5
1 мг/кг	16,5	19,4	17,7	21,9	16,8	21,8	10,7	-3,0	-0,3	-3,1	2,4	2,7
5 мг/кг	15,7	22,1	19,8	23,1	17,1	21,6	5,4	9,9	8,8	2,2	4,3	1,9
10 мг/кг	23,8	23,9	22,4	24,8	18,6	22,4	59,7	18,4	23,1	9,7	13,4	5,1
20 мг/кг	21,9	21,4	26,3	26,5	19,2	22,8	47,0	6,5	44,5	16,4	17,1	7,5
30 мг/кг	18,7	21,6	25,5	27,0	19,0	24,0	25,5	7,5	40,1	19,8	15,9	13,2
40 мг/кг	16,0	22,6	24,0	27,4	21,7	24,2	7,4	12,4	31,9	21,1	32,3	14,2
НСР <sub>05</sub>	1,8	2,5	2,7	3,2	2,9	3,1	–	–	–	–	–	–



Отбор проб почвы и растений, определение содержания радионуклидов в них проводили в соответствии со стандартными методиками. Для установления размеров перехода цезия-137 и стронция-90 в сельскохозяйственную продукцию определяли содержание этих радионуклидов в сопряженных пробах растениеводческой продукции и почвы: содержание цезия-137 в почвенных и растительных пробах, стронция-90 в растительных пробах – спектрометрическим методом на гамма-бета-спектрометре МКС-АТ 1315, стронция-90 в почве радиохимическим методом. Затем рассчитывали коэффициенты перехода (Кп) – отношение удельной активности воздушно-сухого растительного образца к поверхностной активности почвы (Бк/кг : кБк/м<sup>2</sup>).

**Результаты исследований и их обсуждение**

Основным критерием оценки эффективности применения полимеров для обработки почвы является урожайность сельскохозяйственных культур. Полученные результаты приведены в таблице 1.

В первый год исследований применение полимера в относительно невысоких дозах (0,5, 1 и 5 мг/кг) не оказало влияния на урожайность овса. Обработка почвы более высокими дозами полимера (10–30 мг/кг почвы) обеспечила достоверную прибавку урожая (25,5–59,7 %) относительно контроля. Максимальная урожайность зерна овса была достигнута при применении полимера в дозе 10 мг/кг. Повышение доз полимера до 20 мг/кг и выше привело к снижению урожайности. Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур при обработке почвы полимером обусловлено как действием самого полимера на ростовые процессы, так и за счет улучшения физических свойств почвы [13, 16]. Во второй год в вариантах опыта с низкими дозами полимера урожайность горохо-овсяной смеси находилась на уровне контрольного варианта. Максимальная урожайность была также достигнута в варианте с дозой полимера 10 мг/кг, где прибавка урожая составила 18,4 %. Более низкая эффективность доз полимера 30 и 40 мг/кг по сравнению с дозами 10 и 20 мг/кг в первые 2 года обусловлена тем, что взаимодействие полимеров с частицами почвы носит сложный характер – протекает адсорбция полимеров на поверхности почвенных частиц через образование специфических, в частности водородных, связей. Полимеры образуют перемычки между почвенными частицами, скрепляя их. Кривые суммарной адсорбции обнаружи-

вают участки, соответствующие образованию моно- и полимолекулярного слоя. Образование этих перемычек наиболее четко наблюдается при оптимальных дозах полимеров, соответствующих образованию мономолекулярного слоя [21]. Кроме этого следует учитывать, что ПДМПГ – это фитоактивный полимер, оказывающий влияние на рост и развитие растений. Из литературных источников известно, что большинство регуляторов роста растений проявляют стимулирующую активность в достаточно узком диапазоне концентраций, превышение которых приводит к ингибированию и даже гибели растений (фитотоксичность, гербицидный эффект) [22]. В третий год достоверную прибавку урожая относительно контрольного варианта обеспечили дозы полимера в диапазоне 10–40 мг/кг – 23,1–44,5 %. При этом максимальную урожайность продемонстрировали варианты опыта с дозами полимера 20 и 30 мг/кг. В четвертый год последствие полимера проявилось в вариантах опыта с дозами полимера 20, 30 и 40 мг/кг, прибавка урожая в которых составила 16,4–21,1 %. В то же время урожай зеленой массы в варианте опыта с дозой полимера 10 мг/кг, который показал высокую эффективность в предыдущие годы, был на уровне контроля. Это обусловлено тем, что ПДМПГ является биоразлагаемым полимером, т. е. в почве происходит его разрушение микроорганизмами, что ограничивает срок его действия. В пятый год действие полимера на урожай зерна овса проявилось только в варианте с самой высокой дозой – 40 мг/кг. В шестой год последствие полимера не было зафиксировано ни в одном варианте опыта.

Таким образом, установлено, что эффективность и продолжительность действия полимера на урожайность сельскохозяйственных культур зависит от доз его внесения. Применение полимера для обработки почвы в дозах 0,5–5 мг/кг не оказало влияния на урожайность. При дозе 10 мг/кг действие полимера проявлялось в течение 3-х лет, что обеспечило суммарную прибавку урожая на 101,2 % относительно контроля. Влияние полимера на урожайность сельскохозяйственных культур при дозах 20 и 30 мг/кг проявлялось в течение 4-х лет, что позволило получить прибавку урожая 114,4 и 92,9 % соответственно. В 5-й год влияние полимера на урожайность было зафиксировано только в варианте опыта с дозой 40 мг/кг, где суммарная прибавка урожая составила 105,1 %. В 6-й год различия между вариантами с применением полимера и

**Таблица 2 – Влияние обработки почвы полимером ПДМПГ на коэффициенты перехода цезия-137 из почвы в растениеводческую продукцию**

Вариант	Кп Cs-137, Бк/кг : кБк/м <sup>2</sup>						Снижение значений Кп Cs-137 относительно контрольного варианта, %							
	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год	6-й год	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	5-й год	6-й год	в сумме за	
													3 года	4 года
Контроль	0,019	0,089	0,015	0,102	0,016	0,067	–	–	–	–	–	–	–	–
0,5 мг/кг	0,015	0,064	0,016	0,100	0,017	0,072	21,1	28,1	–6,7	2,0	–6,3	–7,5	42,5	44,5
1 мг/кг	0,009	0,037	0,016	0,106	0,016	0,073	52,6	58,4	–6,7	–3,9	0,0	–9,0	104,3	100,4
5 мг/кг	0,014	0,023	0,015	0,096	0,016	0,065	26,3	74,2	0,0	5,9	0,0	3,0	100,5	100,5
10 мг/кг	0,012	0,051	0,012	0,094	0,015	0,069	36,8	42,7	20,0	7,8	6,3	–3,0	99,5	107,3
20 мг/кг	0,017	0,069	0,009	0,083	0,015	0,067	10,5	22,5	40,0	18,4	6,3	0,0	73,0	91,4
30 мг/кг	0,015	0,042	0,011	0,084	0,013	0,067	18,6	52,8	26,7	17,6	18,8	0,0	98,1	115,7
40 мг/кг	0,010	0,086	0,010	0,078	0,014	0,065	47,4	3,4	33,3	23,5	12,5	3,0	84,1	107,6
НСП <sub>05</sub>	0,002	0,009	0,002	0,017	0,002	0,0085	–	–	–	–	–	–	–	–

**Таблица 3 – Влияние обработки почвы полимером ПДМПП на коэффициенты перехода стронция-90 из почвы в растениеводческую продукцию**

Вариант	Кп Sr-90, Бк/кг : кБк/м <sup>2</sup>				Снижение значений Кп Sr-90 относительно контрольного варианта, %					
	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	1-й год	2-й год	3-й год	4-й год	в сумме за	
									3 года	4 года
Контроль	1,74	21,94	1,67	26,28	–	–	–	–		–
0,5 мг/кг	1,21	11,67	1,63	25,51	30,5	46,8	2,4	2,9	79,7	82,6
1 мг/кг	0,97	7,78	1,65	25,22	44,3	64,6	1,2	4,0	110,1	114,1
5 мг/кг	1,33	8,81	1,38	23,83	23,6	59,5	17,4	9,3	100,5	109,8
10 мг/кг	1,52	10,98	1,07	23,50	12,6	49,9	35,9	10,6	98,4	109,0
20 мг/кг	1,65	10,26	1,22	23,94	5,2	53,2	27,0	8,9	82,4	91,3
30 мг/кг	1,64	18,90	1,34	21,45	5,7	13,7	19,8	23,3	39,2	62,5
40 мг/кг	1,71	14,72	1,36	19,89	1,7	32,9	18,6	24,3	53,2	77,5
0,27	2,43	0,24	3,21	–	–	–	–	–	–	–

контрольным вариантом, где полимер не вносился, не превышали значение НСР<sub>05</sub>. Полученные результаты согласуются с данными авторов, изучавших эффективность применения полимерных препаратов [14–16] и продолжительность их действия [11–14].

Также нами изучалось влияние обработки дерново-подзолистой песчаной почвы полимером на параметры накопления радионуклида Cs-137 исследуемыми культурами (таблица 2).

Полученные результаты показали, что применение полимера не только повысило урожайность сельскохозяйственных культур, но и способствовало снижению накопления радионуклидов. Так, в первый год исследований накопление зерном овса цезия-137 во всех вариантах опыта было ниже, чем в контрольном варианте на 10,5–52,6 %. Наибольшее снижение значений Кп наблюдалось в вариантах с дозами полимера 1 и 40 мг/кг, которое составило 52,8 и 47,2 % соответственно. Во второй год исследований, за счет последствия полимера, также наблюдалось уменьшение значений Кп, которое составило 22,5–74,2 %. Максимальный эффект был достигнут в варианте, где полимер вносился в дозе 10 мг/кг. На третий год исследований эффективность действия полимера стала снижаться, что обусловлено биодegradацией полимера. В вариантах с невысокими дозами полимера (0,5, 1 и 5 мг/кг) значения Кп были практически на уровне контрольного варианта. В остальных вариантах снижение параметров накопления цезия-137 составляло 20,0–40,0 %. На четвертый год после обработки почвы полимером его влияние на переход цезия-137 из почвы в растения проявилось в вариантах с дозами препарата 20 мг/кг и выше (на 17,6–23,5 %). На пятый год эффект снижения значений Кп наблюдался только при обработке почвы полимером в дозах 30 и 40 мг/кг – 18,8 и 12,5 % соответственно. На шестой год исследований показатели Кп во всех вариантах опыта были на уровне значений контрольного варианта.

Резюмируя вышесказанное, можно сделать вывод, что продолжительность влияния обработки почвы водорастворимым полимером на параметры накопления радионуклида Cs-137 исследуемыми культурами зависит от доз его применения. Низкие дозы полимера (0,5–5 мг/кг) оказывали влияние на накопление цезия-137 сельскохозяйственными культурами в течение 2 лет, дозы 10 и 20 мг/кг – 3–4 года и дозы 30 и 40 мг/кг – до 5 лет. В сумме за 3 года влияние различ-

ных доз полимера (кроме 0,5 мг/кг) на снижение накопления цезия-137 составило 73,0–104,3 %, в сумме за 4 года – 91,4–115,7 %.

В таблице 3 приведены результаты исследований по накоплению Sr-90 в растениеводческой продукции.

Полученные результаты позволяют утверждать, что применение полимера оказало влияние также и на параметры накопления сельскохозяйственными культурами стронция-90. В первые 2 года максимальная эффективность, как и с цезием-137, была достигнута при использовании относительно небольших доз полимера – 0,5–5 мг/кг, где в первый год значения Кп снизились на 23,6–44,3 %, второй год – на 46,8–64,6 %. На третий год в вариантах опыта, где дозы полимера составляли 0,5 и 1 мг/кг, значения Кп практически не отличались от контрольного варианта, где полимер не вносился. В остальных вариантах снижение составило 17,4–35,9 %. На четвертый год в большинстве вариантов с использованием полимера значения Кп незначительно отличались от Кп в контроле. И только в вариантах с дозами полимера 30 и 40 мг/кг наблюдалось снижение накопления Sr-90 на 23,3 и 24,3 %. В сумме за 3 и 4 года наибольшая эффективность была достигнута при дозах полимера 1, 5 и 10 мг/кг, которая составляла 98,4–110,1 и 109,0–114,1 % соответственно.

Снижение перехода радионуклидов из почвы в растения при применении многофункционального полимера обусловлено как эффектом биологического разбавления, так и связыванием радионуклидов в почве. При попадании полимера в почву происходит замена галогенидионов на гидроксид и нитрат-ионы, анионы аминокислот и т. д. В результате этой замены образуется структурированная сшитая матрица, в которую попадают радионуклиды и становятся малодоступными для корневой системы растений. Также в ряде работ показана возможность модифицирования природных сорбентов (глинистых минералов) с помощью водорастворимых полимеров, что приводит к увеличению их сорбционной активности [21, 24].

### Заключение

В результате экспериментальных исследований установлено, что эффективность и продолжительность влияния однократной обработки дерново-подзолистой песчаной почвы водорастворимым полимером ПДМПП на урожайность и накопление радионуклидов сельскохозяйственными культурами зависит от доз по-

лимера. Применение полимера в дозах 0,5–5 мг/кг не оказало влияния на урожайность исследуемых культур, однако способствовало в первые 2 года снижению значений Кп цезия-137 в сумме на 49,2–111,0 % и стронция-90 – на 77,3–108,9 %. Оптимальными оказались дозы полимера 10 и 20 мг/кг, продолжительность действия которых составила 3 и 4 года соответственно. Прибавка урожая в этих вариантах составила в сумме за период их действия 101,2 и 114,4 %, при этом наблюдалось суммарное снижение значений Кп цезия-137 на 99,5 и 91,4 % и стронция-90 – на 98,4 и 91,3 % соответственно. Продолжительность действия доз полимера 30 и 40 мг/кг составляла 4–5 лет. Однако в первые 2–3 года после внесения в почву полимера эффективность этих доз в основном была ниже, чем доз 10 и 20 мг/кг.

#### Литература

1. Вертикальная миграция радионуклидов <sup>137</sup>Cs и <sup>90</sup>Sr в почвах земель запаса и доступность их растениям / И. М. Богдевич [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. – 2013. – № 3 – С. 58–70.
2. Агеец, В. Ю. Миграция радионуклидов в почвах Беларуси / В. Ю. Агеец // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 2002. – № 1 – С. 61–65.
3. Гулякин, И. В. Радиоактивные продукты деления в почве и растениях / И. В. Гулякин, Е. В. Юдинцева. – М.: Госатомиздат, 1962. – 276 с.
4. Смагин, А. В. Теория и практика конструирования почв / А. В. Смагин. – М.: Изд-во Московского университета, 2012. – 544 с.
5. Качинский, Н. А. Использование полимеров для оструктурирования почв / Н. А. Качинский, В. И. Мосолова, Л. Х. Таймуразова // Почвоведение. – 1967. – № 12. – С. 95–118.
6. Абросимов, Л. Н. Влияние искусственной структуры на водно-физические условия и урожай растений / Л. Н. Абросимов // Бюллетень науч. тех. инфор. по агрономической физике. – 1960. – № 7. – С. 21–22.
7. Научные основы применения удобрений / Н. С. Авдонин. – М.: Колос, 1972. – 302 с.
8. Тарасова, М. Г. Повышение эффективности минеральных удобрений при использовании полиакриламида в условиях Брянской области: автореферат дисс. канд. с.-х. наук / М. Г. Тарасова. – Москва, 1982. – 23 с.
9. Захарова, Е. И. Влияние водорастворимых полимеров на агрофизические и почвозащитные свойства светло-серых эродированных почв Предкамья Республики Татарстан: автореферат дисс. канд. с.-х. наук / Е. И. Захарова. – Курск, 1999. – 30 с.
10. Васильев, Е. В. Искусственное оструктурирование почв (проблемы и перспективы) / Е. В. Васильев // Почвоведение и агрохимия: тезисы докладов к 5 делегатскому съезду ВОП. – Пуццо, 1977. – С. 169–199.
11. Подгорнов, А. С. Закрепление подвижных песков вяжущими веществами: обзорн. информ. / А. С. Подгорнов. – М.: ВНИИ-ТЭИСХ, 1980. – 43 с.
12. Рулев, А. С. Применение полимерных материалов при выращивании полесзащитных лесных полос в сухостепной зоне Нижнего Поволжья: автореф. дисс. канд. с.-х. наук / А. С. Рулев. – Волгоград, 1990. – 22 с.
13. Рябокляч, В. А. О влиянии полимерных препаратов на физические свойства почв и урожай сельскохозяйственных растений / В. А. Рябокляч, М. Д. Савицкая, А. Д. Хаменко // Почвоведение. – 1963. – № 6. – С. 95–107.
14. Штатнов, В. И. Полиакриламид и сополимер как искусственные почвенные структурообразователи и как азотные удобрения / В. И. Штатнов, Н. И. Щербакова // Почвоведение. – 1964. – № 10. – С. 79–88.
15. Качинский, Н. А. Использование полимеров для оструктурирования и мелиорации почв / Н. А. Качинский, А. Н. Мосолова, Л. Х. Таймурадова // Почвоведение. – 1967. – № 12 – С. 98–106.
16. Мосолова, А. Н. Влияние полимеров на структуру дерново-подзолистых почв и урожайность сельскохозяйственных культур / А. Н. Мосолова // Почвоведение. – 1970. – № 9 – С. 79–88.
17. Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающей среде. Радиоэкология после Чернобыля / Л. Дж. Апплби [и др.]. – М.: Мир, 1999. – 512 с.
18. Фирсова, Л. П. Сорбция цезия в почвах, обработанных антидефляционными реагентами / Л. П. Фирсова // Радиохимия. – 1999. – Т. 41. – С. 272–275.
19. Фирсова, Л. П. Влияние антидефляционных реагентов на подвижность <sup>144</sup>Ce в почвогрунтах / Л. П. Фирсова // Радиохимия. – 1999. – Т. 41. – С. 276–278.
20. Фирсова, Л. П. Сорбция стронция в почвогрунтах, содержащих битум или полиэлектролитные комплексы в качестве антидефляционных добавок / Л. П. Фирсова // Радиохимия. – 1999. – Т. 41. – С. 279–282.
21. Взаимодействие водорастворимых полимеров с дисперсными системами / К. С. Ахмедов [и др.]. – Ташкент: Фан, 1969. – 252 с.
22. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений / Г. С. Муромцев [и др.]. – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 382 с.
23. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь. – Минск, 2003. – 72 с.
24. Батюк, В. П. Применение полимеров и поверхностно-активных веществ в почвах / В. П. Батюк. – Москва: Наука, 1978. – 276 с.

УДК 633.111.1<sup>324</sup>:631.526.32(476)

## Анализ сортов пшеницы мягкой озимой, включенных в Государственный реестр

*В. А. Бейня, кандидат биологических наук,  
Е. И. Лобач, главный специалист отдела испытания сортов на хозяйственную полезность  
Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений*

(Дата поступления статьи в редакцию 31.07.2018 г.)

*Проведен анализ сортов пшеницы мягкой озимой, включенных в Государственный реестр. Выделены сорта, обладающие комплексом хозяйственно полезных признаков (урожайность, зимостойкость, устойчивость к полеганию, засухе, содержание сырого протеина и клейковины, хлебопекарная оценка).*

*The analysis of winter soft wheat varieties included into the State register of varieties is done. The varieties rendering a complex of economic and useful parameters (yield, winter resistance, lodging and drought resistance, raw protein and cellulose content, baking estimate is done).*



**Введение**

Зерно является главным источником производства продуктов питания для человека, кормов для сельскохозяйственных животных, служит сырьём для промышленности. Поэтому зерновое хозяйство традиционно является основой сельскохозяйственного производства, и, по последним данным, зерновые культуры в мире занимают около 35 % пашни [1]. При переходе республики на самообеспечение продовольственным и фуражным зерном вопросы повышения урожайности и качества продукции приобретают первостепенное значение, поскольку Республика Беларусь имеет высокую плотность сельскохозяйственных животных на единицу площади угодий. Для удовлетворения потребностей республики в зерне всех видов валовые сборы его необходимо довести до 9–10 млн т в год, а урожайность – до 40–45 ц/га [2].

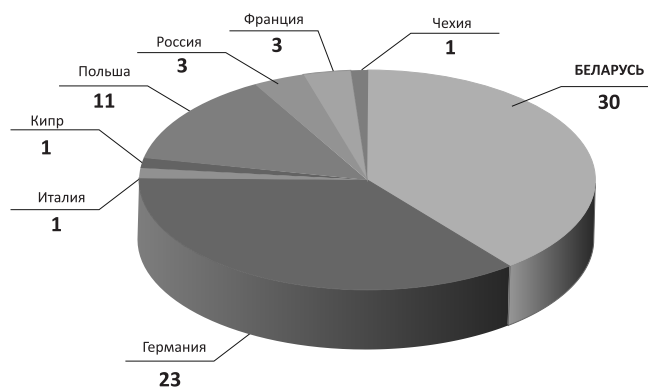
Озимая пшеница является наиболее ценной продовольственной культурой. Высокие достоинства её определяют качеством хлеба. По вкусу, питательности и перевариваемости он превосходит хлеб из муки других зерновых культур. Зерно пшеницы используют не только в хлебопекарной, но и в крупяной, кондитерской и макаронной промышленности. Отходы мукомольного производства являются хорошим кормом для животных.

Производство продовольственного зерна пшеницы хлебопекарного назначения является ключевой проблемой агропромышленного комплекса Республики Беларусь.

Ежегодная потребность республики в зерне пшеницы составляет примерно 2,0 млн т, в том числе продовольственного – 500–600 тыс. т. Такое количество зерна, с учетом производства яровой пшеницы, республика уже производит, начиная с 1997 г.

Зерно пшеницы, как пищевой продукт, обладает высокой питательностью и калорийностью, поставляя почти 20 % всех пищевых калорий для населения [3]. Из зерна продовольственной пшеницы производят муку, крупы, крахмал. Зерно в большом количестве используется в крупяном, макаронном, кондитерском и винокурном производстве, производстве спирта. Из отходов пшеницы (жмыха) после дополнительной переработки получается биологически активная добавка, которая используется как подкормка в животноводстве.

По данным ФАО, мировое производство пшеницы составляет 720,0–730,0 млн т. По отношению к показателям десятилетней давности объем производства вырос на 16 % или на 119 млн т.



**Рисунок 1 – Количество сортов пшеницы мягкой озимой, включенных в Государственный реестр**

По прогнозам организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), существенных изменений в мировом производстве пшеницы не ожидается, и в последующие годы прирост мирового производства пшеницы замедлится, а к 2024 г. показатели вырастут по отношению к 2017 г. только на 7,5 % или на 55 млн т.

Пшеница производится более чем в 100 странах мира. При этом в 53 странах мира объем производства пшеницы составляет свыше 1 млн т, а на долю крупнейших 10 стран–производителей пшеницы (Китай, Индия, Россия, США, Франция, Канада, Германия, Пакистан, Австралия и Украина) приходится 69,6 % от мирового объема производства.

В системе мероприятий, направленных на повышение урожайности и качества зерна пшеницы, первостепенная роль принадлежит сорту.

Для современного земледелия актуальны, во-первых, разработка агротехнических мероприятий, обеспечивающих реализацию в хозяйствах уже достигнутого селекционерами высокого уровня урожайности, и, во-вторых, выявление новых источников для дальнейшего повышения потенциальной продуктивности и экологической пластичности растений.

Продуктивность растения, от которой в наибольшей степени зависит интегрирующий показатель – урожайность, является одним из наиболее модифицирующихся признаков и детерминируется плеiotропным взаимодействием сложного комплекса генетических факторов и условий окружающей среды [4].

**Основная часть**

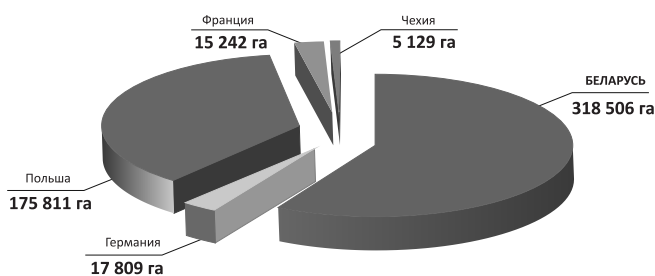
В обеспечении республики собственным зерном пшеницы одно из главных мест принадлежит сорту. Новые сорта пшеницы озимой должны обладать стабильной урожайностью, высокой зимостойкостью, устойчивостью к болезням, высоким качеством зерна [5].

По состоянию на 1 января 2018 г. в Государственный реестр сортов включено 73 сорта пшеницы мягкой озимой, из них 30 сортов (41 %) отечественной селекции [6]. Следует отметить, что в Государственный реестр сортов включено 3 сорта пшеницы твердой озимой, среди которых один отечественный, который разрешен к возделыванию по всем областям республики. Сорта пшеницы мягкой озимой селекции зарубежных компаний представлены такими странами, как Германия (22 сорта) и Польша (12 сортов), сорта российских, чешских, французских, итальянских компаний представлены в реестре 9 сортами (рисунок 1).

Общая посевная площадь сортов пшеницы озимой под урожай 2018 г. в Республике Беларусь составила 533 707 га. Сорта отечественной селекции были высеяны на площади 318 506 га (59,7 %), зарубежной селекции – 215 201 га (40,3 %) (рисунок 2).

Среди сортов отечественной селекции наибольшую площадь занимают сорта: **Ядвіся** (91 016 га), **Элегия** (58 040), **Сюіта** (43 942), **Капылянка** (26 850), **Августина** (23 835), **Ода** (20 813), **Узлет** (12 180 га).

Из сортов иностранной селекции, допущенных к возделыванию в Республике Беларусь, наибольшие площади заняты под сортами польской: **Богатка** (109 726 га), **Финезия** (20 293), **Нутка** (13 046), **Фигура** (12 719), **Сукцесс** (10 530 га) и французской селекции: **Сейлор** (15 242 га). Сорта немецких, российских и чешских селекционных компаний занимают всего лишь 0,2–2,0 % площадей [7].



**Рисунок 2 – Посевные площади пшеницы мягкой озимой в 2018 г. в разрезе стран-производителей сортов**

На полях республики высеваются сорта пшеницы мягкой озимой различных групп спелости: среднеранние, среднеспелые, среднепоздние и поздние. Среднеспелая группа представлена в Государственном реестре 45 сортами, среднепоздняя – 23, поздняя – 4 и среднеранняя – 1 сортом.

К наиболее продуктивным среднеспелым сортам с урожайностью **76–86 ц/га** относятся такие, как: Богатка, Нутка (Польша); Тобак, Балитус, КВС Эмиль, Актер (Германия); **70–75 ц/га** – Эликсер, Кубус, Александер, Бонанза, Платин, Румор, Фагус, Люциус (Германия); Амелия, Ода, Уздым, Элегия (Беларусь); Торпеда и Вилейка (Польша), Браманте (Италия); **60–69 ц/га** – Патрас, Мулан, Фамулус, Эстивус, ЦХ Комбин (Германия); Капэла, Балада, Мроя, Раница, Канвеер, Сакрэт, Капылянка, Приозерная (Беларусь); Маркиза, Фигура (Польша); Львовская 4, Дон 93, Дар Зернограда (Россия), Сейлор (Франция) и Богемия (Чехия).

Среднепоздние и поздние сорта пшеницы мягкой озимой имеют более продолжительный вегетационный период и, следовательно, за счет более продолжительного периода накопления пластических веществ они, как правило, более продуктивны. В группе среднепоздних сортов лучшими по урожайности являются сорта Дарота, Оливин (Франция); Финезия, Турния, Тонация, Муза (Польша); Матрикс, Этана (Германия); Ядвіся, Сюіта, Гирлянда, Этюд (Беларусь), которые способны формировать урожайность на уровне **72–81 ц/га** зерна.

