

# Земледелие и Защита растений

№ 1 (128)  
2020

Научно-практический  
журнал

Фото:  
озимая пшеница в ранневесенний период крупным планом

Соединяем мощное  
фунгицидное действие  
и ранневесеннее  
применение

## Азорро, КС

300 г/л карбендазима + 100 г/л азоксистробина

Комбинированный фунгицид  
для защиты зерновых культур

- Эффективная защита озимых культур после перезимовки
- Уничтожение инфекции в прикорневой зоне и листовых болезнях раннего развития
- Профилактика листовых заболеваний в более поздние сроки вегетации
- Эффект «зеленого листа»
- Формирование зерна высокого качества



ЩЕЛКОВО  
АГРОХИМ

[www.betaren.ru](http://www.betaren.ru)

# Земледелие и Защита растений

Научно-практический журнал

№ 1 (128)

январь-февраль 2020 г.

Периодичность – 6 номеров в год

Издается с 1998 г.

Agriculture and plant protection  
Scientific-Practical Journal

№ 1 (128)

January-February 2020

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;

**В. П. Гнилозуб,** директор *РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»*;

**В. Л. Маханько,** 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. 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

- ✍ *Шлапунов В. Н., Бирюкович А. Л., Романович А. Н.* 3  
Эффективность использования овса и горохо-овсяной смеси в качестве покровных культур при возделывании люцерны посевной
- ✍ *Зими́на М. В., Бри́лев М. С.* 8  
Эффективность применения минеральных удобрений в посевах подсолнечника
- ✍ *Медведев Э. Б.* 11  
Засоренность культур звена полевого севооборота под влиянием способов основной обработки почвы и удобрений в условиях северной степи Украины

### Агрохимия

- ✍ *Голуб И. А., Савельев Н. С., Черехухина Е. В.* 16  
Эффективность микроудобрения «Гисинар линум» в посевах льна-долгунца

## IN THE ISSUE

### Agrotechnologies

- ✍ *Shlapunov V. N., Biryukovich A. L., Romanovich A. N.* 3  
Efficiency of using oats and pea-oat mixture as cover crops for cultivating creeping alfalfa
- ✍ *Zimina M. V., Brilev M. S.* 8  
Efficiency of using mineral fertilizers in sunflower crops
- ✍ *Medvedev E. B.* 11  
Weed infestation of field crop rotation under the influence primary tillage methods and fertilizers in the conditions of the northern steppe of Ukraine

### Agrochemistry

- ✍ *Golub I. A., Saveliev N. S., Chereukhina E. V.* 16  
Efficiency of microfertilizer «Gisinar linum» in flax crops

- |  |   |
|--|---|
| <p>✍ <i>Малашевская О. В., Вильдфлуш И. Р.</i> Влияние макро-, микроудобрений, регулятора роста и ризобияльного инокулянта на динамику роста, накопление биомассы растений, фотосинтетическую деятельность и урожайность полевого гороха 18</p> <p>✍ <i>Бедуленко М. А., Агеев В. Ю.</i> Содержание макроэлементов в надземной фитомассе растений монарды дудчатой в онтогенезе при применении макро-, микроудобрений и ретардантов 22</p> | <p>✍ <i>Malashevskaya O. V., Wildflush I. R.</i> Influence of macro-, micronutrient fertilizers, growth regulator and rhizobial inoculant on growth dynamics, plant biomass accumulation, photosynthetic activity and field pea productivity</p> <p>✍ <i>Bedulenko M. A., Ageets V. Yu.</i> Macronutrient content in the aboveground phytomass of duodenal monad plants in the ontogenesis using macro-, micronutrient fertilizers and retardants</p> |
|--|---|

### Защита растений

- |  |   |
|--|---|
| <p>✍ <i>Комардина В. С., Колтун Н. Е., Ярчаковская С. И.</i> Фитосанитарное состояние интенсивных насаждений груши в Беларуси 27</p> <p>✍ <i>Шашко Ю. К.</i> Влияние изменения климата на видовой состав грибов рода <i>Fusarium</i> и сопряженность развития фузариозных болезней пшеницы с погодными факторами 32</p> <p>✍ <i>Куркина Г. Н.</i> Действие фунгицидных протравителей на всхожесть семян и урожайность кукурузы в зависимости от сроков сева и погодных условий 36</p> <p>✍ <i>Спиридонов Ю. Я., Халиков С. С., Чкаников Н. Д.</i> Разработка методов снижения токсического воздействия почвенных остатков гербицидов на культурные растения 43</p> <p>✍ <i>Запрудский А. В., Привалов Д. Ф., Яковенко А. М., Белова Е. С.</i> Применение регуляторов роста в технологии возделывания кормовых бобов в условиях Беларуси 46</p> <p>✍ <i>Биловец Г. Я., Ваццишин О. А., Пристацкая О. Н.</i> Сорт как фактор формирования устойчивого агроценоза пшеницы озимой в условиях западной лесостепи Украины 49</p> | <h3>Plant protection</h3> <p>✍ <i>Komardina V. S., Koltun N. E., Yarchakovskaya S. I.</i> Phytosanitary state of the intensive pear plantations in Belarus</p> <p>✍ <i>Shashko Yu. K.</i> The influence of climate change on the species composition of <i>Fusarium</i> genus fungi and the association of <i>Fusarium</i> wheat diseases development with weather factors</p> <p>✍ <i>Kurkina G. N.</i> Effect of fungicide dressing agents on seed germination and maize yield, depending on sowing dates and weather conditions</p> <p>✍ <i>Spiridonov Yu. Ya., Halikov S. S., Chkanikov N. D.</i> Development of methods for reducing the toxic effects of soil residues of herbicides on cultivated plants</p> <p>✍ <i>Zaprudsky A. V., Privalov D. F., Yakovenko A. M., Belova E. S.</i> Application of growth regulators in the technology of cultivating fodder beans in Belarus</p> <p>✍ <i>Bilovus G. Ya., Vashchishin O. A., Pristatskaya O. N.</i> Variety as a factor in the formation of a stable agrocenosis of winter wheat in the conditions of the western forest-steppe of Ukraine</p> |
|--|---|

### Плодоводство

- |  |  |
|--|--|
| <p>✍ <i>Шатковский А. П., Минза Ф. А.</i> Закономерности развития корневой системы яблони при разных режимах орошения 52</p> | <h3>Fruit growing</h3> <p>✍ <i>Shatkovsky A. P., Minza F. A.</i> Patterns of development of the root system of the apple tree under different irrigation regimes</p> |
|--|--|

### Информация

- |   |  |
|---|--|
| <p>✍ <i>Ходько Е. М., Ходько А. С.</i> Энергоэффективность как механизм, обеспечивающий прогресс на пути к достижению целей устойчивого развития 56</p> | <h3>Information</h3> <p>✍ <i>Khodko E. M., Khodko A. S.</i> Energy efficiency as a mechanism ensuring progress towards achieving sustainable development goals</p> |
|---|--|

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

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**И. М. Богдевич**, академик НАН Беларуси; **С. Ф. Буга**, доктор с.-х. 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; **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. Ярчаковская. Верстка: Г. Н. Потеева

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

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

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

E-mail: ahova\_raslin@tut.by

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

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

Подписано в печать 07.02.2020 г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная Тираж 1200 экз. Заказ № 93. Цена свободная.

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

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

## Эффективность использования овса и горохо-овсяной смеси в качестве покровных культур при возделывании люцерны посевной

В. Н. Шлапунов, доктор с.-х. наук,  
А. Л. Бирюкович, А. Н. Романович, кандидаты с.-х. наук  
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 21.11.2019 г.)

*При посеве люцерны в качестве покровных культур можно использовать как овес, так и горохо-овсяную смесь. Полевая всхожесть люцерны под покровом овса составила 60–69 %, а под горохо-овсяной смесью – 59–69 %. Более продолжительное нахождение люцерны под покровом уменьшало ее массу с 0,14 до 0,06–0,08 г. Перезимовка люцерны первого года жизни из-под покрова овса составила 92 %, а горохо-овсяной смеси – 90 %. Увеличение нормы высева люцерны с 4,5 до 10,5 млн шт. всхожих семян на 1 га не влияло на ее урожайность. Срок уборки покровных культур в среднем за четыре года пользования не влиял на урожайность зеленой массы, сухой массы, сбор сырого протеина и выход обменной энергии люцерны посевной.*

### Введение

Важным элементом технологии выращивания люцерны является способ сева. Считается, что наиболее экономически эффективным является посев ее под покров, который дает возможность в первый год жизни получить дополнительный урожай покровной культуры и снизить засоренность посевов [1, 2]. Однако покровная культура оказывает негативное влияние на люцерну посевную. Например, по данным Л. Ю. Каджюлиса, корни ячменя растут значительно быстрее, чем посеянной под его покров люцерны, как следствие – питательные вещества и влага в поверхностном слое используется быстрее покровной культурой, что приводит к слабому развитию корневой системы люцерны и ее низкорослости [3]. Покровная культура лимитирует такие факторы роста и развития люцерны, как почвенная влага и свет [4]. В результате снижается ее устойчивость к пониженным температурам и засухе, уменьшается накопление питательных веществ в корневой шейке, ослабляется закладка почек и скорость оттока органических веществ из листьев к корням. По данным М. Ф. Лупашку [5], при затенении растений органические вещества не только задерживаются в листьях, но и передвигаются медленнее, чем при нормальном освещении. В результате этого люцерна опаздывает в развитии, травостой сильно изреживается и в последующие годы зарастает сорняками, что снижает его урожайность [6].

По данным БелНИИ земледелия, посев люцерны под покров озимых зерновых малоэффективен, так как они трогаются в рост раньше, чем можно выехать в поле с сеялкой. Поэтому уже через 12–15 дней после сева люцерны ее всходы в сильной степени затеняются разросшимися озимыми и изреживаются. В то же время уменьшение норм высева покрова приводит к недобору зерна. Удовлетворительными покровными культурами являются овес и ячмень, убираемые на монокорм, а лучшие покровные культуры – однолетние смеси (вико-горохо-люпино-овсяные) на зеленый корм [7].

*When sowing alfalfa, both oats and a pea-oat mixture can be used as cover crops. Alfalfa germination rate under the cover of oats was 60–69 %, and under the pea-oat mixture – 59–69 %. A longer stay of alfalfa under the cover reduced its mass from 0,14 grams to 0,06–0,08 grams. Alfalfa wintering of the first year of life from under the cover of oats amounted to 92 %, and pea-oat mixture – 90 %. An increase in the seeding rate of alfalfa from 4,5 to 10,5 million pcs. germinating seeds per 1 ha did not affect the yield of sowing alfalfa. The cover crop harvesting period on average for four years of use did not affect the yield of green mass, dry weight, the collection of crude protein and the exchange energy of sowing alfalfa.*

Цель исследований – изучение особенностей формирования урожая люцерны при использовании в качестве покровных культур овса и горохо-овсяной смеси.

### Методика исследований

Объект исследований – люцерна посевная сорт Будучыня (селекция РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»). Почва – дерново-палево-подзолистая супесчаная на связных пылеватых супесях, подстилаемых моренным суглинком ближе 1 м с прослойками песка на контакте. Агрохимическая характеристика: рН – 5,55, гумус – 2,17 %,  $P_{20}$  – 192 мг/кг,  $K_{20}$  – 234 мг/кг почвы. Предшественник – кукуруза. Покровные культуры – овес (4,0 млн шт./га или 226 кг/га) и горохо-овсяная смесь – убирала на зеленый корм (колошение), зерносеяж (молочная-восковая спелость) и зерно. Участок известковали доломитовой мукой в дозе 3,5 т/га. Осенью вносили  $P_{60}K_{120}$ , а весной в вариантах с уборкой покрова на зеленый корм –  $N_{45}$ , зерносеяж –  $N_{60}$ , зерно –  $N_{90}$ . Сев люцерны проводили 22.04.2014 г. и 26.04.2015 г. поперек рядков покровной культуры с нормой высева 4,5; 6,5; 8,5 и 10,5 млн шт./га всхожих семян или 9, 13, 17 и 21 кг/га соответственно. Для борьбы с сорной растительностью использовали Базагран (2 л/га) в фазе тройчатого листа.

Учетная площадь делянки – 25,2 м<sup>2</sup>. Повторность – четырехкратная. Размещение делянок – систематическое. За вегетацию проводили 3 укоса в начале цветения.

Погодные условия 2014 г. по температурному режиму и количеству осадков благоприятствовали появлению всходов покровных культур и люцерны. Влажность почвы пахотного слоя (0–20 см) от сева до I декады июля составляла 19,4–21,5 %, во II декаде июля – 12,84–9,84 % и в период с III декады июля до I декады августа снижалась до 3,8 %.

В засушливый период 2015 г. после 1-го укоса, когда влажность почвы пахотного слоя снижалась до 5,01–2,74 %, растения люцерны приостановили рост, а 3-й укос не сформировался.

В 2016 г. метеорологические условия периода вегетации были благоприятными для роста и развития растений

1-го укоса (среднесуточный прирост люцерны – 1,58 см), а урожайность 2-го и 3-го укосов (среднесуточный прирост люцерны – 0,87–0,94 см) формировалась при повышенных температурах и дефиците влаги.

Вегетационный период 2017 г. в целом был благоприятен для роста и развития люцерны.

В 2018 г. формирование 1-го укоса проходило в засушливых условиях (ГТК апреля – 0,5, мая – 0,2) и его урожайность была ниже, чем в 2017 г. Вторая половина вегетации характеризовалась неравномерным выпадением осадков, но в целом была более благоприятной, чем первая (ГТК июля – 2,2; августа – 1,2).

**Результаты исследований и их обсуждение**

Полевая всхожесть люцерны, посеянной под овес, в среднем по срокам уборки покровной культуры составила при норме высева 4,5 млн шт./га 69 %, 6,5 – 64; 8,5 – 60 и 10,5 млн шт./га – 60 %, а под горохо-овсяную смесь – 59 %; 69; 69 и 63 % соответственно. Перед уборкой покровных культур на зеленый корм высота люцерны составила 14–18 см. Уборка покровных культур в более поздние сроки несколько увеличивала облиственность люцерны с 52 % в фазе колошения до 61–66 % в фазе полной спелости (таблица 1). Более длительное затенение люцерны покровом уменьшало массу растения с 0,14 до 0,06–0,08 г.

Кроме того, покров снижал освещенность подпокровной культуры. Так, в III декаде июня освещенность люцерны под покровом овса и горохо-овсяной смеси составляла 10,3 % от освещенности над посевами. Однако изменение условий освещения практически

не повлияло на сохранность люцерны под покровом. Так, после уборки овса в фазе колошения она составила 60 %, молочно-восковой спелости – 70, полной – 60 %, а после горохо-овсяной смеси – 71, 67, 59 % соответственно.

Урожайность покровной культуры при уборке овса в фазе колошения составила 206 ц/га зеленой массы, молочно-восковой спелости – 249 ц/га зеленой массы и в полной – 30,1 ц/га зерна, а горохо-овсяной смеси – 196, 256 и 31,1 ц/га соответственно. Люцерна 1-го года жизни (г. ж.) сформировала один укос, урожайность которого после уборки покровного овса составила 34,8 ц/га сухой массы и была на 28,9 % выше, чем после горохо-овсяной смеси – 27,0 ц/га сухой массы (таблица 2).

Перезимовка растений люцерны 1-го г. ж. была хорошей. Она составила из-под покрова овса 92 %, горохо-овсяной смеси – 90 %. Урожайность зеленой массы люцерны в среднем за 4 года не зависела от нормы ее высева как при подсеве под овес, так и горохо-овсяную смесь (таблица 3). В среднем за 4 года изменение урожайности к контролю составило 7,3–5,4 %.

Максимальная урожайность зеленой массы люцерны получена в 3 г. ж., по сравнению со 2-м г. ж. она увеличилась в вариантах подсева под овес на 261–294 ц/га или на 128–148 %, под горохо-овсяную смесь – на 252–284 ц/га или на 130–138 %.

На 4-й г. ж. урожайность зеленой массы начала несколько снижаться, и разница между этим показателем в 3-м и 4-м годах жизни составила при посеве под овес 24–70 ц/га зеленой массы или 5,2–13,4 %, а под горохо-овсяную смесь – 3–63 ц/га или 0,7–12,5 %. Сни-

**Таблица 1 – Морфологические показатели растений люцерны в зависимости от фазы развития покровной культуры (2015 г.)**

Культура	Облиственность растений, %	Масса 1 растения, г
<i>Колошение (выметывание)</i>		
Овес	52	0,14
Овес + горох	52	0,14
<i>Молочно-восковая спелость</i>		
Овес	56	0,11
Овес + горох	59	0,10
<i>Полная спелость</i>		
Овес	66	0,08
Овес + горох	61	0,06

**Таблица 2 – Урожайность покровных культур и люцерны**

Культура	Стадия уборки	Укос	Урожайность*, ц/га	
			зеленая масса	сухое вещество
Овес	48–49	основной	206	37,9
		отава	47,5	16,9
		сумма	162,5	54,8
	72–73	основной	249	76,2
Горохо-овсяная смесь	48–49	основной	196	34,7
		отава	80	27,0
		сумма	286	61,7
	72–73	основной	255,5	69,8
	92	основной	–	31,1

Примечание – \*Среднее по двум закладкам опыта.

жение урожайности зеленой массы люцерны в 5-м г. ж. продолжилось, однако она была выше, чем во втором году жизни.

Сроки уборки покровной культуры практически не повлияли на урожайность люцерны, и в среднем по вариантам опыта она составила при посеве по покрову овса 366 ц/га, горохо-овсяной смеси – 351 ц/га. Таким образом, вид покровной культуры и сроки ее уборки не влияли на урожайность зеленой массы люцерны посевной.

Норма высева люцерны, посеянной как под покров овса, так и горохо-овсяной смеси, не изменяла сбор сухой массы (таблица 4). Так, прибавка ее урожайности в зависимости от нормы высева по вариантам изменялась от –7,5 до 8,5 %. Сбор сухой массы при посеве под покров овса составил в среднем за четыре года 82,2–87,2 ц/га, а под горохо-овсяную смесь – 74,8–80,8 ц/га.

Распределение урожайности люцерны посевной в течение вегетационного периода представлено на ри-

сунке. На долю первого укоса люцерны из-под покрова овса приходилось 44,2–50,4 % сбора сухого вещества, а из-под горохо-овсяной смеси – 45,0–48,2 %, второго – 28,9–31,7 % и 30,7–32,6 %, третьего – 19,5–24,1 и 20,3–22,5 % соответственно.

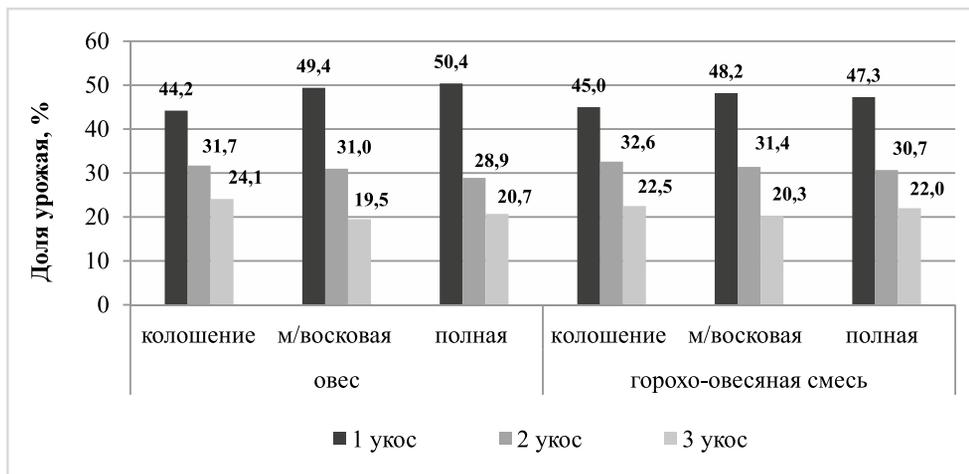
В таблице 5 приведены качественные характеристики люцерны посевной. Их анализ показал, что продуктивность, сбор сырого протеина и обменной энергии травостоя практически не зависели от нормы высева семян люцерны. Люцерна после уборки покровного овса в фазе колошения обеспечила продуктивность 75,3 ц/га к. ед., сырого протеина – 1,77 т/га, обменной энергии – 84,6 МДж/га; в фазе молочно-восковой спелости – 81,2; 1,89; 92,0; в фазе полной спелости – 81,2 ц/га к. ед.; 1,88 т/га; 91,9 МДж/га соответственно. В вариантах уборки горохо-овсяной смеси в фазе колошения продуктивность люцерны составила 74,3 ц/га к. ед., сбор сырого протеина – 1,73 т/га, обменной энергии – 83,8 МДж/га;

**Таблица 3 – Урожайность люцерны посевной в зависимости от нормы высева, года жизни и срока уборки покровной культуры**

Покровная культура	Фаза уборки покрова	Норма высева, млн шт./га	Урожайность* люцерны, ц/га зеленой массы					± Прибавка	
			год жизни				среднее	ц/га	%
			2-й	3-й	4-й	5-й**			
Овес	колошение	4,5	200	467	433	342	360	–	–
		6,5	202	479	473	368	381	21	5,4
		8,5	225	462	431	344	365	5	1,5
		10,5	189	451	427	341	352	–8	–2,2
		<b>среднее</b>	<b>204</b>	<b>465</b>	<b>441</b>	<b>349</b>	<b>365</b>		
	молочно-восковая спелость	4,5	228	528	462	332	387	–	–
		6,5	235	526	469	314	386	–1	–0,3
		8,5	223	522	436	312	373	–14	–3,7
		10,5	224	512	442	322	375	–12	–3,2
		<b>среднее</b>	<b>228</b>	<b>522</b>	<b>452</b>	<b>320</b>	<b>380</b>		
	полная	4,5	201	498	445	319	366	–	–
		6,5	202	494	431	292	355	–11	–3,2
		8,5	188	480	440	268	344	–22	–6,4
		10,5	191	471	428	291	345	–21	–6,0
		<b>среднее</b>	<b>196</b>	<b>486</b>	<b>436</b>	<b>293</b>	<b>353</b>		
Горохо-овсяная смесь	колошение	4,5	179	421	435	323	339	–	–
		6,5	189	439	451	338	354	15	4,3
		8,5	184	439	438	311	343	4	1,1
		10,5	185	444	430	313	343	4	1,2
		<b>среднее</b>	<b>184</b>	<b>436</b>	<b>439</b>	<b>321</b>	<b>345</b>		
	молочно-восковая спелость	4,5	214	490	439	310	363	–	–
		6,5	210	501	445	308	366	3	0,8
		8,5	225	524	438	308	373	10	2,8
		10,5	221	493	432	318	366	3	0,8
		<b>среднее</b>	<b>218</b>	<b>502</b>	<b>439</b>	<b>311</b>	<b>367</b>		
	полная	4,5	205	473	427	314	355	–	–
		6,5	184	467	423	293	342	–13	–3,9
		8,5	181	442	431	269	331	–24	–7,3
		10,5	200	446	418	285	337	–18	–5,3
		<b>среднее</b>	<b>193</b>	<b>457</b>	<b>425</b>	<b>290</b>	<b>341</b>		

НСР<sub>05</sub>, ц/га: взаимодействия – 49,1; срок уборки – 27,5; норма высева – 28,7

Примечание – \*Среднее по двум закладкам опыта, \*\*данные одной закладки опыта.



Распределение урожая сухой массы люцерны по укосам (среднее по двум закладкам опыта)

Таблица 4 – Урожайность люцерны посевной при посеве под покров с разными нормами высева

Покровная культура	Фаза уборки покрова	Норма высева, млн шт./га	Урожайность* люцерны, ц/га сухой массы					± Прибавка	
			год жизни				среднее	ц/га	%
			2-й	3-й	4-й	5-й**			
Овес	колошение	4,5	62,8	100,3	94,9	82,5	85,1	–	–
		6,5	62,5	102,8	106,5	89,3	90,3	–5,2	–6,1
		8,5	67,7	99,2	93,5	82,1	85,6	0,5	0,6
		10,5	65,4	97,0	94,6	80,9	84,5	–0,6	–0,7
		<b>среднее</b>	<b>64,6</b>	<b>99,8</b>	<b>97,4</b>	<b>83,7</b>	<b>86,4</b>		
	молочно-восковая спелость	4,5	66,6	113,8	86,4	89,3	89,0	–	–
		6,5	68,6	113,0	88,4	84,6	88,6	–0,4	–0,4
		8,5	66,1	112,3	80,7	83,6	85,7	–3,3	–3,7
		10,5	67,6	109,9	78,9	85,8	85,6	–3,4	–3,8
		<b>среднее</b>	<b>67,2</b>	<b>112,3</b>	<b>83,6</b>	<b>85,8</b>	<b>87,2</b>		
	полная	4,5	61,9	107,8	82,4	90,2	85,6	–	–
		6,5	62,6	106,8	78,6	82,4	82,6	–3,0	–3,5
		8,5	61,0	103,6	79,7	76,5	80,2	–5,4	–6,3
		10,5	60,6	101,9	77,3	82,1	80,5	–5,1	–6,0
		<b>среднее</b>	<b>61,5</b>	<b>105,0</b>	<b>79,5</b>	<b>82,8</b>	<b>82,2</b>		
Горохо-овсяная смесь	колошение	4,5	51,0	90,5	78,2	82,2	75,5	–	–
		6,5	55,7	94,2	92	85,9	81,9	6,4	8,5
		8,5	56,4	94,4	83,6	78,3	78,2	2,7	3,6
		10,5	53,3	95,7	79,2	79,7	77,0	1,5	2,0
		<b>среднее</b>	<b>54,1</b>	<b>93,7</b>	<b>83,3</b>	<b>81,5</b>	<b>78,2</b>		
	молочно-восковая спелость	4,5	58,5	105,5	73,1	81,5	79,6	–	–
		6,5	59,2	108,0	78,8	80,8	81,7	2,1	2,6
		8,5	57,3	112,3	72,0	80,8	80,6	1,0	1,3
		10,5	61,7	106,2	73,9	83,5	81,3	1,7	2,1
		<b>среднее</b>	<b>59,2</b>	<b>108,0</b>	<b>74,5</b>	<b>81,7</b>	<b>80,8</b>		
	полная	4,5	54,5	101,7	70,6	84,1	77,7	–	–
		6,5	53,8	100,8	69,3	78,0	75,5	–2,2	–2,8
		8,5	49,6	95,6	70,7	71,8	71,9	–5,8	–7,5
		10,5	55,4	96,1	69,1	75,7	74,1	–3,6	–4,6
		<b>среднее</b>	<b>53,3</b>	<b>98,6</b>	<b>69,9</b>	<b>77,4</b>	<b>74,8</b>		

НСР<sub>05</sub>, ц/га: взаимодействия – 11,7; срок уборки – 5,9; норма высева – 6,8

Примечание – \*Среднее по двум закладкам опыта, \*\*данные одной закладки опыта.

Таблица 5 – Продуктивность, сбор сырого протеина и обменной энергии с урожаем люцерны

Покровная культура	Фаза уборки покрова	Норма высева, млн шт./га	Продуктивность, ц/га к. ед.	Сырой протеин, т/га	МДж/га
Овес	колошение	4,5	74,5	1,75	83,8
		6,5	79,0	1,85	88,9
		8,5	73,8	1,73	83,0
		10,5	73,7	1,73	82,8
	молочно-восковая спелость	4,5	83,8	1,94	94,9
		6,5	82,7	1,92	93,6
		8,5	78,4	1,82	88,8
		10,5	80,0	1,86	90,5
	полная	4,5	83,8	1,96	94,3
		6,5	81,4	1,88	92,3
		8,5	79,7	1,84	90,3
		10,5	80,0	1,85	90,7
Горохо-овсяная смесь	колошение	4,5	74,5	1,74	84,1
		6,5	74,5	1,74	84,0
		8,5	73,3	1,71	82,6
		10,5	74,8	1,74	84,3
	молочно-восковая спелость	4,5	80,8	1,88	91,3
		6,5	79,3	1,85	89,5
		8,5	81,3	1,89	91,8
		10,5	78,9	1,83	89,1
	полная	4,5	80,1	1,86	90,5
		6,5	78,7	1,83	89,0
		8,5	77,7	1,81	87,7
		10,5	75,1	1,75	84,8

в фазе молочно-восковой спелости – 80,1; 1,86; 90,4; полной спелости – 77,9 ц/га к. ед.; 1,81 т/га; 88,0 МДж/га соответственно.

В среднем по вариантам и годам пользования люцерна, посеянная под покров овса, обеспечила получение в среднем за год продуктивности 79,2 ц/га к. ед., сбор сырого протеина – 1,84 т/га, обменной энергии – 89,5 МДж/га, под покров горохо-овсяной смеси – 77,4 ц/га к. ед., 1,8 т/га, 87,4 МДж/га соответственно.

**Выводы**

1. При посеве люцерны в качестве покровных культур можно использовать как овес, который в первый год обеспечивает получение 65,5 ц/га сухого вещества или 30,1 ц/га зерна, так и горохо-овсяную смесь – 65,8 ц/га сухого вещества или 31,1 ц/га зерна.
2. Увеличение нормы высева люцерны с 4,5 до 10,5 млн шт. всхожих семян на 1 га не влияло на урожайность люцерны посевной.
3. Уборка покровных культур возможна в фазе колошения, молочно-восковой или полной спелости, что в среднем за четыре года пользования обес-

печивало урожайность люцерны 345–380 ц/га зеленой массы, 74,8–79,2 ц/га сухой массы, продуктивность – 77,4–79,2 ц/га к. ед., сбор сырого протеина – 1,8–1,84 т/га, обменной энергии – 87,4–89,5 МДж/га.

**Литература**

1. Дронов, Т. А. Подпокровный посев люцерны / Т. А. Дронов // Земледелие. – 1999. – № 12. – С. 37–39.
2. Зудилин, С. И. Формирование устойчивых агроценозов кормовых культур в севообороте лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09 / С. И. Зудилин; Самар. гос. с.-х. акад. – Кинель, 2005. – 43 с.
3. Каджюлис, Л. Ю. Выращивание многолетних трав на корм / Л. Ю. Каджюлис. – Л.: Колос. 1977. – 246 с.
4. Мелихов, В. В. Пути повышения эффективности использования орошаемых земель в субаридной и аридной зонах России / В. В. Мелихов, П. И. Кузнецов. – Вестник РАСХН. – 2006. – № 1. – С. 25–27.
5. Лупашку, М. Ф. Люцерна / М. Ф. Лупашку. – М.: Агропромиздат, 1988. – 254 с.
6. Губайдуллин, Х. Г. Люцерна на корм и семена / Х. Г. Губайдуллин, Р. С. Еникеев – М.: Россельхозиздат, 1982. – 110 с.
7. Люцерна на полях Белоруссии / Е. П. Чаев [и др.] – Минск: Ураджай, 1977. – 112 с.

## Эффективность применения минеральных удобрений в посевах подсолнечника

М. В. Зими́на, М. С. Бриле́в

Гродненский государственный аграрный университет

(Дата поступления статьи в редакцию 22.10.2019 г.)

*В климатических условиях Гродненской области на дерново-подзолистой супесчаной почве проведено изучение эффективности применения минеральных удобрений в посевах подсолнечника. В ходе исследований было установлено положительное влияние удобрений на урожайность и качество семян подсолнечника. Урожайность семян подсолнечника от применения макроудобрений увеличилась на 63,4–91,8 %, от применения борных микроудобрений на разных фонах NPK – на 1,5–16,7 %.*

### Введение

Подсолнечник является одной из важнейших маслических культур в мире, имеющих большое народно-хозяйственное значение. Подсолнечник по сравнению с другими маслическими культурами дает наибольшее количество высокоценного масла, которое по калорийности, усвояемости и биологической полноценности занимает одно из первых мест [2]. Современные сорта и гибриды подсолнечника содержат до 50 % масла. При переработке подсолнечника помимо масла получают также шрот и жмых, которые являются ценным концентрированным высокобелковым кормом для животных [8]. Производство подсолнечника, по сравнению с другими видами растениеводческой продукции, является наиболее эффективным из-за высоких цен продажи семян и продуктов их переработки в связи с высоким спросом на потребительском рынке [1].

Посевные площади подсолнечника в Республике Беларусь незначительны. Преимущественно он возделывается в южных и юго-восточных районах республики. В целях наращивания объемов производства семян маслических культур, совершенствования работы организаций, производящих масложировую продукцию, обеспечения их отечественным сырьем и увеличения производства белкового корма Постановлением Совета Министров от 31 августа 2012 г. была принята «Программа развития производства семян маслических культур, масложировой продукции и белкового корма в Республике Беларусь на 2012–2015 гг.», согласно которой посевные площади к 2015 г. должны были составить 27 тыс. га. Однако возделывание подсолнечника широкого распространения не получило. В Гродненской области подсолнечник возделывают несколько заинтересованных хозяйств.

Подсолнечник – засухоустойчивое растение с развитой корневой системой, которая глубоко проникает в почву, поэтому лучше чем многие другие культуры приспосабливается к разным условиям произрастания. При этом он предъявляет относительно высокие требования к наличию в почве усвояемых форм питательных веществ. Наличие в почве элементов питания в оптимальном соотношении способствует повышению продуктивности растений и улучшению качества семян [4, 5, 10]. Учитывая актуальность повышения урожайности подсолнечника и улучшения качества семян, первостепенное значение имеет оптимизация минерального питания растений за счет внесения удобрений при разных почвенных и агротехнических условиях.

*In climatic conditions of the Grodno region on sod-podzolic sandy soil the study of efficiency of application of mineral fertilizers in crops of sunflower is carried out. In the course of research it was found a positive effect of fertilizers on the yield and quality of sunflower seeds. The yield of sunflower seeds from the use of macrofertilizers increased by 63,4–91,8 %, from the use of boron microfertilizers on different backgrounds NPK 1,5–16,7 %.*

На образование 1 ц урожая подсолнечнику требуется в зависимости от генотипа и места произрастания до 4–6 кг азота, 2–5 кг фосфора и 10–12 кг калия [9, 10]. Интенсификация земледелия усиливает потребность в использовании микроудобрений в сельском хозяйстве. Это связано с ростом урожайности культур, использованием новых высокопродуктивных сортов, имеющих интенсивный обмен веществ, который требует достаточной обеспеченности всеми элементами питания, включая микроэлементы [3]. Известно, что подсолнечнику из микроэлементов необходим бор. На создание 1 ц урожая он поглощает 6,5 г бора, причем 22 % выносятся с семенами. Бор обеспечивает прорастание пыльцы и оплодотворение цветков, а при недостатке бора на краях листьев образуются пузырчатые искривления, на стебле возникают трещины, растения отстают в росте, корзинки деформируются, точки роста отмирают [7, 10]. Поэтому внесение борных удобрений является важным элементом системы применения удобрений подсолнечника.

Повысить эффективность применения микроудобрений можно за счет перевода их в комплексные соединения (хелаты), которые эффективны в любых почвенно-агротехнических условиях и хорошо совместимы с регуляторами роста растений [3]. Недостаточная изученность применения различных доз макро- и микроудобрений в посевах подсолнечника на дерново-подзолистых почвах обусловила необходимость проведения исследований.

Целью исследований являлось изучить влияние минеральных удобрений на урожайность и качество семян подсолнечника.

### Методика проведения исследований

Полевые исследования проводили в 2009–2011 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве в ЗАО «Гудевичи» Мостовского района Гродненской области. Почва опытного участка характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,8–1,9 %,  $pH_{KCl}$  – 6,1–6,3, содержание подвижного фосфора  $P_2O_5$  – 115–140 мг/кг, обменного калия  $K_2O$  – 150–175 мг/кг, обеспеченность почвы бором средняя – 0,41–0,57 мг/кг почвы. Для посева использовали гибрид подсолнечника Флавия фирмы «KWS SAAT AG» (Германия), районированный по Гродненской области. Гибрид является среднеранним. Общая площадь делянки составила 84 м<sup>2</sup>, учетная площадь – 54,6 м<sup>2</sup>. Повторность опыта четырехкратная.

Схема опыта предусматривала изучение возрастающих доз NPK (1 –  $N_{60}P_{60}K_{120}$ ; 2 –  $N_{90}P_{80}K_{150}$ ; 3 –  $N_{120}P_{100}K_{180}$ ) и на их фоне различных доз, форм и сроков применения борных удобрений.

Минеральные удобрения (азотные, фосфорные и калийные) вносили поделяночно вручную под предпосевную обработку почвы согласно схеме опыта.

В качестве азотных удобрений применяли мочевину (карбамид), фосфорных – аммофос, калийных – хлористый калий. Схема опыта предусматривала изучение различных форм борных удобрений. В опыте применяли борную кислоту и Эколист Моно Бор.

Борные удобрения вносили в некорневую подкормку в фазе листообразования в дозе 0,5 кг/га и 0,25 кг/га, и через месяц после первой подкормки в вариантах, где предусматривали внесение удобрений в два срока, в дозе 0,25 кг/га.

В исследованиях использовали интенсивную технологию возделывания культуры.

Закладку полевых опытов, учеты и наблюдения, математическую обработку результатов проводили по общепринятой методике Б. А. Доспехова [6].

### Результаты исследований и их обсуждение

Урожайность маслосемян подсолнечника за годы исследований колебалась от 15,8 до 47,2 ц/га (таблица 1). В среднем за 2009–2011 гг. применение удобрений позволило получить от 13,7 до 23,1 ц/га семян. Лучшие показатели урожайности были достигнуты в 2009 г. Это связано с более благоприятными метеорологическими условиями этого года. В 2009 г. урожайность маслосемян подсолнечника была на уровне 26,4–47,2 ц/га. Так, применение удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{120}$  позволило получить на 12,3 ц/га (на 46,6 %) больше маслосемян,

чем в контрольном варианте. С увеличением дозы удобрений до  $N_{90}P_{80}K_{150}$  прибавка составила 16,5 ц/га. Также достоверная прибавка относительно контрольного варианта – 18,5 ц/га отмечена в варианте с максимальной дозой удобрений –  $N_{120}P_{100}K_{180}$ . Такая же закономерность наблюдалась при анализе трехгодичных данных. Применение удобрений позволило получить урожайность в среднем за три года 35,3 ц/га при внесении  $N_{60}P_{60}K_{120}$ , 40,8 ц/га – при внесении  $N_{90}P_{80}K_{150}$  и урожайность 41,4 ц/га сформировал вариант, в котором удобрения применялись в дозе  $N_{120}P_{100}K_{180}$ . Если проследить изменение урожайности маслосемян при внесении различных доз удобрений, то следует отметить, что урожайность при внесении удобрений в дозе  $N_{90}P_{80}K_{150}$  на 5,5 ц/га выше в сравнении с вариантом, где доза удобрений составила  $N_{60}P_{60}K_{120}$ . Однако урожайность в вариантах, где удобрения применялись в дозах  $N_{90}P_{80}K_{150}$  и  $N_{120}P_{100}K_{180}$ , была практически одинаковой.

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

Так как подсолнечник культура очень чувствительная к недостатку бора, в ходе исследований изучали различные формы борных микроудобрений, сроки и дозы их применения. Значительный эффект от применения борных микроудобрений был отмечен на фоне  $N_{60}P_{60}K_{120}$ . Применение микроудобрений способствовало повышению урожайности на 1,2–5,9 ц/га или 3,4–16,7 %. Варианты с применением микроудобрения Эколист Моно Бор сформировали большую урожайность, чем

Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений на урожайность семян подсолнечника

Вариант	Урожайность, ц/га			В среднем за 3 года	Отклонение от контроля		Отклонение от фона, ц/га
	2009 г.	2010 г.	2011 г.		ц/га	%	
1. Контроль (без удобрений)	26,4	22,7	15,8	21,6	–	–	–
2. $N_{60}P_{60}K_{120}$ – фон 1	38,7	38,4	28,8	35,3	13,7	63,4	–
3. Фон 1 + $B_{0,5}$ (борная кислота)	39,9	39,3	30,3	36,5	14,9	69,0	1,2
4. Фон 1 + $B_{0,25+0,25}$ (борная кислота)	41,1	43,4	29,9	38,1	16,5	76,5	2,8
5. Фон 1 + $B_{0,5}$ (Эколист Моно Бор)	40,6	45,2	35,3	40,4	18,8	86,9	5,1
6. Фон 1 + $B_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор)	41,8	45,3	36,5	41,2	19,6	90,7	5,9
7. $N_{90}P_{80}K_{150}$ – фон 2	42,9	42,1	37,5	40,8	19,2	89,0	–
8. Фон 2 + $B_{0,5}$ (борная кислота)	42,6	42,7	38,9	41,4	19,8	91,7	0,6
9. Фон 2 + $B_{0,25+0,25}$ (борная кислота)	43,4	43,5	38,3	41,7	20,1	93,2	0,9
10. Фон 2 + $B_{0,5}$ (Эколист Моно Бор)	44,1	43,4	39,8	42,4	20,8	96,5	1,6
11. Фон 2 + $B_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор)	43,4	44,2	40,9	42,8	21,2	98,3	2,0
12. $N_{120}P_{100}K_{180}$ – фон 3	44,9	39,6	39,8	41,4	19,8	91,8	–
13. Фон 3 + $B_{0,5}$ (борная кислота)	45,6	40,7	40,7	42,3	20,7	96,0	0,9
14. Фон 3 + $B_{0,25+0,25}$ (борная кислота)	46,3	43,2	41,2	43,6	22,0	101,7	2,2
15. Фон 3 + $B_{0,5}$ (Эколист Моно Бор)	46,3	44,1	41,6	44,0	22,4	103,7	2,6
16. Фон 3 + $B_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор)	47,2	44,6	42,3	44,7	23,1	106,9	3,3
НСР <sub>05</sub>	2,1	1,4	1,8				

варианты с применением борной кислоты. В варианте, где применяли борную кислоту в одну и в две подкормки, в среднем за 2009–2011 гг. было получено 36,5 и 38,1 ц/га маслосемян подсолнечника соответственно, а в вариантах, где применяли Эколист Моно Бор, урожайность достигла 40,4 и 41,2 ц/га. Это на 5,1 и 5,9 ц/га больше в сравнении с фоновым вариантом и на 18,8 и 19,6 ц/га больше в сравнении с контрольным. Высокие показатели урожайности были достигнуты в вариантах с применением микроудобрений на фоне  $N_{90}P_{80}K_{150}$  и  $N_{120}P_{100}K_{180}$ . В среднем за три года исследований урожайность в этих вариантах составила 41,4–44,7 ц/га. Применение борных микроудобрений на фоне  $N_{90}P_{80}K_{150}$  позволило получить прибавку 1,5–4,9 % маслосемян подсолнечника, а на фоне  $N_{120}P_{100}K_{180}$  прибавка составила 2,2–7,8 %. Следует отметить, что и на этих фонах лучшую урожайность сформировали варианты, где в качестве борных удобрений применялся Эколист Моно Бор. Урожайность маслосемян в среднем за 2009–2011 гг. на фоне внесения  $N_{90}P_{80}K_{150}$  составила 42,4–42,8 ц/га, а на фоне внесения  $N_{120}P_{100}K_{180}$  – 44,0–44,7 ц/га. Согласно полученным результатам, применение борных микроудобрений в одну и две подкормки было равнозначным по действию на урожайность маслосемян подсолнечника.

