

Земледелие и Защита растений

№ 5 (108)
2016

Научно-практический
журнал

комплексные решения

Борута

(N — нормальный)

СИ Бадди

(NZ — нормально-сахаристый)

Флората

(NZ — нормально-сахаристый)

СИ Апел

(NZ — нормально-сахаристый)

Триада

(NZ — нормально-сахаристый)

Волга

(Z — сахаристый)

Спартак

(NZ — нормально-сахаристый)

ПРЕДЛОЖЕНИЕ—2017

Земледелие и Защита растений

Научно-практический журнал

№ 5 (108)

сентябрь–октябрь 2016 г.

Периодичность – 6 номеров в год

Издается с 1998 г.

Agriculture and plant protection
Scientific-Practical Journal

№ 5 (108)

september–october 2016

Periodicity – 6 issues per year

Published since 1998

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:

В.В. Лапа, директор *РУП «Институт почвоведения и агрохимии»*, академик НАН Беларуси;
С.В. Сорока, директор *РУП «Институт защиты растений»*, кандидат с.-х. наук;
И.С. Татур, директор *РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»*, кандидат с.-х. наук;
С.А. Турко, генеральный директор *РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»*, кандидат с.-х. наук;
В.А. Самусь, директор *РУП «Институт плодоводства»*, доктор с.-х. наук;
А.И. Чайковский, директор *РУП «Институт овощеводства»*, кандидат с.-х. наук;
А.В. Пискун, директор *ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»*;
Л.В. Сорочинский, директор *ООО «Земледелие и защита растений»*, доктор с.-х. наук, зам. главного редактора

В НОМЕРЕ

Агрохимия

- ✍ *Азаренок Т.Н., Шульгина С.В.* Агроэкологические особенности антропогенной трансформации состава и свойств осушенных агроторфяных почв Беларуси 3
- ✍ *Босак В.Н., Стрельцова Г.Д., Кузьменкова О.Ф., Сачивко Т.В.* Влияние сапонитсодержащих базальтовых туфов на продуктивность сельскохозяйственных культур 6
- ✍ *Шибут Л.И., Азаренок Т.Н., Шульгина С.В., Матыченкова О.В., Дыдышко С.В.* Оценка пригодности почв пахотных земель Беларуси на энергетической основе 9

Агротехнологии

- ✍ *Приведенюк Н.В.* Влияние капельного орошения на рост и развитие валерианы лекарственной 12

IN THE ISSUE

Agrochemistry

- ✍ *Azarionok T.N., Shulgina S.V.* Agroecological features of anthropogenic transformation of dried up agro peat soils composition and peculiarities in Belarus 3
- ✍ *Bosak V.N., Streltsova G.D., Kuzmenkova O.F., Sachivko T.V.* Influence of saponite-containing basaltic tuffs on agricultural crops productivity 6
- ✍ *Shibut L.I., Azarionok T.N., Shulgina S.V., Matychenkova O.V., Dydyshko S.V.* Evaluation of plowing soils of Belarus suitability on energetic basis 9

Agrotechnologies

- ✍ *Privedenyuk N.V.* Influence of drop irrigation on growth and development of common valerian Breeding and seed production 12

Селекция и семеноводство

- Плотка В.В. Отбор кремнистых линий S_3-S_5 по зерновой продуктивности тесткроссных гибридов кукурузы (*Zea mays*)

- Plotka V.V. Siliceous S_3-S_5 lines screening by grain productivity of test cross corn (*Zea mays*) hybrids

Защита растений

- Шашко Ю.К., Будевич Г.В., Кадырова М.В., Шашко М.Н. Методические аспекты оценки устойчивости пшеницы к фузариозу колоса в селекционном процессе
- Жукова М.И. Фитосанитарная ценность обогащения картофеля органоминеральным удобрением
- Ярчаковская С.И., Михневич Р.Л. Доминантные фитофаги в насаждениях аронии черноплодной в Беларуси
- Кондратенюк Ю.Г. Новый препарат Мовенто Энерджи для борьбы с комплексом вредителей яблони
- Прудников В.А., Феско Д.Ю. Влияние фунгицида Алиот на развитие болезней льна масличного и урожай маслосемян
- Биловус Г.Я. Поражение пшеницы озимой мучнистой росой в зависимости от особенностей сорта и бактериальных препаратов в условиях Западной Лесостепи Украины

- Shashko Yu.K., Budevich G.V., Kadyrova M.V., Shashko M.N. Methodical aspects of wheat resistance to *Fusarium* ear blight in the breeding process
- Zhukova M.I. Phytosanitary value of potato saturation by organo mineral fertilizer
- Yarchakovskaya S.I., Mikhnevich P.L. Dominant phytophages in red chokeberry plantations in Belarus
- Kondrationok Yu.G. A new preparation Movento Energy for apple-tree pest complex control
- Prudnikov V.A., Fesko D.Yu. Fungicide Aliot influence on oil flax diseases decrease and oil seed yield
- Bilovus G.Ya. Winter wheat infection by powdery mildew depending on the variety features and the bacterial preparations under Western forest-steppe of Ukraine conditions

Льноводство

- Голуб И.А., Савельев Н.С., Гракун В.В., Шанбанович Г.Н., Колачев В.В., Шанбанович А.Ю., Абрамчик Л.М., Кабашникова Л.Ф. Разработка новых технологических приемов обработки семян, обеспечивающих повышение урожайности и качества маслосемян льна масличного

- Golub I.A., Saveliev N.S., Grakun V.V., Shanbanovich G.N., Kolachev V.V., Shanbanovich A.Yu., Abramchik L.M., Kabashnikova L.F. Development of new technological techniques of seed treatment providing with yield and oil flax seeds quality increase

Плодоводство

- Павловский Н.Б. Содержание почвы в насаждениях голубики высокорослой (литературный обзор)

- Pavlovsky N.B. Soil content in bog berry plantations (literary review)

Информация

- Ходько Е.М., Сероокий Ю.А. Переработка отходов калийного производства методом электролиза
- Орлинский А.Д., Прищепа Л.И. Международное сотрудничество в области биологической защиты растений
- Спиридонов Ю.Я., Жемчужин С.Г. Современное состояние проблемы изучения и применения гербицидов (обзор публикаций за 2011–2013 гг.)
- Сорочинский Л.В. Рапс: состояние и перспективы
- Березко М.Н., Березко О.М., Вечер Н.Н. Полезные растения: иссоп лекарственный
- Коптик Иван Константинович (к 80-летию со дня рождения)
- Аутко Александр Александрович (к 70-летию со дня рождения)

- Khodko E.M., Serooky Yu.A. Potash production waste processing by electrolysis method
- Orlinsky A.D., Pryshchepa L.I. International cooperation in the sphere of plant Protection

Information

- Spiridonov Yu.Ya., Zhemchuzhin S.G. Modern status of herbicides studying and application problem (publications review for 2011–2013)
- Sorochinsky L.V. Rape: state and perspectives
- Beriozko M.N., Beriozko O.M., Vecher N.N. Useful plants : common hyssop
- Koptik Ivan Konstantinovich (to the 80-th Anniversary from Birthday)
- Autko Aleksandr Aleksandrovich (to the 70-th Anniversary from Birthday)

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

Агроэкологические особенности антропогенной трансформации состава и свойств осушенных агроторфяных почв Беларуси

Т.Н. Азаренок, С.В. Шульгина, кандидаты с.-х. наук
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 15.09.2016 г.)

В статье представлены систематизированные показатели состава и свойств осушенных агроторфяных почв различной стадии антропогенной трансформации для характеристики их агроэкологического состояния по данным крупномасштабного и агрохимического почвенного обследования.

The results of human-induced transformation of drained peat soil are presented. The new values of space-time transformation of the properties in peat horizon of agropeat soils and in peat-mineral horizon of degraded peat soil are given on the basis of analysis and systemization of data large-scale soil and agrochemical researches for study the process of degradation.

Введение

В условиях экологической политики, направленной на сохранение и создание устойчивых агроэкосистем, важно четко представлять последствия антропогенных воздействий на почвенный покров Республики Беларусь. Особенно это относится к осушенным агроторфяным почвам (торфяным осушенным, используемым в сельскохозяйственном производстве), занимающим 11,3 % сельскохозяйственных земель Беларуси.

В настоящее время в республике разработаны многочисленные рекомендации по рациональному использованию осушенных агроторфяных почв. Однако несоблюдение или игнорирование норм и правил рационального их использования, рекомендованных наукой, агрономической трактовкой почв как объекта сельскохозяйственного производства, пренебрежение принципами экологической безопасности при выборе возделываемых сельскохозяйственных культур и направлений их использования, слабая вовлеченность конкретных землепользователей в процесс защиты от деградации ставит под угрозу их существование и способствует образованию деградированных почв, отличающихся низким содержанием органического вещества (ОВ) и неустойчивым режимом функционирования. Поэтому исследования по систематизации количественных показателей, характеризующих пространственно-временную изменчивость состава и свойств, для характеристики агроэкологического состояния осушенных агроторфяных почв разной стадии антропогенной трансформации в целях сохранения их как генетического типа представляются весьма актуальными.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований явились органогенные почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь разных стадий антропогенной эволюции: агроторфяная маломощная (содержание ОВ >50,0 %), дегроторфяная торфяно-минеральная (содержание ОВ 50,0–20,1 %),

дегроторфяная минеральная остаточнo-торфяная (содержание ОВ 20,0–5,1 %), дегроторфяная минеральная постторфяная (содержание ОВ <5,0 %) [1].

Исследования выполнены на основе сбора, систематизации и анализа информации из разных источников: Почвенной Информационной Системы Беларуси, разновременных данных крупномасштабного почвенного обследования и корректировки осушенных земель 2005–2015 гг., результатов агрохимических обследований сельскохозяйственных земель 2007–2012 гг. с использованием профильно-генетического, сравнительно-аналитического методов, математической статистики.

Основная часть

Систематизация и анализ разновременных результатов почвенных обследований в Республике Беларусь (II тура крупномасштабного почвенного картографирования 1986–1998 гг.) [2] осушенных и прилегающих к ним земель (2005–2015 гг.) показал, что в составе сельскохозяйственных земель площади агроторфяных почв значительно сократились, а дегроторфяных увеличились. Так, если по результатам II тура крупномасштабного почвенного картографирования площадь осушенных агроторфяных почв в составе сельскохозяйственных земель составляла 863,4 тыс. га, то к настоящему времени она сократилась на 187,3 тыс. га и составляет 676,1 тыс. га. Агроторфяные почвы с мощностью торфа до 1,0 м уменьшились на 102,4 тыс. га. Площади же дегроторфяных почв возросли на 125,7 тыс. га (со 187,2 до 312,9 тыс. га), т. е. в 1,7 раза, дегроторфяных торфяно-минеральных – на 85,5 тыс. га (со 102,5 до 188,0 тыс. га), а деградированных минеральных остаточнo-торфяных – на 51,6 тыс. га (с 66,3 до 117,9 тыс. га), т. е. в 1,8 раза (таблица 1).

Морфологическое строение профиля объективно отражает направленность почвообразовательного процесса и дает наглядное представление об их экологическом состоянии [1].

Таблица 1 – Динамика площадей агроторфяных и дегроторфяных почв в составе сельскохозяйственных земель Беларуси

Годы обследования	Площади почв, тыс. га / %				
	агроторфяные		дегроторфяные		
	всего	в том числе	всего	в том числе	
		низинные		торфяно-минеральные	минеральные остаточнo-торфяные
По данным обследования 1986–1998 гг.	863,4 11,1	686,1 8,8	187,2 2,4	102,5 1,3	66,3 0,8
По данным обследования 2005–2015 гг.	676,1 7,8	522,9 6,1	312,9 3,6	188,0 2,2	117,9 1,4

Так, если агроторфяной горизонт агроторфяной мало-мощной почвы (рисунок 1) характеризуется четкой обособленностью от остальной части торфяной залежи, темно-окрашен, имеет непрочную комковатую структуру, то в результате антропогенной трансформации образовавшийся агроторфяно-минеральный горизонт деградаторфяных почв представляет собой преимущественно смесь органического вещества и рыхлых песчаных отложений. В силу преобразования песчаных зерен водными потоками, возможностей для механического закрепления органических частиц на их поверхности нет, и в деградаторфяных почвах (рисунок 2–4) поверхностный агроторфяно-минеральный горизонт представляет собой механическую смесь обособленных и легко отделяющихся друг от друга органических и минеральных частиц [3]. Мощность этого горизонта колеблется от 40 до 25 см. Цвет агроторфяно-минерального горизонта изменяется от светло-серого до темно-серого и интенсивно темно-серого и определяется содержанием органического вещества.

Изменение содержания ОВ, вследствие осушения, является одним из важнейших факторов, обуславливающих их эволюцию и является энергетическим регулятором всех почвенных процессов. Запасы энергии в органическом веществе почвы определяют ее экологическое состояние и устойчивость [4]. Трансформация осушенных агроторфяных почв идет по пути количественного и качественного уменьшения содержания ОВ [5, 6].

Так, если в агроторфяной мало-мощной почве содержание ОВ составляет 72,77 %, в деградаторфяной торфяно-минеральной – 32,29 %, в минеральной остаточноторфяной – 14,34 %, то в деградаторфяной минеральной постторфяной падает до 4,68 %. В результате эволюции агроторфяных мало-мощных почв в деградированные постторфяные содержание ОВ снижается в 15,5 раза. В этом же направлении происходит и снижение внутренней энергии ОВ.

Согласно проведенным расчетам [4], наибольшее количество внутренней энергии ОВ сосредоточено в агроторфяном горизонте агроторфяной мало-мощной почвы – $7,22 \times 10^5$ ккал/м². С увеличением степени деградации исследуемых почв внутренняя энергия ОВ в метровой почвенной толще уменьшается, и в агроторфяно-минеральном горизонте деградаторфяной торфяно-минеральной почвы средняя величина внутренней энергии

составила $5,30 \times 10^5$ ккал/м² или 73,4 % от исходной. В деградаторфяной минеральной остаточноторфяной средняя величина внутренней энергии верхнего горизонта составила $3,03 \times 10^5$ ккал/м² или 44,0 % от исходной почвы, а в деградаторфяной минеральной постторфяной – $1,18 \times 10^5$ ккал/м² (таблица 2). То есть в результате антропогенной эволюции агроторфяной мало-мощной почвы в деградаторфяную минеральную постторфяную происходит снижение внутренней энергии органического вещества в 6,1 раза.

Анализ полученных данных показал, что по мере сработки органогенного слоя запасы продуктивной влаги в полуметровой толще почвенного профиля уменьшаются: с 340,08 % в агроторфяной мало-мощной до 252,00 % в деградированной торфяно-минеральной, достигая минимальных значений в деградированных минеральных остаточноторфяных и минеральных постторфяных почвах – 170,07 и 146,23 %, соответственно, т. е. в 2,3 раза [5]. Значения плотности сложения изменяются с 0,29 г/см³ в агроторфяном горизонте до 0,79–1,12 г/см³ в агроторфяно-минеральном горизонте торфяно-минеральной и минеральной остаточноторфяной почв, достигая значений, близких к зональным дерново-подзолистым почвам, в минеральных постторфяных – 1,41 г/см³, т. е. возрастают в среднем в 4,9 раза.

В исследуемом эволюционном ряду в 20-ти см слое пахотного горизонта почв происходят изменения и их химического состава: содержание углерода снижается с 36,8 до 3,6 % (в 10,0 раз), валового азота – с 3,60 до 0,16 % (в 22,5 раза), фосфора – с 0,71 до 0,09 % (в 7,9 раза), калия – с 0,17 до 0,05 % (в 3,4 раза), кальция – с 1,49 до 0,01 % (в 149 раз) и магния – с 0,65 до 0,02 % (в 32,5 раза). Соотношения $C_{орг}/N_{общ}$ возрастают с 12,0 до 26,3 % (связь с содержанием ОВ – $R^2 = 0,80–0,99$) [7].

Вследствие изменений содержания органического вещества происходят изменения и других физико-химических характеристик, тесно с ним коррелирующих. Так, если величина суммы поглощенных оснований в агроторфяной низинной мало-мощной составила 103,30 смоль(+)-кг⁻¹, то в деградаторфяной торфяно-минеральной – 21,16 смоль(+)-кг⁻¹, достигая минимального значения в минеральной остаточноторфяной почве – 14,54 смоль(+)-кг⁻¹ (снижение в 4,9 раза, $r = 0,97$). Такая же тенденция характерна и для показателя емкости по-

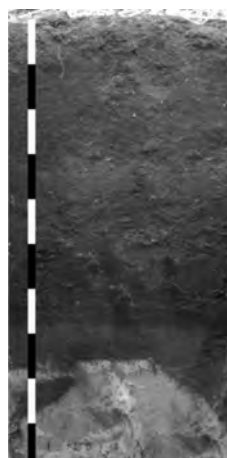


Рисунок 1

Агроторфяная низинная типичная, развивающаяся на тростниково-осоковых торфах, подстилаемая с глубины 0,60 м песками, мало-мощная

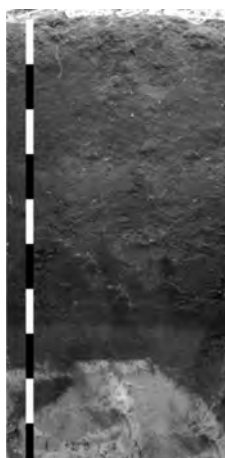


Рисунок 2

Деградаторфяная торфяно-минеральная, подстилаемая с глубины 0,36 м песками

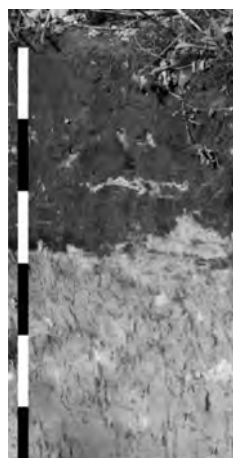


Рисунок 3

Деградаторфяная, минеральная остаточноторфяная, подстилаемая с глубины 0,26 м песками

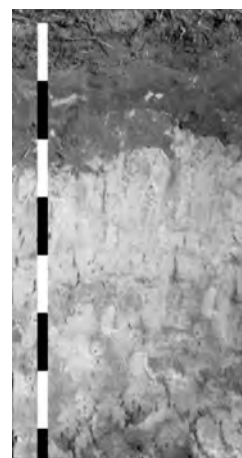


Рисунок 4

Деградаторфяная минеральная постторфяная, подстилаемая с глубины 0,23 м песками

Таблица 2 – Показатели отдельных свойств агроторфяных почв различной стадии трансформации

Почва	Горизонт	Мощность горизонта, см	Плотность сложения, г/см ³	Содержание ОВ, %	Внутренняя энергия ОВ (U) × 10 ⁵ агроторфяного и агроторфяно-минерального горизонтов, ккал/м ²
Агроторфяная низинная маломощная	ТР	35,51±3,96* 124 ¹	0,29±0,05 37	72,77±2,49 141	7,22±1,08 37
Дегроторфяная торфяно-минеральная	РТС	37,80±6,70 356	0,79±0,07 214	32,29±5,47 942	5,30±0,48 214
Дегроторфяная минеральная остаточно-торфяная	РТС	34,30±5,30 294	1,12±0,15 180	14,34±4,26 767	3,03±0,59 180
Дегроторфяная минеральная постторфяная	РТС	32,50±4,44 78	1,41±0,09 44	4,68±0,24 74	1,18±0,10 44

Примечание – *Учитывается мощность только агроторфяного горизонта; ¹количество определений.

Таблица 3 – Среднестатистические показатели физико-химических и агрохимических свойств пахотных горизонтов агроторфяных маломощных и дегроторфяных почв Республики Беларусь

Название почвы	Кислотность, рН _{KCl}	Гидролитическая кислотность, Нг ⁺	Сумма поглощенных оснований, S	Емкость поглощения, Т	Степень насыщенности основаниями, V	Содержание подвижных	
						P ₂ O ₅	K ₂ O
						мг/кг	мг/кг
Агроторфяная низинная маломощная	5,60±0,54 1200 ¹	36,62±20,57 182	103,30±44,96 202	140,02±54,50 202	72,69±12,80 202	296,47±268,60 1137	286,00±223,96 1136
Дегроторфяная торфяно-минеральная	5,59±0,59 1174	8,10±6,70 273	21,16±10,77 273	30,01±15,34 273	70,91±19,78 273	222,39±191,25 1213	196,54±176,54 1213
Дегроторфяная минеральная остаточно-торфяная	5,68±0,67 974	4,56±3,83 438	14,54±6,84 419	18,95±8,28 419	75,40±14,52 419	179,54±145,93 935	138,32±116,39 935
Дегроторфяная минеральная постторфяная	5,79±0,56 59	3,25±1,73 49	16,43±9,61 49	20,26±14,28 49	77,66±14,04 49	131,56±67,22 52	151,03±73,78 52

Примечание – ¹Количество определений.

глощения: изменение с 140,02 смоль(+)-кг⁻¹ в агроторфяном горизонте агроторфяной маломощной почвы до 18,95 смоль(+)-кг⁻¹ в агроторфяно-минеральном горизонте минеральной остаточно-торфяной (снижение в 7,4 раза, r = 0,97) (таблица 3).

Содержание ОВ является основным фактором, определяющим количественные значения содержания подвижных форм фосфора и калия, меди и цинка, обменных форм кальция, магния и марганца, серы [6, 8].

По данным корректировки осушенных земель (2005–2015 гг.), среднестатистические значения подвижного фосфора в результате трансформации агроторфяной маломощной почвы в деградированную минеральную постторфяную изменяются от 296,47 до 131,56 мг/кг, а калия – с 286,00 до 151,03 мг/кг, соответственно, и оцениваются как «низкое» и «очень низкое» [8] (таблица 3). С потерей ОВ и трансформацией почв с агроторфяной маломощной в дегроторфяную постторфяную ее азотминерализующая способность (N_{мин}) изменяется с 301–400 мг/кг в агроторфяном горизонте агроторфяной маломощной почвы до 240–300 – 151–240 мг/кг в агроторфяном горизонте торфяно-минеральной и минеральной остаточно-торфяной почв, достигая минимальных значений в деградированной минеральной постторфяной – 120–150 мг/кг, т. е. снижается в 2 раза. Нитрифицирующая способность (N – NO₃) изменяется с 280–350 мг/кг в агроторфяном горизонте агроторфяной маломощной почвы до 180–300 – 121–200 мг/кг в агроторфяно-минеральном горизонте торфяно-минеральной и минеральной остаточно-торфяной почв, достигая также минимальных значений в агроторфяно-минеральном горизонте минеральной постторфяной почвы – 80–120 мг/кг, т. е. снижается в 3,5 раза [7].

По результатам систематизации данных агрохимического обследования сельскохозяйственных земель республики 2007–2012 гг. установлено, что в результате трансформации агроторфяных почв в дегроторфяные происходит снижение среднего содержания обменного кальция с 10771,34 до 2164,58 мг/кг (в 4,9 раза), магния – с 1486,46 до 399,68 мг/кг (в 3,7 раза), бора – с 2,88 до 0,75 мг/кг (в 3,8 раза), меди – с 6,60 до 3,00 мг/кг (в 2,2 раза), цинка – с 10,85 до 4,56 мг/кг (в 2,4 раза), серы – с 22,17 до 7,16 мг/кг (в 3,1 раза), марганца – с 17,85 до 6,22 мг/кг (в 2,9 раза).

Таким образом, проведенные исследования подтверждают деградиционную направленность трансформации агроторфяных маломощных почв.

Заключение

Все вышеизложенное позволяет заключить, что антропогенная пространственно-временная трансформация агроторфяных почв в деградированные подтверждается объективными количественными данными крупномасштабного почвенного и агрохимического обследования сельскохозяйственных земель республики.

Содержание органического вещества играет определяющую роль в формировании свойств агроторфяных и дегроторфяных почв и их различий между собой, а среднестатистические показатели свойств являются незаменимым источником информации, отражающей их агроэкологическое состояние вследствие антропогенной трансформации.

Для сохранения осушенных агроторфяных почв как важнейшего объекта агроэкосистемы назревает необходимость в применении мер экономического воздействия через систему количественных показателей оценки вреда, причиняемого этим почвам землепользователями в

результате их использования в сельскохозяйственном производстве без учета разработанных научных рекомендаций, способствующих минимизации процессов деградации, экологических последствий их трансформации на основе системного мониторинга их состава и свойств.

Литература

- Смеян, Н.И. Классификация, диагностика и систематический список почв Беларуси / Н.И. Смеян, Г.С. Цытрон // РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси – Минск, 2007. – 219 с.
- Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие / Г.И. Кузнецов [и др.] // под ред. Г.И. Кузнецова, Н.И. Смеяна. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.
- Микроморфологическая интерпретация процессов в антропогенно-преобразованных торфяных почвах / Смеян Н.И. [и др.] // Почвенные исследования и применение удобрений: сб. науч. тр. / БелНИИПА; редкол.: И.М. Богdevич (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Ураджай, 1992. – Вып. 22. – С. 3–8.
- К вопросу оценки эффективного плодородия органогенных почв Беларуси / Г.С. Цытрон [и др.] // Земля Беларуси. – № 2. – 2015. – С. 36–41.
- Трансформация торфяно-болотных почв юго-западной части Республики Беларусь под влиянием осушения и длительного сельскохозяйственного использования (на примере Брестской области) / Н.И. Смеян [и др.] // Весці Акадэміі Аграрных Навук Рэспублікі Беларусь. – 2000. – №3. – С. 54–57.
- Использование и охрана торфяных комплексов в Беларуси и Польше / В.И. Белковский [и др.]. – Минск: Бел. изд. Тов-во «Хата», 2002. – 280 с.
- Семененко, Н.Н. Торфяно-болотные почвы Полесья: трансформация и пути эффективного использования / Н.Н. Семененко. – Минск: Белорусская наука, 2015. – 282 с.
- Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: методические указания / под ред. акад. И.М. Богdevича. – Минск, 2012. – 46 с.

УДК 631.4/5 + 631.8

Влияние сапонитсодержащих базальтовых туфов на продуктивность сельскохозяйственных культур

В.Н. Босак¹, доктор с.-х. наук, Г.Д. Стрельцова², О.Ф. Кузьменкова², кандидаты г.-м. наук, Т.В. Сачивко³, кандидат с.-х. наук

¹Белорусский государственный технологический университет

²Научно-практический центр по геологии

³Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 23.06.2016 г.)

Приведены результаты исследований эффективности применения сапонитсодержащих базальтовых туфов при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистой супесчаной почве со средним содержанием обменного магния (110–120 мг/кг почвы).

Применение сапонитсодержащих базальтовых туфов в дозах 200–750 кг/га (20–60 кг/га MgO) увеличило урожай зерна яровой пшеницы на 2,5–5,1 ц/га, зерна овса – на 2,1–4,3 ц/га, зерна гороха – на 1,9–4,1 ц/га, бобов фасоли овощной – на 15,1–17,1 ц/га, зеленой массы горохо-овсяной смеси – на 15,0–36,0 ц/га, зеленой массы базилика обыкновенного – на 0,17–0,23 кг/м² с лучшими показателями агрономической эффективности при внесении Mg₄₀ на фоне полного минерального удобрения.

Введение

Одним из наиболее перспективных направлений развития экономики Республики Беларусь является вовлечение в производство местных сырьевых ресурсов взамен импортируемых и разработка безотходных технологий, связанных с добычей полезных ископаемых [4, 6, 7, 11, 12].

Сапонитсодержащие туффиты и туфы основного состава (базальтовые туфы) залегают среди потоков и покровов базальтов вендского (неопротерозойского) возраста (волинская серия, ратайчицкая свита) в юго-западной части Республики Беларусь. Глубина залегания туфов варьирует от 40–150 м в Ивановском и Пинском районах, до 150–300 м – в Волковысском, Дрогичинском и Малоритском районах и 600–1500 м – в Брестском и Кобринском районах.