Одним из важнейших показателей для включения сортов пшеницы озимой в Государственный реестр является зимостойкость, которая зависит от погодных условий в осенне-зимний период. При анализе сортов пшеницы мягкой озимой, включенных в Государственный реестр, нами были выявлены сорта, зимостойкость которых находится на уровне **96–98 %**. Это такие сорта, как Ядвіся, Гармония, Саната, Уздым, Раница, Канвеер, Капылянка (Беларусь); ЦХ Комбин, Матрикс, КВС Эмиль, Актер, Эликсер (Германия); Финезия, Торпеда, Вилейка (Польша); Львовская 4 (Россия).

Высота растений формируется генотипом в конкретных экологических и агрономических условиях. Высота растений не является непосредственным элементом продуктивности, но она связана с устойчивостью сортов озимой пшеницы к полеганию. Короткостебельные растения лучше противостоят неблагоприятным метеорологическим условиям.

К наиболее устойчивым к полеганию сортам пшеницы относятся сорта: Зарица, Сюіта, Узлет, Веда, Капэла, Спектр, Амелия, Сакрэт (Беларусь); Сукцесс, Тонация, Богатка, Нутка, Торпеда, Муза, Маркиза (Польша); Балитус, Кубус, Александер, Эстивус, КВС Эмиль, Актер, Бонанза, Платин, Фагус, Люциус, Патрас, ЦХ

Комбин (Германия), Еврофит (Кипр), устойчивость к полеганию которых составляет 5,0–4,9 балла.

В последние годы все большее значение для сортов пшеницы озимой имеет их способность противостоять условиям весенне-летней засухи. Высокий уровень устойчивости к засушливым условиям показывают такие сорта, как: Капылянка, Канвеер, Легенда, Зарица, Ядвіся, Золотоколосая, Городничанка 5, Амелия (Беларусь); Кубус, Актер, Скаген, Фагус, ЦХ Комбин, Александер, Бонанза, Эликсер (Германия).

Качество зерна пшеницы зависит от взаимодействия целого ряда почвенно-климатических и антропогенных факторов [8]. В результате многочисленных исследований установлено, что содержание белка в зерне и муке озимой пшеницы определяется главным образом уровнем азотного питания. С содержанием белка в зерне (муке) пшеницы связан выход клейковины, поэтому все факторы, которые влияют на накопление белка, оказывают аналогичное влияние на накопление клейковины [9]. Основные из них – генотип, уровень минерального питания, почвенные и погодные условия, место произрастания, технология возделывания. Вклад генотипа разные авторы оценивают от 4,3 [10] до 27 % [11]. Высокобелковые линии формируют ценное по содержанию белка и клейковины зерно независимо от условий года и азотного питания. Только экологически адаптивные сорта способны обеспечить достаточно высокие показатели качества зерна и урожайности в благоприятные годы, а также повышать нижний порог этих показателей в экстремальных условиях [12].

К сортам пшеницы мягкой озимой, включенным в Государственный реестр со средним уровнем содержания белка относятся: Саната, Капылянка, Былина, Легенда, Канвеер, Приозерная, Раница, Веда Уздым, Ядвіся, Золотоколосая (Беларусь); Актер, Фамулус, Арктис, Центос, Сейлор, ЦХ Комбин (Германия); Финезия, Богатка, Вилейка (Польша); Львовская 4, Дон 93, Дар Зернограда (Россия); Браманте (Италия), содержание белка у которых находится в пределах 14,4–12,8 %. Также следует отметить, что высоко- и очень высокобелковые сорта пшеницы мягкой озимой с уровнем содержания белка 18 и более процентов на данный момент в Государственном реестре отсутствуют.

Одним из важнейших показателей пшеничной муки, определяющих ее хлебопекарные свойства, является содержание в зерне клейковины и ее качество. Клейковина определяет упругие и эластичные свойства теста, от которых зависит пригодность муки для использования в технологическом процессе и которыми обуславливается объемный выход хлеба и структура мякиша. Именно благодаря клейковине зерна получают хлеб высокой питательной ценности, приятного вкуса, с пористым и эластичным мякишем [13]. Содержание клейковины на уровне 33–29 % может достигать у следующих сортов: Саната, Легенда, Канвеер, Былина, Ядвіся, Уздым (Беларусь); Дар Зернограда (Россия); Актер (Германия); Финезия, Богатка (Польша). Содержание клейковины у сортов Тонация, Маркиза, Сукцесс, Нутка, Муза, Вилейка (Польша); Гродненская 7, Веда, Узлет, Сюіта, Приозерная (Беларусь); Дон 93, Львовская 4 (Россия); Центос, ЦХ Комбин, Арктис (Германия); Оливин, Сейлор (Франция) может достигать 28–25 %. Достаточно высокое содержание клейковины – 24,9–23 % – имеют сорта: Турния, Торпеда, Фигура (Польша); Зарица, Спектр,

Лучшие сорта пшеницы мягкой озимой, выделившиеся по комплексу хозяйственно полезных признаков

Сорт	Год включения в Госреестр	Урожайность ц/га	Зимостой- кость балл	Устойчивость к полеганию балл	Содержание		Общая хлебопекарная оценка балл
					сырого протеина %	клейкови- ны %	
Капылянка	1995	65,3	4,8	4,3	13,3	24,0	4,2
Дар Зернограда	2007	61,6	4,4	4,8	12,8	22,5	4,2
Дон 93	2007	63,7	4,4	4,5	13,3	27,9	4,4
Актер	2008	76,5	4,8	4,9	14,2	31,8	4,4
Финезия	2008	79,2	4,8	4,6	13,7	30,1	4,4
Уздым	2009	70,2	4,8	4,6	13,2	29,0	4,0
Ядвіся	2009	72,3	4,9	4,5	13,1	29,0	4,2
Нутка	2010	76,4	4,6	5,0	12,4	26,7	4,4
Муза	2010	75,2	4,7	4,9	12,2	26,3	4,6
Турния	2010	77,0	4,7	4,8	11,9	24,9	4,7
Элегия	2011	71,7	4,5	4,8	12,3	23,3	4,9
Кредо	2011	71,9	4,7	4,8	12,0	23,4	4,8
Сакрэт	2012	66,7	4,3	4,9	12,3	22,8	4,8
Капэла	2012	68,2	4,2	5,0	11,8	24,3	5,0
Маркиза	2012	67,1	4,2	4,9	12,5	27,8	4,7
Люциус	2012	71,5	3,9	4,9	12,3	23,9	4,7
Приозерная	2013	60,5	4,4	4,0	13,5	26,2	4,1
Льговская 4	2015	64,8	4,8	3,9	13,5	25,2	4,2
Фамулус	2016	66,0	4,5	4,8	13,4	22,1	4,2
Патрас	2017	68,7	4,6	4,9	12,0	23,3	4,1
Платин	2017	73,5	4,7	4,9	11,8	20,1	4,2
Фагус	2017	72,2	4,5	4,9	12,0	22,0	4,1
ЦХ Комбин	2017	60,3	4,9	4,9	12,9	25,3	4,1
Вилейка	2018	71,0	4,8	4,7	13,5	25,6	4,3
КВС Эмиль	2018	77,9	4,8	4,9	12,2	23,4	4,0
Торпеда	2018	72,2	4,8	5,0	12,7	24,5	4,0
Раница	2018	67,7	4,8	4,8	13,4	24,7	4,1

Раница, Капэла, Капылянка, Кредо, Элегия (Беларусь); Люциус, КВС Эмиль, Патрас, Скаген (Германия); Богемия (Чехия).

Следует отметить, что одним из самых важных показателей для включения сорта пшеницы мягкой озимой в Государственный реестр является его общая хлебопекарная оценка, которая складывается из таких показателей, как пористость, эластичность мякиша, объем хлеба из 100 г муки, а также органолептических показателей хлеба. Высокую общую хлебопекарную оценку на уровне 5,0–4,5 балла имеют сорта Капэла, Элегия, Кредо, Сакрэт, Ода (Беларусь); Турния, Маркиза, Муза (Польша); Люциус (Германия); Еврофит (Кипр). Хлеб достаточно высокого качества можно получить из следующих сортов: Финезия, Нутка, Вилейка, Сукцесс, Торпеда (Польша); Актер, Центос, Тобак, Эстивус, Этана, Арктис, Платин, Румор, Фамулус, Фагус, Патрас, ЦХ Комбин, КВС Эмиль (Германия); Дон 93, Льговская 4, Дар Зернограда (Россия); Дарота (Франция); Этюд, Ядвіся, Балада, Набат, Гирлянда, Городничанка 5, Раница, Приозерная, Былина, Уздым, Мроя, Капылянка, Августина (Беларусь); Браманте (Италия); Богемия (Чехия). Общая

хлебопекарная оценка данных сортов составляет 4,0–4,5 балла.

В Государственный реестр включено 6 сортов пшеницы мягкой озимой, имеющей наиболее ценные показатели качества: Былина, Дар Зернограда, Капылянка, Легенда, Льговская 4, Центос.

### Заключение

При детальном анализе сортов пшеницы мягкой озимой, включенных в Государственный реестр, выявлен ряд сортов, выделяющихся комплексом хозяйственно полезных признаков:

- урожайность, зимостойкость, устойчивость к полеганию, засухе, содержание сырого протеина, клейковины, общая хлебопекарная оценка: Капылянка (Беларусь); Актер, ЦХ Комбин (Германия);
- урожайность, зимостойкость, устойчивость к полеганию, содержание клейковины, общая хлебопекарная оценка: КВС Эмиль (Германия), Торпеда (Польша), Ядвіся (Беларусь);
- урожайность, зимостойкость, устойчивость к засухе, содержание сырого протеина и клейковины: Канвеер (Беларусь);



- урожайность, зимостойкость, содержание сырого протеина, клейковины, общая хлебопекарная оценка: Уздым, Раница (Беларусь), Львовская 4 (Россия), Финезия (Польша);
- урожайность, устойчивость к полеганию, содержание сырого протеина и клейковины: Богатка (Польша);
- урожайность, устойчивость к полеганию, содержание клейковины, общая хлебопекарная оценка: Капэла (Беларусь), Нутка, Маркиза, Муза (Польша), Люциус, Патрас (Германия);
- урожайность, содержание сырого протеина, клейковины, общая хлебопекарная оценка: Приозерная (Беларусь), Дон 93 (Россия), Вилейка (Польша);
- урожайность, содержание клейковины, общая хлебопекарная оценка: Элегия (Беларусь), Дар Зернограда (Россия), Турния, Кредо (Польша);
- урожайность, содержание сырого протеина, общая хлебопекарная оценка: Фамулус (Германия);
- урожайность, устойчивость к полеганию и засухе: Амелия (Беларусь), Александер, Бонанза (Германия);
- урожайность, устойчивость к полеганию, общая хлебопекарная оценка: Сакрэт (Беларусь), Платин (Германия);
- урожайность, устойчивость к полеганию, засухе, общая хлебопекарная оценка: Фагус (Германия);
- урожайность, устойчивость к полеганию, содержание клейковины: Сюита (Беларусь), Тонация (Польша).

#### Литература

1. Зерновые культуры / Д. Шпаар [и др.]; под общей ред. Д. Шпаара. – Мн.: «ФУ Аинформ», 2000. – С. 5.
2. Кочурко, В. И. Особенности формирования урожая зерна озимой тритикале в зависимости от приёмов возделывания: монография / В. И. Кочурко. – Горки, 2002. – 112 с.
3. Пшеница: история, морфология, биология, селекция [Текст] / В. В. Шелепов [и др.]; ред.: В. В. Шелепов, Н. П. Чебаков; рец.: С. Ф. Лыфенко, Л. А. Животков, А. П. Орлюк; Украинская академия аграрных наук, Мироновский институт пшеницы им. В. Н. Ремесло, Государственная научная сельскохозяйственная библиотека. – Мироновка: [б. и.], 2009. – 579 с.
4. Генофонд рода *Triticum* L. как исходный материал для селекции / А. В. Пухальский [и др.]. – С-Пб.: ВИР, 2003. – С. 8.
5. Коледа, К. В. Озимая мягкая пшеница: методы селекции, технология возделывания / К. В. Коледа. – Гродно: УО «ГГАУ», 2004. – С. 6.
6. Государственный реестр сортов 2018 г. – Минск, 2018. – С. 5–6.
7. Результаты испытания сортов сельскохозяйственных растений озимых, яровых зерновых, зернобобовых и крупяных на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2015–2017 годы. – Минск, 2018. – С. 23–24.
8. Коданев, И. М. Повышение качества зерна / И. М. Коданев. – М., Колос, 1976. – 304 с.
9. Горшкова, М. А. Оптимизация минерального питания озимой пшеницы макро- и микроэлементами на дерново-подзолистых почвах (в зависимости от сорта) / М. А. Горшкова, С. А. Чумикова. – М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 1993. – 71 с.
10. Бебякин, В. М. Пластичность и стабильность яровой твердой пшеницы по содержанию белка в зерне / В. М. Бебякин, Л. Н. Злобина // Доклады РАСХН. – 1997. – № 3. – С. 4–5.
11. Губанов, Л. Г. Содержание белка в коллекционных образцах озимой мягкой пшеницы при разной обеспеченности питательными веществами / Л. Г. Губанов, Л. И. Сурикова // Теоретические и прикладные основы устойчивости региональных агроэкосистем в многоукладном с/х производстве. – М., 1998, – С. 154–156.
12. Животков, Л. А. Теоретические и прикладные аспекты селекции озимой пшеницы в Лесостепи Украины / Л. А. Животков. – Немчиновка, 1997. – 27 с.
13. Кулинкович, С. Н. Озимая пшеница в вопросах и ответах / С. Н. Кулинкович, В. С. Бобер. – Минск: Наша Идея, 2012. – С. 84–85.

УДК 632.6/8:633.1

## Особенности применения смесей агрохимикатов при современных технологиях выращивания зерновых культур

В. В. Сахненко, кандидат с.-х. наук, Д. В. Сахненко, аспирант  
 Национальный университет биоресурсов и природопользования, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 30.07.2018 г.)

Проведен анализ влияния баковых смесей жидких минеральных удобрений и средств защиты растений на размножение вредителей и урожайность зерновых культур. Определена эффективность действия карбамидно-аммиачной смеси (КАС) на численность основных видов фитофагов современных агроценозов. Установлено, что применение жидких форм минеральных удобрений в растениеводстве соответствует требованиям современного ресурсосберегающего земледелия, так как обеспечивает как потребность сельскохозяйственных культур в питательных веществах и расширение воспроизводства плодородия почв, так и контроль комплекса фитофагов зерновых культур. Однако недостаточно изученными являются вопросы эффективного применения смесей КАС с препаратами защиты зерновых культур от комплекса вредных организмов на основных этапах органогенеза культурных растений.

*The analysis of the influence of tank mixtures of liquid mineral fertilizers and plant protection products on the reproduction of pests and the yield of cereals. The effectiveness of the carbamide-amine mixture (CAS) on the number of major phytophagous species of modern agrocenoses was determined. It is established that the use of liquid forms of mineral fertilizers in crop production meets the requirements of modern resource-saving farming, since it provides both the demand of crops for nutrients and the expansion of reproduction of soil fertility, as well as the control of a complex of plant phytophages. However insufficiently studied are the issues of effective application of the mixture of CAS with the preparation of protection of cereals from a complex of pests at the main stages of organogenesis of cultivated plants.*

## Введение

Среди основных вопросов ресурсосберегающего земледелия актуальным является обоснованное применение жидких форм минеральных удобрений в смесях с препаратами защиты зерновых культур от комплекса вредителей.

В современных условиях земледелия особого внимания заслуживает научное обоснование систем и технологий защиты зерновых культур от фитофагов, в частности, экологически обоснованного интенсивного ведения растениеводства с обеспечением рационального использования элементов питания как основы регуляции вредных видов насекомых в агроценозах. По результатам исследований, проведенных в 2000–2017 гг., механизмы формирования энтомокомплекса, которые формировались по особенностям сезонной и многолетней динамики численности насекомых, а также сравнительно экологически безопасное применение жидкого азотного удобрения КАС (карбамидно-аммиачной смеси) при выращивании озимой пшеницы, позволяют высокоэффективно контролировать численность основных видов насекомых в новых севооборотах и на 18–24 % повысить урожай зерна озимой пшеницы по сравнению с другими технологиями.

Вопросы повышения эффективности систем защиты зерновых культур от вредителей путем применения инсектицидов в смесях с минеральными удобрениями частично исследованы рядом ученых: Х. Браун, А. Гречневая, А. Скрипка, М. Москаленко, Ф. Сайко, С. Вортман и др. [1–9]. Однако механизмы их действия на размножение фитофагов изучены недостаточно, остаются актуальными на современном этапе производства зерна и требуют дальнейшего научного обоснования.

Цель статьи – оценка современного состояния эффективного применения систем защиты зерновых культур на фоне внесения жидких форм минеральных удобрений с учетом современных севооборотов и других систем выращивания зерновых культур.

## Результаты исследований и их обсуждение

Изменение современного ассортимента инсектицидов по сравнению с 70–80 годами прошлого столетия свидетельствует о смещении акцентов структуры классификации пестицидов, в том числе инсектицидов относительно токсиколого-гигиенических и экотоксикологических показателей. Так, к указанному периоду выделены и запрещены к использованию опасные препараты с высокой устойчивостью к разложению в окружающей среде (ДДТ, Гексахлоран и др.), высокоядовитые (фосфорорганические – Тиофос, Метафос, ртутные) и такие, что проявили отдаленные вредные последствия (Севин, Хлорофос). Отказ от препаратов, которые приводили к экологическому дисбалансу окружающей среды по ранее утвержденным ГОСТам, не повлиял существенно на классификационные показатели пестицидов, которые в то время были утверждены Всемирной организацией здравоохранения. В рекомендациях прошлых лет распределение пестицидов было по четырем классам опасности (первый – достаточно опасные, второй – высокоопасные, третий – умеренно опасные, четвертый – малоопасные). Например, ЛД<sub>50</sub> при введении в желудок в твердой и жидкой формах составляло диапазон в пределах 5–20 мг/кг для первого класса и выше 2000 для четвертого. Классификация пестицидов прошлых лет содержала 7

степеней токсичности препаратов по показателю ЛД<sub>50</sub>. Экотоксикологические характеристики включали следующие показатели: устойчивость в почве (месяцы), устойчивость в растениях (сутки), устойчивость в воде (сутки), биоаккумуляцию при миграции в экологической системе и в наземных трофических цепях, а также миграцию по почвенному профилю, коэффициенты миграции в системах «почва–растение», «грунт–воздух», «грунт–вода», фитотоксическое действие в процентах.

Особое внимание уделялось воздействию на почвенный биоценоз: изменение общей численности мезофауны, сапрофитной микрофлоры и ферментативной активности почвы (снижение численности, время восстановления – в месяцах), образование токсичных и устойчивых продуктов распада, токсичность для полезных насекомых и рыб, что имеет большое значение и для современного экотоксикологического контроля агроценозов, оценки многолетних изменений во времени и пространстве.

Применение инсектицидов и региональное использование приемов, направленных на экологизацию технологий по получению растениеводческой сравнительно чистой продукции с контролем динамики поведения микроостатков инсектицидов, очень важно.

В современных условиях развития сельского хозяйства особое значение приобретает комплексная оценка как эффективности действия современных препаратов или их смесей с жидким удобрением КАС на развитие и размножение фитофагов, так и многолетней и сезонной динамики поведения микроколичеств средств защиты растений в новых агроценозах зерновых культур, в частности, новых химических групп инсектицидов в ресурсосберегающих системах защиты растений от комплекса фитофагов.

В годы проводимых нами исследований при внесении КАС проявлялся пролонгированный эффект его усвоения растениями, так как процессы взаимного превращения форм азота в почве зависели от комплекса факторов: температуры, влажности, аэрации, кислотности и др. Присутствие различных форм азота в почве оказалось фактором физиологического контроля устойчивости растений к почвенным и внутристеблевым видам вредных насекомых.

Известно, что азот является составной частью белков, из которых создаются все их основные структуры, обуславливающие активность генов, включая и систему растения–хозяева – вредные организмы. Азот входит в состав нуклеиновых кислот (рибонуклеиновой – РНК и дезоксирибонуклеиновой – ДНК), обуславливающих хранение и передачу наследственной информации об эволюционно-экологических отношениях вообще и между растениями и вредными организмами в современных системах земледелия. Это свидетельствует о том, что внесение азотных удобрений является мощным фактором как стабилизации фитосанитарного состояния агроэкосистем, так и его дестабилизации. Данное положение получило подтверждение при современной широкомасштабной химизации сельского хозяйства [1, 4, 7].

Следует отметить, что растения, обеспеченные азотным питанием, отличаются оптимальным развитием надземной массы, кущением, площадью листовой поверхности, содержанием хлорофилла в листьях, а также белка и клейковины в зерне.

Первостепенное значение приобретают жидкие минеральные удобрения, представленные на рынке в следующем ассортименте: аммиак, который необхо-

димо скорее отнести к газообразной форме, аммиачная вода, КАС (карбамидно-аммиачная смесь) и ЖКУ (жидкие комплексные удобрения).

Характерно, что во всех указанных удобрениях азот содержится в различных доступных формах и количествах. В настоящее время активно используют удобрения, содержащие три формы азота – аммонийную, нитратную и аминную. Последние являются фактором влияния на размножение фитофагов как в почве, так и на первых этапах органогенеза зерновых и технических культур [2, 4, 5, 8].

КАС отличается качественными и количественными положительными особенностями действия по сравнению с другими формами удобрений. Отмечено, что в удобрении КАС при взаимодействии с микроорганизмами аминная форма азота переходит в доступную растениям аммонийную форму. В процессе нитрификации, если температура почвы достаточно высока для микробной активности, аммонийная форма азота переходит в нитратную (таблица 1).

Целесообразно отметить, что при внесении фосфорного удобрения ленточным способом снижается скорость его реакции с почвой на переход в трудно-растворимые фосфаты. Следовательно, удобрение остается в доступной для растений форме на более длительный срок, что также влияет на размножение почвенных фитофагов [3, 7]. При этом наличие ленты с повышенным содержанием фосфора не ограничивает, а наоборот способствует интенсивному росту корневой системы растений. Основная проблема заключается в том, что при пересыхании слоя почвы, где внесены фосфорные удобрения, они могут стать недоступными для культуры. Для этого наиболее оптимально вносить фосфорные удобрения при севе на 2–3 см глубже заделки семян во избежание дефицита фосфора в начале вегетации культуры. В этих условиях проростки культурных растений могут недостаточно обеспечиваться фосфором. Однако при дополнительном применении жидкого удобрения КАС эффективность фосфорных удобрений также достоверно повышается, что влияет на устойчивость растений к комплексу вредных видов насекомых.

Заслуживает внимания и то, что движение калия в почве намного интенсивнее, чем фосфора, но значительно меньше, чем нитратного азота. Ионы калия

содержатся на отрицательно заряженных частицах глины и органического вещества почвы. Дефицит калия может возникнуть при низких температурах и перепадах влажности почвы. Самое распространенное калийное удобрение КСІ (хлорид калия, NPK – 0-0-62) особенно полезно при дефиците хлора в почве. Эти особенности калийного питания также достоверно повышаются при применении как в качестве основного, так и пофазного питания жидким удобрением КАС, что повышает эффективность систем защиты пшеницы от вредителей. Об эффективности баковых смесей удобрений и средств защиты растений при выращивании озимой пшеницы свидетельствуют данные таблицы 2.

Характерно, что на начальных этапах внедрения ресурсосберегающих технологий общая потребность в минеральных удобрениях при отсутствии механической обработки почвы, как правило, выше, чем при традиционной, из-за необходимости увеличения нормы использования азотных удобрений. В дальнейшем общая потребность в минеральных удобрениях уменьшается благодаря внесению фосфорных и калийных удобрений.

Следует отметить, что при интенсивном земледелии, которое применялось в полевых севооборотах с хорошо развитой растениеводческой отраслью прошлых лет, значительные механические обработки почвы обусловили ускоренную эрозию обрабатываемых земель. Как выход из такой ситуации является разработка учеными-аграриями различных мероприятий по минимизации обработки почвы, среди которых едва ли не самым действенным является полный отказ от этого технологического элемента.

**Заключение**

С учетом роста спроса на минеральные удобрения, а также с целью обеспечения эффективного, рационального и экологически обоснованного использования сельскохозяйственных земель на региональном уровне целесообразно создать благоприятные условия для использования жидких минеральных удобрений в смесях с препаратами по защите растений.

Увеличение объемов применения баковых смесей жидких препаратов способствует повышению эффективности технологии производства зерна, а также хранения, транспортировки и внесения их в почву и по

**Таблица 1 – Современные формы азотных удобрений, применяемые в смесях с препаратами защиты растений**

Наиболее распространенные азотные удобрения	Формы азота		
	нитратная – NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	аммонийная – NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	аминная – NH <sub>2</sub> <sup>-</sup>
Аммиак		+	
Аммиачная селитра	+	+	
Известковая аммиачная селитра	+		
Карбамид			+
Карбамидно-аммиачная смесь (КАС)	+	+	+
Сульфат аммония		+	
Характеристика форм азота	Немедленный эффект, легко подвижен в почве, при избытке влаги легко вымывается.	Доступен растениям, но имеет более длительный эффект в результате адсорбции на грунтовых частях. Затем понемногу освобождается и усваивается растениями.	Недоступен растениям через корневое питание. Лучшая форма для некорневого питания (листового). В результате деятельности почвенных микроорганизмов быстро превращается в почве сначала в аммонийную, а затем в нитратную форму.



**Таблица 2 – Эффективность ресурсосберегающих баковых смесей удобрений и средств защиты растений при выращивании озимой пшеницы**

Мероприятие	Срок выполнения	Препарат	Норма расхода, кг,л/га	Эффективность, %
Внесение минеральных удобрений	март	КАС, 32 %	90	97,2
	апрель	Авангард + КАС, 32 %	1,5 + 15	97,8
	май	Авангард + КАС, 32 %	1,5 + 15	97,7
Протравливание семян	сентябрь	Супервин	0,375	96,5
Внесение гербицида	апрель – май	Голд Стар + Формула (или Амисоль)	0,02 + 0,01 (1,0)	98,6
Фунгицид	май	Ти Рекс + Авангард	0,5 + 1,5	97,3
Инсектицид	май, июнь	Фас + Авангард	0,2 + 1,5	98,1

вегетирующим растениям озимой пшеницы, что обеспечит высокую эффективность современных систем земледелия.

**Литература**

1. Braun, H. J. Climate change and crop production / H. J. Braun, G. Atlin, T. Payne. – London, 2010. – CAB.
2. Скрипка, А. А. Порівняльний аналіз перспектив розвитку ринку мінеральних добрив в Україні та Франції / А. А. Скрипка // Вісник ОНУ ім. Мечнікова. – 2012. – Вип. 3–4. – С. 74–80.
3. Москаленко, А. М. Економічне обґрунтування екологічно безпечної стратегії за сotsування мінеральних добрив / А. М. Москаленко, В. В. Волкого // Актуальні проблеми економіки. – 2015. – № 9. – С. 286–293.
4. Сайко, В. Ф. Вибрані наукові праці / В. Ф. Сайко. – Київ: Аграрна наука, 2011. – 444 с.
5. Wortman, C. Management Strategies to Reduce the Rate of Soil Acidification / C. Wortman, M. Mamo, C. Shapiro // Neb Guide G1503. University of Nebraska Extension, Lincoln, N. E. – 2009.
6. Кудинова, О. Потенциал мирового рынка минеральных удобрений / О. Кудинова // Конъюнктура. – 2012. – № 1. – С. 36–39.
7. Жигальская, Л. О. Структурные и территориальные сдвиги в мировом производстве минеральных удобрений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/117875/1/demxxi.pdf#page=23>.
8. Долгова, А. В. Рынок минеральных удобрений в условиях конкурентной среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://to-future.ru/wpcontent/uploads/2015/03>.
9. Сайт международной ассоциации производителей удобрений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fertilizer.org>.

УДК 633.1:632.6/7:631.563:632.95

**Защита зерна от амбарных вредителей при хранении в осенне-зимний период**

Л. И. Трепашко, доктор биологических наук,  
И. А. Козич, Е. В. Бречко, кандидаты с.-х. наук  
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 27.07.2018 г.)