Для целенаправленного воздействия на уровень урожайности следует определить, какие параметры элементов ее структуры надо иметь, чтобы получить необходимый урожай. У подсолнечника основными качественными показателями являются лузжистость, масса 1000 семян, масличность и сбор масла с единицы площади. Известно, что удобрения повышают не только урожайность, но оказывают влияние на качество маслосемян подсолнечника. Однако на качественные показатели урожая за годы исследований оказали влияние и метеорологические условия. Особенно это было заметно в 2010 г., когда в период цветения и налива семян отмечалась высокая температура воздуха с небольшим количеством осадков.

Как показали исследования, удобрения являются фактором повышения урожайности семян подсолнечника, при этом рост урожайности обусловлен увеличением массы 1000 семян. Внесение азотно-фосфорно-калийных удобрений способствовало получению массы 1000 семян 55,2–56,4 г (таблица 2). При внесении  $N_{60}P_{60}K_{120}$  масса 1000 семян увеличилась относительно контрольного варианта на 4,6 г или 9,1 %, при внесении  $N_{90}P_{80}K_{150}$  – на 5,4 г или 10,7 %, а при внесении  $N_{120}P_{100}K_{180}$  данный показатель увеличился на 5,8 г или 11,5 %. Применение борных микроудобрений не оказало существенного влияния на массу 1000 семян. В вариантах с внесением борных микроудобрений масса 1000 семян в среднем за 2009–2011 гг. была на уровне 55,5–58,5 г.

Хозяйственный урожай подсолнечника составляют не семена, а плоды семянки, которые состоят из собственно семян (ядер семянок), содержащих запасной жир, и плодовых оболочек (лузги), содержащих небольшое количество не имеющих пищевой ценности липидов. Поэтому при возделывании подсолнечника лузжистость семян имеет важное значение. От изучаемых факторов данный показатель изменялся незначительно. В среднем за три года по вариантам опыта лузжистость изменялась от 27,2 до 28,8 %. Наибольшим этот показатель отмечен в контрольном варианте, и он составил 28,8 %

Не только урожайность является определяющим показателем при возделывании подсолнечника, но и содержание масла в семенах (масличность). Поэтому в ходе исследований отслеживалось изменение содержания масла в семенах подсолнечника. Высокими показатели масличности были отмечены в 2009 г. Благоприятные погодные условия способствовали получению маслосемян с хорошими показателями качества.

В среднем за три года данный показатель был на уровне 43,8–47,5 %. Следует отметить, что применение удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{120}$  и  $N_{90}P_{80}K_{150}$  позволило получить маслосемена с содержанием масла 44,5 и 45,1 % соответственно. Применение борных удобрений на этих фонах не повысило данный показатель.

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений на качество семян подсолнечника (среднее, 2009–2011 гг.)

Вариант	Масса 1000 семян, г	Лузжистость, %	Масличность, %	Сбор масла, ц/га
1. Контроль (без удобрений)	50,6	28,8	44,6	9,6
2. $N_{60}P_{60}K_{120}$ – фон 1	55,2	27,7	44,5	15,7
3. Фон 1 + $V_{0,5}$ (борная кислота)	55,6	28,5	43,8	16,0
4. Фон 1 + $V_{0,25+0,25}$ (борная кислота)	55,5	27,2	44,2	16,6
5. Фон 1 + $V_{0,5}$ (Эколист Моно Бор)	55,8	28,3	44,9	17,9
6. Фон 1 + $V_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор)	55,8	27,7	45,2	18,6
7. $N_{90}P_{80}K_{150}$ – фон 2	56,0	27,6	45,1	18,4
8. Фон 2 + $V_{0,5}$ (борная кислота)	58,5	27,3	45,3	18,7
9. Фон 2 + $V_{0,25+0,25}$ (борная кислота)	57,6	28,4	45,5	19,0
10. Фон 2 + $V_{0,5}$ (Эколист Моно Бор)	57,1	27,3	45,3	19,2
11. Фон 2 + $V_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор)	56,5	28,3	46,9	20,1
12. $N_{120}P_{100}K_{180}$ – фон 3	56,4	27,7	44,8	18,7
13. Фон 3 + $V_{0,5}$ (борная кислота)	57,5	28,2	46,9	20,0
14. Фон 3 + $V_{0,25+0,25}$ (борная кислота)	55,8	27,7	47,1	20,6
15. Фон 3 + $V_{0,5}$ (Эколист Моно Бор)	55,9	27,3	47,5	20,9
16. Фон 3 + $V_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор)	55,6	27,4	47,4	21,2

Содержание масла в семенах составило 43,8–46,9 %. Совместное применение  $N_{120}P_{100}K_{180}$  и микроудобрений способствовало получению маслосемян с содержанием масла 46,9–47,5 %. При этом максимальным (47,5 и 47,4 % в среднем за три года) на этом фоне данный показатель отмечен в вариантах, где в качестве борных удобрений применяли Эколист Моно Бор в одну и в две подкормки. Содержание масла в этих вариантах на 2,7 и 2,6 % больше относительно фонового варианта и на 2,9 и 2,8 % – относительно контрольного варианта соответственно.

Величина урожайности и содержание масла в семенах определяют такой показатель, как выход масла с одного гектара. Как показали результаты исследований, применение удобрений является фактором повышения не только урожайности, но и сбора масла с 1 га. В среднем за 2009–2011 гг. исследований этот показатель по вариантам опыта изменялся от 9,6 ц/га (контрольный вариант) до 21,2 ц/га (вариант, где на фоне  $N_{120}P_{100}K_{180}$  применяли Эколист Моно Бор в две подкормки). Применение удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{120}$  способствовало получению 15,7 ц/га масла, что на 6,1 ц/га больше по сравнению с контрольным вариантом. Внесение удобрений в дозах  $N_{90}P_{80}K_{150}$  и  $N_{120}P_{100}K_{180}$  повысило данный показатель на 8,8 и 9,1 ц/га соответственно.

Следует отметить, что лучшим вариантом на фоне  $N_{60}P_{60}K_{120}$  был вариант, где применяли борные удобрения в две подкормки и в качестве борных удобрений использовали Эколист Моно Бор. Сбор масла с 1 га в этом варианте составил 18,6 ц. Это на 9,0 ц/га больше по сравнению с контрольным вариантом и на 2,9 ц/га больше по сравнению с фоновым. Такая же тенденция наблюдается на двух других фонах. На фоне  $N_{90}P_{80}K_{150}$  сбор масла в данном варианте составил 20,1 ц/га, а на фоне  $N_{120}P_{100}K_{180}$  – 21,2 ц/га. Прибавка по сравнению с фоновым вариантом составила 1,7 и 2,5 ц/га соответственно.

#### Выводы

1. Внесение минеральных удобрений при возделывании подсолнечника на дерново-подзолистой супесчаной почве оказывает положительное влияние на урожайность и качество семян подсолнечника. Применение азотно-фосфорно-калийных удобрений

способствовало увеличению урожайности маслосемян подсолнечника на 63,4–91,8 %, максимальная урожайность – 40,8 и 41,4 ц/га была сформирована в вариантах, в которых удобрения вносились в дозах  $N_{90}P_{80}K_{150}$  и  $N_{120}P_{100}K_{180}$  соответственно.

2. Внесение борных удобрений увеличило урожайность семян подсолнечника на 1,5–16,7 %. Наибольшая прибавка урожайности (3,9–16,7 %) отмечена в вариантах с применением удобрения Эколист Моно Бор как в одну, так и в две подкормки.
3. Применение удобрений положительно повлияло на качество семян подсолнечника: масса 1000 семян увеличилась на 3,3–7,9 г, выход масла с 1 га – на 6,1–11,6 ц. Однако, как показали исследования, качество семян подсолнечника определяется также метеорологическими условиями.

#### Литература

1. Бельтюков, Л. П. Экономическая эффективность производства подсолнечника в зависимости от технологии возделывания / Л. П. Бельтюков, Л. Н. Анипенко, В. Г. Донцов // Вестник аграрной науки Дона. – 2012. – № 1. – С. 74.
2. Васильев, Д. С. Подсолнечник / Д. С. Васильев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 173 с.
3. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 293 с.
4. Гомончук, И. И. Возделывание подсолнечника масличного и сои в условиях Беларуси: метод. пособие / И. И. Гомончук, О. Г. Давыденко. – Пружаны: Пружан. гор. тип., 2008. – 43 с.
5. Гомончук, И. И. Подсолнечник на полях Беларуси / И. И. Гомончук // Белорусское сельское хозяйство. – 2003. – № 2. – С. 28–29.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Влияние новых форм комплексных удобрений при основном внесении в почву на урожайность и качество маслосемян подсолнечника / Г. В. Пироговская [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 1 (56). – С. 176–192.
8. Сикорский, А. В. Подсолнечник в Беларуси. Аспекты возделывания / А. В. Сикорский // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 8. – С. 24–25.
9. Шпаар, Д. О. возможности выращивания подсолнечника в Беларуси / Д. Шпаар, М. Т. Дорофеюк // Ахова раслін. – 2000. – № 2. – С. 6–8.
10. Яровые масличные культуры / Д. Шпаар [и др.]; под ред. В. А. Щербаква. – Минск: ФУАинформ, 1999. – 288 с.

УДК 631.153.7:632.51(477.6)

## Засоренность культур звена полевого севооборота под влиянием способов основной обработки почвы и удобрений в условиях северной степи Украины

Э. Б. Медведев, младший научный сотрудник  
Луганский институт агропромышленного производства, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 24.10.2019 г.)

Установлено влияние способов основной обработки почвы и удобрений на засоренность сельскохозяйственных культур в звене зернопаро-пропашного полевого севооборота: пшеница озимая по кукурузе МВС (молочно-восковая

*The impact revealed of the methods main tillage and fertilizers on the weeds of agricultural crops in crop rotation link: winter wheat after corn MVR (milk-wax ripeness) – peas – winter wheat in the conditions of the northern Steppe of Ukraine. It*

спелость) – горох – пшеница озимая в условиях северной степи Украины. Выяснено, что безотвальная обработка, в сравнении с отвальной, на фоне вспашки в севообороте под пропашные культуры способствует увеличению численности сорняков; к увеличению их воздушно-сухой массы она не ведет. Боронование посевов легкими боронами во время вегетации культур позволило снизить засоренность малолетними сорняками. Минеральные удобрения (рекомендованные в регионе: под горох –  $N_{45}P_{35}K_{15}$ , пшеницу озимую –  $N_{60}P_{60}K_{30}$ ; рассчитанные на запланированный урожай: соответственно –  $N_{50}P_{30}K_{20}$  и  $N_{90}P_{80}K_{70}$ ) способствовали росту численности малолетних и массы всех сорных растений. Отмеченное увеличение засоренности в посевах звена севооборота не приводило к появлению существенной разницы в урожайности культур по вариантам опыта.

### Введение

В условиях нынешнего сельскохозяйственного производства в Украине, когда произошли коренные социально-экономические преобразования, обусловившие введение новых форм хозяйствования на началах частной собственности на землю и имущество, стремительный рост цен на технику, горюче-смазочные материалы, минеральные удобрения, средства защиты растений, замену энергоемких традиционных систем обработки почвы на ресурсосберегающие, проблема борьбы с сорными растениями в посевах сельскохозяйственных культур не теряет своей актуальности.

К факторам, влияющим на условия выращивания сельскохозяйственных культур в современном земледелии, следует отнести и происходящие глобальные изменения климата, в том числе и в Украине [1]. Появление новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур также требует изучения их взаимодействия с сорной растительностью. В связи с этим существует необходимость дальнейшего и более детального изучения влияния различных систем обработки почвы и удобрений на засоренность сельскохозяйственных культур с целью устранения негативных процессов, связанных с этим явлением.

Результаты научных исследований относительно влияния разных систем обработки почвы на ее засоренность при выращивании озимой пшеницы и гороха в условиях степи Украины неоднозначны. Одни авторы отмечают традиционное увеличение количества сорняков при применении безотвальной обработки в сравнении с отвальной [2, 3]. Другие констатируют увеличение засоренности при вспашке [4] и ее колебание в зависимости от условий выращивания, набора культур в севообороте и видового состава сорняков [5]. Учитывая то, что степень засоренности посевов зависит от уровня окультуренности полей, вегетирующей культуры, предшественника, продолжительности применения почвообрабатывающих агрегатов, вида сорняков и т. д., сложно получить однозначный ответ о влиянии того или иного способа обработки почвы на засоренность культур.

Цель работы – установление закономерностей формирования видового состава основных сорняков и количественной их динамики на фоне различных способов основной обработки почвы и удобрений в звене зернопаропропашного севооборота: пшеница озимая по кукурузе МВС (молочно-восковая спелость) – горох – пшеница озимая в условиях северной степи Украины в связи с ростом негативных явлений в земледелии, связанных с новыми, в том числе социально-экономическими и климатическими, реалиями для разработки мероприятий для их уменьшения и предупреждения.

was established that loosening the soil without dumps compared with plowing on the background of plowing in a crop rotation for row crops contributes to an increase in the number of weeds; this does not lead to an increase in their air-dry mass. Harrowing of crops with light harrows during their growing season has reduced weed infection. Mineral fertilizers (recommended in the region:  $N_{45}P_{35}K_{15}$  for peas,  $N_{60}P_{60}K_{30}$  for winter wheat; calculated on the planned crop:  $N_{50}P_{30}K_{20}$  and  $N_{90}P_{80}K_{70}$  respectively) contributed to an increase in the number of annual weeds and the mass of all weeds. The increase in the number of weeds and their mass in the crops of the crop rotation link did not lead to the appearance of a significant difference in yield in the experimental variants.

### Объекты и методы исследований

Исследования проводили в лаборатории севооборотов и технологии выращивания зерновых культур Луганского института агропромышленного производства НААН Украины (поселок Металлист, Луганская область) в течение 2010–2012 гг. Полевой опыт был заложен в 11-польном полевом севообороте: пар черный – озимая пшеница на зерно – кукуруза на зерно – ячмень с подсевом эспарцета – эспарцет – озимая пшеница – кукуруза МВС – озимая пшеница – горох на зерно – озимая пшеница – подсолнечник. Экспериментальную часть работы проводили в звене: озимая пшеница по кукурузе МВС – горох – озимая пшеница. Размещение вариантов в исследованиях систематическое, повторность 3-кратная. Площадь поля с вариантами обработки составляла 0,34 га, с удобрениями – 187 м<sup>2</sup> и учетная – 119,6 м<sup>2</sup>. Испытывали способы основной обработки почвы, основанные на отвальной вспашке (вариант 1) и безотвальном рыхлении (вариант 2) на фоне отвальной вспашки под кукурузу в сочетании с различными дозами минеральных удобрений.

Орудия, применяемые для 1-го варианта: борона дисковая БДТ-3,0, плуг ПЛН-3–35; для варианта № 2: борона игольчатая БИГ-3, культиваторы КПЭ-3,8А и КПП-250.

Обработка почвы, основанная на **отвальной вспашке**, включала: под горох – дискование на 6–8 см, вспашку на 25–27 см; под озимую пшеницу по гороху – дискование на 6–8 см, вспашку на 18–20 см; под озимую пшеницу по кукурузе – БДТ-3,0 в 2 следа на 6–8 и 8–10 см; на **безотвальном рыхлении**: под горох – боронование БИГ-3 с последующей культивацией на 8–10 и 25–27 см; под озимую пшеницу по гороху – боронование, культивацию на 18–20 см; под озимую пшеницу по кукурузе – БИГ-3 с последующей обработкой КПЭ-3.8 на 8–10 см. Под кукурузу в обоих вариантах обработки применяли дискование на 6–8 см и вспашку на 25–27 см.

Дозы удобрений: рекомендуемые в условиях Луганской области под горох –  $N_{45}P_{35}K_{15}$ , под озимую пшеницу –  $N_{60}P_{60}K_{30}$ ; рассчитанные на запланированный урожай соответственно –  $N_{50}P_{30}K_{20}$  и  $N_{90}P_{80}K_{70}$ . Дозы на запланированный урожай рассчитывали с учетом выноса питательных веществ культурами и повышения плодородия почвы. Удобрения вносили под основную обработку разбросным способом. В ходе исследований опирались на зональную агротехнику. Опыты проводили в соответствии с общепринятой методикой [6]. Наличие вегетирующих сорняков в посевах культур определяли количественно-весовым методом с помощью квадратных рамок [7].

Почва опытного поля – чернозем обыкновенный слабокислотный тяжелосуглинистый на лессовид-

ном суглинке со средним содержанием гумуса в слое 0–30 см – 3,82 %.

Климат района, где проводили исследования, континентальный, с частыми ветрами восточного направления и засушливо-суховеяными явлениями. Зимы – неустойчивые, с продолжительными оттепелями и переменными температурами, лето – теплое, с неустойчивым увлажнением и засушливыми периодами [8].

Погодные условия периода исследований сопровождались неблагоприятными для сельскохозяйственных культур явлениями. Осенние периоды характеризовались теплым сентябрем, сильными ветрами, неравномерными и недостаточными осадками. Зимы были ветренными с чередованием аномально холодных и теплых температур, с оттепелями (часто до полного оттаивания почвы), неравномерными осадками, что приводило к значительному уменьшению высоты снежного покрова и частому отсутствию его на полях. Весенние периоды 2010–2012 гг. характеризовались преимущественно низкими температурами в начале, с промерзанием почвы, иногда до конца апреля (2011 г.). Это приводило к тому, что влага из снега и осадков почвой почти не поглощалась. Отмечались засушливые явления, которые в 2010 г. стали проявляться уже с конца марта. Этому способствовали неравномерные, недостаточные и кратковременные осадки, высокая температура воздуха, сильные ветры. Эти негативные погодные явления имели место и в летние месяцы, что существенно уменьшало эффективность осадков. Наиболее неблагоприятные погодные условия были в 2010 г.: дефицит влаги наблюдался в течение всего летнего периода, а температура воздуха в августе под-

нималась до отметки +42 °С (абсолютный максимум за последние 100 лет).

### Результаты исследований и их обсуждение

В результате наших исследований установлено, что основную массу малолетних сорных растений в посевах **гороха** составляли: однолетние яровые – щирица жминдовидная (*Amaranthus blitoides* L.) и щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.); в посевах **пшеницы озимой** – однолетние яровые – щирица, горчица полевая (*Sinapis arvensis* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.). Среди многолетних сорняков в посевах культур преобладали корнеотпрысковые – бодяк полевой или осот розовый (*Cirsium arvense* L.) и вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.). Отмечена тенденция к увеличению количества сорняков в вариантах с безотвальной обработкой в сравнении с отвальной в посевах всех культур звена севооборота.

Как известно, при применении безотвальных орудий обработки основная масса семян сорных растений располагается в поверхностном слое почвы [9, 10], и создаются благоприятные условия для их прорастания. Вследствие этого появляется возможность вести с ними успешную борьбу агротехническими приемами. Так, благодаря боронованию легкими боронами посевов культур во время их вегетации значительное увеличение количества малолетних сорняков в вариантах с безотвальной обработкой в сравнении с отвальной во все годы наших исследований выявлено лишь в посевах гороха. В посевах озимой пшеницы такое увеличение установлено только в 2010 г. после зернобобового предшественника (таблица 1, 2, 3). В среднем

Таблица 1 – Динамика засоренности посевов гороха

Вариант		Количество сорняков, шт./м <sup>2</sup>								Воздушно-сухая масса 10 сорняков, г			
		малолетних				многолетних							
обра-ботка почвы	удо-брения	2010 г.	2011 г.	2012 г.	сред-нее	2010 г.	2011 г.	2012 г.	сред-нее	2010 г.	2011 г.	2012 г.	сред-нее
<i>Во время вегетации (фаза 7–9 настоящих листьев)</i>													
Отваль-ная	1*	3,0	13,3	27,0	14,4	2,3	1,3	3,0	2,2	–	–	–	–
	2*	10,0	6,3	19,0	11,8	1,7	0,7	0,0	0,8	–	–	–	–
	3*	9,3	14,0	21,0	14,8	1,3	0,3	0,3	0,6	–	–	–	–
Без-отваль-ная	1	30,7	40,3	94,0	55,0	2,3	0,7	2,3	1,8	–	–	–	–
	2	23,3	45,7	99,0	56,0	2,3	1,0	0,7	1,3	–	–	–	–
	3	28,3	84,0	87,0	66,4	2,6	0,3	0,7	1,2	–	–	–	–
<i>Перед уборкой</i>													
Отваль-ная	1	3,0	15,7	39,0	19,2	3,3	3,7	1,3	2,8	2,3	13,4	1,3	5,7
	2	2,7	17,3	19,3	13,1	1,7	2,3	1,0	1,7	3,0	15,8	3,0	7,3
	3	2,0	12,7	17,0	10,6	2,7	0,3	1,0	1,3	4,7	16,6	0,7	7,3
Без-отваль-ная	1	3,7	28,3	83,7	38,6	3,3	1,0	2,0	2,1	3,3	11,3	0,7	5,1
	2	3,0	31,3	78,3	37,5	2,7	0,7	1,3	1,6	3,7	12,7	1,0	5,8
	3	5,3	38,7	97,0	47,0	3,0	1,0	1,3	1,8	2,3	12,0	1,3	5,2

Примечание – 1\* – вариант без удобрений; 2\* – вариант с рекомендованной дозой удобрений; 3\* – вариант с расчетной дозой удобрений.

за годы исследований эта разница составила: в посевах гороха – во время вегетации – 40,6 шт./м<sup>2</sup> (неудобренный вариант), 44,2 (вариант с рекомендованной дозой удобрений) и 51,6 шт./м<sup>2</sup> (с расчетной); перед уборкой соответственно – 19,4; 24,4 и 36,4 шт./м<sup>2</sup>; в посевах озимой пшеницы по гороху – во время ее вегетации – 0,5; 11,9 и 19,4; перед уборкой – 5,8; 8,4 и 6,7 шт./м<sup>2</sup> соответственно.

На общий фон засорения посевов культур звена севооборота, в том числе и многолетниками, оказывали влияние неблагоприятные погодные условия периода исследований. По Котту С. А. [11], отрезки корней и вертикальных корневищ осота розового и вьюнка полевого слабо приживаются, если обработка ведется при относительно высокой температуре и пониженной влажности почвы. К тому же следует отметить, что на показатели засоренности оказывала положительное влияние отвальная вспашка под кукурузу в севообороте. В результате явное увеличение количества многолетних сорняков в вариантах с безотвальной обработкой в сравнении с отвальной было отмечено только в посевах озимой пшеницы по гороху в 2010 г. В среднем за годы исследований эта разница составляла в период ее вегетации: в неудобренном варианте – 10,4 шт./м<sup>2</sup>, в варианте с рекомендованной дозой удобрений – 9,1 и с расчетной – 10,9 шт./м<sup>2</sup>; к уборке – соответственно 19,1; 18,3 и 20,0 шт./м<sup>2</sup> (таблица 2).

В наших исследованиях также была отмечена тенденция к увеличению воздушно-сухой массы сорных растений в вариантах, где применялась отвальная обработка почвы, по отношению к вариантам с безотвальной в посевах гороха и озимой пшеницы по гороху. Четче это проявлялось в 2011 (горох) и 2010 г.

(озимая пшеница). В среднем за 2010–2012 гг. разница в этом показателе составила: горох – 12 % (вариант без удобрений), 26 (вариант с рекомендованной дозой) и 40 % (с расчетной); озимая пшеница по гороху – 21, 58 и 94 % соответственно. Такое явление объяснимо, по нашему мнению, разницей в густоте стояния сорняков в этих вариантах.

Применяемые в наших опытах минеральные удобрения способствовали лучшему прорастанию семян малолетних сорняков. Нагляднее это наблюдалось в посевах озимой пшеницы по кукурузе МВС. В среднем за годы исследований разница в их количестве на удобренных вариантах в сравнении с неудобренными в период вегетации этой культуры составляла: отвальная обработка – 7,6 (вариант с рекомендованной дозой удобрений) и 13,8 шт./м<sup>2</sup> (с расчетной); безотвальная – соответственно 20,6 и 28,9 шт./м<sup>2</sup> (таблица 3).

Нами выявлена также тенденция к увеличению воздушно-сухой массы сорных растений под воздействием удобрений при выращивании всех культур звена севооборота. В среднем по годам разница между удобренными и неудобренными вариантами: озимая пшеница по кукурузе МВС – отвальная обработка – 11 % (рекомендованная доза) и 61 % (расчетная), безотвальная – соответственно 41 и 88 %; горох – 28 и 28 %, 13,7 и 2 %; озимая пшеница по гороху – 76 и 82 %, 36 и 14 % соответственно. На увеличение количества и массы сорняков под действием удобрений указывают в своих исследованиях Зуза В. С. и др. [12], Ткалич И. Д. и др. [13].

Опираясь на результаты наших исследований, приведенные ранее [14], следует отметить, что в опытных вариантах показатели засоренности культур звена се-

Таблица 2 – Динамика засоренности посевов озимой пшеницы после гороха

Вариант		Количество сорняков, шт./м <sup>2</sup>								Воздушно-сухая масса 10 сорняков, г			
		малолетних				многолетних				2010 г.		2011 г.	
обра-ботка почвы	удо-брения	2010 г.	2011 г.	2012 г.	сред-нее	2010 г.	2011 г.	2012 г.	сред-нее	2010 г.	2011 г.	2012 г.	сред-нее
<i>Во время вегетации (фаза колошения)</i>													
Отваль-ная	1*	33,3	81,0	4,7	39,7	25,3	0,7	2,3	9,4	–	–	–	–
	2*	32,0	63,7	0,7	32,1	24,3	2,0	0,7	9,0	–	–	–	–
	3*	33,0	73,7	3,0	36,6	22,0	1,3	1,3	8,2	–	–	–	–
Без-отваль-ная	1	68,7	45,7	6,3	40,2	54,3	3,3	1,7	19,8	–	–	–	–
	2	75,3	54,0	2,7	44,0	51,3	0,7	2,3	18,1	–	–	–	–
	3	70,3	94,0	3,7	56,0	54,3	1,7	1,3	19,1	–	–	–	–
<i>Перед уборкой</i>													
Отваль-ная	1	1,0	70,0	2,7	24,6	17,3	0,3	0,0	5,9	2,9	1,5	0,8	1,7
	2	2,0	62,0	0,3	21,4	18,3	0,0	0,0	6,1	7,3	1,3	0,4	3,0
	3	2,0	74,0	2,0	26,0	18,3	0,0	0,0	6,1	7,3	1,6	0,3	3,1
Без-отваль-ная	1	7,3	79,0	5,0	30,4	74,7	0,3	0,0	25,0	1,0	1,4	1,9	1,4
	2	8,0	79,0	2,3	29,8	73,0	0,0	0,3	24,4	2,9	1,2	1,6	1,9
	3	8,7	89,0	0,3	32,7	78,3	0,0	0,0	26,1	2,9	1,5	0,3	1,6

Примечание – 1\* – вариант без удобрений; 2\* – вариант с рекомендованной дозой удобрений; 3\* – вариант с расчетной дозой удобрений.

Таблица 3 – Динамика засоренности посевов озимой пшеницы после кукурузы МВС

Вариант		Количество сорняков, шт./м <sup>2</sup>								Воздушно-сухая масса 10 сорняков, г			
		малолетних				многолетних							
обра-ботка почвы	удо-брения	2010 г.	2011 г.	2012 г.	сред-нее	2010 г.	2011 г.	2012 г.	сред-нее	2010 г.	2011 г.	2012 г.	сред-нее
<i>Во время вегетации (фаза колошения)</i>													
Отваль-ная	1*	14,3	29,7	1,7	15,2	12,0	2,3	8,0	7,4	–	–	–	–
	2*	13,0	41,7	13,7	22,8	13,0	2,0	6,0	7,0	–	–	–	–
	3*	17,7	59,0	10,7	29,0	9,3	2,7	3,3	5,1	–	–	–	–
Без-отваль-ная	1	10,7	15,3	0,7	8,9	14,3	4,0	3,7	7,3	–	–	–	–
	2	13,0	68,3	7,3	29,5	14,3	1,3	3,0	6,2	–	–	–	–
	3	17,3	84,0	12,0	37,8	14,3	1,3	2,7	6,1	–	–	–	–
<i>Перед уборкой</i>													
Отваль-ная	1	5,3	48,0	56,7	36,7	4,3	2,0	4,7	3,7	0,8	1,9	2,7	1,8
	2	5,0	46,0	29,0	26,7	4,3	1,3	2,7	2,8	2,0	2,4	1,7	2,0
	3	5,7	43,0	22,0	23,6	4,0	0,7	4,7	3,1	3,2	2,6	2,8	2,9
Без-отваль-ная	1	3,0	48,0	46,7	32,6	5,3	1,3	5,7	4,1	1,0	2,0	2,2	1,7
	2	6,0	32,0	24,0	20,7	4,0	0,3	1,3	1,9	2,0	2,6	2,5	2,4
	3	4,0	41,0	23,0	22,7	4,3	0,7	0,7	1,9	4,0	2,1	3,5	3,2

Примечание – 1\* – вариант без удобрений; 2\* – вариант с рекомендованной дозой удобрений; 3\* – вариант с расчетной дозой удобрений.

вооборота не приводили к возникновению значительных различий в их урожае.

**Заключение**

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

Рассматриваемые способы основной обработки почвы в звене зернопаро-пропашного полевого севооборота (озимая пшеница по кукурузе МВС – горох – озимая пшеница) на фоне применения отвальной вспашки под кукурузу в условиях северной степи Украины по-разному влияют на степень засоренности культур. Безотвальная обработка способствует увеличению численности сорняков, однако к увеличению их массы не ведет.

Применяемые в опыте минеральные удобрения способствовали увеличению количества малолетних сорняков и воздушно-сухой массы всех сорных растений.

Боронование посевов культур легкими боронами в период их вегетации снижало засоренность малолетними сорняками.

Наблюдаемое увеличение засоренности культур звена севооборота не приводило к появлению существенной разницы в их урожае по вариантам опыта.

**Литература**

1. Просуныко, З. Вплив глобальних змін клімату на погоду в Україні / З. Просуныко // Наука і суспільство. – 1999. – № 10–12. – С. 60–63.
2. Барановский, А. В. Влияние основной обработки почвы на засоренность в поле чистого пара / А. В. Барановский, В. Н. Токаренко, Н. Н. Тимошин // Зб. наук. праць Луганського ДАУ. – 2008. – № 86. – С. 9–14.
3. Осенний, Н. Г. Влияние сочетания систем обработки почвы, удобрений, сидератов и соломы в звене севооборота эспар-

цет – озимая пшеница на элементы плодородия чернозема карбонатного в Предгорном Крыму / Н. Г. Осенний, А. В. Ильин // Агротехнологии і ґрунтознавство. – 2002. – Кн. 3. – С. 269–272.

4. Цилюрик, О. І. Ефективність чистого пару за різних способів обробітку в Степу України / О. І. Цилюрик // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – 2008. – № 33–34. – С. 77–81.
5. Контролювання бур'янів за різних способів обробітку чистого пару / А. Г. Горобець [та інш.] // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – 2007. – № 30. – С. 51–56.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Практикум із землеробства: Навчальний посібник / за ред. М. С. Кравченка і З. М. Томашівського. – К.: Мета, 2003. – 320 с.
8. Агротехнічний довідник по Луганській області (1986–2005 рр.). – Луганськ: ТОВ «Віртуальна реальність», 2011. – 216 с.
9. Рудаков, А. М. Вплив прийомів основного обробітку ґрунту на забур'яненість і урожай соняшнику в умовах північного Степу України / А. М. Рудаков, Ю. В. Амброзьяк // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – 2007. – № 31–32. – С. 156–158.
10. Ліб, І. М. Забур'яненість посівів ярогачменю та його продуктивність залежно від основних елементів систем землеробства / І. М. Ліб, І. Є. Федоренко // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – 2008. – № 33–34. – С. 95–98.
11. Котт, С. А. Сорные растения и борьба с ними / С. А. Котт. – М.: Колос, 1969. – 200 с.
12. Забур'яненість посіву та урожайність ярої пшениці залежно від рівня удобреності та способу обробітку ґрунту / В. С. Зуза [та інш.] // Агротехнологии і ґрунтознавство. – 2002. – В. 63. – С. 72–75.
13. Ткаліч, І. Д. Вплив обробітку, добрив, строків сівби на урожайність соняшнику / І. Д. Ткаліч, В. М. Кабан // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – 2007. – № 31–32. – С. 82–85.
14. Медведєв, Е. Б. Вплив способів обробітку і добрив на родючість ґрунту та урожайність сільськогосподарських культур в умовах північної частини Донецького кряжу / Е. Б. Медведєв // Зернові культури. – 2018. – № 2. – С. 314–323.

## Эффективность микроудобрения «Гисинар линум» в посевах льна-долгунца

И. А. Голуб, доктор с.-х. наук, Н. С. Савельев, кандидат с.-х. наук,  
Е. В. Черехуина, соискатель  
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 07.06. 2019 г.)

*В статье изложены результаты исследований по эффективности микроудобрения «Гисинар линум», ВР. Установлено, что в сравнении с эталоном при некорневой обработке растений льна-долгунца повысились: выживаемость растений – на 1,8 %, урожайность семян – на 1,5 ц/га, урожайность общего волокна – на 1,4 ц/га, длинного – на 0,9 ц/га, качество волокна – на один номер.*

*The article presents the results of studies on the efficiency of microfertilizers of «Gisinar linum», ВР. It was found that in comparison with the standard for foliar treatment of flax plants increased: plant survival – by 1,8 %, seed yield – by 1,5 c/ha, the yield of total fiber – by 1,4 c/ha, long – by 0,9 c/ha, fiber quality – by one number.*

### Введение

Лен предъявляет повышенные требования к плодородию почвы в силу своих биологических особенностей: неглубокого расположения основной массы корневой системы, ее слабой способности к усвоению питательных веществ, а также короткого вегетационного периода (70–80 дней). Поэтому одним из важнейших факторов, обеспечивающих высокую урожайность и качество волокна, является сбалансированное минеральное питание растений макро- и микроэлементами, которое можно обеспечить при использовании эффективных макро- и микроудобрений.

В Республике Беларусь практически отсутствуют отечественные удобрения, содержащие все необходимые для растений льна-долгунца макро- и микроэлементы в легкоусваиваемых формах. На рынке РБ много импортных удобрений, отличающихся высокой эффективностью, но имеющих и очень высокую стоимость. Кроме того, такие удобрения имеют ряд недостатков: многие из них существуют в моноформе, т. е. содержат концентрированные растворы отдельных микроэлементов, что значительно усложняет приготовление рабочих растворов для обработки семян и растений льна. Как правило, такие удобрения требуют многократного применения за один сезон, что увеличивает стоимость гектарной обработки в целом. Обычно приходится отдельно вносить макро- и микроэлементы, что также усложняет и делает более дорогостоящим весь процесс возделывания льна-долгунца.

Новизна предлагаемого микроудобрения состоит в применении для его синтеза комплексона оксиэтилендифосфононовой кислоты (ОЭДФ), которая обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционно применяемыми комплексонами: динатриевой солью этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА), тетранатриевой солью иминодиантарной кислоты, янтарной, лимонной, молочной кислотами, аммиаком, цитратом аммония и др. ОЭДФ по своей структуре наиболее близка к природным соединениям на основе полифосфатов (при ее разложении образуются химические соединения, легко усваиваемые растениями). Хелаты на ее основе можно использовать на почвах с рН 4,5–9. Отличительная черта этого хелатирующего агента в том, что он может, в отличие от ЭДТА, образовывать устойчивые комплексы с молибденом и бором. ОЭДФ устойчива по отношению к действию микроорганизмов почвы. Строго дифференцируемые условия растворимости

комплексов ОЭДФ позволяют получать микроудобрения пролонгированного действия. Использование ОЭДФ также позволит получить микроудобрение с высоким содержанием фосфора, а гидроксид калия, добавляемый к реакционной массе в процессе синтеза для нейтрализации, обеспечит и большое количество калия в удобрении.

Усиление пролонгации действия микроэлементов, входящих в состав удобрения, также происходит за счет добавления в его состав сополимера акриламида с акрилатом натрия, который является действующим веществом препарата ВРП-3 (ТУ РБ 00280198.024–99). Роль полимерной составляющей в микроудобрении заключается в закреплении макро- и микроэлементов, а также их равномерном распределении по поверхности семян и вегетирующих частей растений. Высокая удерживающая и водопоглощающая способность препарата ВРП-3 и композиций сельскохозяйственного назначения на его основе показана в ряде работ [1–5].

### Методика и условия проведения исследований

Полевые опыты заложены в 2016–2017 гг. на опытном поле РУП «Институт льна» (Оршанский район, Витебская область) по общепринятой методике [6]. Повторность полевого опыта четырехкратная, учетная площадь делянок – 15,0 м<sup>2</sup>.

Агротехника общепринятая для возделывания льна-долгунца в Республике Беларусь. Норма высева – 22 млн всхожих семян на гектар. Объектами исследований являлись растения льна-долгунца сорта Василек. Способ посева узкорядный. Предшественник – яровые зерновые.

Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая. Содержание гумуса – 1,55–1,5 %; подвижных форм фосфора – 175–210, обменного калия 200–220 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 5,5. Основное удобрение вносили общим фоном перед посевом льна из расчета д. в.: азот – 30 кг/га, фосфор – 60, калий – 90 кг/га.

Уход за посевами проводили в соответствии с отраслевым регламентом по возделыванию льна-долгунца [7]. Микроудобрение «Гисинар линум», ВР вносили в соответствии со схемой опыта ранцевым опрыскивателем в фазе «елочка». Норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га (таблица 1).

Теребление льна проводили льнотеребилкой. Приготовление льнотресты осуществляли методом «росяной мочки». Качество льноволокна определяли по СТБ

1195–2008 «Волокно льняное трепаное длинное. Технические условия» [6].

Погодные условия периода вегетации 2016 г. характеризовались теплой весной и избытком атмосферных осадков (179–233 % нормы), температурой в июне, июле и августе, превышающей средние многолетние значения от 0 до 4,9 °С и дефицитом осадков (июнь – 82,0 %, август – 67,0 % от средних многолетних). Период вегетации 2017 г. характеризовался прохладной весной и избытком атмосферных осадков (56,7–145,3 % нормы), температурой в апреле, июне, июле близкой к среднемноголетней, а в августе и сентябре превышающей средние многолетние значения на 1,8–2,0 °С и избытком осадков (май – 71,0 %, август – 145,3 % от средних многолетних).

### Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что применение исследуемого удобрения и эталона в период вегетации льна-долгунца увеличили показатели выживаемости и сохраняемости растений по сравнению с контрольным вариантом (без удобрений).

Выживаемость растений была наибольшей в варианте с исследуемым удобрением «Гисинар линум», ВР – 80,7 % в сравнении с контрольным вариантом (без удобрений) – 76,6 % и эталоном (Гисинар-М) – 78,9 %.

Сохраняемость растений в вариантах контроль – эталон – исследуемое удобрение составила 91,6 %, 94,8 и 96,8 % соответственно (таблица 2).