Основу сапонитсодержащих туфов составляет минерал сапонит (Ca_{0,5}Na)_{0,3}[(Mg,Fe)₃(Si,Al)₄O₁₀](OH)₂×4H₂O (англ. *Saponite*) – глинистый минерал, слоистый силикат из группы монтмориллонита (сметитов).

Наряду с сапонитом, в состав сапонитсодержащих базальтовых туфов Беларуси в небольшом количестве входят минералы: анальцит Na[AlSi₂O₆]×H₂O, гематит α-Fe₂O₃, гидрослюда K_x(Al,Mg,Fe)₂₋₃×[Si_{4-x}Al_xO₁₀]×(OH)₂·nH₂O

The results of researches on studying the efficiency of saponite-containing basaltic tuffs application while growing agricultural crops on soddy-podzolic sandy soil with the average exchangeable magnesium content (110–120 mg/kg of soil) are presented.

The application of saponite-containing basaltic tuffs at the rates of 200–750 kg/ha (20–60 kg/ha MgO) increased spring wheat grain yield for 2,5–5,1 cwt/ha, oat grain – for 2,1–4,3 cwt/ha, peas grain – for 1,9–4,1 cwt/ha, green bean – for 15,1–17,1 cwt/ha, peas-oat green mass – for 15,0–36,0 cwt/ha, green mass of sweet basil – for 0,17–0,23 kg/m² with the best agronomic efficiency parameters by Mg₄₀ application against a background of complete mineral fertilizing.

(x≤0,5, n≤1,5), каолинит Al₄[Si₄O₁₀](OH)₈, полевой шпат (плагноклаз: альбит Na[AlSi₃O₈] и анортит Ca[Al₂Si₂O₈]; ортоклаз K[AlSi₃O₈]), кварц SiO₂.

В усредненных пробах, отобранных в Пинском, Ивановском и Малоритском районах Брестской области, содержание MgO составило 6,53–9,87 %, K₂O – 0,79–3,46 %, N_{общ.} – 0,14–0,18 %, P₂O₅ – 0,22–0,24 %, Na₂O – 2,31–3,29 %, CaO – 0,04–1,94 %, FeO – 17,06–24,20 %, Al₂O₃ – 11,50–14,49 %, SiO₂ – 41,82–57,12 %.

Наряду с макроэлементами, в туфе обнаружены микроэлементы. Содержание подвижных форм марганца в среднем составило 162,39 мг/кг, кобальта – 4,45 мг/кг, цинка – 35,37 мг/кг, меди – 51,69 мг/кг.

Учитывая химический состав, сапонитсодержащий базальтовый туф может быть использован, в первую очередь, в качестве источника магния для питания сельскохозяйственных культур.

Значение магния в питании растений определяется, главным образом, тем, что он входит в состав зеленого пигмента листьев хлорофилла и непосредственно участвует в фотосинтезе. В хлорофилле содержится 2,7 % (по весу) магния, что составляет около 10 % общего его содержания в зеленых частях растений. Остальное количество магния необходимо для регулирования нормаль-

ного протекания биологических процессов в протоплазме, а также построения самой протоплазмы и клеток [2, 6, 8].

В качестве сопутствующих элементов при внесении сапонитсодержащих базальтовых туфов будут использоваться макроэлементы калий, фосфор, азот и кальций, микроэлементы – марганец, медь, цинк и кобальт.

Учитывая, что сапонитсодержащие базальтовые туфы представлены в основном глинистыми минералами, они могут также использоваться для улучшения гранулометрического состава и водно-физических свойств минеральных почв легкого гранулометрического состава (песчаных и супесчаных) и деградированных торфяно-болотных почв, а также для частичной нейтрализации почвенной кислотности (рН туфов в среднем составляет 8,21).

Дозы внесения магния под различные сельскохозяйственные культуры зависят от биологических особенностей растений и их отзывчивости на магниевые удобрения (зерновые культуры в среднем выносят 3,0 кг MgO с 1 т зерна, зернобобовые – 6,5 кг), содержания магния в почве (средневзвешенное содержание обменного магния в пахотных почвах Республики Беларусь составляет 259 мг/кг, в почвах луговых угодий – 271 мг/кг почвы), а также от периодичности внесения других магнийсодержащих удобрений (в первую очередь доломитовой муки, которая содержит 18–20 % MgO) [1, 2, 6, 8].

Кроме доломитовой муки, магний содержится в органических удобрениях (подстильный навоз – 1,0–1,1 кг/т, компост – 0,6–1,0 кг/т, помет птичий – 5,0 кг/т, солома и зеленое удобрение – 1,0 кг/т MgO) и золе [8, 21, 29].

В качестве магнийсодержащих удобрений в Республике Беларусь применяют также сульфат магния (эпсомит, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$), который содержит 16,2 % MgO, и комплексные минеральные удобрения, в состав которых входит магний; в мировом земледелии – кизерит (25–30 % MgO), калимагнезию (8–10 % MgO, 28–30 % K_2O), каинит (6–7 % MgO, 10–12 % K_2O) и др. [2, 6, 8].

Цель исследований – изучить агрономическую эффективность применения сапонитсодержащих базальтовых туфов при возделывании основных видов сельскохозяйственных культур.

Методика и объекты исследования

Исследования по изучению эффективности применения сапонитсодержащих базальтовых туфов проводили в 2014–2015 гг. в Дзержинском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: pH_{KCl} – 5,5–5,7, содержание P_2O_5 (0,2 М HCl) – 135–145 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 120–130 мг/кг, гумуса (0,4 н $K_2Cr_2O_7$) – 2,2–2,4 %, CaO (1 М KCl) – 1484–1685 мг/кг, MgO (1 М KCl) – 110–120 мг/кг почвы.

Исследуемая почва характеризовалась повышенным содержанием гумуса и кальция, средним содержанием

фосфора и магния, низким содержанием калия, а также слабокислой реакцией почвенной среды.

Схемы опытов предусматривали контрольный вариант без применения удобрений, варианты с внесением в предпосевную культивацию полного минерального удобрения NPK (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий), различные дозы сапонитсодержащих базальтовых туфов (дозы были рассчитаны по магнию – Mg_{20-80}), а также некорневую обработку посевов фасоли овощной и базилика обыкновенного 4 % раствором сульфата магния (Mg_8).

Исследуемые культуры – яровая пшеница сорт Тома (*Triticum aestivum* L.), овес сорт Асілак (*Avena sativa* L.), горох посевной сорт Эйфель (*Pisum sativum* L.), горохо-овсяная смесь (горох посевной сорт Эйфель, овес сорт Асілак), фасоль овощная сорт Чижовенка (*Phaseolus vulgaris* L.), базилик обыкновенный сорт Магия (*Ocimum basilicum* L.).

Полевые исследования, проведение лабораторных анализов и статистическую обработку результатов проводили согласно существующим методикам [5].

Результаты исследований и их обсуждение

В результате исследований установлено, что применение полного минерального удобрения NPK в среднем за два года существенно увеличило урожай товарной продукции всех изучаемых культур: зерна яровой пшеницы – на 25,2 ц/га, овса – на 14,1 ц/га гороха – на 11,6 ц/га, зеленой массы горохо-овсяной смеси – на 144 ц/га, бобов фасоли овощной – на 94,1 ц/га, зеленой массы базилика обыкновенного – на 0,21 кг/м² (таблица 1–3).

Внесение сапонитсодержащих базальтовых туфов также оказало определенное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур.

В исследованиях с яровой пшеницей и овсом увеличение урожайности отмечено при дозах магния, не превышающих 40 кг/га. При внесении 20 кг/га магния прибавка урожая зерна яровой пшеницы составила 2,5 ц/га, овса – 2,1 ц/га; 40 кг/га магния – соответственно 5,1 и 4,3 ц/га. С увеличением дозы магния с 20 до 40 кг/га прибавка урожая зерна яровой пшеницы возросла на 2,6 ц/га, овса – на 2,2 ц/га.

Внесение 60–80 кг/га магния привело к увеличению урожая зерна яровой пшеницы и овса в сравнении с фоновым вариантом (соответственно $N_{90}P_{60}K_{120}$ для яровой пшеницы и $N_{70}P_{50}K_{90}$ для овса), однако в сравнении с внесением 40 кг/га магния прибавки урожая зерна не отмечено.

При возделывании гороха и горохо-овсяной смеси прирост урожайности получен при внесении магния в дозах до 60 кг/га, однако увеличение дозы магния с 40 до 60 кг/га не приводило к существенному росту прибавки урожая. Увеличение дозы магния до 80 кг/га также не способствовало возрастанию урожая зерна гороха и зеленой массы горохо-овсяной смеси.

Таблица 1 – Влияние удобрений на урожайность и качество зерновых культур

Вариант	Пшеница яровая		Вариант	Овес	
	урожайность, ц/га	содержание сырого протеина, %		урожайность, ц/га	содержание сырого протеина, %
Контроль	22,1	12,9	Контроль	16,3	9,8
$N_{90}P_{60}K_{120}$	47,3	14,7	$N_{70}P_{50}K_{90}$	30,4	12,1
$N_{90}P_{60}K_{120} + Mg_{20}$	49,8	14,8	$N_{70}P_{50}K_{90} + Mg_{20}$	32,5	12,2
$N_{90}P_{60}K_{120} + Mg_{40}$	52,4	14,9	$N_{70}P_{50}K_{90} + Mg_{40}$	34,7	12,3
$N_{90}P_{60}K_{120} + Mg_{60}$	51,2	14,9	$N_{70}P_{50}K_{90} + Mg_{60}$	34,2	12,3
$N_{90}P_{60}K_{120} + Mg_{80}$	50,1	14,9	$N_{70}P_{50}K_{90} + Mg_{80}$	33,8	12,5
НСП ₀₅	2,4	0,7	НСП ₀₅	1,8	0,5

Фасоль овощная оказалась довольно отзывчивой на применение сапонитсодержащих базальтовых туфов – прибавка урожая бобов в фазе технологической спелости составила 14,0–17,1 ц/га с наибольшей урожайностью 267,3 ц/га в варианте с применением $N_{50}P_{60}K_{120} + Mg_{60}$. Однако увеличение дозы магния до 60 кг/га не приводило к существенному приросту урожая бобов в сравнении с внесением Mg_{40} .

В исследованиях с базиликом обыкновенным наибольший урожай зеленой массы – 2,49 кг/м² отмечен при внесении 40 кг/га магния, при этом существенной разницы в урожайности в вариантах с применением различных доз сапонитсодержащих базальтовых туфов не отмечено.

Некорневая обработка посевов овощных культур сульфатом магния увеличила урожай бобов фасоли овощной на 14,9 ц/га, зеленой массы базилика обыкновенного – на 0,15 кг/м² и по эффективности практически совпадала с вариантами с предпосевным внесением сапонитсодержащих базальтовых туфов.

Содержание сырого протеина в товарной продукции исследуемых культур (зерно яровой пшеницы, овса и гороха, бобы фасоли овощной, зеленая масса горохо-овсяной смеси и базилика обыкновенного) увеличивалось в вариантах с применением полного минерального удобрения, однако практически не зависело от применения сапонитсодержащих базальтовых туфов.

Следует отметить, что действие сапонитсодержащих базальтовых туфов на урожайность исследуемых сельскохозяйственных культур зависело не только от содержания в них магния, но и других элементов. Так, наряду с магнием, положительное влияние на урожайность мог оказать калий (содержание K_2O – 0,79–3,46 %), фосфор (P_2O_5 – 0,22–0,24 %), азот (N – 0,14–0,21 %), кальций (CaO – 0,04–1,94 %), а также микроэлементы: марганец (Mn – 162,39 мг/кг), медь (Cu – 51,69 мг/кг), цинк (Zn – 35,37 мг/кг) и кобальт (Co – 4,45 мг/кг).

Железо (FeO – 17,06–24,20 %) и алюминий (Al_2O_3 – 11,50–14,49 %) в чрезмерных дозах, наоборот, могут ока-

зать определенное негативное действие на рост и развитие растений. Следует также учитывать, что минеральные элементы, которые в сапонитсодержащих базальтовых туфах содержатся в составе различных почвенных минералов, доступными для растений становятся постепенно, в результате выветривания минералов.

Как показали результаты исследований по выветриванию почвообразующих минералов, при pH > 4 вымывание катионов алюминия и кремния, которые находились в плотной решетке $Al-O-Si-O$, а также железа, практически не происходило. В данных условиях с протонами H^+ в первую очередь реагировали менее связанные щелочные и щелочноземельные катионы K, Ca, Na, Mg [3, 9, 10].

В наших исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве величина pH_{KCl} составила 5,5–5,7, средневзвешенная величина pH_{KCl} пахотных почв в Республике Беларусь составляет 5,89, улучшенных луговых угодий – 5,85 [1].

Высокие дозы сапонитсодержащих туфов, основу которых составляет глинистый минерал сапонит $(Ca_{0,5}Na)_{0,3}[(Mg,Fe)_3(Si,Al)_4O_{10}](OH)_2 \times 4H_2O$ (200–1016 кг/га), кроме обеспечения растений в элементах питания, увеличивают емкость поглощения почвы и улучшают водно-физические свойства легких почв.

Выводы

Сапонитсодержащие базальтовые туфы из различных скважин юго-запада Республики Беларусь, исходя из их химического и минералогического состава, могут использоваться в сельском хозяйстве в качестве магнийсодержащего мелиоранта широкого спектра действия. Дозу сапонитсодержащих базальтовых туфов рекомендуется рассчитывать по содержанию магния (содержание MgO – 6,53–9,87 %).

В исследованиях на дерново-подзолистой супесчаной почве со средним содержанием обменного магния (110–120 мг/кг почвы) применение сапонитсодержащих базальтовых туфов в дозах 200–750 кг/га (20–60 кг/га MgO)

Таблица 2 – Влияние удобрений на урожайность и качество зернобобовых культур

Вариант	Горох посевной		Вариант	Горохо-овсяная смесь	
	урожайность, ц/га зерна	содержание сырого протеина, %		урожайность, ц/га зеленой массы	содержание сырого протеина, %
Контроль	12,1	20,7	Контроль	158	14,8
$N_{30}P_{60}K_{120}$	23,7	23,0	$N_{60}P_{40}K_{80}$	302	16,1
$N_{30}P_{60}K_{120} + Mg_{20}$	25,6	22,9	$N_{60}P_{40}K_{80} + Mg_{20}$	317	16,0
$N_{30}P_{60}K_{120} + Mg_{40}$	27,3	23,2	$N_{60}P_{40}K_{80} + Mg_{40}$	336	16,2
$N_{30}P_{60}K_{120} + Mg_{60}$	27,8	23,2	$N_{60}P_{40}K_{80} + Mg_{60}$	338	16,2
$N_{30}P_{60}K_{120} + Mg_{80}$	26,7	23,3	$N_{60}P_{40}K_{80} + Mg_{80}$	331	16,3
HCP_{05}	1,5	0,7	HCP_{05}	12	0,8

Таблица 3 – Влияние удобрений на урожайность и качество овощных культур

Вариант	Фасоль овощная		Вариант	Базилик обыкновенный	
	бобы, ц/га	сырой протеин, %		зеленая масса, кг/м ²	сырой протеин, %
Контроль	156,1	15,4	Контроль	2,05	14,0
$N_{50}P_{60}K_{120}$	250,2	16,5	$N_{45}P_{60}K_{90}$	2,26	14,7
$N_{50}P_{60}K_{120} + Mg_8$	265,1	16,7	$N_{45}P_{60}K_{90} + Mg_8$	2,41	14,9
$N_{50}P_{60}K_{120} + Mg_{40}$	265,3	16,7	$N_{45}P_{60}K_{90} + Mg_{20}$	2,43	14,9
$N_{50}P_{60}K_{120} + Mg_{60}$	267,3	16,8	$N_{45}P_{60}K_{90} + Mg_{40}$	2,49	14,8
$N_{50}P_{60}K_{120} + Mg_{80}$	264,2	16,8	$N_{45}P_{60}K_{90} + Mg_{60}$	2,44	14,8
HCP_{05}	12,2	0,8	HCP_{05}	0,12	0,6

увеличило урожай зерна яровой пшеницы на 2,5–5,1 ц/га, зерна овса – на 2,1–4,3 ц/га, зерна гороха – на 1,9–4,1 ц/га, бобов фасоли овощной – на 15,1–17,1 ц/га, зеленой массы горохо-овсяной смеси – на 15,0–36,0 ц/га, зеленой массы базилика обыкновенного – на 0,17–0,23 кг/м² с лучшими показателями агрономической эффективности при внесении Mg₄₀ на фоне полного минерального удобрения.

Литература

1. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И.М. Богдевич [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 276 с.
2. Богдевич, И.М. Магниево-удобрения на дерново-подзолистых почвах: аналитический обзор / И.М. Богдевич, О.В. Ломонос; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2009. – 39 с.
3. Босак, В.Н. Влияние антропогенноносимых кислот на процессы выветривания гранита / В.Н. Босак, К. Штар // Труды БГТУ: Лесное хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 218–220.
4. Вендские траппы Беларуси – перспективное сырье для силикатной промышленности / О.Ф. Кузьменкова [и др.] // Літасфера. – 2012. – № 2. – С. 130–147.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
6. Применение сапонитсодержащих базальтовых туфов в земледелии / В.Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2016. – 14 с.
7. Співак, В.В. Сорбція полютантів різного генезису природними та модифікованими сапонітовими глинами: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.17.21 / В.В. Співак. – Київ, 2013. – 24 с.
8. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
9. Bosak, V. Einfluß verschiedener Säurestärken und Anionen auf die Verwitterungswerte von Granit im Modellexperiment / V. Bosak, K. Stahr, M. Zarei // Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. – 2007. – Nr. 110/2. – S. 639–640.
10. Bosak, V. Säurepufferung und Mineralverwitterung von Granit und Granitsand im Modellexperiment / V. Bosak, K. Stahr, M. Zarei // Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. – 2005. – Nr. 107/2. – S. 539–540.
11. Ecological sorbent which is mainly consist of saponite mineral from Ukrainian clay-field / V. Spivak [et al.] // Chemistry & Chemical Technology. – 2012. – Vol. 6. – Nr. 4. – P. 451–457.
12. Numitor, G. Saponite / G. Numitor. – Fly Press, 2012. – 60 P.

УДК 631.45

Оценка пригодности почв пахотных земель Беларуси на энергетической основе

Л.И. Шибут, Т.Н. Азаренок, С.В. Шульгина, О.В. Матыченкова, кандидаты с.-х. наук,
С.В. Дыдышко, инженер-почвовед II категории
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 25.08.2016 г.)

В статье рассмотрен подход по усовершенствованию агропроизводственной группировки почв республики, исходя из их энергетического потенциала.

Введение

Рациональное использование почвенных ресурсов является основой стабильного развития агропромышленного комплекса страны.

Одним из важнейших условий оптимизации землепользования в хозяйствах республики является использование почв с учетом их пригодности для возделывания различных сельскохозяйственных культур и формирования на этой основе оптимальной структуры посевных площадей, так как по своим биологическим особенностям и отношению к почвенным условиям сельскохозяйственные культуры существенно различаются [1–2].

До настоящего времени для этих целей служила агропроизводственная группировка почв по их пригодности для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур, разработанная в Институте почвоведения и агрохимии в 2011 г. [2]. Однако в этой группировке пригодность почв была установлена только по генетическим характеристикам почв (типовая принадлежность, степень и характер увлажнения, гранулометрический состав, кислотность). При этом недостаточно учитывалась степень окультуренности почв и, в первую очередь, содержание гумуса в пахотном горизонте, в котором в условиях Беларуси сосредоточена основная доля его запасов. Для этих целей в результате исследований, проведенных в РУП «Институт почвоведения и агрохимии», был разработан новый способ оценки эффективного плодородия почв, основанный на запасах внутренней энергии гумуса в агрогумусовом (пахотном) горизонте почвы, рассчитываемой на основании содержания в нем гумуса, мощности и плотности сложения, с учетом факторов, лимитирующих реализацию его энергетических запасов, и, следовательно, влияющих на уровень плодородия почв (агроэкологическое состояние, климатические условия) [3–5]. Необходи-

The article presents an approach to modification of 12 soil agrogroups of republic, based on energy assessment.

мо отметить, что в научной литературе исследования по специфике энергетики почвообразования дерново-подзолистых почв разной степени увлажнения и оценке их плодородия носят сугубо теоретический характер [6–8], в то время как в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» подобные исследования носят четкую практическую направленность [3–5].

В связи с этим целью наших исследований явилось усовершенствование агропроизводственной группировки почв с учетом полученных результатов энергетической оценки их плодородия по почвенным разновидностям, встречающимся на пахотных землях республики, для установления их пригодности под сельскохозяйственные культуры.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований явилось все разнообразие почв, дифференцированных по количественным показателям энергетической оценки согласно разработанной оценочной шкале, и методике энергетической оценки плодородия почв Беларуси [3, 5]. Исследования проводили на основе сравнительного, аналитического методов, полевых и лабораторных исследований, систематизации многолетних данных учетов урожаев в производственных посевах, материалов крупномасштабного и агрохимического обследования, литературных данных, а также инвентаризированной информации, содержащейся в Почвенной Информационной Системе Беларуси и Банке информационно-аналитических данных оценки плодородия почв на энергетической основе.

Результаты исследований и их обсуждение

Для усовершенствования разработанной ранее агропроизводственной группировки почв по их пригодности

для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур с учетом энергетической оценки плодородия почв нами все основные (наиболее распространенные) группы почв, выделенные по генетическим характеристикам в агропроизводственной группировке почв 2011 г. [2], были дифференцированы на три подгруппы в соответствии с энергетической оценкой (по фактическому баллу).

Необходимо отметить, что реализация энергетических запасов гумуса возможна в определенных условиях температурного режима, увлажнения, агроэкологического состояния (агрохимическая окультуренность, мелиоративное состояние, завалуненность). Поэтому к величине оценочных баллов (исходных), установленных по разработанной нами шкале энергетической оценки плодородия почв (таблица 1), полученных с учетом мощности гумусового горизонта, содержания в нем гумуса, плотности сложения были введены поправочные коэффициенты на заболоченность, завалуненность, агрохимические свойства почв по трем показателям (рН, P_2O_5 , K_2O), климатические условия с учетом гранулометрического состава почв. В результате введения этих поправочных коэффициентов был получен окончательный (фактический) балл для оцениваемой разновидности.

Так в 1-ую подгруппу вошли почвы, оцененные в более чем 60 баллов, во 2-ую – от 30 до 60 баллов и 3-ю – менее 30 баллов. Для каждой из этих подгрупп была установлена степень пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур (таблица 2). Для 1-ой подгруппы степень пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур увеличивается на 1 единицу, по сравнению со 2-ой, для 3-ей уменьшается на 1 единицу. Таким образом, данные таблицы 2 показывают, что чем выше энергетическая оценка почв, тем выше степень пригодности для той или иной культуры (в пределах одной группы почв).

Исходя из данной группировки почв и их сравнительной пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур с учетом энергетических запасов гумуса и по уточненным показателям урожайности в производственных посевах, установлен перечень культур, которые можно выращивать на почвенных разновидностях (или участках), характеризующихся различной энергетической оценкой, а также даны рекомендации для перевода низкопродуктивных земель в другие виды использования (введена новая соответствующая графа).

Проведем оценку пригодности почв для агрогрупп, выделенных в таблице 2.

Так к 3 группе относятся агродерново-подзолистые автоморфные и оглеенные (контактно- и глубоко-) легко- и среднесуглинистые мощные или подстилаемые песком глубже 1,0 м, а также связносуспесчаные, подстилаемые мореной до 1,0 м. Почвы 1-ой и 2-ой подгрупп с энергетической оценкой >60 и 30–60 баллов, соответственно, являются пригодными для возделывания всех райониро-

ванных в республике культур, но предпочтение целесообразно отдавать наиболее требовательным к почвенному плодородию культурам: озимая и яровая пшеница, озимое тритикале, ячмень, горох, вика, пелюшка, люцерна, клевер, бобово-злаковых смеси, лен, сахарная свекла, рапс; эти же почвы 3-ей подгруппы с энергетической оценкой <30 баллов также пригодны под все культуры, но предпочтение следует отдавать менее требовательным культурам: озимая рожь, овес, люпин, картофель, кукуруза.

Почвы 6 группы – агродерново-подзолистые автоморфные, контактно- и глубоко-оглеенные, а также слабобоглееватые на мощных связных песках и рыхлопесчаные мощные и подстилаемые суглинком 1-ой подгруппы, оцениваемые > 60 баллами, наиболее пригодны лишь под такие культуры, как озимая рожь, овес, люпин, картофель; эти же культуры допускается возделывать и на почвах 2-ой подгруппы (30–60 баллов), хотя при определенных обстоятельствах их можно передать в лесные земли. Эти же почвы 3-ей подгруппы (< 30 баллов) не рекомендуется использовать в составе пахотных земель – их необходимо перевести в другие виды использования (в первую очередь под залесение).

На почвах 8 группы – агродерново-подзолистых слабобоглееватых (как осушенных, так и неосушенных) легко- и среднесуглинистых, а также супесчаных, подстилаемых мореной, 1-ой и 2-ой подгрупп (> 60 и 30–60 баллов) можно выращивать все районированные в республике культуры с некоторым ограничением озимых зерновых, технических и картофеля на неосушенных аналогах 3-ей подгруппы (< 30 баллов).

Почвы 10 группы – агродерново-подзолистые глееватые и глеевые осушенные почвы на легких и средних суглинках, а также супесях, подстилаемых мореной, 1-ой и 2-ой подгрупп (> 60 и 30–60 баллов) являются наиболее продуктивными для всех культур, возделываемых на аналогичных автоморфных почвах, за исключением льна, картофеля, сахарной свеклы, люцерны и некоторого ограничения посевов озимых зерновых и технических культур на почвах 3-ей подгруппы (< 30 баллов).

На этих же почвах неосушенных, но более окультуренных, с энергетической оценкой более 30 баллов (1 и 2 подгруппа) можно возделывать яровые зерновые и многолетние травы, почвы 3-ей подгруппы (< 30 баллов) без осушения непригодны для возделывания полевых культур, поэтому их рекомендуется перевести в естественные луговые земли.

Всего нами было выделено 12 агропроизводственных групп. Более подробная характеристика по всем агрогруппам будет отражена в подготавливаемых нами рекомендациях.