В статье представлены результаты исследований фауны членистоногих зернохранилищ за период 2002–2014 гг. Установлено, что в структуре доминирования вредителей запасов наибольшую долю составляют клещи (Acarina) – 82–94 % и насекомые из отряда жесткокрылые (Coleoptera) – 5–16 %. Выявлена взаимосвязь жизнеспособности клещей с температурой воздуха, что послужило обоснованием для расчета акароиндексов, позволяющих прогнозировать нарастание их численности и вредоносности в контролируемых партиях зерна. Показана эффективность и целесообразность мероприятий по защите зерна (механическая очистка, фумигация, влажная и аэрозольная обработка инсектицидами и инсектоакарицидами) в зависимости от видового разнообразия насекомых и клещей, целевого назначения продукции, герметичности складских помещений. В связи с потеплением климата отмечена необходимость мониторинга вредителей запасов, а также контроля состояния популяций членистоногих по резистентности к пестицидам.

The article presents the results of granaries arthropod fauna for the period of 2002–2014. It has been determined that in the structure of stock pest prevalence the largest share is made by mites (Acarina) – 82–94 % and insects from the beetles order (Coleoptera) – 5–16 %. The interrelation between the viability of mites and air temperature is revealed, which has served as a justification for the calculation of acaroindeces, making it possible to predict their number and severity increase in the controlled batches of grain. The effectiveness and expediency of grain protection measures (mechanical cleaning, fumigation, wet and aerosol treatment with insecticides and insectoacaricides) is shown depending on the specific diversity of insects and mites, the purpose of the product, hermetic warehouse facilities. In connection with the climate warming, it is necessary to monitor stock pests, as well as to control the state of arthropod populations for resistance to pesticides.

### Введение

В современных условиях сельскохозяйственного производства повышение урожайности зерна является актуальным. Однако выращенный урожай необходимо не только собрать, но и сохранить без потерь. Известно, что общемировые потери продукции во время хранения от насекомых составляют около 10 % урожая [8]. Кроме непосредственного уничтожения зерна и продуктов его переработки, вредители засоряют их экскрементами, придают неприятный запах, снижают всхожесть семян, ухудшают пищевые качества, вызывают самосогревание зерна, распространяют болезнетворные бактерии. Пестициды наряду со своим прямым назначением (защита от различных вредителей зерна и зернопродуктов, переносчиков опасных заболеваний человека и животных), оставаясь в зерне, задерживают развитие микроорганизмов и снижают потери зерна при хранении [14].

Проблеме защиты зерна от вредителей запасов уделяли и уделяют внимание ученые разных стран: в России – Г. А. Закладной [6], на Украине – С. О. Трибель, И. В. Бондаренко [15, 3], в Польше – J. Nawrot [17] и Чехии – V. Stejskal [18].

Анализ литературных источников показал, что в Беларуси первое упоминание о членистоногих вредителях запасов принадлежит М. М. Пилько (1929) [13], в дальнейшем, за период исследований с 1939 по 1980 г., А. Ф. Марковцом был изучен видовой состав членистоногих, биологические особенности насекомых и клещей, влияние абиотических факторов на изменение динамики их численности, эффективность мероприятий по защите зерна от вредителей запасов в закрытых складских помещениях [10]. Фрагментарные сведения о видовом разнообразии фауны зернохранилищ были получены в ходе изучения синантропных членистоногих такими исследователями, как О. Р. Александрович (1986) [1] и Р. В. Молчанова (1969) [11].

Таким образом, с момента описания основных видов амбарных вредителей в Беларуси прошло около 40 лет. За этот период изменился спектр применяемых пестицидов, появились новые химические препараты, технологии хранения, обновляется технологическое оборудование, а также отмечается потепление климата [12]. В связи с этим возникла необходимость в уточнении видового состава и структуры доминирования членистоногих, их биологических и экологических особенностей, в изучении влияния абиотических факторов на развитие насекомых и клещей, разработке прогноза численности и вредоносности для обоснования целесообразности проведения мероприятий по защите зерна от вредителей запасов в техноценозах зернохранилищ.

### Условия и методика проведения исследований

Фаунистические сборы членистоногих проводили в течение 2002–2014 гг. в незагруженных складских помещениях, отличающихся по цели использования (семенное и фуражное), герметичности и конструкции (арочные, деревянные, из металлопрофиля, кирпично-бетонные, предназначенные для хранения зерна напольным способом или в закромах). Исследования по изучению видового состава насекомых и клещей, проверке оправданности прогноза и оценке эффективности химических мероприятий выполняли в зернохранилищах Минской (Смолевичский, Минский, Молодечненский и Узденский районы), Гомельской (Речицкий и

Гомельский районы), Могилевской (Осиповичский район) и Витебской областей (Ушачский район).

Прогноз вредоносности клещей и потери зерна от вредителей определяли по методикам Г. А. Закладного [6] и С. О. Трибеля [15]. Для прогнозирования вредоносности клещей в семенах ячменя, овса и пшеницы рассчитывали акароиндексы, отражающие нарастание численности клещей при положительных температурах воздуха в осенний, зимний и весенний периоды. Заселенность зерна вредителями выражали в степенях в зависимости от величины показателя **суммарной плотности заселения** (СПЗ) по следующей шкале [6]:

I степень – величина показателя **СПЗ** до 1 особи/кг включительно;

II – от 1 до 3 особей/кг включительно;

III – от 3 до 15 особей/кг включительно;

IV – от 15 до 90 особей/кг включительно;

V – свыше 90 особей/кг.

Метеорологические данные приведены по результатам наблюдений ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр», г. Минск.

### Результаты исследований и их обсуждение

По результатам многолетних исследований установлено, что в складских помещениях сформировался специфический комплекс фауны хранилищ, представленный более 40 видами беспозвоночных, относящихся к 5 отрядам, среди которых преобладают специализированные виды членистоногих. Установлено, что в загруженных зернохранилищах эвдоминирующим видом является мучной клещ (*Acarus siro* L.), доля которого в структуре доминирования занимает 82–94 %. Из отряда жесткокрылых насекомых доминируют рисовый (*Sitophilus oryzae* L.) и амбарный (*Sitophilus granarius* L.) долгоносики, короткоусый рыжий (*Cryptolestes ferrugineus* Steph.) и суринамский (*Oryzaephilus surinamensis* L.) мукоеды, зерновой точильщик (*Rhizopertha dominica* F.), удельный вес которых в структуре фауны составляет 5–16 % от всех видов.

Биологической особенностью насекомых и клещей является их неспособность регулировать температуру тела, что определяет интенсивность их жизнедеятельности. Как правило, оптимум для большинства насекомых находится в пределах от +22 до +30 °С. В этих условиях они больше откладывают яйца, быстрее развиваются, дольше живут, активно питаются, наносят максимальный ущерб, поэтому изменение температуры среды оказывает влияние на выживаемость организмов [16]. Нижний температурный порог развития (НТПР) клещей варьирует от +5 °С до +7 °С (таблица 1) [6].

Как видно из данных таблицы 1, в зернохранилищах численность вредителей можно снизить охлаждением зерна (около –15 °С в течение 24 часов) и очисткой зерна на сепараторных установках типа Petkus K-527, Petkus K-502-7 и триерных цилиндрах, поскольку зерно обладает крайне низкой теплопроводностью. Также можно попытаться справиться с вредителями с помощью высоких положительных температур. Для этого возможно использование барабанных сушилок и вентилируемых бункеров. Не рекомендуется использовать шахтные сушилки, в которых разброс температуры в разных участках зерновой массы достигает и даже превышает +20 °С.

Следует отметить, что за последние двадцать пять лет наблюдается изменение климата, особенностью

Таблица 1 – Влияние критических температур на развитие клещей (по литературным данным)

Виды клещей	НТПР*, °С	Продолжительность жизни (по наиболее устойчивым стадиям) при температуре, °С										
		в сутках				в минутах						
		0	-5	-10	-15	+35	+40	+45	+47... +48	+50	+55	+60
Мучной	+6,0	486	18	7	1	14 **	85	40	33	15	10	5
Удлиненный	+7,0	85	24	21	1	+	5 **	110	72	52	33	30
Обыкновенный волосатый	+5,0	50	18	8	3	22 **	10 **	175	111	86	57	40

Примечание – \*НТПР – нижний температурный порог развития;  
 \*\* – сутки;  
 «+» – вредитель не погибает.

которого является увеличение температуры воздуха в среднем на +1,1 °С по сравнению с климатической нормой [12]. При проведении исследований необходимо учитывать, что температуры в осенне-зимний период в неотапливаемых складских помещениях при хранении зерна повышаются, приводя к изменению видового состава вредителей запасов и динамики их численности.

Результаты, полученные нами в зернохранилищах Гомельской области, показали, что положительные температуры в октябре–декабре 2008 г. (+9,2...+5,6 °С) способствовали нарастанию численности клещей, максимально до 150 особей/кг на зерне ячменя. Температуры воздуха -1 °С с января 2009 г. сдерживали нарастание численности амбарных вредителей до 2 особей/кг (таблица 2).

В связи с высокой жизнеспособностью клещей в зернохранилищах возникла необходимость расчета акароиндексов (увеличение численности клещей на 1 особь/сутки) и разработки прогноза их численности и вредоносности. В результате многолетних исследований (2006–2008 гг.) выявлено, что величина акароиндексов изменялась в зависимости от культуры, температуры воздуха и периода хранения. При температуре +9...+11 °С акароиндексы ячменя, овса и пшеницы составляли соответственно 0,26, 0,4 и 0,04, при температуре +6...+9 °С – 0,2, 0,3 и 0,07. Установлено, что

максимальные значения акароиндексов отмечались на семенах овса и достигали 0,3–0,4 (таблица 3).

При I степени заселенности в первую очередь необходимо осуществлять прогноз количества дней, через которое при данных условиях заселенность зерна может перейти в III степень. Проверку оправдываемости прогноза проводили в хранящейся партии ярового ячменя (таблица 4). При исходной численности клещей 4 особи/кг в яровом ячмене в III декаде сентября прогнозируемая численность через месяц достигала 36 особей/кг, по результатам учетов фактической численности – 32 особи/кг, через 2 месяца – 250 и 228 особей/кг соответственно. Оправдываемость прогнозируемой численности клещей составила 88,8 %. На дату учета 29 декабря при прогнозируемой численности 625 особей/кг суммарная плотность заселенности (СПЗ) составляла 31,2 особей/кг, при фактической численности клещей 570 особей/кг суммарная плотность заселенности составила 28,5 особей/кг, что соответствовало IV степени заселенности.

Нами рассчитаны ожидаемые потери, которые через 2 месяца составили 850 кг, а за счет изменения целевого использования продукции – 1 бел. руб. (0,5 долл. США) с тонны. Таким образом, прогнозируемые потери зерна ячменя достигали с учетом положительных температур в октябре–ноябре 2550 кг (таблица 3).

Таблица 2 – Влияние температуры воздуха на численность клещей в период хранения семенной продукции (зернохранилище, Рогачевский район, Гомельская область)

Культура	Численность клещей (особей/кг) в период учета при t, °С							
	2008 г.				2009 г.			
	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель
	+11,0	+9,2	+7,4	+5,6	-1,0	-0,8	+0,6	+8,3
Ячмень	10	35	92	150	2	6	12	56
Овес	4	8	30	60	4	12	16	0
Пшеница	0	0	4	8	4	4	4	8

Таблица 3 – Акароиндексы амбарных клещей в период хранения семян зерновых культур

Культура	Период хранения семян			
	сентябрь – октябрь	ноябрь – декабрь	январь – февраль	март – апрель
	акароиндексы* клещей при среднесуточной температуре воздуха, °С			
	+9...+11	+6...+9	< -1	> +1
Ячмень	0,26	0,2	0	0,3
Овес	0,4	0,3	0	0,07
Пшеница	0,04	0,07	0	0,04

Примечание – \*Акароиндекс – увеличение численности клещей на 1 особь/сутки.



**Таблица 4 – Прогноз численности и вредоносности амбарных клещей при хранении в осенне-зимний период семян ярового ячменя (Смолевичский район, Минская область, 2009 г.)**

Показатель, единица измерения	Дата учета				
	29.09	29.10	29.11	29.12	
Прогнозируемая численность клещей, особей/кг	4*	36	250	625	
Уточняющий прогноз, особей/кг	–	32*	228*	570*	
Оправдываемость прогноза, %	–	88,8	91,2	–	
СПЗ** по прогнозируемой численности, особей/кг	0,2	2	12,5	31,2	
СПЗ** по уточняющей численности, особей/кг	–	1,6	11,4	28,5	
Степень заселенности	I	II	III	IV	
Ожидаемые потери по прогнозируемой численности***	кг	–	85	850	2550
	бел. руб.	–	4	40	130
Ожидаемые потери за счет изменения целевого использования продукции, бел. руб. с 1 т	–	–	1	20	

Примечание – \*Фактическая численность клещей на дату учета;  
 \*\* СПЗ – суммарная плотность заселенности (загрязненности);  
 \*\*\* В ценах 2007 г. с учетом деноминации.

В связи с вышеизложенным, защитные мероприятия против вредителей при хранении зерна целесообразно проводить при достижении II степени заселенности с целью снижения потерь за счет изменения целевого использования продукции.

К сожалению, в некоторых хранилищах дезинсекция проводится без учета структуры доминирования вредителей запасов. В период подготовки складских помещений при снижении численности амбарных вредителей менее чем на 90 %, плотность популяций при благоприятных условиях для их развития в осенне-зимний период хранения продукции полностью восстанавливается.

При обнаружении вредителей в семенных партиях необходимо проводить физико-механические мероприятия: очистка зерна на имеющихся в хозяйствах зерноочистительных и сортировальных установках. При неустойчивой температуре воздуха для охлаждения зерна и продукции используют отдельные дни, и даже часы суток с низкой температурой. Однако эти мероприятия снижают численность вредителей лишь на 35–60 %. Вместе с тем химический метод способствует значительному сокращению потерь зерна и является самым эффективным в защите от вредителей (таблица 5) [7].

По результатам многолетних опытов установлено, что при высокой численности клещей и нарастании в семенных негерметичных складских помещениях целесообразно применение препаратов инсектицидно-акарицидного действия способом влажной дезинсекции: Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л) – 16 мл/т и Простор, КЭ (бифентрин, 20 г/л + малатион, 400 г/л) – 0,015 л/т. При обнаружении обыкновенного волосатого и мучного клещей проводится влажная обработка (послойно или в потоке) продовольственного и семенного зерна. В партиях, где обнаружены амбарный и рисовый долгоносики, зерновой точильщик, суринамский и короткоусый рыжий мукоеды, но нет развития клещей, эффективна только влажная обработка (послойно или в потоке): Актеллик, КЭ – 16 мл/т; Простор, КЭ – 0,015 л/т; Фуфанон, КЭ (малатион, 570 г/л) – 12–30 мл/т; Фастак, КЭ (альфа-циперметрин, 100 г/л) – 16 мл/т; Витан, КЭ (циперметрин, 250 г/л) – 24 мл/т и др. [5].

В герметичных складах допускается аэрозольная обработка продовольственного и семенного зерна, хранящегося в засеках или насыпи препаратами Актеллик, КЭ (0,4 г/м<sup>3</sup>), Простор, КЭ (0,01 л/100 м<sup>3</sup>). Фумигацию таблетками Магтоксин (фосфид магния, 660 г/кг) – 12 г/м<sup>3</sup> допускается применять при темпе-

**Таблица 5 – Эффективность мероприятий по защите зерна от вредителей запасов в складских помещениях (2002–2008 гг.)**

Способ обработки	Препарат	Норма расхода	Складские помещения			
			негерметичные		герметичные	
			биологическая эффективность по снижению численности, %			
			насекомых	клещей	насекомых	клещей
Механическая очистка (Petkus)	–	–	35–40	45–60	35–40	45–60
Влажная обработка инсектицидами	Фастак, КЭ	16 мл/т	75–80	33–40	75–80	33–40
Влажная обработка инсектоакарицидами	Актеллик, КЭ	16 мл/т	100	100	100	100
	Простор, КЭ	0,015 л/т				
Аэрозольная обработка инсектоакарицидами	Актеллик, КЭ	0,4 мл/м <sup>3</sup>	не рекомендуется		95–100	90–100
	Простор, КЭ	0,015 л/100 м <sup>3</sup>				
Фумигация	Магтоксин, таблетки	12 г/м <sup>3</sup>			100	55–60

ратуре 0...+7 °С. Применение Фостоксина, таблетки, пеллеты (фосфид алюминия, 560 г/кг) – 9 г/м<sup>3</sup> допускается при температуре выше +15 °С. Фумигация зерна насыпью до 2,5 м и затаренного в мешки проводится под полиэтиленовой плёнкой.

Рекомендуется проводить дополнительную влажную обработку стен и полов складских помещений одним из разрешенных препаратов. Серные шашки использовать для газации при хранении зерна и продукции его переработки запрещается.

В настоящее время в Беларуси для защиты зерна от вредителей запасов в «Государственный реестр средств защиты растений...» [5] включены 19 препаратов, относящихся к 5 химическим классам с различными действующими веществами (пиримифос-метил, циперметрин, фосфид алюминия, дельтаметрин, фозалон, лямбда-цигалотрин, сера, фосфид магния, малатион, бифентрин, альфа-циперметрин, перметрин). В порядке убывания препараты представлены следующим образом: почти половину от общего количества зарегистрированных пестицидов составляют пиретроиды – 47,3 %, фосфорорганические соединения – 21,1 %, фумиганты – 21,0 %, комбинированные препараты – 5,3 %, соединения группы серы – 5,3 %. Согласно данным ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» в 2016 г. перед загрузкой семенных зерноскладов обрабатывалось около 11229,97 тыс. м<sup>2</sup>, из них в Брестской области – 2025,47 тыс. м<sup>2</sup>, Витебской – 1781,10 тыс. м<sup>2</sup>, Гомельской – 2680,30 тыс. м<sup>2</sup>, Гродненской – 1715,00 тыс. м<sup>2</sup>, Минской – 1848,50 тыс. м<sup>2</sup> и Могилевской – 1179,60 тыс. м<sup>2</sup>, что составляло 99–100 % от всей площади зернохранилищ семенного назначения. Таким образом, доминантное использование пиретроидов, фосфорорганических соединений способом влажной и аэрозольной обработки и фумигации свидетельствует о необходимости контроля за состоянием популяций членистоногих по резистентности к инсектицидам и инсектоакарицидам.

### Заключение

Таким образом, установлено, что в загруженных зернохранилищах Беларуси доминантными вредителями являются клещи (82–94 %) и насекомые из отряда жесткокрылые (5–16 %). Положительные температуры воздуха в период октябрь–декабрь (+9,2...+5,6 °С) способствуют нарастанию численности вредителей (максимально до 150 особей/кг). Понижение температуры воздуха до минусовых значений (–1,0 °С) негативно сказывается на их численности (снижение до 2 особей/кг). Рассчитаны акароиндексы (увеличение численности клещей на 1 особь/сутки) для зерна ячменя (0,2–0,3), овса (0,07–0,4) и пшеницы (0,04–0,07), что позволило разработать прогноз численности и вредоносности клещей.

Выявлено, что защитные мероприятия против вредителей при хранении зерна целесообразно проводить при достижении II степени заселенности.

Рекомендовано в осенне-зимний период проводить физико-механические мероприятия: очистка зерна на сепараторных установках типа Petkus K-527, Petkus K-502-7 и триерных цилиндрах, охлаждение зерна (около –15 °С в течение 24 часов), поддержание стандартной температуры и влажности зерна.

Из химических мероприятий в негерметичных складах: при наличии клещей – влажная обработка зерна препаратами Актеллик, КЭ (16 мл/т) и Простор,

КЭ (0,015 л/т); при наличии насекомых – пестицидами, включенными в «Государственный реестр...»; в герметичных складах кроме влажной рекомендуется аэрозольная дезинсекция препаратами Актеллик, КЭ (0,4 мл/м<sup>3</sup>) и Простор, КЭ (0,01 л/100 м<sup>3</sup>). Фумигацию Магтоксином, таблетки (12 г/м<sup>3</sup>) допускается применять при температуре 0...+7 °С (экспозиция – 10 суток), Фостоксином, таблетки, пеллеты (9 г/м<sup>3</sup>) – выше +15 °С (экспозиция – 5 суток). Фумигация зерна насыпью до 2,5 м и затаренного в мешки проводится под полиэтиленовой плёнкой.

Обоснована необходимость проведения в зернохранилищах систематического мониторинга фауны членистоногих в связи с потеплением климата, а также контроля состояния популяций в отношении резистентности к инсектицидам и акарицидам.

### Литература

1. Александрович, А. Р. Сурынамскі мукаед (*Oryzaephilus surinamensis*) / А. Р. Александрович // Энцикл. прыроды Беларусі. у 5 т. – Мінск, 1986. – Т. 5. – С. 40.
2. Ахаев, Д. Н. Роль метаболитов гусениц в хемокоммуникации мельничной огневки *Ephesia kuehniella* Zell. (Phycitidae, Lepidoptera): дис. ... канд. биол. наук: 03.00.09 / Д. Н. Ахаев. – Москва, 2005. – 242 п.
3. Бондаренко, І. В. Членистоногі – шкідники зерна колосових культур при зберіганні та заходи щодо регулювання їх чисельності в Лівобережному Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 16.00.10 / І. В. Бондаренко; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – Київ, 2016. – 23 с.
4. Ганиев, М. М. Вредители и болезни зерна и зернопродуктов при хранении / М. М. Ганиев, В. Д. Недорезков, Х. Г. Шарипов. – М.: Колос, 2009. – 208 с.
5. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / А. В. Пискун [и др.]. – Минск: ООО «Промкомплекс», 2017. – 688 с.
6. Закладной, Г. А. Вредители хлебных запасов / Г. А. Закладной // Защита и карантин растений. – 2006. – № 6. – 24 с.
7. Зинченко, В. А. Агрэоэкоцікалогія асноўныя прымянення пэстыцыдаў / В. А. Зинченко. – М.: МСХА, 2000. – 180 с.
8. Краснова, Ю. С. Оценка показателей урожайности и экологической пластичности сортов яровой мягкой пшеницы различных групп спелости в южной лесостепи Западной Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Ю. С. Краснова. – Омск, 2016. – 134 п.
9. Лившиц, И. З. Сельскохозяйственная акарология: монография / И. З. Лившиц, В. И. Митрофанов, А. З. Петрушов. – 2-е изд., исправ. – Киев: Аграрная наука, 2013. – 348 с.
10. Марковец, А. Ф. Амбарные вредители и меры борьбы с ними / А. Ф. Марковец. – Минск: Ураджай, 1980. – 40 с.
11. Малчанава, Р. В. Матэрыялы да фауны агнёвак – Lepidoptera, Pyraloidea (Galleriidae, Phycitidae) Беларусі / Р. В. Малчанава // Весці АН БССР. Сер. біял. навук. – 1969. – № 3. – С. 96–101.
12. Мельник, В. И. Влияние изменения климата на агроклиматические ресурсы и продуктивность основных сельскохозяйственных культур Беларуси: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.23 / В. И. Мельник; Белорус. гос. ун-т. – Минск, 2004. – 21 с.
13. Пілько, М. М. Шкоднікі зерня і змаганне з імі. Сялянская бібліятэка / М. М. Пілько. – Менск: Выд. Бел. НДІ, 1929. – 142 с.
14. Способы снижения остаточного содержания пестицидов в зерне / Е. С. Гашко [и др.] // Молодой исследователь Дона. – 2017. – № 6(9). – С. 13–21.
15. Шкідники хлібных запасів / С. О. Трибель [та інш.]. – Київ: Клобін, 2007. – 48 с.
16. Biological Traits of *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) Reared on Khodari Date Fruits Under Different Temperature Regimes / M. Husain [et al.] // J. Econ. Entomol. – 2017. – Vol. 110, № 4. – P. 1923–1928.
17. Nawrot, J. Owady – szkodniki magazynowe. – Warszawa: Themar, 2002. – 151 p.
18. Pest Control Strategies and Damage Potential of Seed-Infesting Pests in the Czech Stores – a Review / V. Stejskal [et al.] // Plant Protection Science. – 2014. – Vol. 50, № 4. – P. 165–173. Pest Control Strategies and Damage Potential of Seed-Infesting Pests in the Czech Stores – a Review / V. Stejskal [et al.] // Plant Protection Science, 2014. – Vol. 50, № 4. – P. 165–173.

## Анализ фитосанитарного риска вредителей запасов

Л. Н. Хромушкина, аспирант, В. П. Федоренко, доктор биологических наук  
Институт защиты растений НААН Украины

(Дата поступления статьи в редакцию 19.03.2018 г.)

В статье приведены результаты анализа фитосанитарного риска (АФР) для центральной Украины пяти карантинных вредителей запасов: арахисовой зерновки (*Caryedon gonagra* Fabr.), бразильской бобовой зерновки (*Zabrotes subfasciatus* Boh.), китайской зерновки (*Callosobruchus chinensis* Linn.), четырехпятнистой зерновки (*Callosobruchus maculatus* Fabr.) и капрового жука (*Trogoderma granarium* Ev.). Предложено арахисовую зерновку вывести из списка регулируемых (карантинных) вредителей, а остальные виды пока сохранить в «Перечне регулируемых вредных организмов» списка А-1 «Карантинные организмы, отсутствующие в Украине».

### Введение

С развитием торговых отношений, широким обменом товаров и ввозом их на территорию центральной Украины возникла потребность в более широком освещении проблем фитосанитарного риска вредителей запасов и пересмотра прежнего анализа фитосанитарного риска (АФР) для подтверждения необходимости сохранения или исключения того или иного вида из списка карантинных, особо опасных видов, отсутствующих в Украине, или отнести их к обычным, менее опасным видам, с которыми не проводятся карантинные мероприятия.

В действующий «Перечень регулируемых вредных организмов» включены карантинные энтомологические виды, отсутствующие на территории Украины, но которые при попадании в новые благоприятные условия зоны АФР могут успешно развиваться и размножаться. Это такие вредители, как арахисовая зерновка (*Caryedon gonagra* Fabr.), бразильская бобовая зерновка (*Zabrotes subfasciatus* Boh.), китайская зерновка (*Callosobruchus chinensis* Linn.), четырехпятнистая зерновка (*Callosobruchus maculatus* Fabr.) и капровый жук (*Trogoderma granarium* Ev.) [1].

Поэтому анализ фитосанитарного риска проводился с целью пересмотра карантинного статуса вредителей запасов для территории Украины.

### Методика проведения исследований

На протяжении 2011–2014 гг. нами была проведена оценка фитосанитарного риска карантинных вредителей запасов: арахисовой зерновки (*Caryedon gonagra* Fabr.), бразильской бобовой зерновки (*Zabrotes subfasciatus* Boh.), китайской (*Callosobruchus chinensis* Linn.) и четырехпятнистой (*Callosobruchus maculatus* Fabr.) зерновок, капрового жука (*Trogoderma granarium* Ev.) для территории центральной Украины по соответствующим стандартам Международной конвенции по карантину и защите растений (МККЗР) [2–5] и Европейской организации по карантину и защите растений (ЕОКЗР) [6–8], а также по разработанным авторским коллективом отдела карантина растений Института защиты растений НААН рекомендациям по процедуре анализа фитосанитарного риска в Украине [9] и другим рекомендациям [10].

Поскольку вредители определены как карантинные виды и включены в «Перечень ...», то АФР для усло-

*The article presents the results of pest risk analysis (PRA) of five quarantine pests of stored grain: the groundnut borer (*Caryedon gonagra* Fabr.), the Mexican bean beetle (*Zabrotes subfasciatus* Boh.), the Chinese bruchid (*Callosobruchus chinensis* Linn.), the cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus* Fabr.) and the khapra beetle (*Trogoderma granarium* Ev.) for central Ukraine. It was suggested to remove the groundnut borer from the list of regulated (quarantine) pests, while the remaining species should be preserved in the "List of regulated organisms" of A-1 List "Quarantine organisms absent in Ukraine".*

вий центральной Украины осуществляли, начиная со второго этапа.