В полевых условиях установлено положительное влияние обработки растений льна-долгунца в период вегетации удобрением «Гисинар линум», ВР на высоту растений (таблица 3). Высота растений по отношению к контролю и эталону увеличилась на 11,0 и 6,7 см соответственно.

Статистическая обработка данных по урожайности льна-долгунца (таблица 4) свидетельствует, что урожайность семян в варианте с обработкой растений по вегетации удобрением «Гисинар линум», ВР с нормой расхода 2,0 л/га составила 8,4 ц/га и превысила контроль на 2,2 ц/га, эталон – на 1,5 ц/га.

Положительное влияние оказало внесение удобрения «Гисинар линум», ВР при норме расхода 2,0 л/га на урожайность общего и длинного волокна и качество длинного волокна.

Урожайность общего волокна в контрольном варианте составила 14,1 ц/га, при обработке растений удобрением Гисинар-М при норме расхода 2,0 л/га – 15,4 ц/га, в варианте с обработкой растений удобрением «Гисинар линум», ВР – 16,8 ц/га. При использовании удобрения «Гисинар линум», ВР прибавка урожая об-

Таблица 1 – Схема опыта

№ п/п	Вариант	Норма расхода, л/га	Кратность обработки
1	Контроль (без удобрений)	–	–
2	Эталон – Гисинар-М (ТУ ВУ 100050710.103–2007)	0,6	1
3	«Гисинар линум», ВР (состав действующих веществ – микроэлементы в хелатной форме, не менее: Zn – 4,8 г/л; Cu – 1,2 г/л; Mn – 2,4 г/л; Mo – 1,2 г/л; сополимер акрилата натрия и акриламида)	2	1

Таблица 2 – Влияние удобрения «Гисинар линум» на выживаемость и сохраняемость растений льна-долгунца (среднее, 2016–2017 гг.)

Вариант	Выживаемость растений		Сохраняемость растений, %
	%	± к эталону	
Контроль (без удобрений)	76,6	–2,3	91,6
Эталон – Гисинар-М	78,9	–	94,8
«Гисинар линум», ВР	80,7	1,8	96,8
НСР <sub>05</sub>	1,00		

Таблица 3 – Влияние удобрения «Гисинар линум» на высоту растений льна-долгунца в фазе цветения в полевых условиях (среднее, 2016–2017 гг.)

Вариант	Высота растений, см	Изменение высоты растений, см	
		к контролю	к эталону
Контроль (без удобрений)	60,7	–	–4,3
Эталон – Гисинар-М	65,0	4,3	–
«Гисинар линум», ВР	71,7	11,0	6,7
НСР <sub>05</sub>	2,2		

Таблица 4 – Влияние обработки растений удобрением «Гисинар линум» на урожайность семян льна-долгунца (среднее, 2016–2017 гг.)

Вариант	Урожайность семян, ц/га	± к эталону
Контроль (без удобрений)	6,2	0,7
Эталон – Гисинар-М	6,9	–
«Гисинар линум», ВР	8,4	1,5
НСР <sub>05</sub>	0,42	

Таблица 5 – Влияние обработки растений удобрением «Гисинар линум», ВР на урожайность льноволокна (среднее, 2016–2017 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га волокна				Качество волокна, номер
	общего	± к эталону	длинного	± к эталону	
Контроль (без удобрений)	14,1	–1,3	9,7	–0,7	11
Эталон – Гисинар-М	15,4	–	10,4	–	12
«Гисинар линум», ВР	16,8	1,4	11,3	0,9	13
НСР <sub>05</sub>	0,34		0,26		

щего и длинного волокна относительно эталона составила 1,4 и 0,9 ц/га соответственно; качество длинного волокна повысилось до номера 13 в сравнении с эталоном – удобрением Гисинар-М (номер 12) и контролем (номер 11) (таблица 5).

**Выводы**

Некорневая обработка растений льна-долгунца удобрением «Гисинар линум», ВР (д. в. не менее: Zn – 4,8 г/л; Cu – 1,2 г/л; Mn – 2,4 г/л; Mo – 1,2 г/л; сополимер акрилата натрия и акриламида) в фазе «елочка» при норме расхода 2,0 л/га является эффективной в отношении повышения качества, биологических и хозяйственных параметров льна-долгунца.

В сравнении с эталоном повысились: выживаемость растений – на 1,8 %, урожайность семян – на 1,5 ц/га, общего волокна – на 1,4 ц/га, длинного – на 0,9 ц/га, качество волокна – на один номер. Чистый доход с гектара посева увеличился на 199,3 рублей, а рентабельность – на 22,8 %.

**Литература**

1. Защитные и защитно-стимулирующие полимерсодержащие композиции сельскохозяйственного назначения / Г. В. Бутов-

ская [и др.] // Материалы, технологии, инструменты. – 2006. – Т. 11, № 2. – С. 74–78.  
 2. Полиэлектролитные гели на основе гидролизата нитрона / Л. П. Круль [и др.] // Труды Белорусского государственного университета. Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – Минск, 2008. – С. 59–69.  
 3. Пленкообразующие композиции сельскохозяйственного назначения на основе сополимера акриламида с акрилатом натрия / Е. К. Фомина [и др.] // Материалы. Технологии. Инструменты. – 2010. – Т. 15, № 2. – С. 106–110.  
 4. Новые пленкообразующие биотехнические средства сельскохозяйственного назначения на основе химически сшитых функционализированных полиакриламидов / Е. В. Гринюк [и др.] // Свиридовские чтения: сб. ст.; редкол.: Т. Н. Воробьева [и др.]. ISBN978–985–518–714–2. – Минск: БГУ, 2012. – Вып. 8. – С. 194–201.  
 5. Препарат Гисинар – новое биотехническое средство для предпосевной обработки семян зерновых культур и льна / Л. П. Круль [и др.] // Бел. сел. хоз-во. – 2007. – № 3 (59). – С. 40–42.  
 6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.  
 7. Отраслевой регламент. Возделывание льна-долгунца. Типовые технологические процессы. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2012. – 47 с.  
 8. СТБ 1185–2008 «Волокно льняное трепаное длинное. Технические условия». г. Минск, Госстандарт, 2008. – 18 с.

УДК 631.8:635.656

**Влияние макро-, микроудобрений, регулятора роста и ризобияльного инокулянта на динамику роста, накопление биомассы растений, фотосинтетическую деятельность и урожайность полевого гороха**

О. В. Малашевская, И. Р. Вильдфлуш, доктор с.-х. наук  
 Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 23.12.2019 г.)

В статье описаны результаты опыта по изучению действия комплексных удобрений, регулятора роста и ризобияльного инокулянта на динамику роста, накопление биомассы растений гороха, фотосинтетическую деятельность и урожайность гороха на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. По результатам проведенного опыта установлено, что на величину площади листовой поверхности, фотосинтетического потенциала и урожайность оказывают влияние уровень минерального питания, инокуляция семян ризобияльным инокулянтом, применяемые регуляторы роста и микроудобрения.

The article describes the results of the experiment to study the effect of complex fertilizers, growth regulator and rhizobial inoculant on the growth dynamics, biomass accumulation of pea plants, photosynthetic activity and yield of peas on sod-podzolic light loam soil. According to the results of the experiment, it was found that the level of mineral nutrition, inoculation of seeds with rhizobial inoculant, growth regulators and microfertilizers influence the size of the leaf surface area, photosynthetic potential and yield.

## Введение

Растения гороха имеют большую площадь фотосинтезирующей поверхности, которая является сортовым признаком и изменяется в зависимости от условий возделывания. В исследованиях Н. П. Лукашевич на дерново-подзолистой почве наибольшее влияние на площадь фотосинтезирующей поверхности посева гороха оказали удобрения и нормы высева. Величина урожайности семян определяется не только продуктивностью фотосинтеза и количеством накопленной биомассы, но и направленностью процессов перераспределения и утилизации продуктов фотосинтеза в растении. В данных исследованиях определено, что при одинаковой высоте растений доля аттрагирования генеративными органами ассимилятов выше у безлисточковых сортов, чем у форм с нормальным типом листа [1].

По данным Н. Н. Семененко, оптимизация минерального питания – основа системы управления продукционным процессом зерновых культур. При разработке технологий возделывания зерновых культур, основанных на улучшении продукционного процесса и реализации генетического потенциала почв и растений, следует особо выделить значение повышения эффективности использования удобрений, за счет которых в зависимости от почвенных и погодных условий формируется 30–50 % общей урожайности. Большое внимание при возделывании культур должно уделяться некорневым подкормкам. Всё, что вносится при некорневой подкормке на листовую поверхность, очень быстро попадает в растение. Поглощение элементов минерального питания через лист осуществляется растениями без существенных затрат энергии и в среднем в 6–8 раз быстрее, чем через корни.

В исследованиях Н. Н. Семененко с применением Р32 установлено, что скорость поступления в растения фосфат-ионов через листья в 25 раз быстрее, чем через корни. Скорость поглощения элементов питания зависит от рН, концентрации и химического состава питательного раствора. При некорневой подкормке растений коэффициент использования элементов минерального питания повышается в среднем в 3 раза: азота – до 96 %,  $P_2O_5$  – 24 и  $K_2O$  – 48 %. Поэтому при внесении небольшого количества соответствующих удобрений в подкормку по листу можно получить быстрый результат, улучшить состояние растений [2].

По данным С. Н. Никитина, инокуляция семян способствует увеличению фотосинтетического потенциала посевов в течение вегетации за счет увеличения листовой поверхности. Инокуляция на фоне минеральных удобрений дает возможность формирования более высокого фотосинтетического потенциала посевов яровой пшеницы. При инокуляции семян яровой пшеницы биопрепаратами и препаратом ЖУСС-2 проявляется тенденция к повышению чистой продуктивности фотосинтеза как на неудобренном фоне, так и на фоне минеральных удобрений [3].

Согласно представлениям В. А. Кумакова, продукционный процесс растений определяется взаимодействием процессов роста, фотосинтеза, дыхания, транспорта и распределения ассимилятов, первичного и вторичного биосинтеза, также на продукционный процесс влияют внешние факторы. У сельскохозяйственных растений продукционный процесс может быть максимально улучшен за счет использования более эффективной системы удобрений. Благодаря этому большая доля продуктивности используется на формирование урожая [4].

## Методика проведения исследований

Опыты с горохом полевым сорта Зазерский усатый проводили в 2015–2017 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. Почва опытного участка за годы исследований имела слабокислую и близкую к нейтральной реакцию почвенной среды ( $pH_{KCl}$  5,9–6,4), низкое и среднее содержание гумуса (1,3–1,6 %), высокое содержание подвижного фосфора (261,1–298,1 мг/кг), среднее и повышенное – калия (172,5–232,5 мг/кг), среднее содержание бора (0,6–0,7 мг/кг) и меди (1,6–2,9 мг/кг). По индексу окультуренности почва опытного участка относится к среднеокультуренной и высокоокультуренной. Предшественником гороха во все годы был овес. Норма высева семян гороха – 1,5 млн всхожих семян на гектар.

В опытах применяли удобрения для основного внесения: карбамид (N – 46 %), аммофос (N – 12 %,  $P_2O_5$ –52 %), хлористый калий (60 %); из комплексных удобрений использовали новое комплексное удобрение марки N: P: K (6:21:32) с 0,16 % В и 0,09 % Мо, которое разработали в РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси».

В фазе бутонизации проводили следующие обработки посевов: борной кислотой (300 г/га) и молибдатом аммония (80 г/га), микроудобрением Адоб В в дозе 0,33 л/га, регулятором роста Экосил (75 мл/га), комплексным микроудобрением с регулятором роста МикроСтим В (содержит в 1 л 5 г азота, 150 г бора, 0,6–8,0 мг/л гуминовых веществ) – в дозе 0,33 л/га. Использовали две обработки комплексным удобрением Кристалон. Первую подкормку проводили в фазе выбрасывания усов Кристалоном желтым марки 13–40–13 в дозе 2 кг/га, который наряду с азотом, фосфором и калием содержит бор (0,025 %), медь (0,01 %), железо (0,07 %), марганец (0,04 %), молибден (0,004 %), цинк (0,025 %). Вторую подкормку Кристалоном особым марки 18–18–18 + 3 MgO (содержит бор 0,025 %, медь 0,01 %, железо 0,07 %, марганец 0,04 %, молибден 0,004 %, цинк 0,025 %) проводили в дозе 2 кг/га в фазе начала образования бобов.

В опытах исследовали новый препарат для инокуляции семян гороха на основе специфических штаммов клубеньковых бактерий гороха *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* 27П. Препарат разработан Институтом микробиологии НАН Беларуси. Инокуляцию семян проводили в день сева ручным способом в дозе 200 мл на гектарную норму высева семян.

Определение агрохимических показателей почвы и показателей качества урожая проводили согласно ГОСТ и ОСТ. Данные, полученные в полевых опытах и лабораторных исследованиях, обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову с использованием специальных программ на компьютере [5].

По фенологическим фазам развития растений гороха – ветвление, бутонизация, цветение, образование бобов – проводили отбор образцов для учета динамики роста и накопления сухой биомассы растений гороха, а также определение площади листовой поверхности весовым методом. Фотосинтетический потенциал определяли по общепринятой методике [6].

Температурные условия за период 2015–2017 гг. находились в пределах среднегодовой нормы. Вегетационный период 2015 г. был засушливым, с более высокой средней температурой, что привело к быстрому

прохождению растениями фенологический фаз и высокому накоплению сухой массы.

**Результаты исследований и их обсуждение**

В таблице 1 приведены данные по влиянию макро-, микроудобрений, регулятора роста, инокуляции семян ризобияльным инокулянтом и комплексного препарата на основе микроэлементов и регуляторов роста на динамику роста и накопления сухого вещества. В удобряемых вариантах за все годы исследований наблюдалась более интенсивная динамика роста и накопления сухой массы гороха полевого.

Применение фосфорных и калийных удобрений со стартовой дозой азота ( $N_{10}P_{40}K_{60}$ ) способствовало увеличению высоты растений и накоплению сухого вещества во всех фазах развития гороха по сравнению с контрольным вариантом без удобрений. В среднем за 2015–2017 гг. при применении  $N_{10}P_{40}K_{60}$  к фазе образования бобов высота растений гороха была на 2,7 см, а сухой массы на 53,2 г больше по сравнению с контрольным вариантом. Внесение фоновой дозы минерального удобрения ( $N_{18}P_{63}K_{96}$ ) также увеличивало высоту растений и массу накопленного сухого вещества по фазам развития гороха по сравнению с контрольным вариантом на 3,9 см и 53,6 г. Применение комплексного удобрения АФК с В и Мо существенно повышало накопление сухой массы по сравнению с внесением в эквивалентной дозе аммофоса и хлористого калия ( $N_{18}P_{63}K_{96}$ ) к фазе образования бобов – на 77,3 г. Более интенсивное накопление биомассы в вариантах с возрастающими дозами минеральных удобрений, по сравнению с вариантами без обработок, к фазе образования бобов – 283,7 г было у растений гороха в вариантах с повышенными дозами удобрений ( $N_{30}P_{75}K_{120}$ ).

Инокуляция семян гороха перед севом ризобияльным инокулянтом на фоне  $N_{18}P_{63}K_{96}$  за все годы исследований оказывала положительное влияние на увеличение высоты растений и накопление сухого вещества уже к фазе ветвления. Максимальное влияние на рост растений гороха и на увеличение массы сухого вещества оказала инокуляция семян ризобияльным инокулянтом

на фоне  $N_{18}P_{63}K_{96}$  с некорневой обработкой посевов комплексным микроудобрением с регулятором роста МикроСтим В – 62,1 см и 325,3 г. Это определило существенное увеличение урожайности зерна гороха в этих вариантах опыта.

Применение регулятора роста МикроСтим В на фоне  $N_{18}P_{63}K_{96}$  оказало положительное действие на увеличение накопления массы сухого вещества. Возрастание массы сухого вещества наблюдалось во второй половине вегетации, и в фазе образования бобов она составила 308,0 г. Обработка посевов микроудобрением Адоб В также оказала существенное влияние на увеличение массы сухого вещества – до 316,2 г. Значительное увеличение массы сухого вещества (320,7 г) наблюдалось при некорневых подкормках препаратом Кристалон желтый и особый, которые содержат комплекс макро- и микроэлементов. Увеличение массы сухого вещества в данном варианте начиналось в фазе ветвления и сохранилось до фазы образования бобов. В данном варианте опыта происходило возрастание урожайности семян гороха по сравнению с контрольным вариантом опыта.

Показатели фотосинтетической деятельности у посевов гороха сорта Зазерский усатый находились на достаточно высоком уровне. Наибольших размеров площадь листьев у полевого гороха в среднем за три года исследований достигала в фазе цветения. В фазе образования бобов происходило снижение площади листьев по сравнению с фазой цветения (таблица 2).

Исследованиями установлено, что интенсивность нарастания площади листовой поверхности в течение всей вегетации полевого гороха достигала максимальных значений на фоне минеральных удобрений в вариантах  $N_{18}P_{63}K_{96}$  с инокуляцией семян ризобияльным инокулянтом и инокуляцией семян с применением МикроСтим В, и к фазе цветения площадь листьев составила 32,14 и 33,02 тыс. м<sup>2</sup>/га. Эти варианты опыта имели также самую высокую урожайность семян гороха с 1 га.

На формирование листовой поверхности полевого гороха оказывали воздействие макро-, микроудобрения, комплексные удобрения и регуляторы роста. Площадь

**Таблица 1 – Влияние макро-, микроудобрений, ризобияльного инокулянта, регулятора роста на динамику роста и накопление сухого вещества по фазам развития гороха сорта Зазерский усатый (среднее, 2015–2017 гг.)**

Вариант	Высота растений, см				Масса 100 сухих растений, г			
	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
1. Без удобрений	20,8	33,8	45,7	53,2	68,6	154,0	175,8	206,4
2. $N_{10}P_{40}K_{60}$	22,8	38,0	49,6	55,9	78,5	158,9	190,4	259,6
3. $N_{18}P_{63}K_{96}$ – фон	25,1	40,5	51,0	57,1	84,6	166,9	209,4	260,0
4. $N_{30}P_{75}K_{120}$	25,2	40,4	52,7	57,9	81,7	174,0	211,1	283,7
5. $N_{18}P_{63}K_{96}$ (АФК с В и Мо)	26,0	41,5	54,2	58,3	86,8	184,0	217,1	314,7
6. Фон + В и Мо	24,8	40,5	53,6	58,5	81,9	178,5	215,0	273,6
7. Фон + Адоб В	25,0	40,8	54,5	58,6	83,1	181,2	222,0	316,2
8. Фон + Кристалон	25,1	40,8	55,0	59,6	86,8	189,7	221,3	320,7
9. Фон + Экосил	24,0	39,5	54,5	59,3	80,8	182,1	228,8	292,3
10. Фон + МикроСтим В	24,9	39,0	55,0	58,7	82,9	178,5	225,6	308,0
11. Фон + инокулянт	26,8	41,1	56,0	61,4	88,0	192,2	235,9	323,0
12. Фон + инокулянт + МикроСтим В	27,1	42,4	55,1	62,1	89,7	192,5	231,0	325,3
НСР <sub>05</sub>	1,5	1,3	1,7	1,8	2,1	2,2	3,0	3,7

листьев возрастала при применении комплексного удобрения АФК с В и Мо в эквивалентной дозе ( $N_{18}P_{63}K_{96}$ ) по сравнению с аммофосом и хлористым калием – к фазе цветения на 5,44 тыс. м<sup>2</sup>/га (таблица 2).

В вариантах с применением регулятора роста, микроудобрений и инокуляции семян наблюдался более продолжительный генеративный период и период максимума величины листовой поверхности, а также более медленное отмирание листьев после него. Площадь листовой поверхности и продолжительность прохождения растениями фенологических фаз влияла на интенсивность фотосинтетического потенциала растения. При применении минеральных удобрений, инокуляции семян ризобийным инокулянтом, регуляторов роста и микроэлементов увеличивалась продолжительность работы листового аппарата растений, что сказывалось и на урожайности гороха. Максимальных значений фо-

тосинтетический потенциал достигал в фазе цветения – образования бобов и был в вариантах  $N_{18}P_{63}K_{96}$  + ризобийный инокулянт и  $N_{18}P_{63}K_{96}$  + ризобийный инокулянт + МикроСтим В (0,52–0,55), что и предопределило максимальную урожайность семян в опыте в этих вариантах (таблица 3).

Наиболее высокая урожайность семян гороха в опыте (36,6–37,1 ц/га) была отмечена в вариантах с применением  $N_{18}P_{63}K_{96}$  + ризобийный инокулянт и  $N_{18}P_{63}K_{96}$  + ризобийный инокулянт + МикроСтим В.

### Заключение

1. Применение макро-, микроудобрений, регуляторов роста и ризобийного инокулянта оказывало положительное влияние на основные показатели продукционного процесса: высоту растений гороха, массу 100 сухих растений, интенсивность фо-

**Таблица 2 – Площадь листьев гороха сорта Зазерский усатый по фазам вегетации в зависимости от применения макро-, микроудобрений, ризобийного инокулянта и регулятора роста (среднее, 2015–2017 гг.)**

Вариант	Площадь листьев (тыс. м <sup>2</sup> /га) по фазам вегетации			
	ветвление	бутионизация	цветение	образование бобов
1. Без удобрений	7,13	15,85	18,75	14,11
2. $N_{10}P_{40}K_{60}$	8,46	17,72	21,07	17,95
3. $N_{18}P_{63}K_{96}$ – фон	8,76	18,28	22,48	19,84
4. $N_{30}P_{75}K_{120}$	9,37	19,41	23,00	21,05
5. $N_{18}P_{63}K_{96}$ (АФК с В и Мо)	10,42	21,26	27,92	25,14
6. Фон + В и Мо	8,77	18,97	26,38	23,11
7. Фон + Адоб В	8,95	19,33	26,47	24,45
8. Фон + Кристалон	10,23	21,12	28,76	25,53
9. Фон + Экосил	8,92	19,88	29,04	24,62
10. Фон + МикроСтим В	8,62	19,58	28,54	24,50
11. Фон + инокулянт	11,46	21,64	32,14	26,06
12. Фон + инокулянт + МикроСтим В	11,41	21,66	33,02	27,63
НСР <sub>05</sub>	1,21	1,03	1,54	2,12

**Таблица 3 – Влияние новых форм удобрений, регулятора роста и ризобийного инокулянта на величину фотосинтетического потенциала и урожайность гороха сорта Зазерский усатый (среднее, 2015–2017 гг.)**

Вариант	Фотосинтетический потенциал, млн м <sup>2</sup> сутки/га			Урожайность, ц/га семян
	ветвление – бутионизация	бутионизация – цветение	цветение – образование бобов	
1. Без удобрений	0,16	0,15	0,30	17,7
2. $N_{10}P_{40}K_{60}$	0,18	0,17	0,35	25,4
3. $N_{18}P_{63}K_{96}$ – фон	0,18	0,18	0,38	28,5
4. $N_{30}P_{75}K_{120}$	0,20	0,19	0,40	29,9
5. $N_{18}P_{63}K_{96}$ (АФК с В и Мо)	0,21	0,22	0,48	33,0
6. Фон + В и Мо	0,19	0,20	0,45	31,2
7. Фон + Адоб В	0,19	0,20	0,46	33,2
8. Фон + Кристалон	0,21	0,22	0,49	34,5
9. Фон + Экосил	0,20	0,22	0,48	33,2
10. Фон + МикроСтим В	0,19	0,21	0,48	33,0
11. Фон + инокулянт	0,22	0,24	0,52	36,6
12. Фон + инокулянт + МикроСтим В	0,22	0,24	0,55	37,1
НСР <sub>05</sub>	–	–	–	1,2

- тосинтеза по сравнению с фоновым вариантом  $N_{18}P_{63}K_{96}$ . Инокуляция семян способствует увеличению фотосинтетического потенциала посевов в течение вегетации за счет увеличения листовой поверхности.
- Основным фактором увеличения листовой поверхности и накопления биомассы гороха было минеральное питание, применение регулятора роста и инокуляция семян гороха.
  - Наиболее высоких значений площадь листовой поверхности достигала в фазе цветения (32,14–33,02 тыс. м<sup>2</sup>/га) и фотосинтетический потенциал в фазе цветения – образования бобов (0,52–0,55 млн м<sup>2</sup> сут/га) в вариантах  $N_{18}P_{63}K_{96}$  + ризобийный инокулянт и  $N_{18}P_{63}K_{96}$  + ризобийный инокулянт + МикроСтим В, что и предопределило максимальную урожайность семян гороха (36,6–37,1 ц/га) в данных вариантах опыта.

УДК 633.8:631.8

## Содержание макроэлементов в надземной фитомассе растений монарды дудчатой в онтогенезе при применении макро-, микроудобрений и ретардантов

М. А. Бедуленко, научный сотрудник

Центральный ботанический сад НАН Беларуси

В. Ю. Агеев, доктор с.-х. наук

Институт рыбного хозяйства

(Дата поступления статьи в редакцию 12.12.2019 г.)

*В статье представлены результаты трехлетних исследований по изменению элементного состава (N, P, K) фитомассы эфирномасличного, пряно-ароматического и лекарственного растения монарды дудчатой в онтогенезе при применении минеральных удобрений и регуляторов роста. Определено, что при увеличении вносимой дозы азотно-фосфорно-калийного удобрения, независимо от pH почвенной среды, происходит увеличение содержания основных элементов (N, P и K): наибольшее количество азота и фосфора накапливается в фазе массовой бутонизации – начала цветения, а калия – в фазе массового цветения. В первый год вегетации обработка микроэлементами и ретардантами не повлияла на содержание N, P и K в растениях монарды.*

### Введение

Экологическая составляющая в культивировании новых интродуцированных растений подразумевает подбор оптимальных доз удобрений, а также изучение их влияния на качественные показатели интродуцентов [1]. Монарда дудчатая (*Monarda fistulosa* L.) является пряно-ароматическим, эфирномасличным и лекарственным растением, что подразумевает использование ее фитосырья, вытяжек из него и его эфирного масла в разных отраслях. Изучение содержания макроэлементов (азота, фосфора и калия) в надземной массе важно как для первичного, так и для вторичного метаболизма. Исследований по применению средств химизации и их влиянию на качественные параметры данной культуры в нашей республике не проводилось.

### Литература

- Формирование высокой урожайности семян гороха / Н. П. Лукашевич [и др.] // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 1997. – № 2. – С. 41–44.
- Семененко, Н. Н. Научные основы совершенствования системы управления производственным процессом зерновых культур / Н. Н. Семененко // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 1. – С. 3–12.
- Никитин, С. Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах и динамика ростовых процессов при применении биологических препаратов / С. Н. Никитин // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 1. – С. 33–38.
- Кумаков, В. А. Биологические основы возделывания яровой пшеницы по интенсивной технологии / В. А. Кумаков. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 104 с.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
- Физиология и биохимия растений: методические указания / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия / В. П. Моисеев, Н. П. Решецкий. – Горки, 2009. – 124 с.

*The article is showed the results of three-year research on the change in the elemental composition (N, P, K) of the phytomass of the essential oil, spicy aromatic and medicinal plant *Monarda fistulosa* L. in ontogenesis using mineral fertilizers and growth regulators. It was determined that with an increase in the applied dose of nitrogen-phosphorus-potassium fertilizers regardless of the pH of the soil there is an increase in the content of the main elements (N, P and K): the greatest amount of nitrogen and phosphorus accumulates in the vegetative phase, and potassium – in the reproductive phase. In the first year of vegetation treatment with trace elements and retardants did not affect the content of N, P and K in *Monarda* plants.*

### Материалы и методы исследований

Исследования проводили путем постановки многофакторного полевого эксперимента по методике Б. А. Доспехова [2] на двух последовательно открывающихся полях в 2011–2013 гг. на территории Центрального ботанического сада НАН Беларуси.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая супесчаная, характеризовалась следующими агрохимическими показателями: рН<sub>KCl</sub> – 4,92, гумус – 2,73 % (по Тюрину), содержание подвижных форм фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и калия (K<sub>2</sub>O) (по Кирсанову) – 198 и 136 мг/кг соответственно. Содержание в почве подвижных форм микроэлементов составило: меди (Cu) – 4,00 мг/кг, цинка (Zn) – 4,70 мг/кг и бора (B) – 0,31 мг/кг почвы.

Схема опыта включала 28 вариантов в четырехкрат-

ной повторности с многоступенчатым расположением делянок (таблица 1). Площадь опытной делянки составляла 6,3 м<sup>2</sup>.

Площадь питания растений – 70 × 45 см [3, 4].

Доломитовую муку вносили осенью под вспашку из расчета нейтрализации полной гидролитической кислотности. Основные минеральные удобрения (азотное, фосфорное и калийное) вносили под предпосевную обработку за 1–1,5 недели до высадки рассады на опытный участок. В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру, в качестве фосфорного и калийного – аммонизированный суперфосфат и хлористый калий.

Эффективность применения микроудобрений исследовали на фоне внесения азотного, фосфорного и калийного удобрений в дозах N<sub>80</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> на двух участках: 1 – без известкования и 2 – с известкованием. Некорневую подкормку растений монарды дудчатой первого года вегетации (II декада августа) и растений второго года вегетации (III декада мая) проводили растворами солей CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O и кислоты H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> и их смесь в соотношении 1:1:1 из расчета 50 г/га д. в. Некорневую обработку регуляторами роста ретардантного типа ССС и Терпалом (бикомпонентная смесь) проводили за 7–10 дней до уборки сырья в концентрации хлормекватхлорида (д. в.) 0,16 %, и дополнительно был внесен этефон в концентрации 0,08 % по д. в.

В первый год вегетации растения срезали в конце вегетационного периода, который соответствовал фазе бутонизации – начала цветения, во второй и третий годы – в период наступления основных фенологических фаз:

I – массовой бутонизации – начала цветения, II – массового цветения, III – начала плодоношения. Наступление основных фенологических фаз определяли по методике И. Н. Бейдмана [5].

Определение содержания в надземной части монарды дудчатой макроэлементов азота, фосфора и калия выполняли в РНИУП «Институт радиологии» по соответ-

Таблица 1 – Схема опыта

№	Вариант	№	Вариант
1	Контроль	15	Мелиорант – фон
2	N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	16	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>
3	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (фон 1)	17	Фон + N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (фон 2)
4	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	18	Фон + N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>
5	N <sub>80</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	19	Фон + N <sub>80</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub>
6	N <sub>80</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	20	Фон + N <sub>80</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>
7	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	21	Фон + N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>
8	N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	22	Фон + N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>
9	Фон 1 + Cu <sub>0,05</sub>	23	Фон 2 + Cu <sub>0,05</sub>
10	Фон 1 + Zn <sub>0,05</sub>	24	Фон 2 + Zn <sub>0,05</sub>
11	Фон 1 + B <sub>0,05</sub>	25	Фон 2 + B <sub>0,05</sub>
12	Фон 1 + Cu <sub>0,05</sub> Zn <sub>0,05</sub> B <sub>0,05</sub>	26	Фон 2 + Cu <sub>0,05</sub> Zn <sub>0,05</sub> B <sub>0,05</sub>
13	Фон 1 + ССС*	27	Фон 2 + ССС
14	Фон 1 + Терпал	28	Фон 2 + Терпал

Примечание –\*ССС – хлормекватхлорид, торговая марка ЦеЦеЦЕ™ 750

Таблица 2 – Содержание азота, фосфора и калия в фитомассе монарды дудчатой при различных уровнях минерального питания

Вариант	Содержание, %, на а. с. с.				Вариант	Содержание, %, на а. с. с.			
	2011–2012 гг.	фазы онтогенеза, 2012–2013 гг.				2011–2012 гг.	фазы онтогенеза, 2012–2013 гг.		
		I	II	III			I	II	III
<b>Азот</b>									
Контроль	4,00	3,29	3,33	2,85	Мелиорант (фон)	4,21	4,27	3,87	2,95
N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	4,12	4,07	3,46	3,04	Фон + N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	4,32	4,75	4,03	3,35
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	4,60	4,75	4,10	3,37	Фон + N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	4,65	4,96	4,38	3,52
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	4,62	5,07	4,45	3,43	Фон + N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	4,69	5,29	4,60	3,63
HCP <sub>05</sub>	0,377	0,301	0,357	0,411	HCP <sub>05</sub>	0,377	0,301	0,357	0,411
HCP <sub>05</sub>	–	0,361			HCP <sub>05</sub>	–	0,355		
<b>Фосфор</b>									
Контроль	0,35	0,37	0,30	0,27	Мелиорант (фон)	0,43	0,40	0,33	0,31
N <sub>80</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	0,35	0,40	0,31	0,30	Фон + N <sub>80</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	0,45	0,42	0,34	0,31
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	0,40	0,45	0,36	0,34	Фон + N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	0,46	0,48	0,39	0,36
N <sub>80</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	0,42	0,49	0,38	0,37	Фон + N <sub>80</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	0,46	0,54	0,42	0,40
HCP <sub>05</sub>	0,054	0,048	0,035	0,036	HCP <sub>05</sub>	0,054	0,048	0,035	0,036
HCP <sub>05</sub>	–	0,045			HCP <sub>05</sub>	–	0,034		
<b>Калий</b>									
Контроль	2,74	2,82	2,94	2,80	Мелиорант (фон)	2,15	2,38	1,67	1,21
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,90	3,10	3,83	3,86	Фон + N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,25	2,07	3,06	1,62
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	2,97	3,36	4,37	4,17	Фон + N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	2,43	2,59	3,42	2,07
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	3,30	3,53	4,84	4,73	Фон + N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	3,18	2,70	3,57	2,30
HCP <sub>05</sub>	0,218	0,181	0,202	0,309	HCP <sub>05</sub>	0,218	0,181	0,202	0,309
HCP <sub>05</sub>	–	0,239			HCP <sub>05</sub>	–	0,223		

ствующим ГОСТам, определяющим порядок проведения и методику лабораторного анализа перечисленных элементов в растительных образцах [6, 7, 8].

**Результаты исследований и их обсуждение**

Применение средств химизации сказывается на изменении содержания элементов в растениях монарды дудчатой. В таблице 2 приведены данные по содержанию азота, фосфора и калия в надземной фитомассе в среднем за 2011–2012 гг. и в различные фазы онтогенеза 2012–2013 гг.

Дисперсионный анализ показал отсутствие достоверных различий по содержанию азота в надземной массе во всех вариантах между известкованным и неизвесткованным фоном в 2011–2012 гг.

Увеличение накопления азота в растениях может быть связано с возрастанием вносимой дозы азотных удобрений [9]. При внесении аммиачной селитры в дозах  $N_{80}$  и  $N_{120}$  по д. в. отмечено увеличение содержания азота в растениях монарды как на неизвесткованном фоне (на 15 и 16 %), так и на известкованном (на 10 и 11 %).

Кроме того, поступление питательных веществ в молодые растения определяет образование сухой массы, поэтому в более раннем возрасте они содержат больше азота и других элементов питания, чем в более поздние периоды развития [9]. Так, анализ данных по фазам онтогенеза за 2012–2013 гг. показал, что при внесении аммиачной селитры наибольшее накопление азота в растительном сырье происходит в первой фазе массовой бутонизации – начала цветения на обоих фонах. В последующих фазах наблюдается достоверное снижение содержания азота в фитомассе: на неизвесткованном фоне в среднем на 12–18 %, на известкованном – на 16–27 %, в то время как продуктивность увеличивается во второй фазе (рисунок 1).

Между вариантами известкованного и неизвесткованного фона достоверных различий по содержанию азота в растениях монарды, как и в первый год, во всех фазах онтогенеза не наблюдалось.

В первой фазе относительно контрольного и фонового вариантов с ростом дозы азотного удобрения ( $N_{40-80-120}$ ) увеличивалось и содержание азота в фитосырье (неизвесткованный фон – 24 %, 44 %, 54 % и известкованный – 11 %, 16 %, 24 %). Во второй и третьей фазах отличие от контрольного и фонового вариантов наблюдалось лишь в вариантах с  $N_{80}$  и  $N_{120}$ : на неизвесткованном фоне – на 23–34 % и на 18–21 %, на известкованном – на 13–19 % и 19–23 % в соответствующих фазах.

Внесение доломитовой муки привело к положительной динамике накопления фосфора в растительном сырье монарды первого года вегетации по сравнению с контролем на 22 % (таблица 2). Различия между фонами наблюдались и в вариантах  $P_{30}$  (+27 %),  $P_{60}$  (+14 %).

На неизвесткованном фоне из-за снижения доступности подвижных форм фосфора для растений (интенсивное связывание полутормными окислами алюминия и железа) [10] изменение его содержания в растениях монарды относительно контрольного варианта было отмечено только в варианте  $P_{90}$  (+18 %). При известковании поглощение фосфора растениями улучшается, и поэтому различия в вариантах  $P_{30-60-90}$  относительно фонового варианта было в пределах НСР.

Исследование накопления фосфора в надземной массе монарды в различных фазах онтогенеза 2012–2013 гг. показало, что различия между вариантами известкованного и неизвесткованного фонов находятся в пределах НСР.

Наибольшее содержание фосфора, как и азота, отмечено в фазе массовой бутонизации – начала цветения на обоих фонах [1] в период интенсивного синтеза органического вещества [11].

В опыте, как и с азотным удобрением, повышение дозы фосфорного ( $P_{60-90}$ ) увеличивает в каждой фазе его содержание в растениях монарды на неизвесткованном (I – на 22–33 %, II – 19–25 %, III – на 27–38 %) и известкованном фоне (I – на 20–34 %, II – 18–27 %, III – на 18–30 %).

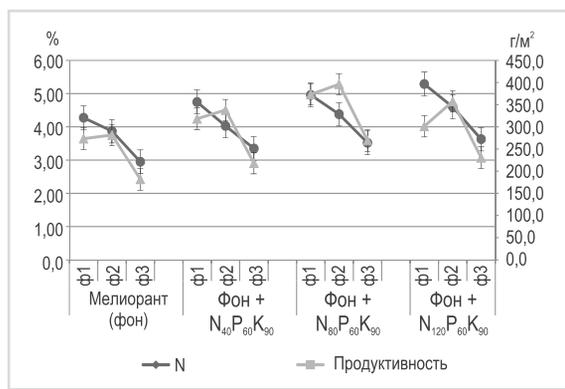
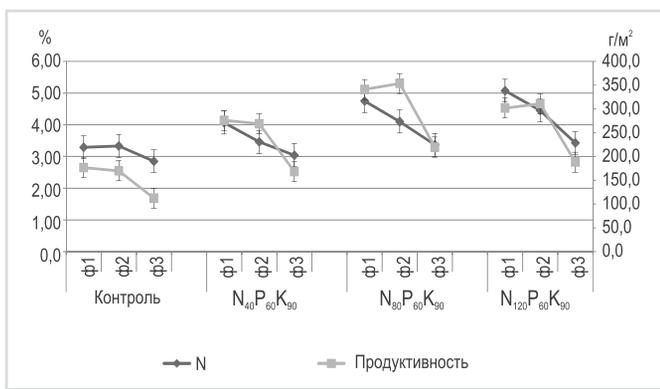
Уровень калия в растениях при известковании из-за антагонистических взаимодействий калий–кальций понижается [12], поэтому в первый год вегетации содержание калия в фитомассе монарды на фоне с мелиорантом было на 22 % ниже (таблица 2).

Достоверные различия между вариантами известкованного и неизвесткованного фонов наблюдались в вариантах  $K_{60}$  и  $K_{90}$  и составили 22 % и 18 % соответственно. В вариантах с  $K_{120}$  различия были в пределах НСР.

На обоих фонах накопление калия, как и азота, и фосфора, происходило с возрастанием дозы удобрения ( $K_{90-120}$ ) – 9–21 % (неизвесткованный фон) и 13–48 % (известкованный фон).

Только при внесении хлористого калия в дозе  $K_{60}$  различий по содержанию калия в надземной массе монарды дудчатой на обоих фонах не наблюдалось.

Во второй год вегетации динамика накопления калия в растительном сырье монарды по фазам, в отличие от азота и фосфора, была иной: в контрольном вариан-



**Рисунок 1 – Содержание азота и продуктивность надземной массы монарды дудчатой в онтогенезе при применении азотного удобрения (а – неизвесткованный фон, б – известкованный фон;**

**ф1 – фаза массовой бутонизации – начала цветения, ф2 – фаза массового цветения, ф3 – фаза конца цветения)**

те содержание калия в фитомассе монарды не имело достоверных различий между фазами, а в фоновом варианте происходил снижение содержания данного элемента в растительном сырье по мере развития растений – сначала на 30 %, а затем – на 28 % (таблица 2).

Имелись различия в динамике накопления калия и между фонами (рисунок 2).

Несмотря на то что при известковании калий из трудно растворимых минералов переходит в более подвижные соединения, вследствие антагонизма между ним и кальцием, усвоение растениями калия существенно может не увеличиться [10]. Поэтому в вариантах известкованного фона относительно неизвесткованного наблюдалось снижение содержания калия в первой фазе на 33 % ( $K_{60}$ ), 23 % ( $K_{90}$ ) и 24 % ( $K_{120}$ ); во второй – на 20 %, 22 % и 26 %; в третьей – на 58 %, 50 % и 51 % соответственно.