На основании этой таблицы можно определить пригодность каждой почвенной разновидности для возделывания той или иной культуры, а также определить площа-

Таблица 1 – Шкала энергетической оценки плодородия почв Беларуси (исходный балл) (фрагмент)

Плотность, г/см ³	Содержание гумуса (%) и мощность гумусового горизонта (см)											
	2,50–2,01				2,00–1,51				1,50–1,00			
	>35	35–31	30–25	<25	>35	35–31	30–25	<25	>35	35–31	30–25	<25
1	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
>1,60	45,2	39,2	33,2	27,2	35,2	30,5	25,8	21,2	25,1	21,8	18,5	15,1
1,51–1,60	51,3	44,5	37,6	30,8	39,9	34,6	29,2	24,0	28,5	24,7	20,9	17,1
1,41–1,50	57,3	49,7	42,0	34,4	44,6	38,7	32,7	26,8	31,8	27,6	23,4	19,1
1,21–1,40	60,3	52,3	44,2	36,2	46,9	40,7	34,4	28,2	33,5	29,0	24,6	20,1
1,11–1,20	53,4	46,3	39,1	32,0	41,5	36,0	30,4	24,9	29,6	25,7	21,7	17,8
1,00–1,10	48,7	42,2	35,7	29,2	37,9	32,8	27,8	22,7	27,1	23,5	19,9	16,2
<1,00	44,1	38,2	32,3	26,5	34,3	29,7	25,1	20,6	24,5	21,2	18,0	14,7

Таблица 2 – Агропроизводственная группировка почв пахотных земель по пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур с учетом их энергетической оценки (фрагмент)

№ агрогрупп	Названия агрогрупп почв	Мелиоративное состояние	Энергетическая оценка (баллы)	Степень пригодности почв для возделывания сельскохозяйственных культур															Рекомендуется использовать (вид земель)	
				озимая рожь	озимая пшеница	озимое тритикале	яровая пшеница	ячмень	овес	кормовой люпин	горох, вика, пелюшка	лен	сахарная свекла, корнеплоды	рапс	картофель	кукуруза	клевер	люцерна		многолетние злаковые травы
3...	Агродерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые мощные или подстилаемые песком глубже 1 м, а также связносупесчаные, подстилаемые суглинком до 1 м (автоморфные, оглеенные)		> 60	3 ¹	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	пахотные	
			30–60	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	пахотные	
			< 30	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	пахотные
6...	Агродерново-подзолистые на мощных связных песках и рыхло-песчаные мощные и подстилаемые суглинком (автоморфные, оглеенные внизу и контактно-оглеенные, слабogleеватые)		> 60	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	пахотные	
			30–60	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	пахотные (лесные)
			< 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	лесные
8...	Агродерново-подзолистые слабogleеватые легко- и среднесуглинистые, а также супесчаные, подстилаемые суглинком	ос. ²	> 60	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	пахотные	
			30–60	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	пахотные	
			< 30	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2	пахотные
		не ос.	> 60	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	пахотные
			30–60	2	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	пахотные
			< 30	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	пахотные
10...	Агродерново-подзолистые глееватые и глеевые на легких и средних суглинках, а также супесках, подстилаемых мореной	ос.	> 60	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	пахотные	
			30–60	2	2	2	3	3	3	2	3	2	1	2	1	2	3	2	3	пахотные
			< 30	1	1	1	2	2	2	1	2	1	0	1	0	1	2	1	2	пахотные
		не ос.	> 60	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	2	3	2	3	пахотные
			30–60	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	2	1	2	пахотные
			< 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	ест. луг.

Примечания – ¹ Степень пригодности почв: 3 – наиболее пригодные, 2 – пригодные, 1 – малопригодные, 0 – непригодные.

² Пригодность для осушенных почв с нормально работающей осушительной сетью.

ди пригодных для их выращивания почв. Сравнение полученных данных с фактическими посевными площадями сельскохозяйственных культур показывает, посевные площади каких культур необходимо сократить, а каких, при необходимости, можно увеличить.

Таким образом, предложенная агропроизводственная группировка почв построена на основе качественного состояния почвенного покрова пахотных земель республики и их энергетического потенциала в целом. Для каждого отдельно взятого региона (области, района или даже сельскохозяйственного предприятия) эта группировка почв может быть скорректирована с учетом региональ-

ной специфики почвообразования, окультуренности почв и других факторов, влияющих на сельскохозяйственное производство. Соответственно и пригодность почв для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур и предложения по оптимизации землепользования для конкретных землепользователей могут несколько отличаться от приведенных в статье.

Заключение

Из изложенного выше следует, что усовершенствованная агропроизводственная группировка почв с учетом их энергетического потенциала позволяет более точно

установить пригодность каждого конкретного участка под различные культуры, служит для рационального их размещения по полям севооборотов, установления оптимальной структуры посевных площадей и оптимального соотношения видов земель (пахотные, луговые, лесные) в зависимости от почвенных и других условий и является основой для практической реализации принципов адаптивно-ландшафтной системы земледелия.

Литература

1. Совершенствование специализации сельскохозяйственного производства на основе почвенно-экологического районирования / Н.И. Смеян [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2007. – №2(39). – С. 15–27.
2. Пригодность почв Республики Беларусь для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур: рекомендации / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 64 с.
3. Оценка эффективного плодородия почв Беларуси на энергетической основе / Г.С. Цытрон [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 4. – С. 44–47.
4. Способ оценки в баллах плодородия автоморфных и полугидроморфных почв пахотных земель: пат.19540 Респ. Беларусь / Г.С. Цытрон [и др.]; заявитель Ин-т почвоведения и агрохимии. – № а 20120209; заявл. 14.02.2012; опубл. 30.10.2015.
5. Шибут, Л.И. Энергетический потенциал почв пахотных земель Солигорского района и их пригодность под сельскохозяйственные культуры / Л.И. Шибут, Г.С. Цытрон, О.В. Матыченкова // Воспроизводство плодородия почв и их охрана в условиях современного земледелия: материалы междунар. науч.-практ. конф. и V съезда почвоведов и агрохимиков, Минск, 22–26 июня 2015 г. в 24. Ч.1/ редкол.: В.В. Лапа (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – С. 322–326.
6. Энергетическая оценка плодородия почв / В.И. Савич [и др.]. – М.: Изд-во ВНИИА, 2007. – С. 152–182.
7. Тихонов, С.А. Энергетическая характеристика дерново-подзолистых почв БССР / С.А. Тихонов, Т.А. Романова // Почвоведение и агрохимия: сб. науч. тр. / БелНИИ почвоведения и агрохимии; редкол.: И.М. Богдевич, Н.И. Смеян [и др.]. – Мн.: Ураджай, 1987. – Вып. 23. – С. 9–15.
8. Романова, Т.А. Диагностика почв Беларуси и их классификация в системе ФАО-WRB / Т.А. Романова // РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси». – Минск, 2004. – С. 72–74, 328–338.

УДК 631.674.6:633.81

Влияние капельного орошения на рост и развитие валерианы лекарственной

Н.В. Приведенюк, заведующий отделом технологий
выращивания лекарственных растений

Опытная станция лекарственных растений ИАП НААН Украины

(Дата поступления статьи в редакцию 02.03.2016 г.)

По результатам выполненных исследований получены данные, подтверждающие эффективность применения капельного орошения при выращивании валерианы лекарственной. Влажность почвы на уровне 90 % от наименьшей влагоемкости является наиболее благоприятной среди изучаемых вариантов для роста и развития растений культуры. На время уборки урожая доля массы травы составляет 84–85 % от общей массы растения, данный показатель может служить для предварительной оценки урожая корня валерианы. Также установлено, что использование капельного орошения на Левобережной лесостепной зоне Украины при выращивании валерианы лекарственной полностью компенсирует лимитирующий фактор – недостаток почвенной влаги.

Введение

Лекарственные растения являются одним из самых важных источников сырья для отечественной химико-фармацевтической промышленности. Среди них особого внимания заслуживает валериана лекарственная (*Valeriana officinalis* L.). Препараты, изготовленные на основе сырья валерианы – корней с корневищами, входят в перечень жизненно необходимых лекарственных средств. Почвенно-климатические условия Украины способствуют получению сырья высокого качества, что подтверждает высокий спрос внутреннего и европейского рынка. Из-за устаревших технологий и глобального изменения климата в последние годы сельскохозяйственные предприятия существенно сократили объемы выращивания сырья валерианы лекарственной и других лекарственных растений. Как следствие, ряд фармацевтических предприятий перепрофилировались на полуфабрикаты зарубежного производства или на импортное, не всегда качественное, сырье. Поэтому все чаще возникает вопрос о масштабном культивировании в Украине наиболее важных лекарственных растений, в особенности валерианы лекарственной, с применением современных технологий выращивания.

In this study, we collected the data that supports the effectiveness of drip irrigation for the cultivation of Valeriana officinalis. Soil humidity was maintained at 90 % of the lowest water capacity in the experiment. This humidity level appears the most favorable for growth and development of the species. The mass of surface part of a plant constitutes 84–85 % of the total mass of the plant; we can use this fact for preliminary evaluation of valeriana root yield. In the conditions of Left-bank forest-steppe Ukraine the use of drip irrigation in Valeriana officinalis cultivation can totally compensate for such a limiting factor as shortage of soil moisture.

По результатам исследований, проведенных учеными Опытной станции лекарственных растений в последние годы на территории Левобережной лесостепной зоны Украины, наиболее важным из лимитирующим факторов, которые влияют на рост и развитие валерианы лекарственной, является влажность почвы. Валериана лекарственная достаточно засухоустойчивая культура, но в определенных фазах развития дефицит почвенной влаги приводит к частичной или даже полной гибели растений. Особенно чувствительна культура к увлажнению на начальных фазах развития: от появления всходов растений до образования развитой розетки с 5–7 настоящими листьями. Важным этапом развития культуры, влияющим на получение высоких урожаев качественной продукции, является период продолжительностью 30–50 дней, предшествующий сбору сырья – корней с корневищами. Засушливые условия в этот период вегетации существенно снижают урожайность валерианы. В связи с этим учеными Опытной станции лекарственных растений Института агроэкологии и природопользования (ОСЛР ИАП) совместно со специалистами Института водных проблем и мелиорации Национальной академии аграрных наук Украины

(ИВПИМ УААН) в течение 2012–2015 гг. проведены экспериментальные исследования по совершенствованию технологии выращивания валерианы путем адаптации ее к специфике капельного орошения. Целью проведенных исследований было установить влияние капельного орошения на рост и развитие валерианы лекарственной и определить степень зависимости урожайных показателей от уровня предполивной влажности почвы.

Материалы и методика исследований

Исследования проводили по общепринятым методикам [2] с учетом требований специфики осуществления таких опытов в соответствии с особенностями выращивания валерианы лекарственной. Также использовали специальные методики, приемлемые в лекарственном растениеводстве [1]. В исследованиях руководствовались подходами, практическими и теоретическими положениями, изложенными в работах по капельному орошению [3, 4, 5] и др.

Экспериментальная часть исследований осуществлена в поле № 4 агротехнического севооборота отдела технологий выращивания лекарственных культур ОСЛР ИАП (село Березотача Лубенского района Полтавской области).

Почва опытного участка – чернозем мощный малогумусный легкий суглинок с мощным гумусовым горизонтом (87–100 см). Содержание гумуса в 0–30 см слое составляет 2,43 %, обеспеченность почвы легкогидролизированным азотом низкая – 10,36 мг/100 г, подвижным фосфором – очень высокая (38,44 мг/100 г почвы), подвижным калием – повышенная (11,04 мг/100 г почвы). По степени солености почвенной суспензии (E_c – 0,15 мСм/см) данная почва является незасоленной. Реакция водного почвенного раствора (актуальная кислотность) – слабокислая: $pH_{\text{водная}}$ составляет 5,52 единиц; $pH_{\text{солевая}}$ (обменная кислотность) составляет 4,54 единиц и характеризует почву как среднекислую.

Для орошения опытного поля использовали систему капельного орошения, укомплектованную поливными трубопроводами диаметром 16 мм с расстоянием между капельницами 20 см. Номинальный расход воды 1 линейного метра поливного трубопровода при давлении 1,0 ат-

мосферы составлял 6,2 л/час. Согласно разработанной схеме исследований были включены варианты орошения с разным уровнем предполивной влажности почвы (УПВП) – 70, 80 и 90 % от наименьшего влагосодержания (НВ). Контролем служил вариант без орошения. Влажность почвы на опытном участке контролировали с помощью тензиометров.

Закладку опытных участков проводили семенами валерианы лекарственной сорта Украина селекции Опытной станции лекарственных растений. Сроки сева – третья декада августа, норма высева – 8 кг/га, ширина междурядий – 60 см.

Результаты исследований и их обсуждение

В вариантах с уровнем предполивной влажности почвы 70, 80 и 90 % от наименьшего влагосодержания полные всходы отмечались на 14–17 сутки после сева. В контрольном варианте появление всходов зависело от количества осадков и температуры воздуха. Погодные условия сентября 2012 и 2013 г. были благоприятны для получения всходов валерианы лекарственной. В 2014 г. первая половина осени отличалась отсутствием осадков на фоне высоких температур атмосферного воздуха, что плохо повлияло на посевы культуры – в условиях естественного увлажнения появление всходов наблюдалось только на 34 сутки, полные всходы – на 53 сутки. До наступления устойчивых заморозков растения в контрольном варианте (при естественном увлажнении) были слабо развиты – основная масса растений находилась в фазе двух семядольных листьев высотой до 1 см (рисунок 1).

Во всех вариантах с орошением в течение всего периода исследований и в вариантах без орошения в 2012 и 2013 гг. растения успевали сформировать 2–4 настоящих листа и имели надземную часть высотой 4–9 см.

В первой декаде апреля проводили учеты перезимовки растений валерианы лекарственной. В вариантах с уровнем предполивной влажности почвы 70, 80 и 90% НВ за годы исследований в данный период наблюдалось интенсивное отрастание розетки листьев, гибели растений в зимний период не отмечалось. В контрольном варианте в 2013 г. перезимовало 68–73 % растений, часть растений погибла из-за явления выпирания корневой си-

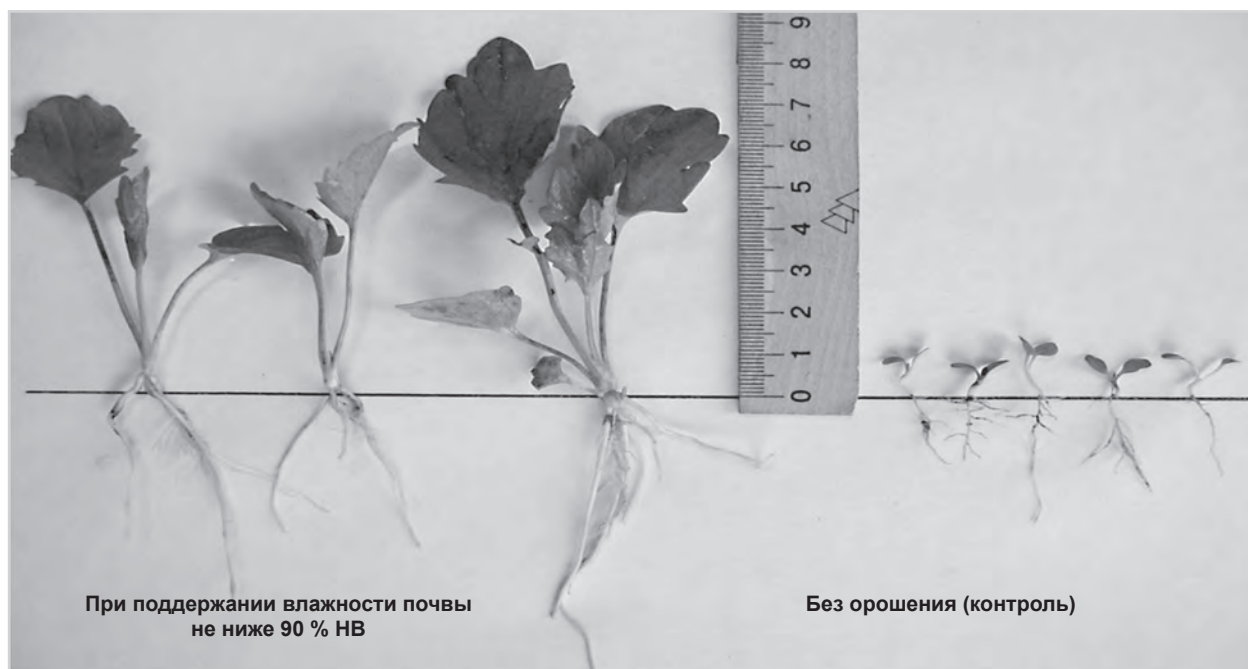


Рисунок 1 – Развитие валерианы лекарственной в осенний период (состояние на I декаду ноября 2014 г., период первых устойчивых заморозков)

стемы на поверхность почвы слабозрелых растений за счет резкого изменения объема почвы (сильные оттепели зимой). В 2014 г. во время проведения учетов в апреле гибели растения в контрольном варианте не выявлено. Крайне неблагоприятные условия сложились для перезимовки слабозрелых растений в контрольном варианте в 2015 г.: после перезимовки сохранились лишь единичные всходы растений валерианы, погибло 93–97 % растений.

В течение вегетационного периода проводили биометрические измерения растений валерианы лекарственной: высоты, массы надземной части и корневой системы, площади листьев, длины корня, диаметра корневой шейки и др. Установлено, что наиболее благоприятные условия для роста и развития растений валерианы сложились в варианте, где поддерживалась высокая влажность почвы в течение вегетации. На время сбора урожая (II декада октября) в варианте с УПВП – 90 % НВ растения валерианы превышали контроль на 29,8 см по высоте, по количеству листьев в розетке – на 8,9 шт./экз., по весу листьев – 167, 3 г/экз., по площади листьев – 0,275 м²/экз., по диаметру корневой шейки – 8,4 мм, по длине корня – 11 см, по весу сырого корня с корневищем – 44,1 г/экз. (таблица 1).

Установлена прямая зависимость биометрических показателей от влажности почвы: с повышением уровня предполивной влажности почвы увеличивается масса растений, площадь листьев, высота растений и другие показатели. В контрольном варианте развитие валерианы зависело от погодных условий, которые зачастую были неблагоприятными. Например, во второй половине вегетационного периода 2014 г. (июль – август) наблюдалась сильная засуха. Особенно нехватка почвенной влаги отмечалась в верхнем слое почвы, где находится основная масса корней с корневищами валерианы (биологическая особенность культуры). Известно, что увядание растений наступает при грунтовой влажности около 52 % от наименьшего влагосодержания. Этот уровень был отмечен в I декаде августа, который удерживался до II декады сентября. Как следствие, надземная масса растений частично отмерла (73–82 % листьев). Только в III декаде сентября в результате выпадения осадков отмечалось восстановление нарастания листовой поверхности растений.

В ходе исследований проводили наблюдение за воздействием капельного орошения на развитие растений. Увеличение высоты растений проходило интенсивно с начала вегетации до середины июня. Высота растений составляла 38,9 см в контрольном варианте, в вариантах с орошением – от 54,8 до 72,2 см. Далее рост несколько замедлился, в течение следующего месяца вегетации высота растений увеличилась на 6,7 – 11,0 см. В дальнейшем рост растений в высоту повторно замедлился. Особенно это явление характерно для варианта с РПВП – 90 %. Ведь их высота уже достигала 81,2 см и до конца вегетации увеличилась лишь на 1,2 см. Рост растений в высоту в варианте при естественном увлажнении прекратился в начале августа из-за частичной потери надземной массы.

В течение следующих 20–40 дней высота растений снижалась в среднем на 6,8 см, и только в сентябре – начале октября за счет осенних осадков снова возобновилось отращивание (рисунок 2).

Стремительное нарастание надземной массы происходило весной с начала вегетации до июля. В дальнейшем в вариантах с орошением оно несколько замедлилось, а в контрольном варианте вообще остановилось (рисунок 3). В годы исследований в конце августа температура атмосферного воздуха значительно снижалась, что способствовало восстановлению интенсивности нарастания листовой поверхности по всем вариантам. В ходе исследований контролировалась площадь листьев, которая находилась в прямой зависимости от веса листьев растений. В августе, в самый засушливый период вегетации, средняя площадь листовой поверхности одного растения в контроле составляла 0,140 м²/экз., а в вариантах при поддержании влажности почвы на уровне 70–90 % НВ уже достигала 0,368–0,417 м²/экз. Нарастание листьев происходило до начала сбора урожая. Их вес достигал максимальных отметок в первой декаде октября и составлял в контрольном варианте 198,3 г/экз. при площади листовой поверхности 0,456 м²/экз. Наибольший вес листьев зафиксирован в варианте при поддержании влажности почвы на уровне 90 % НВ и составлял 365,6 г/экз. при площади листьев 0,731 м²/экз. То есть, нарастание надземной массы напрямую зависит от влажности почвы и температуры воздуха, что подтверждают полученные данные.

На гистограмме рисунка 4 представлено нарастание массы корня с корневищем валерианы в течение вегетации в зависимости от влажности почвы и графически отражена динамика диаметра корневой шейки. Полученные данные свидетельствуют, что в весенний период и первую половину лета нарастание массы корня проходило равномерно, разница между вариантами была незначительной. Это объясняется тем, что растения использовали весенние запасы влаги. В течение следующей половины вегетации по данному показателю разрыв между вариантами стремительно рос: если в июле масса корня с корневищами в варианте с УПВП 90 % НВ превышала контроль на 7,8 г/экз., то в октябре масса корня в варианте с орошением была в среднем 69,9 г/экз., что превышало контроль на 44,1 г/экз. В контрольном варианте утолщение корневой шейки происходило стремительно до наступления летней засухи: диаметр составлял 11 мм, в вариантах с орошением данный показатель составлял 12–15 мм. Поддержание высокой влажности почвы на уровне 90 % НВ в течение вегетации способствовало достижению максимального диаметра корневой шейки – 24,1 мм на конец вегетации, что превышало этот показатель в контроле на 8,4 мм и в других вариантах с орошением – на 1,8–4,1 мм.

Контролировался еще один биометрический показатель – длина корня. В мае в контрольном варианте он составлял 7,7 см. В июле длина корня увеличилась до 18,2 см за счет весенней влаги. Дальше прирост сильно

Таблица 1 – Биометрические показатели роста и развития валерианы лекарственной в зависимости от УПВП (среднее, 2013–2015 гг., I декада октября)

Вариант	Высота растений, см	Количество листьев в розетке, шт./экз.	Вес надземной массы, г/экз.	Площадь листьев, м ² /экз.	Диаметр корневой шейки, мм	Длина корня с корневищем, см	Масса сырого корня с корневищем, г/экз.
Без орошения (контроль)	52,6 ± 1,7	12,4 ± 0,9	198,3 ± 13,2	0,456 ± 0,033	15,8 ± 1,6	25,6 ± 3,1	25,8 ± 5,3
УПВП – 70 % НВ	71,1 ± 2,2	17,7 ± 1,6	250,7 ± 12,7	0,552 ± 0,025	20,1 ± 1,4	30,0 ± 2,6	46,0 ± 4,3
УПВП – 80 % НВ	75,0 ± 1,9	19,5 ± 1,1	327,7 ± 11,6	0,688 ± 0,027	22,4 ± 1,2	32,0 ± 3,0	55,6 ± 5,2
УПВП – 90 % НВ	82,4 ± 2,1	21,3 ± 1,2	365,6 ± 15,3	0,731 ± 0,029	24,2 ± 1,8	36,6 ± 3,2	69,9 ± 4,1

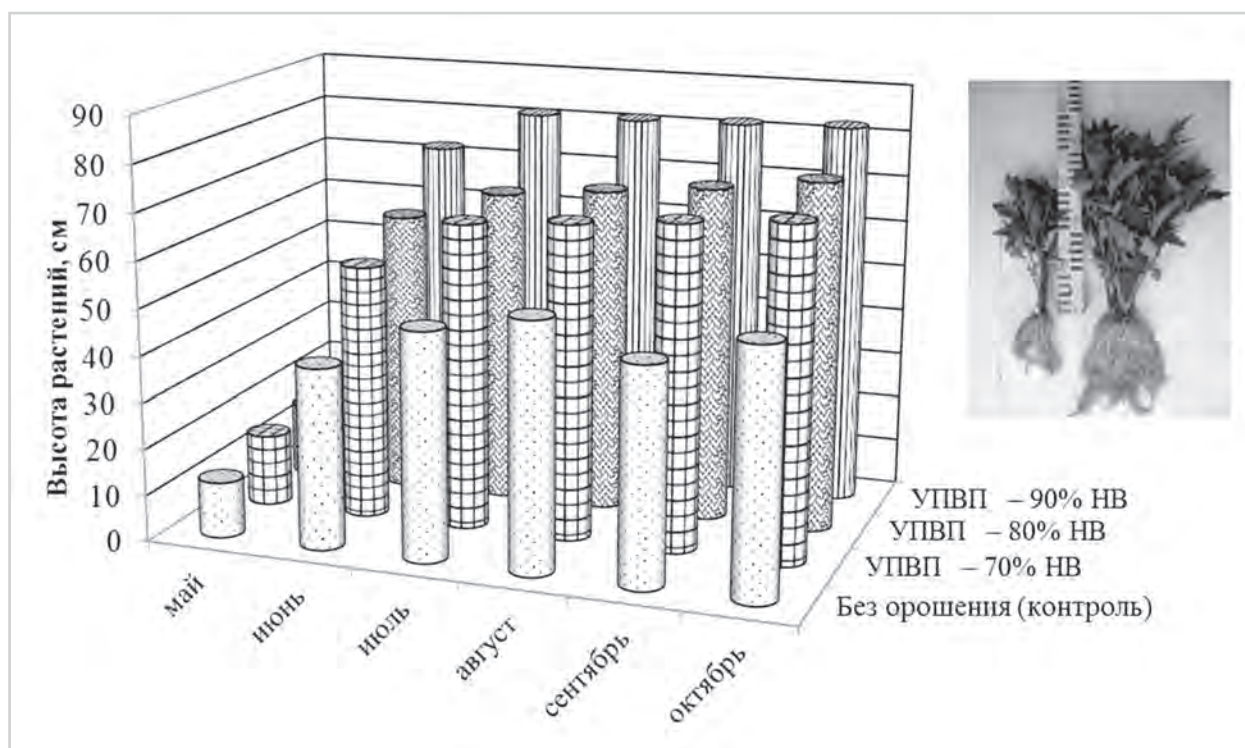


Рисунок 2 – Динамика роста валерианы лекарственной в зависимости от УПВП (среднее, 2013–2015 гг.)

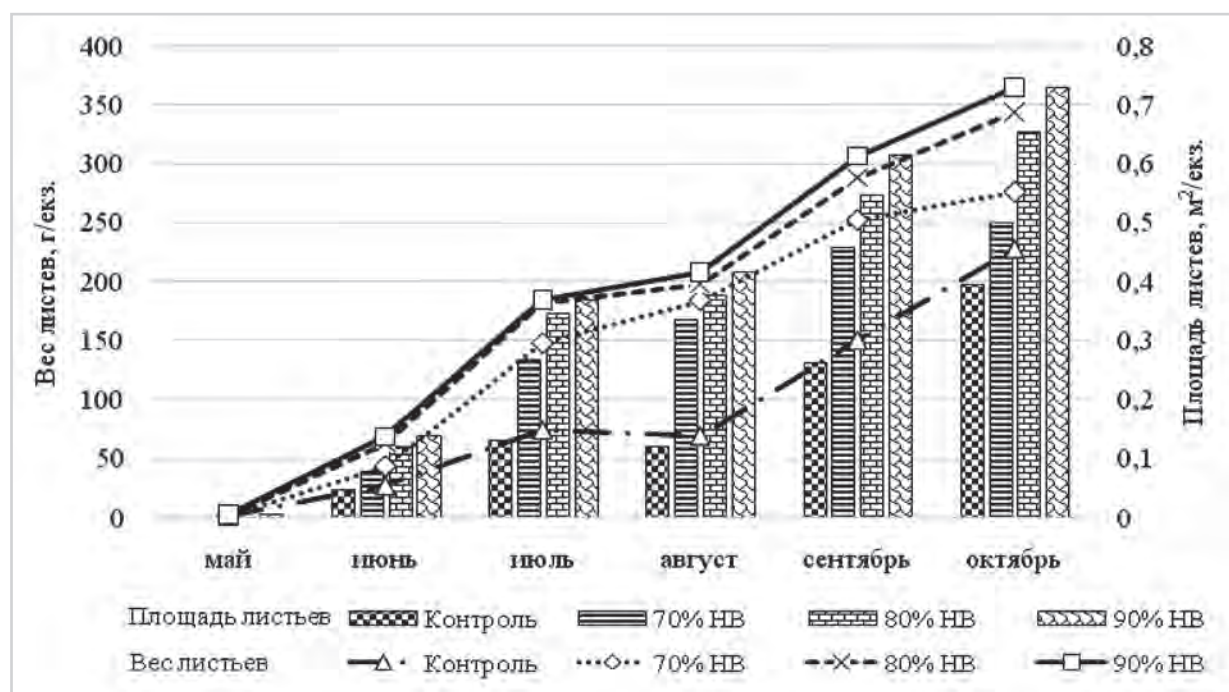


Рисунок 3 – Динамика веса и площади листьев валерианы лекарственной в зависимости от УПВП (среднее, 2013–2015 гг.)