Количественную и качественную оценку фитосанитарного риска вредителей запасов для территории центральной Украины проводили по следующим основным показателям: вероятности проникновения (ВП), вероятности акклиматизации (ВА), а также потенциальной экономической вредоносности (ПЭВ). Для этого осуществляли количественную оценку ответов на каждый вопрос в таблицах согласно методике на основе 9-балльной шкалы с постепенным переходом от одной таблицы к следующей. Схемы и таблицы с определенными вопросами каждого этапа отдельно (качественной и количественной оценки) подготовлены согласно разработанным методическим рекомендациям по процедуре анализа фитосанитарного риска [9].

Математические расчеты средневзвешенных показателей ВП, ВА и ПЭВ выполняли по единой формуле:

$$ВП, ВА, ПЭВ = \frac{\sum_{i=1}^n a_i \times w_i}{\sum_{i=1}^n w_i},$$

где:  $w_i$  – коэффициент вопроса;  $a_i$  – оценка вопроса в баллах;  $n$  – количество.

На основании полученных показателей рассчитывали средневзвешенный показатель потенциального ущерба (ПУ) от вредителей для зоны АФР по формуле:

$$ПУ = (ВП \times ВА \times ПЭВ) \div 100,$$

где: ВП – вероятность проникновения, балл;

ВА – вероятность акклиматизации, балл;

ПЭВ – потенциальная экономическая вредоносность, балл.

### Результаты исследований и их обсуждение

В работе проведен анализ фитосанитарного риска для центральной Украины карантинных вредителей запасов из «Перечня регулируемых вредных организмов» списка А-1 «Карантинные организмы, отсутствующие в Украине»: арахисовой зерновки (*Caryedon gonagra* Fabr.), бразильской бобовой зерновки (*Zabrotes subfasciatus* Boh.), китайской (*Callosobruchus chinensis* Linn.) и четырехпятнистой (*Callosobruchus maculatus* Fabr.) зерновок, капрового жука (*Trogoderma*



**Итоговая количественная оценка фитосанитарного риска вредителей запасов для территории центральной Украины (2011–2014 гг.)**

Показатель	<i>Caryedon gonagra</i> Fabr.	<i>Callosobruchus chinensis</i> Linn.	<i>Callosobruchus maculatus</i> Fabr.	<i>Zabrotes subfasciatus</i> Boh.	<i>Trogoderma granarium</i> Ev.	Пороговый показатель
Вероятность проникновения (ВП)	2,63	5,26	5,34	4,53	5,53	4,86
Вероятность акклиматизации (ВА)	1,48	4,63	4,63	4,08	5,43	5,10
Потенциальная экономическая вредоносность (ПЭВ)	3,92	5,45	5,65	5,08	5,74	3,42
Потенциальный ущерб (ПУ)	0,15	1,33	1,40	0,93	1,72	1,30

*granarium* Ev.). Полученные результаты приведены в таблице.

При расчетах количественного фитосанитарного риска установлено, что наименьшую вероятность проникновения на территорию центральной Украины показала арахисовая зерновка (2,63) и немного большую (4,53) – бразильская бобовая зерновка (для карантинных видов пороговый показатель должен быть больше или равен 4,86 баллов). Самые большие показатели были установлены для китайской (5,26) и четырехпятнистой (5,34) зерновок. Ведь эти виды могут быть завезены в Украину с семенным, продовольственным материалом зернобобовых культур, с упаковочной тарой и транспортными средствами из стран их распространения.

Существует опасность завоза и капрвого жука на территорию центральной Украины с импортными объектами регулирования растительного происхождения (семенным материалом сельскохозяйственных культур, арахисом, кунжутом, специями, сушеным виноградом), с упаковочной тарой и транспортными средствами. Экспериментальные расчеты количественной оценки фитосанитарного риска *Trogoderma granarium* показали умеренно высокое значение вероятности проникновения – 5,53 балла.

Для центральной Украины наименьшую вероятность акклиматизации показала арахисовая зерновка (1,48) при пороговом показателе 5,10. Низкие значения были установлены и для остальных видов зерновок. Так, для китайской и четырехпятнистой зерновок этот показатель составил по 4,63 балла, а для бразильской бобовой зерновки всего 4,08. Это объясняется тем, что эти вредители смогут выжить в центральной Украине только в отапливаемых складских помещениях. В отличие от зерновок, капрвый жук успешно сможет развиваться как в отапливаемых складских помещениях, так и в неотапливаемых. Поэтому вероятность акклиматизации вредителя превысила пороговый показатель и составила 5,43 балла.

Несмотря на то что потенциальная экономическая вредоносность у всех вредителей превысила пороговый показатель 3,42, самое меньшее значение было получено для арахисовой зерновки и составило 3,92 балла.

Так как были получены результаты с низкими показателями вероятности проникновения и вероятности акклиматизации, то и потенциальный ущерб от арахисовой зерновки показал низкое значение, а именно 0,15 балла при пороговом показателе 1,30. Таким образом, проведенным АФР доказано, что *Caryedon gonagra* для центральной Украины не представляет особой угрозы и может быть выведена из «Перечня регулируемых вредных организмов» списка А-1 «Карантинные организмы, отсутствующие в Украине».

Несмотря на потенциальный ущерб от бразильской бобовой зерновки в 0,93 балла, ее необходимо пока оставить в «Перечне...», так как фитосанитарный риск потенциальной экономической вредоносности показал высокое значение (5,08).

Потенциальный ущерб от китайской зерновки составил 1,33 балла, четырехпятнистой зерновки – 1,40, немного превысив пороговый уровень (1,30). Наибольший ущерб для территории Украины может принести капрвый жук, ведь его показатель достиг 1,72 балла.

**Выводы**

1. В результате проведенного анализа фитосанитарного риска карантинных вредителей запаса установлено, что арахисовая зерновка (*Caryedon gonagra* Fabr.) для территории Украины не представляет угрозы и может быть выведена из «Перечня регулируемых вредных организмов» списка А-1 «Карантинные организмы, отсутствующие в Украине».

2. Несмотря на то что были получены результаты с низкими показателями вероятности проникновения и акклиматизации, а также потенциального ущерба от бразильской бобовой зерновки (*Zabrotes subfasciatus* Boh.), ее необходимо пока оставить в «Перечне регулируемых вредных организмов» в списке А-1 «Карантинные организмы, отсутствующие в Украине» для дальнейшего изучения возможного постепенного проникновения зерновки на территорию Украины, учитывая высокую экономическую вредоносность.

3. Проведенным АФР доказана необходимость фитосанитарного регулирования зерновок рода *Callosobruchus* spp. (*Callosobruchus chinensis* Linn. и *Callosobruchus maculatus* Fabr.) и капрвого жука *Trogoderma granarium* Ev., а также недопущения их проникновения на территорию Украины.

4. Считаю целесообразным подтвердить карантинный статус *Callosobruchus chinensis*, *Callosobruchus maculatus*, *Zabrotes subfasciatus* и *Trogoderma granarium* в «Перечне регулируемых вредных организмов» в списке А-1 «Карантинные организмы, отсутствующие в Украине» и продолжить мониторинговую программу для своевременного выявления этих вредителей.

**Литература**

1. Перелік регульованих шкідливих організмів, затверджений наказом Міністерства аграрної політики України від 04.08.2010 № 467, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 20.08.2010 р. за № 720/18015: [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.zada.gov.ua>.
2. International Standard for Phytosanitary Measures (ISPM) № 2: Guidelines for pest risk analysis. – Rome: FAO, 1995. – 20 p.
3. International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM) № 8: Determination of pest status in an area. - Rome: FAO, 1998. – 9 p.
4. International Standard for Phytosanitary Measures (ISPM) № 11 Pest risk analysis for quarantine pests including analysis of

- environmental risks and living modified organisms. – Rome: FAO, 2004. – 24 p.
5. International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM) № 19: Guidelines on lists of regulated pests. – Rome: FAO, 2003. – 6 p.
  6. Смит, И. М. Анализ фитосанитарного риска / И. М. Смит, А. Д. Орлинский // Защита и карантин растений. – 1998. – № 1. – С. 18–22.
  7. Смит, И. М. Схема ЕОЗР для оценки фитосанитарного риска / И. М. Смит, А. Д. Орлинский // Защита и карантин растений. – 1999. – № 8. – С. 28–36.
  8. Смит, И. М. Схема ЕОЗР для оценки снижения фитосанитарного риска / И. М. Смит, А. Д. Орлинский // Защита и карантин растений. – 2001. – № 8. – С. 26–32.
  9. Аналіз фітосанітарного ризику регульованих шкідливих організмів, відсутніх в Україні (посібник) / Л. А. Пилипенко [та інш.]. – К.: Колобіг, 2012. – 56 с.
  10. Орлинский, А. Д. Анализ фитосанитарного риска в России: автореф. дис. на соискание уч. степени д-ра биол. наук: 06.01.11. «Защита растений» / А. Д. Орлинский. – М., 2006. – 45 с.

УДК 633.412: 631.526.325: 631.524.86(476)

## **Оценка устойчивости к корнееду межсортовых гибридов свеклы столовой в условиях Беларуси**

*В. В. Опимах, кандидат с.-х. наук, Н. С. Опимах, научный сотрудник*

*Институт овощеводства, Беларусь*

*М. И. Федорова, доктор с.-х. наук*

*Федеральный научный центр овощеводства, Россия*

(Дата поступления статьи в редакцию 24.08.2018 г.)

*Представлены результаты оценки устойчивости к корнееду (комплексу почвенных патогенов) 15 селекционных образцов свеклы столовой в условиях Беларуси. Установлены источники для селекции свеклы столовой на устойчивость к корнееду.*

*The results of the assessment of the resistance to corneed (a complex of soil pathogens) of 15 selection samples of red beet in the conditions of Belarus are presented. Sources for the selection of red beet for resistance to soil pathogens have been established.*

### **Введение**

Корнеед (черная ножка, гниль корня) – заболевание проростков и всходов свеклы широко распространено во всех свеклосеющих странах мира.

Возбудителем корнееда свеклы является комплекс, включающий до 100 фитопатогенов, состоящий из грибов (*Aphanomyces*, *Pythium*, *Fusarium*, *Phoma*, *Rizoctonia*, *Penicillium* и др.) и бактерий (*Pectobacterium*, *Pseudomonas* и др.).

На проявление болезни оказывают влияние качество семян, уровень инфекционной нагрузки, погодноклиматические условия, агротехнические приемы возделывания, обеспеченность минеральным питанием, агрофизические свойства почвы, кислотность, увлажненность и др.

Оптимальная кислотность почвы для свеклы – рН 5,8–7,0 и зависит от ее разновидности, наличия элементов питания, особенно от содержания в ней органических веществ. На кислых почвах рН 5,0 и ниже нарушается нормальный рост, резко снижается урожайность, а растения сильнее поражаются заболеваниями. При этом молодые всходы массово поражаются корнеедом, замедляется их рост и наблюдается антоциановая пигментация листочков [14].

Исследованиями установлено влияние фона минерального питания, способов основной обработки почвы на видовой состав возбудителей корнееда и степень развития болезни [8, 15, 17]. Погодно-климатические условия также обуславливают специфичность патогена. Грибы из родов *Pythium* и *Phoma* предпочитают прохладную погоду, а грибы из рода *Aphanomyces* развиваются при высокой температуре и на более поздних фазах развития свеклы столовой. Предшествующая культура оказывает влияние на микробиоту корнееда [18]. Бобовые культуры увеличивают распространённость корнееда фузариозной и ризоктониозной при-

роды [17]. По данным М. М. Ганиева, оптимальная глубина заделки семян 3–4 см способствует меньшей пораженности всходов корнеедом [9].

Симптомы проявления болезни на всходах свеклы проявляются в поражении нижней части подсемядольного колена в виде потемнения и перетяжки (кольцевой перехват), в результате чего всходы вянут, буреют корешки и в итоге растение погибает. Проростки часто гибнут, не достигнув поверхности почвы. Всходы инфицированных растений свеклы чаще полегают, засыхают. Посевы изреживаются.

Основной источник инфекции – почва, кроме того, возбудитель сохраняется на растительных остатках, семенах. С возрастом растения становятся менее восприимчивыми к инфекции. Так, в фазе 1–2 пар настоящих листьев виды *P. ultimum* и *Rhizoctonia* уже слабо способны поражать первичную кору. Кроме того, в пределах одного образца или сортопопуляции устойчивость к корнееду сильно варьирует [12].

Потери урожая от поражения корнеедом достигают 25–50 % [14, 18]. При массовой эпифитотии может погибнуть до 100 % посевов [12].

Исследователями разработан ряд методов оценки устойчивости свеклы к корнееду. Самый простой и в то же время менее эффективный – это оценка коллекционного и селекционного материала в обычных полевых условиях. Наиболее информативные данные можно получить в годы эпифитотийного развития болезни [14]. Данный метод не стоит недооценивать, а рассматривать как первичный этап оценки устойчивости исследуемых образцов. Более детальная дифференциация образцов может проводиться на участках с искусственно созданными неблагоприятными условиями (ранневесенние посевы, глубокая заделка семян, кислая почва и др.), на специальных инфекционных фонах, при искусственном заражении семян свеклы

патогенами (*Ph. betae* и др.). Более быстрый способ оценки исследуемого материала – это использование ПЦР анализа.

Степень устойчивости проростков свеклы к корнееду обусловлена генетикой сорта, а также в значительной степени зависит от уровня их жизнеспособности и толерантности к патогенной микрофлоре [18].

Особую сложность при селекции на толерантность к корнееду составляет определение ее природы. Проследить проявление и передачу признака устойчивости при гибридизации разных форм является важным моментом в селекционной работе [7].

Важно вести селекцию на наследственную устойчивость сортов на определенный «запас» устойчивости, то есть она должна быть рассчитана не только на обычные условия вегетации, но и на наиболее эпифитотийные годы данной зоны выращивания [5, 14].

Основными задачами селекционеров являются: создание более пригодных к механизированному возделыванию сортов и гибридов; получение генетически стабильных форм одно-двуростковой свеклы, сочетающих устойчивость к основным болезням с комплексом хозяйственно полезных признаков (высокая урожайность, повышенное содержание сухого вещества, сахаров, бетаина, витаминов, устойчивость к цветущности, для сортов с односемянным уровнем плодности особенно важны хорошая семенная продуктивность, особенно посевные качества семян) [1, 4, 5, 10, 16].

Критериями отбора при подборе родительских компонентов для гибридизации свеклы столовой являются устойчивость к корнееду, церкоспорозу, фомозу, урожайность, товарность, отсутствие кольцеватости, устойчивость к цветущности, стабильность химического состава корнеплода [2, 3, 7]. Устойчивость свеклы столовой к болезням (корнеед, церкоспороз, пероноспороз, фомоз и др.) – наиболее важное направление селекции, которому сравнительно мало уделяется внимания [6, 10, 14, 16, 19]. Было установлено, что признак толерантности наследуется в потомстве [13]. Проблема выведения устойчивых к корнееду сортов свеклы, по мнению В. Е. Юдаевой, стоит очень остро, поскольку иммунных к этой болезни форм не выявлено [18].

Целью нашей работы было проведение оценки на устойчивость к корнееду селекционных образцов свеклы столовой в условиях Беларуси.

#### Методика и условия проведения исследований

Экспериментальные исследования проводили на опытном поле РУП «Институт овощеводства» в 2016–2018 гг. методами лабораторно-полевых опытов, постановку которых осуществляли по общепринятой методике [11].

В качестве объекта исследований использованы: межсортовые гибриды столовых корнеплодов отечественной и иностранной селекции, в т. ч. предоставленные ВНИИР; гибриды и сорта лаборатории селекции и семеноводства столовых корнеплодов ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства».

Селекционные исследования выполняли в соответствии с рекомендациями, изложенными в методических руководствах: «Методические указания ВИР по изучению и поддержанию мировой коллекции корнеплодов» (1981); «Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ рода *Beta L.*» (1982); «Методы селекции и семеноводства овощных корнеплодных культур: морковь, свекла,

редис, редька, дайкон, репа, брюква, пастернак и др.» (2003).

Почва опытных участков – дерново-подзолистая легкосуглинистая, развитая на лессовидном среднем суглинке, подстилаемая с глубины 1,2–1,5 м мореной. Основные агрохимические свойства пахотного слоя почвы: гумус (по И. В. Тюрину) – 2,20–2,70 %; рН<sub>KCl</sub> – 6,2–6,6; подвижные формы P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O (по А. Т. Кирсанову) – соответственно 240–300 и 260–320 мг/кг почвы. Предшествующая культура – лук репчатый.

Сев проводили 10–25 мая по схеме 62 + 8 см. Глубина заделки семян – 2–3 см. Стандартом являлся сорт свеклы столовой Гаспадыня.

Статистическая обработка данных проведена по Б. А. Доспехову [11] с использованием табличного процессора Excel.

#### Результаты исследований и их обсуждение

По мнению ряда исследователей, наиболее эффективный способ сокращения потерь от болезней – возделывание сортов с наследуемой генетической защитой от патогенов [5, 10]. Селекция на устойчивость должна проводиться в два этапа: первый – оценка на естественном фоне, второй – оценка на искусственном фоне. Наши исследования были направлены на изучение толерантности к корнееду селекционных образцов свеклы в полевых условиях.

По результатам проведенной оценки было установлено, что условия вегетации 2018 г. в большей степени способствовали поражению корнеедом селекционных образцов свеклы столовой, поскольку после сева наблюдался длительный период с низкой температурой. Растянутый период всходов на две недели дольше обычного позволил на естественном инфекционном фоне дифференцировать селекционные образцы по степени устойчивости к почвенным патогенам (таблица 1).

При изучении селекционных образцов установлено, что у образцов с круглой формой корнеплода средний балл поражения составил 0,4–2,6 балла, степень развития болезни колебалась от 10,4 до 42,3 %, распространенность болезни – 15,5–49,7 %. Стандарт – сорт Гаспадыня имел средний балл поражения 0,4, степень развития болезни – 10,6 %, распространенность болезни – 12,5 %. Селекционные образцы свеклы столовой в полевых условиях были относительно устойчивы к корнееду, кроме образца к-11, который имел средний балл поражения 2,6, степень развития болезни – 42,3 %, распространенность болезни – 49,7 %.

По результатам исследования образец с цилиндрической формой корнеплода (ц-6) был более устойчивый, чем большинство образцов с круглой формой корнеплода. Образцы с цилиндрической формой корнеплода, в отличие от образцов с круглой формой, на более поздних стадиях развития (2–3 пара настоящих листьев) при поражении корнеедом даже в легкой степени не формируют товарного корнеплода. Кроме того, не было отмечено существенных различий по устойчивости между одноростковыми и многоростковыми формами. Однако важно учесть, что при посеве одноростковыми формами на тяжелых бесструктурных почвах даже после умеренных дождей часто верхний слой почвы сильно уплотняется, и образуется прочная корка, через которую всходы не могут пробиться на поверхность. Без доступа воздуха происходит удушение проростка. Создание толерантных форм свеклы к корнееду весьма сложный процесс, поскольку генетиче-



**Таблица 1 – Результаты оценки селекционных образцов свеклы столовой на устойчивость к корнееду (2016–2018 гг.)**

Образец	Средний балл поражения	Степень развития болезни, %	Распространенность болезни, %
к-4	0,4	10,4	15,5
к-8	0,6	17,6	19,2
к-9	0,8	22,3	27,1
к-10	1,1	28,2	32,5
к-12	1,2	38,6	40,6
к-2	0,8	21,2	25,3
к-1	1,5	37,4	39,8
ц-4	1,7	36,7	42,4
ц-6	0,9	27,2	32,7
к-5	1,6	37,5	40,9
к-6	2,2	40,1	46,5
к-15	2,0	39,5	44,3
к-11	2,6	42,3	49,7
к-16	0,8	20,9	25,2
к-19	1,7	39,2	42,8
Гаспадыня (стандарт)	0,4	10,6	12,5

**Таблица 2 – Степень устойчивости селекционных образцов свеклы столовой к корнееду**

Степень устойчивости	Образец
Очень высокая	не выявлено
Высокая	не выявлено
Средняя	к-4, к-8, к-9, ц-6, к-16, Гаспадыня
Низкая	к-10, к-12, к-2, к-1, ц-4, ц-6, к-5, к-6, к-15, к-19
Очень низкая	к-11

ская природа устойчивости к различным компонентам комплекса патогенов разная [13]. Поэтому актуальным направлением в работе является создание высокопродуктивных одно-двусемянных сортов и гибридов свеклы столовой, пригодных к механизированному возделыванию, одновременно сочетающих устойчивость к корнееду и основным болезням с высоким содержанием в корнеплодах биологически активных веществ.

Распределение образцов по степени устойчивости представлено в таблице 2.

В наших исследованиях образцы с абсолютной устойчивостью не выявлены. Большинство (97,3 %) изученных образцов имело среднюю и низкую степень устойчивости к корнееду. Для дальнейшей селекционной работы важно отобрать образцы с наибольшей степенью устойчивости. В первую группу вошли 7 образцов, включая стандарт – сорт Гаспадыня, проявившие среднюю степень устойчивости. Половина оцененных образцов составили вторую группу с низкой степенью устойчивости. В дальнейшей селекционной работе на устойчивость к корнееду следует использовать селекционные образцы средней степени устойчивости: к-4, к-8, к-9, ц-6, к-16, Гаспадыня.

**Заключение**

Все изученные в селекционном питомнике образцы свеклы столовой были восприимчивы к корнееду и отличались по устойчивости к комплексу патогенов.

В дальнейшей селекции свеклы столовой на устойчивость к корнееду рекомендуется использовать следующие образцы: к-4, к-8, к-9, ц-6, к-16, Гаспадыня.

**Литература**

1. Боос, Г. В. Современные аспекты изучения и использования коллекции овощных и бахчевых культур / Г. В. Боос, А. А. Казакова, В. И. Буренин // Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова. – Л., 1983. – Т. 80. – С. 90–95.
2. Бордонос, М. Г. Характер расщепления и некоторые особенности свекловичных высадок с одноцветковыми семенами / М. Г. Бордонос // Селекция и семеноводство. – 1938. – № 6. – С. 24–27.
3. Булатова, Н. А. Скрининг образцов свеклы на холодостойкость и их селекционная ценность: автореф. ... дис. канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Н. А. Булатова; Всерос. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова. – СПб., 2000. – 16 с.
4. Буренин, В. И. К проблеме селекции односемянных сортов столовой свеклы / В. И. Буренин, В. Е. Юдаева // Селекция и семеноводство. – 1981. – № 1. – С. 19–21.
5. Буренин, В. И. Свекла / В. И. Буренин, В. Ф. Пивоваров. – СПб.: ВИР, 1998. – 215 с.
6. Буренин, С. В. Уровень устойчивости к корнееду грибных форм и самоопыленных линий свеклы / В. И. Буренин // Генетические коллекции овощных растений; под общ. ред. В. А. Драгавцева – СПб., 2001. – Ч. 3. – С. 191–197.
7. Буренин, В. И. Эволюционно-генетические аспекты устойчивости генресурсов свеклы к болезням / В. И. Буренин, В. И. Кривченко // Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции / Всерос. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова. – СПб., 2001. – Т. 159. – С. 50–61.
8. Воблов, А. П. Влияние основной обработки почвы на развитие корнееда и гнилей корнеплодов / А. П. Воблов, Т. А. Воблова, О. А. Воблова // Сахарная свекла. – 2010. – № 5. – С. 23–25.
9. Ганиев, М. М. Защита овощных культур / М. М. Ганиев, В. Д. Недорезков. – М.: Мир, 2006. – 279 с.
10. Дерюгин, В. А. Отбор по устойчивости к корнееду / В. А. Дерюгин, О. В. Донец // Сахарная свекла. – 2001. – № 12. – С. 9–11.
11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 3-е изд. – М.: Колос, 1973. – 336 с.
12. Иванцова, Е. А. Болезни столовой свеклы и меры защиты / Е. А. Иванцова // Фермер. Черноземье. – 2017. – № 3 – С. 42–44.

13. Корнеев, А. В. Правомерно ли название "корнеед" / А. В. Корнеев, А. К. Буторина // Сахарная свекла. – 2013. – № 9. – С. 37.
14. Красочкин, В. Т. Свекла / В. Т. Красочкин. – Л.: Сельхозгиз, 1960. – 244 с.
15. Петряков, А. П. Продуктивность корнеплодов в зависимости от способа основной обработки почвы / А. П. Петряков // Сахарная свекла. – 2010. – № 5. – С. 27–30.
16. Проблемы иммунитета сельскохозяйственных растений к болезням / Н. А. Дорожкин [и др.]; Акад. наук БССР, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск: Наука и техника, 1988. – 248 с.
17. Стогниенко, О. И. Микобиота корнееда в зависимости от способов основной обработки почвы и фона удобрённости / О. И. Стогниенко, А. А. Шамин, О. К. Боронтов // Сахарная свекла. – 2011. – № 4. – С. 23.
18. Юдаева, В. Е. Исходный материал для селекции свеклы столовой на устойчивость к корнееду / В. Е. Юдаева, А. И. Бохан // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: школа молодых ученых по эколого-генетическим основам северного растениеводства в рамках Междунар. науч.-практ. конференции, Киров, 2–3 апр. 2015 г. – Киров, 2015. – С. 294–295.
19. Chromosome localisation of genes for resistance to *Heterodera schachtii*, *Cercospora beticola* and *Polymyxa betae* using sets of *Beta procumbens* and *B. patellaris* derived monosomic additions in *B. vulgaris* / M. Mesbah [et al.] // *Euphytica*. – 1997. – Vol. 97, № 1. – P. 117–127.

УДК 634.11:632.421.927(476)

## Поражаемость болезнями устойчивых и иммунных к парше сортов яблони отечественной селекции, возделываемых в промышленных садах Беларуси

В. С. Комардина, Р. И. Плескацевич, кандидаты биологических наук,  
Е. В. Васеха, кандидат с.-х. наук  
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 03.08. 2018 г.)

*Сорта яблони, селекционированные как иммунные и устойчивые к парше и возделываемые в промышленных садах, со временем теряют это свойство и поражаются болезнью от депрессивно-умеренного уровня у сортов с моногенной устойчивостью (развитие на листьях колеблется от 0,1 до 32,2%, на плодах – от 0,1 до 23,0%) до эпифитотийного – у сортов, имеющих полигенную устойчивость (развитие на листьях до 58,7%, на плодах – до 68,0%). Возрастает вредоносность антракноза коры на сортах, устойчивых к парше, – поражённость деревьев в очагах достигает 71,4%. На депрессивно-умеренном уровне устойчивые сорта яблони поражаются комплексом пятнистостей листьев (распространённость до 10,4%) и монилиозом (распространённость 2,6–15,2%).*

### Введение

Интенсификация садоводства в республике повлекла за собой изменение технологии возделывания плодовых культур, полную или частичную сортосмену, интродукцию сортов зарубежной селекции, что обусловило усиление вредоносности как аборигенных, так и интродуцированных видов вредных организмов.

В настоящее время общая площадь плодовых насаждений в Беларуси составляет 95,5 тыс. га, из которых 16,3 тыс. га – сады интенсивного типа. Несмотря на определенные изменения в развитии плодового садоводства республики, направленные на увеличение разнообразия сортимента плодовых и ягодных культур, обусловленные реализацией Государственных программ «Плодоводство» 2004–2010 гг. и «Картофелеводство, овощеводство и плововодство» 2011–2015 гг., яблоня занимает лидирующее положение в товарных садах – более 90% [4]. Основу таких садов составляют сорта белорусской селекции, которые являются наиболее адаптированными к почвенно-климатическим условиям республики.