Физиологическая роль калия предполагает его активное участие в синтезе и передвижении органических соединений, а также обмене энергии при формировании репродуктивных органов и образовании запасных веществ. Эти процессы приходятся на фазы цветения и начала плодообразования, что повышает потребность в указанных элементах в этот период, и, возможно, аккумулялирование их в растительном сырье [11].

Вероятно, поэтому во всех вариантах известкованного фона с применением калийного удобрения наблюдалась тенденция к увеличению накопления калия с ростом растений (+32...+48 %, +22...+32 %). На известкованном фоне, вследствие антагонистического взаимодействия калий–кальций, динамика накопления изменилась, и максимальное содержание калия в сырье наблюдалось в фазе массового цветения, минимальное – в фазе конца цветения. В среднем во всех вариантах содержание калия в растительных образцах ко второй фазе увеличивается в 1,4 раза и уменьшается в 1,7 раза к третьей.

Содержание азота, фосфора и калия по вариантам в различных фазах имело корреляционную связь с накоплением вторичных метаболитов: эфирным маслом (коэффициент корреляции Пирсона,  $r_{xy} = 0,406...0,707$ ), его выходом (0,423...0,700), суммой фенольных соединений (–0,463...–0,663) и содержанием экстрактивных веществ (0,440...0,628).

Исследования с применением микроэлементов и регуляторов роста показали, что содержание калия на неизвесткованном фоне, а фосфора и азота на обоих

фонах как у виргинильных, так и у генеративных растений не отличается от фоновых вариантов (таблица 3).

Это может быть связано со сроком внесения микроудобрений и физиологической особенностью развития растений в первый год вегетации.

На известкованном фоне содержание калия имело отличие от фоновых вариантов от –21 до +22 % (Cu, B, Cu + Zn + B и ретарданты), и имеет корреляционную связь с выходом эфирного масла монарды дудчатой ( $r_{xy} = 0,401$ ) и продуктивностью надземной массы (0,491).

Во второй год вегетации при применении микроэлементов и ретардантов наибольшее накопление азота, фосфора и калия отмечено в фазе массовой бутонизации – начала цветения на обоих фонах.

Содержание азота, как и в первый год, не имело достоверных различий относительно фоновых вариантов. В среднем по вариантам на обоих фонах изменение концентрации фосфора наблюдалось при применении бора и смеси микроэлементов (–11...–27 %) в первой и второй фазах. Под действием ретардантов количество фосфора на обоих фонах уменьшилось на 11...29 % (ССС – во всех трех фазах, Терпал – во второй и третьей). Отрицательный баланс фосфора при применении средств химизации наблюдался у мелиссы лекарственной и шалфея лекарственного в опытах А. А. Аутко [13].

На неизвесткованном фоне содержание калия при применении микроэлементов и ретардантов на генеративных растениях возросло относительно фоновых вариантов во второй фазе (+9...+52 %) и снизилось к третьей (–42...–64 %). На известкованном фоне изменение содержания калия наблюдалось в первой фазе (+31...+88 %) под воздействием микроэлементов и ретардантов, и снизилось к третьей при применении только ретардантов (–17...–27 %).

Медь, цинк и бор являются микроэлементами, активно участвующими в метаболизме растений, и входят в структуру различных ферментов, а калий, являясь потенциалобразующим элементом, активирует многие биохимические процессы [14, 15].

Ретарданты запускают пути синтеза вторичных метаболитов, в которых участвуют основные элементы питания (азот, фосфор и калий), что обуславливает увеличение или снижение их содержания в растениях [16].

Наилучшим вариантом по содержанию азота, фосфора и калия оказался вариант  $N_{80}P_{60}K_{90}$  как в первый год вегетации, так и во второй (фаза массовой бутонизации – начала цветения и фаза массового цветения).

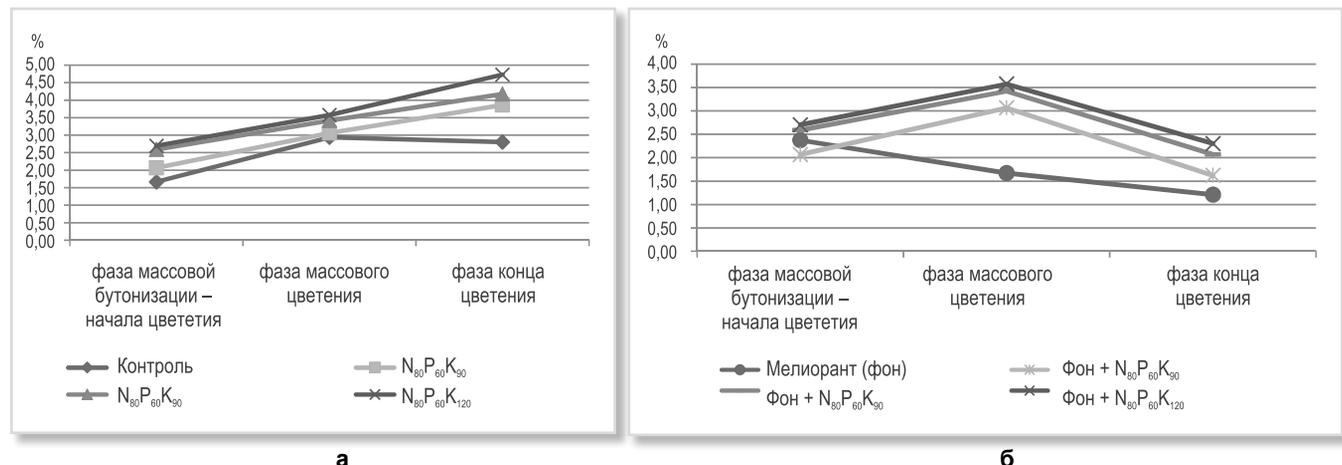


Рисунок 2 – Содержание калия в растениях монарды дудчатой по фазам онтогенеза при различных дозах калийных удобрений (а – неизвесткованный фон, б – известкованный фон)

Таблица 3 – Содержание азота, фосфора и калия в фитомассе монарды дудчатой при обработках микроэлементами

Вариант	Содержание, %, на а. с. с.				Вариант	Содержание, %, на а. с. с.			
	2011–2012 гг.	фазы онтогенеза, 2012–2013 гг.				2011–2012 гг.	фазы онтогенеза, 2012–2013 гг.		
		I	II	III			I	II	III
<b>Азот</b>									
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (фон 1)	4,60	4,75	4,10	3,37	Мелиорант + N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (фон 2)	4,65	4,96	4,38	3,52
Фон 1 + Cu	4,70	4,88	4,41	3,39	Фон 2 + Cu	4,78	5,01	4,75	3,58
Фон 1 + Zn	4,65	4,49	4,10	3,08	Фон 2 + Zn	4,62	5,30	4,18	3,53
Фон 1 + B	4,57	4,58	4,26	3,19	Фон 2 + B	4,71	4,87	4,29	3,46
Фон 1 + Cu Zn B	4,52	4,62	4,24	3,30	Фон 2 + Cu Zn B	4,74	4,80	4,61	3,43
Фон 1 + CCC	4,50	4,82	3,94	3,27	Фон 2 + CCC	4,69	4,93	4,83	3,63
Фон 1 + Терпал	4,46	4,63	3,42	3,00	Фон 2 + Терпал	4,67	4,66	4,74	3,41
HCP <sub>05</sub>	0,377	0,301	0,357	0,411	HCP <sub>05</sub>	0,377	0,301	0,357	0,411
HCP <sub>05</sub>	–	0,361			HCP <sub>05</sub>	–	0,355		
<b>Фосфор</b>									
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (фон 1)	0,40	0,45	0,36	0,34	Мелиорант + N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (фон 2)	0,46	0,48	0,39	0,36
Фон 1 + Cu	0,43	0,47	0,38	0,36	Фон 2 + Cu	0,48	0,51	0,39	0,39
Фон 1 + Zn	0,43	0,40	0,36	0,33	Фон 2 + Zn	0,44	0,42	0,36	0,35
Фон 1 + B	0,41	0,40	0,29	0,35	Фон 2 + B	0,45	0,39	0,34	0,40
Фон 1 + Cu Zn B	0,40	0,33	0,28	0,33	Фон 2 + Cu Zn B	0,43	0,36	0,33	0,34
Фон 1 + CCC	0,42	0,36	0,28	0,30	Фон 2 + CCC	0,47	0,40	0,34	0,33
Фон 1 + Терпал	0,40	0,42	0,25	0,25	Фон 2 + Терпал	0,47	0,46	0,32	0,28
HCP <sub>05</sub>	0,054	0,048	0,035	0,036	HCP <sub>05</sub>	0,054	0,048	0,035	0,036
HCP <sub>05</sub>	–	0,045			HCP <sub>05</sub>	–	HCP <sub>05</sub>		
<b>Калий</b>									
N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (фон 1)	2,97	3,36	4,37	4,17	Мелиорант + N <sub>80</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub> (фон 2)	2,43	2,59	3,42	2,07
Фон 1 + Cu	3,05	3,27	6,66	4,34	Фон 2 + Cu	2,93	4,86	3,63	1,85
Фон 1 + Zn	2,84	3,43	6,19	2,30	Фон 2 + Zn	2,61	3,39	3,42	2,03
Фон 1 + B	3,12	3,29	4,98	2,19	Фон 2 + B	2,97	4,08	3,36	1,96
Фон 1 + Cu Zn B	3,16	3,27	4,18	2,41	Фон 2 + Cu Zn B	2,80	3,91	3,57	1,91
Фон 1 + CCC	2,72	3,27	4,47	2,20	Фон 2 + CCC	2,79	3,95	3,24	1,71
Фон 1 + Терпал	2,92	3,30	4,76	1,51	Фон 2 + Терпал	2,77	4,45	3,01	1,51
HCP <sub>05</sub>	0,218	0,181	0,202	0,309	HCP <sub>05</sub>	0,218	0,181	0,202	0,309
HCP <sub>05</sub>	–	0,239			HCP <sub>05</sub>	–	0,223		

Наилучшими вариантами по накоплению азота, фосфора и калия в процессе онтогенеза (первый и второй год) на обоих фонах оказался вариант с применением меди. В третьей фазе растений второго года на фоне известкования был выделен еще один вариант – с бором.

**Выводы**

1. Увеличение вносимой дозы азотного, фосфорного, калийного удобрений способствует аккумуляции основных элементов в виргинильных (+10...+48 %) и генеративных (+11...+105 %) растениях монарды дудчатой, выращиваемой на дерново-подзолистой супесчаной почве с pH от 4,9 до 5,5. Микроэлементы и ретарданты оказались эффективными только в отношении калия (до +22 %) на фоне известкования.
2. У генеративных растений наибольшее содержание азота и фосфора наблюдалось в фазе массовой бутонизации – начала цветения (5,07–5,29 %, 0,49–0,54 % соответственно), а калия – в фазе массового цветения

(6,19–6,66 %). Кроме того, внесение доломитовой муки снижает содержание калия в фитомассе монарды (до –58 %) относительно вариантов неизвесткованного фона и изменяет динамику его накопления в онтогенезе.

3. Применение микроудобрений на растениях второго года не сказалось на содержании азота. Изменение содержания фосфора в сырье монарды отмечено в вариантах обоих фонов (до –29 %). Положительное влияние микроудобрений на накопление калия на известкованном фоне отмечено в фазе массового цветения (до +52 %) и отрицательное – в фазе конца цветения (до –48 %). На фоне известкования положительный эффект «сдвинут» к фазе массовой бутонизации – начала цветения (до +88 %).
4. В основном на содержании фосфора и калия в растениях второго года жизни применение ретардантов сказалось отрицательно (до –29 % и –64 %). Положительный эффект по накоплению калия, как и в пер-

вый год развития, наблюдался только в первой фазе на фоне известкования (до +72 %).

5. Содержание азота, фосфора и калия имеет корреляционную связь с накоплением вторичных метаболитов.
6. Наилучшим вариантом по накоплению основных элементов при различных уровнях азотно-фосфорно-калийного питания монарды дудчатой, выращиваемой на дерново-подзолистой супесчаной почве с pH от 4,9 до 5,5 в центральной части Беларуси, стал вариант  $N_{80}P_{60}K_{90}$ , а при применении микроудобрений – с медью и бором.

#### Литература

1. Особенности биохимического состава некоторых видов семейства Яснотковых при интродукции в Беларусь / Ж. А. Рупасова [и др.] // Ботанические сады: состояние и перспективы сохранения, изучения, использования биологического растительного мира: матер. междунар. науч. конф., Минск, 30–31 мая 2002 г. / ЦБС НАН Беларуси; ред.: В. Н. Решетников [и др.]. – Минск, 2002. – С. 233–235.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 350 с.
3. Дрягин, В. М. Монарда – новое овощное пряно-вкусовое растение / В. М. Дрягин. – М.: Всерос. НИИ селекции и семеновод. овощных культур, 1994. – 98 с.
4. Способ выращивания монарды дудчатой в Западной Сибири: пат. 2250596 РФ, МПК А01G1/100 / Г. И. Высокочина, Т. А. Волхонская, О. Ю. Васильева. – Оpubл. 27.04.2005.
5. Бейдман, И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И. Н. Бейдман. – Новосибирск: Наука, 1974. – 153 с.
6. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина: ГОСТ 13496.4–93. – Взамен ГОСТ 13496.4–84; введ. РФ 01.01.95. – М.: Госстандарт России, 1995. – 8 с.
7. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора: ГОСТ 26657–97. – Взамен ГОСТ 26657–85; введ. РФ 01.01.99. – М.: Госстандарт России, 1999. – 8 с.
8. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия: ГОСТ 30504–97; введ. РФ 01.01.99. – М.: Госстандарт России, 1999. – 6 с.
9. Степуро, М. Ф. Сезонная динамика потребления и вынос основных элементов питания белокочанной капусты на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / М. Ф. Степуро // Сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т природопольз. – Минск, 2012. – Вып. 22: Природопользование. – С. 247–251.
10. Смирновский, П. М. Известкование кислых почв / П. М. Смирновский // Агрохимия: учеб. пособие / В. М. Клечковский, А. В. Петербургский. – М., 1964. – С. 128–162.
11. Смирнов, П. М. Агрохимия: учебное пособие / П. М. Смирнов, Э. А. Муравин; под ред. И. П. Дерюгина. – М.: Колос, 1984. – 304 с.
12. Мантрова, Е. З. Оранжерейная гвоздика [Электронный ресурс] / Е. З. Мантрова // Библиотека по цветоводству. – Режим доступа: <http://flowerlib.ru/books/item/f00/s00/z0000064/st011.shtml> – Дата доступа: 14.05.2017.
13. Биоэкологические особенности выращивания пряно-ароматических и лекарственных растений / А. А. Аутко [и др.]. – Минск: Тонпик, 2003. – 159 с.
14. Битюцкий, Н. П. Микроэлементы и растения: учеб. пособие / Н. П. Битюцкий. – СПб: Изд-во СПб ун-та, 1999. – 232 с.
15. Битюцкий, Н. П. Микроэлементы в жизни растений / Н. П. Битюцкий; ред. кол. В. Н. Ефимов. – СПб: Изд-во СПб ун-та, 2011. – 367 с.
16. Маланкина, Е. Л. Агробиологическое обоснование повышения продуктивности эфиромасличных растений из семейства Яснотковые (*Lamiaceae* L.) в Нечерноземной зоне России: автореф. дис... д-ра с.-х. наук: 06.01.13 / Е. Л. Маланкина; Бот. сад ВИЛАРа. – М., 2007. – 39 с.

УДК 634.13:632.2/4

## Фитосанитарное состояние интенсивных насаждений груши в Беларуси

В. С. Комардина, Н. Е. Колтун, кандидаты биологических наук,  
С. И. Ярчаковская, кандидат с.-х. наук  
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 02.09.2019 г.)

Установлено, что в интенсивных насаждениях груши доминировали сосущие вредители из отрядов Homoptera (обыкновенная грушевая медяница *Psylla pyri* L. – до 33,2 личинок на 2 м ветвей и зеленая яблонная тля *Aphis pomi* L. – до 10 % заселенных побегов) и Acarina (грушевый галловый клещ *Eriophyes pyri* Pgst. – до 30,2 % поврежденных листьев). Из отряда Coleoptera на груше выявлены: грушевый трубноверт *Byctiscus betulae* L. – до 5,1 гнезд на дерево, яблонный цветоед *Anthonomus pomorum* L. – до 4,8 % поврежденных бутонов. Из фитофагов отряда Lepidoptera доминировала яблонная плодожорка *Cydia pomonella* L., поврежденность плодов груши которой достигала 23,2 %.

Повсеместно в садах доминировали следующие болезни: парша груши (*Venturia pirina*) – развитие до 10,2 %, бурая (стемфилиозная) пятнистость листьев (*Stemphylium vesicarium*) – развитие до 17,3 % и плодовая гниль (*Monilia fructigena*) – распространенность до 15 %. На листьях груши белорусской селекции выявлена ржавчина (*Gym-*

*It is determined that in the intensive pear plantations have prevailed sucking pests from the orders Homoptera (pear psylla *Psylla pyri* L. – up to 33,2 larvae on 2 m branches and green apple aphid *Aphis pomi* L. – up to 10 % of colonized shoots) and Acarina (pear leaf blister mite *Eriophyes pyri* Pgst. up to 30,2 of damaged leaves). From Coleoptera order on pear tree *Byctiscus betulae* L. has been revealed – up to 5,1 nests per tree, blossom beetle *Anthonomus pomorum* L. – up to 4,8 % of buds damaged. From phytophages of the order Lepidoptera codling moth *Cydia pomonella* L. has prevailed, pear fruits damage has reached 23,2 %.*

*Everywhere in the orchards the following diseases have dominated: pear scab (*Venturia pirina*) – development up to 10,2 %, brown (stemphylium) leaf spot (*Stemphylium vesicarium*) – severity up to 17,3 % and fruit rot (*Monilia fructigena*) – incidence up to 15 %. On Belarusian selection pear leaves rust (*Gymnosporangium sabinae*) has been determined – the severity on leaves up to 10,5 %, on foreign selection pear*

*nosporangium sabiniae*) – развитие на листьях до 10,5 %, на плодах груши иностранной селекции выявлена стемфилиозная гниль (*Stemphylium vesicarium*) – распространенность до 4,5 %.

### Введение

Груша – ценная плодовая культура, которая по значению в производстве плодов находится на втором месте после яблони [2]. Однако до настоящего времени она не получила должного распространения и занимает незначительный удельный вес в структуре плодовых насаждений. Лимитирующими факторами для получения урожая этой культуры являются относительно низкая устойчивость к важнейшим компонентам экологической среды, короткий период потребления плодов и поражение комплексом вредных организмов. Первые из перечисленных проблем в интенсивном садоводстве решаются за счет создания новых сортов груши, имеющих высокую урожайность, соответствующие вкусовые качества и длительный период хранения. Изменения технологий возделывания культуры, такие как использование клоновых подвоев, уплотненная посадка, использование опорных конструкций, капельное орошение также ведут к повышению урожайности культуры, однако это способствует и изменениям в структуре доминирования вредных организмов, а интродукция посадочного материала влечет за собой усиление вредоносности инвазивных видов фитофагов и фитопатогенов [1, 8–11].

Выведение устойчивых к парше сортов груши обусловили в Европе появление новой болезни – бурой пятнистости груши, вызванной патогенным микроорганизмом *Stemphylium vesicarium*, который также вызывает болезнь у чеснока, лука-порея, лука, томата и спаржи. Бурая пятнистость является доминирующей болезнью груши в южной части Европы, где гриб поражает листья, плоды и в меньшей степени побеги. Однако в последние годы заболевание обнаружено в Нидерландах и в Бельгии, где степень поражения плодов достигает 70 %. Также появились сообщения о распространении стемфилиоза в Польше. Установлено, что основные сорта груши, возделываемые в промышленных садах, очень чувствительны к заболеванию.

Среди фитофагов на груше изменяется структура доминирования аборигенных видов – возрастает численность сосущих вредителей, таких как медяницы, клещи и тли. А в 2011 г. впервые в Беларуси на груше отмечена инвазия западного непарного короеда.

В республике проводились исследования по изучению видового состава и вредоносности только грушевых медяниц [3, 4]. Однако изучение видового состава комплекса вредных организмов, структуры их доминирования и вредоносности в промышленных насаждениях груши интенсивного типа не проводилось.

Таким образом, до настоящего времени не проведено целенаправленных исследований по поврежденности фитофагами и пораженности фитопатогенами груши в промышленных интенсивных насаждениях, не изучен видовой состав вредных организмов, их структурное разнообразие, и не оценена вредоносность.

### Место и методика проведения исследований

Стационарные наблюдения и учеты численности вредителей и болезней проводились систематически в течение всей вегетации в промышленных грушевых садах республики.

*fruits stemphylium rot (Stemphylium vesicarium) – incidence – up to 4,5 %.*

Оценка поврежденности фитофагами и пораженности болезнями различных сортов проводилась в грушевых садах во время маршрутных обследований.

Численность вредителей, развитие и распространенность болезней с целью определения сроков появления, изучения динамики развития фитофагов и фитопатогенов учитывали на фоне их естественного развития по общепринятым методикам в следующие фенофазы развития груши [5–7].

**Ранневесенний период** (до распускания почек у груши). Путем просмотра при помощи бинокля 2 м ветвей с дерева (по 0,5 м с четырех сторон) устанавливали численность зимующих стадий вредителей. Учет имаго грушевой медяницы проводили путем визуального осмотра ветвей или стряхивания их на пленку.

Для оценки инфекционного запаса возбудителя парши груши *V. pirina* после таяния снега был проведен учет на перезимовавших листьях. С 1 га сада отбиралось 10 проб по 25 листьев каждая. От общего количества анализируемых листьев рассчитывали процент пораженных паршой.

**Зеленый конус – начало выдвигания бутонов.** При помощи лупы и бинокля просматривали в среднем по 50–100 учетных органов и учитывали: гнезда *грушевого галлового клеща* (в почках под первой и второй кроющими чешуйками); яйца *грушевой медяницы* (на цветоножках, с нижней и верхней стороны листьев вдоль центральной жилки); личинки и куколки *грушевого цветоеда* – в почках (перезимовавшие личинки белые с коричневой головой), имаго *яблонного цветоеда*.

Листовертки учитывали на 2 м ветвей (по 0,5 м с 4-х сторон дерева) по видам.

**Обособление и разрыхление бутонов.** На 5 учетных деревьях разных сортов груши просматривали 2 м ветвей (по 0,5 м с 4-х сторон дерева) и учитывали: колонии *грушевой медяницы* внутри соцветий и на молодых листьях; листья, поврежденные *галловым четырехногим клещом*; имаго *грушевого трубноверта*; колонии *тли* на 10 побегах по 10 листьев с каждого.

**Окончание цветения – опадение избыточной завязи.** В результате визуального осмотра учитывали: на побегах и листьях – *тли* (по видам), *листогрызущие гусеницы* (по видам), *грушевая медяница* и *грушевый трубноверт* (гнезда в скрученных в трубку в форме сигары 6–8 листьях), на плодах – *грушевый пилильщик* (в кольцеобразной мине под кожицей у основания чашечки).

Для учета развития болезней на 10 деревьях (выбраны по диагонали обследуемого участка сада) просматривали по 100 вегетативных и генеративных органов (по 25 с каждой стороны дерева).

**Рост и созревание плодов.** На 10 учетных деревьях с каждого просматривали по 50 плодов и учитывали поврежденные *грушевой* и *яблонной плодожорками* и *грушевым пилильщиком*; на 100 листьях (по 25 с каждой стороны дерева) учитывали *листогрызущие гусеницы*. Учеты развития наиболее распространенных болезней продолжались в течение вегетационного сезона. На 10 деревьях одного сорта, расположенных по диагонали сада, просматривали 100 листьев и плодов (по 25 с каждой стороны) и оценивали их пораженность болезнью.

**Результаты исследований и их обсуждение**

В результате проведения маршрутных обследований в 9 промышленных садах Гродненской, Минской, Брестской, Гомельской и Витебской областей был определен видовой состав и вредоносность фитофагов и фитопатогенов в насаждениях груши в условиях 2019 г.

При оценке зимующего запаса вредителей выявлена высокая заселенность почек груши грушевым галловым клещом (*Eriophyes pyri* Pgst.), которая колебалась от 9,4 % (СХФ «Клецкий» Минской области, сорт Лагодная) до 63,5 % (РУП «Толочинский консервный завод» Витебской области, сорт Патен). В незначительном количестве повсеместно встречались плодовые клещи (0,02–0,4 яиц на 2 м ветвей), тли (до 0,6 яиц на 2 м ветвей) и запятовидная щитовка (до 2,3 щитков на 2 м ветвей).

В промышленных насаждениях груши инфекционный запас возбудителя парши составил 26,0–58,0 %, а пораженность побегов болезнями коры (обыкновен-

ный европейский рак и бактериальный рак) колебалась от 1,8 % до 9,6 %. Наименьшая распространенность болезней коры и древесины была в Витебской области и не превысила 0,9 %.

Видовой состав фитофагов в условиях 2019 г. был представлен 19 видами растительноядных насекомых из 4 отрядов и 3 видами клещей (таблица 1). При этом наиболее вредоносными являлись 2 вида монофагов, распространенных повсеместно, – грушевый галловый клещ (*Eriophyes pyri*) и обыкновенная грушевая медяница (*Psylla pyri*), поврежденность листьев и побегов которыми достигала 30,2 % и 42,2 % соответственно, и 1 олигофаг – яблонная плодожорка (*Cydia pomonella*), поврежденность плодов которой зависела от возраста сада и количества инсектицидных обработок, проведенных в саду, и достигала 23,2 %.

В первой половине вегетационного периода в промышленных насаждениях груши доминировали фитофаги

**Таблица 1 – Видовое разнообразие и вредоносность растительноядных насекомых и клещей в насаждениях груши в Беларуси (маршрутные обследования, 2019 г.)**

Вид вредителя	Численность, поврежденность на ед. учета	Вредоносность, балл
<b>Отряд Клещи (Acarina)</b>		
<i>Panonychus ulmi</i> L. – красный плодовой клещ, ос. / лист	0,2–2,5	2
<i>Tetranychus urticae</i> Koch. – обыкновенный паутинный клещ, ос. / лист	0,01–0,9	1
<i>Eriophyes pyri</i> Pgst. – грушевый галловый клещ, повреждено листьев, %	0,3–30,2	3
<b>Отряд Равнокрылые хоботные (Homoptera)</b>		
<b>Подотряд Тли (Aphidodea)</b>		
<i>Aphis pomi</i> Deg. – зеленая яблонная тля, повреждено побегов, %	0,1–9,6	2
<b>Подотряд Листоблошки (Psyllodea)</b>		
<i>Psylla pyri</i> L. – обыкновенная грушевая медяница, повреждено побегов, %	5,2–42,2	4
<b>Подотряд Кокциды или червецы (Coccoidea)</b>		
<i>Lepidosaphes ulmi</i> L. – запятовидная щитовка, щитков / 2 м ветвей	0–2,3	2
<i>Parthenolecanium corni</i> Bouche. – акациевая ложнощитовка, щитков / 2 м ветвей	0–0,3	1
<b>Отряд Жесткокрылые или жуки (Coleoptera)</b>		
<i>Anthonomus pomorum</i> L. – яблонный цветоед, повреждено бутонов, %	2,0–4,8	2
<i>Anthonomus pyri</i> Koll. – грушевый цветоед, повреждено почек, %	0,5–1,1	2
<i>Chlorophanus viridis</i> L. – желтобокий долгоносик, ос. / 2 м ветвей	2,9–4,1	1
<i>Phyllobius argentatus</i> L. – сереброчешуйчатый листовой долгоносик, ос. / 2 м ветвей	1,9–4,7	1
<i>Byctiscus betulae</i> L. – грушевый трубкаверт, гнезд / дерево	2,3–5,1	2
<b>Отряд Чешуекрылые или бабочки (Lepidoptera)</b>		
<i>Ancutis achatana</i> F. – пугливая листовертка, гусениц / 2 м ветвей	0,1–1,3	1
<i>Coleophora hemerobiella</i> Scop. – плодовая чехлоноска, гусениц / 2 м ветвей	0,1–0,9	1
<i>Cacoecia rosana</i> L. – розанная листовертка, гусениц / 2 м ветвей	0,5–4,5	2
<i>Orgyia antiqua</i> L. – кистехвост обыкновенный, гусениц / 2 м ветвей	0,5–1,7	1
<i>Operophtera brumata</i> L. – зимняя пяденица, гусениц / 2 м ветвей,	0,1–1,2	1
<i>Spilonota ocellana</i> F. – почковая вертунья, гусениц / 2 м ветвей	0,2–2,1	1
<i>Cydia pomonella</i> L. – яблонная плодожорка, повреждено плодов, %	4,5–23,2	3
<i>Cydia pyrivora</i> Danil. – грушевая плодожорка, повреждено плодов, %	0,1–2,6	2
<b>Отряд Перепончатокрылые (Hymenoptera)</b>		
<i>Hoplocampa brevis</i> Klug. – грушевый плодовой пилильщик, повреждено плодов, %	0,01–0,2	1

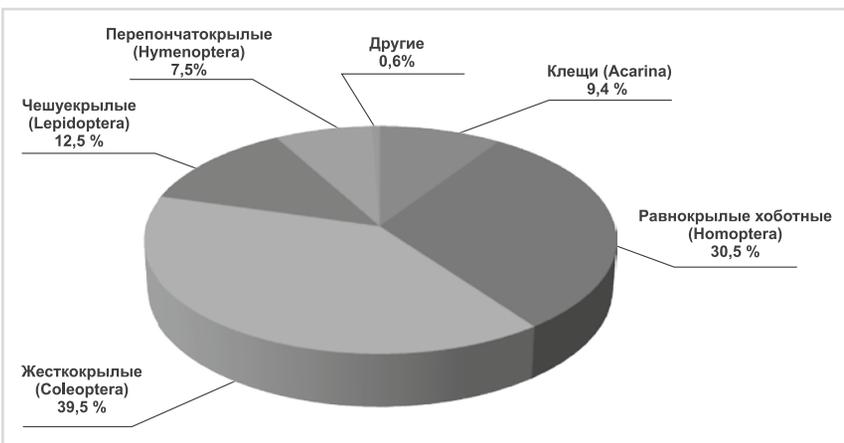
Примечание – Вредоносность, балл: 0 – не вредит; 1 – вредит слабо, защитные мероприятия не проводятся; 2 – вредит периодически средне, защитные мероприятия иногда проводятся при превышении порога вредоносности; 3 – вредит постоянно средне, защитные мероприятия проводятся при превышении порога вредоносности; 4 – вредит постоянно средне и периодически сильно, защитные мероприятия необходимы при превышении порога вредоносности; 5 – вредит в разных зонах Беларуси постоянно сильно, защитные мероприятия обязательны.

из отрядов Жесткокрылых (Coleoptera) 39,5 % и Равнокрылых хоботных (Homoptera) – 30,5 % (рисунок 1).

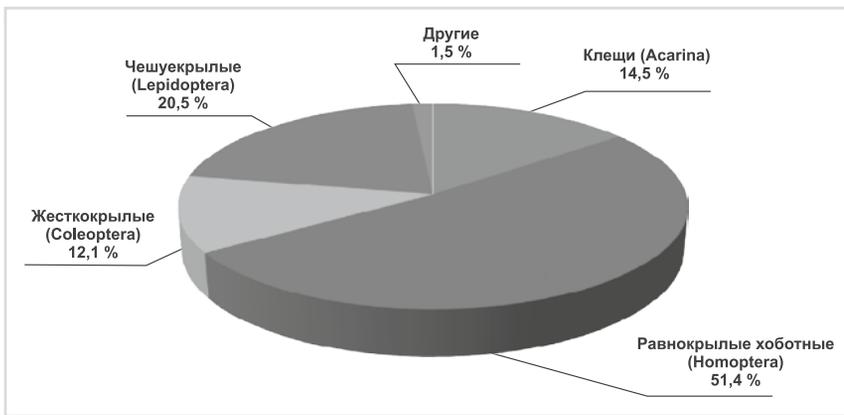
Из жесткокрылых или жуков в этот период доминировали яблонный цветоед *Anthonomus pomorum* (поврежденность бутонов составила 2,0–4,8 %) и жуки-листоеды из рода *Phyllobius* (до 4,7 особей на 2 м ветвей). Количество почек, поврежденных грушевым цветоедом, в обследуемых садах не превысило 1,1 %, что свидетельствует о его невысокой численности. Из сосущих вредителей в энтомоценозе промышленных насаждений груши в первой половине вегетации доминировали обыкновенная грушевая медяница *Psylla pyri* (до 25,4 личинок на 2 м ветвей при 18 % заселенных побегов) и зеленая яблонная тля *Aphis pomi* L. (до 10 % заселенных побегов).

Во второй половине вегетационного периода в общей структуре видов доминировали вредители из отрядов Homoptera – 51,4 % и Lepidoptera – 20,5 % (рисунок 2).

Численность обыкновенной грушевой медяницы *Psylla pyri* возросла до 33,2 личинок на 2 м ветвей при заселенности побегов до 42,2 %, при этом наибольшая численность наблюдалась там, где количество инсектицидных обработок не превысило 1–2 в сезон. Во второй половине вегетации возросла поврежденность плодов вредителями генеративных органов – до 2,6 % грушевой плодожоркой (монофаг) и до 23,2 % яблонной плодожоркой (олигофаг). Среди представителей отряда Acarina доминировал грушевый галловый клещ *Eriophyes pyri*, поврежденность листьев которым достигала 30,2 %.



**Рисунок 1 – Структура доминирования фитофагов в промышленных насаждениях груши в первой половине вегетационного периода (маршрутные обследования, 2019 г.)**



**Рисунок 2 – Структура доминирования фитофагов в промышленных насаждениях груши во второй половине вегетационного периода (маршрутные обследования, 2019 г.)**

Таким образом, установлено, что на протяжении всего периода вегетации груши в промышленных насаждениях доминируют вредители из отряда Равнокрылые хоботные, к которым принадлежит монофаг грушевая медяница. Усиливается вредоносность насекомых и клещей олиго- и полифагов из отрядов Acarina, Coleoptera и Lepidoptera.

Оценка фитопатологической ситуации в промышленных насаждениях груши, проводимая в течение вегетации, показала, что повсеместно в обследуемых садах встречалась парша груши (*Venturia pirina*), бурая пятнистость листьев (*Stemphylium vesicarium*) и плодовая гниль (*Monilia fructigena*). В условиях Минского района выявлена высокая степень инфицирования груши ржавчиной (*Gymnosporangium sabinae*).

Погодные условия апреля были благоприятными для ранней вегетации груши. Однако в период начала цветения культуры отмечено снижение температуры на фоне высокой влажности воздуха, что способствовало инфицированию ее грибными болезнями.

Первые признаки ржавчины на листьях отмечены на сортах белорусской селекции в начале цветения груши, при этом развитие болезни колебалось от 4,1 % (сорт Просто Мария) до 5,6 % (сорт Лагодная) при распространенности 24,4 и 28,3 % соответственно.

В конце цветения груши развитие парши на листьях составило от 2,8 % (сорта Конференция, Кудесница) до 4,4 % (сорта Лагодная, Просто Мария) и распространенности – 14,0–22,0 %. Пораженность паршой завязи в этот период достигала 6,4 %. В период образования завязи выявлены первые признаки поражения листьев груши бурой пятнистостью (*Stemphylium vesicarium*).

В июне погодные условия не способствовали интенсивному развитию болезней, а в июле частое выпадение осадков спровоцировало дальнейшее развитие грибных болезней в промышленных насаждениях груши интенсивного типа. Развитие парши на листьях груши во второй половине вегетации колебалось от 0,4 % (сорт Десертная, РУП «ГОСХОС», Гомельская область) до 10,2 % (сорт Кудесница, РУЭОСХП «Восход», Минская область), на плодах – от 1,2 % (сорта Просто Мария, РУЭОСХП «Восход» и Конференция, ЛРСУП «Можейково», Гродненская область) до 8,1 % (сорт Десертная, РУП «ГОСХОС»).

Стемфилиоз груши отмечался как в виде бурой пятнистости на листьях всех обследуемых сортов при развитии болезни 2,6–17,3 %, так и в виде гнили на сорте зарубежной селекции Конференция – от 3 % пораженных плодов в садах Гродненской области до 4,5 % в РУП «Толочинский консервный завод» Витебской области.

Пораженность плодов монилиозом или плодовой гнилью колебалась в зависимости от проведенных защитных мероприятий в саду от 0,5 % до 15 % (на летних сортах).

В садах Минского района во второй половине вегетации в РУЭОСХП «Вос-

ход» и РУП «Институт плодородства» степень поражения листьев ржавчиной увеличилась незначительно и составила от 6,2 % (сорт Просто Мария) до 10,5 % (сорт Лагодная) при распространенности 25,8 и 34,4 %.

При сравнительной оценке пораженности сортов белорусской и зарубежной селекции нами были проанализированы сорта груши, которые повсеместно встречаются в промышленных садах интенсивного типа – Лагодная и Конференция.

В результате установлено, что развитие парши в условиях 2019 г. на сорте Лагодная в 1,6–7,8 раз выше, чем на сорте Конференция (рисунок 3).

Пораженность паршой плодов груши сорта Лагодная была в 4 раза выше, чем плодов сорта Конференция – 7,7 % и 1,9 % соответственно (рисунок 4).

Ржавчина отмечена только на листьях груши сорта Лагодная (развитие до 10,5 %), в то время как на сорте Конференция данной болезни в условиях 2019 г. не выявлено.

Бурая (стемфилиозная) пятнистость на листьях отмечена на обоих сортах, однако на сорте Конференция развитие болезни достигало 17,3 %, в то время как на сорте Лагодная оно не превысило 2,6 %. При этом отмечено проявление стемфилиоза в виде гнилей на плодах груши сорта Конференция (до 4,5 %), в то время как распространенность монилиозной гнили была в 2 раза ниже и составила 2 %. На сорте Лагодная стемфилиозной гнили не обнаружено, но поражение плодов монилиозом достигало 6 %.

Таким образом, выявлены различия в видовом составе фитопатогенов, поражавших грушу в условиях 2019 г. Повсеместно были распространены парша груши *Venturia pirina* (развитие на листьях до 10,2 %), бурая пятнистость листьев *Stemphylium vesicarium* (развитие до 17,3 %) и плодовая гниль *Monilia fructigena* (до 15 %). Выявлены различия в поражении этими патогенами сортов груши белорусской и зарубежной селекции.

Определено предпочтительное поражение стемфилиозной гнилью плодов груши сорта Конференция зарубежной селекции, а ржавчиной – сортов груши белорусской селекции (Лагодная, Просто Мария).

### Выводы

Установлено, что на протяжении всего периода вегетации груши в промышленных насаждениях доминируют вредители из отряда Равнокрылые хоботные, к которым принадлежит монофаг обыкновенная грушевая медяница *Psylla pyri* L. – до 33,2 личинок на 2 м ветвей и олигофаг зеленая яблонная тля *Aphis pomi* L. – до 10 % заселенных побегов. Усиливается вредоносность насекомых и клещей олиго- и полифагов из отрядов Acarina (грушевый галло-

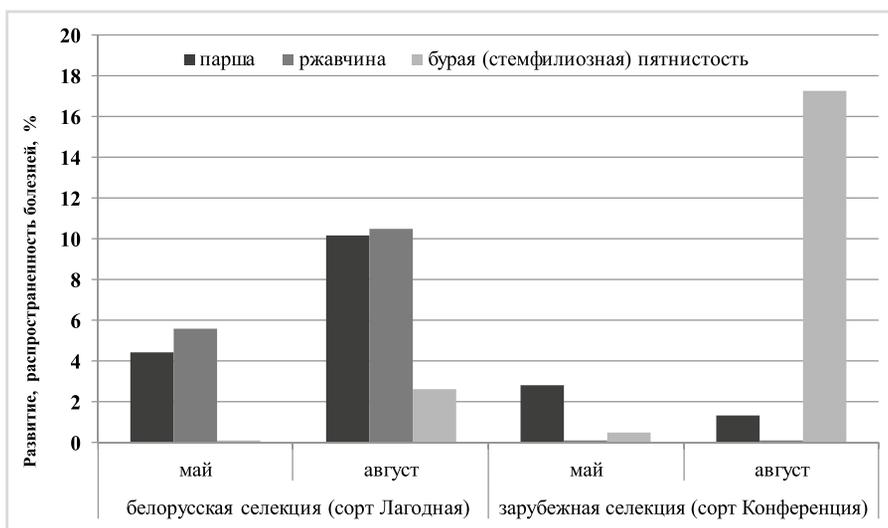


Рисунок 3 – Пораженность болезнями листьев груши (маршрутные обследования, 2019 г.)