замедлился и к концу вегетации длина корня достигала 25,6 см. Наиболее благоприятными были условия для развития подземных органов валерианы в варианте с высоким уровнем предполивной влажности почвы 90 % НВ: длина корня в июне уже превышала контроль на 9,7 см, в августе – на 11,7 см. В сентябре разница по данному показателю была самой высокой и составила 13,9 см. Во время уборки урожая наиболее длинная корневая система составляла 36,6 см, а в контроле – 25,6 см.

В таблице 2 отображена структура соотношения веса корня и листьев к общему весу растения в процентном выражении в зависимости от влажности почвы и фазы

развития растений. Так, полученные данные свидетельствуют о том, что в мае доля подземных органов составляет в среднем по всем вариантам от 23 до 27 %. К июлю в вариантах с капельным орошением наблюдается уменьшение доли корней в структуре до 9–11 %, что объясняется стремительным нарастанием надземной массы. На время сбора урожая данный показатель составляет 15–16 %. В контроле доля корней с корневищами в июле снизилась до 17 %, в течение последующих 30–40 дней она стремительно повышалась до 22 %. Это объясняется тем, что во время засухи валериана лекарственная обладает способностью сбрасывать листья, существенно

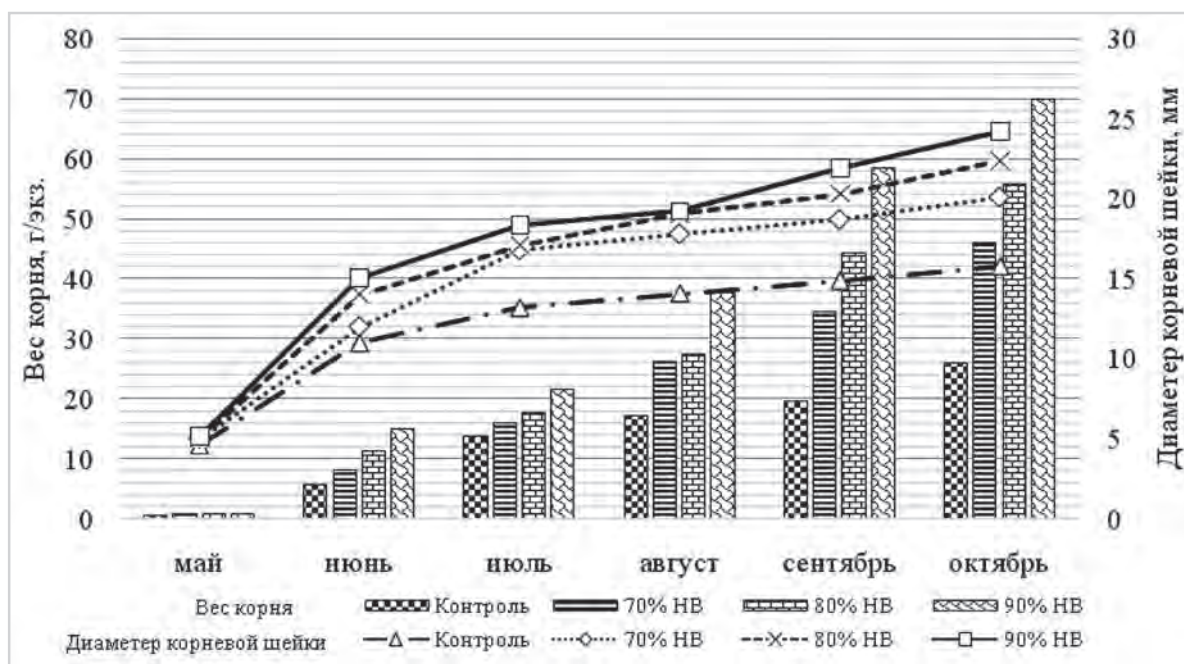


Рисунок 4 – Динамика массы корня с корневищем и диаметра корневой шейки валерианы лекарственной в зависимости от УПВП (среднее, 2013–2015 гг.)

Таблица 2 – Структура массы растений валерианы лекарственной в зависимости от фазы развития и УПВП

Вариант		Доля, %					
		май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Без орошения (контроль)	трава	75	81	83	78	87	88
	корень	25	19	17	22	13	12
УПВП – 70 % НВ	трава	73	83	89	87	87	84
	корень	27	17	11	13	13	16
УПВП – 80 % НВ	трава	74	84	91	87	86	85
	корень	26	16	9	13	14	15
УПВП – 90 % НВ	трава	77	82	90	85	84	84
	корень	23	18	10	15	16	16

уменьшая транспирацию для сохранения подземных органов. При благоприятных условиях – снижении температуры воздуха и повышении влажности почвы – в варианте с естественным увлажнением наблюдалось стремительное нарастание массы листового аппарата, и во время сбора урожая его доля составляла 88 % от общей массы растений.

Выводы

Итак, применение системы капельного орошения при выращивании валерианы лекарственной является высокоэффективным способом поддержания влажности почвы не ниже заданного уровня. Орошение даёт возможность вовремя получить гарантированные всходы культуры, благодаря чему растения успевают сформировать 3–4 настоящих листа до заморозков, что обеспечивает хорошую перезимовку валерианы. Установлено, что наиболее благоприятные условия для роста и развития растений валерианы сложились в варианте, где в течение вегетации поддерживалась наивысшая влажность почвы – на уровне не ниже 90 % НВ. Также отмечено, что хорошо развитые растения валерианы могут выдерживать долгие засухи, но это приводит к потере надземной массы, сильному замедлению роста и существенному уменьшению массы корня с корневищами. В орошаемых вариантах на-

блюдается прямая зависимость между биометрическими показателями. Установлено, что на время уборки урожая доля массы травы при капельном орошении составляет 84–85 % от общей массы растения, данный показатель может служить для предварительной оценки урожая корня валерианы еще до сбора сырья. Полученные результаты подтверждают то, что капельное орошение гарантирует формирование высоких урожаев корня валерианы за один год выращивания при озимом посеве в условиях Украины.

Литература

- Горбань, А.Т. Лекарственные растения: вековой опыт изучения и возделывания / А.Т. Горбань, С.С. Горлачова, В.П. Кривуненко. – Полтава: Верстка, 2004. – 230 с.
- Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
- Ромашенко, М.І. Краплинне зрошення овочевих культур і картоплі в умовах степу країни / М.І. Ромашенко, А.П. Шатковский, С.В. Рябков. – Київ, 2012. – 248 с.
- Технології вирощування сільськогосподарських культур за краплинного зрошення (рекомендації) (наукове видання) // За ред. М.І. Ромашенка. – ІВПІМ НААН. – К.: «ЦП «Компринт», 2015. – 379 с.
- Устименко, О.В. Перспективи краплинного зрошення у лікарському рослинництві / О.В. Устименко, Н.В. Приведенюк // Матеріали ІІ науково-практичної конференції «Краплинне зрошення як основа складової інтенсивних агротехнологій XXI ст.» (до 85-річчя ІВПІМ) 4 грудня 2014 р. – Київ, 2014. – С. 66–68.

Отбор кремнистых линий S_3 - S_5 по зерновой продуктивности тесткроссных гибридов кукурузы (*Zea mays*)

В.В. Плотка, научный сотрудник
Институт зерновых культур НААН Украины

(Дата поступления статьи в редакцию 13.09.2016 г.)

Дана оценка отбора кремнистых раннеспелых семей S_3 - S_5 при сравнении с исходными кремнистыми константными линиями ДК273, ДК959, ДК357А, ДК204, ДК206, ДК720 и оценка урожайности их тесткроссов в сравнении с гибридами стандартами Оржица 237МВ и Днепровский 181СВ.

Анализ исходных образцов по урожаю зерна обнаружил линии ДК204 и ДК273, которые обеспечили максимальный выход лучших рекомбинантов в опыте. По результатам исследований было выделено 3 гибрида, которые превышали по урожайности ст. Оржица 237МВ и ст. Днепровский 181СВ, при этом имели низкую уборочную влажность.

Введение

Увеличение валового сбора зерна кукурузы в хозяйствах Украины связывают с расширением ассортимента гибридов. Согласно наблюдениям, правильный подбор гибридов обеспечивает увеличение производства зерна до 20 % при соблюдении агротехнологических рекомендаций относительно гибридных особенностей и реакции на различные почвенно-климатические условия выращивания [1, 2, 3].

Научно доказано, что выбор гибрида определяет 50 % будущего урожая зерна, тогда как агротехнические мероприятия только до 30 %, а метеорологические условия – 20 % [4]. Скороспелые гибриды кукурузы имеют определенные преимущества для производства. Для них характерна лабильность в сроках сева, они более пригодны для различных типов энергосберегающих технологий выращивания и систем земледелия из-за более оптимального усвоения тепловых ресурсов и весенних запасов влаги в почве [1, 5].

Основная задача гетерозисной селекции – это непрерывное повышение зерновой продуктивности товарного производства, которое обеспечивается своевременным сортозамещением и требует значительных временных, ресурсных и инновационных вкладов. Соответствующая проблема чрезвычайно актуальна именно для раннеспелых гибридов из-за недостаточной стабильности урожайности в изменчивых условиях Степи и Лесостепи, тем более, учитывая негативную взаимосвязь урожайности и продолжительности вегетации [6, 7].

Основной целью наших исследований была оценка и отбор кремнистых раннеспелых семей S_3 - S_5 исходя из урожайности тесткроссов при сравнении с исходными кремнистыми константными линиями ДК273, ДК959, ДК357А, ДК204, ДК206, ДК720 и гибридами стандартами: раннеспелый Днепровский 181СВ и среднеранний Оржица 237МВ. Одновременно они оценивались по уборочной влажности зерна, что важно, поскольку кремнистые формы часто имеют пониженные темпы влагоотдачи при созревании.

Материалы и методы исследований

Урожайность и влажность зерна тесткроссов исследовали в условиях опытного хозяйства "Днепр" ГУ ИСГ СЗ НААН Украины в течение 2012–2014 гг. Площадь участка составляла 4,9 м² при 3-кратном повторении. Густоту стояния в 60 тыс. растений/га формировали вручную в период 3–5 листьев. Фенологические и биометрические наблюдения проводили в контрольном питомнике. Сбор

The screening assessment characteristics of siliceous early maturing families S_3 - S_5 in comparison with the original siliceous constant lines ДК273, ДК959, ДК357А, ДК204, ДК206, ДК720 and yield evaluation of their test crosses in comparison with the hybrid standards Orzhica 237MV and Dniprovsky 181CV is given.

The original samples analysis for grain yield have discovered the lines ДК204 and ДК273 which have provided with the maximum yield of best recombinants in the experiment. Based on the results of researches 3 hybrids were isolated which exceeded the yield of standards Orzhica 237MV and Dniprovsky 181SV, for this, having low harvesting moisture.

урожая осуществляли в первой декаде октября селекционным комбайном HEGE-140 с последующим взвешиванием зерна и определением его влаги влагомером Burrows. Результаты исследований обрабатывали на персональном компьютере с использованием программного обеспечения. Математическую обработку данных проводили по методикам Г.Ф. Лакина и Б.А. Доспехова [8, 9].

Результаты исследований и их обсуждение

Годы исследований характеризовались контрастными агрометеорологическими условиями. Чрезвычайно сухим и жарким оказался 2012 г., что привело к значительному нивелированию различий между опытными образцами и формированию слишком низкого урожая зерна. В противоположность 2012 г. в 2013 г. наблюдались более благоприятные условия для формирования урожая, что положительно повлияло на общий уровень производительности гибридов кукурузы, но чрезмерные осадки в конце вегетации замедлили темпы созревания и обусловили распространение фузариозной инфекции, особенно на растениях, поврежденных кукурузным мотыльком. Аномально сухая погода во второй половине вегетации в 2014 г. нивелировала различия уборочной влажности зерна гибридов и вызвала снижение их продуктивности, но благоприятные условия в мае и июне обеспечили средний общий уровень урожайности. Таким образом, годы исследований по погодным условиям содержали весь спектр стрессовых факторов, характерных для северной Степи и способствовали разносторонней оценке нового материала.

Скрещивания семей S_3 - S_5 поколений с тестерами альтернативных геноплазм: кросс 347С (Ланкастер), кросс 239М (Айодент х SSS), кросс 250М (Айодент) проводили по неполной тесткроссной схеме скрещиваний. За период исследований 2012–2014 гг. изучено соответственно 199, 259, 398 тесткроссных семей разных поколений инбридинга. Для сравнения в качестве стандартов были использованы раннеспелый гибрид Днепровский 181СВ (ФАО 180), характеризующийся коротким вегетационным периодом в сочетании с низкой уборочной влажностью зерна, и среднеранний гибрид Оржица 237МВ (ФАО 230), созданный на базе модели "зубоподобная форма на кремнистую", характерную для данного опыта, а его материнская форма кросс 239М применялась еще как тестер (таблица 1).

Анализ урожая зерна тесткроссных гибридов обнаружил значительное их дифференцирование по этому признаку, которое усиливалось в более стрессовые годы. В

Таблица 1 – Параметры варьирования урожая зерна тесткроссов (т/га)

Параметры	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее
$\bar{x} \pm S_x$	2,37 ± 0,41	7,18 ± 0,07	5,04 ± 0,04	4,86 ± 0,17
Lim _(min-max)	0,57–3,69	3,90–9,67	1,90–7,10	2,12–6,82
V, %	24,4	15,0	17,6	19,0
n	199	259	398	285
HCP _{0,05}	0,68	0,78	0,54	0,67
ст. Оржица 237MB	3,03	7,25	5,46	5,25
ст. Днепровский 181CB	1,94	6,86	4,11	4,30

частности, максимальное варьирование ($V = 24,4\%$) наблюдалось в стрессовых условиях 2012 г., а минимальное ($V = 15,0\%$) в наиболее благоприятных. Следует отметить, что размах варьирования также показал значительные дистанции между крайними вариантами. Характерность рассеяний тесткроссов по урожаю зерна обусловлена биологическими особенностями раннеспелых кремнистых генотипов, что связано с меньшей их устойчивостью к стрессовым факторам, а также близостью к границе уровня скороспелости, когда преимущество сокращения продолжительности вегетации является критическим для формирования приемлемого урожая. Этим же объясняется значение урожая зерна стандарта Оржица 237 MB над средним по опыту, поскольку он по продолжительности периода вегетации располагался в наиболее позднем диапазоне исследовательской выборки.

Согласно оценкам по средним значениям урожая зерна тесткроссов и параметрам варьирования выборки с критериями достоверности, годы исследований как фоны для отбора разделяются на нивелирующий – 2012 г., стабилизирующий – 2013 г. и дифференцирующий – 2014 г.

С целью выявления динамики отбора по уровню урожайности тесткроссов кремнистых линий было произведено их распределение на три группы (рисунок 1). К первой группе отнесены гибриды, которые достоверно превышали среднюю урожайность по исследовательской выборке, ко второй – тесткроссы, уровень урожайности которых находился в пределах HCP_{0,05} со средней, к третьей, соответственно, образцы, которые имели достоверно более низкие значения.

Распределение выборки на определенные группы четко демонстрирует тенденцию влияния отбора согласно урожаю зерна. Характерен рост по количеству тесткроссов, которые превысили стандарты, а также по сравнению с лучшей из исходных линий определяется давлением отбора на сформированное многообразие рекомбинантов кремнистых форм. Также на интенсивность отбора влияют условия года, которые в 2012 г. имели нивелирующий характер и практически выравнивали разницу между тесткроссами по урожайности: подтверждением является то, что 75,4 % образцов сконцентрировались во второй группе выборки. В 2014 г. отмечено максимальное количество образцов (27,6 %), которые достоверно превысили значение среднего по опыту.

Таким образом, интенсивность отбора значительно зависит от естественного фона, который в дальнейшем влияет на объемы будущих поколений селекционного материала. Так, нивелирование оценок в 2012 г. привело к низкому общему уровню выбраковки (всего 13,9 %), а благоприятный фон 2013 г. позволил оставить для дальнейшей оценки только 42,7 % самоопыленных семей S₅ (рисунок 2).

Результативность селекции гомозиготного материала часто зависит от исходных компонентов, которые вовлечены в программы скрещивания и инбридинга. Сбалансированность положительных признаков в элитных линиях не всегда обеспечивает высокую эффективность циклического улучшения рекомбинантов. В наших исследованиях для создания нового исходного материала было привлечено 7 элитных линий: ДК204, ДК273, ДК357, ДК959, ДК206, ДК720, ДК516. Они были скрещены согласно ди-

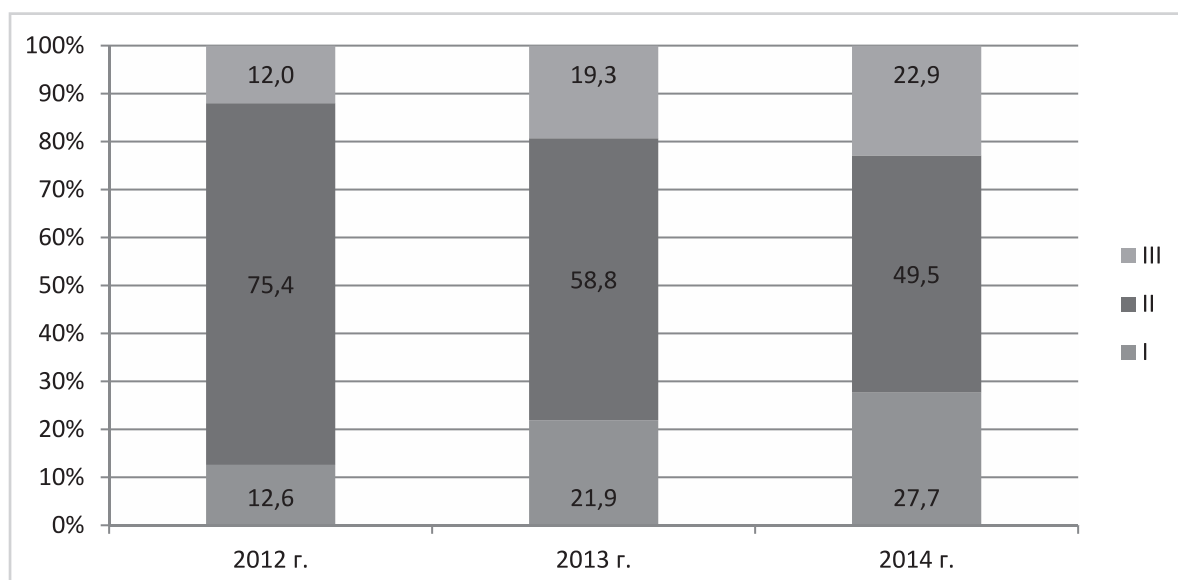


Рисунок 1 – Распределение тесткроссов семей S₃-S₅ по урожаю зерна (2012–2014 гг.)

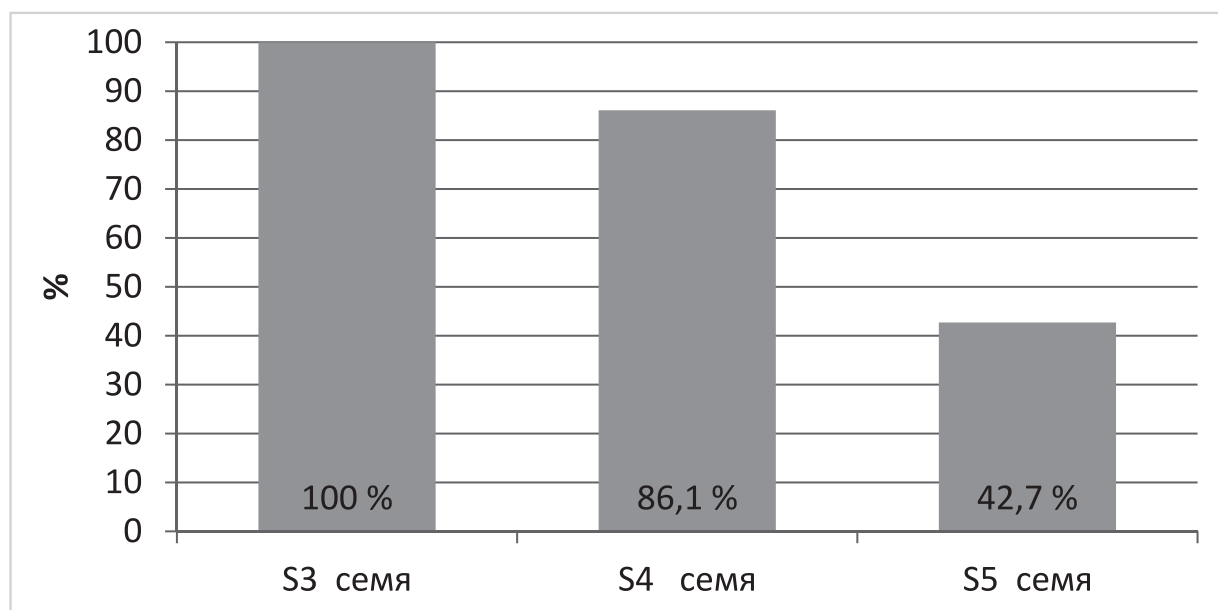


Рисунок 2 – Динамика отбора семей S_3 - S_5 поколений по урожаю зерна тесткроссов

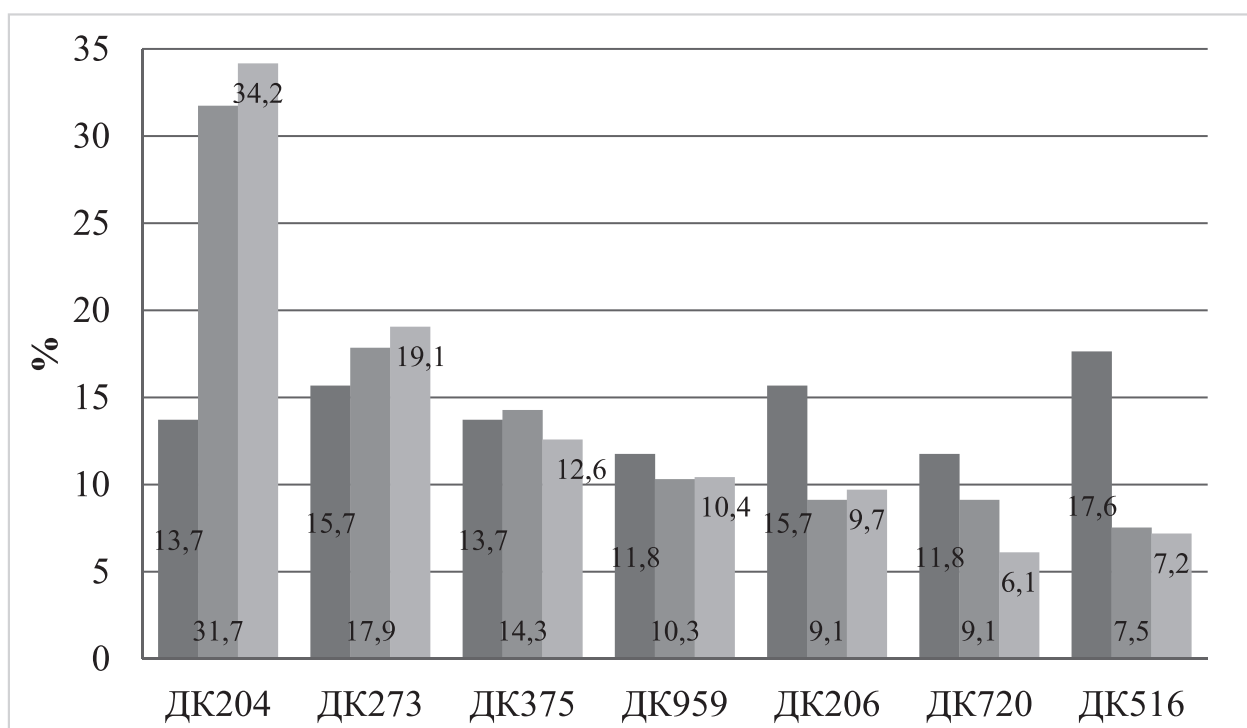


Рисунок 3 – Доля исходных линий в геноме семей S_3 - S_5 при отборе по урожайности тесткроссов

аллельной схеме, после чего проводили самоопыление полученных гибридов.

К моменту начала программы тестирования для изучения комбинационной способности по урожаю зерна была осуществлена фенотипическая оценка самоопыленных семей S_1 - S_2 , по результатам которой была проведена отбраковка худших из них. Доля генома исходных линий составляла у семей S_3 11,8–17,6 % (рисунок 3). В дальнейшем максимальной она была относительно исходной линии ДК204 и составляла 31,7 % от общей выборки в S_4 и 34,2 % в S_5 . Как исходный компонент заслуживает внимания также линия ДК273, которая обеспечила 19,1 % семей в S_5 , тесткроссы которых превышали средний по опыту урожай зерна. Следует отметить, что лидеры по фенотипическому отбору согласно исходным формам были получены на базе линий ДК206 и ДК516,

а при отборе по урожаю зерна тесткроссов обнаружили низкий процент высокоурожайных – 9,7 % и 7,2 % в S_5 , соответственно. Меньше таких гибридов было среди семей, полученных на базе гибридов, одной из родительских форм которых была линия ДК720 – 6,1 % при тестировании семей S_5 .

По результатам исследований было выделено 15 лучших гибридов, которые превышали по урожаю зерна стандарт Оржица 237 МВ и Днепровский 181 СВ в 2013 и 2014 гг. (таблица 2).

Среди приведенных данных в таблице 2 наиболее ценны 3 тесткросса: кросс 347С × (ДК357А × ДК204)₁₃₁₁₁; кросс 250М × (ДК357А × ДК204)₁₂₃₁₁; кросс 250М × (ДК204 × ДК959)₃₂₁₁₁, превысившие стандартные гибриды: Оржица 237МВ по урожаю зерна на 3,1–13,2 % при меньшей на 0,6–2 % его влажности и Днепровский 181СВ – соот-

Таблица 2 – Выделенные лучшие гибридные комбинации с урожайностью и влажностью зерна при уборке по результатам исследований

№	Гибридная комбинация	Среднее, 2013–2014 г.		
		урожайность, т/га зерна	влажность зерна, %	продолжительность периода всходы-цветение 50 % початков, сутки
1	Кросс 347С × (ДК204 × ДК516) ₃₃₁₁₁	6,83	17,6	56
2	Кросс 347С × (ДК357А × ДК204) ₁₃₁₁₁	6,81*	15,4*	56
3	Кросс 239М × (ДК204 × ДК273) ₅₁₁₁₁	7,48	18,1	56
4	Кросс 239М × (ДК204 × ДК357А) ₃₁₁₁₁	6,70	18,2	56
5	Кросс 239М × (ДК204 × ДК516) ₁₂₂₃₁	6,90	18,2	56
6	Кросс 239М × (ДК357А × ДК204) ₃₁₁₁₁	6,83	18,2	55
7	Кросс 239М × (ДК720 × ДК204) ₁₂₁₁₁	7,10	17,9	55
8	Кросс 250М × (ДК204 × ДК206) ₁₁₁₂₂	6,51	18,0	57
9	Кросс 250М × (ДК204 × ДК273) ₁₁₁₁₁	6,89	17,4	57
10	Кросс 250М × (ДК204 × ДК273) ₁₂₂₁₁	6,60	17,9	55
11	Кросс 250М × (ДК204 × ДК273) ₅₁₂₃₁	7,34	18,0	57
12	Кросс 250М × (ДК204 × ДК959) ₃₂₁₁₁	7,20*	16,8*	58
13	Кросс 250М × (ДК206 × ДК204) ₁₂₂₁₁	7,03	17,6	56
14	Кросс 250М × (ДК357А × ДК204) ₁₂₃₁₁	6,56*	16,0*	57
15	Кросс 250М × (ДК357А × ДК720) ₃₃₂₁₁	6,96	17,1	57
16	ст. Оржица 237МВ	6,36	17,4	57
17	ст. Днепровский 181СВ	5,49	17,3	56

Примечание – *Выделенные гибридные комбинации с влажностью зерна, лучшей значения стандарта Оржица 237 МВ.