*Apple cultivars, selected as immune and resistant to apple scab and cultivated in commercial orchards, with time are losing this property and are being affected by the disease from slightly-moderate level on the cultivars with monogenic resistance (severity on leaves varies from 0,1 to 32,2%, on fruits – from 0,1 to 23,0%) up to epiphytotic – on polygenic resistant ones (severity on leaves – up to 58,7%, on fruits – up to 68,0%). Anthracnose cancer harmfulness on apple scab resistant cultivars has increased – the incidence in focuses can reach 71,4%. Resistant apple cultivars are affected by the spot diseases complex on slightly – moderate level (incidence – up to 10,4%) and brown rot (incidence – 2,6–15,2%).*

В промышленных насаждениях яблони до 40% потерь урожая приходится на потери от парши [6, 7]. В связи с этим ведется интенсивная селекция и интродукция иммунных и устойчивых к болезни сортов яблони [1, 5, 8]. Несмотря на то что такие сорта предпочтительны в производстве в связи с минимальным проведением фунгицидных обработок, они с течением времени сильнее поражаются паршой и другими грибными болезнями [2, 9].

В связи с этим исследования по оценке поражаемости устойчивых и иммунных к парше сортов яблони отечественной селекции являются актуальными.

### Методика и место проведения исследований

Погодные условия в вегетационных периодах 2014–2015 гг. были благоприятными для развития грибных болезней яблони.

Оценка фитосанитарного состояния семечковых насаждений для определения распространения болезней, установления видового состава их возбудителей проводилась во время маршрутных обследований в

период вегетации в плодородных хозяйствах республики по общепринятым методикам [3].

Стационарные наблюдения проводили в коллекционных посадках РУП «Институт плодородства» Минского района и в 4-х промышленных садах в 3-х агроклиматических зонах республики: южной – ОАО «Почапово» Пинского района Брестской области; центральной – СХФ «Клецкий» ОАО «Слуцкий сыродельный комбинат» Клецкого района и СХФ «Правда-агро» ОАО «Агрокомбинат Дзержинский» Дзержинского района Минской области; северной – РУП «Толочинский консервный завод» Толочинского района Витебской области.

Обследования плодовых насаждений проводили поквартально. За единицу учета принимали 1 га сада. На данной площади осматривали:

- при учете зимующего запаса парши в ранневесенний период покоя растений – по 100 опавших листьев с 10 учетных деревьев каждого сорта;
- при учетах в период вегетации – 100 учетных органов (бутоны, соцветия, листья, завязи, плоды, побеги) с 10 учетных (модельных) деревьев.

Учеты развития болезней с целью определения сроков появления, изучения динамики развития фитопатогенов осуществляли на фоне их естественного развития по общепринятым методикам [3].

### Результаты исследований и их обсуждение

Анализ фитопатологической ситуации в условиях 2014–2015 гг. показал, что на иммунных и устойчивых сортах яблони доминировали парша (*Venturia inaequalis* Cooke Wint.) и монилиоз (*Monilinia fructigena* Aderh. Et Ruhl.), к субдоминирующим относились мучнистая роса (*Podosphaera leucotricha* Salm.), филлостиктоз (*Phyllosticta mali* Prill. Et Delacr.), альтернариоз (*Alternaria* sp.) и комплекс болезней коры, вызываемых грибами из родов *Neofabraea* sp.

Развитие парши яблони в период исследований носило эпифитотийный характер. Инфекционный запас возбудителя болезни гриба *V. inaequalis* в промышленных садах за годы исследований колебался: на сорте Алеса – от 0,1 до 35,2 %, Белорусское сладкое – 10,0–53,8 %, Вербнае – 10,5–27,5 %, Весялина – 17,9–33,2 %, Имант – 2,0–32,0 %, Заславское – 4,2–44,2 %, на сорте Сябрына – 7,0–50,9 %.

Наблюдения за динамикой развития сумчатой стадии гриба *V. inaequalis*, проведенные в опытном саду РУП «Институт защиты растений» Минского района, показали, что начало созревания плодовых тел фитопатогена в годы исследований отмечалось в третьей декаде февраля. В первой декаде марта 30 % перитециев были частично зрелыми, и в них выявлено формирование асков с аскоспорами. К началу третьей декады марта 50 % плодовых тел возбудителя парши яблони были зрелыми.

Полное созревание перитециев и лет аскоспор патогена отмечены в конце первой – начале второй декады апреля, а массовый лет сумкоспор – в конце апреля – начале мая. Первые признаки болезни в условиях Минского и Дзержинского районов Минской области отмечались только после цветения яблони в конце второй – начале третьей декады мая на сортах Белорусское сладкое, Иммант, Память Сударовой (РУП «Институт защиты растений», РУП «Институт плодородства» и ОАО «Агрокомбинат Дзержинский»). В то же время в Брестской области единичные признаки парши появлялись в начале второй декады мая на сорте Вербнае

(ОАО «Почапово»). В условиях 2015 г. через неделю после появления первых признаков развитие болезни на листьях этого сорта достигало 5 % при распространенности 16,2 %.

Основное влияние на фитопатологическую ситуацию в садах во второй половине июня – первой половине июля оказывают погодные условия. В годы исследований в этот период отмечалась умеренная температура воздуха, местами проходили ливневые дожди с грозами и выпадал град, а утром и вечером стояли туманы. Все это способствовало интенсивному развитию грибных болезней яблони и, в частности, парши. К началу июля развитие болезни на листьях сортов, потерявших устойчивость к парше, в промышленных садах колебалось от 0,8 % на сорте Имрус (ОАО «Почапово» Брестской области) до 32,2 % на сорте Белорусское сладкое (ОАО «Агрокомбинат Дзержинский» Минской области) при распространенности 4,4–66,8 %; на плодах – 0,2 и 23,0 % соответственно при распространенности 1,2–48,4 %. В дальнейшем, жаркая и сухая погода сдержала развитие парши, и в августе оно оставалось на уровне предыдущих учетов.

Анализ 2-летних данных по пораженности болезнью 3-х сортов с моногенной устойчивостью (Белорусское сладкое, Имрус, Иммант) и 2-х сортов с полигенной устойчивостью (Вербнае, Заславское), выращиваемых в промышленных садах южной, центральной и северной агроклиматических зон, показал, что наиболее интенсивно поражаются паршой сорта, имеющие полигенную устойчивость, в южной и центральной агроклиматической зоне, на которых развитие болезни на листьях колеблется от 13,9 до 58,7 %, а на плодах – от 10,7 до 68,0 % (таблица 1).

В северной агроклиматической зоне эти сорта в 2014 г. не имели признаков заболевания, а в 2015 г. отмечено единичное поражение листьев. На сортах с моногенной устойчивостью тенденция усиления поражаемости паршой в следующем вегетационном периоде возрастает повсеместно. При этом болезнь сначала развивается на листьях яблони (например, в 2014 г. на сорте Имрус в южной и северной агроклиматических зонах и сорте Иммант в северной, а также в 2015 г. на сортах Вербнае и Заславское), тогда как поражения плодов в этот период не наблюдается. В следующем же вегетационном периоде наряду с поражением листьев отмечается единичное поражение плодов.

Из сортов с моногенной устойчивостью в условиях производства наибольшая степень поражения как листьев, так и плодов отмечена у сорта Белорусское сладкое в центральной агроклиматической зоне. В южной и северной зонах развитие болезни в течение 2-х лет носило депрессивный характер.

Таким образом, анализируя полученные данные, можно с уверенностью сказать, что устойчивые и иммунные сорта яблони, возделываемые в садах республики, потеряли устойчивость к парше, что необходимо учитывать при планировании защитных мероприятий. Степень поражения этих сортов паршой варьирует в зависимости от характера развития болезни в вегетационном периоде, усиливаясь с севера на юг. В промышленных насаждениях сильнее поражаются паршой сорта с полигенной устойчивостью, из сортов с моногенной устойчивостью наиболее поражается болезнью сорт Белорусское сладкое.

Поражаемость сортов белорусской селекции мучнистой росой за годы исследований различалась. Так, погодные условия 2014 г. были неблагоприятными для



Таблица 1 – Степень поражения паршой различных по устойчивости сортов в промышленных насаждениях яблони (маршрутные обследования, август, 2014–2015 гг.)

Тип устойчивости	Сорт	Год	Развитие парши в агроклиматических зонах, %					
			южная (ОАО «Почапово», Брестская обл.)		центральная (СХФ «Клецкий», Минская обл.)		северная (РУП «Толочинский консервный завод», Витебская обл.)	
			листья	плоды	листья	плоды	листья	плоды
Моногенная (ген <i>Rvi6</i> )	Имрус	2014	0,2	0	0	0	0,4	0
		2015	1,2	0,2	0,1	0	2,8	0,8
	Имант	2014	–	–	0	0	0,5	0
		2015	–	–	0,4	0,1	5,4	1,2
	Белорусское сладкое	2014	1,8	2,7	12,4	10,1	0,9	0
		2015	5,0	3,5	32,2	23,0	2,9	0,8
Полигенная	Вербнае	2014	13,9	10,8	18,6	9,3	0	0
		2015	41,6	10,7	23,1	5,5	0,4	0
	Заславское	2014	–	–	58,7	68,0	0	0
		2015	–	–	41,3	35,4	0,2	0

Таблица 2 – Распространенность мучнистой росы на побегах различных по устойчивости сортов в промышленных насаждениях яблони (маршрутные обследования, август, 2014–2015 гг.)

Тип устойчивости	Сорт	Распространенность, %	
		2014 г.	2015 г.
Полигенная	Заславское	0	0,9
	Вербнае	0	42,0
Моногенная (ген <i>Rvi6</i> )	Надзейны	0	6,5
	Белорусское сладкое	0	8,9
	Сябрына	0	3,7

развития болезни, и до конца вегетации ее признаков не отмечалось (таблица 2). В первой половине вегетационного периода 2015 г. погодные условия также не способствовали развитию мучнистой росы, и до июля на сортах, устойчивых и иммунных к парше, болезни не выявлено. С начала второй половины вегетации установившаяся теплая, с умеренной влажностью воздуха погода была благоприятной для развития вторичной инфекции мучнистой росы. В центральной агроклиматической зоне распространенность болезни на побегах яблони колебалась от 0,9 % на сорте Заславское (при развитии 0,07 %) до 8,9 % на сорте Белорусское сладкое (при развитии 2,2 %), а в южной агроклиматической зоне достигла 42 % (при развитии 23,1 %) на побегах яблони сорта Вербнае.

В период бутонизации яблони в фазе «розовый бутон» в 2014–2015 гг. в саду отдела технологии РУП «Институт плодоводства» на сорте Имант и в саду РУП «Толочинский консервный завод» на сортах Надзейны и Имант выявлены очаги поражения антракнозом коры. Распространенность болезни в очагах колебалась от 21,7 до 71,4 %.

В комплексе пятнистостей листьев кроме парши яблони присутствовала смешанная инфекция филлостиктоза (возбудитель – гриб *Ph. mali*) и альтернариоза (возбудители – грибы рода *Alternaria*), однако погодные условия не способствовали развитию болезней, которое оставалось на депрессивном уровне. Первые единичные признаки пятнистостей листьев отмеча-

лись в конце цветения яблони на сортах Весялина и Память Сябаровой, а ко второй половине августа распространенность болезни во всех обследуемых садах на сортах белорусской селекции не превысила 10,4 % при развитии 2,1 %.

Первые признаки поражения плодов монилиозом в годы исследований проявлялись в фазе яблони «грецкий орех» на сортах Белорусское сладкое и Память Сябаровой. При этом пораженность плодов болезнью усиливается после прошедшего града, что отмечалось в ОАО «Агрокомбинат Дзержинский» Минской области в 2015 г. В период уборки урожая в зависимости от проводимых защитных мероприятий распространенность плодовой гнили колебалась до 2,6 % в южной, до 4,8 % в северной и до 15,2 % в центральной агроклиматической зоне. Кроме того, отмечено поражение плодов гнилью «бычий глаз» (возбудители – грибы рода *Neofabraea*), которое не превышало 0,2–0,4 %.

### Заключение

Обобщая данные, полученные в результате маршрутных обследований в 2014–2015 гг., можно сделать вывод, что сорта яблони, селекционируемые как иммунные и устойчивые к парше, со временем потеряли это свойство, и доминирующая роль в фитопатологической ситуации в промышленных насаждениях этих сортов принадлежит парше. На умеренно-эпифитотийном уровне поражаются сорта, имеющие полигенную устойчивость к парше, степень поражения этих сортов варьирует в зависимости от характера развития болезни в вегетационном периоде, усиливаясь с севера на юг. Мучнистой росой в промышленных садах при благоприятных для развития болезни условиях поражаются сорта как с полигенной устойчивостью (Заславское, Вербнае), так и с моногенной устойчивостью (Белорусское сладкое, Надзейны, Сябрына). Усиливается вредоносность болезней коры. На депрессивно-умеренном уровне сорта яблони, устойчивые и иммунные к парше, поражаются комплексом пятнистостей листьев и монилиозом.

### Литература

1. Козловская, З. А. Сравнительная оценка потенциала устойчивости к парше сортов и гибридов яблони в эпифитотийный год / З. А. Козловская, С. А. Ярмолич, Г. М. Марудо // Совре-

- менное плодоводство: состояние и перспективы развития. Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию основания Института плодоводства НАН Беларуси. – Самохваловичи, 2005. – Т. 1, ч. 1. – С. 36–41.
2. Комардина, В. С. Оценка поражаемости паршой различных сортов яблони в условиях Беларуси / В. С. Комардина, Е. В. Лесик // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж, 2013. – Вып. 37. – С. 119–125.
  3. Прогноз изменения численности вредных организмов / С. Е. Головин [и др.]; под ред. С. Е. Головина. – М.: Коломенская тип., 2006. – 116 с.
  4. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2016. – 230 с.
  5. Современный сортимент садовых насаждений Беларуси / З. А. Козловская [и др.]; РУП «Ин-т плодоводства». – Минск, 2014. – 214 с.
  6. Трохимчук, А. И. Зимостойкость и устойчивость к болезням сортов яблони белорусской селекции в условиях Лесостепи Украины / А. И. Трохимчук // Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: материалы междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию со дня образования Центрального ботанического сада НАН Беларуси. – Минск, 2007. – Т. 2. – С. 233–235.
  7. Cociu, V. Metode de cercetare in ameliorarea plantelor pomicole / V. Cociu, St. Oprea. – Ed. Dacia: Cluj-Napoca, 1989. – 23 p.
  8. INRA and Apple Disease Research in the Loire Valley Region of France / J. R. Hartman [et al.] // Plant Dis. – 2000. – Vol. 84, № 9. – P. 928–936.
  9. Sestras R. Response of several apple varieties to apple scab (*Venturia inaequalis*) attack in central Transylvania conditions / R. Sestras // Journ. of Central European Agriculture (online). – 2003. – Vol. 4, № 4. – P. 356–362.

УДК 634.74:632.7.(476)

## **Жесткокрылые вредители малораспространенных ягодных культур в Беларуси**

*С. И. Ярчаковская, кандидат с.-х. наук, В. С. Комардина, Н. Е. Колтун, кандидаты биологических наук, Р. Л. Михневич, старший научный сотрудник  
Институт защиты растений*

(Дата поступления статьи в редакцию 03.08.2018 г.)

Установлено, что в Беларуси в насаждениях калины обыкновенной из жесткокрылых вредителей наиболее распространен калиновый листоед – *Pyrrhalta viburni* (Paykull), численность которого достигает 55 личинок на 2 м побегов. Не отмечено различия в заселенности калиновым листоедом районированных сортов калины. Численность фитофага по годам исследований колебалась в зависимости от численности хищных насекомых (клоп *Himacerus apterus* F. из сем. Nabidae и хищные клещи из сем. Phytoseiidae). При соотношении зимующих стадий хищников и фитофага 1:4 численность калинового листоеда снижается в 12 раз. На жимолости обыкновенной из жесткокрылых распространена жимолостная узкотелая златка (*Agrilus coerulescens* Ratz.), которая повреждает 13,7–16,1 % побегов культуры. В насаждениях аронии из жесткокрылых наиболее вредоносен рябиновый цветоед – *Anthonomus conspersus* Desb.). Поврежденность бутонов фитофагом составляет 1,2–5,5 %.

### **Введение**

В последнее время в садоводческих хозяйствах Беларуси все большее распространение получают новые нетрадиционные ягодные культуры, такие как калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.), жимолость обыкновенная (*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn), арония черноплодная (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott). Однако урожайность этих культур не всегда стабильна и часто очень низкая, что во многом определяется потерями из-за повреждений вредными организмами. В мировой литературе крайне мало сведений, касающихся вредителей перечисленных культур. В. П. Васильев (1975) указывает, что в Украине жимолость повреждают 28 видов, калину – 11 [1]. По данным З. С. Бабенко, в таежной зоне Западной Сибири зарегистрировано 37 видов насекомых – вредителей жимолости, питающихся преимущественно ее листьями [2]. К опасным вредителям калины в Латвии А. А. Рупайс относит калинового

*It is determined that in Belarus in the European cranberry bush plantations among the coleopterous pests the most spread is the European cranberry bush beetle – Pyrrhalta viburni (Paykull), the number of which reaches 55 larvae on 2 m shoots. There difference in colonization by the European cranberry bush beetle of regionalized varieties has not been noticed. The phytophage number by years of researches has varied depending on predatory insects number (bug Himacerus apterus F. from fam. Nabidae and predatory mites from fam. Phytoseiidae). By ratio of hibernating predator and phytophage stages 1:4, the European cranberry bush number is 12 times decreased. In honeysuckle among coleopterous pests rose stem girdler (Agrilus coerulescens Ratz.) is spread, damaging 13,7–16,1 % of the crop shoots. In red chokeberry plantations among coleopterous the most noxious is service-tree blossom beetle – Anthonomus conspersus Desb.). Buds severity by the phytophage makes 1,2–5,5 %.*

листоеда (*Pyrrhalta viburni* (Paykull), который питается листвой культуры на стадиях личинки и имаго [4]. Этот фитофаг также широко распространен в насаждениях калины в России и Польше [3, 5, 9]. В 2008 г. калиновый листоед, как ландшафтный вредитель, в массовом количестве отмечен в США [7, 8]. Таким образом, жуки относятся к опасным вредителям перечисленных культур. В Беларуси исследования по изучению распространенности и вредоносности фитофагов, в т. ч. жуков, в насаждениях перечисленных культур до 2005 г. не проводились. Только И. К. Лопатин отмечал в фауне жуков-листоедов в Беларуси калинового листоеда [6].

### **Методы исследований**

Выявление жесткокрылых вредителей в насаждениях жимолости съедобной, калины обыкновенной и аронии черноплодной, оценка степени вредоносности фитофагов выполнялись в течение 2005–2017 гг. в на-

саждениях РУП «Институт плодоводства» Минской и РУП «Толочинский консервный завод» Витебской областей. Рано весной, до набухания почек проводилось обследование кустов жимолости на заселенность жимолостной узкотелой златкой (*Agrilus coeruleus* Ratz.). Для учета численности узкотелой златки отбирали по 2 ветви с 25 кустов, взятых в разных местах насаждений, которые разрезали вдоль и подсчитывали количество ветвей, поврежденных вредителем. Учет зимующего запаса калинового листоеда проводили в период покоя культуры (февраль – март) путем визуального учета под биноклем зимующих яиц вредителя на 2 м ветвей с каждого учетного куста. Численность калинового листоеда в период вегетации устанавливали посредством подсчета количества личинок на 2 м ветвей, взятых равномерно с 4-х сторон. После цветения определяли заселенность насаждений аронии рябиновым цветоедом (*Anthonomus conspersus* Desb.) путем подсчета количества личинок в 10 соцветиях на каждом из 10 учетных кустов.

**Результаты исследований и их обсуждение**

**Калиновый листоед (*Pyrrhalta viburni* (Paykull))** – коричнево-желтый жук длиной 5–7 мм с яйцевидным телом, густо покрытым короткими прилегающими волосками. За год он проходит развитие от яйца до взрослого насекомого. Листоед, питающийся только на калине, наносит вред как в стадии взрослых жуков, так и личинок. В конце лета – начале сентября самки откладывают яйца, которые зимуют в углублениях, сделанных жуком в молодых неодревесневших побегах и цветonoсах. В результате побеги засыхают. Кладка состоит из 18–24 очень мелких круглых яиц желтоватого цвета и выглядит как буро-грязный, хорошо заметный бугорок. Одна самка может отложить до 700 яиц. Отродившиеся из яиц в мае грязно-серые или зеленова-

то-желтые личинки, достигающие в старшем возрасте 12 мм в длину, питаются молодыми листочками, сильно скелетируя их. Поврежденные личинками листья становятся кружевными из-за большого количества сквозных отверстий. В первой – второй декаде июня личинки завершают свое развитие, перестают питаться и уходят в почву под кустами. Здесь, на глубине 2–3 см, происходит окукливание. Молодые жуки, отродившиеся через месяц, выгрызают в листьях различные по размеру дырки. По мере роста листьев повреждения увеличиваются. В годы массового размножения листоеда (особенно в холодное дождливое лето) на кустах калины остаются только черешки и крупные жилки листьев. При большой численности листоеды питаются также ягодами и побегами. Сильно поврежденные ослабленные кусты имеют незначительный прирост и не цветут на следующий год.

В результате проведенных в 2005–2009 гг. исследований установлено, что калина обыкновенная в Беларуси в период от начала бутонизации до созревания ягод повреждается калиновым листоедом, численность которого за период наблюдений колебалась от 1,8 (2006 г.) до 55,3 (2005 г.) личинок в среднем на 2 м.

С 2007 по 2009 г. были проведены исследования по оценке заселенности районированных в Беларуси сортов калины обыкновенной зимующими яйцами калинового листоеда. На изучении находились наиболее распространенные сорта: Таежные рубины, Шукшинская, Киевская садовая, Красная гроздь, Ульгень. Установлено, что все перечисленные сорта калины обыкновенной заселяются калиновым листоедом в одинаковой степени.

В 2007 г. численность зимующих яиц листоеда составляла от 0 (Красная гроздь) до 24,5 (Таежные рубины, таблица 1). Численность фитофага в 2008 г. колебалась в тех же пределах, что и в 2007 г. – от

**Таблица 1 – Зимующий запас яиц калинового листоеда и хищников на калине обыкновенной (РУП «Институт плодоводства», п. Самохваловичи, Минский район)**

Сорт	Год исследований	Численность вредных и полезных насекомых на 2 м ветвей, шт.		
		яиц <i>Galerucella viburni</i>	яиц хищного клопа <i>Himacrus apterus</i>	Имаго хищных клещей из сем. Phytoseiidae
Таежные рубины	2007	24,5	0	–
	2008	5,9	2,5	60,3
	2009	2,3	0	0
Шукшинская	2007	15,1	0,6	–
	2008	0	0,7	0,7
	2009	2,4	0	0
Киевская садовая	2007	3,1	3,1	–
	2008	26,1	6,0	10,4
	2009	4,7	0	0
Красная гроздь	2007	0	2,6	–
	2008	24,2	0	0
	2009	8,8	0	0
Ульгень	2007	1,6	1,2	–
	2008	3,9	0	3,9
	2009	9,8	0	0



0 (Шукшинская) до 26,1 (Киевская садовая) яиц на 2 м ветвей. В 2009 г. произошло резкое снижение численности калинового листоёда – от 2,3 (Таежные рубины) до 9,8 (Ульгень) яиц в среднем на 2 м ветвей, т. е. численность вредителя в зимующем запасе на всех сортах за исключением сортов Шукшинская и Ульгень в 2009 г. была в 2,6–5,7 раза ниже, чем в 2008 г. Отмечено, что численность вредителя в 2009 г. возросла только на тех сортах, где численность хищных насекомых в сезоне 2008 г. была низкой. На сорте Шукшинская количество яиц хищного клопа и имаго хищных клещей составляло соответственно 0–0,7 на 2 м ветвей, на сорте Ульгень – 0 и 3,9, и численность вредителя на этих сортах возросла в 2,5–3 раза. На тех сортах, где произошло снижение численности калинового листоёда в зимующем запасе в 2008 г., в среднем на 2 м ветвей насчитывали от 2,5 до 6,0 яиц хищного клопа *Himacerus apterus* F. из сем. Nabidae и от 10,4 до 60,3 имаго хищных клещей из сем. Phytoseiidae.

Таким образом, в результате проведенных исследований не отмечено разницы между районированными сортами калины обыкновенной в заселенности зимующими яйцами калинового листоёда. Численность фитофага по годам исследований колебалась в зависимости от численности хищников (клоп *Himacerus apterus* F. из сем. Nabidae – 0–6 яиц на 2 м ветвей и хищные клещи из сем. Phytoseiidae – 0–60,3 имаго на 2 м ветвей). Установлено, что при соотношении зимующих стадий хищников и фитофага 1:4 численность калинового листоёда снижается в 12 раз.

**Златка жимолостная узкотелая (*Agrilus coeruleus* Ratz.)** – жук блестящего зеленого цвета с телом длиной 7–8 мм. Личинки белые, безногие, почти цилиндрической формы, имеют 2 роговидных отростка на заднем конце тела. Жуки летают в конце мая – июне, питаются на кустах жимолости, обгрызая листья с краев. После оплодотворения самки откладывают яйца на побеги и черешки листьев. Отродившиеся личинки вгрызаются в побеги и выедают под корой окольцовывающие и продольно-извилистые ходы, заполняя их темно-бурыми экскрементами. До осени личинки заканчивают питание, перезимовывают в поврежденных побегах и весной там же окукливаются. Поврежденные златкой побеги постепенно засыхают.

В результате проведенной оценки поврежденности побегов жимолости фитофагом в посадках РУП «Институт плодородства» в 2017–2018 гг. установлено, что

**Таблица 2 – Заселенность побегов жимолости личинками жимолостной златки (РУП «Институт плодородства», п. Самохваловичи, Минский район)**

Год исследований	Проанализировано 2-метровых побегов, шт.	Повреждено побегов личинками златки, %
2017	50	13,7
2018	60	16,1

**Таблица 3 – Поврежденность аронии черноплодной рябиновым цветоедом**

Место проведения учетов	Повреждено бутонов, %						
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
РУП «Толочинский консервный завод»	5,5	2,1	1,8	1,5	1,3	0,8	1,2
РУП «Институт плодородства»	1,4	1,8	2,0	2,2	2,2	2,1	5,1

фитофагом повреждено 13,7–16,1 % побегов культуры (таблица 2).

**Рябиновый цветоед (*Anthonomus conspersus* Desb.)** – жук темно-коричневого цвета, длиной 2,5–3 мм, с мало различимой перевязью за серединой надкрылий, состоящей из отдельных пятен. Личинки белые, безногие. Зимуют жуки в подстилке. Вылетают весной при среднесуточной температуре 6 °С. Жуки питаются набухающими листовыми и цветочными почками, выгрызая в них отверстия. Во время распускания цветочных почек жуки спариваются. Откладка яиц происходит в фазе появления бутонов. Самка выгрызает в бутоне отверстие и откладывает туда яйцо. Вскоре после этого жуки отмирают. Личинка питается тычинками и пестиком, склеивает экскрементами изнутри лепестки, вследствие чего они бурют и образуют коричневый колпачок. Под ним и происходит развитие личинки и куколки. После отрождения жуки некоторое время находятся в бутоне до затвердения покровов, а затем прогрызают отверстие в колпачке из лепестков и выходят наружу. После выхода жуки держатся на тех же кустах, где отродились, и питаются листьями, скелетируя их. Через некоторое время разлетаются на другие кусты.

Оценка вредоносности фитофага в насаждениях рябины черноплодной в РУП «Толочинский консервный завод» и в РУП «Институт плодородства» в течение 2012–2018 гг. показала, что поврежденность соцветий фитофагом колебалась от 1,2 до 5,5 % (таблица 3).