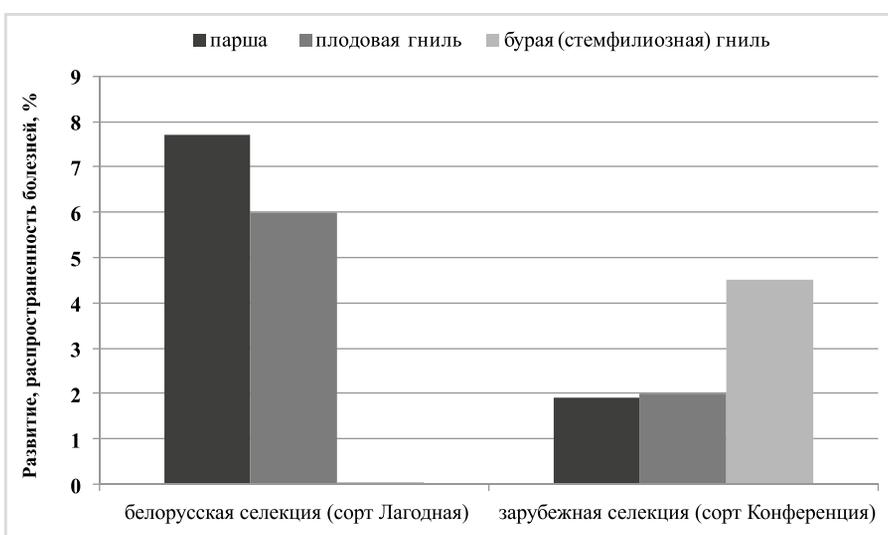


Рисунок 4 – Пораженность болезнями плодов груши (маршрутные обследования, 2019 г.)

вый клещ *Eriophyes pyri* Pgst. – до 30,2 % поврежденных листьев), Coleoptera (грушевый трубковерт *Byctiscus betulae* L. – до 5,1 гнезд на дерево, яблонный цветоед *Anthonomus pomorum* L. – до 4,8 % поврежденных бутонов) и Lepidoptera (яблонная плодожорка *Cydia pomonella* L. – поврежденность плодов груши достигала 23,2 %).

Из болезней повсеместно в садах доминировали: парша груши (*Venturia pirina*) – развитие до 10,2 %, бурая (стемфилиозная) пятнистость листьев (*Stemphylium vesicarium*) – развитие до 17,3 % и плодовая гниль (*Monilia fructigena*) – распространенность до 15 %. На листьях груши белорусской селекции выявлена ржавчина (*Gymnosporangium sabinae*) – развитие до 10,5 %. На плодах груши иностранной селекции выявлена стемфилиозная гниль (*Stemphylium vesicarium*) – распространенность до 4,5 %.

### Литература

1. Андреев, Р. Биоразнообразие на хищни виды насекомых и акари в яблочно-агроценозе при биологично земеделие / Р. Андреев, И. Лечева, Р. Ангелова // Животн. Науки. – 2001. – Г. 38, бр. 2. – С. 161–163.
2. Колесова, Д. А. Защита груши от вредителей и болезней / Д. А. Колесова, П. Г. Чмырь // Садоводство и виноградарство. – 1996. – № 2. – С. 7–10.

- 3 Колтун, Н. Е. Фенология развития обыкновенной грушевой (*Psylla pyri* L.) и большой грушевой (*Psylla pyricola* Forst.) медяниц в условиях Беларуси / Н. Е. Колтун, Ю. Н. Гребнева // Вес. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2012. – № 4. – С. 53–59.
4. Колтун, Н. Е. Контроль численности и вредоносности грушевых медяниц в садах Беларуси / Н. Е. Колтун, Ю. Н. Гребнева // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2014. – № 4. – С. 66–74.
5. Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений / Пер. с нем. К. В. Попковой, В. А. Шмыгли. – М.: Агропромиздат, 1987. – 24 с.
6. Методика выявления и учета болезней плодовых и ягодных культур. – М.: Колос, 1971. – 23 с.
7. Рекомендации по учету численности вредителей яблони и прогнозу необходимости борьбы с ними. – М.: Колос, 1979. – 63 с.
8. Соколов, М. С. Биологизация и биобезопасность защиты растений в XXI веке в России / М. С. Соколов // Актуальные вопросы биологизации защиты растений: сб. тр., посвящ. 40-летию ин-та (1960–2000) / РАСХН ВНИИ защиты растений. – Пушкино, 2000. – С. 26–32.
9. Строчевая, Е. М. Обоснование биологизации защиты от вредителей в адаптивно-ландшафтном садоводстве юга России: автореф. дис... д-ра биол. наук / Е. М. Строчевская. – Краснодар, 2002. – 47 с.
10. Jonaitis, V. Some aspects of long-term dynamics of phenological situation of the various biological systems functioning in different ecosystems / V. Jonaitis // Acta entomologica Lituanica. – 1994. – Vol. 12. – P. 64–72.
9. Towards understanding the role of temperature in apple fruit growth responses in three geographical regions within New Zealand / C. J. Stanley [et. all.] // J. hortic. Sc. Biotechnol. – 2000. – Vol. 75. – № 4. – P. 413–422.

УДК 633.11:632.484:632.11

## **Влияние изменения климата на видовой состав грибов рода *Fusarium* и сопряженность развития фузариозных болезней пшеницы с погодными факторами**

Ю. К. Шашко, кандидат с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 27.11.2019 г.)

*В статье проанализирована динамика видового состава грибов р. Fusarium в посевах зерновых культур за последние два десятилетия. Выявлены новые для Беларуси виды фузариев F. graminearum Schwabe и F. cerealis (Cooke) Sacc. Проведен ретроспективный анализ уровня сопряженной изменчивости отдельных показателей среды (декадное количество осадков, средняя температура воздуха, гидротермический коэффициент за период вегетации) и степени развития фузариозных корневых гнилей, фузариоза колоса, фузариоза и альтернариоза зерна озимой и яровой пшеницы.*

### **Введение**

С 1989 г. начался самый продолжительный период потепления климата на планете за все время инструментальных наблюдений за температурой воздуха на протяжении последних почти 130 лет. Оно вызвано в этом периоде резким увеличением выброса в атмосферу парниковых газов [19–21]. Среднегодовая температура воздуха в результате потепления превысила климатическую норму на 1,3 °С и равняется 7,1 °С. Потепление произошло главным образом за счет зимнего периода и отдельных месяцев в другие поры года. Агроклиматические области сдвинулись с юга на север республики примерно на сто километров [20, 21]. Помимо северной, центральной и южной областей выделилась новая, в которой сумма температур за вегетационный период выше 10 °С превысила 2600 °С.

В перечень причин, способствующих развитию болезней, вызываемых грибами рода *Fusarium*, исследователи включают и погодные (гидротермические) условия периода вегетации [6, 14, 28]. При этом, как правило, описание связи проводится по принципу «больше фактора среды – больше или меньше развитие болезни».

Изменение климата повысило актуальность и необходимость изучения видового состава грибов рода *Fusarium* в агрофитоценозах зерновых культур республики.

*The dynamics of Fusarium genus fungi in grain crops for the last two decades is analyzed in the article. New for Belarus fusaria species F. graminearum Schwabe and F. cerealis (Cooke) Sacc. are determined. The retrospective analysis of conjugate variability of separate environmental parameters (decade rainfall amount, average air temperature, hydrothermal coefficient for the period of vegetation) and a degree of fusarium root rots development, head blight of barley, Fusarium and Alternaria blight of winter and spring wheat grain has been done.*

### **Основная часть**

**Динамика видового состава грибов рода *Fusarium* на территории Республики Беларусь.** В Республике Беларусь микологические исследования по установлению видового состава грибов рода *Fusarium*, вызывающих фузариоз колоса в агрофитоценозах озимых [9, 10, 23] и яровых [24] культур центральной агроклиматической зоны, проведены в начале периода потепления климата (1998, 1999 гг.) сотрудниками Института защиты растений во главе с С. Ф. Буга [5, 9, 11] и сотрудницей Белорусского НИИ земледелия Г. В. Будевич [7]. Ими установлено, что видовое разнообразие возбудителей фузариозов зерновых культур представлено 17 видами и 10 разновидностями. Основу фузариозных комплексов составляют грибы *F. culmorum*, *F. sporotrichiella* и *F. oxysporum* [9, 10].

Установлено, что в первые годы периода потепления климата в комплексе патогенов, встречающихся на вегетативных органах зерновых культур в Беларуси, доминировали *F. culmorum* (W. G. Smith) Sacc., *F. avenaceum* (Fr.) Sacc и *F. sporotrichiella* [9, 10, 22], иногда *F. oxysporum* Sehelehtemend Snyd. et Hans, а в отдельные годы и *F. roae* (Peck) Wollenw. [17]. При этом видовое разнообразие качественно и количественно изменяется в зависимости от стадии развития культуры-хозяина,

на которой проводилась диагностика [10]. По другим данным, наиболее широко распространенными были *F. avenaceum*, *F. sambucinum*, *F. oxysporum*, *F. solani*.

*F. graminearum* Schwabe в девяностые годы прошлого века на территории Беларуси был выделен только в стадии полной спелости озимых ржи и тритикале и не был изолирован из агрофитоценозов озимой пшеницы [9, 10].

По данным сотрудников лаборатории БелНИИЗК, на зерне пшеницы в начале периода потепления частота встречаемости *F. culmorum*, *F. avenaceum* и *F. oxysporum* в сумме составляла 91,8 % встречаемости всех грибов рода *Fusarium* [26].

Среди патогенов, вызывающих фузариоз колоса пшеницы, *F. graminearum* был выявлен в республике в 2003 г., а с 2005 г. – ежегодно присутствовал в комплексе патогенов колоса. Вид *F. graminearum* является доминирующим возбудителем фузариоза зерновых в южных регионах возделывания пшеницы (Кубань, Ставрополье) [16], преобладает в регионах с теплым и влажным климатом – Дальневосточном [15, 18] и Северо-Кавказском. В последние годы показано расширение ареала данного вида и обнаружение его на северо-западе Российской Федерации [13].

Грибы с явной формой фузариоза зерна (*F. culmorum*, *F. avenaceum*) в сумме (81,6 %) в двухтысячные годы преобладали над грибами со скрытой формой зараженности зерна (18,4 %).

В 2009 г. нами было выделено 9 видов возбудителей фузариозов колоса. Наибольшего внимания заслуживает изменение доминирующего комплекса грибов. Если ранее, как уже было показано выше, преобладали *F. culmorum*, *F. avenaceum* и *F. oxysporum*, то в условиях 2009 г. в доминирующий комплекс по встречаемости вошли *F. graminearum* и *F. avenaceum*.

Для подтверждения достоверности идентификации гриба *F. graminearum* изоляты были переданы в лабораторию микологии и фитопатологии Всероссийского института защиты растений (ВИЗР). Гриб *F. graminearum* был подтвержден в пробах, отобранных в Брестской и Минской областях. Однако пять изолятов, предварительно идентифицированных как *F. graminearum*, были переопределены как *F. cerealis* (Cooke) Sacc. Данный вид обнаружен впервые на территории Республики Беларусь в образцах из Брестской, Минской и Витебской областей, то есть в южной, центральной и северной агроклиматических зонах республики. Этот вид широко распространен в странах Европы и Азии, однако первые изоляты гриба *F. cerealis* отмечены на территории России только в 2003 г. Первое описание *F. cerealis* на русском языке опубликовано Т. Ю. Гагкаевой [12], а первая научная публикация о данном виде в изданиях Республики Беларусь – в 2010 г. [25].

В 2019 г. был проведен очередной цикл работ по определению видового состава доминирующего комплекса фузариев на колосе зерновых культур. Появление в последние годы анализируемого периода зим с устойчивым снежным покровом и отсутствием сильных оттепелей привели к новому изменению комплекса возбудителей фузариозных болезней

колоса и зерна, выразившемся в снижении частоты встречаемости *F. graminearum* и *F. avenaceum*, входящих ранее в доминирующий комплекс, и в возрастании встречаемости *F. poae*, *F. oxysporum*, *F. culmorum* и *F. sporotrichioides*.

Грибы с явной формой фузариоза зерна (*F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*) в сумме (28,8 %) в 2019 г. уступали грибам со скрытой формой зараженности (71,2 %).

**Влияние погодных факторов на развитие болезней.** Сопряженная связь двух показателей оценивается либо рассчитанным коэффициентом корреляции, либо уравнением регрессии. Анализируемый период – 2000–2018 гг.

В случае, когда коэффициенты корреляции были достоверными в течение двух (или более) смежных декад, дополнительно рассчитывалась связь развития болезни с количественным выражением метеофактора за период в две (или более) декады.

**Корневые гнили.** Достоверная связь развития корневых гнилей при уровне значимости 0,05, описываемая коэффициентом корреляции, в посевах озимой пшеницы установлена с количеством выпавших осадков в III декаде апреля и средней температурой воздуха за III декаду мая и две декады июня при достаточно высоком (0,395) значении коэффициента детерминации.

Развитие корневых гнилей в посевах яровой пшеницы не коррелировало с количеством осадков.

Достоверная связь их развития в посевах яровой пшеницы, как и в посевах озимой, установлена со средней температурой воздуха за период III декада мая – I и II декады июня.

Сопряженная изменчивость развития корневых гнилей в посевах озимой пшеницы и количества осадков в III декаде апреля описывается уравнением полинома второго порядка ( $R^2 = 0,589$ ) (рисунок 1).

Согласно данной связи выпадение осадков в III декаде апреля в количестве от 0 до 20–22 мм не влияло на развитие корневых гнилей в посевах озимой пшеницы, находящихся в стадии завершения кущения – начала выхода в трубку. Только превышение в 1,5 раза и более декадной нормы осадков способствовало увеличению развития корневых гнилей.

Связь развития корневых гнилей в посевах озимой пшеницы со средней температурой воздуха за III декаду

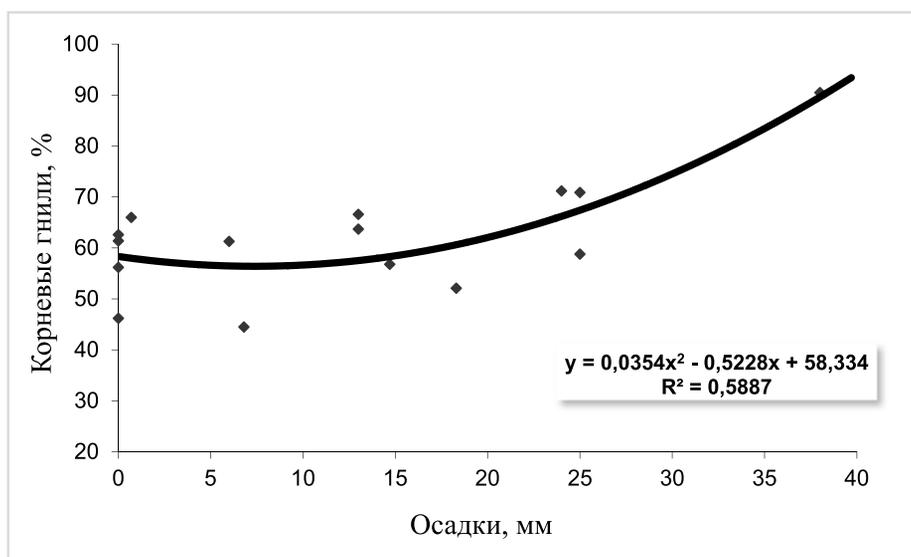


Рисунок 1 – Связь развития корневых гнилей озимой пшеницы с количеством осадков в III декаде апреля

мая и первые две декады июня более полно описывается уравнением полинома второго порядка ( $R^2 = 0,410$ ) (рисунок 2).

Средняя температура воздуха ниже средней многолетней нормы за период колошение – молочная спелость зерна озимой пшеницы способствовала развитию корневых гнилей.

Связь развития корневых гнилей в посевах яровой пшеницы со средней температурой воздуха за III декаду мая, I и II декады июня, когда посевы по развитию находились на стадии 11–30, описывается при достаточно высоком значении коэффициента детерминации ( $R^2 = 0,473$ ) (рисунок 3).

**Развитие фузариоза колоса.** Достоверных связей развития фузариоза колоса пшениц со складывающимися гидротермическими условиями среды во время вегетации не установлено. Возможно, это связано с недостаточным размахом изменчивости метеоусловий, коротким временным периодом инфицирования патогеном генеративных органов культур и высокой дискретностью (10 суток) учетов погодных факторов.

**Фузариоз зерна.** В более ранних исследованиях была установлена связь инфицированности зерна ози-

мой пшеницы фузариозом с количеством осадков, выпавших во II и III декадах июня за период 1991–2002 гг. ( $r = 0,73 \pm 0,15$ ;  $R^2 = 0,537$ ), когда посевы озимой пшеницы находились в фазе формирования и роста зерновки [26]. Установленная связь подтверждена и за период 2000–2018 гг., а также за 1991–2018 гг. ( $r = 0,72 \pm 0,137$ ;  $R^2 = 0,512$ ). При этом уточнено, что за последние годы период достоверной связи для уровня значимости 0,05 помимо II и III декады июня расширился на первые декады июня и июля, что соответствовало периоду цветения – восковая спелость зерна.

Достоверной корреляции инфицированности зерна озимой пшеницы фузариозом с температурой воздуха не установлено. Зато установлена связь ее с гидротермическим коэффициентом, рассчитанным за период колошение – восковая спелость ( $r = 0,71 \pm 0,171$ ), хотя на яровой пшенице связь фузариоза зерна с ГТК за период колошение – восковая спелость была слабее ( $r = 0,45 \pm 0,239$ ).

**Альтернариоз зерна.** В микоценозе зерна кроме возбудителей болезней рода *Fusarium* доминирующее положение занимают и грибы рода *Alternaria* [27]. Изучение межфунгальных конкурентных отношений помогает понять процессы конкуренции как грибов в естественной среде, так и участие микотоксинов в качестве противогрибковых факторов [4].

По мнению ряда ученых, альтернария и фузарии в полевых условиях конкуренты [3], поскольку ДОН снижает скорость роста альтернарии [4]. Впоследствии они были классифицированы как члены различных видовых кластеров или функциональных типов, которые, как предполагается, имеют разный «образ жизни» или разные экологические ниши [1]. В последние годы появилась информация, что на овсе грибы рода *Alternaria* и *Fusarium* симбионты [2].

По нашим данным за 2008–2017 гг., развитие альтернариоза и фузариоза зерна озимой пшеницы находятся в достоверной на уровне значимости 0,05 обратной корреляционной связи ( $r = -0,57 \pm 0,262$ ,  $R^2 = 0,321$ ), что подтверждает наличие между ними конкурентных отношений.

Инфицированность альтернариозом зерна имеет обратную связь с суммой осадков за период колошение – восковая спелость как озимой, так и яровой пшеницы.

Повышение количества осадков за период колошение – молочно-восковая спелость пшеницы приводило к снижению инфицированности зерна альтернариозом.

**Выводы**

- 1 Потепление климата повлияло на изменение состава патогенных грибов рода *Fusarium*

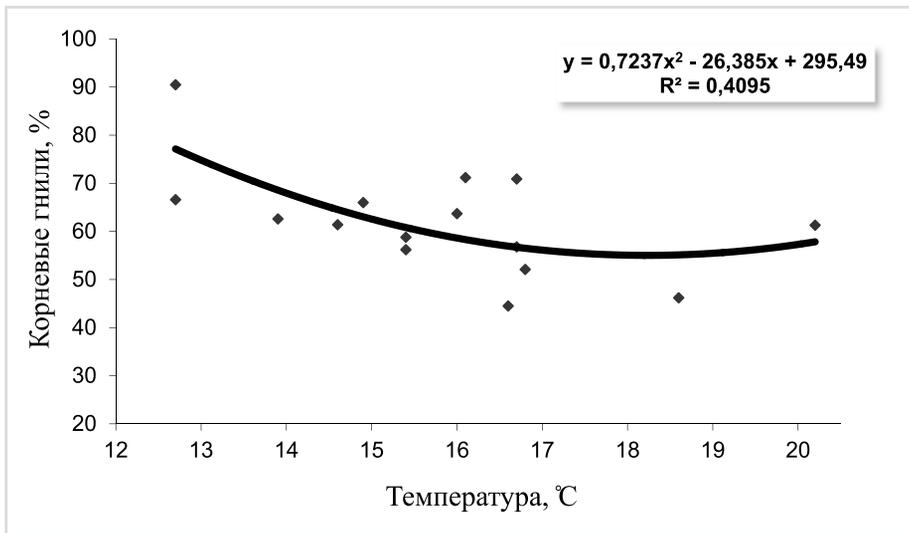


Рисунок 2 – Связь развития корневых гнилей озимой пшеницы со средней температурой воздуха за период III декада мая – II декада июня

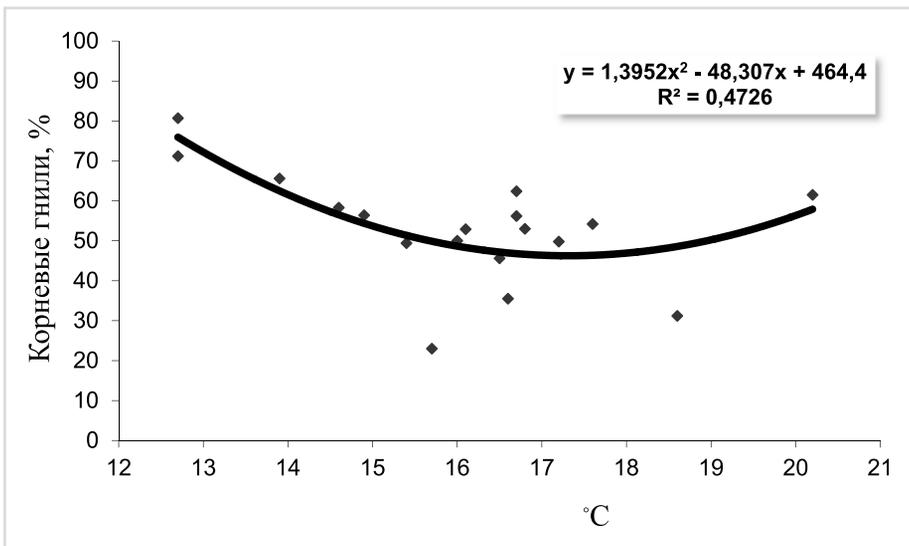


Рисунок 3 – Связь развития корневых гнилей яровой пшеницы со средней температурой воздуха за период III декада мая – II декада июня

- в агрофитоценозах зерновых культур Беларуси в сторону повышения встречаемости более теплолюбивых видов (*F. graminearum*) и снижения встречаемости более холодостойких (*F. avenaceum*, *F. culmorum*). В патогенном комплексе грибов из рода *Fusarium* стали преобладать грибы, вызывающие скрытую форму зараженности зерна.
- В агрофитоценозах зерновых культур всех агроклиматических зон Беларуси зарегистрированы новые для республики или ранее редко встречающиеся виды: *F. graminearum* Schwabe и *F. cerealis* (Cooke) Sacc.
  - Развитие корневых гнилей озимой пшеницы может стимулироваться в конце весеннего кушения (III декада апреля) избытком осадков ( $R^2 = 0,589$ ) и в период колошения – молочной спелости (III декада мая и первые две декады июня) дефицитом температуры воздуха ( $R^2 = 0,589$ ). В эти же календарные сроки пониженная в сравнении с многолетней нормой температура воздуха усиливает развитие корневых гнилей яровой пшеницы ( $R^2 = 0,473$ ).
  - Период колошение – восковая спелость является критическим по отношению к инфицированности фузариоза зерна пшеницы при избытке осадков и связанным с ним повышенным значением ГТК (для озимой пшеницы  $R^2$  – соответственно **0,543** и **0,503**, а для яровой – **0,307** и **0,198**).
  - В связи с наличием конкурентных отношений за факторы среды между фузариозом и альтернариозом ( $R^2 = 0,372$  и **0,311** соответственно для озимой и яровой пшеницы).
- ### Литература
- Alternaria* and *Fusarium* in Norwegian grains of reduced quality – a matched pair sample study. / В. Kosiak [et al.] // Intern. J. Food Microbiol. – 2004. – Vol. 93, № 1. – P. 51–62.
  - Cocultivation of phytopathogenic *Fusarium* and *Alternaria* strains affects fungal growth and mycotoxin production. / M. E. Müller [et al.] // J. Appl. Microbiol. – 2012. – Vol. 113, № 4. – P. 874–887.
  - Competitive interactions of *Fusarium graminearum* and *Alternaria alternata* in vitro in relation to deoxynivalenol and zearalenone production. / V. Saß [et al.] // J. Food Agric. Environ. – 2007. – Vol. 5, iss. 1. – P. 257–261.
  - Fungal communities in wheat grain show significant co-existence patterns among species. / M. Nicolaisen [et al.] // Fungal Ecol. – 2014. – Vol. 11. – P. 145–153.
  - Буга, С. Ф. Проблема фузариозов зерновых культур в Республике Беларусь и пути ее решения / С. Ф. Буга, Л. А. Ушкевич // Фузариоз колоса зерновых злаковых культур: тез. докл. науч.-коорд. совещ., Краснодар, 19–22 окт. 1992 г. / Российская академ. с.-х. наук, Северо-кавказский науч.-исслед. ин-т фитопатологии; ред. М. С. Соколов. – Краснодар, 1992. – С. 11–12.
  - Буга, С. Ф. Ретроспективный анализ данных по эффективности протравителей семян яровых зерновых культур, применяемых в Республике Беларусь в последние годы / С. Ф. Буга // Ахова раслін. – 2002. – № 1. – С. 29–35.
  - Будзевіч, Г. В. Фузарыёз коласа і селекцыя азімай пшаніцы да патэгена / Г. В. Будзевіч, І. К. Копцік // Весці акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1993. – № 4. – С. 14–17.
  - Видовое разнообразие возбудителей фузариозов зерновых культур / С. Ф. Буга [и др.] // Интегрированные системы защиты растений. Настоящее и будущее: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рожд. чл.-кор. АН РБ А. Л. Амбросова и 65-летию со дня рожд. акад. ААН РБ В. Ф. Самерсова, Минск – Прилуки, 15–17 июля 2002 г. / Нац. акад. наук Респ. Беларусь, Беларус. науч.-исслед. ин-т защиты растений; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2002. – С. 95–97.
  - Видовое разнообразие грибов рода *Fusarium* агрофитоценозов озимых зерновых культур / С. Ф. Буга [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / Беларус. науч.-исслед. ин-т защиты растений; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2000. – Вып. XIX/XXIII. – С. 45–49.
  - Видовой состав грибов рода *Fusarium*, встречающихся в агрофитоценозах озимых зерновых культур / С. Ф. Буга [и др.] // Изв. акад. аграр. наук Респ. Беларусь. – 2000. – № 3. – С. 43–46.
  - Видовой состав и вредоносность грибов рода *Fusarium*, вызывающих фузариоз колоса озимой пшеницы и ярового ячменя в условиях Беларуси / С. Ф. Буга [и др.] // Микология и фитопатология. – 2015. – № 5. – С. 73–79.
  - Гагкаева, Т. Ю. Фитопатогенный гриб *Fusarium cerealis* на территории России / Т. Ю. Гагкаева // Микология и фитопатология. – 2009. – Т. 43, вып. 4. – С. 51–62.
  - Гагкаева, Т. Ю. Фузариоз зерна – актуальная проблема получения качественной зерновой продукции / Т. Ю. Гагкаева, О. П. Гаврилова // Защита и карантин растений. – 2009. – № 12. – С. 13–15.
  - Гришечкина, Л. Корневые гнили: как распознать болезнь и как эффективно ее подавить / Л. Гришечкина, Т. Ишкова // Поле Августа. – 2004. – № 6. – С. 7.
  - Егорова, Л. Н. Видовой состав и распространение возбудителей фузариоза колоса пшеницы в Приморском крае / Л. Н. Егорова, О. Г. Калантаевская // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур – основа подъема сельского хозяйства Дальневосточного региона: сб. науч. тр. / Рос. акад. с.-х. наук, Дальневост. науч.-метод. центр, Примор. НИИ сел. хоз-ва; редкол.: А. К. Чайка (отв. ред.) [и др.]. – Новосибирск, 2000. – С. 224–229.
  - Есауленко, Е. А. Проблемы фитосанитарии / Е. А. Есауленко // Защита и карантин растений. – 2002. – № 10. – С. 16–18.
  - Жуковский, А. Г. Биологическое обоснование защитных мероприятий против комплекса болезней озимого тритикале: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / А. Г. Жуковский; Нац. акад. наук Беларуси. – Прилуки Минск. района, 2008. – 24 с.
  - Ивашенко, В. Г. Видовой состав грибов рода *Fusarium* на злаках в азиатской части России / В. Г. Ивашенко, Н. П. Шипилова, М. М. Левитин // Микология и фитопатология. – 2000. – Т. 34, вып. 4. – С. 54–58.
  - Логинов, В. Ф. Анализ и моделирование климатических процессов в Беларуси / В. Ф. Логинов, Г. П. Кузнецов, В. С. Микуцкий // Доклады НАН Беларуси. – 2003. – № 2. – С. 13–14.
  - Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата (в рамках разработки национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь): выполнение работ по проекту СЕЕФ2016–071–BL / В. Мельник [и др.]. – Минск-Женева, 2017. – 84 с.
  - Мельник, В. И. Изменение климата и меры адаптации сельского хозяйства к этим изменениям в Республике Беларусь / В. И. Мельник // Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21 авг. 2012 г. / М-во сел. хоз-ва и продовольствия; сост. Н. И. Поречина. – Минск, 2012. – С. 57–60.
  - Радивон, В. А. Вредоносность фузариоза колоса в посевах ярового тритикале / В. А. Радивон, А. Г. Жуковский // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (5–6 июля 2017 г., г. Жодино) / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию; редкол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск, 2017. – С. 123–124.
  - Распространенность грибов рода *Fusarium* и структура фузариозных комплексов агрофитоценозов озимых зерновых культур Республики Беларусь / С. Ф. Буга [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / Беларус. науч.-исслед. ин-т защиты растений; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – 2000. – Вып. XXIV. – С. 55–64.
  - Роль сорта в формировании видового разнообразия грибов рода *Fusarium* в агроценозах яровых зерновых культур Республики Беларусь / С. Ф. Буга [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / Беларус. науч.-исслед. ин-т защиты растений; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – 2000. – Вып. XXIV. – С. 48–54.
  - Шашко, М. Н. Выявление гриба *Fusarium cerealis* (Cooke) Sacc. в комплексе возбудителей фузариоза колоса зерновых культур в Беларуси / М. Н. Шашко, Т. Ю. Гагкаева // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 4 (71). – С. 61–62.

26. Шашко, Ю. К. Особенности продукционного процесса посевов озимой пшеницы в связи с обработкой семян защитно-стимулирующими составами: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Ю. К. Шашко; Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича, Ин-т земледелия и селекции Нац. акад. наук Беларуси. – Жодино, 2004. – 24 с.
27. Методические рекомендации по созданию искусственных инфекционных фонов и оценке озимой ржи на устойчивость

- к фузариозным болезням / Рос. акад. с.-х. наук, Зон. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва Сев.-Востока им. Н. В. Рудницкого; сост.: Т. К. Шешегова, Л. И. Кедрова; под ред. В. Д. Кобылянского. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2003. – 26 с.
28. Эффективность протравителей семян в защите яровых зерновых культур от болезней / С. Ф. Буга [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 1 (74). – С. 53–59.

УДК 633.15:632.952:551.5

## **Действие фунгицидных протравителей на всхожесть семян и урожайность кукурузы в зависимости от сроков сева и погодных условий**

Г. Н. Куркина, аспирант

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 08.01.2020 г.)

*Показано влияние различных фунгицидных протравителей (Вершина, Багрец, Иншур перформ, Скарлет, Максим XL, Виал-ТТ) на полевую всхожесть семян, высоту растений, продуктивность кукурузы при севе в конце апреля и начале мая и рассчитана их экономическая эффективность. Применение препарата Максим XL при раннем сроке сева кукурузы имело существенное превосходство по величине полевой всхожести семян, которая в среднем за 2017–2019 гг. исследований оказалась на 8,2–14,1 % выше относительно других препаратов и на 14,5 % – относительно контрольного варианта без протравливания. Особенно большая разница получена в 2017 г. при существенном недостатке тепла и в связи с этим длительным дождливым периодом (26 сут), составившая 20,5–32,8 % и 34,8 % соответственно. В среднем за двухнедельный срок сева, начинающийся с распускания бутонов у крыжовника, Максим XL показал наибольший сбор сухого вещества – 160,6 ц/га, что на 3,4–10,7 ц/га выше вариантов с другими протравителями. Относительно фунгицида Скарлет, МЭ в норме 0,4 л/т разница существенная. При возделывании на зерно наибольшая его урожайность обеспечивается при раннем сроке сева протравленными препаратом Максим XL семенами. Максим XL при обоих сроках сева обеспечивает наибольшую величину чистого дохода и наименьшую себестоимость кормовой единицы при выращивании кукурузы на силос. Только Виал-ТТ при майском сроке сева показывает близкие результаты. Лучшие экономические показатели при выращивании кукурузы на зерно складываются только при раннем сроке сева и обработке семян препаратом Максим XL.*

### **Введение**

В формировании урожая сельскохозяйственных культур особое место занимает высококачественный посевной материал [7]. Пониженную лабораторную всхожесть семян нельзя компенсировать соответствующим увеличением нормы высева. При пониженной их всхожести снижение урожайности происходит не только за счет уменьшения густоты стояния растений, но и низкой продуктивности растений, полученной от большого семени [8]. От 60 до 80 % всех болезней сохраняется на семенах [7].

*This paper presents the effect of different fungicide disinfectants (Verzhina, Bagrets, Inshur perform, Scarlet, Maxim XL, Vial-TT) on field germination of seeds, plant height and productivity of maize in sowing in late April and early May, and their economic efficiency is calculated. The application of the Maxim XL when early sowing of corn had significant superiority in the field germination rate seeds, which in an average 2017–2019 studies were 8,2–14,1 per cent higher relative to other preparations and by 14,5 % – compared to the control variant with no chemical treatment of the seeds. A very big difference received in 2017 with a significant lack of heat and in connection with this long-lasting pre-emergence period (26 days), which amounted to 20,5–32,8 % and 34,8 %, respectively. On average, over a two-week sowing period, starting with the opening of the buds of gooseberries, Maxim XL showed the greatest collection of dry matter (DM) 160,6 c/ha, which is 3,4–10,7 c/ha higher than the options with other protectants. Regarding fungicide Scarlet, ME at a dose of 0,4 l/t, the difference is significant. When growing corn for grain its maximum productivity is provided at an early sowing period by the seeds treated with Maxim XL seed. Maxim XL, with both sowing periods, provides the highest net income and the lowest cost per feed unit when growing corn for silage. Only Vial-TT shows similar results during the May sowing. The best economic indicators for growing corn for grain are formed only with an early period of sowing and seed treatment with Maxim XL.*

На урожайность растений кукурузы большое влияние оказывают как метеорологические условия (тепло-, влагообеспеченность, фотопериод) [5], так и болезни грибного характера. Потери зерна от болезней колеблются от 3,5 до 30 % [10]. Кукуруза поражается облигатными и полупаразитными грибами, ряд из которых поражает растения, ослабленные недостатком элементов питания и/или вследствие несоответствия климатических условий биологическим требованиям для нормального роста и развития. Число выявленных и идентифицированных видов грибов на кукурузе и продуктах её переработки

составляет 284 и 230 соответственно, причем только на семенах указано 120 видов грибов [2].

Семена кукурузы, сильно пораженные грибами *Fusarium* spp., теряют всхожесть, а пораженные, но со здоровым зародышем, дают ростки, которые, достигнув поверхности почвы, обычно погибают. Все это обуславливает значительное изреживание посевов. При этом наиболее опасны скрытые формы заражения, когда семена по своим внешним признакам мало отличаются от здоровых, но содержат инфекцию в области зародыша и перикарпия [9]. Учеными установлено снижение всхожести на 14,2 % при слабой степени поражения и на 40,1 % – при сильной. Зараженные семена имеют полевую всхожесть на 34,0–35,0 % ниже здоровых и пониженную продуктивность [3].

Защиту культуры на первых этапах ее развития от болезни наиболее эффективно обеспечивает предпосевное протравливание семян [7]. Препараты, используемые для обработки семян, защищают от поражения не только семена, но и проростки, всходы и растения в начальный период их развития [1], а также оказывают стимулирующее действие на вегетативный рост растений и формирование урожая [4]. Это не только более предпочтительный с экологической точки зрения метод, но и экономически оправданный [1].

По данным Дальневосточного НИИСХ, защитные обработки кукурузы снижают уровень семенной инфекции в 2–2,5 раза, а также способствуют более высокой продуктивности растений, увеличивая урожай початков и зерна на 6,4–23,2 ц/га по сравнению с контролем [6].

#### Материал и методика исследований

Полевые опыты проводили на опытном участке Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. Почва – дерново-подзолистая связносупесчаная, с содержанием гумуса 2,7 %,  $P_2O_5$  – 200 мг,  $K_2O$  – 286 мг/кг, pH – 6,14.

Предшественник – кукуруза. Подготовка почвы включала дискование, зяблевую вспашку, весеннее дискование, культивацию с боронованием и предпосевную обработку АКШ. В 2017 г. использовалось последствие навоза (50 т/га), а в последующие годы – прямое действие 60 т/га навоза, внесенного под осеннюю вспашку. Калийные ( $K_{120}$ ) в виде хлористого калия ежегодно и фосфорные удобрения ( $P_{60}$  под урожай 2018 г. и  $P_{30}$  – 2019 г.) в виде аммонизированного суперфосфата вносились перед зяблевой вспашкой. Под предпосевную культивацию заделывался карбамид в дозе  $N_{115-140}$ .

Сев гибридов отечественной селекции с лабораторной всхожестью семян 99 % осуществляли в два срока: 1) ранний – при распускании бутонов крыжовника, 2) оптимальный – через 2 недели после первого срока. Норма высева – 110 тыс. семян/га. Способ сева: широкорядный, ширина междурядий – 70 см. По всходам в фазе 3 листьев кукурузы применяли гербицид Люмакс – 3,5 л/га.

Площадь опытных делянок – 17 м<sup>2</sup>. Повторность – четырехкратная.

В опыте изучали следующие фунгицидные протравители: Вершина, КС (тебуконазол, 30 г/л + азоксистробин, 22 г/л), Иншур перформ, КС (пираллостробин, 40 г/л + тритриконазол, 80 г/л), Скарлет, МЭ (имазалил, 100 г/л + тебуконазол, 60 г/л), Максим XL, СК (флудиоксанил, 25 г/л + мефеноксам, 10 г/л), Виал-ТТ, ВСК (тебуконазол, 60 г/л + тиabendазол, 80 г/л).

Определение лабораторной всхожести семян проводили в рулонах фильтровальной бумаги по ГОСТ 12038–84 (Семена сельскохозяйственных культур.

Методы определения всхожести). Полевую всхожесть определяли путем подсчета всех взошедших растений в процентах к числу высеянных зерен.

За годы проведения исследований (2017–2019) погодные условия складывались по-разному (таблица 1). Так, в третьей декаде апреля – первой декаде мая 2017 г. осадков выпало на 22,2 и 18,0 мм больше нормы, а средняя температура воздуха за этот период составила 5,3 и 8,7 °С, что на 3,1 и 2,7 °С ниже средних многолетних значений. Это негативно сказалось на полевой всхожести семян. Холоднее нормы оказались и первые два летних месяца (на 0,5 и 0,9 °С соответственно). В августе и сентябре среднесуточная температура воздуха соответственно на 1,8 и 2,0 °С превысила норму.

Температурные условия в 2018 г. оказались очень благоприятными для роста и развития кукурузы на протяжении всего вегетационного периода. Теплая погода 2018 г. способствовала быстрому прорастанию семян и высокой полноте всходов кукурузы при более ранних апрельских сроках сева, когда в верхнем слое почвы еще было достаточно влаги. При севе двумя неделями позже из-за существенного дефицита влаги (28,7 мм против 132 мм с апреля по первую декаду июня) полевая всхожесть семян снизилась. Во второй и третий летние месяцы за годы исследований, когда отмечается максимальная потребность растений кукурузы в воде, наблюдалось достаточное выпадение осадков, поэтому критический период также проходил в благоприятных условиях.

Погодные условия третьей декады апреля 2019 г. характеризовались повышенными среднесуточными температурами воздуха. Более высокая относительно нормы температура воздуха была во второй и третьей декадах мая. В среднем с апреля по май температура воздуха оказалась на 1,5 °С выше нормы. Осадков в апреле выпало лишь 0,4 мм, за первую декаду мая – 56,1 мм, в последующие 2 декады – 16,6 мм. Погода в июне благоприятствовала хорошему росту и развитию культуры благодаря высоким температурам воздуха (на 4,5 °С выше нормы) и умеренному количеству осадков (50 мм). Июль оказался прохладным (на 1,3 °С ниже нормы) и влажным (105,5 мм осадков). Больше нормы выпало осадков и в августе при умеренных температурах. В целом погодные условия складывались благоприятно для формирования высокого урожая.