ветственно на 19,5–31,1 % при снижении влажности на 0,5–1,9 %.

Выводы

В результате исследований установлено, что эффективный отбор по параметрам урожая зерна тесткроссных семей разных поколений самоопыленного раннеспелого кремнистого материала целесообразно проводить при более благоприятном фоне выращивания. При этом, по

сравнению со стрессовыми условиями года интенсивность отбора повышалась на 43,4 %.

Анализ исходных образцов как источников высокой комбинационной способности по урожаю зерна обнаружил линии ДК204 и ДК273, которые обеспечили максимальный выход лучших рекомбинантов в опыте.

По результатам исследований было выделено 3 гибрида кукурузы, которые по сравнению со стандартами Оржица 237МВ и Днепровский 181СВ имели лучшие показатели по урожайности и уборочной влажности зерна.

Литература

1. Грабовский, Н.Б. Адаптация исходного материала кукурузы плазмы Лакауны к условиям степной зоны Украины [Текст]: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Н.Б. Грабовский; Ин-т зернового хоз-ва УААН. – Д., 2005. – 153 л. – Библиогр.: л. 128–150.
2. Агротехнологические стратегии внедрения инновационных технологий эффективного использования зональных ресурсов при выращивании кукурузы на зерно / А.В. Черенков [и др.] // Руководство украинского земледельца. – 2014. – №1. – С. 171–179.
3. Андриенко, А. Подбор гибрида – составляющая успеха / А. Андриенко, И. Семеняка // Агробизнес сегодня. – 2011. – № 9 (208). – С. 36–41. – Режим доступа: <http://www.maize.com.ua/uploaded/file/maize-article2.pdf>
4. Заплитный, Я.Д. Отбор исходного материала кукурузы при селекции гибридов, адаптированных к условиям западной лесостепи: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Я.Д. Заплитный; НААН Украины, ГУ "Ин-т сел. хоз-ва степ. зоны". – Д., 2013.
5. Агротехнологические и экономические аспекты производства зерна кукурузы при разных технологиях выращивания в степной зоне Украины / Н.И. Дудка [и др.] // Бюллетень Института сельского хозяйства степной зоны. – 2012. – № 2. – С. 27–31.
6. Ляшенко, Н.А. Экономическая эффективность выращивания гибридов кукурузы различных групп спелости в зоне Степи Украины / Н.А. Ляшенко // Таврический научный вестник: научный журнал. Вып. 93. – Херсон: Гринь Д.С., 2015. – С. 61–69.
7. Черчель, В.Ю. Оценка холодостойкости и длительности периода всходы-цветение 50 % качанов самоопыленных линий разных поколений инбридинг / В.Ю. Черчель, В.В. Плотка, Е.М. Рябенко // Бюллетень Института сельского хозяйства степной зоны НААН Украины. – 2015. – №9. – С. 15–18.
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М., 1985.
9. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Изд. «Высшая школа», 1990.

Методические аспекты оценки устойчивости пшеницы к фузариозу колоса в селекционном процессе

Ю.К. Шашко, кандидат с.-х. наук, Г.В. Будевич, кандидат биологических наук,

М.В. Кадырова, М.Н. Шашко

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 06.06.2016 г.)

Приведены методики создания искусственного инфекционного фона для оценки селекционного материала пшеницы на устойчивость к фузариозу колоса, а также проведения учетов распространенности и развития болезни. Сделан вывод о разграничении понятий «фузариоз колоса» и «фузариоз зерна» и необходимости обязательного проведения фитоэкспертизы семян изучаемых образцов.

Грибы рода *Fusarium* вызывают болезни всех частей растений злаковых культур: корневой и прикорневой, листовую поверхность, колоса (метелки или початка), зерна. Потери от фузариозной инфекции связаны как с прямой гибелью или повреждением растений, так и косвенно – за счет накопления в продукции растениеводства опасных микотоксинов, делающих непригодной ее в пищу и на корм скоту. В связи с некоторым изменением климата, сложностью защиты с помощью фунгицидов, а также с преобладанием в севооборотах злаковых культур, проблема фузариозов не только остается острой, но и усугубляется с каждым годом. Наиболее экономически и экологически выгодным методом борьбы с болезнями растений является создание устойчивых сортов. В Беларуси с середины прошлого столетия проводился очень эффективный селекционный процесс, в результате которого были получены высокоустойчивые сорта озимых зерновых культур к снежной плесени, озимых и яровых – к фузариозным корневым гнилям [15, 16]. Вместе с тем целенаправленных отборов по устойчивости к фузариозу колоса и зерна не проводилось.

Встает вопрос: являются ли синонимами понятия «фузариоз колоса» и «фузариоз зерна», насколько сильно связаны между собой звенья следующей цепи: фузариоз колоса → фузариоз зерна → накопление в зерне микотоксинов и снижение посевных характеристик, или, иными словами, какие главные диагностические признаки при оценке вредоносности данной болезни или устойчивости того или иного генотипа?

Аблова И.Б. приводит данные о высокой положительной корреляции между фузариозом колоса и фузариозом зерна ($r = 0,6-0,83$, в зависимости от года исследований) и между фузариозом зерна и накоплением дезоксиниваленола (ДОН), основного микотоксина ($r = 0,81-0,83$) при искусственной инокуляции пшеницы грибом *F. graminearum* [1]. В литературе часто упоминается о положительной линейной связи между фузариозом колоса и накоплением ДОН в зерне [2, 3], однако степень этой связи определяется многими факторами – погодными условиями, устойчивостью сортов и т. д. [4]. С.М. Тупеневич писал в Трудах Воронежской станции защиты растений: «Пораженные колоски обычно содержат зараженное зерно. Однако постоянной связи здесь нет. При различных условиях одному и тому же числу пораженных колосков может отвечать различное число зараженных зерен в колосе» [цит. по 5]. Кроме того, явные, хорошо диагностируемые признаки фузариоза колоса вызывают только несколько видов фузариев: *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum* и достаточно редкий в Беларуси *F. heterosporum*. Остальные виды при заражении вызывают скрытую форму фуариоза, т. е. внешних признаков проявления инфекции нет, а пора-

Techniques of the creation of an artificial infectious background for the evaluation of wheat breeding material for resistance to Fusarium head blight as well as for monitoring of prevalence and development of the infection are presented. The distinction between the concepts of "Fusarium head blight" and "Fusarium grain blight" is made. The need for compulsory expert evaluation of the studied seed samples is shown.

женное зерно будет. В условиях вегетационного периода 2015 г., когда наблюдался дефицит осадков в период цветения озимой пшеницы, нам не удалось получить явных признаков фузариоза колоса даже при искусственном заражении, в то же время до 40 % зерна было поражено.

Поскольку зерно является основной продукцией при возделывании злаковых культур, а также в результате наличия более тесной связи заражения зерна с накоплением микотоксинов, в настоящее время ряд авторов пришли к выводу, что в первую очередь необходимо учитывать фузариоз зерна и только в качестве дополнительного показателя фузариоз колоса [5, 9].

Устойчивость к фузариозу носит не видоспецифический характер [8, 10], поэтому сорт, устойчивый к определенному виду грибов рода *Fusarium*, будет устойчивым к любому другому виду данного рода. Следовательно, при искусственном заражении удобнее всего использовать фузарию, которые вызывают явную форму фузариоза колоса. Как уже отмечалось выше, к ним относятся 4 вида: *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum* и *F. heterosporum*. Первые три встречаются значительно чаще, а *F. avenaceum* не образует ДОН, поэтому большинство исследователей использует в качестве модельных видов *F. graminearum* и *F. culmorum*. По нашему мнению, лучше использовать *F. culmorum*, поскольку данный вид значительно лучше спороносит на искусственных питательных средах и при размножении инокулята. Внешний вид макроконидий *F. culmorum* (это основной диагностический признак) приведен на рисунке 1.

Для искусственного заражения растений готовится споровая суспензия с концентрацией 10^6 конидий/мл. Увеличение концентрации инфекционной жидкости нецелесообразно, поскольку приводит к самоугнетению патогена [1]. Заражение проводится ручным или ранцевым опрыскивателем из расчета 10 мл жидкости на 1 м².

Поскольку фузариоз является цветковой инфекцией, то искусственное заражение необходимо проводить, когда наблюдается цветение 75 % колосков в колосе. В селекционных исследованиях это представляет некоторую трудность, поскольку разные сортообразцы цветут в разное время и необходимо постоянно отслеживать дату начала цветения каждого конкретного образца. Поэтому удобно предварительно формировать коллекцию по блокам скороспелости, т. е. растения в каждом блоке будут зацветать приблизительно в одно время. Для исключения повторного заражения при опрыскивании каждого сортообразца мы используем непроницаемые щиты для защиты соседних. Заражение проводится в вечернее время и безветренную погоду под выпавшую росу или после дождя. Учеты проводим несколько раз, но максимальное проявление болезни, как правило, возникает через три недели

после инокуляции. В дальнейшем, по мере созревания растений, признаки инфекции становятся менее заметными.

Разные авторы приводят различные механизмы или типы устойчивости пшеницы к фузариозу колоса, но все приходят к одному выводу: этих механизмов несколько и они контролируются большим количеством мелких генов QTL.

Snijers в результате проведения диаллельного анализа выделил 3 типа устойчивости к фузариозу колоса озимой пшеницы, вызванного *F. culmorum* [6]:

1 тип – устойчивость к проникновению (penetration). Растения устойчивы к начальному проникновению, патоген не может проникнуть в ткани растения-хозяина;

2 тип – устойчивость к инвазии или вторжению (invasion). Патоген может проникнуть в ткани, но не может попасть в клетки растения-хозяина;

3 тип устойчивости – биохимический. Некоторые генотипы могут разрушать микотоксины (в первую очередь ДОН).

Позже A. Mesterhazy описал пять типов устойчивости к фузариозу колоса [7]:

1 тип – устойчивость к проникновению патогена;

2 тип – устойчивость к распространению патогена по колосу;

3 тип – устойчивость к заражению зерен в колосе;

4 тип – толерантность к инфекции;

5 тип – устойчивость к накоплению микотоксинов (ДОН).

То есть устойчивость к фузариозу колоса и фузариозу зерна имеет разные механизмы и контролируется разным набором генов.

Любой фитопатологический процесс описывается двумя количественными показателями – степень поражения и распространенность болезни.

В селекционных учреждениях бывшего Советского Союза и Беларуси для оценки степени поражения фузариозом колоса использовалась 9-балльная шкала [11], в Международном центре улучшения кукурузы и пшеницы – CIMMYT используется 6-балльная шкала [12]. Из приведенной таблицы 1 мы видим, что в шкале CIMMYT введено понятие «иммунность» и критерии определения устойчивости более жесткие.

Также существует 6-балльная шкала CIMMYT для учета распространенности фузариоза колоса (таблица 2).

При инокуляции инфекцией в условиях теплицы проявление фузариоза колоса происходит менее интенсивно, поэтому градация сортов по устойчивости несколько отличается от полевой оценки.

Для определения степени поражения и распространности фузариоза колоса в полевых условиях при проведении опытов по изучению биологической эффективности фунгицидов рекомендуется производить отбор проб в количестве 25 колосьев с каждой опытной делянки [13]. Однако в ходе оценки большого количества исходного и селекционного материала практически невозможно отобрать пробы и их проанализировать в заданный период времени. Поэтому на искусственных инфекционных фонах и селекционных питомниках мы используем комплексную оценку каждого образца, взяв за основу инвертированную международную 9-балльную шкалу, принятую в странах СЭВ [11] (рисунок 2), цель которой не точное количественное описание развития и распространенности инфекции, а ранжирование образцов по устойчивости. В дальнейшем, когда в ходе селекционного процесса количество устойчивых образцов остается небольшим, необходимо точное описание количества пораженных фузариозом колосьев и степени поражения каждого выделившегося источника устойчивости.

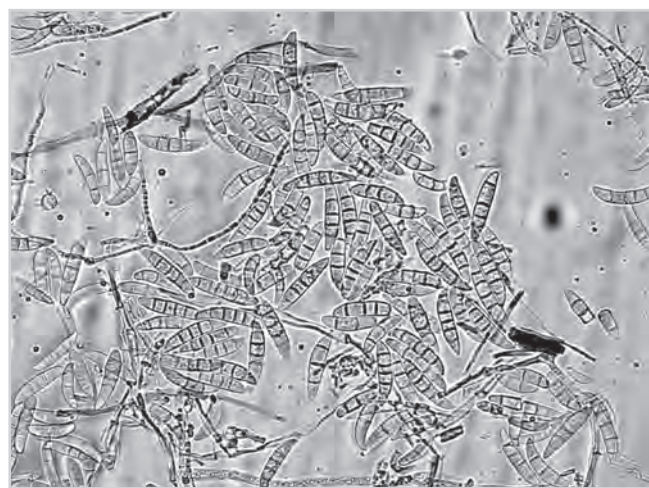


Рисунок 1 – Макроконидии *Fusarium culmorum* (W.G. Sm.) Sacc. (X 400)

Таблица 1 – Шкалы оценки устойчивости пшеницы при учетах степени поражения фузариозом колоса

Балл	Симптомы болезни, % пораженной поверхности колоса	Уровень устойчивости	Балл	Симптомы болезни, количество пораженных колосков в колосе	Уровень устойчивости
Шкала СЭВ			Шкала CIMMYT		
9	0	очень высокая устойчивость	0	0	иммунность
8	5	высокая устойчивость	1	1	очень высокая устойчивость
7	10	устойчивость	1	1–2	устойчивость
6	15		2	2–4	средняя устойчивость
5	25	слабая восприимчивость	3	5–6	средняя восприимчивость
4	40	восприимчивость	4	>7	восприимчивость
3	65		5	весь колос	высокая восприимчивость
2	90	высокая восприимчивость			
1	100	очень высокая восприимчивость			

Таблица 2 – Шкала оценки устойчивости пшеницы при учетах распространенности фузариоза колоса [12]

Балл	Уровень устойчивости	Распространенность, % пораженных колосьев	
		полевые условия	условия теплицы
0	иммунность	0	0
1	устойчивость	1–5	1–8
2	средняя устойчивость	6–25	9–11
3	средняя восприимчивость	26–50	12–20
4	восприимчивость	51–75	21–50
5	высокая восприимчивость	>75	>50

Таблица 3 – Корреляционный анализ показателей поражения фузариозом колоса и зерна яровой пшеницы при искусственном заражении *Fusarium culmorum*

Показатель	Степень поражения фузариозом колоса, балл	Распространенность фузариоза колоса, %	Фузариоз зерна, % пораженных зерновок
Степень поражения фузариозом колоса, балл	1,00		
Распространенность фузариоза колоса, %	0,86; 0,62*	1,00	
Фузариоз зерна, % пораженных зерновок	0,49; 0,52	0,49; 0,46	1,00

Примечание – *Коэффициент корреляции r : первая цифра – 2014 г., вторая – 2015 г.

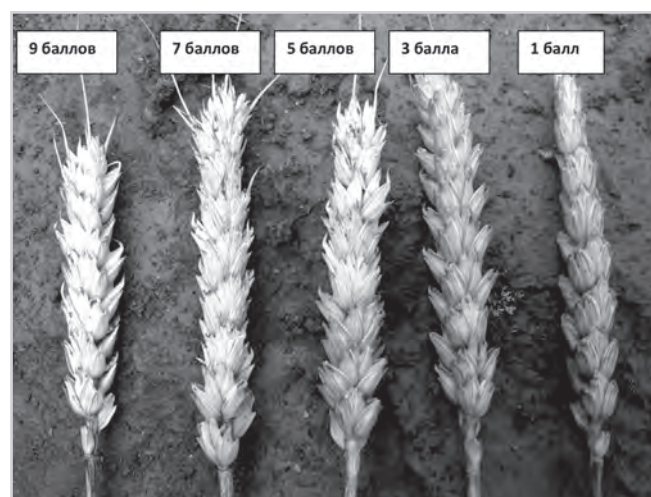


Рисунок 2 – Проявление фузариоза колоса на яровой пшенице (1 балл – очень высокая устойчивость, 9 баллов – очень высокая восприимчивость)

В ходе изучения в 2014–2015 гг. коллекции сортообразцов (более 160 шт.) яровой пшеницы на устойчивость к фузариозу колоса мы обнаружили высокую степень корреляции (0,62–0,86) между степенью поражения фузариозом колоса и его распространенностью (таблица 3).

Связь между внешним проявлением фузариоза колоса и фузариозом зерна слабее, что подтверждает, во-первых, тот факт, что устойчивость к фузариозу колоса и фузариозу зерна контролируется разными наборами генов, и, во-вторых, говорит о необходимости проведения фитоэкспертизы зерна для выявления семенной инфекции.

При проведении фитоэкспертизы семян мы руководствуемся методикой ГОСТ 12044-93 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями» [14]. Согласно данному ГОСТ анализ зараженности семян можно проводить во влажной камере в чашках Петри и в рулонах фильтровальной бумаги. Мы остановились на рулонном методе, поскольку в чашках Петри на момент учетов зараженности корни отдельных проростков переплетаются, что в случае наличия агрессивных штаммов *Fusarium* приводит к дополнительному перезаражению и искажает результаты.

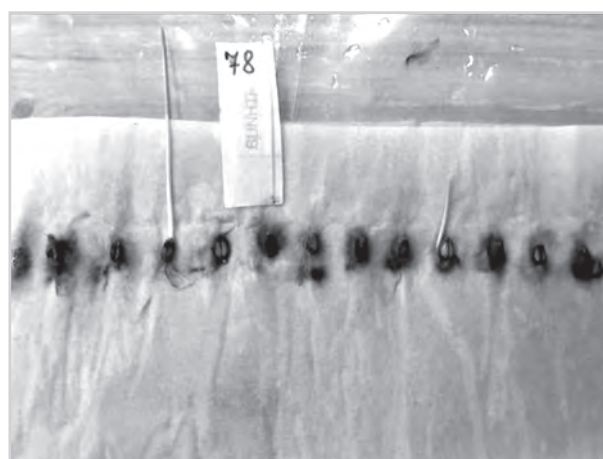


Рисунок 3 – Проявление фузариоза зерна (слева – высоковосприимчивый образец яровой пшеницы, справа – устойчивый)

При проведении фитоэкспертизы рулонным способом мы анализируем 2 пробы по 50 семян, что связано с ограниченным количеством семян селекционных образцов. Размер полосок фильтровальной бумаги – 80×20 см. Семена раскладывают в одну линию с интервалом 1,5 см (главное условие, чтобы семена не соприкасались) и на расстоянии 2–3 см от верхнего и боковых краев бумаги, зародышами вниз. Разложенные на бумаге семена накрываем такой же полоской увлажненной фильтровальной бумаги шириной 1,5 см, поверх которой накладываем полоску полиэтилена, и сворачиваем в рулон. Рулоны ставим вертикально в сосуды с кипяченой охлажденной водой и помещаем в термостат с температурой 22–25 °С. При прорастивании нельзя допустить подсыхания рулонов. Просмотр семян проводим на 7 сутки, при этом, в случае необходимости, рулоны можно заново свернуть и провести учеты на 10 или 14 сутки (рисунок 3).

Следует отметить, что при проведении опытов по изучению эффективности фунгицидов против фузариоза колоса существуют незначительно отличающиеся шкалы учетов и методики проведения фитоэкспертизы [13].

В результате полевой оценки мы можем проанализировать три первых типа устойчивости к фузариозу колоса по А. Местерхазу [7]. Четвертый тип – толерантность к инфекции – мы не рассматриваем, поскольку толерантность подразумевает, что растение-хозяин поражается, но не снижает урожай, а в случае с фузариозом колоса и зерна наличие патогена обуславливает загрязнение продукции микотоксинами. Поэтому селекционный процесс на толерантность пшеницы к фузариозу колоса мы считаем перспективным.

Несомненно, необходимо изучать и 5 тип – устойчивость к накоплению микотоксинов, однако это требует проведения большого количества дорогостоящих анализов и наличие шлейфа соответствующего оборудования. Поэтому данные исследования запланированы нами на ближайшее будущее.

Таким образом, можно сделать вывод, что для полноценной и достоверной оценки фузариозов необходимо проводить учеты поражения как колоса, так и зерна. Это необходимо учитывать и в селекционных программах, и в опытах по изучению эффективности фунгицидов.

Литература

1. Аблова, И.Б. Принципы и методы создания сортов пшеницы, устойчивых к болезням (на примере фузариоза колоса) и их роль в становлении агроэкосистем: автореф. дисс. ... докт. биол. наук / И.Б. Аблова. – Краснодар, 2008. – 49 с.
2. The effect of inoculation treatment and long-term application of moisture on Fusarium head blight symptoms and deoxynivalenol contamination in wheat grains / M. Lemmens [et al.] // Eur. J. Plant Pathol. – 2004. – 110:299–308.
3. Relationships between incidence and severity of Fusarium head blight on winter wheat in Ohio / P.A. Paul [et al.] // Phytopathology. – 2005. – 95:1049–1060.
4. Nopsa, J.F.H. Fusarium head blight: winter wheat cultivar responses and characterization of pathogen isolates University of Nebraska-Lincoln <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1021&context=agronhortdiss>. – Дата доступа 23.12.2015.
5. Фузариоз зерновых культур / Т.Ю. Гагкаева [и др.] // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2011. – № 5. – 59 с.
6. Snijders, C.H.A. Diallel analysis of resistance to head blight caused by Fusarium culmorum in winter wheat / C.H.A. Snijders // Eufytica. – 1990. – 50:1–9.
7. Mesterházy, A. Role of deoxynivalenol in aggressiveness of Fusarium graminearum and F. culmorum and in resistance to Fusarium head blight / A. Mesterházy // European Journal of Plant Pathology. – 2002. – 108:675–684.
8. Balkandzhieva, Yu. Genetic sources of resistance to Fusarium on the ear / Yu. Balkandzhieva, Y. Karadzova // Plant sci. – Sofia, 1994. – V. 31. – № 7–10. – P. 79–82.
9. Breeding for FHB resistance via Fusarium damaged kernels and deoxynivalenol accumulation as well as inoculation methods in winter wheat / A. Mesterházy [et al.] // Agricultural Sciences. – 2015. – Vol. 6. – №9.
10. Mesterházy, A. Methodology of Resistance Testing and Breeding against Fusarium Head Blight in Wheat and Results of Selection / A. Mesterházy // Cereal Research Communications. – 1997. – 25, 631–637.
11. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ. – Прага, 1988. – 322 с.
12. CIMMYT report on wheat improvement 1985–86. – Mexico. DF, 1988. – 352 p.
13. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, Институт защиты растений; ред. С.Ф. Буга; рец.: В.Л. Налобова, В.А. Тимофеева. – Минск, 2007. – 508 с.
14. ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск.
15. Будевич, Г.В. Достижения и проблемы селекции растений на устойчивость к болезням / Г.В. Будевич // Матер. научн.-практ. конф. посвященной 30-летию БелНИИЗР. – Минск: Белбизнеспресс, 2001. – С. 172–174.
16. Будевич, Г.В. Селекция озимой пшеницы на устойчивость к болезням в Белоруссии / Г.В. Будевич // Первая Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям: посвящается 300-летию Санкт-Петербурга. – С-Пб, 2002. – С. 171–172.

УДК 635.21:632.4]:632.931:631.8

Фитосанитарная ценность обогащения картофеля органоминеральным удобрением

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

(Дата поступления статьи в редакцию 15.01.2016 г.)

Рассматриваются фитосанитарные последствия обогащения картофеля органоминеральным удобрением на примере Райката Старт при индивидуальном его применении и совместно с химическими средствами защиты растений для обработки клубней при посадке.

Показано, что под влиянием органоминерального удобрения возможна коррекция патологического состояния клубней в урожае по обыкновенной парше (*Streptomyces* spp.) и ризоктониозу (*Rhizoctonia solani* Kühn.).

Введение

На жизненные процессы картофеля, характеризующегося вегетативным способом размножения, оказывает влияние многообразие условий, изменяющихся как в

The phytosanitary after-effects of potato enrichment by organ mineral fertilizer based on Ruycota Start by its individual application and in combination with chemical plant protection products for potato tubers treatment at planting is shown.

*It is stated that by organ mineral fertilizer influence a correction of phytosanitary state of tubers to common scab (*Streptomyces* spp.) and black scurf of potatoes (*Rhizoctonia solani* Kühn.) in the yield is possible.*

онтогенезе растений, так и по вегетационным периодам. Из целого их комплекса на реализацию продуктивного потенциала возделываемого сорта следует выделить воздействие почвенно-климатических и погодных условий

(абиотические факторы), влияние фитопатогенов, вредителей и сорняков (биотические факторы), внесение агрохимикатов (техногенные факторы). Причем амплитуда изменчивости факторов природной среды (биотической и абиотической) во времени и пространстве даже на небольшой территории обычно значительно шире амплитуды приспособительных реакций одного культивируемого вида, а тем более растений одного сорта [9]. При несоответствии условий требованиям культуры растения вынуждены включать активные механизмы саморегуляции, в результате чего происходят глубокие изменения в процессах обмена веществ: повышается проницаемость клеточных мембран; увеличивается вязкость цитоплазмы; усиливается дыхание, угнетается фотосинтез; замедляется рост и деление клеток; активизируется синтез особых «стрессорных» белков и др. [10].

Одним из современных эффективных технологических приемов, способствующих снижению стрессовой нагрузки на растительный организм под воздействием внешних факторов, является дифференцированное внесение антистрессовых препаратов на основе широкого спектра физиологически активных веществ, которым присуща полифункциональность [17]. Важным аспектом их применения является фитоиммунокоррекция (индуцирование устойчивости) растительного организма, основанная на действующих в природных условиях принципах. Такими свойствами обладают различные соединения: гликопротеины, олигосахара, пептиды, ионы тяжелых металлов и др. [12].

В семеноводстве картофеля, отличающегося многолетним циклом получения оригинальных и элитных семян (4 и 2 года, соответственно), использование полифункциональных препаратов возможно в нескольких клубневых поколениях. Изучение их действия на формирование фитосанитарного состояния семенных клубней в урожае в сопряженных репродукциях приобретает все большее значение. Это связано с накоплением сведений об отрицательном влиянии химических протравителей на посевные качества семян, что имеет место на зерновых культурах [4], кукурузе [19]. К тому же действие пестицидов в отличие от других факторов среды имеет пролонгированный характер, то есть возможное их воздействие на протяжении всех фаз онтогенетического развития [13]. Нельзя не учитывать модификацию эффективности используемых химических средств гидротермическими условиями вегетационного периода. Так, вследствие последствия пестицидов при недостаточной влагообеспеченности возможно снижение посевных качеств семян [4].

Среди средств направленного воздействия на растения важное место занимают органоминеральные удобрения, в состав которых в качестве активных ингредиентов включены макро- и микроэлементы, аминокислоты, фитогормоны, полисахариды, органические вещества и др., что придает им полифункциональность. Из таковых для применения на картофеле рекомендован препарат Райкат, Ж. марки Старт, Развитие, Финал (ф. Атлантика Агрикола С.А., Испания). Фитосанитарная составляющая воздействия органоминерального удобрения на картофель из доступной нам литературы неизвестна.

В этой связи цель настоящих исследований состояла в выявлении специфики поражаемости клубней болезнями в урожае в смежных клубневых поколениях под действием органоминерального удобрения, на примере Райката Старт, в системе питания культуры.

Материал и методика исследований

Исследования проведены в 2011–2012 гг. на средне-спелом сорте картофеля Янка, для которого характерна высокая энергия прорастания клубней в период посадки–всходы.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая легко-суглинистая; содержание гумуса – 2,1 %; в 2011 г. pH_{KCl} – 5,3, в 2012 г. – 6,7. Предшественником были озимые зерновые. Минеральное питание растений обеспечивали внесением весной под культивацию в 2011 г. $N_{90}P_{100}K_{110}$, в 2012 г. – $N_{120}P_{60}K_{180}$.