**Закключение**

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что из жесткокрылых в насаждениях калины в Беларуси наиболее распространен калиновый листоёд – *Pyrrhalta viburni* (Paykull), численность которого достигает 55 личинок на 2 м побегов. Не отмечено разницы между районированными сортами калины обыкновенной в заселенности зимующими яйцами калинового листоёда. Численность фитофага по годам исследований колебалась в зависимости от численности хищников (клоп *Himacerus apterus* F. из сем. Nabidae, хищные клещи из сем. Phytoseiidae). При соотношении зимующих стадий хищников и фитофага 1:4 численность калинового листоёда снижается в 12 раз.

На жимолости обыкновенной из жесткокрылых распространена жимолостная узкотелая златка *Agrilus coeruleus* Ratz., которая повреждает 13,7–16,1 % побегов культуры.

В насаждениях аронии из жесткокрылых наиболее вредоносен рябиновый цветоед (*Anthonomus conspersus* Desb.). Поврежденность соцветий фитофагом составляет 1,2–5,5 %.

**Литература**

1. Васильев, В. П. Основные вредители парковых насаждений / В. П. Васильев // Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений: в 3 т. – Киев, 1975. – Т. 3. – С. 364–365.

2. Бабенко, З. С. Насекомые – фитофаги плодовых и ягодных растений лесной зоны Приобья / З. С. Бабенко. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1982. – 268 с.
3. Беньковский, А. О. Фауна жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) Хвалынского Приволжья (Саратовская область) (все подсемейства, кроме Alticinae) / А. О. Беньковский, М. Я. Орлова-Беньковская // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол. – 2013. – Т. 118. – Вып. 4. – С. 15–20.
4. Рупайс, А. А. Вредители деревьев и кустарников в зеленых насаждениях Латвийской ССР / А. А. Рупайс. – Рига: Зинатне, 1981. – 264 с.
5. Калиновый листоед (*Galerucella viburni* Payk.) / Н. Н. Третьяков [и др.] // Защита растений от вредителей: учебник для студентов. – 3-е изд. – СПб.: Лань, 2014. – С. 461–462.
6. Лопатин, И. К. Подсемейство Chrysomelidae / И. К. Лопатин // Жуки-листоеды фауны Белоруссии и Прибалтики: определитель. – Минск, 1986. – С. 46–61.
7. Weston, P. A. Pupation by Viburnum Leaf Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae): Behavioral Description and Impact of Environmental Variables and Entomopathogenic Nematodes / P. A. Weston, G. A. Desurmont // Environmental Entomology. – 2008. – Vol. 37. – № 4. – P. 845–849.
8. Weston, P. A. Ovipositional Biology of Viburnum Leaf Beetle, *Pyrrhalta viburni* (Coleoptera: Chrysomelidae) / P. A. Weston, M. D. Diaz, G. A. Desurmont // Environmental Entomology. – 2008. – Vol. 37. – № 2. – P. 520–524.
9. Warchalowski, A. Chrysomelidae: the leaf-beetles of Europe and the Mediterranean area / A. Warchalowski. – Warszawa, 2003. – P. 660.

УДК 637.5:592.752:632.937(292.485)

## Трофическая структура насекомых-фитофагов на пшенице озимой в условиях лесостепи Украины

Г. В. Мелюхина, соискатель

Национальный университет биоресурсов и природопользования, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 11.08.2018 г.)

*Представлены результаты наблюдений многолетней сезонной динамики жизненных форм вредных насекомых-фитофагов в посевах пшеницы озимой в лесостепи Украины за период 2014–2017 гг. На основе собственных исследований предложено вовремя проводить мониторинг численности насекомых с целью определения ЭПВ и трофических групп.*

### Введение

По пищевой специализации, характеризующей степень требовательности насекомых к пище, различают одноядных – **монофаги**, ограниченноядных – **олигофаги** и многоядных – **полифаги**.

**Монофаги** – виды насекомых, трофически тесно связанные с одним или немногими (2–3) очень близкими видами растений [1, 6, 7], разделяются на две подгруппы: *настоящие (истинные) монофаги* и *условные монофаги*. Настоящие (истинные) монофаги по всему ареалу развиваются на одном или двух очень близких видах растений политипического рода. Изредка некоторые из них могут обнаруживаться и на других растениях, что обычно связано с дополнительным питанием имаго [3, 4]. Условные монофаги трофически связаны преимущественно или исключительно с одним видом растений, но потенциальный кормовой спектр их более широк. В большинстве случаев можно говорить о монофагии условной. В действительности виды, считающиеся монофагами в том или ином регионе, имеют либо более широкий трофический спектр в местах большего разнообразия их кормовых растений, либо тесно связаны с одним видом монотипической группы растений и т. д. [2, 5].

В зависимости от причин, вызывающих условную монофагию, выделяется ряд подчиненных группировок [1]: *вынужденные монофаги*, *суженные монофаги*, *преимущественные монофаги*, *секционные (широкие) монофаги*. Вынужденные монофаги живут на единственном в региональной флоре виде из группы растений, к питанию которой специализирован фитофаг. В других частях ареала они могут обитать и на

*The results of observations of long-term seasonal dynamics of life forms of harmful insects–phytophages on winter wheat crops - are obtained in the forest-steppe of Ukraine for the period 2014–2017. On the basis of their own research, it was suggested that monitoring insects be carried out in time to take into account the population size in order to determine the epo and trophic groups.*

других видах этого рода или семейства (т. е. потенциально являются олигофагами). В регионе они становятся монофагами за счет сужения не своей пищевой специализации, а круга потенциальных кормовых растений [4]. Суженные монофаги в регионе живут на одном виде растения, хотя в других частях ареала (как правило, в другой зоне) могут жить на более широком круге растений (иногда из разных родов), представленных в местной флоре. Обычно такая картина наблюдается на границах ареалов видов фитофагов (часто в результате сужения их топических связей) [5]. Преимущественные монофаги в регионе имеют одно основное и несколько резервных кормовых растений, относящихся к тому же роду или даже к другим родам [7].

Обычно данный тип трофической специализации обусловлен действительным предпочтением фитофагом одного из нескольких потенциальных кормовых растений, но может быть связан и с неравномерным распространением и численностью кормовых растений. В последнем случае фитофаг преимущественно встречается на конкретном виде растения не благодаря его большей трофической привлекательности (в сравнении с другими видами рода), а благодаря гораздо более высокому обилию его в сообществах [1]. Выделение преимущественных монофагов не вполне вписывается в данную классификацию, так как эти виды в зависимости от таксономического ранга резервных растений могут быть отнесены к монофагам из других групп или к олигофагам. Если же учитывается только основное кормовое растение, большинство преимущественных монофагов должно быть отнесено к истинным монофагам, что также не будет отражать

реальную степень их пищевой специализации. Введение категории преимущественных монофагов подчеркивает целесообразность учета важнейших резервных растений при оценке структуры фауны даже по основному трофическому спектру видов [4]. *Секционные (широкие) монофаги* выборочно обитают на двух или трех систематически и морфологически близких видах одного рода (в обширных родах – в пределах подсекции или секции) [4].

Таким образом, суженные, а также многие вынужденные и преимущественные монофаги являются таковыми лишь в определённой части ареала, то есть относятся к региональным монофагам. При этом многие монофаги (за исключением истинных) имеют черты олигофагии, что и позволяет их объединить в подгруппу условных монофагов. Следовательно, понятия «региональная монофагия» и «условная монофагия» должны рассматриваться как близкие, но не совсем равнозначные (последнее, по нашему мнению, более широкое) [2].

**Олигофаги** – виды, трофически специализированные на чётко ограниченном круге растений [1]. *Узкие олигофаги* – группа видов, развитие которых происходит на разных видах одного рода или двух близких родов растений. Нередки случаи явного предпочтения фитофагом развития на нескольких, но не на всех видах рода. Такие формы мы относим к выборочным узким олигофагам. Наличие среди насекомых-фитофагов секционных монофагов и выборочных узких

олигофагов подчеркивает условность границы между моно- и олигофагией. *Умеренные олигофаги* трофически ограничены разными родами одной трибы или подсемейства крупного семейства травянистых растений либо одного небольшого семейства древесных или околоводных растений. Этот вариант кормовой специализации среди растительноядных жуков встречается часто [3]. *Широкие олигофаги* – виды, развивающиеся на растениях всех или большинства родов местной флоры одного крупного семейства или двух близких (систематически и экологически) семейств (как правило, одного порядка), особенно включающих древесные формы или гигрофиты [6]. *Узкодизъюнктивные олигофаги* избирательно развиваются на некоторых видах растений из нескольких не близко родственных родов одного семейства, отсутствуя на ряде других. Пищевая избирательность их обычно обусловлена выбором растений в пределах семейства, подходящих для фитофага по габитусу либо занимаемым биотопам, т. е. этот тип специализации ближе к широкой олигофагии [1]. *Широкодизъюнктивные олигофаги* – виды, живущие на некоторых родах растений из 2 (реже 3) систематически не близких семейств, иногда относящихся к разным жизненным формам. Во многих случаях они являются «биотопическими олигофагами», а потенциально – узкими или умеренными полифагами. С другой стороны, имеются примеры питания на неродственных растениях трофически специализированных видов [3].

**Разнообразие жизненных форм вредной энтомофауны в посевах пшеницы озимой (стационарные опыты, сорт Лыбидь)**

Трофические группы	Средняя численность за период вегетации, экз.				
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017г.	среднее
<b>1. Монофаги</b>	54,0	56,0	58,0	61,0	57,2
1.1. Истинные монофаги	8,0	10,0	8,0	7,0	8,25
1.2. Условные монофаги	10,0	11,0	11,0	12,0	11,0
1.2.1. <i>Вынужденные монофаги</i>	12,0	13,0	12,0	13,0	12,5
1.2.2. <i>Суженные монофаги</i>	14,0	8,0	9,0	14,0	11,2
1.2.3. <i>Преимущественные монофаги</i>	5,0	4,0	5,0	8,0	6,0
1.2.4. <i>Широкие монофаги</i>	5,0	10,0	13,0	7,0	8,7
<b>2. Олигофаги</b>	87,0	75,0	89,0	90,0	85,2
2.1. Узкие олигофаги	11,0	4,0	10,0	10,0	6,2
2.1.1. <i>Выборочные узкие олигофаги</i>	10,0	5,0	12,0	8,0	8,7
2.1.2. <i>Истинные узкие олигофаги</i>	8,0	8,0	15,0	8,0	9,7
2.2. Узкодизъюнктивные олигофаги	12,0	10,0	18,0	7,0	11,7
2.3. Широкие олигофаги	8,0	5,0	5,0	10,0	7,0
2.3.1. <i>Умеренные олигофаги</i>	10,0	14,0	11,0	12,0	11,7
2.3.2. <i>Собственно широкие олигофаги</i>	12,0	14,0	12,0	14,0	13,0
2.4. Широкодизъюнктивные олигофаги	16,0	15,0	6,0	21,0	14,5
<b>3. Полифаги</b>	30,0	38,0	40,0	41,0	37,2
3.1. Узкие полифаги	10,0	12,0	12,0	13,0	11,7
3.2. Умеренные полифаги	10,0	10,0	18,0	17,0	13,7
3.3. Широкие полифаги	10,0	16,0	10,0	11,0	11,7



**Полифаги** – виды, питающиеся на широком круге растений из трех и большего числа семейств [5]. *Узкие полифаги* трофически связаны со многими видами растений из 3 или 4 (редко 2) семейств растений в пределах одного класса [2]. *Умеренные полифаги* питаются на растениях из большого числа семейств (4–6), иногда из разных классов, но относящихся к одной или немногим близким жизненным формам. Трофические связи видов ограничены в основном занимаемым ими в биоценозе растительным ярусом [3]. *Широкие полифаги* – виды, обитающие на широком круге растений разных жизненных форм (деревья и травы), часто из разных классов (однодольные и двудольные) или даже отделов (покрытосеменные и хвойные). Хотя обычно считается, что широкие полифаги не проявляют выраженной избирательности в выборе кормовых растений, однако и у них круг кормовых растений, несомненно, ограничен. Разделение полифагов на узких, умеренных и широких определяется наблюдаемыми в природе трофическими ограничениями у многоядных форм [5].

Целью настоящих исследований явилось выявление и количественная оценка в динамике (сезонной и многолетней) трофических групп вредной энтомофауны на пшенице озимой в лесостепи Украины.

**Материалы и методика проведения исследований**

Экспериментальные исследования проводили в течение 2014–2017 гг. на сорте пшеницы озимой Лыбидь в условиях стационарных опытов агрокомпании Syngenta AG в с. Малая Вильшанка Белоцерковского района Киевской области.

Жизненные формы и видовой состав определяли на кафедре энтомологии имени профессора

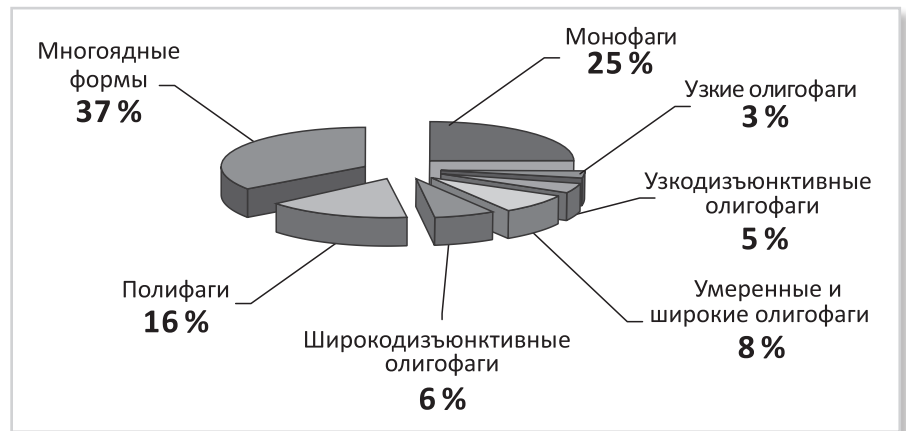
М. П. Дядечко Национального университета биоресурсов и природопользования Украины.

Учеты вредной энтомофауны в посевах пшеницы озимой в течение всей вегетации культуры проводили методом кошениа стандартным энтомологическим сачком на 100 взмахов.

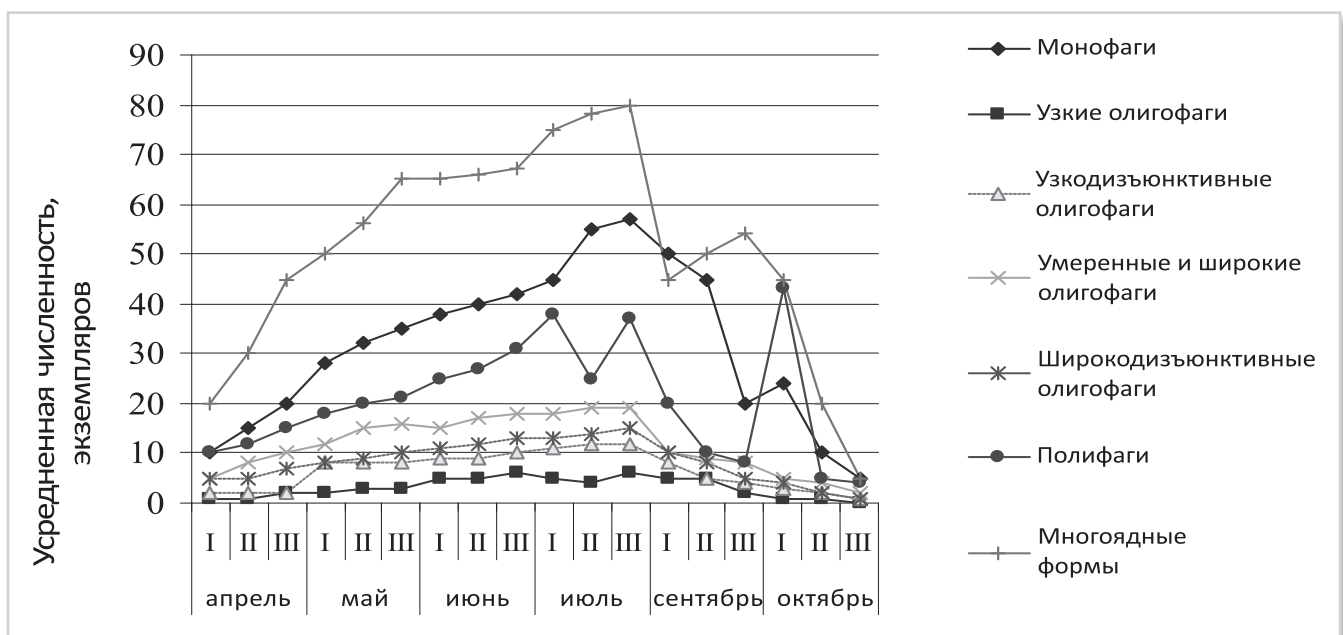
**Результаты исследований и их обсуждение**

В условиях Киевской области в посевах пшеницы озимой выявлены такие группы насекомых по пищевой специализации, как монофаги, истинные монофаги, условные монофаги, вынужденные монофаги, суженные монофаги, преимущественные монофаги, широкие монофаги, олигофаги, узкие олигофаги, выборочные узкие олигофаги, истинные узкие олигофаги, узкодизъюнктивные олигофаги, широкие олигофаги, умеренные олигофаги, собственно широкие олигофаги, широкодизъюнктивные олигофаги, полифаги, узкие полифаги, умеренные полифаги, широкие полифаги.

Из представленных в таблице данных следует, что в период вегетации пшеницы озимой в среднем за четыре года по количеству доминировали монофаги – 57,2



**Рисунок 1 – Долевое соотношение трофических групп вредной энтомофауны в посевах пшеницы озимой (стационарные опыты, сорт Лыбидь, 2014–2017 гг.)**



**Рисунок 2 – Амплитуда колебаний количества насекомых-фитофагов разных трофических групп в период вегетации пшеницы озимой (стационарные опыты, сорт Лыбидь, 2014–2017 гг.)**

экземпляров, истинные монофаги составили 8,25 экземпляров, условные монофаги – 11,0, вынужденные монофаги – 12,5, суженные монофаги – 11,2, преимущественные монофаги – 6,0, широкие монофаги – 8,7, олигофаги – 85,2, узкие олигофаги – 6,2, выборочные узкие олигофаги – 8,7, истинные узкие олигофаги – 9,7, узкодизъюнктивные олигофаги – 11,7, широкие олигофаги – 7,0, умеренные олигофаги – 11,7, собственно широкие олигофаги – 7,0, широкодизъюнктивные олигофаги – 14,5, полифаги – 37,2, узкие полифаги – 11,7, умеренные полифаги – 13,7, широкие полифаги – 11,7 экземпляров.

Результаты маршрутных весенне-летних и осенних обследований посевов пшеницы озимой свидетельствуют, что доминирующими были многоядные формы, число которых составляло около 37 % от общей плотности, монофаги оказались на уровне 25 %. Субдоминантными были полифаги – 16 %. В силу малочисленности узкие полифаги составили 3 %, узкодизъюнктивные олигофаги – 5 %, умеренные и широкие полифаги – 8 %, широкодизъюнктивные олигофаги – 6 % (рисунок 1).

Изучение сезонной динамики насекомых-фитофагов в весенне-летние и осенние периоды вегетации пшеницы озимой в 2014–2017 гг. показало, что их количество в трофической группе монофаги варьировало в пределах от 5 до 57 экземпляров, узкие олигофаги – 1–6, узкодизъюнктивные олигофаги – 1–12, умеренные и широкие олигофаги – 2–19, широкодизъюнктивные олигофаги – 1–15, полифаги – 4–43, многоядные формы – от 5 до 80 экземпляров (рисунок 2).

### Заключение

Таким образом, в результате изучения динамических изменений вредной энтомофауны в посевах пшеницы озимой по вегетационным сезонам и между сезонами определена трофическая структура насекомых-фитофагов. Зарегистрированы такие группы насекомых по пищевой специализации, как монофаги, истинные монофаги, условные монофаги, вынужденные монофаги, суженные монофаги, преимущественные монофаги, широкие монофаги, олигофаги, узкие

олигофаги, выборочные узкие олигофаги, истинные узкие олигофаги, узкодизъюнктивные олигофаги, широкие олигофаги, умеренные олигофаги, собственно широкие олигофаги, широкодизъюнктивные олигофаги, полифаги, узкие полифаги, умеренные полифаги, широкие полифаги.

Установление регионального трофического спектра вредной энтомофауны в посевах пшеницы озимой предопределяет необходимость своевременного проведения в осенний и весенне-летний периоды мониторинга численности насекомых-фитофагов для выявления потребности в химической защите культуры.

### Литература

1. Дедюхин, С. В. Интересные находки жесткокрылых насекомых (Hexapoda: Coleoptera) в островной Кунгурской лесостепи Пермского края / С. В. Дедюхин // Вестник Удм. ун-та. Сер. Биология. – 2007. – № 10. – С. 70–75.
2. Дедюхин, С. В. Рекомендуемые принципы составления видовых списков насекомых для Красных книг регионов Российской Федерации / С. В. Дедюхин // Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения. Материалы международн. научн. конф. Ч II. – Пенза, 2008. – С. 237–238.
3. Дедюхин, С. В. Особенности фауны жуков-фитофагов (Coleoptera, Chrysomelidae, Curculionidae) северной части островной Кунгурской лесостепи / С. В. Дедюхин // Бюл. МОИП. – 2011. – Вып. 2. – С. 20–28.
4. Дедюхин, С. В. Трофические связи и кормовая специализация растительноядных жуков (Coleoptera: Chrysomelidae, Curculionidae) на востоке Русской равнины / С. В. Дедюхин // Энтومол. обозр. – 2016. – Т. 95, вып. 2. – С. 309–329.
5. Дедюхин, С. В. Систематический список жесткокрылых (Insecta, Coleoptera) Удмуртии / С. В. Дедюхин, Н. Б. Никитский, В. Б. Семёнов // Евразийский энтومол. журн. – 2005. – Т. 4, вып. 4. – С. 293–315.
6. Емельянов, А. Ф. Некоторые особенности распределения насекомых-фитофагов по кормовым растениям / А. Ф. Емельянов // XIX чтения памяти Н. Н. Холодовского. – Л.: Наука, 1967. – С. 28–65.
7. Исаев, А. Ю. Три случая трофической дивергенции фитофагов на примере долгоносикообразных жуков-скрытнохоботников (Ceutorhynchinae) и семяеядов (Apionidae) (Coleoptera, Curculionidae) лесостепи Среднего Поволжья / А. Ю. Исаев // Труды РЭО. – Т. 74. – СПб., 2003. – С. 51–54.
8. Крицкая, Л. И. Основные черты развития флоры степей и известняковых обнажений Правобережной Злаковой степи (Северо-Западное Причерноморье) / Л. И. Крицкая // Вісник Національного науково-природничого музею. – 2010. – № 8. – С. 89–98.

УДК 631.524.0:633.584.54

## Лен: лекарство или функциональный продукт?

М. Е. Маслинская, Е. Л. Андроник, Е. В. Иванова, кандидаты с.-х. наук  
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 05.04.2018 г.)

*В статье представлен анализ использования семян льна и его компонентов, начиная от древности и до настоящего времени. Являясь частью пищевого рациона, льняное семя выполняет не только энергетическую функцию, снабжая нас энергией и доставляя пластический материал для строения тела, но и обеспечивает улучшение нашего здоровья и самочувствия, снижает риск тех или иных заболеваний. Путем улучшения питательного профиля пищевых продуктов за счет снижения содержания соли, сахара и насыщенных жиров, а также за счет увеличения содержания жирных кислот омега-3 и других биоактивных соединений семена льна и его компоненты способствуют расширению*

*The article presents an analysis of the use of flax seeds and its components, from antiquity to the present. As part of the diet, Flaxseed has not only a function of energy, supplying energy and delivering plastic material to the body structure, but also ensures an improvement of our health and well-being, reduces the risk of certain diseases. By improving the nutritional profile of foods by reducing salt, sugar and saturated fats, as well as by increasing the content of omega-3 fatty acids and other bioactive compounds, flax seeds and its components contribute to the expansion of the assorted health food. In the drugstores of the Republic is currently available in various formulations from flax (linseed-oil, biological additives to food, flax meal, lignans, etc.)*

ассортимента здоровой пищи. В аптечных сетях республики в настоящее время доступны различные препараты из льна (чистое льняное масло, биологически активные добавки к пище, льняная мука, лигнаны и др.). Таким образом, лен можно отнести как к лекарственным средствам, так и к функциональным продуктам питания, играющим огромную роль в профилактике и лечении ряда заболеваний.

**Введение**

В настоящее время задача обеспечения населения функциональными и специализированными продуктами не теряет актуальности [1–3]. Проблема полноценной и здоровой пищи всегда была одной из самых важных для человечества. Современные тенденции формирования здорового рациона питания диктуют необходимость создания новых пищевых продуктов с повышенной биологической и физиологической ценностью. Одним из путей обеспечения здорового питания населения является обогащение базовых продуктов недостающими функциональными ингредиентами растительного сырья (витаминами, минеральными веществами, полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами и другими) и разработка новых технологий получения этих продуктов [4].

Одним из традиционных видов растительного сырья, возделываемых в республике, является лен. Лен – одна из старейших культур, культивируемых с начала зарождения цивилизации на планете. В последние два десятилетия лен оказался в центре повышенного внимания диетологов и ученых благодаря потенциальной пользе для здоровья, обусловленной наличием в льняном семени различных биологически активных компонентов. Семена льна богаты содержанием жиров, протеинов, клетчатки и витаминов, которые так необходимы нашему организму при современном темпе жизни [5–8]. Его растущая популярность обусловлена способностью снижать риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, развития рака, в частности молочной и предстательной железы, противовоспалительной активностью, слабительным действием и другими.

Данная статья представляет собой попытку охватить историю развития льна как компонента питания, его преимущества для здоровья и определить: является все же лен функциональным продуктом питания или лекарственным средством.

**Основная часть**

Люди употребляют лен в течение нескольких тысяч лет. Одним из древнейших источников упоминания льна является Аюрведа – одна из разновидностей

*So the flax can be attributed both to medicines or functional food that plays a huge role in the prevention and treatment of several diseases.*

альтернативной медицины. Аюрведа остается одной из самых древних и все же живых традиций, широко практикуемых в Индии, Шри-Ланке и других странах, имеющих прочную философскую и экспериментальную основу [9].

Аюрведа и традиционная китайская медицина имеют много общих подходов и долгую историю применения [10]. В аюрведической литературе описано более 200 целебных трав, минералов и жиров для ухода за кожей из льна. Доказано, что потребление льняного масла повышает умственную и физическую выносливость, способствует снижению усталости и контролирует процесс старения. Согласно Аюрведе, семя льна имеет свойства уравнивать pH кожи, повышать ее прочность и эластичность, улучшать способность удерживать влагу в коже, способствует лечению дефектов кожи, имеет ранозаживляющее действие, полезно при различных кожных заболеваниях [11]. Льняное масло является богатым источником незаменимых жирных кислот: линолевой кислоты (ω-6) и α-линоленовой (ω-3), которые регулируют синтез простагландинов и, следовательно, способствуют ускорению процесса заживления ран. Дефицит незаменимых жирных кислот может привести к образованию «жабьей» кожи, роговых образований на теле и т. д.

Препараты из льна широко применялись в медицине в качестве обволакивающего и ранозаживляющего средства при лечении желудочно-кишечных расстройств [6]. В средние века льняное масло назначали в качестве мочегонного средства для лечения заболеваний почек.

Льняное семя рекомендовано как противоопухолевое (в сочетании со сладким клевером), обезболивающее и отхаркивающее, противовоспалительное средство. Его также использовали для лечения веснушек (в смеси с содой и инжиром) и заболеваний ногтей (с садовым крессом и медом) [12–13].

Лекарственное применение льняного семени упоминается в работах Гиппократ, Канта и Диоскорида, а также в книгах по лекарственным травам в Азии и Европе. Различные лекарственные и традиционные виды применения льна, рекомендованные Гиппократом и другими историками, приведены в таблице 1 [14].