Сумма эффективных температур (выше 10 °С) с мая по сентябрь в 2017 г. составила 843 °С, в 2018 г. – 1145 °С, в 2019 г. – 981 °С при норме 822 °С. С мая по сентябрь в 2017 г., по данным метеостанции Борисов, выпало 368 мм, в 2018 г. – 297 мм, в 2019 г. – 384 мм при норме 370 мм.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Полевая всхожесть семян кукурузы в сильной степени зависит от погодных условий. Так, в 2017 г. при среднесуточной температуре воздуха с третьей декады апреля по вторую декаду мая 8,4 °С довсходовый период при севе 23 апреля составил 26 суток. По этой причине полевая всхожесть семян оказалась крайне низкой и колебалась от 54,2 до 89,0 %. Более высокий показатель получен в варианте с протравливанием их Максимом XL, а самый низкий – в контроле (таблица 2).

За счет более высоких температур почвы и воздуха при севе двумя неделями позже довсходовый период сократился на 10 суток. Благодаря этому полевая всхожесть семян в контроле повысилась на 33 %, а в лучшем варианте с Максимом XL – только на 5,5 %. Несмотря

на это она и здесь превышала все другие варианты протравливания семян на 3,7–5,7 %.

В 2018 г. среднесуточная температура воздуха в последней декаде апреля составила 11,4 °С, в первой декаде мая – 17,4 °С, во второй – 15,3 °С, что повлияло на продолжительность дождового периода: она составила 13 суток при апрельском сроке сева и 10

суток при севе двумя неделями позже. При первом сроке сева (24 апреля) полевая всхожесть семян колебалась от 90 % в контроле (без протравливания) до 96,7 % при протравливании Максимом XL. При втором сроке сева (8 мая) всхожесть более низкая (81,3–86,3 %), что связано с недостатком влаги, о чем было сказано выше.

**Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационных периодов (по данным метеостанции Борисов)**

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С				Осадки, мм			
		норма	2017 г.	2018 г.	2019 г.	норма	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Апрель	1	4,3	8,0	8,0	5,9	16	4,5	7,0	0
	2	6,6	3,1	10,6	6,1	16	15,8	0,7	0,4
	3	9,1	5,3	11,1	14,1	17	39,2	11,2	0
	за месяц	6,7	5,5	9,9	8,7	49	59,5	18,9	0,4
Май	1	11,4	8,7	17,4	8,6	17	35,0	2,0	56,1
	2	13,4	11,5	15,3	15,8	18	3,6	3,9	3,9
	3	14,7	16,4	17,6	18,0	23	6,3	3,9	12,7
	за месяц	13,2	12,3	16,8	14,3	58	44,9	9,8	72,7
Июнь	1	15,5	13,9	16,1	20,4	25	7,0	0,0	4,1
	2	16,2	16,9	17,9	22,2	28	19,5	24,6	27,7
	3	17,1	16,7	17,2	19,7	30	20,3	17,4	17,7
	за месяц	16,3	15,8	17,1	20,8	83	46,8	42,0	49,5
Июль	1	17,8	15,2	16,2	14,8	29	17,3	44,9	28,4
	2	18,4	16,5	20,1	15,6	28	35,1	60,4	20,1
	3	18,6	19,1	21,5	18,4	30	61,8	20,1	57,0
	за месяц	18,3	17,0	19,3	17,0	87	114,2	125,4	105,5
Август	1	18,4	19,8	21,5	15,0	25	14,3	1,0	49,5
	2	17,5	21,9	19,7	17,8	25	1,0	14,4	63,8
	3	15,8	13,8	17,0	18,7	26	62,7	54,4	3,4
	за месяц	17,2	18,3	19,3	17,2	76	78,0	69,8	116,7
Сентябрь	1	13,8	14,5	19,1	17,0	23	37,5	5,0	2,4
	2	11,7	14,7	15,2	12,2	22	30,0	7,6	7,3
	3	9,9	11,5	10,1	7,7	21	17,0	37,8	30,0
	за месяц	11,8	13,6	14,8	12,3	66	84,5	50,4	39,7
Октябрь	1	8,2	7,7	8,6	7,2	20	32,9	10,4	24,0

**Таблица 2 – Зависимость полевой всхожести семян кукурузы от условий года и протравителей**

Вариант (фактор А)	Полевая всхожесть семян, %							
	сроки сева (фактор В)							
	23.04. 2017 г.	24.04. 2018 г.	18.04. 2019 г.	среднее	6.05. 2017 г.	8.05. 2018 г.	2.05. 2019 г.	среднее
Контроль (без протравливания)	54,2	90,0	96,3	80,2	87,2	81,3	98,3	88,9
Вершина, КС, 1 л/т	61,2	91,0	96,3	82,8	87,0	81,3	98,3	88,9
Багрец, КС, 0,6 л/т	68,5	92,7	98,2	86,5	88,0	84,3	99,2	90,5
Иншур перформ, КС, 0,5 л/т	68,2	93,0	98,0	86,4	88,0	83,3	98,0	89,8
Скарлет, МЭ, 0,4 л/т	56,2	92,0	93,7	80,6	83,5	84,3	97,0	88,3
Максим XL, СК, 1 л/т	89,0	96,7	98,5	94,7	94,5	82,3	98,3	91,7
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т	57,8	93,0	94,3	81,7	89,2	86,3	97,8	91,1
Среднее	65,0	92,6	96,5	84,7	88,2	83,3	98,3	89,9
НСП <sub>05</sub> АВ	5,8	4,7	2,5	4,5				
А	4,1	3,3	1,8	3,0				
В	2,2	1,8	1,0	1,7				

В 2019 г. благоприятные температурные условия (14,1 °С) после сева и достаточное содержание влаги в слое почвы 0–10 см (14,2 %) положительно сказались на прорастании семян и полноте всходов, несмотря на дальнейшее похолодание в первой декаде мая и сравнительно продолжительный период от сева до всходов кукурузы (17 суток). Полевая всхожесть семян в варианте без протравливания составила 96,3 %, с протравливанием – от 93,7–94,3 % (Скарлет, Виал-ТТ) до 98–98,5 % (Иншур перформ, Багрец, Максим XL). При севе 2 мая полевая всхожесть семян сохранилась на том же уровне, несмотря на низкую среднесуточную температуру воздуха первой декады мая (8,6 °С). Это объясняется, во-первых, хорошо прогретой почвой в третьей декаде апреля, во-вторых, в первой декаде мая дневные температуры были достаточно высокими, а низкая среднесуточная получена из-за холодных ночных температур. Полевая всхожесть при втором сроке сева колебалась в пределах 97–99,2 % в зависимости от варианта опыта.

В среднем за 3 года полевая всхожесть семян при севе в начале мая выше в сравнении с севом во второй половине апреля на 5,2 %. При этом выбор протравителя играл меньшее значение. Только Скарлет показал на 3,4 % меньшее значение полевой всхожести семян относительно лучшего варианта с обработкой препаратом Максим XL. Все другие протравители уступили ему на 0,6–2,2 %. В то же время при раннем сроке сева все варианты обработки семян существенно уступали варианту с протравливанием их Максимом XL. Багрец и Иншур перформ уступили на 8,2–8,3 %, Вершина и Виал-ТТ – на 11,9–13,0 %. Скарлет и контроль без обработки показали самую большую разницу относительно лучшего варианта – 14,1–14,5 %. Таким образом, чтобы получить к уборке 90 тыс. растений на 1 гектаре, необходимо было высеять 95 тыс. семян, обработанных препаратом Максим XL, и 104–112 тыс. семян, обработанных другими названными протравителями. Такую большую страховую надбавку семян к желаемой густоте стояния растений делать рискованно, потому что если случится существенное потепление, может получиться излишняя густота стояния растений, что крайне нежелательно при выращивании кукурузы на зерно. Кроме того, расчеты показывают, что гектарная стоимость Максима XL обходится в 2,66 руб./га, а самого дешевого

препарата Скарлет – всего в 0,62 руб./га (таблица 3). В то же время разница в стоимости семян на примере сравнительно дешевых отечественных гибридов составляет на 1 гектаре 19,89 руб. Дополнительная обработка инсектицидным протравителем также обходится дешевле на 2,35 руб./га в варианте с более высокой полевой всхожестью семян. В итоге протравливание семян Максимом XL за счет меньшей нормы высева семян позволяет сэкономить 20,2 руб./га по сравнению с обработкой более дешевым (на 2,04 руб./га) фунгицидным препаратом Скарлет.

Измерение высоты растений показало, что при более позднем сроке сева она в среднем за три года по всем вариантам на 14 см выше, чем при севе двумя неделями раньше (таблица 4). Это известная закономерность, когда растения раннего срока сева имеют меньший суточный прирост, чем растения, растущие при более благоприятных температурных условиях. Наиболее рослыми были растения в 2018–2019 гг. (239–243 и 256–255 см соответственно срокам сева), наименее – в 2017 г. (209 и 222 см). Протравители не оказали заметного влияния на рост растений.

Более поздний на 2 недели срок сева, проведенный в первой декаде мая, способствовал наращиванию более высокого урожая зеленой массы в первую очередь за счет листостебельной части (таблица 5). В среднем по всем вариантам опыта при втором сроке сева в 2017 г. получено на 49 ц/га больше зеленой массы, в 2018 г. – на 112 ц/га, а в 2019 г. – на 32 ц/га и в среднем за 3 года – на 64 ц/га или 15,9 %.

Следует отметить, что в 2017 г. наибольшая урожайность зеленой массы кукурузы при первом и втором сроках сева получена в варианте с применением протравителя Максим XL (385 и 425 ц/га соответственно). Все другие варианты существенно уступали. В 2018 г. наибольшая урожайность зеленой массы кукурузы при первом сроке сева получена в варианте с применением Иншур перформ (406 ц/га). Другие варианты (Вершина, Багрец, Максим XL), равно как и контроль, несущественно уступили ему. Существенно меньшая урожайность была получена в вариантах с применением протравителей Виал-ТТ и Скарлет – 359 и 372 ц/га соответственно. При втором сроке сева, напротив, эти протравители обеспечили наибольший сбор зеленой массы (530 и 506 ц/га соответственно). В 2019 г. при первом сроке

Таблица 3 – Гектарная стоимость протравителей и семян в зависимости от их полевой всхожести

Вариант	Гектарная стоимость, руб.*							
	сроки сева							
	18–24 апреля			2–8 мая				
	протравитель		семена гибрида	всего	протравитель		семена гибрида	всего
фунгицидный	инсектицидный	фунгицидный			инсектицидный			
Контроль (без протравливания)	0,00	15,49	131,04	146,53	0,00	13,97	118,17	132,14
Вершина, КС, 1 л/т	1,14	15,08	127,50	143,72	1,06	13,97	118,17	133,20
Багрец, КС, 0,6 л/т	1,42	14,39	121,70	137,51	1,35	13,70	115,83	130,88
Иншур перформ, КС, 0,5 л/т	0,83	14,39	121,70	136,92	0,80	13,83	117,00	131,63
Скарлет, МЭ, 0,4 л/т	0,62	15,49	131,04	147,15	0,56	14,11	119,34	134,01
Максим XL, СК, 1 л/т	2,66	13,14	111,15	126,95	2,74	13,56	114,66	130,96
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т	0,66	15,22	128,70	144,58	0,59	13,70	115,83	130,12

Примечание – \*Из расчета 90 тыс. растений к уборке на 1 га.

**Таблица 4 – Влияние сроков сева и фунгицидных протравителей на высоту растений кукурузы**

Вариант	Высота растений, см							
	сроки сева							
	18–24 апреля				2–8 мая			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее
Контроль (без протравливания)	210	242	247	233	218	256	256	243
Вершина, КС, 1 л/т	205	243	239	229	220	256	248	241
Багрец, КС, 0,6 л/т	210	240	230	227	220	253	247	240
Иншур перформ, КС, 0,5 л/т	207	234	246	229	224	253	257	245
Скарлет, МЭ, 0,4 л/т	211	234	247	231	227	262	259	249
Максим XL, СК, 1 л/т	209	241	259	236	224	258	264	249
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т	211	240	254	235	221	253	256	243
Среднее	209	239	243	230	222	256	255	244

**Таблица 5 – Урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости от используемых протравителей и сроков сева**

Вариант (фактор А)	Урожайность зеленой массы, ц/га								
	сроки сева (фактор В)								
	18–24 апреля				2–8 мая				среднее по двум срокам
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	
Контроль (без протравливания)	307	403	489	400	384	489	504	459	430
Вершина, КС, 1 л/т	332	391	470	398	382	501	505	463	430
Багрец, КС, 0,6 л/т	350	385	476	404	389	500	519	469	436
Иншур перформ, КС, 0,5 л/т	339	406	478	408	393	489	516	466	437
Скарлет, МЭ, 0,4 л/т	340	372	454	389	382	506	494	461	425
Максим XL, СК, 1 л/т	385	390	475	417	425	472	529	475	446
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т	345	359	507	404	388	530	513	477	440
Среднее	343	386	479	403	392	498	511	467	
НСР <sub>05</sub> АВ	35	36	40	37					
А	25	25	28	26					
В	13	13	15	14					

сева лучшими оказались контрольный вариант и вариант, где в качестве протравителя был использован Виал-ТТ (489 и 507 ц/га соответственно). При втором сроке сева разница между вариантами по урожайности зеленой массы была несущественной, за исключением варианта с протравителем Скарлет, где ее сбор оказался меньше на 10–35 ц/га.

В среднем за 3 года при раннем севе наибольшая урожайность зеленой массы получена в варианте с применением для протравливания семян Максима XL (417 ц/га). В то же время только протравливание их Скарлетом показало существенно меньшую урожайность (–28 ц/га). При майском сроке сева все варианты имели близкую между собой урожайность зеленой массы.

По сбору сухого вещества в менее благоприятный для кукурузы 2017 г. как при первом сроке сева, так и при втором, лучший результат показал Максим XL – 135,7 и 137,2 ц/га соответственно (таблица 6).

В 2018 г. при первом сроке сева лучшие показатели по сбору сухого вещества были в варианте с применением Иншур перформ (158,7 ц/га). Два варианта обработки семян (Скарлет и Виал-ТТ) существенно уступили ему (на 12,6–15,6 ц/га или 7,9–9,8 %). При втором сроке

сева лучший результат показал Виал-ТТ (173,0 ц/га), только Багрец несущественно уступил ему (на 7,1 ц/га). В остальных вариантах разница была существенной.

В 2019 г. при раннем сроке сева самый большой сбор сухого вещества был в варианте с препаратом Виал-ТТ и составил 193,3 ц/га, все остальные варианты существенно ему уступали. При втором сроке сева лучшим оказался вариант с применением Максима XL (198,0 ц/га), все остальные варианты находились в пределах ошибки опыта, за исключением контрольного (186,4 ц/га), с обработкой семян Скарлетом (183,1 ц/га) и Вершиной (186,7 ц/га).

В среднем по всем вариантам сбор сухого вещества при втором сроке сева ежегодно существенно был выше, чем при первом. В среднем за 3 года разница составила 10,3 ц/га или 6,9 %.

Сопоставление лучшего препарата Максим XL с фунгицидным протравителем Скарлет, используемым на отечественных кукурузокалибровочных заводах, показало, что в среднем за 3 года разница в урожайности сухого вещества была существенной – 10,7 ц/га, при раннем сроке сева она составляла 14,7 ц/га, при майском сроке сева снизилась до 6,7 ц/га.

В 2017 г. самая высокая урожайность зерна получена при использовании препарата Максим XL как при первом сроке сева (70,7 ц/га), так и при втором (69,0 ц/га) (таблица 7).

В апрельский срок сева отмечено существенное превосходство над всеми вариантами, в майский – за исключением препаратов Иншур перформ (66,5 ц/га) и Скарлет (65,8 ц/га).

В 2018 г. Максим XL и Иншур перформ показали лучший результат при первом сроке сева (95,1 и 94,9 ц/га). Несущественную разницу относительно лучшего протравителя обеспечил также контрольный вариант. При втором сроке сева наибольшая урожайность зерна отмечена в варианте с обработкой препаратом Виал-ТТ (80,5 ц/га), однако только варианты с Иншур перформом и Вершиной имели существенно меньший сбор зерна с 1 гектара (на 5,9–6,1 ц/га).

В 2019 г. при апрельском севе выделился вариант с Виал-ТТ, где урожайность зерна составила 102,5 ц/га, что существенно превышало урожайность других вариантов. При втором сроке сева Виал-ТТ с урожайностью зерна 101,6 ц/га, как и Иншур перформ (98,4 ц/га), незна-

чительно уступил Максиму XL (102,1 ц/га). Скарлет как при раннем, так и при оптимальном сроке сева с урожайностью 84,2 и 93,6 ц/га соответственно оказался худшим вариантом и по зерновой продуктивности.

В итоге, в среднем за 3 года исследований Максим XL при раннем апрельском сроке сева обеспечил урожайность зерна 87,2 ц/га, превысив другие варианты на 4,5–10,1 ц/га. Только в варианте с обработкой семян Виал-ТТ разница была несущественной. При втором сроке сева средняя по вариантам урожайность зерна была на 2,3 ц/га меньше относительно раннего срока сева. И хотя лучшим вариантом по-прежнему оставался Максим XL, разница относительно других препаратов и контрольного варианта составила всего 0,3–4,8 ц/га, то есть была несущественной.

Экономические расчеты, основанные на трехлетних результатах исследований, показывают, что при выращивании кукурузы на силос Максим XL обеспечивает наибольшую величину чистого дохода и наименьшую себестоимость кормовой единицы при обоих сроках сева. И только Виал-ТТ показывает близкие результаты при майском сроке сева (таблица 8). Лучшие экономические

**Таблица 6 – Влияние фунгицидных протравителей и сроков сева на сбор сухого вещества кукурузы**

Вариант (фактор А)	Сбор сухого вещества, ц/га								среднее по двум срокам
	сроки сева (фактор В)								
	18–24 апреля				2–8 мая				
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	
Контроль (без протравливания)	107,6	157,7	179,3	148,2	124,6	160,4	186,4	157,1	152,6
Вершина, КС, 1 л/т	116,4	153,4	176,5	148,8	122,2	161,2	186,7	156,7	152,8
Багрец, КС, 0,6 л/т	122,3	150,3	176,9	149,8	125,9	165,9	189,7	160,5	155,2
Иншур перформ, КС, 0,5 л/т	117,4	158,7	175,8	150,6	127,9	158,5	192,4	159,6	155,1
Скарлет, МЭ, 0,4 л/т	114,6	146,1	166,0	142,2	126,1	163,7	183,1	157,6	149,9
Максим XL, СК, 1 л/т	135,7	155,4	179,5	156,9	137,2	157,8	198,0	164,3	160,6
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т	115,6	143,1	193,3	150,7	124,6	173,0	193,5	163,7	157,2
Среднее	118,5	152,1	178,2	149,6	126,9	162,9	190,0	159,9	
НСП <sub>05</sub> АВ	11,7	12,8	14,8	13,1					
А	8,4	8,9	10,2	9,2					
В	4,3	4,6	5,6	4,9					

**Таблица 7 – Урожайность зерна кукурузы в зависимости от фунгицидных протравителей и сроков сева**

Вариант (фактор А)	Урожайность зерна, ц/га							
	сроки сева (фактор В)							
	18–24 апреля				2–8 мая			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее
Контроль (без протравливания)	59,7	92,0	91,2	81,0	63,6	75,9	94,9	78,1
Вершина, КС, 1 л/т	64,8	90,0	91,6	82,1	62,4	74,4	96,0	77,6
Багрец, КС, 0,6 л/т	64,0	88,9	93,0	82,0	62,9	79,5	95,4	79,3
Иншур перформ, КС, 0,5 л/т	64,8	94,9	86,2	82,0	66,5	74,6	98,4	79,8
Скарлет, МЭ, 0,4 л/т	61,4	85,6	84,2	77,1	65,8	76,2	93,6	78,5
Максим XL, СК, 1 л/т	70,7	95,1	95,9	87,2	69,0	76,1	102,1	82,4
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т	60,1	85,6	102,5	82,7	64,1	80,5	101,6	82,1
Среднее	63,6	90,3	92,1	82,0	64,9	76,7	97,4	79,7
НСП <sub>05</sub> АВ	6,1	6,5	7,6	6,8				
А	4,4	4,9	5,3	4,9				
В	2,3	2,7	2,8	2,6				

**Таблица 8 – Экономическая эффективность применения различных протравителей семян кукурузы в зависимости от сроков сева и цели использования**

Вариант (фактор А)	Экономическая эффективность применения протравителей							
	сроки сева (фактор В)							
	18–24 апреля				2–8 мая			
	стоимость продукции, руб./га	затраты, руб./га	чистый доход, руб./га	себестоимость 1 т*, руб.	стоимость продукции, руб./га	затраты, руб./га	чистый доход, руб./га	себестоимость 1 т*, руб.
<i>На силос</i>								
Контроль (без протравливания)	3416,08	1877,82	1538,25	178,65	3539,90	1947,78	1592,12	178,83
Вершина, КС, 1 л/т	3439,48	1877,20	1562,28	177,38	3528,53	1954,27	1574,26	180,00
Багрец, КС, 0,6 л/т	3454,43	1884,80	1569,63	177,33	3612,38	1961,87	1650,51	176,51
Иншур перформ, КС, 0,5 л/т	3467,75	1888,61	1579,14	177,00	3600,68	1957,38	1643,29	176,67
Скарлет, МЭ, 0,4 л/т	3270,48	1865,70	1404,78	185,40	3552,58	1951,07	1601,51	178,49
Максим XL, СК, 1 л/т	3634,48	1902,57	1731,90	170,13	3708,90	1971,34	1737,56	172,74
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т	3477,83	1883,54	1594,29	176,02	3695,28	1970,09	1725,16	173,27
<i>На зерно</i>								
Контроль (без протравливания)	2851,20	2000,89	850,31	247,02	2749,12	2029,95	719,17	259,92
Вершина, КС, 1 л/т	2889,92	1996,15	893,77	243,14	2731,52	2033,71	697,81	262,08
Багрец, КС, 0,6 л/т	2886,40	2009,08	877,32	245,01	2791,36	2037,35	754,01	256,92
Иншур перформ, КС, 0,5 л/т	2886,40	2005,52	880,88	244,58	2808,96	2042,38	766,58	255,94
Скарлет, МЭ, 0,4 л/т	2713,92	1981,06	732,86	256,95	2763,20	2022,90	740,30	257,69
Максим XL, СК, 1 л/т	3069,44	2034,06	1035,38	233,26	2900,48	2048,83	851,65	248,64
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т	2911,04	1993,66	917,38	241,07	2889,92	2057,11	832,81	250,56

Примечание – \*При выращивании на силос себестоимость 1 т к. ед.

показатели при выращивании кукурузы на зерно обеспечиваются только при раннем сроке сева и обработке семян препаратом Максим XL.

**Выводы**

1. На полевую всхожесть семян кукурузы значительное влияние оказывают гидротермические условия: более теплые погодные условия соответствуют короткому довсходовому периоду, и как следствие – меньшим потерям всходов в полевых условиях.
2. Фунгицидный протравитель Максим XL, СК в норме 1 л/т семян относительно препаратов Вершина, Багрец, Иншур перформ, Скарлет и Виал-ТТ в условиях недостатка тепла обеспечивает наибольшую сохранность всхожести семян, что соответственно сказывается на продуктивности культуры.
3. В среднем за двухнедельный срок сева, начинающийся с распускания бутонов у крыжовника, урожайность сухого вещества в варианте с протравливанием семян препаратом Максим XL выше на 3,4–10,7 ц/га, относительно фунгицида Скарлет, МЭ в норме 0,4 л/т разница существенная.
4. При возделывании кукурузы на зерно наибольшая урожайность обеспечивается при раннем сроке сева протравленными препаратом Максим XL семенами.
5. Максим XL при обоих сроках сева обеспечивает наибольшую величину чистого дохода и наименьшую себестоимость кормовой единицы при выращивании кукурузы на силос. Только Виал-ТТ при майском сроке сева показывает близкие результаты. Лучшие экономические показатели при выращивании кукурузы на зерно складываются только

при раннем сроке сева и обработке семян препаратом Максим XL.

**Литература**

1. Буга, С. Ф. Биологическое обоснование эффективности химической защиты кукурузы от болезней (рекомендации) / С. Ф. Буга, А. Г. Жуковский, Т. Н. Жердецкая. – Минск, 2012. – 52 с.
2. Иващенко, В. Г. Болезни кукурузы: этиология, мониторинг и проблемы сортоустойчивости / В. Г. Иващенко. – Санкт-Петербург – Пушкин: ФГБНУ ВИЗР, 2015. – 286 с.
3. Иващенко, В. Г. Семенные инфекции кукурузы: этиология, диагностика, особенности защиты / В. Г. Иващенко // Вестник защиты растений. – 2015. – № 1 (83). – С. 22–30.
4. Койшыбаев, М. Болезни кукурузы в Казахстане / М. Койшыбаев, М. Байжанова // Защита и карантин растений. – 2011. – № 10. – С. 18–21.
5. Кравченко, Р. В. Агробиологическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья: монография / Р. В. Кравченко. – Ставрополь, 2010. – 208 с.
6. Макарова, М. А. Комплексная защита кукурузы от болезней / М. А. Макарова, В. Н. Макаров // Защита и карантин растений. – 2016. – № 6. – С. 27–29.
7. Протравливание семян – первая ступень получения защищенного и продуктивного агроценоза / В. В. Немченко [и др.] // Защита и карантин растений. – 2014. – № 3. – С. 22–24.
8. Влияние погодных условий и протравителей на полевую всхожесть семян гибридов кукурузы / Ф. И. Привалов [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 5 (114). – С. 6–11.
9. Свидуневич, Н. Л. Патогенный комплекс грибов, паразитирующий на кукурузе (литературный обзор) / Н. Л. Свидуневич // Защита растений: сб. науч. тр. РУП «Ин-т защиты растений»; гл. ред. Л. И. Трепашко. – Минск «Колорград», 2016. – Вып. 40. – С. 202–218.
10. Свидуневич, Н. Л. Эффективность протравителя семян Аквензим, КС в защите кукурузы от болезней / Н. Л. Свидуневич, А. Г. Жуковский, С. Ф. Буга // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. ГГАУ, Т. 29. – Гродно, 2015. – С. 138–145.

## Разработка методов снижения токсического воздействия почвенных остатков гербицидов на культурные растения

Ю. Я. Спиридонов<sup>1</sup>, доктор биологических наук, академик РАН,  
С. С. Халиков<sup>2</sup>, Н. Д. Чкаников<sup>2</sup>, доктора технических наук

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Россия

<sup>2</sup> Институт элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова РАН, Россия

(Дата поступления статьи в редакцию 12.08.2019 г.)

Рациональное применение гербицидов является одним из необходимых и основных факторов прогрессивного развития сельского хозяйства и получения высоких урожаев для обеспечения населения Земли продуктами питания. Ввиду высокой активности современных гербицидов (граммовые количества), их использование должно находиться под строгим контролем, т. к. их остатки могут привести к катастрофическим негативным последствиям не только на окружающую среду, но и на получение будущих урожаев. Так, остатки гербицидов в почве отрицательно влияют на всхожесть и развитие целевых растений, а иногда и на корню уничтожают урожай культуры. Нами предложен инновационный подход для снятия фитотоксического воздействия остатков гербицидов в почве путем разработки комплексных протравителей с включением антидотов для предпосевной обработки семян. В работе представлен ряд антидотов, использование которых в составе протравителей позволило снизить токсическое воздействие остатков гербицидов на всхожесть и развитие ряда сельскохозяйственных культур – кукуруза, сахарная свекла, рапс и др.

Перечень сокращений: НА – 1,8-нафталевый ангидрид, ФА – фуриллазол, ИДЭ – изоксадифен-этил, ФМ-4 – антидот диарилмочевинного ряда, ТБК – тебуконазол, ТМТД – тетраметилтиурам-дисульфид, ПАВ – поверхностно-активное вещество.

### Введение

Современное сельскохозяйственное производство невозможно представить без рационального и эффективного применения химических средств защиты растений (фунгицидов, гербицидов, инсектицидов и пр.). Если представить вероятность отказа от использования гербицидов для контроля сорной растительности, то ежегодные потери урожая в России будут оцениваться почти в 40 млн т, а потери в мире составляют приблизительно 10–15 % от достижимого урожая. Для эффективной борьбы с сорняками в настоящее время рекомендованы современные гербициды с низкой нормой расхода, в частности, сульфонилмочевины [1]. Однако применение гербицидов должно проводиться строго по научно обоснованным рекомендациям и разработанным технологиям, т. к. даже при низкой норме применения сульфонилмочевин (10–25 г/га), их остаточные количества в почве могут нанести непоправимый урон для культуры, которая будет выращиваться на этом поле на следующий год.

В настоящее время для снятия фитотоксического действия гербицидов в состав препарата включают антидоты, которые по характеру действия бывают следующими:

- взаимодействуют с токсичными гербицидами с образованием нетоксичных продуктов;
- конкурируют с токсичными веществами за биомассу;
- реактивируют активные центры ферментов, угнетенных токсичными веществами [2, 3].

*The rational use of herbicides is one of the necessary and basic factors for the progressive development of agriculture and obtaining high yields to provide the world's population with food. In view of the high activity of modern herbicides (gram quantities), their use should be under strict control, since their residues can lead to catastrophic negative consequences not only on the environment, but also on obtaining future crops. So, the soil residues of herbicides adversely affect the germination and development of target plants, and sometimes on the root destroy culture. We propose an innovative approach for removing the toxic effect of soil residues of herbicides by developing complex protectants with the inclusion of antidotes for presowing seed treatment. The work presents a number of antidotes, the use of which as a part of protectants allowed to reduce the toxic effect of herbicide residues on the germination and development of a number of industrial crops—corn, sugar beet, rape, etc.*

Такой подход совместного применения гербицидов с антидотами в период вегетации используется многими известными компаниями [4, 5].

Для снятия токсического действия почвенных остатков хлорсульфурина на посевах кукурузы и льна впервые был предложен 1,8-нафталевый ангидрид (НА) в качестве антидота [6]. В продолжение этих работ нами были предложены комплексные протравители на основе ряда известных фунгицидов (тебуконазол, тиурам) с включением в свой состав НА и формообразующих агентов (прилипатели, ПАВы, эмульгаторы) [7]. Полученные путем механохимического суспендирования эти композиции обладали комплексным действием: они действовали более эффективно, чем известные фунгициды (например, Раксил, КС), а также обладали антидотным действием, не свойственным известным протравителям семян, что, вероятно, объясняется синергизмом включенных в композицию компонентов. При этом наблюдалось значительное повышение всхожести семян рапса, яровой пшеницы и кукурузы, повышение энергии прорастания достигало 15, 28 и 30 % соответственно, а биомасса ярового рапса увеличивалась на 11,7 %.

Целью настоящего исследования является расширение спектра комплексных протравителей с включением в их состав новых антидотов, способных снять фитотоксическое воздействие гербицидов из различных классов органических соединений.

### Основная часть

#### Методы исследований

Для приготовления препаративных форм комплексных протравителей использованы такие физические методы, как растворение, мокрое измельчение, суспендирование и эмульгирование.

В качестве примера приводится описание технологии получения т. н. базовой композиции на основе формообразующих компонентов (эмульгатор, структурообразователь, ПАВ и пр.), фунгицидов и антидота.

**Получение суспензионного концентрата комплексного протравителя.** В металлический барабан (емкостью 0,7–0,8 л) валковой мельницы LE-101 загружали последовательно 51,75 г 2%-ного водного раствора полимера (Na-KMЦ), 1,0 г неионогенного ПАВ (Тренд 90) и 315 г шаров (диаметр металлических шаров 10–12 мм) для проведения равномерного перемешивания, эффективного измельчения компонентов и образования стабильной суспензии. Затем в полученную однородную массу последовательно добавляли 20,0 г антифриза (этиленгликоль) и 5,0 г 1,8-нафталевого ангидрида (НА) (аналогично готовились составы комплексных протравителей с другими антидотами). В полученную суспензионную массу при перемешивании добавляли 1,25 г ТБК и 20,0 г ТМТД и подвергали обработке в течение 1–2 часов при скорости вращения барабана 50–60 об/мин. После завершения механохимического суспендирования из барабана выгружали 95 г стабильного суспензионного концентрата состава: 1,25 % ТБК; 20,0 % ТМТД; 5,0 % НА (№ 1). Аналогично были получены композиции с различным составом (варьирование количества формообразующих компонентов и антидота).

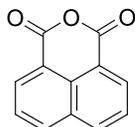
Биологические исследования проводили в условиях лаборатории искусственного климата и оценивали влияние комплексных протравителей на всхожесть семян ярового рапса сорта Труженик, яровой пшеницы Энгелина, кукурузы Каскад, сахарной свеклы Кариока, рапса сорта Ратник. Выбранные для опытов семена растений обрабатывали рабочими растворами композиций, просушивали при комнатной температуре в течение 3 суток и раскладывали в чашки Петри соответственно по 30 и 20 штук на фильтровальной бумаге в 3-кратной повторности, добавляли 5 мл дистиллированной воды в каждую чашку Петри, помещали в термостат на 72 часа при контролируемой температуре 24 °С и проводили учет всхожести семян для всех композиций по сравнению с контролем (семенами, которые были обработаны только водой). Испытания проводили с искусственно зараженными семенами смешанной инфекцией. Семена заражали в сосуде с суспензией конидий и спор грибов, после чего зерно подсушивали. Протравливание семян осуществляли в круглодонных колбах полусухим способом за 2–3 суток до проращивания. Обработанные семена инкубировали во влажных фильтрах в чашках Петри при температуре 23–25 °С. Обеззараживающие свойства препаратов, а также их влияние на всхожесть семян определяли через 7 суток от начала проращивания.

Для выявления антидотного действия препаратов изучение биологической активности композиций проводили в условиях лаборатории искусственного климата (камера «Фетч», ФРГ) на образцах почвы, содержащей остатки гербицида Зингер, СП (метсульфурон-метил).

**Материалы исследования**

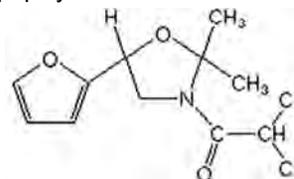
Для нашего исследования были выбраны следующие антидоты.

1. **1,8-Нафталевый ангидрид (1,8-НА)** с содержанием ДВ 97 % – ангидрид нафталин-1,8-дикарбоновой кислоты. CAS81–84–5. Брутто формула C<sub>12</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub> [3]. Структурная формула:



В отличие от наших работ, антидот НА в препарате Грассер применяют в смеси с гербицидом феноксапроп-П-этила (класс **арилоксифеноксипропионаты**) против однолетних злаковых сорняков в посевах яровой и озимой пшеницы. Этот препарат обладает высокой эффективностью против широкого спектра однолетних злаковых сорняков; быстро проникает в ткани сорных злаков, активно перемещается к точкам роста и может применяться независимо от фазы развития культуры [4].

2. **Фурилазол (ФА)** – (RS)-3-дихлорацетил-5-(2-фурил)-2,2-диметилоксазолидин, разработанный и производимый компанией Монсанто, был синтезирован по схеме, описанной в работе [8]. Брутто формула C<sub>11</sub>H<sub>13</sub>Cl<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>. Структурная формула:

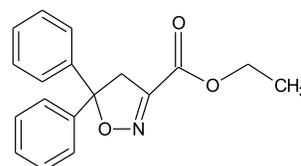


Он является эффективным антидотом, т. к. известно, что амиды дихлоруксусной кислоты остаются одним из основных классов антидотов [2, 3]. ФА представляет наибольшую ценность для снижения повреждений кукурузы при обработке посевов в период вегетации такими активными фитотоксикантами, как сульфонилмочевины или имидазолиноны [9].

Нами ФА был использован в составе комплексного протравителя из расчета 12,5; 25,0; 50,0; 75,0 и 100,0 г на 1 т семян для предпосевной обработки семян кукурузы сортов Каскад и Краснодарский 370 МВ. Результаты испытаний в условиях ЛИК на семенах кукурузы сорта Каскад показали, что композиции, содержащие ФА, обладали большей антидотной активностью, чем такие же композиции на основе НА. С увеличением содержания ФА с 12,5 до 50 г/т антидотная активность увеличивается до 22 % на почвах, зараженных остатками гербицида Зингер в норме 5,0 г/га. Дальнейшее увеличение ФА в протравителе до 100 г/т приводит к незначительному увеличению антидотного действия (25,4 %) [10]. Проведение испытаний на антидотную активность этих же композиций на семенах сорта Краснодарский 370 МВ подтвердило тенденцию усиления антидотного действия ФА при увеличении его содержания в составе протравителя, а именно – антидотное действие ФА увеличивалось по мере возрастания количества ФА в композиции. При этом увеличение антидотного действия составило почти 43 %.

Таким образом, включение ФА в составы протравителей для предпосевной обработки семян кукурузы и проведенные биологические испытания показали, что наблюдается антидотный эффект до 43 %, причем увеличение нормы ФА с 50 г/т не столь существенно влияло на усиление антидотного эффекта. Поэтому нами рекомендовано использование ФА в рецептуре протравителя 5,0–7,5 %.

3. **Изоксадифен-этил (ИДЭ)** – этиловый эфир-4,5-дигидро-5,5-дифенил-изоксазол-3-карбоновой кислоты, был синтезирован по схеме [11]. Брутто формула C<sub>18</sub>H<sub>17</sub>NO<sub>3</sub>. Структурная формула:



Этот антидот компании Bayer Crop Science рекомендован для применения в посевах кукурузы в период вегетации в составе препарата МайсТер, содержащего смесь двух гербицидов сульфонилмочевинного ряда – **йодосульфурон-метил-натрий** и **форамсульфурон** [5]. По данным авторов, препарат МайсТер высокоэффективен против однолетних и многолетних злаковых и двудольных сорняков в посевах кукурузы. Благодаря содержанию антидота ИДЭ обеспечивается высокая селективность к обрабатываемой культуре, и поэтому препарат хорошо переносится большинством зарегистрированных сортов и гибридов кукурузы в рекомендованных нормах внесения.

При использовании МайсТера в нормах 1,25–1,5 г/га была достигнута высокая эффективность: гибель однолетних сорняков достигала 55–85 %, снижение массы сорняков – от 55 до 98 % [5].

В отличие от рекомендаций компании Bayer Crop Science по применению препарата МайсТер, нами рассматривалась возможность использования ИДЭ в составе протравителя для снятия фитотоксического действия почвенных остатков гербицидов ряда сульфонилмочевин на семена и всходы кукурузы и рапса. Препараты готовились по методике, описанной ранее в работе [10]. При этом были получены суспензионные и эмульсионные препараты на основе ИДЭ, которые испытаны в камерах ЛИК в виде рабочих растворов (РР) с нормами 1, 10 и 100 г/л. Изучение антидотного действия препаративных форм ИДЭ проводили согласно методике, описанной в работе [10]. Анализ результатов биоиспытаний показал, что:

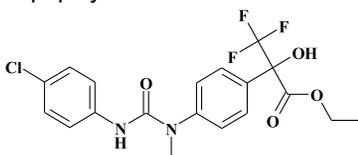
- суспензионная форма ИДЭ более эффективна, чем эмульсионная форма;
- при норме 100 г/л ИДЭ проявил наибольшую активность на кукурузе.

Приготовленные нами суспензионные концентраты были использованы для протравливания семян кукурузы сорта Краснодарский, семян рапса Ратник и семян сахарной свеклы сорта Кариока при выращивании их на почве, загрязненной Зингером в дозе 2,5 г/га.

На семенах кукурузы показано, что комплексный протравитель, содержащий ИДЭ в норме от 50 до 200 г/л снимал фитотоксическое действие гербицида Зингер (при его остатке в почве в 2,5 г/га) от 27 до 50 %. Также обнаружено, что увеличение нормы расхода ИДЭ с 100 до 200 г/л не приводило к существенному усилению антидотного действия и поэтому оптимальной нормой применения ИДЭ в комплексном протравителе является 100 г/л.

Испытания суспензионных форм протравителя с ИДЭ на семенах сахарной свеклы сорта Кариока в норме 10–100 г/л показали, что композиции с ИДЭ проявили низкое антидотное действие. Однако все изучаемые дозы композиции обладают высокой стимулирующей активностью на образцах почвы, не обработанных гербицидом, – от 51,1 до 100 %.

**4. Антидот ФМ-4** – этиловый эфир 2-{4-[3-(4-хлорфенил)-1-метил-уреидо]-фенил}-2-гидрокси-3,3,3-трифторпропионовой кислоты получен по методике, описанной в работе [12]. Брутто формула  $C_{19}H_{18}ClF_3N_2O_4$ . Структурная формула:



Первичные испытания этого препарата позволили установить, что предпосевная обработка семян рапса препаратом в норме 1 г/т семян эффективно ослабляла фитотоксическое действие гербицида Зингер, СП в дозе 1 г/га и приводило к увеличению надземной массы растений на 40,7 % по сравнению с контролем [12].

Аналогично вышеописанной схеме готовили композиции протравителя с добавлением антидота ФМ-4 в количествах 50, 100 и 200 г/л. Биологические испытания проводили в посевах кукурузы сорта Краснодарский 291 АМВ в условиях ЛИК на почвах, загрязненных гербицидом Зингер, СП в дозе 2,5 г/га. Анализ результатов испытаний показал, что:

- выбранный нами тест – семена кукурузы – является объективным тестом на выявление антидотной активности новых соединений;
- антидотная активность ФМ-4 при возрастании нормы от 50 до 200 г/л увеличивается с 10,3 до 16,1 %;
- ФМ-4 на не загрязненной остатками гербицида почве обладает высокими стимулирующими свойствами, увеличивая массу растений до 35,6 %.