Посадку во второй декаде мая осуществляли рядовым способом – 70×30 см при формировании клубненосущего слоя почвы культиватором-гребнеобразователем КГО-3,0. В соответствии с общепринятой в защите растений методикой полевого эксперимента [11], площадь опытной деланки составляла 25 м², повторность – 4-кратная.

Опыт проводили методом наложения. Материалом для каждого из вариантов опыта в последующей репродукции являлись клубни, отобранные из урожая растений, произраставших по одноименным вариантам в предшествующем вегетационном периоде.

Используемый в эксперименте Райкат Старт, Ж. представляет собой органоминеральное удобрение, разработанное для быстрого старта ростовых процессов растения, стимулирования начального роста корневой системы и вегетативной массы. Его состав включает: N – 4 %; P_2O_5 – 8 %; K_2O – 3 %; Fe – 0,1 %; Zn – 0,02 %; B – 0,03 %; свободные аминокислоты – 4 %; полисахариды – 15 %. Фитосанитарную ценность органоминерального удобрения оценивали при 2-кратной системе обогащения культуры: клубней при посадке и вегетирующих растений в период полных всходов.

В схему опыта были включены варианты как с одинарным применением Райката Старт, так и совместно с химическими средствами защиты растений для обработки клубней при посадке (таблица 1), что возможно технологически. Из таковых в эксперименте были использованы препараты инсектофунгицидного действия Престиж, КС (имidakлоприд, 140 г/л + пенцикурон, 150 г/л), фунгицидного – Максим, КС (флудиоксанил, 25 г/л) и инсектицидного – Пикус, КС (имidakлоприд, 600 г/л). Особая практическая значимость комплексного применения агрохимикатов различного фитосанитарного назначения усматривалась в повышении болезнеустойчивости растения-хозяина.

При формировании семенной фракции в урожае проводили химическое сжигание ботвы десикантом Голден ринг, ВР (дикват, 150 г/л) – 2,0 л/га в соответствии с агротехнологическими требованиями к производству семенного картофеля.

На фоне оздоровительных фитопрочисток от вирусов и бактериозов выявляли поражение клубней нового урожая почвенно-клубневой инфекцией. Учет распространенности и развития болезней клубней – парши обыкновенной (*Streptomyces* spp.) и ризоктониоза (*Rhizoctonia solani* Kühn.), определяющих качество семенного картофеля, осуществляли по общепринятым в фитопатологии методикам [11].

Результаты исследований и их обсуждение

Гидротермические условия вегетационных периодов в годы проведения исследований существенно отличались от нормы, о чём свидетельствуют данные рисунка. По температуре воздуха в 2011 г. наиболее значимые отличия от нормы были в первой декаде июня и второй декаде июля (превышение в 1,4 и 1,2 раза), в 2012 г. – в первой декаде июля (выше в 1,4 раза). Осадков за май–август в годы исследований выпало 345,4 и 293,1 мм, соответственно. Причем, если в 2011 г. большая их часть (37,8 %) пришла на июль, когда у сортов среднего срока созревания начинается период интенсивного клубнеобразования, то в 2012 г. – на июнь (42,1 %) – период формирования ботвы. Как показывают наблюдения, неравномерность вы-

падения осадков в период вегетации в последние годы – обычное явление.

При изменяющихся гидротермических условиях в период посадка – всходы (II декада мая – I декада июня) под влиянием индивидуально применяемых препаратов Престиж, Максим, Пикус, Райкат Старт и их композиционных составов потерь всхожести клубней сорта Янка в годы исследований не выявлено. По вариантам опыта, как следует из данных таблицы 1, всхожесть клубней варьировала в среднем в пределах 92,6–98,8 %, что обеспечивало формирование продуктивного стеблестоя посадок.

Учитывая, что ни для одного из используемых препаратов не является целевым объектом парша обыкновенная, определяющая семенные и потребительские качества клубней [16], важно было отследить фитосанитарные последствия применения органоминерального удобрения относительно данной болезни. Тем более, что разная по годам исследований кислотность почвы (рН) на опытном участке предрасполагала к различиям в степени проявления парши обыкновенной на клубнях. Судя по данным контрольного варианта, при возделывании картофеля на почве с повышенной кислотностью (рН 5,3) развитие болезни в 2011 г. было низким – 5,9 %, при рН почвы 6,7 в 2012 г. – 26,8 %, что в 4,5 раза выше, чем в

предшествующем клубневом поколении. Усиление поражения клубней паршой обыкновенной в слабощелочных или нейтральных почвах, особенно в засушливые годы, характерно для культуры картофеля [5, 20].

Анализ фитосанитарного состояния клубней по парше обыкновенной показал, что последовательное использование только органоминерального удобрения Райкат Старт обеспечивало из года в год снижение ее развития на 23,7–23,9 %.

В других вариантах, как при композиции органоминерального удобрения со средствами защиты растений, так и при одинарном их применении для обработки клубней при посадке, этот показатель оказался на уровне или ниже в 2011 г., или немногим выше в 2012 г. (таблица 2), когда условия для развития болезни на клубнях оказались более благоприятными: рН почвы – 6,7 и осадков в период образования клубней (июль) выпало меньше (рисунок).

Фитосанитарные последствия использования органоминерального удобрения индивидуально и совместно с химическими средствами защиты растений разного назначения в сопряженных репродукциях семенного картофеля коснулись также ризоктониоза клубней. Это заболевание, как и парша обыкновенная, определяет их качественные характеристики.

Таблица 1 – Всхожесть клубней картофеля под влиянием индивидуального и совместного применения агрохимикатов (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», сорт Янка)

Вариант	Всхожесть клубней, %		
	2011 г.	2012 г.	среднее
Контроль (без обработки)	96,5	98,5	97,5
Престиж, КС, 1,0 л/т	93,8	99,6	96,7
Максим, КС, 0,4 л/т	96,9	99,6	98,2
Пикус, КС, 0,3 л/т	96,3	98,8	97,6
Райкат Старт, 0,3 л/т → 0,5 л/га в фазе полных всходов	95,0	99,8	97,4
Райкат Старт, 0,3 л/т + Пикус, КС, 0,3 л/т → Райкат Старт, 0,5 л/га в фазе полных всходов	96,9	97,3	97,1
Райкат Старт, 0,3 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т → Райкат Старт, 0,5 л/га в фазе полных всходов	97,7	99,8	98,8
Райкат Старт, 0,3 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т + Пикус, КС, 0,3 л/т → Райкат Старт, 0,5 л/га в фазе полных всходов	94,6	90,6	92,6
Райкат Старт, 0,3 л/т + Престиж, КС, 0,7 л/т → Райкат Старт, 0,5 л/га в фазе полных всходов	96,9	100,0	98,4

Таблица 2 – Влияние индивидуального и совместного применения агрохимикатов на поражение клубней картофеля паршой обыкновенной (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», сорт Янка)

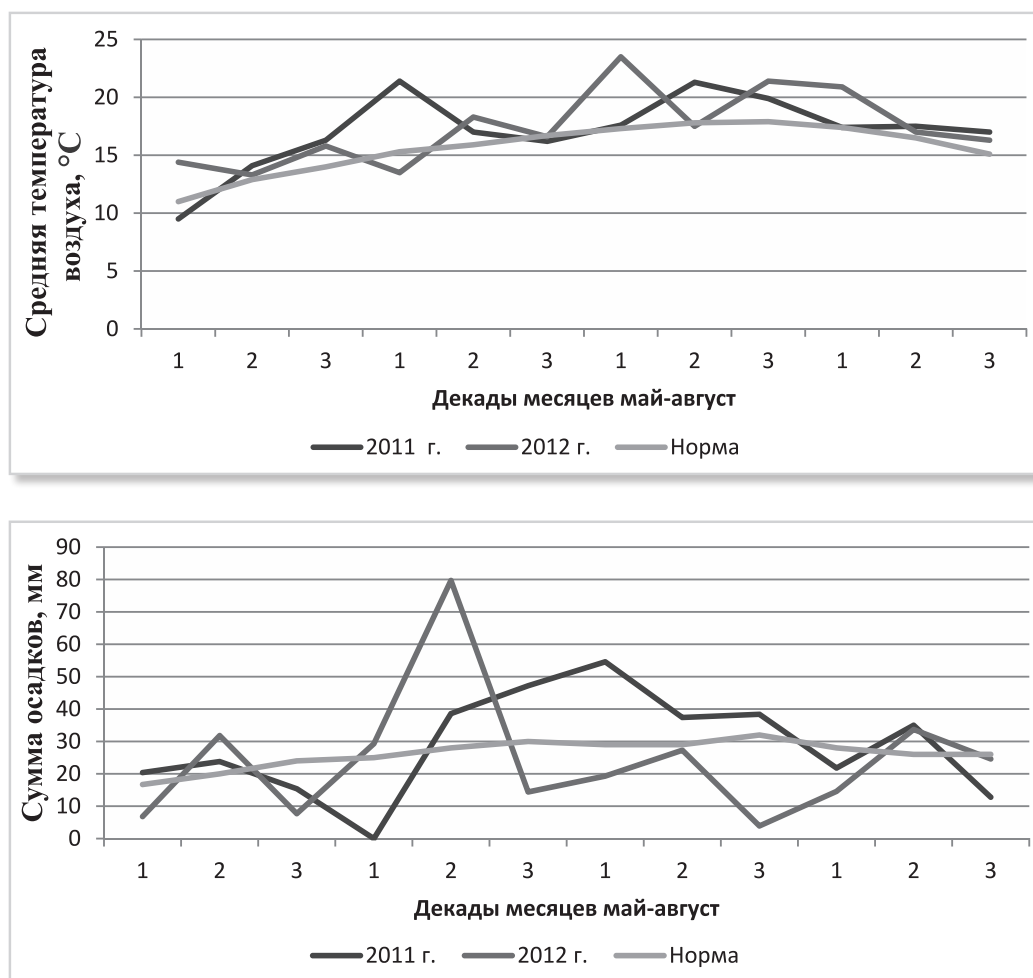
Вариант	2011 г.				2012 г.			
	Р	R			Р	R		
		всего	к контролю			всего	к контролю	
			±	%			±	%
Контроль (без обработки)	28,5	5,9	–	–	94,0	26,8	–	–
Престиж, КС, 1,0 л/т	24,5	4,9	–1,0	16,9	70,0	17,7	–9,1	33,9
Максим, КС, 0,4 л/т	34,5	6,9	+1,0	16,9	71,0	17,2	–9,6	35,8
Пикус, КС, 0,3 л/т	21,0	4,5	–1,4	23,7	72,5	18,3	–8,5	31,7
Райкат Старт, 0,3 л/т → 0,5 л/га в фазе полных всходов	22,5	4,5	–1,4	23,7	75,0	20,4	–6,4	23,9
Райкат Старт, 0,3 л/т + Пикус, КС, 0,3 л/т → Райкат Старт, 0,5 л/га в фазе полных всходов	26,0	5,2	–0,7	11,9	61,0	16,3	–10,5	39,2
Райкат Старт, 0,3 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т → Райкат Старт, 0,5 л/га в фазе полных всходов	28,0	5,7	–0,2	3,4	83,5	23,5	–3,3	12,3
Райкат Старт, 0,3 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т + Пикус, КС, 0,3 л/т → Райкат Старт, 0,5 л/га в фазе полных всходов	22,0	4,5	–1,4	23,7	77,0	18,2	–8,6	32,1
Райкат Старт, 0,3 л/т + Престиж, КС, 0,7 л/т → Райкат Старт, 0,5 л/га в фазе полных всходов	37,0	7,6	+1,7	28,8	69,0	17,0	–9,8	36,6

Примечание – Р – распространенность, %; R – развитие, %.

Проведенные исследования дали возможность установить фитосанитарный эффект от применения Райката Старт, который проявился в снижении на 56,5–59,2 % развития ризиктониоза клубней урожая в двух смежных

репродукциях по сравнению с контрольным вариантом (таблица 3).

Под влиянием токсикантов, действующие вещества которых проявляют фунгицидную активность (Престиж –



Гидротермические показатели вегетационного периода картофеля
(опытное поле РУП «Институт защиты растений»)

Таблица 3 – Влияние индивидуального и совместного применения агрохимикатов на поражение клубней картофеля ризиктониозом (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», сорт Янка)

Вариант	2011 г.				2012 г.			
	Р	R			Р	R		
		всего	к контролю ±	%		всего	к контролю ±	%
Контроль (без обработки)	43,0	13,0	–	–	34,5	9,2	–	–
Престиж, КС, 1,0 л/т	36,5	8,4	–4,6	35,4	0,0	0,0	–9,2	100
Максим, КС, 0,4 л/т	29,0	6,0	–7,0	53,8	1,5	0,6	–8,6	93,5
Пикус, КС, 0,3 л/т	42,5	9,6	–3,4	26,2	41,0	17,4	+8,2	89,1
Райкат Старт, 0,3 л/т → 0,5 л/га в фазе полных всходов	24,5	5,3	–7,7	59,2	11,0	4,0	–5,2	56,5
Райкат Старт, 0,3 л/т + Пикус, КС, 0,3 л/т → Райкат Старт, 0,5 л/га в фазе полных всходов	24,0	5,2	–7,8	60,0	31,0	13,2	+4,0	43,5
Райкат Старт, 0,3 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т → Райкат Старт, 0,5 л/га в фазе полных всходов	11,0	2,4	–10,6	81,5	1,0	0,4	–8,8	95,6
Райкат Старт, 0,3 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т + Пикус, КС, 0,3 л/т → Райкат Старт, 0,5 л/га в фазе полных всходов	23,5	5,1	–7,9	60,8	0,0	0,0	–9,2	100
Райкат Старт, 0,3 л/т + Престиж, КС, 0,7 л/т → Райкат Старт, 0,5 л/га в фазе полных всходов	24,5	5,1	–7,9	60,8	1,0	0,2	–9,0	97,8

Примечание – Р – распространенность, %; R – развитие, %.

пенцикурон, Максим – флудиоксанил), развитие ризоктониоза клубней в 2011 г. было снижено на 35,4–53,8 %, а в 2012 г. – на 93,5–100 %. Применение органоминерального удобрения в композиции с содержащими фунгицидный компонент препаратами обеспечивало оздоровление клубней от ризоктониоза с эффективностью 60,8–81,5 % в 2011 г., в 2012 г. – 95,6–100 % (таблица 3). Следовательно, в 2011 г. в противодействии болезни совместное использование Райката Старт с токсикантами, имеющими в своем составе фунгицидный компонент (Райкат Старт + Максим, Райкат Старт + Престиж), имело преимущество. И это при том, что в этом году условия для инфицирования клубней ризоктониозом, судя по развитию болезни на клубнях в контрольном варианте (13,0 %), были более благоприятными. Этому способствовало и возделывание картофеля на почве с повышенной кислотностью (рН – 5,3). Ибо, из комплекса факторов, оказывающих значительное влияние на взаимоотношения возбудителя болезни гриба *Rhizoctonia solani* и картофеля, кислотности почвы отводится важная роль [15].

К тому же, в 2011 г. более высокая степень поражения клубней ризоктониозом оказалась возможной при сравнительно невысоком уровне развития парши обыкновенной (5,9 %), тогда как в 2012 г., наоборот, – 9,2 и 26,8 %, соответственно, что согласуется с данными Л.П. Евстратовой [8] об отрицательном характере связи между развитием этих болезней.

В вегетационном сезоне 2012 г., как менее благоприятном для поражения клубней ризоктониозом, подавление развития болезни на клубнях в урожае под влиянием препаратов с фунгицидной активностью (Максим, Престиж) и их композиций с Райкатом Старт было равноценным – на 93,5–100 и 95,5–100 %, соответственно (таблица 3).

Наряду с этим, в условиях 2012 г. отмечено усиление (в 1,9 раза) развития ризоктониоза под действием имидаклопридсодержащего инсектицида Пикус, КС в норме расхода 0,3 л/т как максимально допустимой (таблица 3): 17,4 % против 9,2 % в контроле. Возможность подобного явления можно объяснить существованием взаимодействия «патоген, включая *Rhizoctonia solani*, – инсектицид имидаклоприд», которое, по мнению зарубежных ученых, может иметь в почве различные эффекты [21]. Судя по экспериментальным данным 2012 г., представленным в таблице 3, возможен эффект усиления степени поражения клубней ризоктониозом.

В варианте Райкат Старт, 0,3 л/т + Пикус, КС, 0,3 л/т → Райкат Старт, 0,5 л/га в фазе полных всходов степень поражения клубней ризоктониозом в урожае также возросла, но по сравнению с контролем только в 1,4 раза. Зато относительно варианта с применением Пикуса, КС этот показатель оказался ниже в 1,3 раза, в чем усматривается регулирующее влияние на взаимодействие возбудителя болезни и растения-хозяина органоминерального удобрения Райкат Старт. Выяснение сущности влияния свойств Райката Старт на развитие ризоктониоза клубней ждет своего разрешения. Однако можно предположить, что активность органоминерального удобрения по снижению развития данной болезни реализуется под действием входящих в его состав ингредиентов. Тем более, что наряду с такими его достоинствами, как стимулирование развития корневой системы, получение дружных всходов, интенсификация ростовых процессов на ранних фазах роста и развития растений, отмечается возможность повышения под его воздействием иммунитета культур к болезням [14]. Особо значимая роль в этих процессах отводится входящим в состав Райката Старт полисахаридам и аминокислотам [1]. Некоторые полисахариды проявляют активность как индукторы болезнеустойчивости, включающие защитные реакции растений [7].

Поступление же аминокислот извне в период интенсивного роста или при негативном влиянии стрессовых факторов позволяет растению ускорить метаболические процессы, не тратя при этом дополнительную энергию на собственный синтез. В стрессовой ситуации растения накапливают значительные количества свободных (не связанных в пептиды и белки) аминокислот, которые также исполняют роль защитного механизма [2].

Следует отметить, что у каждого растения имеется мощный арсенал собственных средств защиты от фитопатогенных микроорганизмов, но большинство из них в процессе окультуривания утратило способность вовремя запускать иммунный ответ [7].

В числе других достоинств препаратов с аминокислотами – уменьшение стрессовой нагрузки на растение при добавлении таковых в баковые смеси с пестицидами. Наряду с этим, низкомолекулярные аминокислоты усиливают проникновение в ткани самих пестицидов, позволяя снижать их нормы при совместном применении [2].

При использовании Райката Старт на картофеле не исключается положительное влияние на повышение иммунного статуса растений картофеля в отношении таких болезней клубней, как виды парши (обыкновенная, черная – ризоктониоз), и входящих в его состав микроэлементов (Fe – 0,1 %; Zn – 0,02 %; B – 0,03 %). Тем более, что данные о фитосанитарной их роли многочисленны. При этом важнейшей особенностью действия микроэлементов являются их относительно малые дозы, необходимые для ослабления вредоносности многих заболеваний [18].

Отзывчивость картофеля на применение органоминерального удобрения Райкат Старт проявляется также в более полной реализации продуктивного потенциала культуры – в повышении урожайности на 32,9 %, увеличении выхода товарных клубней на 30 % при снижении содержания нитратов в продукции [6].

Заключение

Из анализа экспериментальных данных, полученных при использовании на картофеле Райката Старт посредством обработки клубней при посадке с последующим опрыскиванием растений в фазе полных всходов, следует, что используемый как органоминеральное удобрение препарат проявляет и фитосанитарный эффект. Под его влиянием оказалось возможным снижение в двух последовательных репродукциях степени поражения клубней в урожае паршой обыкновенной на 23,7–23,9 %.

Стабилен эффект органоминерального удобрения в уменьшении развития ризоктониоза клубней на 56,5–59,2 %, что сопоставимо с эффективностью препаратов фунгицидного действия (Престиж, Максим) (2011 г. – 35,4 и 53,8 %, соответственно) при благоприятных для развития болезни условиях. При этом, совместное действие Райката Старт и токсикантов, содержащих фунгицидный компонент (Престиж – пенцикурон, Максим – флудиоксанил), способствовало оздоровлению клубней в урожае от ризоктониоза с эффективностью 60,8–81,5 %, что в 1,5–1,7 раза выше, чем при использовании порознь в этих целях химических препаратов.

В менее благоприятных для развития ризоктониоза условиях совместное действие Райката Старт и токсикантов с фунгицидной активностью обеспечивало эффект по снижению степени поражения клубней в урожае, аналогичный защитному действию индивидуально используемых пестицидов (2012 г. – 95,6–100 и 93,5–100 %, соответственно).

Из-за возможности ряда негативных последствий – загрязнение продукции и окружающей среды, формирование резистентных форм у вредных организмов к токсикантам и др. особенно привлекательны приемы защиты растений, нацеленные на повышение их сопротивляе-

мости болезням через стимуляцию природных защитных механизмов. К этой категории явлений представляется целесообразным отнести и проявление фитосанитарного эффекта от обогащения картофеля органоминеральным удобрением Райкат Старт, содержащим биологически активные ингредиенты.

В оказании биоагротехнологической помощи растениям для запуска в работу и усиления их иммунной системы усматривается глобальная общечеловеческая программа решения научно-технической, экологической и гуманитарной задачи XXI века [3].

Литература

1. Адаменко, С. Уже настает очікувана весна, тож обробляти насіння «Райкатом Старт» пора! / С. Адаменко, І. Костюшко // *Зерно*. – 2014. – № 2. – С. 50–51.
2. Аминокислоты в составе удобрений – мода или необходимость? [Электронный ресурс]. – Режим доступа infoindustria.com.ua/aminokisloty-i-v-sostave-udobreniy-moda-ili-neo (53КБ). – Дата доступа: 12.05.2016.
3. Веретенников, Ю.М. От экологического самоуничтожения к экологическому самосохранению / Ю.М. Веретенников, О.А. Монастырский // *Агро XXI*. – 2000. – №6. – С. 22–23.
4. Вершинин, Ю.А. Последствие применения комплекса пестицидов на яровой пшенице / Ю.А. Вершинин // *Агро XXI*. – 2001. – № 10. – С. 5.
5. Виды парши картофеля в Беларуси и особенности их проявления: аналит. обзор / В.Г. Иванюк [и др.]. – Минск, 2004. – 64 с.
6. Голубева, Н. Оценка воздействия органоминерального удобрения Райкат Старт на продуктивность картофеля / Н. Голубева, Е. Неронова // *Главный агроном*. – 2014. – № 6. – С. 50–52.
7. Горовой, Л.Ф. Биологические средства защиты растений и биотехнология их производства / Л.Ф. Горовой [Электронный ресурс]. – Режим доступа eliv.bsu.by/bitstream/123456789/14628/1/026.pdf. – Дата доступа: 12.05.2016.
8. Евстратова, Л.П. Устойчивость картофеля к основным почвообитающим патогенам в условиях Северо-Запада России: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05; 06.01.11 / Л.П. Евстратова; ВИР. – СПб., 2003. – 40 с.

УДК 634.18: 632.7(476)

Доминантные фитофаги в насаждениях аронии черноплодной в Беларуси

С.И. Ярчаковская, кандидат с.-х. наук, Р.Л. Михневич, старший научный сотрудник
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 2.08. 2016 г.)

Установлено, что наибольшую угрозу насаждениям аронии черноплодной в Беларуси представляет боярышниковая огневка *Trachycera (Euphodore) advenella* Zinck., численность которой достигает 16,2 гусениц на 100 соцветий (поврежденность соцветий – 22,3 %), и рябиновый цветоед (*Anthonomus conspersus* Desb.) – до 3 жуков на 2 м ветвей (4,1–7,8 % поврежденных бутонов). В отдельные годы значительный вред посадкам аронии черноплодной наносят жуки-листоеды (*Phyllobius argentatus* L., *Chlorophanus viridis* L.) – до 3,9 жуков на 2 м ветвей.

Введение

В Беларуси широко распространена и пользуется большой популярностью в последние годы арония черноплодная, площади под которой планируется довести до 500 га. Причинами такой популярности являются высокое содержание в ягодах различных витаминов и биологически активных веществ, необходимых для полноценного питания человека, а также арония является главным источником получения натуральных красителей для производства разнообразных пищевых продуктов, фармацевтических и косметических препаратов [2, 5].

Литература, посвященная изучению вредителей рябины черноплодной, крайне бедна. В Польше в качестве вредителей аронии черноплодной указываются листовертки (*Tortricidae*), зимняя пяденица (*Operophtera*

9. Жученко, А.А. Конструирование адаптивных агроэкосистем и агроландшафтов / А.А. Жученко // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы докл. междунар. науч.-практ. конф. 29 сент. – 1 окт. 2004 г. / под ред. В.Д. Надкты [и др.]. – Краснодар, 2004. – Вып. 2. – С. 5–31.
10. Квасов, Н.А. Роль полифункциональных препаратов в современной системе питания растений / Н.А. Квасов, И.Б. Высоцкая, Т.В. Симатин // *Российская аграрная газета*. – 2015. – № 21 (99). – С. 6–7.
11. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. С.Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – С. 165–187.
12. Озерецковская, О.Л. Индуцирование устойчивости растений биогенными элиситорами фитопатогенов / О.Л. Озерецковская // *Прикладная биохимия и микробиология*. – 1994. – Т. 30, вып. 3. – С. 325–339.
13. Пестицидный стресс озимой пшеницы: монография / Н.А. Рябенко [и др.]. – Днепропетровск: Пороги, 2006. – 379 с.
14. Применение Райкат Старт [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.agrocounsel.ru/rajkat-start>. – Дата доступа: 12.05.2016.
15. Ризоктониоз картофеля и меры борьбы с ним: аналитический обзор / В.Г. Иванюк [и др.]. – Минск, 2004. – 60 с.
16. СТБ 1224–2000. Картофель семенной. Технические условия. Государственный стандарт Республики Беларусь. – Минск: Госстандарт, 2000. – 13 с.
17. Тютеев, С.Л. Физиолого-биохимические основы управления стрессоустойчивостью растений в адаптивном растениеводстве / С.Л. Тютеев // *Вестник защиты растений*. – 2000. – № 1. – С. 11–35.
18. Чулкина, В.А. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов; под ред. М.С. Соколова, В.А. Чулкиной. – М.: Колос, 2009. – 670 с.
19. Control of corn flea beetle and Stewart's wilt in sweet corn with imidacloprid and thiamethoxam seed treatments / T.P. Kuhar [et al.] // *Crop Prot.* – 2002. – Vol. 21, №1. – P. 25–31.
20. Differences in host range, pathogenicity to potato cultivars and response to soil temperature among *Streptomyces* species causing common and netted scab in France / K. Bouček-Mechiche [et al.] // *Plant pathology*. – 2000. – Vol. 49, №1. – P. 3–10.
21. Houshyar Fard, M. Effects of Two Systemic Insecticides on Damping-off Pathogens of Cotton / M. HoushyarFard, T. Darvish Mojeni // *J. Agr. Sci. Tech.* – 2011. – Vol. 13. – P. 27–33.

It is determined that the highest damage to red chokeberry plantations presents Trachycera (Euphodore) advenella Zinck., the number of which makes 16,2 caterpillars per 100 racemes, of damaged racemes – 22,3 %, and Anthonomus conspersus Desb. – up to 3 beetles per 2 m of branches, 4,1–7,8 % of damaged buds. In separate years a significant damage to red chokeberry plantations is brought by leaf beetles (Phyllobius argentatus L., Chlorophanus viridis L.) – up to 3,9 beetles per 2 m of branches.

brumata L.), тли (*Aphidoidea*), вишневый слизистый пилильщик (*Caliroa limacine* Retz.), рябиновая плодовая моль (*Argestia conjugella* Z.) [6, 7, 8, 10]. В России на Алтае существенный вред черноплодной рябине наносит вишневый слизистый пилильщик. В Сибири аронию повреждают: зеленая яблонная тля (*Aphis pomi* Deg.), обыкновенный паутинный клещ (*Tetranychus urticae* Koch), красный клещ (*Panonychus ulmi* L.), розанная и почковая листовертка (*Cacoecia rosana* L., *Spilonota ocellana* F.), рябиновая плодовая моль. В Ленинградской области, кроме перечисленных вредителей, на культуре зарегистрированы листовая долгоносик (*Phyllobius argentatus* L.), плодовая рябиновая моль, зимняя пяденица [3]. В Беларуси целенаправленных исследований по изучению видового состава фитофагов в насаждениях аронии черноплодной

не проводилось. Лишь в книге «Перспективные плодовые растения Белоруссии», 1986 г. в качестве вредителей аронии отмечаются: плодовая горностаевая моль (*Hyponomeuta padellus* L.), вишневый слизистый пилильщик, зеленая яблонная тля и паутинный клещ [4].