**Таблица 1– Исторические факты употребления льна**

Дата	Описание
Примерно 650 год до н. э.	Гиппократ, отец медицины, рекомендовал употребление семян льна для снятия болей в животе; Теофраст рекомендовал использовать слизь льна как средство от кашля.
Примерно I век нашей эры	Древнеримский историк Публий Корнелий Тацит восхвалял свойства льна.
Примерно VIII век нашей эры	Карл Великий считал лен настолько важным для здоровья своих подданных, что принял законы и регламенты, требующие его потребления.
Примерно XV век нашей эры	Хильдегард фон Бинген, игуменья немецкого бенедиктинского монастыря писала: «Кто имеет холодный желудок, пусть сварит семя льна в воде, процедит, горячее семя положит на желудок. Воду же пусть выпьет небольшими порциями...». Очевидно, под термином «холодный желудок» она понимала гастрит, язву или предъязвенное состояние желудка. Целительница также считала повязки из льняного полотна отличным заживляющим средством. «Льняные тряпочки хорошо прикладывать к ранам, они лечат сами, без мази», — указывала она.



В таблице 2 представлены способы традиционного и лекарственного применения льняного семени при различных проблемах со здоровьем [12].

В медицине семена льна и льняное масло используют в качестве профилактического и вспомогательного средства. Различные препараты из льна, такие как чистое масло в виде капсул и микрокапсул, биологически активные добавки к пище, мука, лигнаны льна доступны в аптечной сети [15].

Существует множество препаратов на его основе, в таблице 3 представлены лишь наиболее известные из них.

### **Польза для здоровья льняного семени и продуктов его переработки**

**Семена льна** богаты витаминами А, Е, F, группы В, бета-каротином; минералами (цинком, железом, кали-

ем, фосфором, магнием, кальцием), жирными омега-кислотами, протеинами, лигнанами (их содержание в семени льна в несколько сотен раз выше, чем в других растениях), клетчаткой. Несмотря на насыщенность питательными веществами, льняное семя низкокалорийно: в 100 г продукта содержится только 210 килокалорий. Благодаря такому богатому содержанию, семя льна проявляет следующие свойства: антиоксидантные, антибактериальные, противовирусные, противогрибковые, антиканцерогенные, противовоспалительные. Кроме того, употребление семени льна укрепляет иммунитет, выводит из организма вредный холестерин, нейтрализует желчные кислоты, нормализует работу желудочно-кишечного тракта, уменьшает аппетит, ускоряет обмен веществ, стабилизирует сердечный ритм, восстанавливает кровообращение, предупреждает

**Таблица 2 – Традиционное и лекарственное применение льняного семени при различных проблемах со здоровьем**

Потребляемая форма льна	Способ приготовления / обработки	Традиционные / лечебные свойства для здоровья
Льняной чай	Неизмельченные семена льна замачивают в воде в течение 30 минут, затем их извлекают.	Полезно при одышке, астме, дисфонии, тяжелом кашле и бронхите.
Льняной напиток	Чайную ложку измельченных семян кладут в стакан горячей воды, заваривают и процеживают. Чашку такого напитка необходимо принимать ежедневно.	Нормализует работу желудочно-кишечного тракта, помогает при запорах.
Мука льняная	Льняная мука (10 г) используется в виде пасты с медом, 30–40 г этой пасты съедается натощак утром.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Используется для лечения туберкулеза легких, при кровохарканье и язве желудка.</li> <li>● Лечит воспаления кишечника и боли в животе.</li> <li>● Дезинфицирует желудочно-кишечный тракт.</li> <li>● Укрепляет нервную систему.</li> <li>● Укрепляет память.</li> <li>● Улучшает концентрацию.</li> <li>● Обеспечивает быстрое заживление ран при внешнем использовании.</li> <li>● Защищает кожу от высыхания.</li> <li>● Используется при заболеваниях экземой и псориазом.</li> <li>● Обладает положительным воздействием при заболеваниях дыхательных путей.</li> <li>● Полезно при психических расстройствах.</li> <li>● Лечит глубокий кашель.</li> <li>● Используется для полоскания горла и десен.</li> </ul>

**Таблица 3– Некоторые лекарственные препараты на основе льняного масла**

Название продукта / лекарства	Состав	Действие
Эссенциале (Германия)	Эссенциальные фосфолипиды, α-линоленовая кислота, пиридоксин, цианокобаламин, никотинамид и др.	Стимулирует детоксицирующую функцию печени, восстанавливает и поддерживает структуру ее клеток.
Липостабил (Германия)	Содержит фосфолипиды холина, а также α-линоленовую и олеиновую кислоты.	Умеренное сосудорасширяющее действие, нормализует соотношение α- и β-липопротеидов в крови.
Эссавен (Германия)	Содержит фосфатидилхолин (линолевую кислоту, α-линоленовую и олеиновую кислоты).	Помощь при быстрой усталости ног, ушибах и напряжении мышц, венозных заболеваниях.
Линетол (Россия)	Представляет собой смесь этилатов льняных жирных кислот, включая олеиновую (15 %), линолевую (15 %) и линоленовую (57 %) кислоты.	При лечении атеросклероза и для наружного применения в случаях ожога кожи и радиационного поражения.
Эфамол (Великобритания)	Форма – капсулы, содержащие льняное масло в сочетании с другими маслами и витамином Е.	Используется для лечения экзем.
Эсоман мазь (Великобритания)	Льняные ПНЖК и гексахлорофен.	Используется для защиты кожи от агрессивных агентов: кислот, алкалоидов, формальдегидов и фенолов.

дает развитие атеросклероза, нормализует уровень сахара в крови, блокирует воспалительные процессы в организме, избавляет от тревожности и раздражительности, улучшает сон, выводит из депрессии, способствует омоложению организма, делает сосуды эластичными, предотвращает рост опухолей.

**Льняное масло** – самый богатый растительный источник полиненасыщенных жирных кислот (омега-3). Сравнительная характеристика содержания жирных кислот в льняном масле и рыбьем жире представлена на рисунке 1. Содержание насыщенных жирных кислот в льняном масле составляет около 9 %, мононенасыщенных кислот – около 18 %, полиненасыщенных жирных кислот – около 73 % [16].

Основной полиненасыщенной жирной кислотой льняного масла является α-линоленовая, содержание ее варьирует в диапазоне от 39,00 до 60,42 %. Далее, в порядке уменьшения, следуют олеиновая, линолевая, пальмитиновая и стеариновая кислоты [17]. Линолевая и α-линоленовая (АЛК) кислоты являются незаменимыми для человека, так как не синтезируются в организме.

Направления преобразования α-линоленовой кислоты в организме человека представлено на рисунке 2.

Биологическая доступность АЛК зависит от способа употребления льна (АЛК имеет большую биодоступность в масле, чем в перемолотом и цельном семени) [18]. Оптимальное соотношение жирных кислот омега-6 и омега-3 в рационе окончательно не установлено, однако идеальным считается соотношение омега-6 и омега-3 в диапазоне от 3:1 до 4:1.

Дисбаланс в организме жирных кислот класса Омега приводит к склонности к воспалительным процессам и сердечно-сосудистым заболеваниям из-за повышенного содержания липидов в крови. Несмотря на то что льняное масло содержит натуральные антиоксиданты, такие как токоферолы и бета-каротин, при получении его традиционным способом после его извлечения и очистки быстро окисляется [19].

Физиологическое воздействие компонентов льняного семени на организм человека представлено в таблице 4.

**Антипитательные компоненты льна.** Несмотря на наличие огромного количества полезных элементов, в семенах льна присутствуют токсичные соединения, наносящие вред здоровью человека (таблица 5), такие как цианогенные гликозиды (CGs). Льняное семя содержит CGs и линамарин в небольших количествах.

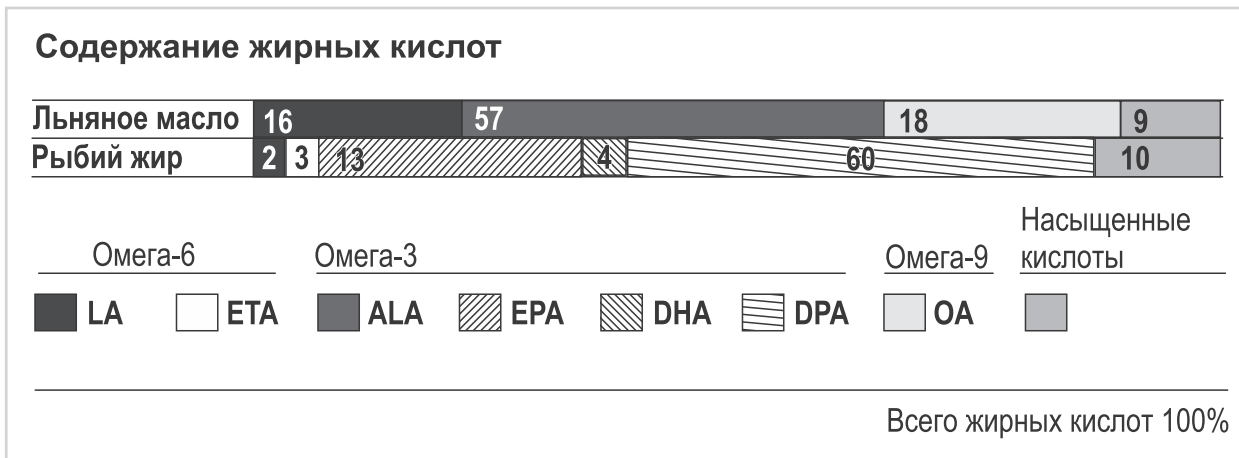


Рисунок 1 – Сравнительная характеристика содержания жирных кислот в льняном масле и рыбьем жире

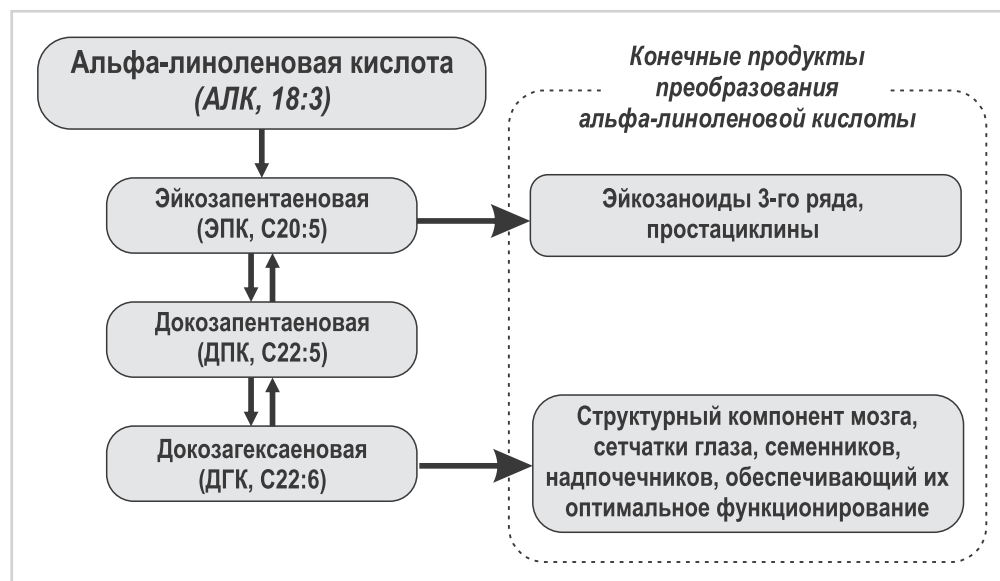


Рисунок 2 – Направления преобразования α-линоленовой кислоты в организме человека

Таблица 4 – Физиологическое воздействие функциональных компонентов льняного семени (масло, клетчатка и лигнаны)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Снижает уровень противовоспалительных токсинов;</li> <li>• повышает выработку серотонина;</li> <li>• повышает выработку ацетилхолина для улучшения памяти.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повышает сократимость сердечной мышцы;</li> <li>• снижает риск возникновения сердечного приступа;</li> <li>• снижает вязкость крови.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Способствует снижению выработки триглицеридов;</li> <li>• снижает общий уровень холестерина;</li> <li>• снижает уровень «плохого» холестерина;</li> <li>• повышает уровень «хорошего» холестерина.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает сосудорасширяющими свойствами;</li> <li>• снижает уровень глюкозы в крови;</li> <li>• улучшает усвоение глюкозы;</li> <li>• снижает артериальное давление.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повышает перистальтику кишечника;</li> <li>• снижает риск возникновения рака предстательной железы и тонкой кишки;</li> <li>• способствует снижению ожирения;</li> <li>• снижает риск возникновения тромбоза.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Способствует снижению «утренней скованности» суставов;</li> <li>• уменьшает боль в суставах;</li> <li>• снижает риск возникновения ревматоидного артрита.</li> </ul>

Таблица 5 – Соединения льняного семени, вредные для здоровья

Соединение	Содержание
Кадмий	0,52 мг/кг
Ингибитор протеаз	13,3 мг/г сырого белка
Цианогенные гликозиды	250–550 мг/100 г
Линамарин	10–11,8 мг
Линустатин	136–162 мг
Неолинустатин	105–183 мг

Цельное льняное семя содержит 250–550 мг/100 г CGs, из которых основными компонентами являются линуустатин и неолинустатин [20]. Эти соединения токсичны для организма человека. Считается, что прием внутрь 100 мг может быть смертельным для взрослых людей. Цианогенные гликозиды являются азотистыми вторичными метаболитами, образующимися из аминокислот.

Вред цианогенных гликозидов проявляется в отношении нервной системы. Однако надлежащая переработка пищевых продуктов, содержащих CGs, способствует снижению потенциальных рисков, связанных с отравлением [21–22]. Например, при нагревании льняного семени более чем 2 ч при 200 °С происходит удаление более 85 % линуустатина, неолинустатина [23].

Цианогенные гликозиды в льняном семени очень быстро повышают уровень тиоцианата (родонида) в крови, после чего уровень его снижается, но даже этот уровень значительно ниже, чем у лиц, курящих табак [23].

Кадмий потенциально токсичен для человеческого организма. При накоплении в почках этот металл может вызвать почечную дисфункцию, глюкозурию, фосфатурию, нарушить всасывание минералов в кишечнике, остеомаляцию. Злоупотребление семенами льна может принести вред здоровью.

Ингибиторы трипсина снижают переваривание и усвоение белков. Активность ингибитора трипсина в льняном семени более низкая по сравнению с семенами сои и семенами канолы. Ингибиторы нестабильны при термической и механической обработке семян, включая приготовление пищи в микроволнах, автоклаве и кипячении. Ингибирование переваривания белков ингибитором трипсина семян льна несомненно наносит вред здоровью.

Мука льняного семени также содержит 2,3–3,3 % фитиновой кислоты. Хотя фитиновая кислота известна своим действием в ослаблении биологической усвояемости микроэлементов, исследования показывают, что фитиновая кислота оказывает антиоксидантное, противоопухолевое, гипохолестеринемическое и гиполипидемическое действие [19].

### Заключение

Лен прошел долгий путь от лекарственного средства в древние времена до компонента здоровой пищи в 21 веке, доступного большинству населения. Семена льна – богатейший источник α-линоленовой кислоты и лигнанов,



пищевых волокон, антиоксидантов и белка. Роль лигнанов льняного семени ω-3 жирных кислот в снижении рисков, связанных с сердечными и коронарными заболеваниями, раком (молочной железы, простаты) и другими факторами риска для здоровья человека хорошо известна.

Являясь частью пищевого рациона, льняное семя и его компоненты выполняют не только энергетическую функцию, снабжая нас энергией и доставляя пластический материал для строения тела, но и обеспечивают улучшение нашего здоровья и самочувствия, снижают риск тех или иных заболеваний. Путем улучшения питательного профиля пищевых продуктов за счет снижения содержания соли, сахара и насыщенных жиров, а также за счет увеличения содержания жирных кислот омега-3 и других биоактивных соединений семени льна и его компоненты способствуют расширению ассортимента здоровой пищи.

В аптечных сетях республики в настоящее время доступны различные препараты из льна (чистое льняное масло, биологические добавки к пище, льняная мука, лигнаны и др.).

Таким образом, лен можно отнести как к лекарственным средствам, так и к функциональным продуктам питания, играющим огромную роль в профилактике и лечении ряда заболеваний. А уж в каком виде его употреблять, пусть каждый решит для себя сам.

#### Литература

1. Султаева, Н. Л. Особенности производства хлебобулочных изделий из пророщенного зерна / Н. Л. Султаева, О. В. Кропотова // Сб. науч. статей студенческой науч.-практ. конф. технологического факультета, ФГОУ ВПО «РГУТиС». – Минск, 2008. – С. 49–57.
2. Султаева, Н. Л. Разработка специализированных продуктов питания с биологически активными добавками / Н. Л. Султаева, М. В. Новикова // Электронное периодическое издание «Сервис в России и за рубежом». – 2012. – Выпуск № 2(29). – Режим доступа: <http://www.service-rusjournal.ru>.
3. Development of health network for in-home pregnancy surveillance based on artificial intelligence / J. Kazantsev [et al.] // Proc. of the IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI 2012), Hong Kong and Shenzhen, China, 2–7 Jan. – 2012. – P. 82–84.
4. Конева, С. И. Особенности использования продуктов переработки семян льна при производстве хлебобулочных изделий / С. И. Конева // Позновский вестник. – 2016. – № 3. – С. 36–38.
5. Oomah, B. D. Flaxseed products for disease prevention / In Functional foods: Biochemical&Processing Aspects / B. D Oomah, G. Mazza. – CRC Press. – 1998. – 484 p.
6. Ivanova, S. Flaxseed additive application in dairy products production / S. Ivanova, T. Rashevskaya, M. Makhonina. – Procedia Food Sci 1. – 2011. – P. 275–280.
7. Flaxseed- a potential source of food, feed and fiber / K. Singh [et al.] // Crit Rev Food Sci Nutr 51. – 2011. – P. 210–222.
8. Alhassane, T. Flaxseed lignans: source, biosynthesis, metabolism, antioxidant activity, bio-active components and health benefits / T. Alhassane, X. Xu // Compr Rev Food Sci Food Saf 9. – 2010. – P. 261–269.
9. Patwardhan, B. Ayurveda and natural products drug discovery / B. Patwardhan, A. Vaidya, M. Chorghade // Curr Sci. – 2004. – № 86(6). – P. 789–799.
10. Patwardhan, B. Ayurveda and traditional Chinese medicine: a comparative overview/ B. Patwardhan, D. Warude, P. Pushpangadan // Bhatt J Evid Based Complement Altern Med. – 2005. – № 2(4). – P. 465–473.
11. Misra, B. "Tailavarga" in Bhavaprakashanighantu. Part I. / B. Misra, R. Vaisya (eds) // The Kashi Sanskrit series. Chaukhumba Bharati Academy. – Varanasi, 1963. – 779p.
12. Moghaddasi, MS. Linseed and usages in Humanlife / MS. Moghaddasi // Adv Environ Biol.– 2011. – № 5(6). – P. 1380–1392.
13. Tolkachev, O. N. Biologically active substances of flax: medicinal and nutritional properties (a review) / O. N. Tolkachev, A. A. Zhuchenko // Pharm Chem J.– 2000. – № 34(7). – P. 360–367.
14. Source: Flax council of Canada [Электронныйресурс]. Режимдоступа: <http://www.flaxcouncil.ca>.– Дата доступа: 20.03.2018 г.
15. Effects of flaxseed lignan and oil on bone health of breast-tumor-bearing mice treated with or without tamoxifen / J. Chen [et al.] // J. Toxicol Environ Health. – 2011. – № 74(12). – P. 757–768.
16. Flaxseed reduces plasma cholesterol levels in Hypercholesterolemic mouse models / M. Pellizzon [et al.] // J. Am Coll Nutr. – 2007. – № 26 (1). – P. 66–75.
17. Austria, J. Bioavailability of alphinolenic acid in subjects after ingestion of three different forms of flaxseed / J. Austria, M. Richard, M. Chahine //J. Am Coll Nutr. – 2008. – № 27. – P. 214–221.
18. Holstun, J. An analysis of flaxseed utilization in the health food industry / J. Holstun, D. Zetocha // Institute for Business and Industry Development, North Dakota State University, Fargo, 1994.
19. Mazza, G. Production, processing and uses of Canadian flax / G. Mazza // First CGNA International Workshop, Temuco, Chile, August 3–6, 2008. – Temuco, 2008.
20. Haque, R. Total cyanide determination of plants and foods using the picrate and acid hydrolysis methods / R. Haque, H. Bradbury // Food Chem. – 2002. – № 77. – P.107–114.
21. Persistent konzo and cyanogen toxicity from cassava in northern Mozambique / M. Ernesto [et al.] // Acta Trop. – 2002. – № 82. – P. 357–362.
22. Analysis and decrease of cyanogenic glucosides in flaxseed / E. Park [et al.] // Korean Soc Food Sci Nutr. – 2005. – № 34. – P. 875–879.
23. Zimmerman, D. Flax, linseed oil, and human nutrition / D. Zimmerman // Proc. FlaxInst.US. – 1988. – № 52. – P. 30.

УДК 665.3:635.621:631.526.32(476)

## Физико-химические показатели тыквенного масла сортов и линий твердокорой тыквы (*Cucurbita pepo* L.) белорусской селекции

А. Я. Хлебородов, кандидат с.-х. наук, О. С. Провоторова, научный сотрудник  
Институт овощеводства

И. М. Почицкая, кандидат с.-х. наук, П. А. Скрипкович, инженер-химик  
НПЦ НАН Беларуси по продовольствию

(Дата поступления статьи в редакцию 05.07.2018 г.)

В результате проведенных исследований установлено, что выход тыквенного масла среди селекционных образ-

As a result of the conducted researches, it is determined that the pumpkin oil output among the selection samples of the

цов твердокорой тыквы белорусской селекции составляет 33,3–46,6 %. В масле доминирует содержание ненасыщенных жирных кислот (линолевой – 64,5 %, олеиновой – 17–19,7 %) в сравнении с насыщенными (пальмитиновой – 8,5–10,7 % и стеариновой – 3,8–6 %). В тыквенном жмыхе отмечено высокое содержание макро- и микроэлементов, повышается массовая доля белка и аминокислот, но снижается массовая доля жира.

### Введение

Плоды и семена тыквы являются ценным сырьем для пищевой и фармакологической промышленности. Мякоть (мезокарпий) тыквы служит источником сырья для промышленного получения пектина и каротина, сока, детского питания и ряда других продуктов.

Особую ценность представляют семена тыквы, из которых получают масло и белковые продукты. Масло тыквы используют не только как пищевой продукт, но и для производства различных фармакологических препаратов.

Диетическая ценность масла из семян тыквы определяется высоким содержанием в нем необходимых ненасыщенных жирных кислот, которые объединены в витаминный фактор «F». При их недостатке в организме человека возникают такие заболевания, как атеросклероз и злокачественные новообразования. Суточная потребность человека в ненасыщенных жирных кислотах составляет 3–6 г [1]. Установлена большая значимость ненасыщенных жирных кислот для детского питания, которые включают в молочные продукты. В настоящее время разработаны продукты для диетического питания с включением растительных масел, обладающих наличием ненасыщенных жирных кислот, в диетические колбасы, сливочное масло, сыры, сметану. В связи с этим потребности пищевой промышленности и фармакологии в растительных маслах, к которым относится и тыквенное масло, будут возрастать [3, 4, 5].

Мировым лидером по производству и экспорту тыквенного масла является Австрия. В Европейском Союзе стоимость 1 л тыквенного масла составляет 40\$.

Цель наших исследований – выделить лучшие селекционные образцы твердокорой тыквы по выходу тыквенного масла и изучить его качественный состав.

### Материалы и методы исследований

Объектом исследований являлись образцы тыквенного масла и жмыха, полученные из семян выделенных сортов и линий твердокорой тыквы белорусской селекции с высокой семенной продуктивностью.

**Таблица 1 – Семенная продуктивность, масличность сортов и линий твердокорой тыквы белорусской селекции (2016–2017 гг.)**

Название сортов и линий	Урожайность		Выход, %		Количество масла, кг/га
	плодов, т/га	семян, ц/га	семян	масла	
Дельта	65	6,50	1,0	40,0	260,0
Голосемянно-плетистая	55	9,90	1,8	33,3	330,0
Голосемянно-кустовая	50	10,00	2,0	36,6	366,6
Линия 2-3	54	15,12	2,8	40,0	604,8
Линия 2-4	52	13,00	2,5	33,3	433,3
Линия 2-5	55	14,30	2,6	46,6	667,3

*Belarusian selection solid-pumpkin has made 33,3–46,6 %. The content of unsaturated fatty acids predominates in oil (linoleic acid – 64,5 %, oleic – 17–19,7) in comparison with the saturated (palmitic – 8,5–10,7 % and stearic – 3,8–6 %). In pumpkin cake a high content of macro- and microelements is determined, the mass fraction of protein and amino acids is increased, but the mass fraction of fat is decreased.*

В лабораторных условиях масло из семян тыквы получали методом холодного отжима на прессе голландской фирмы «Piteba». Промышленный отжим тыквенного масла в 2016 г. осуществляли в Агросервисе г. Брагин, а в 2017 г. в агрофирме «Аммасбел» г. Смолевичи.

Оценка биохимических показателей тыквенного масла проводилась в РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию» в соответствии с методическими рекомендациями и требованиями нормативно-правовых актов ТНПА, установленными в области технического нормирования и стандартизации. В работе с образцами тыквенного масла и жмыха были использованы следующие ТНПА: метод АЭС-ИСП; ГОСТ 30418-96; ГОСТ ISO 18252-2014; ГОСТ 11812-66; ГОСТ 13979.1-68; ГОСТ 13496.4-93; ГОСТ 13496.15-2016; ГОСТ 13979.6-69; МВИ МН 3239-2009; ГОСТ 13496.2-91; СТБ EN 14164-2012; СТБ EN 14152-2012; ГОСТ EN 14122-2012; МВИ МН 1363-2000.

При анализе тыквенного масла определялись следующие показатели: влага и летучие вещества, жирные кислоты, минеральный состав, стерины. Проведена биохимическая оценка тыквенного жмыха по содержанию белка и аминокислот, жира и жирных кислот, стеринов, витаминов, влаги и летучих веществ, клетчатки, золы, макро- и микроэлементов.

### Результаты исследований и их обсуждение

Семена тыквы являются перспективным сырьем для получения масла и побочного высокобелкового продукта – жмыха. Процент выхода тыквенного масла из семян сортообразцов белорусской селекции находился в пределах 33,3–46,6 % (таблица 1).

Высокий выход тыквенного масла характерен для голосемянных Линий 2-3 и 2-5, а также стандартного сорта тыквы Дельта, у которой ядро семени покрыто твердой кожистой оболочкой. В сравнении со стандартом Линия 2-5 по выходу тыквенного масла превышала его на 16,5 %.

В результате изучения физико-химического и жирнокислотного состава масла было установлено, что оно относится к пищевым маслам. Содержание вла-

Таблица 2 – Результаты биохимического анализа тыквенного масла (2017 г.)

Показатели	Образцы					
	Дельта	Голосемянно-плетистая	Голосемянно-кустовая	Линия 2-3	Линия 2-4	Линия 2-5
Влага и летучие вещества, %	0,05	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02
Массовая доля жирных кислот, %:						
Линолевая	64,6	67,9	65,5	65,4	65,4	64,5
Олеиновая	19,7	17	17,4	17,3	17,4	18,7
Пальмитиновая	10,7	8,5	10,2	10,3	10,2	9,9
Стеариновая	3,8	5,2	5,9	6	5,9	5,5
Арахидиновая	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Гондоиновая	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Линоленовая	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Арахидоновая	0,3	0,3	0,3	<0,2	<0,2	<0,2
Декозагексаеновая	0,3	0,5	<0,2	<0,2	<0,2	0,5
Эйкозатриеновая	<0,2	<0,2	<0,2	0,4	0,4	0,4
Декозодиеновая	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Нервоновая	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Бегеновая	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Эруковая	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Масляная	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Капроновая	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Каприловая	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Каприновая	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Лауриновая	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Миристиновая	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Пентадециловая	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Пальметинолеиновая	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Маргариновая	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Маргаринолеиновая	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Стерины, мкг/г:						
Бета-ситостерин	254,1	306,2	223,1	363,1	447,8	565
Брассикастерин	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Кампастерин	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Стигмастерин	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Минеральный состав, мг/кг:						
Ca	23	14	11	14	14	18
Mg	19	3,5	4,9	8,9	4,6	6,4
P	49	14	17	24	15	18
K	22	<1	2,4	4,1	<1	1,3
Na	6,3	<1	2,7	5,3	3,7	5
Mn	0,23	0,06	0,05	0,08	0,06	0,1
Fe	4,71	1,16	0,76	0,66	1,14	1,52
Cu	0,11	0,03	0,05	0,05	0,02	0,07
Zn	2,15	1,08	1,54	0,96	0,61	1,04



Таблица 3 – Результаты биохимического анализа жмыха (2017 г.)