Испытания протравителей с добавлением ФМ-4 на антидотную активность проводили также на семенах рапса сорта Ратник и семенах сахарной свеклы сорта Кариока на почве, загрязненной гербицидом Зингер, СП в дозе 0,5 г/га.

Анализ результатов испытаний показал:

- комплексный протравитель с добавлением соединения ФМ-4 обладает низкими антидотными свойствами на загрязненной гербицидом почве в посевах рапса сорта Ратник и сахарной свеклы сорта Кариока при норме его применения от 1 до 25 г/л;
- комплексный препарат как при индивидуальном применении, так и с добавлением ФМ-4, на не загрязненном гербицидом фоне обладает высокими стимулирующими свойствами на изучаемые тест-растения (до 40,7 %);
- стимулирующие свойства комплексного препарата в посевах сахарной свеклы несколько уступают таковым в посевах рапса.

### Заключение

Масштабное применение гербицидов в современных условиях привело к накоплению гербицидов в почве и объектах окружающей среды. Почвенные остатки гербицидов оказывают токсическое воздействие на культуру, возделываемую по севообороту. Возможны случаи полного подавления роста и развития чувствительной к гербициду культуры.

Нами предложен инновационный метод приготовления комплексных протравителей для предпосевной обработки семян с включением в их состав антидотов. При этом антидоты снимают частично или полностью токсическое воздействие остатков в почве сульфонилмочевинных гербицидов на культурное растение.

Результаты, полученные в настоящей работе, могут быть рекомендованы для внедрения в сельскохозяйственную практику.

### Литература

1. Спиридонов, Ю. Я. Развитие отечественной гербологии на современном этапе / Ю. Я. Спиридонов, В. Г. Шестаков. – М.: Печатный город, 2013. – 426 с.
2. Crop safeners for pesticides: Development, Uses, and Mechanisms of Action. Eds. K. K. Hatzios, R. E. Hoagland. – New York: Academic Press, 1989. – 400 p.
3. Яблонская, Е. К. Антидоты гербицидов сельскохозяйственных культур / Е. К. Яблонская, В. В. Котляров, Ю. П. Федулов // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 94 (10). – С. 1–17.

4. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М.: Минсельхоз России, 2018. – 735 с.
5. Миханькова, Т. А. Новый гербицид МайсТер для прополки кукурузы / Т. А. Миханькова, Е. И. Кириленко, С. И. Редюк // Защита и карантин растений. – 2010. – № 2. – С. 38.
6. Спиридонов, Ю. Я. Антидоты гербицидов / Ю. Я. Спиридонов, П. С. Хохлов, В. Г. Шестаков // Агрохимия. – 2009. – № 4. – С. 81–91.
7. Композиция для предпосевной обработки семян: патент РФ № 2585858 (2015) / С. С. Халиков, Н. Д. Чкаников, Ю. Я. Спиридонов, А. П. Глинушкин. – Оpubл. 10.06.2016 // Бюлл. – № 16.
8. Unger, Th. A. Pesticide synthesis handbook / Th. A. Unger // Park Ridge, New Jersey, USA: Noyes publications. – 1996. – P. 490.
9. The pesticide manual. 12-th Edition. Ed. C.D.S. Tomlin, The British Crop Protection Council. – 2000. – P. 482.
10. Инновационные протравители с антидотным действием / С. С. Халиков [и др.] // Агрохимия. – 2017. – № 4. – С. 22–25.
11. Stereoselective synthesis of  $\beta$ ,  $\epsilon$ -dihydroxy- $\alpha$ -amino acids by ring opening of 4,5-dihydroisoxazolyl derivatives / G. Cremonesi [et al.] // Tetrahedron: Asymmetry. – 2008. – № 19. – P. 2850–2855.
12. Производное диарилмочевины (этиловый эфир 2-{4-[3-(4-хлорфенил)-1-метил-уреидо]-фенил}-2-гидрокси-3,3,3-трифторпропионовой кислоты), обладающее антидотной активностью по отношению к производным сульфонилмочевин на рапсе и кукурузе: патент РФ по заявке № 2017125487/04, A01N25/32, C07C275/30 (2017). / Н. Д. Чкаников, Ю. Я. Спиридонов, О. Ю. Федоровский, С. С. Халиков, А. М. Музафаров. – Решение о выдаче патента от 27.07.2018 г.

*Работа выполнена при финансовой поддержке  
РФФИ (грант № 15–29–05792)*

УДК 633.33/.37:631.811.98:631.5

## **Применение регуляторов роста в технологии возделывания кормовых бобов в условиях Беларуси**

*А. А. Запрудский, Д. Ф. Привалов, А. М. Яковенко, кандидаты с.-х. наук,  
Е. С. Белова, научный сотрудник  
Институт защиты растений*

(Дата поступления статьи в редакцию 06.01.2020 г.)

*В статье представлены результаты исследований по оценке эффективности регуляторов роста Architect, СЭ (0,75 л/га), Карамба турбо, КС (1,0 л/га) и Мессидор, КС (0,75 л/га) в посевах кормовых бобов. Установлено, что их применение в фазе стеблевания (код ВВСН 34–35) культуры способствовало изменению биометрических параметров растений, большей завязываемости плодов, повышению семенной продуктивности на 0,58–0,61 т/га.*

*The results of researches on the evaluation of the growth regulators Architect, ES (0,75 l/ha), Caramba turbo, SC (1,0 l/ha) and Messidor, SC (0,75 l/ha) efficiency of application in fodder crops are presented in the article. It is determined that their application at stem formation stage (Code BBCH 34–35) of the crop has promoted the change of biometric plant parameters, setting of fruits, the seed productivity increase for 0,58–0,61 t/ha.*

### **Введение**

В современном аграрном производстве Республики Беларусь важное значение приобретает организация адаптивного кормопроизводства, которая возможна за счет расширения посевных площадей под зернобобовыми культурами с использованием ресурсосберегающих технологий возделывания. Данная группа культур является основным источником белка для рационального питания населения и сбалансирования кормовых рационов в животноводстве [1]. В решении данной проблемы особое место отводится кормовым бобам, которые по эффективности азотфиксации, содержанию белка в семенах и его усвояемости в организме человека и животных превосходят горох, являясь при этом хорошим предшественником для зерновых культур [8].

Вместе с тем в условиях нашей республики посевные площади культуры по-прежнему остаются низкими, что обусловлено нестабильностью получаемого урожая в силу неблагоприятных погодных условий, которые в последние годы все чаще складываются в период вегетации кормовых бобов [4]. Поэтому для более полной реализации продуктивного потенциала растений современных сортов культуры, помимо соблюдения общепринятых элементов технологии возделывания, следует уделять внимание применению регуляторов роста [5, 9].

Отмечено, что росторегулирующие вещества, в первую очередь ретарданты, способны к замедлению веге-

тативного роста растений, повышению накопления ассимилятов, которые перераспределяются в генеративные органы, вследствие чего увеличивается урожайность сельскохозяйственных культур. Для растений кормовых бобов характерен растянутый и неодновременный период созревания органов плодоношения, особенно при неблагоприятных погодных условиях, в результате чего происходит их редукция [3, 10].

В этой связи применение регуляторов роста в посевах культуры, как фактора сохранения семенной продуктивности растений и посева в целом, является актуальным, представляет научный и практический интерес. Цель исследований – оценить эффективность регуляторов роста в посевах кормовых бобов в условиях Республики Беларусь.

### **Материалы и методы исследований**

Исследования проводились в 2018–2019 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах кормовых бобов сорта Стрелецкий. Агротехника в опытах общепринятая для возделывания кормовых бобов в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь. Обработка посевов регуляторами роста (ретардантами) проводилась в фазе стеблевания кормовых бобов (код ВВСН 34–35) по следующей схеме: 1 – без применения регулятора роста; 2 – Архитект, СЭ (*мепикват хлорид*, 150 г/л + *пираклостробин*, 100 г/л + *прогексадион кальция*, 25 г/л) – 0,75 л/га; 3 – Карамба турбо, КС (*мепикват*

хлорид, 210 г/л + мектоназол, 30 г/л) – 1,0 л/га; 4 – Мессидор, КС (меликват хлорид, 300 г/л + прогексадион кальция, 50 г/л) – 0,75 л/га.

Стадии развития растений культуры приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН [7]. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б. А. Доспехова [2]. Обработка экспериментальных данных выполнена в MS Excel.

Погодные условия 2018 г. были благоприятными для роста и развития растений кормовых бобов. В первой половине вегетации культуры наблюдался дефицит выпадения осадков (62,0–91,2 % от нормы), во второй половине отмечалось избыточное увлажнение. Среднесуточная температура воздуха на протяжении всего вегетационного периода была выше на 1,8–5,8 °С. В 2019 г. на начальных этапах роста и развития культуры отмечался значительный дефицит выпадения осадков (8,7 % от нормы). Первая декада мая характеризовалась избыточным увлажнением (245,5 % от нормы). Однако, начиная со второй декады мая и до третьей декады июня, наблюдался засушливый период с повышенным температурным режимом. В июле и августе среднесуточная температура воздуха была ниже обычного на 1,5–3,0 °С с избыточным увлажнением, что впоследствии отразилось на сроках созревания зерна культуры.

### Результаты исследований и их обсуждение

В ходе исследований, при применении регуляторов роста, выявлены различия в продолжительности межфазных периодов развития растений кормовых бобов. Период от сева до бутонизации культуры во всех вариантах опыта составил 48–49 дней. Опрыскивание посевов ретардантами способствовало удлинению межфазного периода «бутонизация – цветение» на 2 дня (таблица 1).

Отмечено, что в годы исследований период от цветения до плодообразования составил в среднем 23 дня и был короче на 2 дня в сравнении с вариантом без применения регулятора роста. Такая же тенденция прослеживалась и в период прохождения фаз плодообразования и созревания зерна. В целом, продолжительность вегетационного периода в вариантах Архитект, СЭ (0,75 л/га), Карамба турбо, КС (1,0 л/га) и Мессидор,

КС (0,75 л/га) составила 105–106 дней и была на 2–3 дня короче в сравнении с вариантом без применения регулятора роста.

Применение регуляторов роста оказало влияние на динамику линейного роста надземной части кормовых бобов. В фазе бутонизации культуры высота растений была ниже на 3,9–4,3 см в вариантах с Карамба турбо, КС (1,0 л/га) и Архитект, СЭ (0,75 л/га) и на 4,8 см – в варианте Мессидор, КС (0,75 л/га) (таблица 2).

В фазах цветения и плодообразования, в зависимости от применяемых регуляторов роста, отмечена тенденция снижения высоты надземной части растений. В фазе полной спелости зерна высота растений колебалась от 131,6 см в варианте с Карамба турбо, КС (1,0 л/га) до 133,0 см при применении препарата Архитект, СЭ (0,75 л/га), что на 8,2–9,6 см ниже в сравнении с вариантом без применения регулятора роста.

Применение регуляторов роста оказало положительное влияние на процессы плодообразования растений кормовых бобов. Установлено, что число плодоносящих узлов на растении колебалось от 7,8 шт. в варианте с Карамба турбо, КС (1,0 л/га) до 8,3 шт. в варианте с препаратом Мессидор, КС (0,75 л/га) и было выше на 1,1–1,6 шт. в сравнении с вариантом без применения регулятора роста (таблица 3).

С внесением ретардантов число раскрывшихся цветков на растении составляло 45,1–45,4 шт. и было выше относительно варианта без применения регулятора роста на 3,3–3,6 шт. Отмечено, что к уборке в вариантах с применением регуляторов роста завязалось 13,0–13,4 плодов на растении. В результате завязываемость плодов составила 36,1–36,9 % и была выше на 0,9–1,7 %, чем в варианте без применения регулятора роста.

Анализ литературных источников показал, что в условиях Пензенской области России при предпосевной обработке зерна кормовых бобов регулятором роста Мелафен, ВР (меламиновая соль бис(оксиметил) фосфиновой кислоты) в норме расхода 10 мл/т было получено дополнительно 2,1 ц/га зерна культуры [6]. Согласно результатам исследований И. А. Эль-Кар [10], применение регулятора роста Квартазин (хлорид -N-ди-метил -N-(2-хлорэтил)-гидрозиния) в нормах расхода

**Таблица 1 – Влияние регуляторов роста на продолжительность межфазных периодов развития кормовых бобов (среднее, 2018–2019 гг.)**

Вариант	Межфазные периоды (код ВВСН) роста и развития кормовых бобов, дней							Продолжительность вегетационного периода, дней
	00–10	11–30	31–50	51–60	61–70	71–80	81–89	
Без применения регулятора роста	12	14	22	10	23	15	12	108
Архитект, СЭ (0,75 л/га)	12	14	23	12	21	14	10	106
Карамба турбо, КС (1,0 л/га)	12	14	22	12	21	14	10	105
Мессидор, КС (0,75 л/га)	12	14	22	12	21	14	11	106

**Таблица 2 – Влияние регуляторов роста на динамику линейного роста надземной части растений кормовых бобов (среднее, 2018–2019 гг.)**

Вариант	Высота растений, см			
	бутонизация	цветение	плодообразование	полная спелость
Без применения регулятора роста	74,7	97,7	129,9	141,2
Архитект, СЭ (0,75 л/га)	70,5	92,9	123,9	133,0
Карамба турбо, КС (1,0 л/га)	70,9	92,9	123,0	131,6
Мессидор, КС (0,75 л/га)	70,0	91,8	123,1	132,7

**Таблица 3 – Влияние регуляторов роста на сохраняемость плодов кормовых бобов (среднее, 2018–2019 гг.)**

Вариант	Число узлов, шт./растение	Число раскрывшихся цветков, шт./растение	Число плодов, шт./растение		Завязываемость плодов, %	Сохраняемость плодов к уборке, %
			завязавшихся	плодоносящих к уборке		
Без применения регулятора роста	6,7	41,8	14,7	11,4	35,2	77,6
Архитект, СЭ (0,75 л/га)	7,9	45,2	16,7	13,1	36,9	78,4
Карамба турбо, КС (1,0 л/га)	7,8	45,1	16,5	13,0	36,6	78,8
Мессидор, КС (0,75 л/га)	8,3	45,4	16,4	13,4	36,1	81,7

200–600 г/га не оказало существенного влияния на повышение семенной продуктивности растений кормовых бобов.

В наших опытах оценка элементов структуры урожая показала, что в посевах сорта Стрелецкий регуляторы роста оказали положительное влияние на повышение количества и массы зерен на одном растении относительно варианта без применения регулятора роста (таблица 4).

Обработка посевов регуляторами роста не оказала существенного влияния на количество зерен в бобе. Выявлено, что их количество у сорта Стрелецкий составило 3,2–3,3 шт. Масса 1000 зерен также несущественно отличалась по всем вариантам опыта.

В среднем за 2018–2019 гг. при применении регуляторов роста в посевах кормовых бобов сорта Стрелецкий в фазе стеблевания прибавка урожая составила 0,58–0,64 т/га относительно варианта без их применения (таблица 5). Важно отметить, что повышение семенной продуктивности отдельных растений и посева в целом осуществлялось за счет большего числа завязавшихся плодов на растении, а также увеличения количества и массы зерен.

Оценка экономической эффективности показала, что опрыскивание посевов кормовых бобов регуляторами роста Архитект, СЭ (0,75 л/га), Карамба турбо, КС (1,0 л/га) и Мессидор, КС (0,75 л/га) позволило получить условный чистый доход 102,8–184,3 руб./га при окупаемости дополнительных затрат 1,9–4,1 руб./руб.

**Выводы**

Применение регуляторов роста (ретардантов) Архитект, СЭ (*мепикват хлорид*, 150 г/л + *пираклостробин*,

100 г/л + *прогексадион кальция*, 25 г/л) в норме расхода 0,75 л/га, Карамба турбо, КС (*мепикват хлорид*, 210 г/л + *мектоназол*, 30 г/л) – 1,0 л/га и Мессидор, КС (*мепикват хлорид*, 300 г/л + *прогексадион кальция*, 50 г/л) – 0,75 л/га в фазе стеблевания (код ВВСН 34–35) кормовых бобов сорта Стрелецкий оказало влияние на продолжительность отдельных межфазных периодов, способствовало изменению биометрических параметров развития культуры, большей завязываемости плодов на растении, что позволило получить достоверную прибавку урожая зерна 0,58–0,61 т/га относительно варианта без применения регулятора роста.

Условный чистый доход в изучаемых вариантах опыта составил 102,8–184,3 руб./га при окупаемости дополнительных затрат 1,9–4,1 руб./руб.

**Литература**

1. Данильченко, А. Н. Влияние инокуляции семян и минеральных удобрений на симбиотическую активность и урожайность кормовых бобов / А. Н. Данильченко // Актуальные проблемы агропромышленного производства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., (Курск 23–25 января 2013 г.) / Курская гос. с.-х. акад. им. проф. И. И. Иванова. – Курск, 2013. – С. 124–127.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Жолик, Г. А. Особенности формирования урожая семян ярового и озимого рапса в зависимости от элементов технологии и факторов среды: монография / Г. А. Жолик.; УО «Белорус. гос. с.-х. акад.». – Горки: БГСХА, 2006. – 187 с.
4. Динамика развития болезней и биологическое обоснование эффективного применения фунгицидов в посевах кормовых бобов / А. А. Запрудский [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / Ин-т защиты растений. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип., 2019. – Вып. 43. – С. 175–182.

**Таблица 4 – Влияние регуляторов роста на формирование элементов структуры урожая кормовых бобов (среднее, 2018–2019 гг.)**

Вариант	На одном растении		Число зерен в бобе, шт.	Масса 1000 зерен, г
	зерен, шт.	масса зерна, г		
Без применения регулятора роста	36,6	16,9	3,2	460,8
Архитект, СЭ (0,75 л/га)	42,8	18,5	3,3	462,8
Карамба турбо, КС (1,0 л/га)	41,9	19,4	3,2	462,0
Мессидор, КС (0,75 л/га)	43,1	20,0	3,2	463,2

**Таблица 5 – Влияние регуляторов роста на урожайность зерна кормовых бобов (среднее, 2018–2019 гг.)**

Вариант	Урожайность, т/га зерна	Сохраненный урожай, т/га	Условный чистый доход, руб./га	Окупаемость дополнительных затрат, руб./руб.
Без применения регулятора роста	4,48	–	–	–
Архитект, СЭ (0,75 л/га)	5,09	0,61	156,3	3,0
Карамба турбо, КС (1,0 л/га)	5,07	0,58	102,8	1,9
Мессидор, КС (0,75 л/га)	5,12	0,64	184,3	4,1

Примечание – НСР<sub>05</sub>: 2018 г. – 0,30 т/га; 2019 г. – 0,34 т/га.

5. Куркина, Ю. Н. Повышение посевных качеств семян бобовых культур под действием регуляторов роста / Ю. Н. Куркина // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2009. – № 11 (66), вып. 9/2. – С. 10–13.
6. Кшникаткин, П. С. Приемы технологии возделывания кормовых бобов в условиях лесостепи среднего Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / П. С. Кшникаткин; Пензенский науч.-исслед. ин-т. с.-х. Россельхозакадемии. – Пенза, 2009. – 21 с.
7. Определитель фаз развития однодольных и двудольных растений по шкале ВВСН / Р. В. Супранович, С. В. Сорока, Л. И. Сорока. – Минск: Колорград, 2016. – 102 с.
8. Стебакова, Е. Н. Морфофизиологические параметры перспективного сорта бобов для ЦЧР РФ как цели селекции / Е. Н. Стебакова, А. В. Амелин // Вестник Орловского гос. аграр. ун-та. – 2012. – Т. 36. – № 3. – С. 51–55.
9. Тимошкин, О. А. Применение микроэлементов и регуляторов роста в технологии возделывания кормовых бобов / О. А. Тимошкин, П. С. Кшникаткин // Нива Поволжья. – 2009. – № 3. – С. 103–106.
10. Эль-Кар, И. А. Формирование и редукция органов плодоношения кормовых бобов в зависимости от условий возделывания: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / И. А. Эль-Кар; Белорус. с.-х. акад. – Горки, 1991. – 24 с.

УДК 633:11:632:4

## Сорт как фактор формирования устойчивого агроценоза пшеницы озимой в условиях западной лесостепи Украины

Г. Я. Биловус, кандидат с.-х. наук,  
О. А. Ващишин, О. Н. Пристацкая, научные сотрудники  
Институт сельского хозяйства Карпатского региона, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 12.11.2019 г.)

*Пшеница озимая – основная продовольственная культура, которая выращивается во всех почвенно-климатических зонах Украины. Культура поражается многими болезнями, преимущественно паразитарной природы. Их возбудителями являются грибы, бактерии, вирусы, нематоды. Борьба с болезнями связана с большими экономическими затратами и пестицидной нагрузкой на окружающую среду. Поэтому важнейшую роль в росте продуктивности этой культуры играет создание сортов, высокоурожайных и устойчивых к различным заболеваниям.*

*Наиболее распространенными болезнями в 2017–2018 гг. во время вегетации пшеницы озимой были септориоз листьев и пиренофороз. Установлено, что развитие септориоза листьев и пиренофороза на сорте Оберег Мироновский в среднем за годы исследований было соответственно в 1,8 и 1,5 раза ниже, чем на сорте Мудрость одесская.*

*В среднем за 2017–2018 гг. наибольшая урожайность получена при выращивании относительно устойчивого к болезням сорта Оберег Мироновский, которая на 0,4 т/га была выше, чем у сорта Мудрость одесская.*

*В условиях западной лесостепи Украины целесообразно выращивать сорта Оберег Мироновский и Водограй белоцерковский, которые имеют комплексную устойчивость к основным болезням и при этом гарантируют высокую урожайность зерна.*

### Введение

Производство зерна пшеницы озимой является одним из стратегических направлений укрепления экономики Украины, но в последние годы потенциал урожайности этой культуры не используется в полной мере в связи с поражением посевов фитопатогенами [1, 6, 11, 12, 14, 17]. Болезни пшеницы озимой значительно снижают урожайность и качество зерна. Потери валового сбора зерна от болезней ежегодно составляют 20–30 %, а в эпифитотийные годы – 50 % [2, 17–21].

Проблема защиты пшеницы озимой в современных условиях усложняется вследствие того, что специ-

*Winter wheat is the main food crop that is grown in all soil-climatic zones of Ukraine. Culture is affected by many diseases, mainly of a parasitic nature. Their pathogens are fungi, bacteria, viruses, nematodes. Disease control is associated with high economic costs and a pesticidal burden on the environment. Therefore, the creation of varieties of high-yielding and resistant to various diseases plays a crucial role in increasing the productivity of this crop.*

*The most common diseases in 2017–2018 during the growing season of winter wheat were: septoria of leaves, pyrenophorus. It has been established that the development of setoriosis of leaves and pyrenorosis in variety Obereg Mironovsky charm was, on average, 1,8 times less during the years of research and 1,5 times less than in s variety Mydrost' Odessa.*

*It should be noted that according to the results of our studies on average for 2017–2018 of the year the highest productivity was noted for growing relatively resistant to disease Obereg Mironovsky preserved and averaged 0,4 t/ha more than in variety Mydrost' Odessa.*

*In the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine, cultivars Obereg Mironovsky, Vodograi Belotserkovsky need to be grown, which have complex resistance to major diseases and at the same time guarantee high grain yield.*

ализация и интенсификация сельскохозяйственного производства ограничивают возможности применения профилактических мер, сдерживающих вредоносность фитопатогенов. В результате увеличивается использование пестицидов, которые обеспечивают прирост урожайности и могут уменьшить на длительное время вредоносность возбудителей болезней. Выращивание интенсивных сортов и соблюдение сортовой агротехники дают возможность существенно увеличить урожайность и повысить качество выращенной продукции [6, 7, 18–25].

В современных условиях возникла острая необходимость в обновлении и дополнении материалов

по оценке фитосанитарной ситуации и понимание процессов, происходящих в посевах зерновых культур. В то же время проведение диагностики и мониторинга патогенных организмов является обязательным условием для совершенствования самой системы защиты растений, в которой и в дальнейшем существенная роль остается за использованием химических средств. В процессе эволюции и выращивания пшеницы к ней приспособилось много возбудителей болезней, среди них доминирующее место принадлежит грибным микроорганизмам.

В посевах пшеницы озимой поражение растений и проявление заболеваний наблюдаются осенью, весной и летом, то есть в период интенсивного развития растений и формирования элементов продуктивности [2, 6–8, 15].

В связи с глобальными изменениями климата и потеплением особое значение приобретает отбор сортов для конкретных почвенно-климатических условий с высоким генетическим потенциалом продуктивности, зимостойкостью, устойчивостью к болезням и вредителям [2, 6, 8, 16, 17, 25].

Болезни листьев являются наиболее распространенным фактором потерь урожая озимых зерновых культур. Видовой состав возбудителей довольно разнообразен и динамичен в разные годы. Кроме того, проявление болезней во многом зависит от ряда факторов.

Во все фазы вегетации культуры опасно заболевание септориоз – возбудитель *Septoria tritici* Rob. et Desm. и относится к болезням, способным вызвать эпифитотию [2, 4, 5, 17, 18]. Вредоносность септориоза выражается в угнетении растений, уменьшении ассимиляционной поверхности, отставании в росте, преждевременном усыхании листьев и всего растения, щуплости зерна.

В Украине септориоз пшеницы распространен во всех зонах выращивания зерновых культур, особенно в лесостепи. Наибольшая вредоносность заболевания отмечается при поражении трех верхних листьев в период от начала колошения до цветения, что приводит к полному усыханию листьев. К фазе молочно-восковой спелости недобор урожая может достигать 40 %. Локальное развитие заболевания отмечается ежегодно, частота эпифитотий – пять лет из десяти.

В Украине также распространен пиренофороз пшеницы – возбудитель *Pyrenophora tritici-repentis* Ito. Однако диагностика заболевания связана с трудностями, потому что симптомы пиренофороза напоминают нетипичный септориоз. Во время вегетации возбудитель распространяется конидиями воздушно-капельным путем. Проявляется заболевание с обеих сторон листьев и листовых влагалищ пшеницы озимой и других злаковых культур в виде мелких одиночных или многочисленных пятен овальной или округлой формы, желтой или светло-коричневой окраски, диаметром 2–5 мм. В центре пятна эпидермис слегка приподнят. Со временем пятна разрастаются в продольном направлении, становятся темно-коричневыми, от 12 до 20 мм в длину, иногда принимают ромбовидную форму, обычно окаймленные зоной хлороза. По цвету в этот период они не отличаются от пятен при септориозе, но на них не образуются пикниды, являющиеся характерным признаком септориозной пятнистости. Пятна могут быть в виде полос, занимать треть или даже больше половины листовой поверхности. К концу сезона на пятнах, иногда после того как лист полностью засохнет, появляется оливково-бурый налет конидиального спороношения [2, 17]. В зависимости от развития заболевания потери урожая зерна могут

составлять от 20 до 50 %. Значительно снижается вес зерна и масса 1000 семян [2, 17].

Одним из наиболее эффективных и экологически безопасных способов защиты от болезней является выращивание устойчивых и слабовосприимчивых сортов пшеницы [7–10, 15, 19–21].

Целью нашей работы было изучение новых сортов пшеницы озимой на устойчивость к основным болезням и их продуктивность.

### **Объекты и методика исследований**

Изучение устойчивости новых сортов пшеницы озимой к основным болезням проводили в Институте сельского хозяйства Карпатского региона НААН в 2017–2018 гг.

В течение вегетационного периода осуществляли фенологические наблюдения за пшеницей озимой. Развитие болезней на сортах данной культуры определяли по общепринятым методикам [13].

Статистическая обработка полученных экспериментальных данных проведена методом дисперсионного анализа [3].

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

Погодные условия в весенне-летний период 2017 г. отвечали тенденциям последних лет, то есть наблюдалось уменьшение количества осадков и повышение температуры воздуха. В мае температура была близка к норме, а количество осадков было неравнозначным. Так, в I и II декадах наблюдалось их незначительное количество, а в III декаде осадков было на 21,3 мм больше нормы. Такие метеорологические условия способствовали развитию болезней. Развитие септориоза листьев в фазе выхода в трубку в зависимости от сорта составило от 4,5 до 10,5 % (таблица).

В фазе колошения наибольшее развитие данного заболевания отмечено на сорте Мудрость одесская (22,5 %). Следует отметить, что в фазе молочной спелости погодные условия способствовали развитию болезни, которое на исследуемых сортах составило от 15,0 до 27,5 % (таблица).

Повышение температуры воздуха способствует расширению ареала теплолюбивых фитопатогенных грибов в тех регионах, где они раньше не наносили ощутимого ущерба, а в частности, появлению и развитию пиренофороза. В III декаде мая температура была близка к норме, а количество осадков на 21,3 мм больше нормы, что способствовало появлению и развитию пиренофороза.

Устойчивых сортов к этому заболеванию во время вегетации пшеницы озимой не обнаружено, однако по степени развития болезни сорта в значительной степени отличались между собой. Развитие пиренофороза на исследуемых сортах в течение вегетационного периода 2017 г. составило: в фазе выхода в трубку – 5,0–9,0 %, в фазе колошения – 14,5–23,5 %, в фазе молочной спелости – 19,5–29,0 %. Наименьшее развитие данного заболевания отмечено на сорте Оберег Мироновский (19,5 %).

Погодные условия, сложившиеся во время вегетации пшеницы озимой в 2018 г., характеризовались неравномерным количеством осадков и неустойчивым температурным режимом, что в свою очередь повлияло на проявление и развитие основных болезней данной культуры. Развитие и распространение септориоза листьев на исследуемых сортах в основном определялись биологическими особенностями сортов и метеорологическими условиями. Погодные условия в весенне-летний период отвечали тенденциям последних лет, то есть уменьшение количества осадков и повышение темпера-

туры воздуха. В марте наблюдали температуру на 0,8 °C ниже нормы, количество осадков на 6,3 мм меньше нормы. Такие метеорологические условия способствовали развитию данной болезни. Развитие септориоза листьев в фазе выхода в трубку в зависимости от сорта составило от 1,5 до 4,0 % (таблица). В фазе колошения наибольшее развитие септориоза листьев наблюдали на сорте Мудрость одесская (7,0 %). Следует отметить, что в фазе молочной спелости погодные условия способствовали развитию болезни, и на исследуемых сортах она составила 14,0–24,5 %.

В 2018 г. во II декаде мая температура воздуха была в пределах нормы, а количество осадков на 1,8 мм больше, что способствовало проявлению и развитию пиренофороза. Устойчивых сортов к этому заболеванию в течение вегетации пшеницы озимой не обнаружено. Развитие болезни на исследуемых сортах в вегетационный период 2018 г. составило: в фазе выхода в трубку – 0,5–2,5 %, в фазе колошения – 2,5–6,5 %, в фазе молочной спелости – 11,5–19,0 %. В фазе молочной спелости наибольшее развитие данного заболевания отмечено на сорте Мудрость одесская (19,0 %), наименьшее – на сорте Оберег Мироновский (11,5 %) (таблица).

Согласно результатам наших исследований, на сорте Оберег Мироновский в годы исследований развитие септориоза листьев и пиренофороза было в среднем соответственно в 1,8 и 1,5 раза ниже, чем на сорте Мудрость одесская.

Погодные условия, сложившиеся во время вегетации пшеницы озимой в 2017 г. способствовали развитию растений пшеницы озимой. Урожайность изучаемых сортов в этом году составляла в зависимости от сорта 6,1–6,5 т/га.

Следует отметить, что, согласно результатам наших исследований, в среднем за 2017–2018 гг. самая большая урожайность получена при выращивании относительно устойчивого к болезням сорта Оберег Мироновский (рисунок), которая на 0,4 т/га оказалась выше, чем сорта Мудрость одесская.

Что касается структуры урожая, то для пшеницы озимой основными ее элементами являются: плотность продуктивного стеблестоя, озерненность колоса и выполненность зерна. Каждый из этих элементов под воздействием условий окружающей среды может меняться в большую или меньшую сторону. Это в свою очередь

влияет на крупность зерна. Невыполненное, щуплое и мелкое зерно имеет низкое качество, что является следствием воздействия неблагоприятных факторов внешней среды на растение (погодные условия, дефицит питательных элементов, поражение болезнями и повреждение вредителями).

Результаты наших исследований показали, что чем длиннее колос, тем больше зерен в колосе. Самый длинный колос оказался у растений сорта Оберег Мироновский с количеством зерен в колосе 48 шт., а самый короткий у растений сорта Мудрость одесская с числом зерен в колосе 34 шт. У сорта Оберег Мироновский соотношение элементов урожая оказалось лучшим, на что повлияли сортовые особенности и способность сорта активно использовать природно-климатические условия для роста и развития.

**Заключение**

Таким образом, по результатам проведенных исследований наиболее распространенными болезнями в 2017–2018 гг. во время вегетации пшеницы озимой были септориоз листьев и пиренофороз. Установлено, что на сорте Оберег Мироновский развитие септориоза листьев и пиренофороза в среднем за годы исследо-



Урожайность сортов пшеницы озимой

**Развитие септориоза листьев и пиренофороза на сортах пшеницы озимой**

Сорт	Развитие болезни, %					
	септориоз листьев			пиренофороз		
	фазы развития растений					
	выход в трубку	колошение	молочная спелость	выход в трубку	колошение	молочная спелость
<b>2017 г.</b>						
Водогра́й белоцерковский	6,5	15,5	20,5	7,0	14,5	22,0
Оберег Мироновский	4,5	12,5	15,0	5,0	14,5	19,5
Мудрость одесская	10,5	22,5	27,5	9,0	23,5	29,0
НСР <sub>05</sub>	1,4	1,8	2,2	1,6	2,4	2,0
<b>2018 г.</b>						
Водогра́й белоцерковский	2,5	5,0	19,5	1,0	4,5	15,0
Оберег Мироновский	1,5	3,5	14,0	0,5	2,5	11,5
Мудрость одесская	4,0	7,0	24,5	2,5	6,5	19,0
НСР <sub>05</sub>	1,2	1,6	1,6	1,4	2,2	2,2

ваний было соответственно в 1,8 и 1,5 раза ниже, чем на сорте Мудрость одесская. Согласно результатам исследований, при выращивании относительно устойчивого к болезням сорта Оберег Мироновский в среднем за 2017–2018 гг. получена самая высокая урожайность зерна пшеницы озимой.

В условиях западной лесостепи Украины нужно выращивать сорта Оберег Мироновский, Водограй белоцерковский, которые имеют комплексную устойчивость к основным болезням и при этом гарантируют высокую урожайность.

Внедрение устойчивых сортов является самым эффективным и экологически безопасным мероприятием улучшения фитосанитарного состояния агроценоза пшеницы озимой.

**Литература**

1. Бегей, С. В. Экологичне землеробство / С. В. Бегей, І. А. Шварвар. – Львів, 2007. – 432 с.
2. Грибні хвороби озимих зернових та заходи по обмеженню їх розвитку в умовах Лісостепу Західного / Г. Я. Біловус [та ін.] // Вісник Агрофорум. – 2019. – № 8 (103). – С. 13–22.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Джерела стійкості пшениці озимі до основних збудників грибних хвороб / О. Г. Афанасьєва [та ін.] // Захист і карантин рослин. – 2012. – Вип. 58. – С. 9–16.
5. Звягін, А. Ф. Селекційна цінність сортів озимі пшениці різного еколого-географічного походження для підвищення адаптивного потенціалу в умовах Східного Лісостепу України / А. Ф. Звягін, Н. І. Рябчун, О. Ю. Леонов // Селекція і насінництво. – 2009. – Вип. 97. – С. 137–144.
6. Землеробство ХХІ століття – проблеми та шляхи вирішення / В. Ф. Камінський [та ін.]. – Київ, 2015. – 272 с.
7. Исходный материал для селекции озимой мягкой пшеницы на групповую устойчивость к фитопатогенам. / Л. Т. Бабаянц [и др.] // Зб. наук. праць СГП. – 2007. – Вип. 9 (49). – С. 224–237.
8. Кулешов, А. В. Прогноз розвитку хвороб сільськогосподарських культур: навч. посібник / А. В. Кулешов; Харк. нац. аграр. ун-т. – Харків, 2014. – 209 с.
9. Крючкова, Л. О. Генетичні основи стійкості пшениці до грибних хвороб / Л. О. Крючкова, Л. М. Нежигай, Т. М. Чеченева // Физиология и биохимия культурных растений. – 2010. – Т. 42. – С. 202–209.

10. Лісовий, М. П. Імунологічна характеристика сортів озимі пшениці на стійкість щодо септоріозу і створення вихідного матеріалу / М. П. Лісовий, В. Я. Сабадин // Карантин і захист рослин. – 2004. – № 8. – С. 9–10.
11. Лихочвор, В. В. Озима пшениця / В. В. Лихочвор, Р. Р. Проць. – Львів, 2006. – 216 с.
12. Левитин, М. М. Защита растений от болезней при глобальном потеплении / М. М. Левитин // Защита и карантин растений. – 2012. – № 8. – С. 16–17.
13. Методи селекції і оцінки стійкості пшениці і ячменя к болезням в странах – членах СЭВ / Л. Т. Бабаянц [и др.]. – Прага, 1988. – 321 с.
14. Наш головний хліб / С. О. Трибель [та ін.] // Насінництво. – 2012. – № 11. – С. 9–18.
15. Олейников, Е. С. Прогноз розвитку хвороб листя пшениці озимі / Олейников Е. С. // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія». – 2017. – № 1–2. – С. 130–133.
16. Про деякі завдання аграрної науки у зв'язку із змінами клімату / М. І. Ромащенко [та ін.]. – Київ, 2003. – 96 с.
17. Ретьман, С. В. Плямистості озимі пшениці / С. В. Ретьман. – Київ, 2010. – 231 с.
18. Сабадин, В. Я. Септоріоз озимі пшениці. Видовий склад та фізіологічна спеціалізація / В. Я. Сабадин // Карантин і захист рослин. – 2004. – № 4. – С. 10–12.
19. Сабадин, В. Я. Стійкість сортів озимі пшениці до септоріозу та поширення його збудників у Правобережному Лісостепу / В. Я. Сабадин // Зб. Інститут землеробства УААН. – 2004. – С. 82–86.
20. Стійкість до хвороб і шкідників ярої м'якої пшениці різного еколого-географічного походження в умовах Північно-Східної частини Лісостепу / В. П. Петренкова [та ін.] // Генетичні ресурси рослин. – 2008. – № 5. – С. 160–168.
21. Трибель, С. О. Стійкі сорти: проблеми і перспективи / С. О. Трибель // Карантин і захист рослин. – 2005. – № 5. – С. 3–5.
22. Уліч, Л. Нові сорти озимі пшениці / Л. Уліч // Пропозиція. – 2004. – № 8–9. – С. 44–46.
23. Уліч, Л. Нова генерація сортів озимі пшениці / Л. Уліч // Пропозиція. – 2006. – № 7. – С. 46–49.
24. Федоренко, В. П. Чотири основоположних принципи. Неухильне їх дотримання за організації захисту зернових колосових культур дасть змогу успішно протистояти збудникам найшкідливіших захворювань / В. П. Федоренко // Захист рослин. – 2004. – № 1. – С. 3–4.
25. Bilovus G. Ya. Influence of meteorological conditions and varietal peculiarities on development of fungal diseases winter wheat / G. Ya. Bilovus // Збалансоване природокористування. – 2016. – № 1. – С. 76–80.

УДК 631.674.6:634.11:581.144.2

**Закономерности развития корневой системы яблони при разных режимах орошения**

*А. П. Шатковский, доктор с.-х. наук  
Институт водных проблем и мелиорации, Украина  
Ф. А. Минза, главный гидротехник  
Сельскохозяйственное общество с ограниченной ответственностью «Энограй»*

(Дата поступления статьи в редакцию 05.12.2019 г.)

*Целью исследований было определение биометрических параметров и особенностей развития корневой системы яблони на подвое М-9 при различных поливных режимах. Режимы орошения формировали с помощью автоматической интернет-станции влажности почвы iMetos ECO D2, тензиометров; метода «Penman-Monteith», визуальных наблюдений, а контрольным вариантом были богарные условия выращивания (без орошения). За период исследований были определены закономерности горизонтального и вер-*

*The purpose of the research was to determine the biometric parameters and features of the development of the root system of apple on the rootstock M-9 under different watering regimes. Modes were formed using: the iMetos ECO D2 automatic Internet station for soil moisture, tensiometers; Penman-Monteith method, visual observations, and the control option were rainfed growing conditions (without irrigation). During the period of researches (2017) it was determined: patterns of horizontal and vertical root propagation, depth and width of root formation zone, mass of root*

тикального распространения корней, глубина и ширина зоны корнеобразования, масса корневой системы в слоях почвы, средняя длина корней, показатель ветвления, коэффициенты обслуживания и производительности корневой системы.

### Введение

От развития и функционирования фундамента плодовых растений – корневой системы – зависит их состояние, жизнедеятельность и урожайность. Способность корня растений поглощать и накапливать влагу, элементы питания неоднократно доказана.