Целью настоящих исследований является изучение видового состава и выявление доминирующих фитофагов в насаждениях аронии черноплодной.

Методика и место проведения исследований

Оценку фитосанитарной ситуации аронии черноплодной проводили в садоводческих хозяйствах Минской и Витебской областей республики в течение 2014–2016 гг.

С целью установления заселенности аронии вредителями проводили обследования насаждений в основных фенологических периодах развития культуры.

Вредители. Рано весной, до набухания почек проводили обследование насаждений аронии на заселенность кокцидами (*Coccinea*) путем тщательного осмотра основных 2–3-летних побегов на 25 кустах (5 кустов в пяти местах) и определяли их численность глазомерно по шкале в баллах:

- 1 – единичные щитки;
- 2 – редкие скопления;
- 3 – участки побегов покрыты слоем щитков.

Акациевую ложнощитовку учитывали путем подсчета зимующих личинок на 4-х ветвях суммарной длиной не менее 2 м на каждом учетном кусте. Всего в учете 25 кустов (по 5 кустов в пяти местах).

Тли (*Aphididae*) учитывали путем подсчета количества яиц под биноклем на 4-х ветвях суммарной длиной не менее 2 м на каждом учетном кусте. Всего в учете 25 кустов (по 5 кустов в пяти местах).

В период от начала распускания почек до цветения проводили обследования, во время которых выявляли заселенность насаждений аронии гусеницами листоверток (*Tortricidae*) и пядениц (*Geometridae*), тлями и паутинным клещом (*Tetranychus urticae* Koch.), боярышниковой огневкой (*Trachycera advenella* Zinck.). Численность листогрызущих гусениц и тлей определяли путем подсчета их количества по видам на 2 м ветвей на каждом из 10 обследуемых кустов. Численность гусениц огневки устанавливали в 10 соцветиях.

В период цветения вывешивали феромонно-клеевые ловушки для определения заселенности насаждений плодовой рябиновой молью (*Argrestia conjugella* Z.) из расчета одна ловушка типа Атракон А с невысыхающим энтомологическим клеем «Унифлекс» и СПФ Арват 1, содержащий 1 мг ацетат (Z)-11-гексадецен-1-ола, нанесенного на медицинскую дренажную трубку длиной 1,5 см. Учеты в ловушках проводили не реже 1 раза в 10 дней.

После цветения определяли заселенность насаждений аронии листовыми пилильщиками (*Tenthredinidae*) и листовыми долгоносиками (*Phyllobius argentatus* L., *Chlorophanus viridis* L.) путем подсчета их количества на 2 м ветвей на кусте, и рябиновым цветоедом (*Anthonomus conspersus* Desb.) путем подсчета количества личинок в 10 соцветиях на каждом из 10 учетных кустов.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных обследований аронии черноплодной в незначительной численности в насаждениях культуры отмечены следующие фитофаги: *Panonychus ulmi* L. – красный плодовой клещ, *Tetranychus urticae* Koch. – обыкновенный паутинный клещ (0,2–0,3 особей/лист), *Aphis pomi* Deg. – зеленая яблонная тля (0,2–1,5 яиц/2 м ветвей), *Argrestia conjugella* Z. – плодовая рябиновая моль (0,5–1,0 бабочек/ловушку),

Parthenolecanium corni Bouche. – акациевая ложнощитовка (0,3–0,5 щитков/2 м ветвей), *Coleophora hemerobiella* Scop. – плодовая чехлоноска (0,2 гус./2 м ветвей), *Orgyia Antigua* L. – кистехвост обыкновенный (0,1 гус./2 м ветвей), *Operophtera brumata* L. – зимняя пяденица (0,2 гус./2 м ветвей), *Spilonota ocellana* F. – почковая вертушка (0,1–0,2 гус./2 м ветвей).

Спорадически вредили: *Lepidosaphes ulmi* L. – запятовидная щитовка (в очагах до 30–50 щитков/2 м ветвей), *Ancutis achatana* F. – пугливая листовертка, *Cacoecia rosana* L. – розанная листовертка (0,1–4,1 гус./2 м ветвей).

Наибольшую угрозу насаждениям культуры в годы проведения исследований представляла боярышниковая огневка *Trachycera (Euphodore) advenella* Zinck., численность которой составляла 1,3–16,2 гусениц на 100 соцветий, 22,3 % поврежденных соцветий. Этот вредитель также наносит существенный вред насаждениям аронии и в Польше [9]. Фитофаг был зарегистрирован в Европе во второй половине XX столетия на боярышнике, рябине и сливе [11, 12, 13]. В литературе отмечается, что гусеницы вредителя скрепляют и объедают также листья и цветы яблони и груши [1].

В отдельные годы значительный вред посадкам аронии черноплодной наносят жуки: рябиновый цветоед (*Anthonomus conspersus* Desb.) – до 3 жуков на 2 м ветвей (4,1–7,8 % поврежденных бутонов) и жуки-листоеды (*Phyllobius argentatus* L., *Chlorophanus viridis* L.) – до 3,9 жуков на 2 м ветвей. Личинка рябинового цветоеда развивается в цветочных бутонах рябины обыкновенной и аронии черноплодной. Вредитель предпочитает холодные и влажные районы. Жуки-листоеды питаются листьями аронии черноплодной и других плодовых культур.

Выводы

Наиболее опасными вредителями аронии черноплодной в Беларуси являются боярышниковая огневка *Trachycera (Euphodore) advenella* Zinck., численность которой достигает 16,2 гусениц на 100 соцветий, 22,3 % поврежденных соцветий и рябиновый цветоед (*Anthonomus conspersus* Desb.) – до 3 жуков на 2 м ветвей, 4,1–7,8 % поврежденных бутонов, которые наносят прямой ущерб культуре, повреждая генеративные органы. В отдельные годы значительный вред посадкам аронии черноплодной наносят жуки-листоеды (*Phyllobius argentatus* L., *Chlorophanus viridis* L.) – до 3,9 жуков на 2 м ветвей.

Литература

1. Васильев, В.П. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений / В.П. Васильев. – Киев, 1975. – Т.3. – С. 364–365.
2. Исаченко, Л.М. Сорты аронии черноплодной / Л.М. Исаченко // Плодоводство: науч. тр. / Ин-т пловодства Нац. акад. наук Беларуси. – Самохваловичи, 2004. – Т.15. – С. 156–158.
3. Проценко, В.И. Черноплодная рябина – новая садовая культура / В.И. Проценко. – Томск, 1970. – С. 35–36.
4. Перспективные плодово-ягодные растения Белоруссии / А.А. Чаховский [и др.]. – Минск, 1986. – С. 118–119.
5. Результаты и перспективы исследований малораспространенных ягодных культур в Институте пловодства НАН Беларуси / М.С. Шалкевич [и др.] // Плодоводство: науч. тр. / Ин-т пловодства Нац. акад. наук Беларуси. – Самохваловичи, 2004. – Т.15. – С. 147–155.
6. Egget, P. Aronia czarnoowocowa / P. Egget // Sad Nowocz. – 1986. – Т.11. – Р. 15–19.
7. Chlebowska, D. Wstepne wyniki planowania aronii w SZD w Dabrowicach / D. Chlebowska, K. Smolarz // Sad Nowocz. – 1988. – Т.11. – Р. 21–24.
8. Chlebowska, D. Uprawa aronii / D. Chlebowska; Inst. sad. i kwiat. – Skierniewice, 1999. – 16 s.
9. Gorska-Drabik, E. *Trachycera advenella* (Zinck.) (Lepidoptera, Pyralidae) – nowy szkodnik aronii czarnoowocowej / E. Gorska-Drabik // Progr. Plant Protec. – 2009. – Vol.49, №2. – Р. 531–534.
10. Kleparski, J. Aronia / J. Kleparski // Halso Ogrodnicze. – 2003. – №2. – Р. 4–5.
11. Goater, B. British Pyralid Moths. A Guide to their Identification / B. Goater. – Harley Books, 1986. – 175 s.
12. Palm, E. Noudeuropas Pyralider, Danmarks Dyreliv Bind3 / E. Palm // Fauna Boger. – Kobenhavn, 1986. – 287 s.
13. Slamka, F. Die Zunslerartigen (Pyraloidea) Mitteleuropas / F. Slamka. – Bratislava, 1997. – 112 s.

Новый препарат Мовенто Энерджи для борьбы с комплексом вредителей яблони

Ю.Г. Кондратенко, кандидат с.-х. наук
Институт плодоводства

(Дата поступления статьи в редакцию 23.06.2016 г.)

В статье представлены результаты изучения биологической эффективности нового препарата Мовенто Энерджи, КС (спиротетрамат 120 г/л + имидаклоприд 120 г/л) производства компании Байер Крон Сайенс АГ, Германия, против комплекса вредителей яблони. Двукратное применение Мовенто Энерджи, КС с нормой расхода 0,6 и 0,8 л/га в течение вегетации позволило сократить численность вредных организмов на 93,8–100 %.

Введение

Вредители плодовых культур оказывают негативное влияние на урожайность и сохранность плодов как непосредственно, повреждая цветки, завязь, плоды, так и косвенно, снижая интенсивность фотосинтеза. Мониторинг насаждений яблони показывает, что максимальный урон культуре наносят цветоед яблонный (*Anthonomus pomorum* L.), пилильщик яблонный (*Hoplocampa testudinea* Klug.), плодожорка (*Laspeyresia pomonella* L.) и различные виды тли (*Aphis pomi* Deg., *Dysaphis plantaginea* Pass.) [1]. Отрицательно сказывается на общем состоянии деревьев заселение их плодовыми клещами (*Briobia redikorzevi* Reck., *Panonychus ulmi* Koch. и др.), что приводит к уменьшению закладки плодовых почек, мелкоплодности, снижению урожая и уменьшению сахаристости плодов. Массовое заселение листьев яблони клещами, особенно в засушливые годы, приводит к нарушению процессов фотосинтеза, уменьшению обводненности тканей листа, преждевременному листопаду [2]. Прирост однолетних побегов яблони в годы вспышек численности сосущих вредителей (тли, медяницы, клещи) снижается до 50–80 % [3]. Максимальный вред наносит тля молодым насаждениям, как наиболее чувствительным к поражению болезнями и вредителями [4–6]. Наблюдаемое в последние десятилетия потепление климата способствует массовому размножению вредителей, увеличению количества их генераций за вегетационный сезон, появлению новых видов насекомых-фитофагов, ранее для республики не отмечавшихся, что в целом ухудшает фитосанитарное состояние агроценоза [7, 8]. С другой стороны, интенсивная технология плодоводства, предусматривающая активное использование пестицидов, действует как фактор искусственного отбора, способствуя выработке у вредных организмов резистентности к препаратам. Совокупность данных факторов делает актуальной разработку и изучение новых средств защиты от вредителей плодовых культур и, в частности, яблони, которая является ведущей плодовой культурой в Беларуси.

Методика и условия проведения исследований

Опыт по изучению биологической эффективности препарата Мовенто Энерджи, КС (спиротетрамат 120 г/л + имидаклоприд 120 г/л) против имаго и личинок тли яблонной (*Aphis pomi* Deg.), цветоеда яблонного (*Anthonomus pomorum* L.), пилильщика яблонного (*Hoplocampa testudinea* Klug.) и комплекса плодовых клещей (*Briobia redikorzevi* Reck., *Panonychus ulmi* Koch. и др.) был заложён в саду первичного сортоизучения яблони РУП «Институт плодоводства» (сорт – Имант, год посадки сада – 2009, схема посадки – 4,0×2,5 м). Содержание между-

The article present the results of researches on biological efficiency of new insecticide Movento Energy, CS (spirothetramat, 120 g/l + imidaclopride 120 g/l) against pests complex of apple. It was established that two-fold application of Movento Energy, CS of flow rate 0,6 and 0,8 l/ga during the growing season reduced number of pests by 93,8–100 %.

рядий – под естественным залужением, приствольных полос – под гербицидным паром.

Исследования проводили в 2015 г. согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве» [9]. Видовой состав вредителей яблони определяли согласно общепринятым методикам [10, 11]. Площадь опытной делянки составляла 0,15 га, повторность опытов четырехкратная (3 дерева в повторности), расположение делянок – рендомизированное. Схема опыта включала два варианта с нормами расхода испытуемого препарата 0,6 и 0,8 л/га. В качестве эталонов использовали препараты Волиам Тарго, СК в норме расхода 0,8 л/га, Актара, ВДГ – 0,2 кг/га (против тли и пилильщика) и 0,14 кг/га (против цветоеда).

Препарат вносили двукратно в период вегетации в фенофазах «мышинное ушко» (СЗ) и «гречкий орех» (Н-І) методом направленного опрыскивания деревьев ранцевым опрыскивателем «Jacto». Норма расхода рабочей жидкости составляла 1000 л/га. Опрыскивание проводили в ясную, безветренную погоду во второй половине дня при температуре воздуха +15...+16 °С.

Численность вредителей учитывали согласно общепринятой методике («Методические указания по регистрационным испытаниям...») на модельных деревьях непосредственно перед обработкой и на третий, седьмой и четырнадцатый день после обработки. Учёты численности тли проводили также и на 21 и 28 день после обработки.

Биологическую эффективность препарата рассчитывали по формуле Аббота:

$$\mathcal{E} = 100 \cdot (K - O) / K [9],$$

где $\mathcal{E}$ – эффективность, выраженная процентом снижения численности вредителя с поправкой на контроль; К – число живых особей в контроле в данный срок учёта; О – число живых особей в варианте опыта в данный срок учёта.

Климатические условия в период проведения исследований были благоприятными для перезимовки и развития насекомых-вредителей и клещей. Зима 2014–2015 гг. характеризовалась неустойчивым температурным режимом: после резкого похолодания в начале января начался постепенный подъём среднесуточных температур, который затем перерос в затяжную оттепель в феврале. Необычайно тёплый март (на 5–7 °С выше средней многолетней температуры) благоприятствовал раннему началу вегетации яблони и выходу насекомых из зимних укрытий. Однако частые ночные заморозки в апреле, когда ночью температура понижалась до –1,5 °С в воздухе и до –2,7 °С на почве в течение всего месяца и низкие ночные температуры мая заметно затормозили и растянули прохождение фенофаз как у плодовых растений, так

и у представителей энтомофауны, что вызвало смещение сроков обработки на более поздние даты. Сухой июнь на фоне заметных суточных колебаний температуры сменился жарким, влажным июлем, что способствовало массовому размножению тли в саду.

Результаты исследований и их обсуждение

Предварительные учёты перед первой обработкой показали высокую заселенность деревьев яблони тлём – в среднем 25,1 штук на 100 почек, что превышало экономический порог вредоносности (20 личинок на 100 почек). После первой обработки количество тли на третий день во всех вариантах опыта с препаратом Мовенто Энерджи, КС сократилось до единичных особей.

Вторая обработка яблони препаратом Мовенто Энерджи, КС с нормой расхода 0,6 и 0,8 л/га в фенофазе «грецкий орех» на фоне значительного роста заселенности побегов и розеток тлём позволила сократить ее численность на 99,7–100 % и удерживать в течение двух недель после обработки, что превзошло биологическую эффективность препарата-эталона Актара. Следует отметить длительный сдерживающий эффект препарата Мовенто Энерджи с максимальной нормой расхода (0,8 л/га): на 21-й день после обработки биологическая эффективность препарата составила 98,9 %, на 28-й – 95,8 %, тогда как у пре-

парата-эталона она составила в те же сроки 88,9 % при средней численности тли 114,6 штук на 100 розеток, побегов. Данный факт является неоспоримым достоинством препарата Мовенто Энерджи, КС при проведении защитных мероприятий против тли (таблица 1).

Среднее количество клещей непосредственно перед обработкой составило 7,1 особей на лист при ЭПВ – 5 клещей на лист. Применение изучаемого препарата позволило значительно сократить их численность (таблица 2).

Препарат Мовенто Энерджи, КС при норме расхода 0,6 и 0,8 л/га уже на третьи сутки после обработки показал высокую биологическую активность против комплекса плодовых клещей – 88,3 и 93,2 %, соответственно, что превысило на 2,9–7,8 % показатели таковой у препарата-эталона Волиам Тарго, СК. Отмечено нарастание биологической эффективности изучаемого препарата во всех вариантах опыта: на 14 сутки после обработки в варианте с нормой расхода 0,8 л/га она составила 100 %, что на 2,9 % выше, чем у эталонного препарата Волиам Тарго, КС (97,1 %).

Анализ результатов применения препарата Мовенто Энерджи, КС позволил выделить варианты с нормами расхода 0,6 и 0,8 л/га как обеспечивающие максимальную биологическую эффективность против яблонного цветоеда при обработке насаждений яблони в фенофазе «мышинное ушко» (таблица 3).

Таблица 1 – Биологическая эффективность инсектицида Мовенто Энерджи, КС против тли яблонной (*Aphis pomi* Deg.) на яблоне (2015 г.)

Вариант	Норма расхода, кг, л/га	Среднее число тли на 100 почек, розеток, побегов по дням учётов, шт.						Снижение численности тли относительно исходной с поправкой на контроль по дням учётов, %				
		д/о*	3	7	14	21	28	3	7	14	21	28
Вторая обработка												
Контроль (без обработки)	-	298,5	313,5	478,2	745,0	907,0	1010,6	-	-	-	-	-
Актара, ВДГ (эталон)	0,2	11,2	0	0,7	1,8	23,3	114,6	100	99,8	99,7	97,4	88,9
Мовенто Энерджи, КС	0,6	19,1	0	0,6	1,9	22,9	100,6	100	99,9	99,7	97,5	90,0
Мовенто Энерджи, КС	0,8	17,2	0	0	0	11,1	42,4	100	100	100	98,9	95,8

Примечание – *До обработки препаратами.

Таблица 2 – Биологическая эффективность инсектицида Мовенто Энерджи, КС против комплекса плодовых клещей (*Briobia redikorzevi* Reck., *Panonychus ulmi* Koch.) на яблоне (дата обработки – 16.06.2015 г.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Среднее число клещей на лист по дням учётов, шт.				Снижение численности клещей относительно исходной с поправкой на контроль по дням учётов, %		
		д/о*	3	7	14	3	7	14
Контроль (без обработки)	-	7,1	20,5	25,1	31,6	-	-	-
Волиам Тарго, СК (эталон)	0,8	7,1	3,0	1,9	0,9	85,4	92,4	97,1
Мовенто Энерджи, КС	0,6	7,1	2,4	1,3	0,5	88,3	94,8	98,4
Мовенто Энерджи, КС	0,8	7,1	1,4	0,6	0	93,2	97,6	100

Примечание – *До обработки препаратами.

Таблица 3 – Биологическая эффективность инсектицида Мовенто Энерджи, КС против яблонного цветоеда (*Anthonomus pomorum* L.) на яблоне (2015 г.)

Вариант	Норма расхода, кг, л/га	Число поврежденных бутонов, шт., фенофаза		Снижение поврежденности относительно контроля, %, фенофаза	
		розовый бутон	окончание цветения	розовый бутон	окончание цветения
Контроль (без обработки)	-	10,5	16,2	-	-
Актара, ВДГ (эталон)	0,14	2,0	2,0	80,9	87,6
Мовенто Энерджи, КС	0,6	1,2	2,5	88,6	84,6
Мовенто Энерджи, КС	0,8	0	0,2	100	98,8

Таблица 4 – Биологическая эффективность инсектицида Мовенто Энерджи, КС против плодового пилильщика (*Hoplocampa testudinea* Clug.) на яблоне (2015 г.)

Вариант	Норма расхода, кг, л/га	Число поврежденных плодов			Снижение поврежденности относительно контроля, %		
		в кроне по дням учетов		в падалице	в кроне по дням учетов		в падалице
		7	14		7	14	
Контроль (без обработки)	-	15,5	13,2	14,5	-	-	-
Актара, ВДГ (эталон)	0,2	5,0	2,7	3,2	67,7	79,5	77,9
Мовенто Энерджи, КС	0,6	1,0	1,2	0,9	93,5	90,9	93,8
Мовенто Энерджи, КС	0,8	0,7	0,1	0,1	95,5	99,2	99,3

Биологическая эффективность препарата Мовенто Энерджи, КС в норме 0,8 л/га против яблонного цветоеда составила 100 % при проведении учета в фенофазе «розовый бутон» и 98,8 % – в фенофазе «окончание цветения».

Применение Мовенто Энерджи, КС позволило существенно сократить поврежденность завязи яблонным пилильщиком. Биологическая эффективность препарата с нормами расхода 0,6 и 0,8 л/га по снижению поврежденности плодов в кроне на 14 день учетов составила, соответственно, 90,9 и 99,2 %, в падалице – 93,8 и 99,3 % против 77,9–79,5 % у эталонного препарата Актара, ВДГ при норме расхода 0,2 кг/га (таблица 4).

Выводы

По результатам исследований в полевых условиях инсектицид Мовенто Энерджи, КС при двукратном применении в фенофазах «мышинное ушко» (СЗ) и «гречкий орех» (Н-1) с нормами расхода 0,6 и 0,8 л/га показал высокую биологическую эффективность против комплекса вредителей яблони: имаго и личинок яблонной тли (99,7–100 %), имаго и личинок плодовых клещей (98,4–100 %), яблонного цветоеда (84,6–100 %) и яблонного пилильщика (93,8–99,3 %). Установлено пролонгированное действие препарата Мовенто Энерджи, КС с нормой расхода препарата 0,8 л/га против тли и её личинок на протяжении 28 дней с момента обработки с биологической эффективностью 95,8 %.

Литература

- Колтун, Н.Е. Структура доминирования фитофагов в яблоневых садах различных типов / Н.Е. Колтун // Защита растений: сб. науч. тр. / гл. ред. Л.И. Трепашко [и др.]. – Мн., 2005. – Вып. 29. – С.198–208.
- Супранович, Р.В. Видовое разнообразие клещей-фитофагов и их вредоносность в интенсивных садах республики / Р.В. Супранович, М.А. Матвейчик // Защита растений: сб. науч. тр. / гл. ред. Л.И. Трепашко [и др.]. – Мн., 2005. – Вып. 29. – С. 230–241.
- Тарасова, Ю.С. Вредоносность комплекса основных фитофагов яблони в условиях Псковской области / Ю.С. Тарасова // Вестник защиты растений. – 2008. – № 1. – С.57.
- Крюкова, А.В. Вредоносность комплекса фитофагов яблони в условиях северо-запада России / А.В. Крюкова // Актуальные проблемы садоводства в России и пути их решения: матер. Всеросс. науч.-метод. конф. молодых ученых, Орёл, 2–5 июля 2007 г. / М.Н. Кузнецов (отв. ред.) [и др.]. – Орёл: ВНИИСПК, 2007. – С.198–202.
- Комардина, В.С. Система защиты яблони во второй половине вегетации / В.С. Комардина, Н.Е. Колтун // Наше сельское хозяйство: журнал настоящего хозяина. – 2013. – № 9 (Агрономия). – С. 97–99.
- Саранцева, Н.А. Тли – вредители яблони / Н.А. Саранцева // Защита и карантин растений. – 2008. – № 6. – С. 18–19.
- Иванюк, В.Г. Прогноз фитосанитарного состояния агроценозов в условиях потепления климата / В.Г. Иванюк // Земляробства і ахова раслін. – 2008. – № 6 (61). – С. 48–49.
- Комардина, В.С. Фитосанитарное состояние насаждений плодовых семечковых культур в 2015 году и прогноз его изменения в сезоне 2016 года / В.С. Комардина, Н.Е. Колтун // Земледелие и защита растений. – 2016. – № 1. – С. 50–53.
- Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; Институт защиты растений; под ред. проф. Л.И. Трепашко. – Несвиж: МОУП «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного», 2009. – С. 232–258.
- Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений / пер. с нем. К.В. Попковой, В.А. Шмыгли. – М.: Агропромиздат, 1987. – 24 с.
- Справочник вредителей плодовых и ягодных культур / Э.М. Хотько [и др.]. – Минск, 2005. – 261 с.

УДК 631.632:633.8:632.934:632.952

Влияние фунгицида Алиот на развитие болезней льна масличного и урожай маслосемян

В.А. Прудников, доктор с.-х. наук, Д.Ю. Фесько, аспирант
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 14.01.2016 г.)

Представлены двухлетние результаты полевых опытов по изучению эффективности фунгицида Алиот (0,4 л/га) в посевах льна масличного. Установлено, что двукратная обработка посева льна масличного фунгицидом снижает распространенность и развитие антракноза, «пасмо» и подавляет распространённость фузариоза. Обработка посева льна масличного фунгицидом Алиот повышала урожай семян на 2,4 ц/га и прибыль на 35,8 долл./га.

Введение

Культура льна поражается многими болезнями. Антракноз вызывается развитием гриба *Colletotrichum lini*

We present the results of two years of field trials on the effectiveness of the fungicide Aliot (0,4 l/ha) at sowing flax oil. It was found that the double treatment of sowing linseed fungicide reduces the spread and development of anthracnose and hanks and inhibits the spread of Fusarium. Processing of crops of flax olive fungicide of Aliot increased productivity of seeds on 2,4 t/ha and profit on 35,8 dollars/ha.

Manns et Bolley. Возбудителями фузариоза являются грибы рода *Fusarium* Link. Септориоз («пасмо») вызывается грибом *Septoria linicola* Gar. Возбудитель ржавчины – гриб

Melampsora lini (Pers.) Lev. Возбудителем мучнистой росы является гриб *Erysiphe cichoracearum* DC. f. *lini* Sacz. Возбудитель крапчатости – гриб *Ozonium vinogradovi* Kudryavtsev. Бактериозы обусловлены воздействием бактерий *Bacillus macerans* Schard., *B. polymyxa* Br., *B. mesenterikus-vulgatus* Flugge., *B. herbicola* Bur., *B. solanacearum* E. F. Sm., *B. lini* R. Sm., которые распространены в природе повсеместно. В условиях хорошей аэрации почвы бактерии переводят почвенные фосфаты в подвижные формы и азот воздуха в усвояемые для растений соединения. Определяющим условием вредоносности названных бактерий являются: рН_{КС} почвенного раствора свыше 5,5, избыток фосфора и недостаток бора. Наиболее распространенными болезнями льна в Республике Беларусь являются: антракноз, фузариоз, септориоз («пасмо»).

В настоящее время нет сортов льна, устойчивых к болезням листьев и стеблей. В благоприятные для возбудителей годы посевы льна могут поражаться на 100 %. Развитие болезней льна снижает урожайность и качество волокна. Поэтому защита посевов льна от поражения болезнями является необходимой мерой для сохранения урожая и его качества.

А.Л. Амбросов и В.К. Неофитова [1] указывали, что решающее значение в борьбе с болезнями льна-долгунца имеют агротехнические меры. Фитосанитарное состояние семенного материала и посевов в период вегетации показывает, что агротехнических мер борьбы с болезнями льна не достаточно. Поскольку инфекция многих возбудителей болезней сохраняется в семенах, то обеззараживание семян является важным и необходимым условием защиты льна от болезней. Для защиты семян льна от инфекции имеется целый ряд протравителей фунгицидного действия. В работах [2, 3] отмечается примерно одинаковая эффективность фунгицидов для обеззараживания семян, которая зависит от инфицированности посевного материала и от качества обработки семян препаратами. Инкрустация семян с использованием протравителей, микроэлементов и регуляторов роста защищает растения льна в начальный период роста и развития. Начиная с фазы быстрого роста, появляются листовые и стеблевые болезни льна, против которых нужно дополнительно применять препараты (фунгициды).