Показатели	Образцы		
	Дельта	Голосемянно-плетистая	Линия 2-5
Влага и летучие вещества, %	8,6	8,2	9,3
Массовая доля белка, %	42,19	40,13	49,69
Аминокислоты, мг/100 г:			
Аспаргат	815,1	757,7	749,7
Глутамат	1993,4	2103,7	2015,4
Серин	628,6	540,5	659,9
Гистидин	88,2	89,7	70,1
Глицин	1279,8	1125,7	1130,4
Треонин	170,1	319,9	326,0
Аргинин	1627,7	2014,9	1870,8
Аланин	493,7	596,9	581,4
Тирозин	376,2	292,8	277,7
Цистин	252,1	205,3	259,2
Валин	201,2	223,0	211,6
Метионин	317,9	422,3	464,6
Фенилаланин	399,9	446,5	424,6
Изолейцин	146,0	168,4	160,3
Лейцин	782,0	841,2	818,8
Лизин	504,8	377,6	333,4
Массовая доля жира, %	11,5	29,5	15,6
Массовая доля жирных кислот, %:			
Линолевая	63,6	66,9	63,3
Олеиновая	19,7	16,9	18,3
Пальмитиновая	11,4	9,3	10,8
Стеариновая	4,1	5,5	5,8
Арахидоновая	0,3	0,3	0,3
Гондоиновая	0,5	0,3	0,6
Линоленовая	<0,2	<0,2	<0,2
Арахидоновая	<0,2	<0,2	<0,2
Декозагексановая	0,5	0,9	0,9
Эйкозатриеновая	<0,2	<0,2	<0,2
Декозодиеновая	<0,2	<0,2	<0,2
Лигноцериновая	<0,2	<0,2	<0,2
Нервоновая	<0,2	<0,2	<0,2
Эйкозодиеновая	<0,2	<0,2	<0,2
Бегеновая	<0,2	<0,2	<0,2
Эруковая	<0,2	<0,2	<0,2
Масляная	<0,2	<0,2	<0,2
Капроновая	<0,2	<0,2	<0,2
Каприловая	<0,2	<0,2	<0,2
Каприновая	<0,2	<0,2	<0,2
Лауриновая	<0,2	<0,2	<0,2
Миристиновая	<0,2	<0,2	<0,2

Показатели	Образцы		
	Дельта	Голосемянно-плетистая	Линия 2-5
Пентадициловая	<0,2	<0,2	<0,2
Пальмитинолеиновая	<0,2	<0,2	<0,2
Маргариновая	<0,2	<0,2	<0,2
Маргаринолеиновая	<0,2	<0,2	<0,2
Массовая доля витамина В <sub>6</sub> , мг/100 г	0,1	0,12	0,12
Массовая доля витамина В <sub>1</sub> , мг/100 г	0,028	0,041	0,037
Массовая доля витамина В <sub>2</sub> , мг/100 г	0,031	0,045	0,033
Массовая концентрация β-каротина, мг/100 г	0,2±0,03	1,09±0,16	0,68±0,1
Стерины, мкг/г жира:			
Брассикастерин	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Кампастерин	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Стигмастерин	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Бета-ситостерин	847,0	354,0	582,5
Минеральный состав, мг/кг:			
Кальций	867	553	709
Магний	2431	4110	4850
Фосфор	11900	12750	16200
Калий	17300	17850	19350
Натрий	17	6,9	7,5
Марганец	50	53	69
Железо	143	105	152
Медь	20	17	21
Цинк	9,3	103	122
Массовая доля золы, %	5,6	5,7	7,4
Массовая доля клетчатки, %	23,3	13,9	13,6

ги и летучих веществ в масле находится в пределах 0,01–0,05 %. Качество тыквенного масла определяется составом ненасыщенных и насыщенных жирных кислот, их количественным соотношением. Из ненасыщенных жирных кислот в составе тыквенного масла преобладают линолевая и олеиновая, а из насыщенных – пальмитиновая и стеариновая (таблица 2). Все остальные жирные кислоты содержатся в сравнительно небольшом количестве – от 0,2 до 0,3 %.

Тыквенное масло содержит ряд макро- и микроэлементов: фосфор – 14–49 мг/кг; калий – 1–22; магний – 3,5–19; кальций – 11–23; натрий – 1–6,3; железо – 0,76–4,71; цинк – 0,61–2,15; марганец – 0,05–0,23 г; медь – 10,02–0,11 мг/кг.

Из числа стеринов в тыквенном масле присутствует бета-ситостерин в количестве 223,1–565,0 мкг/г. Ситостерин играет важную роль в биохимических про-

цессах, поскольку блокирует действие ряда ядовитых веществ, связывает токсины, участвует в образовании ряда биологически активных веществ [2].

Наряду с тыквенным маслом биологически ценные компоненты содержит жмых.

Расчеты показывают, что в среднем на жмых приходится около 62 %. Изучен состав жмыха относительно содержания влаги и летучих веществ, массовой доли белка, аминокислот, жиров и жирных кислот, витаминов, стеринов, золы и клетчатки (таблица 3).

На основании данных анализа жмыха установлено, что полученный продукт по ряду показателей обладает ценными хозяйственно-биологическими показателями в отношении содержания белка и аминокислот, жира и жирных кислот, витаминов, стеринов, минерального состава и может широко применяться в пищевой промышленности и фармакологии. При этом

следует отметить, что в жмыхе в сравнении с семенами наблюдается тенденция повышения содержания белка. Однако в жмыхе снижается содержание жира и аминокислот. Жирные кислоты остаются без существенных изменений.

В сравнении с семенами и маслом, минеральный состав жмыха по содержанию макро- и микроэлементов был значительно выше.

### Выводы

1. Выход тыквенного масла среди селекционных образцов твердокорой тыквы белорусской селекции составил 33,3–46,6 %. По этому показателю выделились следующие сорта и линии: Линия 2-5 – 46,6 %, Линия 2-3 и Дельта – 40 %, Голосемяннокустовая – 36,6 %. Голосемянная Линия 2-5 по выходу тыквенного масла превышала стандарт (сорт Дельта) на 16,5 %.
2. По жирнокислотному составу тыквенное масло содержит в основном ненасыщенные жирные кислоты – линолевую и олеиновую, а из насыщенных – пальмитиновую и стеариновую. В масле доминирует содержание ненасыщенных жирных кислот (линолевой – 64,5 %, олеиновой – 17–19,7 %) в сравне-

нии с насыщенными (пальмитиновой – 8,5–10,7 % и стеариновой – 3,8–6 %).

3. Тыквенное масло и побочный высокобелковый продукт жмыха содержат ряд макро- и микроэлементов. Высокое их содержание отмечено в жмыхе, а наименьшее – в масле.
4. В тыквенном масле и жмыхе содержание бета-ситостерина, витаминов существенно не изменяется, однако в жмыхе повышается массовая доля белка и аминокислот, но снижается массовая доля жира.

### Литература

1. Покровский, А. А. Лечебное питание / А. А. Покровский, И. С. Савощенко. – М.: 1974. – 400 с.
2. Сорвачев, К. Ф. Биологическая химия / К. Ф. Сорвачев. – М.: Просвещение, 1970. – 432 с.
3. Деревенко, В. В. Научное обоснование и разработка ресурсосберегающих процессов производства растительных масел и создание конкурентоспособной промышленной аппаратуры: автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.18.06 / В. В. Деревенко; СИП, 2007. – 48 с.
4. Chemical characteristics of oils from maked fund husk seeds of *Cucurbita pepo* L. / J. Nakic [et all.] // Eur. J. Lipid. Sci. Technol. – 2006. – Vol. 108. – P. 936–943.
5. Щербаков, В. Г. Биохимия и товароведение масличного сырья / В. Г. Щербаков – М.: Колос, 2003. – 360 с.

УДК 634.11:635.92:581.4.018

## Карунак – новый сорт декоративной яблони

В. В. Васеха, кандидат с.-х. наук, З. А. Козловская, доктор с.-х. наук

Институт плодоводства

(Дата поступления статьи в редакцию 11.09.2018 г.)

*В статье приводится морфологическая и биологическая характеристика нового сорта декоративной яблони Карунак, полученного от свободного опыления формы *Malus × purpurea* (Barbier) Rehd. Сорт скороплодный, устойчивый к комплексу пятнистостей листьев, зимостойкий, с ежегодным обильным цветением и плодоношением дерева. Обладает продолжительным ярко-красным цветением, антоциановой окраской листовой пластинки, придающей декоративность листе до конца листопада, и привлекательными, непадающими пурпурными плодами-ягодками, сохраняющимися в течение большей части зимнего периода без существенных изменений окраски.*

### Введение

В настоящее время наблюдается рост интереса к использованию декоративных плодовых культур в садово-парковом строительстве. Успешное удовлетворение спроса на данный вид садовой продукции имеет ряд объективных препятствий: слабая изученность биопотенциала декоративных плодовых культур и отсутствие качественного посадочного материала отечественного производства. В РУП «Институт плодоводства» имеется богатейшая генетическая коллекция яблони, включающая и ряд дикорастущих видов и их форм различных генераций с выдающимися декоративными признаками [1, 2].

Всевозрастающая потребность в растительном материале для облагораживания и украшения приусадебных участков, парков и скверов позволяет развивать современное направление по использованию яблони в зеленом строительстве. У амери-

*The article presents the morphological and biological characteristics of a new variety Karunak of ornamental apple-tree, obtained from open pollination one form *Malus × purpurea* (Barbier) Rehd. The variety has a short juvenile period, it is resistant to a complex of leaf spots, winter-hardy, with annual abundant flowering and tree bearing. It has a long bright red blossom, anthocyanin color of leaves, which gives the foliage attractive appearance to the end of the leaf fall and attractive, non-falling purple fruit-berries that persist for most of the winter period without significant color changes.*

канских исследователей уже представлены данные о возможности и эффективности культивирования декоративных форм яблони в городской среде в условиях техногенной нагрузки города Мэнсфилд, штат Пенсильвания [3, 4].

Целый ряд авторов представляют в своих работах различные подходы к оценке декоративных свойств плодовых деревьев косточковых и семечковых культур с определением обязательного перечня по изучению признаков, что лишней раз свидетельствует о положительной динамике развития данного направления [5, 6].

Однако целенаправленная работа по выделению собственных сортов с узким декоративным назначением представлена в научных работах, как правило, бессистемно и в основном на яблоне, сводится к описанию кребов опылителей для товарных сортов [7–9]. В связи с этим на основе многолетнего изучения экологических, морфологических признаков и особенностей



роста и развития дикорастущих видов рода *Malus Mill.* и их форм нами были выделены и предложены новые генотипы с комплексом декоративных свойств и пригодностью для зеленого строительства.

### Объекты и условия исследований

Исследования проводили в опытном саду отдела селекции плодовых культур в течение 2012–2017 гг., содержание междурядий – естественный газон, схема посадки 4 × 2 м, подвой – 54–118, защитные мероприятия против вредителей, болезней и сорных растений проводили согласно регламенту возделывания яблони в Беларуси [8]. Почва на опытных участках дерново-подзолистая, среднеподзоленная, развивающаяся на мощном лессовидном суглинке.

Оценку декоративных признаков проводили согласно разработанной нами методике «Методика оценки декоративных признаков яблони», основные учеты и наблюдения по устойчивости к комплексу болезней и вредителей, зимостойкости проводили согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [9, 10].

Метеорологические условия за период проведения исследований по основным показателям сложились оптимально, без существенных отклонений от норм, за исключением весеннего периода 2017 г., когда было отмечено существенное похолодание во второй половине апреля с выпадением осадков в виде снега (третья декада). Это отразилось на степени цветения ряда сортов плодовых культур. Как правило, ежегодно наблюдалось обильное и частое выпадение осадков на фоне повышенных температур и относительной влажности воздуха, способствующих интенсивному развитию фитопатогена *Venturia inaequalis (Coock.) Wint.* и обусловивших эпифитотии данного заболевания в указанные годы, что позволило дать объективную оценку полевой устойчивости к парше объектов исследований. Наибольший уровень развития парши отмечен в 2015 и 2016 г. За время выполнения исследований зимние периоды характеризовались отсутствием критических холодных стрессов.

### Результаты исследований и их обсуждение

Декоративный сорт Карунак (селекционный номер – 97-2/1, авторы: З. А. Козловская, В. В. Васеха,

Т. А. Гашенко, М. Г. Марудо, Н. В. Луватцова) получен от свободного опыления формы *Malus × purpurea (Barbier) Rehd.*, отобранной в рамках экспедиционного обследования садов Беларуси. Гибрид был размножен в 2007 г. на клоновом подвое 54-118 и высажен в коллекционный сад в 2009 г. На протяжении периода наблюдений 2012–2017 гг. гибрид характеризовался скороплодностью, хорошим уровнем устойчивости к комплексу пятнистостей листьев, отсутствием повреждений морозами и комплексом декоративных признаков, что позволило его выделить в 2017 г. для передачи в систему государственного сортоиспытания Республики Беларусь в качестве сорта декоративной яблони.

На протяжении периода изучения погодные условия в целом способствовали хорошему росту и развитию растений. Важнейшими хозяйственными признаками при выделении декоративной формы являются устойчивость к комплексу пятнистостей листьев, которые в условиях Беларуси главным образом представлены паршой и филлостиктозом, а также стабильное ежегодное обильное цветение независимо от погодных стрессов (рисунок 1).

Большую часть периода исследований погодные условия весеннего периода складывались благоприятно, а в 2012–2014 гг. характеризовались повышенными температурами во второй половине апреля – начале мая, что в сочетании с достаточным уровнем увлажнения способствовало ежегодному обильному цветению. Однако необходимо отметить, что, несмотря на сложившийся неблагоприятный температурный режим во второй половине апреля 2017 г., сопровождающийся выпадением осадков в виде снега, на изучаемом отборе 97-2/1 не было отмечено снижения степени цветения. На наш взгляд, это объясняется в первую очередь биологической особенностью генотипа – цветением в поздние сроки, что позволило избежать существенных повреждений генеративной сферы.

При оценке поражаемости листьев паршой на естественном инфекционном фоне максимальная степень 2 балла отмечена в 2015 и 2016 г., что выражалось в поражении до 10 % листьев мелкими, немногочисленными пятнами. За годы исследований поражение филлостиктой не превысило 0,5 балла, признаков развития мучнистой росы яблони не наблюдалось.

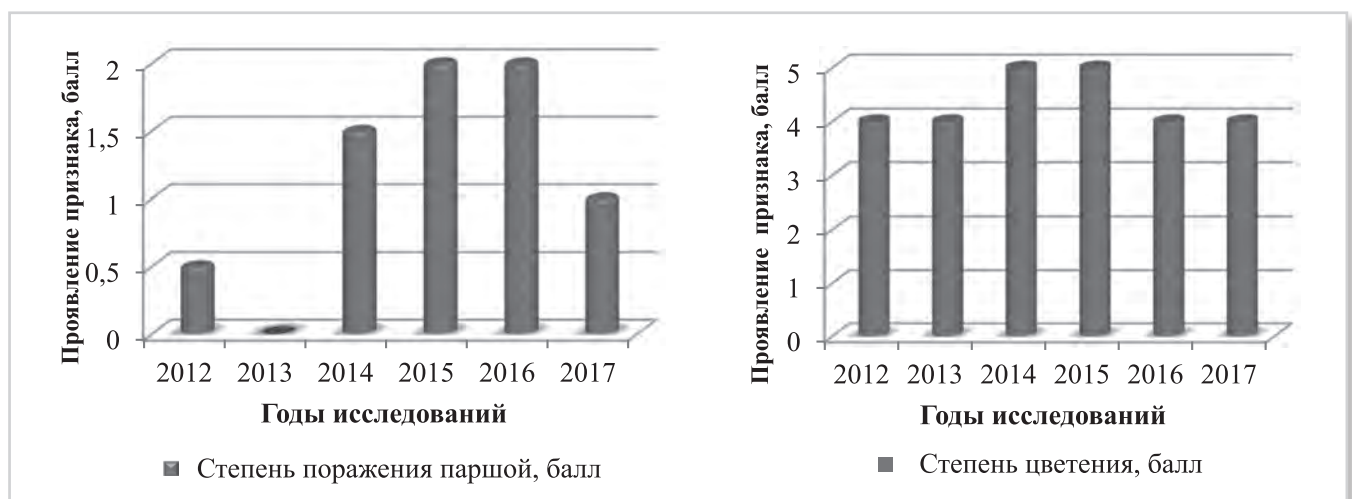


Рисунок 1 – Устойчивость к парше и степень цветения сорта Карунак (2012–2017 гг.)

В течение периода изучения проводилось описание и оценка признаков декоративности дерева в разные фенологические фазы с выставлением оценки привлекательности в баллах по каждому описываемому показателю согласно разработанной нами методике (таблица 1).

**Описание сорта Карунак.** Дерево слаборослое с раскидистой кроной, которая пригодна для выполнения различных формировок в рамках зеленого строительства без значительных затрат ручного труда. Распускающаяся листовая пластинка пурпурная с окраской средней интенсивности, край листовой пластинки пильчатый, глянецовитость выражена средне. Во второй половине вегетации хорошо прослеживается рассеченность листьев (рисунок 2). Окраска листовой пластинки привлекательная, отмечены некоторые изменения окраски в середине вегетации по сравнению с началом распускания. Сорт способен сохранять декоративность до конца листопада, окраска листовой пластинки перед опадением – бронзовая.

Продолжительность цветения не менее 10 дней в типичных климатических условиях для центральной зоны Беларуси, цветет в поздние сроки, что совпадает со сроками цветения сортов Зорка и Сябрына. В пери-

од максимального распускания цветков одновременно цветет более 80 % цветков от полога кроны. Бутоны непосредственно перед раскрытием темно-красные, цветок простой, среднего диаметра, слабо чашевидный с широкоэллиптическими лепестками красного цвета с багрянистым отливом (код цветовой шкалы RHS – 63B).

Плоды очень привлекательные, интенсивно окрашенные с преобладающей темно-красной окраской. Мелкие, округлой формы, оржавленность, румянец и подкожные точки отсутствуют, плодоножка длинная, чашечка отсутствует, мякоть розовая, глянецовитость кожицы выражена сильно. Средняя степень плодоношения – 4 балла (около 80 % плодов от полога кроны). Плоды хорошо сохраняются в течение большей части зимнего периода без существенных изменений окраски и формы.

Дифференцированная оценка декоративности – 84 балла, что позволяет отнести сорт Карунак в группу с хорошим уровнем декоративности. Формула декоративности BDF характерна для генотипов с розовым или красным цветением, пурпурной листвой и плодами, хорошо сохраняющимися в течение зимнего периода. Сорт пригоден для целей зеленого строительства

**Таблица 1 – Оценка признаков декоративности дерева яблони сорта Карунак**

Признак	Оценка привлекательности, балл	Коэффициент предпочтения	Оценка с учетом коэффициента предпочтения, балл
Форма кроны	4	2	8
Форма листовой пластинки	3	2	6
Окраска листовой пластинки	4	2	8
Окраска листовой пластинки перед листопадом	5	2	10
Продолжительность цветения	4	2	8
Обильность цветения	5	2	10
Окраска бутонов	3	1	3
Окраска цветков	5	2	10
Величина отдельных цветков	2	1	2
Аромат	3	1	3
Привлекательность внешнего вида плодов	4	1	4
Обильность плодоношения	4	1	4
Продолжительность сохранения плодов на дереве	4	2	8
<b>Дифференцированная оценка декоративности, балл</b>			<b>84</b>

**Таблица 2 – Экономическая эффективность выращивания двухлетних декоративных саженцев яблони (в расчете на 1 000 шт.)**

Показатель	Ед. изм.	Контроль <sup>1</sup>	Декоративный саженец
Трудозатраты	чел.-ч	197,42	225,6
Себестоимость	руб.	3 364,05	3 844,2
Цена реализации <sup>2</sup>	руб.	8,00	12,00
Выручка	руб.	8 000,0	12 000,0
Прибыль	руб.	4 635,95	8 155,8
Рентабельность производства	%	137	212

Примечание – <sup>1</sup>Двухлетний саженец обычного товарного сорта яблони; <sup>2</sup>цены на осень 2017 г.



Рисунок 2 – Сорт яблони Карунак (2018 г.)

как для закладки групповых комбинированных посадок с другими культурами, так и для посадки отдельно стоящих деревьев (солитеров).

Отдельно необходимо отметить высокую экономическую эффективность производства и реализации посадочного материала декоративных форм яблони (таблица 2).

Основные показатели представлены при получении двухлетних саженцев, так как посадка для целей зеленого строительства подразумевает использование растений со сформированной кроной в зависимости от назначения. По сравнению с производством саженцев обычного товарного сорта яблони для получения в питомнике стандартного двухлетнего посадочного материала декоративной яблони требуется больше трудозатрат, что обусловлено необходимостью проведения дополнительных зеленых операций. Однако, несмотря на более высокую себестоимость выращивания, рентабельность производства за счет более высокой рыночной цены значительно выше и составляет 212 %. На наш взгляд, основными сдерживающими факторами распространения декоративных плодовых в Беларуси являются, во-первых, начало развития направления зеленого строительства с широким привлечением плодовых культур. Во-вторых, недостаточная маркетинговая проработка рынков сбыта, а также низкий уровень распространения информации о наличии декоративных форм плодовых и ягодных культур, прежде всего, в рекламных целях.

### Заключение

Таким образом, на основе многолетнего изучения генетических коллекций дикорастущих видов яблони и их форм различных генераций был выделен декоративный сорт Карунак белорусской селекции, который сочетает комплексную устойчивость к абиотическим и биотическим стресс-факторам с хорошим уровнем декоративности, пригодный для зеленого строительства.

### Литература

1. Козловская, З. А. Состав и использование коллекции яблони в Беларуси / З. А. Козловская // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции / ВНИИР им. Н. И. Вавилова РАСХН;

редкол: Н. И. Дзюбенко (гл. ред.) [и др.]. – Санкт-Петербург, 2015. – Т. 175. – С. 47–58.

2. Козловская, З. А. Видовое разнообразие национальной коллекции плодовых, орехоплодных культур и винограда в Беларуси / З. А. Козловская, А. А. Таранов // Земледелие и защита растений. – Прилуки, 2016. – №4 (107) – С. 32–34.
3. Geghold, Henry D. Crabapple cultivars tested as street trees: Second report / Henry D. Geghold // Journal of Arboriculture. – 2000. – Vol. 26. – P. 48–59.
4. Geghold, Henry D. Crabapple cultivars tested as street trees: Third report / Henry D. Geghold // Arboriculture & Urban Forestry. – 2007. – Vol. 33(3). – P. 176–181.
5. Долматов, Е. А. Морфологическая характеристика элитных декоративных форм яблони генофонда ФГБНУ ВНИИСПК / Е. А. Долматов, Б. Б. Корнилов, // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ / ВСТИСП РАСХН; редкол.: И. М. Куликов [и др.]. – Москва, 2017. – Т. XXXXVIII. – Ч. 1. – С. 78–82.
6. Корнилов, Б. Б. Оценка эстетических качеств декоративных форм яблони и груши генофонда ФГБНУ ВНИИСПК / Б. Б. Корнилов, Е. А. Долматов // Современное садоводство: Contemporaryhorticulture: теоретический и научно-практический электронный журнал [Электронный ресурс]. – 2016. – № 1 (17). – Режим доступа: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2016/1/14.pdf> – Дата доступа: 15.01.2017.
7. Соломатин, Н. М. Селекция яблони на декоративные качества в условиях Центрально-Черноземной зоны / Н. М. Соломатин, Е. А. Соломатина, Е. В. Иванова // Научные ведомости. Серия: Естественные науки. – 2012. – № 21 (140) – С. 68–72.
8. Klett, J. Flowering crabapple trees / J. Klett, R. Cox // Extension of Colorado State University (Gardening Series). – 2002. – No. 7.424. – P. 27–29.
9. Peterson, C. Crabapples – a selection guide / C. Peterson, R. Heatley // Michigan State University Extension Bulletin. – 2011. – E-2177. – P. 1–8.
10. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала: сборник отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси; рук. разработ.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2010. – 520 с.
11. Васеха, В. В. Методика оценки декоративных признаков яблони / В. В. Васеха, З. А. Козловская, И. Г. Янковская // Современное садоводство: Contemporaryhorticulture: теоретический и научно-практический электронный журнал [Электронный ресурс]. – 2017. – № 7. – Режим доступа: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2017/3/23.pdf>. – Дата доступа: 23.11.2017.
12. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. / ВНИИСПК; под ред. Е. Н. Седова. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.



# ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Требования к оформлению научных публикаций составлены в соответствии с главой 5 Инструкции по оформлению диссертации, автореферата и публикаций по теме диссертации, утвержденной постановлением президиума Высшего аттестационного комитета Республики Беларусь от 24.12.1997 года № 178 (в редакции постановления Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 22.02.2006 года № 2).

Объем научной статьи должен составлять не менее 0,35 авторского листа (14 000 печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и другие), что соответствует 8 страницам текста, напечатанного через 2 интервала между строками для соискателей ученых степеней.

## Условия приема авторских материалов в журнал «Земледелие и защита растений»

1. Принимаются рукописи, ранее не публиковавшиеся, с рецензией и сопроводительным письмом в 1 экземпляре (не ксерокопия), напечатанные шрифтом Times New Roman, 14-й кегль, межстрочный интервал – полуторный, объем статьи – до 10 страниц, подписанные всеми авторами, и электронный вариант статьи (дискета, компакт-диск, флеш-носитель) либо по E-mail. Таблицы набираются непосредственно в Word в **книжной ориентации**, размер шрифта 8-11, интервал одинарный; количество – не более 6. Формулы составляются в редакторе формул Microsoft Equation. Рисунки (диаграммы, графики, схемы) должны быть подготовлены в **черно-белом изображении**; подписи к рисункам и схемам пишутся отдельно. Они присылаются дополнительно к статье в той программе, в которой выполнены (например, в Excel), чтобы была возможность при необходимости их редактировать. **Фото** в электронном виде необходимо присылать **отдельно в формате tif, jpg, а не вставленное в WORD.**

2. Статья должна содержать:

- индекс УДК;
- название статьи;
- фамилию, имя, отчество автора (авторов);
- ученая степень (если есть), наименование организации;
- аннотацию объемом **до 10 строк** (на русском и английском языках);
- введение;
- основную часть (методика и результаты исследований);
- заключение;
- список цитированных источников, оформленный в соответствии с требованиями ВАК Республики Беларусь.

3. Данные для связи с автором: телефон, адрес электронной почты, место работы, должность, ученая степень, звание.

Материалы, в которых не соблюдены перечисленные условия, не принимаются к рассмотрению редакцией. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Редакция оставляет за собой право осуществлять отбор, дополнительное рецензирование и редактирование статей.

---

**ИЗДАТЕЛЬ:** ООО «Земледелие и защита растений»

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

научный редактор: (017 75) 3-42-71, (033) 492-00-17

E-mail: [ahova\\_raslin@tut.by](mailto: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 10.09.2018 г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная Тираж 1200 экз. Заказ № 891-. 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.