Одним из основных факторов влияния на формирование и функционирование корневой системы является водный режим почвы, который в орошаемых условиях обуславливается совокупностью сроков, норм и количеством поливов – режимом орошения [1]. Формирование оптимального режима орошения зависит от биологических особенностей культур и специфики их водопотребления, погодных условий вегетационного периода, свойств почвы и т. п. Постоянство обеспечения в вегетационный период корневой системы растений водой в засушливых климатических условиях гарантирует нормальный ход процессов их жизнедеятельности и развития [2].

Определение закономерностей роста и размещения корневой системы, влияния орошения на специфику распространения корней дает возможность контролировать процессы развития растений [3].

Скороплодные и высокопродуктивные сорта плодовых деревьев, интродуцированные на карликовых клоновых подвоях, выращивают в садах интенсивного типа. Корневая система таких многолетних насаждений занимает незначительный, ограниченный объем почвы (до 0,1 м<sup>3</sup>), что в 2–3 раза меньше, чем в сильнорослых семечковых садах [4]. В связи с этим эффективное использование системы капельного орошения (СКО), без которой невозможно ведение садоводства такого типа, предполагает тщательное изучение параметров и характеристик развития корневой системы плодовых деревьев [5]. Определение факторов, которые позволяют максимально использовать результативные возможности капельного орошения, является основанием для проведения соответствующих исследований [6].

Таким образом, существовала необходимость проведения исследований по определению биометрических показателей и установления закономерностей развития корневой системы яблони на подвое М-9 при различных режимах капельного орошения в условиях степи Украины.

Изучение развития и размещения корневой системы растений активно осуществляли в 50–60-е годы прошлого века разными методами, в том числе с применением отмывания монолитов, проведением количественного учета и измерения корней, методами «отмывания траншеи», полной раскопки и т. д. [7, 8, 9]. Доказано, что определение характеристик и параметров корневой системы, которая формируется при орошении растений, позволяет влиять на направления развития плодовых культур [3, 10].

Последние исследования по изучению характеристик корневой системы растений в условиях капельного орошения касались овощных и других пропашных культур [11, 12, 13]. Также исследовали влияние агротехнологических операций на развитие корней многолетних насаждений, не связывая с определением оптимального метода назначения режима орошения [14]. То есть, специфика развития корневой системы яблони при капельном орошении изучена недостаточно.

*system in soil layers, average root length, ramification indicator, coefficient service and coefficient productivity root system.*

Цель данного исследования – определение биометрических параметров и закономерностей развития корневой системы яблони на подвое М-9 при различных режимах капельного орошения.

### Условия и методика исследований

Исследование корневой системы яблони проводили в течение 2017 г. в производственных условиях яблоневого сада интенсивного типа (схема 4 × 1 м) 2010 г. посадки, который территориально размещен в с. Софиевка Белозерского района Херсонской области. Почва исследовательского участка – темно-каштановая среднесуглинистая на лессах. В СКО использована многолетняя капельная трубка типа «АКВАГОЛ» 16/35 с расстоянием между водовыпусками 0,5 м, расходом капельниц – 1,6 дм<sup>3</sup>/ч.

Для изучения закономерностей развития и параметров корневой системы яблони на подвое М-9, для ее количественного учета, применяли общепринятые методики: «свободный монолит» и полную раскопку [5, 7, 8, 9].

Различные режимы капельного орошения формировали в 5 вариантах с помощью автоматической интернет-станции влажности почвы iMetos ECO D2 (датчики типа Echo Probe 200 SS) [15], тензиометров типа ВВТ-II, расчетного метода суммарного водопотребления «Penman-Monteith» и визуальных наблюдений. Контрольным вариантом были богарные условия выращивания (без орошения).

### Результаты исследований и их обсуждение

Для определения параметров корневой системы яблони согласно методикам были получены экспериментальные данные о крупных, средних и мелких корнях в соответствующих зонах распространения в разрезе различных режимов орошения (таблица 1).

Наибольшая суммарная длина определена у мелких корней в горизонтальном распространении при режиме орошения с назначением поливов с помощью станции влажности почвы iMetos ECO D2 – 8,73 м. Наименьший параметр у мелких корней вертикального распространения в контрольном варианте – 1,36 м, а с поливным режимом – у мелких корней вертикального распространения с визуальным назначением сроков полива – 2,42 м.

Распределение корневой системы яблони между вертикальным и горизонтальным направлением распространения в зависимости от режима капельного орошения приведены в таблице 2.

По результатам исследований количество корней зафиксировано:

- максимальное – в горизонтальном распространении корней в варианте с назначением поливов с помощью станции влажности почвы iMetos ECO – 83 шт.;
- минимальное – в вертикальном распространении корней в контроле – 32 шт., а с поливным режимом – у мелких корней вертикального распространения в варианте с визуальным назначением сроков полива – 40 шт.

На участках с капельным орошением преобладало горизонтальное распространение корней в 1,4–1,8 раза. Без орошения, наоборот, вертикальное распространение

**Таблица 1 – Параметры корневой системы яблони на подвое М-9 в зависимости от режимов капельного орошения**

Параметры корневой системы	Режим орошения				Без орошения
	iMetos	тензиометры	Penman-Monteith	визуально	
Длина больших вертикальных корней, м	3,40	3,35	3,85	2,60	2,90
Длина больших горизонтальных корней, м	5,05	5,10	4,55	3,45	2,50
Длина средних вертикальных корней, м	2,60	2,50	3,23	3,62	3,79
Длина средних горизонтальных корней, м	3,15	3,28	3,60	4,34	1,55
Длина мелких вертикальных корней, м	3,60	3,07	3,06	2,42	1,36
Длина мелких горизонтальных корней, м	8,73	6,68	6,04	5,05	2,94
НСР <sub>0,5</sub>	0,32	0,28	0,26	0,25	0,20

**Таблица 2 – Распределение корней в вертикальном и горизонтальном направлении корневой системы яблони в зависимости от режима капельного орошения**

Количественные параметры	Режим орошения				Без орошения
	iMetos	тензиометры	Penman-Monteith	визуально	
Количество корневых окончаний в вертикальном направлении, шт.	47	43	49	40	32
Количество корневых окончаний в горизонтальном направлении, шт.	83	73	70	62	36
Общее количество корневых окончаний, шт.	130	116	119	102	68

корней больше в 1,2 раза горизонтального направления распространения.

Данные измерений параметров размещения корневой системы яблони в слоях почвы в зависимости от метода назначения сроков полива приведены в таблице 3. Параметры корневой системы яблони на орошаемых участках превышают контрольный вариант в 1,2–3,2 раза. В том числе, на участке с назначением поливов с помощью интернет-станции глубина и ширина размещения корней превышает в 1,6 раза, а их суммарная длина – в 1,8 раза.

Результаты исследований по размещению основной массы корней яблони приведены в таблице 4.

Таким образом, экспериментально доказано, что при капельном орошении более 74 % корневой системы размещается в слое почвы до 40 см. Удельный вес послонной массы корневой системы яблони в этом слое почвы при любом методе назначения сроков поливов более чем в 1,5 раза превышает этот показатель на участке с естественным увлажнением.

В слое почвы 0–40 см также зафиксировано максимальное насыщение физиологически активных корневых ответвлений. Посредством сопоставления формы контуров зоны увлажнения почвы (до 52 см) и параметров размещения корневой системы установлено их соответствие.

Значения параметров, рассчитанные на основании линейных измерений размещения корневой системы яблони при капельном орошении в зависимости от режимов орошения, систематизированы в процессе проведения исследований и приведены в таблице 5.

### Заключение

По результатам проведенных исследований установлены следующие закономерности развития и параметры

корневой системы (КС) яблони на подвое М-9 в зависимости от режимов капельного орошения:

- КС занимает незначительный объем почвы (от 0,1 до 0,2 м<sup>3</sup>);
- КС имеет достаточно поверхностную структуру залегания;
- КС подвержена ветвлению, имеется значительное количество боковых и дополнительных корневых ответвлений;
- основной скелетный корень развит достаточно (усреднённые характеристики отдельных элементов: длина – до 1,2 м, диаметр – до 28 мм, масса – около 0,7 кг), что позволяет дереву укрепиться в почве в более устойчивом положении;
- наибольшая доля (от 77 до 79 %) физиологически активных корневых ответвлений находится в области штамба в слое 0–40 см;
- основная масса КС (от 74 до 82 %) находится на глубине до 40 см.

Поэтому вариант без орошения (контроль) существенно отличается от орошаемых вариантов. В первую очередь, он характеризуется мощным основным скелетным корнем, незначительной разветвленностью и слабо развитыми обрастающими и впитывающими корнями. Параметры корневой системы неполивных яблонь во всех слоях почвы практически не отличаются, специфика размещения (до и более 40 см) по суммарной длине и массе составляет около 50 %. Таким образом, подтверждена необходимость обязательного орошения яблоневого сада интенсивного типа.

Рекомендуется учитывать установленные параметры размещения и развития корневой системы яблони на подвое М-9 при проектировании и эксплуатации СКО интенсивных насаждений. Из методов назначения сроков полива более эффективным, с точки зрения характери-

Таблиця 3 – Параметри розміщення корневої системи яблони в шарах ґрунту в залежності від режиму крапельного зрошення

Биометрические параметры	Режим орошения				Без орошения
	iMetos	тензиометры	Penman-Monteith	визуально	
Глубина размещения корневой системы максимальная, м	1,22	1,15	1,03	0,91	0,76
Ширина размещения корневой системы максимальная, м	2,14	2,08	1,89	1,82	1,36
Длина корней в слое ґрунту 0–20 см, м	14,64	14,60	12,72	10,37	4,56
Длина корней в слое ґрунту 21–40 см, м	8,52	5,64	8,81	7,60	3,07
Длина корней в слое ґрунту більше 40 см, м	3,37	3,74	2,80	3,50	7,41
Всього довжина коренів, м	26,53	23,98	24,33	21,48	15,04

Таблиця 4 – Послойная масса корней яблони в залежності від режиму зрошення

Масса корней	Режим орошения				Без орошения
	iMetos	тензиометры	Penman-Monteith	визуально	
Масса корней в слое ґрунту 0–20 см, г	3721	3848	3596	2493	765
Масса корней в слое ґрунту 21–40 см, г	1312	1078	1619	1300	429
Масса корней в слое ґрунту більше 40 см, г	1243	1341	1184	1326	1151
Масса корней всего, г	6276	6267	6398	5119	2345

Таблиця 5 – Параметри корневої системи яблони в залежності від режиму зрошення

Показатель	Режим орошения				Без орошения
	iMetos	тензиометры	Penman-Monteith	визуально	
Средняя длина корней (корневой коэффициент), м	0,204	0,207	0,205	0,2106	0,2212
Показатель ветвления, шт./м	4,90	4,840	4,890	4,750	4,520
Кoefficient обслуговування	0,40	0,409	0,566	0,545	1,966
Кoefficient продуктивності корневої системи, кг/дм <sup>2</sup>	0,077	0,072	0,0614	0,0697	0,029

стики корневої системи і її розвитку, визначено метод з використанням автоматичної інтернет-станції вологості ґрунту iMetos ECO D2.

#### Література

- Зрошення. Мікрозрошення. Терміни та визначення основних понять: ДСТУ 7704:2015. – Введ. 2016–08–01. – Київ: Держспоживстандарт України, 2015. – 18 с. (Національні стандарти України).
- Величко, Л. Н. Практикум з фізіології рослин / Л. Н. Величко, А. С. Меркушина, Л. В. Чорна. – Умань, 2006. – 108 с.
- Яковлев, С. О. Коренева система сільськогосподарських культур при зрошенні / С. О. Яковлев // Зрошення. Наукові праці УкрНДГІМ. – Вип. 81/7. – К.: Державне видавництво с.-г. літератури, 1962. – С. 40–45.
- Рекомендації щодо технології вирощування зерняткових садів на клонових підщепах за краплинного зрошення в умовах Лісостепу України / За ред. М. І. Ромащенко, С. В. Рябкова. – К: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2012. – 72 с.
- Рожков, В. А. Методи изучения корневых систем растений в поле и лаборатории: учебно-методическое пособие / В. А. Рожков, И. В. Кузнецова, Х. Р. Рахматулов. – 2-е изд. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – 51 с.
- Мікрозрошення. Краплинне зрошення плодових культур. Загальні вимоги та методи контролювання: ДСТУ 7594:2014. – Введ. 2014–12–02. – Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. – 5 с. (Національний стандарт України).
- Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / За ред. Бондаренка Г. Л., Яковенка К. І. – Харків: Основа, 2001. – 369 с.
- Станков, Н. З. Методи і прийоми изучения корневої системи рослин в польових умовах / Н. З. Станков // Бюлетень географічної мережі спостережень з удобреннями. – № 1. – М.: ВІУА, 1957. – С. 11–17.
- Тарановская, М. Г. Методи изучения корневых систем / М. Г. Тарановская. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 109 с.
- Кружилин, А. С. Биологические особенности орошаемых культур / А. С. Кружилин. – М.: Сельхозиздат, 1954. – 383 с.
- Шатковский, А. П. Обґрунтування елементів технології мікрозрошення моркви в умовах півдня України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.02 / А. П. Шатковский. – Київ: УАН. Ін-т гідротехніки і меліорації, 2007. – 18 с.
- Шатковский, А. П. Наукові основи інтенсивних технологій краплинного зрошення просяних культур в умовах степу України: дис. д-ра с.-г. наук: 06.01.02 / А. П. Шатковский. – Київ, 2016. – 496 с.
- Ромащенко, М. І. Краплинне зрошення овочевих культур і картоплі в умовах Степу України / М. І. Ромащенко, А. П. Шатковский, С. В. Рябков. – К.: Видавництво «ДІА», 2012. – 248 с.
- Гулько, Б. Архітектоніка корневої системи яблуні на клонових підщепах у саду / Б. Гулько, В. Гулько // Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агронімія. – 2014. – № 18. – С. 224–227.
- iMetos-ECO-D2. A reliable and cost-effective solution for Soil Moisture monitoring, Rain, Water level and Irrigation Management [Electronic resource]. – Mode of access: <http://metos.at/page/en/products/2/iMetos-ECO-D2>. – Date of access: 03.05.2015.

## Энергоэффективность как механизм, обеспечивающий прогресс на пути к достижению целей устойчивого развития

Е. М. Ходько, кандидат с.-х. наук, А. С. Ходько, магистрант  
Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого

(Дата поступления статьи в редакцию 12.11.2019 г.)

*В статье рассматривается ключевая проблема современности – рациональное и эффективное использование имеющихся в стране природных ресурсов, в частности топливно-энергетических. Возможность решения ее на базе концепции энергосбережения.*

*Анализируется современное состояние на пути совершенствования энергопотребления, который необходимо пройти до 2030 г. Показана ведущая роль энергосберегающих мероприятий по повышению энергетической безопасности и независимости Беларуси.*

### Введение

В настоящее время особую роль и приоритетность в развитии мировой и национальных экономик приобретают направления достижения целей устойчивого развития (ЦУР). Достижение устойчивости развития мирового сообщества невозможно без осознания правительством каждой страны и каждым человеком важности успешного решения в ближайшей перспективе тех проблемных вопросов, которые обозначены мировым сообществом в рамках ЦУР, в том числе целей по рациональному и эффективному использованию имеющихся ресурсов, прежде всего топливно-энергетических.

Приоритеты развития Республики Беларусь в области энергосбережения закреплены в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития на период до 2030 г. (НСУР-2030) и Программе социально-экономического развития на 2016–2020 гг., а также других программных документах [1, 2].

### Основная часть

Для страны, не обладающей достаточными запасами топливно-энергетических ресурсов и импортирующей их в объеме более 85 % от собственной потребности, повышение уровня энергетической безопасности является одной из важнейших задач экономики.

В целях укрепления энергетической безопасности и энергетической независимости Республики Беларусь, снижения уровня использования природного газа в качестве энергоресурса при производстве электрической и тепловой энергии (в 2015 г. – доля 60 %), диверсификации топливно-энергетического баланса республики и снижения энергоемкости ВВП осуществляется планомерная и эффективная политика энергосбережения. Уже более 25 лет уполномоченным республиканским органом государственного управления в сфере энергосбережения и развития возобновляемых источников энергии является Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь.

С 1993 по 2018 г. происходило активное развитие законодательства в области энергосбережения, энергоэффективности и возобновляемой энергетики. В частности, был принят ряд нормативных актов, особое значение среди которых имеет новый Закон «Об энергосбережении» 2015 г. Закон устанавливает энергосбережение в качестве приоритета государственной политики в формировании экоэффективного производственного сектора. Законом регулируются отношения, возникающие в процессе де-

*The article considers the key problem of our time – the rational and efficient use of the country's natural resources, in particular fuel and energy. The possibility of solving it on the basis of the concept of energy conservation.*

*The current situation on the way to improve energy consumption, which must be completed before 2030, is analyzed. The leading role of energy-saving measures to improve energy security and independence of Belarus is shown.*

ятельности административно-территориальных единиц Республики Беларусь юридическими и физическими лицами, в целях повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов [3].

Основополагающие принципы экономии и бережливости, соответствующие принципам «зеленой» экономики, закреплены в Директиве Президента Республики Беларусь от 26 января 2016 г. № 3 «О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства» [4]. Обновленной Директивой предусмотрены следующие основные мероприятия, которые должны повысить уровень энергетической безопасности страны.

1. *Обеспечение планомерной диверсификации экспорта* для достижения равного распределения экспортных поставок между тремя рынками: Евразийского экономического союза, Европейского союза и иных стран, в том числе – «дальней дуги», которое к 2020 г. должно составить соотношение треть – треть – треть. Это позволит сбалансировать внешнюю торговлю Республики Беларусь, освоить новые рынки сбыта и закрепиться на них, сократить риск зависимости экономического роста страны от роста отдельных стран – торговых партнеров.

2. *Создать условия для наращивания выпуска инновационной и высокотехнологичной продукции, созданной с использованием технологий V и VI технологических укладов.* Этому должно способствовать:

- обеспечение ускоренного развития Парка высоких технологий, китайско-белорусского индустриального парка «Индустриальный парк «Великий камень», научно-технологических парков в качестве площадок для организации инновационных и высокотехнологичных производств, основанных на технологиях V и VI технологических укладов;
- внедрение в практику управления и хозяйствования новых для нашей страны форм интеграции науки, образования и производства на базе организаций всех форм собственности (кластеры, технологические платформы и др.).

3. *Обеспечить кардинальное изменение качества управления промышленным комплексом страны в целях поступательного приближения к европейскому уровню производительности труда.* В связи с этим предусмотрено:

- дальнейшее структурное реформирование отраслей промышленности путем создания холдингов, производственных и научно-производственных объединений;

- проведение системной работы в промышленных организациях по снижению всех видов затрат на производство продукции.

4. *Обеспечить повышение уровня энергетической безопасности страны.* В этих целях предусмотрено оценку энергетической безопасности страны осуществлять на основе индикаторов энергетической безопасности. В качестве важнейшего индикатора экономической безопасности в энергетической сфере определен показатель «отношение объема производства (добычи) первичной энергии к объему валового потребления топливно-энергетических ресурсов».

В топливный баланс страны необходимо максимально вовлекать собственные ТЭР, в том числе возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Доля первичной энергии в потреблении ТЭР к 2020 г. должна составить не менее 16 %, доля из возобновляемых источников – не менее 6 %.

Снижению рисков и предотвращению кризисных ситуаций в энергообеспечении должно способствовать также сокращение к 2022 г. уровня выбросов парниковых газов после ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС до 7 млн т в год в результате замещения в топливном балансе страны до 5 млрд куб. м импортируемого природного газа.

В соответствии с НСУР-2030 основной задачей в повышении эффективности использования топливно-энергетических ресурсов является максимальное приближение Республики Беларусь к развитым странам по уровню энергоемкости валового внутреннего продукта, как главного энергетического критерия развития экономики страны. С учетом структуры экономики, ее технико-технологического уровня, практическое решение поставленной задачи возможно путем обеспечения роста ВВП при одновременно незначительном увеличении потребления топливно-энергетических ресурсов. Возможность такого пути развития основывается на имеющемся в стране значительном потенциале энергосбережения, реализация которого требует научно-технического переоснащения экономики страны. НСУР-2030 предусматривает конкретные механизмы в этом направлении:

- структурная перестройка экономики, направленная на развитие менее энергоемких производств, существенное расширение сферы услуг, замену продукции с большим удельным весом энергетической составляющей на менее энергоемкую;
- внедрение современных энергоэффективных технологий, энергосберегающего оборудования, приборов и материалов, развитие электромобилей и гибридных автомобилей;
- совершенствование организационной структуры энергосбережения;
- повышение уровня энергоэффективности методами стандартизации;
- совершенствование систем учета и контроля энергоресурсов и энергопотребления, в том числе охват потребителей электрической энергии «умными» счетчиками;
- совершенствование экономических, организационных механизмов стимулирования энергосбережения;
- энергоэффективное строительство и тепловая модернизация существующих зданий;
- совершенствование энергетического обследования организаций, развитие энергосервисной деятельности;
- проведение экспертизы проектов на энергоэффективность.

Решение комплекса задач по развитию ТЭК и энергосбережению позволит создать стабильные условия его работы, обеспечить энергетическую безопасность страны

и снизить энергоемкость ВВП с 340 кг усл. т./млн руб. в 2015 г. до 220 кг усл. т./млн руб. к 2030 г. (в ценах 2005 г.). Показатель энергетической самостоятельности Беларуси должен достигнуть в 2030 г. 18 % (49 % – в 2011 г.).

В настоящее время в Беларуси реализуется уже пятая государственная программа в области энергосбережения. За весь период реализации таких программ сэкономлено 24 млн т условного топлива (млн т усл. т.).

Так, в результате реализации энергосберегающих мероприятий четвертой Республиканской программы энергосбережения на 2011–2015 гг. экономия топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) составила 7,79 млн т усл. т. при задании 7,10–8,85 млн т усл. т. [5].

Доля местных ТЭР в котельно-печном топливе (далее – КПТ) увеличилась с 20,7 % в 2010 г. до 29,5 % в 2015 г.

В структуре местных ТЭР (без учета тепловых вторичных энергоресурсов) доля возобновляемых источников энергии (ВИЭ) составила около 46 %. В структуре ВИЭ доля щепы увеличилась с 12,8 % в 2010 г. до 22,7 % в 2014 г. Доля электроэнергии, выработанной на гидро-, ветро- и солнечных электростанциях, составляла в 2010 г. 0,1 % от объема производства электрической энергии, в 2014 г. – 0,7 %.

Государственной программой «Энергосбережение» на 2016–2020 гг. (далее – Госпрограмма) определены следующие стратегическими цели деятельности в области энергосбережения на период до 2021 г.:

- сдерживание роста валового потребления ТЭР при экономическом развитии страны;
- дальнейшее увеличение использования местных ТЭР, в том числе возобновляемых источников.

Сводными целевыми показателями Госпрограммы являются:

- снижение энергоемкости ВВП к 2021 г. не менее чем на 1,6 % к уровню 2015 г.;
- достижение к 2021 г. отношения объема производства (добычи) первичной энергии к валовому потреблению ТЭР (далее – доля местных ТЭР в валовом потреблении ТЭР) не менее 16 %.

Для достижения сводных целевых показателей Госпрограммы разработаны подпрограммы: «Повышение энергоэффективности» и «Развитие использования местных топливно-энергетических ресурсов, в том числе возобновляемых источников энергии».

Подпрограммы содержат следующие целевые показатели в целом по республике:

- объем экономии ТЭР за пять лет в период 2016–2020 гг. – 5 млн т усл. т.;
- доля местных ТЭР в валовом потреблении ТЭР в 2020 г. должна составить 16 %, в том числе доля ВИЭ в валовом потреблении ТЭР – 6 %.

Значения сводных целевых показателей определены с учетом планируемых объемов и структуры ВВП, объемов импорта электрической энергии, ввода Белорусской АЭС и других показателей экономического развития.

В соответствии с подпрограммой «Повышение энергоэффективности» дальнейшее повышение энергоэффективности запланировано обеспечить за счет внедрения современных энергоэффективных технологий; энергосберегающего оборудования и материалов во всех отраслях экономики и отдельных технологических процессах; структурной перестройки экономики, направленной на развитие менее энергоемких производств; активизации работы по популяризации энергосбережения и рационального использования ТЭР.

Выявление резервов экономии ТЭР будет осуществляться путем проведения энергетических обследований

(аудитов), мониторинга потребления ТЭР в организациях республики.

Повышение энергетической самостоятельности должно осуществляться с учетом максимального вовлечения в топливный баланс местных ТЭР, прежде всего ВИЭ.

В республике основной упор сделан на расширение использования древесного топлива. Это связано с наименьшими объемами капиталовложений, небольшими сроками окупаемости в сравнении с другими видами возобновляемых источников энергии, созданными производными на древесной биомассе, обеспеченностью лесного комплекса страны современной техникой для выполнения лесозаготовительных работ, в том числе производства топливной щепы.

Проведенный в республике комплекс работ позволяет делать ставки и на увеличение доли энергии ветра для производства электроэнергии.

С учетом климатических условий, основными направлениями использования энергии солнца были преимущественно гелиоводонагреватели и различные гелиоустановки для интенсификации процессов сушки и подогрева воды в сельскохозяйственном производстве и бытовых целях. В настоящее время, в связи со значительным снижением стоимости фотоэлектрических панелей, в перспективе прогнозируется значительный рост внедрения фотоэлектрических станций.

В соответствии с подпрограммой «Развитие использования местных топливно-энергетических ресурсов, в том числе возобновляемых источников энергии» определены основные направления дальнейшего развития использования местных топливно-энергетических ресурсов:

- создание энергоисточников, использующих местные виды топлива (древесное и торфяное топливо, горючие отходы), тепловой мощностью около 600 МВт;
- расширение производства и использования новых видов топлива, получаемых из биомассы, в том числе за счет:
  - внедрения технологий газификации биомассы, предполагающих переработку древесных отходов;
  - создания новых производств по изготовлению древесных гранул (пеллет), древесных и смешанных брикетов с древесным топливом;
  - разработки и внедрения новых передовых технологий использования биомассы (во многих странах мира биомасса используется не только для производства тепловой и электрической энергии, но и производства биоэнергии);
- совершенствование инфраструктуры по заготовке и транспортировке древесного топлива, направленной на снижение затрат на заготовку, транспортировку и хранение энергетической биомассы, повышение ее эксплуатационных характеристик;
- создание в организациях жилищно-коммунального хозяйства мощностей по производству топлива из твердых коммунальных отходов (RDF-топливо) и его использование в технологии производства цемента;
- увеличение использования торфяного топлива на цементных заводах;
- создание биогазовых установок на очистных сооружениях и полигонах захоронения твердых коммунальных отходов, в сельскохозяйственных организациях, занимающихся производством крупного рогатого скота, свиней и птицы, суммарной электрической мощностью не менее 30 МВт;
- увеличение выработки электрической и тепловой энергии за счет использования энергии естественного движения водных потоков, ветра, солнца за счет:

- сооружения новых гидроэлектростанций суммарной электрической мощностью около 80 МВт, в том числе восстановления ранее выведенных из эксплуатации малых ГЭС;
- внедрения фотоэлектрических станций суммарной электрической мощностью не менее 250 МВт и отдельных фотоэлектрических модулей для электроснабжения обособленного потребляющего оборудования;
- увеличения использования гелиоводонагревателей и различных гелиоустановок для интенсификации процессов сушки продукции и подогрева воды в сельскохозяйственном производстве и для бытовых целей;
- ввода в эксплуатацию ветроэнергетических установок суммарной электрической мощностью не менее 200 МВт;
- обеспечения реализации комплексного подхода при энергоснабжении агрогородков за счет использования местных ТЭР, в том числе ВИЭ;
- отработки технологий комбинированного использования ВИЭ, а также технологий компенсации неравномерности выдачи мощности генерирующими объектами на основе энергии ветра и солнца;
- увеличения использования отечественных материалов и оборудования при внедрении ВИЭ в целях снижения стоимости их строительства и повышения эффективности функционирования;
- совершенствования нормативной, правовой, технической и методической документации в области использования местных ТЭР, в том числе ВИЭ;
- обеспечения доступности информации о формировании и реализации мероприятий по развитию возобновляемой энергетики.

Реализация поставленных Госпрограммой целей позволит республике выйти еще на более высокие рубежи энергоэффективности, приблизившись вплотную по этому показателю к большинству развитых стран.

Энергетическая безопасность страны является одним из важнейших компонентов ее национальной безопасности. Сегодня вся страна работает на обеспечение выполнения индикаторов Концепции энергетической безопасности:

- «отношение объема производства (добычи) первичной энергии к валовому потреблению ТЭР»: в 2020 г. этот показатель должен составить 16 %, в 2030 – 18 и в 2035 г. – 20 % (в 2015 г. – 14 %);
- «отношение объема производства первичной энергии из возобновляемых источников к валовому потреблению ТЭР» должно вырасти до 6 % в 2020 г., 8 – к 2030 г. и до 9 % – к 2035 г. (в 2015 г. – 5 %).

Системная работа в сфере энергосбережения позволила достичь значительных результатов. Так, еще в 1990 г. Беларусь была одной из самых энергоемких республик СССР. Однако принятые правительством меры и целенаправленно реализуемая политика в значительной степени преопределили устойчивую тенденцию по снижению энергоемкости ВВП Беларуси до 0,16 т нефтяного эквивалента на 1 тыс. долл. США (2018 г.) против 0,56 т нефтяного эквивалента на 1 тыс. долл. США в 1990 г., то есть в 3,5 раза. В настоящее время Республика Беларусь достигла уровня аналогичного показателя таких развитых стран со сходными климатическими условиями, как Канада и Финляндия.

Вместе с тем энергоемкость ВВП в Республике Беларусь в 1,5–2 раза превышает аналогичный показатель экономически развитых стран и в 1,5 раза – стран Организации экономического сотрудничества и развития.

Беларусь имеет одно из самых низких в Европе значений углеродоемкости энергетической системы – около 0,3 т в эквиваленте CO<sub>2</sub> на производство 1 МВт·ч тепловой и электрической энергии (2015 г.), приблизившись по показателю эффективности использования установленной мощности к таким странам, как Япония и США, что стало возможным благодаря эффективной реализации мер с относительно низкими предельными затратами. Так, за 1995–2005 гг. на мероприятия по энергоэффективности, энергосбережению и внедрению возобновляемых источников энергии тратилось в среднем 1,6 % от ВВП; в 2006–2010 гг. эти инвестиции составляли уже 3,4 % от ВВП; в 2011–2015 гг. – 5 %. Доля государственных бюджетных средств в этих инвестициях составляла не менее 30 % [7].

Республика Беларусь стала участницей Парижского соглашения, принятого на 21-й сессии Конференции Сторон Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата в г. Париже 12 декабря 2015 г., подписанного 22 апреля 2016 г. Согласно Парижскому соглашению, всем странам следует принять стратегию долгосрочного развития с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. Основной целью стратегии является достижение баланса (равенства) между выбросами и поглощением парниковых газов.

В целях предотвращения опасного изменения климата Беларусь приняла обязательство обеспечить к 2030 г. сокращение выбросов парниковых газов не менее чем на 28 % от уровня 1990 г.

Проблема резкого изменения климата, вызванная на 90 % антропогенными выбросами парниковых газов, уже стала главной заботой мирового сообщества. К основным парниковым газам (ПГ) отнесено шесть: двуокись углерода, метан, закись азота, гидрофторуглероды, перфторуглероды, гексафторид серы. Их относительную «вредность» определяют, сопоставляя такой показатель, как эффект глобального потепления, представляющий собой коэффициент пересчета парникового эффекта 1 т того или иного ПГ в количество т CO<sub>2</sub>, называемый CO<sub>2</sub>-эквивалентом.

В таблице 1 представлена динамика изменения выбросов ПГ в Беларуси за период 2000–2015 гг. [8, 9, 10]. Основными источниками выбросов ПГ являются следующие сектора: энергетика; промышленность, использование растворителей; сельское хозяйство; землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство;

отходы. Такая категория, как землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство одновременно является источником удаления ПГ из атмосферы за счет поглощения растительностью.

Общий объем выбросов ПГ с 2000 по 2015 г. увеличился с 79,2 до 90,2 млн т CO<sub>2</sub>-эквивалента в год без учета поглощения углекислого газа и с 48,4 до 62,7 млн т CO<sub>2</sub>-эквивалента – с учетом поглощения, причем увеличение выбросов произошло во всех секторах экономики Беларуси.

В структуре выбросов ПГ по секторам экономики вклад энергетического сектора в общее количество выбросов парниковых газов составляет 61–66 %. Основным ПГ является диоксид углерода (таблица 2). В общей структуре выбросов ПГ в энергетике его доля составляет более 96 %.

Для выполнения Парижского соглашения выбросы CO<sub>2</sub> в Беларуси к 2030 г. не должны превышать 74 млн т (по итогам 2015 г. показатель составил 62,7 млн т).

Это возможно посредством существенного увеличения ввода домов с низким удельным расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию, внедрения низко- и безуглеродных технологий с акцентом на внедрение IT-технологий, применении технологий аккумулирования электрической энергии, цифровизации в отраслях народного хозяйства и стремительного перехода на электротранспорт.

Таким образом, для выполнения международных обязательств по Парижскому климатическому соглашению, трансформация электроэнергетического сектора неизбежна. Департамент по энергоэффективности Госстандарта, Министерство энергетики на протяжении многих лет сотрудничают с Австрийским и Немецким энергетическими агентствами, такими международными организациями, как Энергетическая хартия, Европейская комиссия, Всемирный банк, ПРООН, Международное агентство по возобновляемой энергии (IRENA) [11]. При этом тема диалога уже сместилась в сторону энергетической трансформации с обсуждением таких вопросов, как:

- системное интегрированное управление спросом для перевода информации в цифровую форму;
- интеграция установок возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в энергосеть;
- цифровые подстанции и виртуальные хранилища мощности;

**Таблица 1 – Динамика выбросов парниковых газов в Беларуси, млн т CO<sub>2</sub>-эквивалента в год**

Область, город	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2014 г.	2015 г.
Республика Беларусь, в процентах к 1990 г. (с учетом землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства)	56,9	60,5	64,3	65,4	64,74
<b>Выбросы ПГ по секторам экономики</b>					
Энергетика	52,7	55,3	56,4	57,0	54,0
Индустриальные процессы, использование растворителей и другой продукции	2,7	3,6	4,2	5,0	6,4
Сельское хозяйство	20,8	20,7	22,6	23,2	23,1
Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство*	-30,8	-26,2	-30,2	-24,2	-27,4
Отходы	3,0	4,6	6,2	8,5	6,6
Всего, без учета землепользования и лесного хозяйства	79,2	84,2	89,4	93,7	90,2
Всего, с учетом землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства	48,4	58,0	59,2	69,5	62,7

Примечание – \*Знак «минус» означает абсорбцию парниковых газов.

**Таблица 2 – Динамика выбросов парниковых газов в энергетике на территории Беларуси, млн т CO<sub>2</sub>-эквивалента в год**

Парниковые газы	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2014 г.	2015 г.
Диоксид углерода	50,76	53,26	54,28	54,75	52,66
Метан	1,81	1,93	2,00	0,08	1,12
Закись азота	0,12	0,12	0,12	0,01	0,26

- построение «умных» энергетических сетей, домов, кварталов в городах, что позволяет рационально использовать не только энергетические ресурсы, но и утилизировать отходы;
- использование технологий аккумулирования электрической энергии, позволяющих отделить генерацию от потребления и реализовать стратегии декарбонизации конечного потребителя;
- слияние секторов народного хозяйства (энергетического, транспорта, промышленности, жилых и общественных зданий) с целью повышения использования ВИЭ;
- внедрения технологий получения водорода из избыточной электроэнергии и ВИЭ и обратно, энергии из водорода;
- развитие энергосервисной деятельности в сфере энергосбережения и др.

Одним из направлений выполнения Парижского соглашения является системное и масштабное обновление производственных энергетических фондов, проводимое в стране, начиная с 2006 г. В результате модернизации энергосистема достигла высоких показателей в области экономного использования ТЭР и снижения нагрузки на окружающую среду. Существенно снижен износ активной части основных фондов энергосистемы – с 66,3 % в 2005 г. до 47,3 % в 2017 г. С 2018 г. потребление в стране электрической энергии в объеме около 37 млрд кВт ч полностью обеспечивается за счет ее производства на собственных электростанциях [12].

В 2018 г. централизованным снабжением природным газом обеспечены все районные центры и города страны, а также более 3 тыс. сельских населенных пунктов. Общее количество потребителей составило около 3 млн 7 тыс. абонентов. Протяженность газопроводов достигла 60,8 тыс. км.

Для Беларуси важным шагом в выполнении климатического соглашения является ввод в строй АЭС. С вводом в эксплуатацию двух блоков Белорусской АЭС суммарной мощностью порядка 2400 МВт Беларусь сможет заместить в топливном балансе 5 млрд м<sup>3</sup> импортируемого природного газа и снизить выброс в атмосферу парниковых газов на 7–10 млн т в год. С учетом ввода АЭС предусмотрены дополнительные меры для обеспечения баланса электрических мощностей объединенной энергосистемы Беларуси в ночные часы:

- строительство электротепловых для выработки тепловой энергии в ночные часы;
- разработка проектов по организации теплоснабжения вновь вводимых жилых районов за счет электрифицированного и комбинированного обогрева;
- использование пиковых газовых турбин;
- применение для потребительских блок-станций дифференцированного по зонам суток тарифа на электроэнергию, а также перевод потребителей на дифференцированный по зонам суток тариф;
- организация экспорта электроэнергии в ночные часы;
- создание энергоемких производств, которые будут работать в ночное время суток;
- зарядка аккумуляторов промышленного и городского электромобильного транспорта и др.

Приоритетным направлением, позволяющим существенно снизить выбросы углекислого газа в атмосферу, является развитие электротранспорта. С целью защиты атмосферного воздуха, улучшения его качества для обеспечения экологически безопасной жизнедеятельности человека посредством минимизации выбросов загрязняющих веществ от мобильных источников в воздушный бассейн, запланировано увеличение доли электрических транспортных средств к 2030 г. до 6 %.

Примером создания условий для внедрения технологической аккумуляции электроэнергии и слияния секторов является утвержденная в 2018 г. Правительством Республики Беларусь Программа создания государственной зарядной сети для зарядки электромобилей (на период до 2030 г.). Реализация этой программы позволит оптимизировать суточный график электропотребления с учетом ввода в эксплуатацию атомной электростанции и снизить негативное влияние автотранспорта на загрязнение атмосферы городов.

Таким образом, в Республике Беларусь планомерно ведется работа по переводу на энергоэффективные рельсы экономики страны, укреплению энергетической безопасности и реализации целей устойчивого развития.

### **Заключение**

Таким образом, основной задачей развития и функционирования топливно-энергетического комплекса нашей страны является надежное и бесперебойное обеспечение энергоресурсами потребителей с использованием наиболее эффективных организационных, технологических и технических решений.

Энергетические системы сегодня по-прежнему основаны на ископаемых видах топлива. Необходимы новые структурные инструменты для декарбонизации экономики.

Повышение энергоэффективности экономики в значительной степени влияет на прогресс по достижению целей устойчивого развития. Обеспечение энергосбережения, повышение энергоэффективности, развитие возобновляемой энергетики, последующий переход к «зеленой» энергетике и экономике являются теми сферами, которые во многом будут содействовать общему успеху.

### **Литература**

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года // Экономический бюллетень НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь. – 2015. – № 4. – С. 4–99.
2. Основные положения программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы. – Режим доступа: // <https://www.economy.gov.by/uploads/fllds/Programma-2020.pdf>.
3. Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении» // Энергетика и ТЭК. – 2015. – № 1. – С. 33–40.
4. Директива Президента Республики Беларусь «О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства» // Энергетика и ТЭК. – 2016. – С. 27–30.
5. Государственная программа «Энергосбережение» на 2016–2020 годы (в ред. Постановлений Совмина от 30.12.2016 № 1128; от 26.12.2017 № 1002; от 29.12.2018 № 986) / Документ предоставлен КонсультантПлюс
6. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь // Энергетика и ТЭК. – 2016. – С. 33–40.
7. Об утверждении Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17 марта 2016 г. № 205 // Консультант Плюс: Беларусь / ООО «Юр Спектр» Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Минск, 2016.
8. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь: стат. сб. – Минск: Информ-вычисл. центр Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2012. – 258 с.
9. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь: стат. сб. – Минск: Информ-вычисл. центр Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2015. – 254 с.
10. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь: стат. сб. – Минск: Информ-вычисл. центр Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2016. – 248 с. [Электронный ресурс] / Режим доступа: [www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public\\_compilation/index\\_5111](http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_5111). – Дата доступа: 01.05.2017.
11. Малашенко, М. П. О перспективах использования возобновляемых источников энергии с учетом ввода в эксплуатацию белорусской АЭС / М. П. Малашенко // Энергоэффективность. – 2019. – № 1. – С. 2–4.
12. Горизонты энергетической и экологической мысли Беларуси за год до пуска БелАЭС // Энергоэффективность. – 2018. – № 1. – С. 2–4.