Экономическая эффективность применения фунгицидов в период вегетации льна зависит от количества болезней и от степени их развития. До настоящего времени нет точных рекомендаций для определения критериев пороговой вредоносности как отдельных видов заболеваний, так и их совокупного порога вредоносности. В рекомендациях Всероссийского НИИ льна указывается, что порогом экономической целесообразности борьбы с болезнями растений является прогнозирование потерь урожая 5 % и выше [4].

В работах белорусских [5, 6] и зарубежных исследователей [7, 8, 9] установлена высокая эффективность применения фунгицидов против болезней листьев и стеблей льна. Мониторинг состояния посевов льна в республике свидетельствует о ежегодном повсеместном значительном распространении болезней, что вызывает необходимость применения фунгицидов. Распространение и развитие болезней льна очень трудно прогнозировать. Применение фунгицидов после проявления симптомов болезней льна является запоздалым и малоэффективным приемом, поэтому фунгициды надо применять профилактически для предупреждения их развития. В связи с этим, кроме инкрустации семян, необходимо проводить двукратную обработку посевов льна фунгицидами в период вегетации до появления болезней [10]. Состав фунгицидов для защиты посевов льна масличного незначительный, поэтому изучение эффективности новых

фунгицидов для снижения развития болезней является актуальным.

Методика исследований

Полевые опыты проводили в 2014–2015 гг. на опытном поле РУП «Институт льна» (Оршанский район, Витебская область). Агрохимические показатели почвы были следующие: содержание гумуса – 1,85–1,90 %, рН_{КС} – 5,0–5,5, подвижных фосфатов – 215–261, подвижного калия – 181–190, бора – 0,62–0,66, цинка – 2,8–3,5 мг/кг почвы. Общим фоном вносили минеральные удобрения в дозе N₆₀P₆₀K₉₀, бор – 0,5, цинк – 1,0 кг/га д. в. Предшественником льна был ячмень. В опыте высевали сорт Илим селекции РУП «Институт льна» с нормой 6 млн всхожих семян на гектар. Повторность опытов 4-кратная. Площадь посевной делянки – 28, учетной – 15 м². Для инкрустации семян использовали препараты Ламадор, 0,15 л/т + Агровиталь, 0,8 л/т с добавлением бора – 100 г/т д. в., цинка – 120 г/т д. в. и регулятор роста Экосил – 100 мл/т. Обработку посева льна против однолетних двудольных сорняков проводили баковой смесью гербицидов Агритокс, 0,7 л/га + Секатор турбо, 0,05 л/га при высоте льна 5–7 см. Через 8 дней посев обрабатывали против злаковых сорняков гербицидом Миура, 1,0 л/га. В фазах «ёлочка» и бутонизация проводили обработку льна фунгицидом Алиот, КЭ (пропиконазол, 250 г/л + ципроконазол, 80 г/л) – 0,4 л/га. Фенологические наблюдения, уход за посевами, учёт урожая выполняли в соответствии с методикой полевого опыта [11]. Теревление льна масличного проводили льнотеребилкой с последующей вязкой снопов и ручным обмолотом.

Результаты исследований и их обсуждение

Вегетационный период 2014 г. был засушливым. Недостаток осадков и низкий температурный режим наблюдался в первой декаде мая. В июне осадков выпало 58 % от нормы, температура воздуха была ниже нормы на 2–3 °С. В июле осадков выпало 29 % от нормы, температура воздуха была выше нормы на 1,5–3,0 °С. Температурный режим вегетационного периода 2015 г. был контрастным. За первую декаду июня температура воздуха была на 2 °С выше нормы. В первой декаде июля температура воздуха превышала норму на 2,4 °С, а во второй декаде была ниже нормы на 2 °С. Температура воздуха за август была выше нормы на 3,1 °С, осадков выпало только 6 % от нормы. Вегетационный период 2015 г. в целом был засушливым.

Анализ льна масличного в фазе бутонизации показал, что без обработок растений фунгицидом распространенность антракноза в среднем за 2 года достигала 42,0 %, а его развитие – 33,0 % (таблица 1).

Применение в фазе «ёлочка» фунгицида Алиот, 0,4 л/га снижало распространенность антракноза с 42,0 до 32,0 % и его развитие с 33,0 до 26,0 %.

В 2014 г. в фазе ранней желтой спелости наблюдалось сильное поражение льна «пасмо». В варианте без фунгицида распространенность «пасмо» достигала 80,0 %, а его развитие – 63,3 % (таблица 2).

Таблица 1 – Распространенность и развитие антракноза на льне масличном (фаза бутонизации, 2014–2015 гг.)

Вариант	Антракноз, %		Количество здоровых растений, %
	распростра- ненность	разви- тие	
Контроль (без фунгицида)	42,0	33,0	58,0
Алиот, 0,4 л/га, в фазе «ёлочка»	32,0	26,0	68,0

При двукратной обработке посева льна масличного фунгицидом Алиот в норме 0,4 л/га распространенность «пасмо» снижалась с 80,0 до 50,5 %, его развитие – с 63,3 до 35,6 %. Снижение распространенности «пасмо» по сравнению с контролем составило 36,8 % и развития – 43,7 % (относительных). В фазе ранней желтой спелости обнаруживался фузариоз. Но распространенность и развитие данной болезни не превышало 0,5 % и подавлялось фунгицидом Алиот.

В 2015 г. в фазе ранней желтой спелости в варианте без фунгицида распространенность антракноза достигала 28,0 %, «пасмо» – 15,0 % и фузариоза – 3,0 % (таблица 3).

Двукратная обработка посева льна фунгицидом Алиот снижала распространенность антракноза с 28,0 до 24,0 %, а его развитие – с 20,0 до 16,0 %. Под действием Алиота распространенность «пасмо» снизилась с 15,0 до 11,0 %, а развитие – с 9,0 до 6,5 %. В фазе ранней желтой спелости не выявлено поражения льна масличного фузариозной инфекцией на фоне применения Алиота. Коли-

чество здоровых растений под воздействием фунгицида увеличивалось с 54,0 до 65,0 %.

Анализ структуры урожая льна масличного показал, что применение фунгицида Алиот повышало сохранность растений к уборке. При этом, количество коробочек на растении увеличивалось с 12,4 до 13,2 шт., а количество семян в коробочке – с 7,5 до 7,9 шт. (таблица 4).

Снижение развития болезней под влиянием двукратного применения фунгицида Алиот оказало положительное действие на урожай семян льна масличного. В среднем за 2014–2015 гг. прибавка урожая семян за счёт обработки посева фунгицидом составила 2,4 ц/га при средней урожайности за два года исследований 18,2 ц/га (таблица 5). Обработка культуры фунгицидом Алиот незначительно повышала содержание масла в семенах, но сбор масла с гектара посева увеличивался на 1,1 ц/га.

Расчет экономической эффективности применения фунгицидов показал, что предпосевная обработка семян составом Ламадор (0,15 л/т) + Агровиталь (0,8 л/т) обе-

Таблица 2 – Влияние обработок семян и растений льна масличного на распространенность и развитие болезней (фаза ранней желтой спелости, 2014 г.)

Вариант	«Пасмо», %		Фузариоз, %		Количество здоровых растений, %
	распространенность	развитие	распространенность	развитие	
Контроль (без фунгицида)	80,0	63,3	0,5	0,5	19,5
Алиот, 0,4 л/га, в фазах «ёлочка» и бутонизация	50,5	35,6	-	-	49,5

Таблица 3 – Влияние фунгицида Алиот на распространенность и развитие болезней льна масличного (фаза ранней желтой спелости, 2015 г.)

Вариант	Антракноз, %		«Пасмо», %		Фузариоз, %		Количество здоровых растений, %
	распространенность	развитие	распространенность	развитие	распространенность	развитие	
Контроль (без фунгицида)	28,0	20,0	15,0	9,0	3,0	3,0	54,0
Алиот, 0,4 л/га, в фазах «ёлочка» и бутонизация	24,0	16,0	11,0	6,5	-	-	65,0

Таблица 4 – Влияние обработки семян и растений льна масличного фунгицидами на структуру урожая (среднее, 2014–2015 гг.)

Вариант	Количество растений перед уборкой, шт./м ²	Количество коробочек, шт./растение	Количество семян в коробочке, шт.	Масса 1000 семян, г
Контроль (без фунгицида)	510	12,4	7,5	7,3
Алиот, 0,4 л/га, в фазах «ёлочка» и бутонизация	516	13,2	7,9	7,3

Таблица 5 – Влияние обработки семян и растений льна масличного фунгицидами на урожай льнопродукции (2014–2015 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га			Содержание масла в семенах, %	Сбор масла	
	соломы	семян	±		ц/га	±
Контроль (без фунгицида)	31,1	15,8	-	42,6	6,7	-
Алиот, 0,4 л/га, в фазах «ёлочка» и бутонизация	32,6	18,2	2,4	43,1	7,8	1,1
НСР ₀₅	2,4–2,6	0,5–0,6				

Таблица 6 – Экономическая эффективность применения фунгицидов на льне масличном (2014–2015 гг.)

Вариант	Стоимость продукции, долл./га	Затраты на выращивание продукции, долл. /га	Прибыль (убытки), долл. /га	Рентабельность, %
Контроль (без фунгицида)	550,3	470,2	80,1	17,0
Алиот, 0,4 л/га, в фазах «ёлочка» и бутонизация	634,0	518,1	115,9	22,3

Примечание – Стоимость 1 т семян 3-й репродукции 348,3 долл. США.

спечила прибыль 80,1 долл. США/га и рентабельность 17,0 %. Двукратное применение по вегетирующим растениям льна масличного фунгицида Алиот (0,4 л/га) увеличило прибыль на 35,8 долл. США/га и рентабельность на 5,3 %.

Закключение

Обработка семян льна масличного протравителем Ламадор не устраняла пораженность растений болезнями в период вегетации. Применение фунгицида Алиот в фазах «ёлочка» и бутонизация снижало распространённость антракноза с 28,0 до 24,0 %, а его развитие – с 20,0

до 16,0 %. Распространённость и развитие «пасмо» под действием данного фунгицида были снижены с 47,5 до 30,8 % и с 36,1 до 21,0 %, соответственно. На фоне применения Алиота не выявлено поражения растений льна масличного фузариозной инфекцией.

Снижение развития болезней льна масличного сказалось положительно на урожае семян. В среднем за два года исследований двукратная обработка посева обеспечила прибавку урожая 2,4 ц/га при общей урожайности 18,2 ц/га семян, что способствовало получению прибыли 115,9 долл. США с гектара посева и рентабельности 22,3 %.

Литература

1. Амбросов, А.Л. Борьба с болезнями льна в условиях концентрации и специализации льноводства / А.Л. Амбросов, В.К. Неофитова // Защита растений. – Минск, 1978. – Вып. 2. – С. 3–9.
2. Гутковская, Н.С. Защита льна от семенной и почвенной инфекции *Colletotrichum lini* Manns et Bolley / Н.С. Гутковская, М.А. Старостина // Защита растений. – Минск, 1998. – Вып. XX1. – С. 163–167.
3. Старостина, М.А. Сравнительная оценка эффективности протравителей на льне-долгунце / М.А. Старостина, Н.С. Гутковская // Защита растений. – Минск, 2003. – Вып. 27. – С. 239–247.
4. Захарова, Л.М. Защита льна-долгунца / Л.М. Захарова, Н.А. Кудрявцев, Л.Н. Павлова // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2009. – №1. – С. 53–80.
5. Портянкин, Д.Е. Влияние фунгицида Колфуго супер на развитие болезней и урожай льна-долгунца / Д.Е. Портянкин, Н.С. Гутковская // Земляробства і ахова раслін. – 2005. – №2. – С. 50.
6. Белов, Д.А. Применение фунгицида дерозал для защиты посевов льна масличного от болезней / Д.А. Белов, В.А. Прудников // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 2. – С. 35–38.
7. Andruszewska, A. Badania nad chorobą pasmo lnu i działaniem fungicydów zastosowanych do jej zwalczania / A. Andruszewska, M. Korbas // Phytopathologia polonica. – 1989. – № 19. – P. 37–46.
8. Mercer, P.C. Effects of fungicide treatments on disease levels in linseed / P.C. Mercer, H.C. McGimpsey; A. Ruddock // Ann. Appl. Biol. – 1990. – P. 116.
9. Distribution and severity of pasmo on flax in North Dakota and evaluation of fungicides and cultivars for management / S. Halley [et al.] // Plant Dis. – 2004. – Vol. 88. – P.1123–1126.
10. Эффективность применения фунгицидов на льне-долгунце и льне масличном / В.А. Прудников [и др.]. – Орша: Оршанская типография, 2011. – 36 с.
11. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: учебник для студ. высш. с.-х. учеб. заведений / Б.А. Доспехов. – 5-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 633.16:632.4

Поражение пшеницы озимой мучнистой росой в зависимости от особенностей сорта и бактериальных препаратов в условиях Западной Лесостепи Украины

Г.Я. Биловус

Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины

(Дата поступления статьи в редакцию 28.04.2016 г.)

Приведены результаты изучения в 2010–2013 гг. влияния бактериальных препаратов на поражение пшеницы озимой мучнистой росой. В условиях Западной Лесостепи Украины установлено, что предпосевная обработка семян бактериальными препаратами снижает поражение растений мучнистой росой в зависимости от сорта на 5,5–7,5 %.

Высокий уровень рентабельности обеспечило применение препарата полимиксобактерин – 77,5–86,5 %, при котором себестоимость 1 т элиты пшеницы озимой была 1,82–1,91 тыс. грн. При применении агробактерина эти показатели, соответственно, составляли 73,6 % и 1,95 тыс. грн./т, а при диазофите – 61,0 % и 2,10 тыс. грн./т.

Введение

Среди зерновых культур пшеница озимая очень требовательна к факторам внешней среды. В отдельные годы при разном отклонении условий её выращивания от оптимальных наблюдается потеря посевов на значительных площадях. Реакция пшеницы озимой на почву, температуру, воздух, содержание в почве воды, на свет, элементы минерального питания и другие факторы в течение вегетации не остаётся неизменной. Она изменяется в зависимости от возраста растений, их состояния, условий погоды, особенностей сорта и других причин [1].

Значительным препятствием на пути к получению высоких урожаев пшеницы озимой является широкое

The results of investigations in 2010–2013 study the effect of bacterial preparations on winter wheat powdery mildew damage. Under the conditions of Forest-Steppe of Western Ukraine found that pre-sowing treatment of bacterial preparations reduces plant damage mildew depending on the variety at 5,5–7,5 %.

It should be noted that the high level of profitability provided the use of the preparation polimiksobakterin 77,5–86,5 %, in which winter wheat production cost of 1 ton of elite was – 1,82–1,91 thousand hryvnia. When applying agrobakterina these figures were respectively – 73,6 % and 1,95 thousand hryvnia / tonne, while diazofite – 61,0 % and 2,10 thousand hryvnia / tonne.

распространение и большая вредоносность грибных болезней растений, среди которых важное место занимает мучнистая роса [2].

В последнее время в растениеводческой отрасли сельского хозяйства Украины широко применяется большое количество регуляторов роста, биологических препаратов [3].

Важным аспектом действия бактериальных препаратов является повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды – высоким и низким температурам воздуха, небольшому количеству влаги, повреждению вредителями и болезнями, что способствует значительному повышению качества продукции [3].

Цель исследований заключалась в том, чтобы за счет применения бактериальных препаратов в сочетании с оптимальным уровнем питания растений добиться уменьшения поражения растений мучнистой росой и увеличения урожая пшеницы озимой в условиях Западной Лесостепи Украины.

Материалы и методика проведения исследований

Исследования проводили в течение 2010–2013 гг. в Институте сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины.

Технология выращивания пшеницы озимой общепринятая для зоны. Норма высева семян – 5,5 млн шт./га. Предшественник – рапс озимый.

Предпосевная обработка семян сортов Золотоколосая, Романтика, Ясочка, Лыбидь была проведена бактериальными препаратами диазофит, агробактерин, полимиксобактерин.

Опыт включал следующие варианты обработки семян: 1 – абсолютный контроль (без удобрений и обработки); 2 – контроль ($N_{30}P_{90}K_{90}$); 3 – диазофит ($N_{30}P_{90}K_{90}$); 4 – агробактерин ($N_{30}P_{90}K_{90}$); 5 – полимиксобактерин ($N_{30}P_{45}K_{90}$); 6 – полимиксобактерин ($N_{30}P_{90}K_{90}$). Внесение минеральных удобрений – IV и VII этап органогенеза по N_{30} .

Исследования проводили по общепринятым методикам: устойчивость к болезни изучали в полевых и лабораторных условиях [4, 5], статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа [6].

Результаты исследований и их обсуждение

Погодные условия, которые складывались во время вегетации пшеницы озимой, в 2011 г. были следующими: в июне температура воздуха выше на 2,2 °C, а количество осадков в пределах средних многолетних показателей. Во II декаде июля при норме 32 мм выпало 52,7 мм, в III декаде июля температура воздуха была на 2,1 °C выше средних многолетних показателей.

На сорте Золотоколосая в течение 2011–2013 гг. развитие мучнистой росы составляло 13,0–20,5 % (рисунок 1).

Наибольшее развитие болезни отмечено в 2013 г. на данном сорте. В 6 варианте с использованием для обработки семян полимиксобактерина ($N_{30}P_{90}K_{90}$) степень поражения этой болезнью была менее всего и составила в среднем за 3 года 14–14,5 %.

На протяжении вегетации растений пшеницы озимой в 2012 г. температура воздуха превышала среднемноголетние показатели на 2,8 °C в апреле, на 1,9 °C – в мае, 1,7 °C – в июне и 3,8 °C – в июле, а количество осадков, исключая июнь, было меньше.

Развитие болезни на сорте Романтика за годы исследований составляло 12–15,0 %. На данном сорте более сильное развитие этой болезни отмечено в 2012 г. В 5 варианте, где применяли полимиксобактерин ($N_{30}P_{45}K_{90}$), развитие мучнистой росы в среднем за годы исследований составило 12–13,0 % (рисунок 1).

Повышенную температуру воздуха в 2013 г. наблюдали в июне, июле, августе, соответственно, на 2,0 °C, 1,2 и 2,5 °C. Осадки в эти месяцы были очень неравномерными: в июне выпало на 51 % выше нормы, в июле, августе – наблюдалось снижение количества осадков – 40 и 49 % к норме, соответственно.

На сорте Ясочка развитие болезни в течение 3 лет составило 7,5–13,0 %, при этом максимальное развитие болезнь получила в 2013 г. Меньшая степень поражения пшеницы озимой мучнистой росой отмечена в 6 варианте с использованием полимиксобактерина ($N_{30}P_{90}K_{90}$) – 8,0–9,5 %.

На протяжении 2011–2013 гг. развитие мучнистой росы на сорте Лыбидь варьировало в пределах 8,0–15,0 % (рисунок 1) с максимумом данного показателя в 2013 г. В 6 варианте под действием полимиксобактерина ($N_{30}P_{90}K_{90}$) развитие болезни было более низким – 8,0–12,5 %.

Следует отметить, что в среднем за годы исследований урожайность сортов составила: Золотоколосая – 2,21–4,31 т/га; Романтика – 2,38–4,23; Ясочка – 2,52–4,01; Лыбидь – 2,58–4,24 т/га (рисунок 2).

В вариантах, где семена обрабатывали бактериальными препаратами, урожайность пшеницы озимой составила по сортам: Золотоколосая – 3,71–4,31 т/га; Романтика – 3,97–4,23; Ясочка – 3,69–4,01; Лыбидь – 3,83–

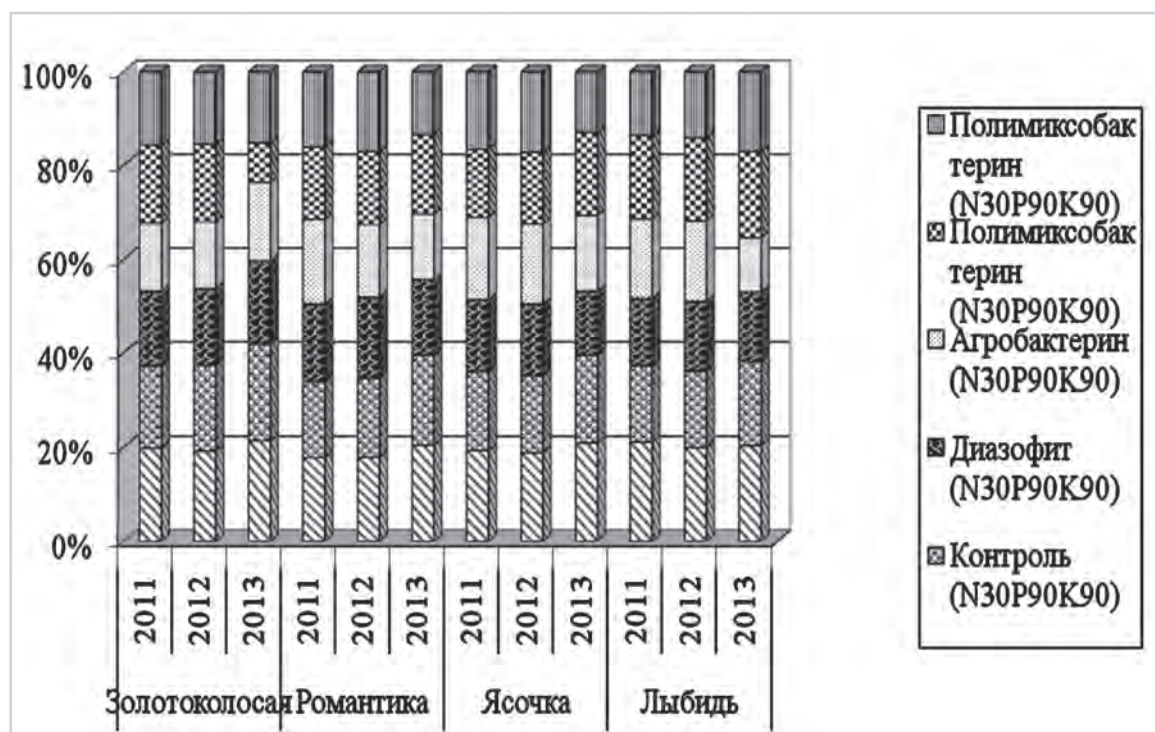


Рисунок 1 – Развитие мучнистой росы пшеницы озимой в зависимости от сорта и применения бактериальных препаратов

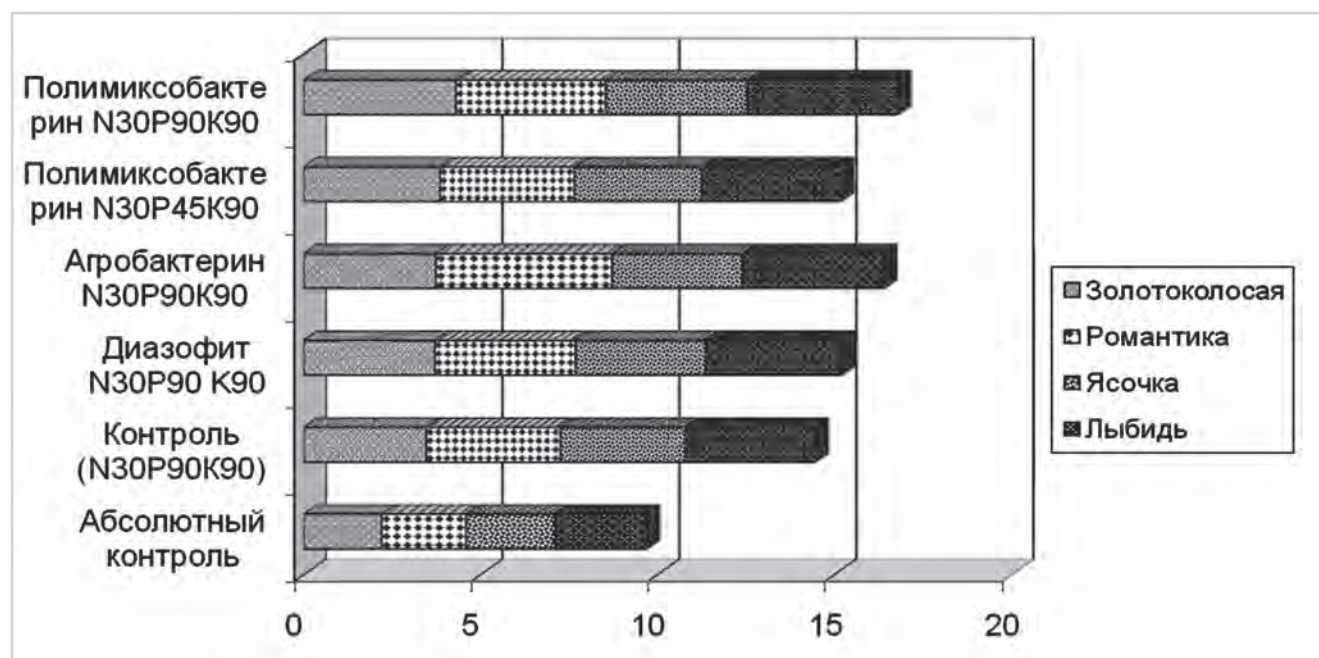


Рисунок 2 – Урожайность сортов пшеницы озимой в зависимости от сорта и применения бактериальных препаратов (среднее, 2011–2013 гг.)

Экономическая оценка применения бактериальных препаратов на пшенице озимой (среднее по сортам, 2011–2013 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость реализуемых семян элиты, тыс. грн./га	Сумма затрат, тыс. грн./га	Условно чистый доход, тыс. грн./га	Себестоимость 1 т продукции, тыс. грн.	Уровень рентабельности, %
1. Абсолютный контроль (без удобрений и обработки семян)	2,42	8,20	5,17	3,03	2,14	58,6
2. Контроль (N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀)	3,61	12,24	8,00	4,24	2,22	53,0
3. Диазофит (N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀)	3,80	12,88	8,00	4,88	2,10	61,0
4. Агробактерин (N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀)	4,10	13,89	8,00	5,89	1,95	73,6
5. Полимиксобактерин (N ₃₀ P ₄₅ K ₉₀)	3,79	12,85	6,89	5,96	1,82	86,5
6. Полимиксобактерин (N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀)	4,19	14,20	8,00	6,20	1,91	77,5

4,24 т/га.

В условиях Западной Лесостепи Украины рентабельность производства семян элиты в среднем по сортам была на уровне 58,6–86,5 % при себестоимости 1 т семенной продукции 1,82–2,22 тыс. грн.

По результатам исследований (таблица), в сравнении с контролем (N₃₀P₉₀K₉₀) применение бактериальных препаратов способствовало повышению рентабельности: на 8,0 % – диазофит, 20,6 % – агробактерин и 24,5–33,5 % – полимиксобактерин.

Высокий уровень рентабельности обеспечило применение препарата полимиксобактерин – 77,5–86,5 %, при котором себестоимость 1 т элиты озимой пшеницы была 1,82–1,91 тыс. грн. При использовании агробактерина эти показатели составляли 73,6 % и 1,95 тыс. грн./т, а диазофита – 61,0 % и 2,10 тыс. грн./т, соответственно.

Заключение

Погодные условия, которые складываются во время вегетации пшеницы озимой, удобрения и бактериальные препараты диазофит, агробактерин, полимиксобактерин, используемые для обработки семян, оказывают воздействие на поражение растений мучнистой росой. Развитие болезни под влиянием предпосевной обработки бактериальными препаратами снижается в зависимости от сорта

на 5,5–7,5 %.

Установлено, что применение полимиксобактерина обеспечивало более высокий уровень рентабельности – 77,5–86,5 %, при котором себестоимость 1 т элиты пшеницы озимой составила 1,82–1,91 тыс. грн. При использовании агробактерина эти показатели составляли 73,6 % и 1,95 тыс. грн./т, а диазофита – 61,0 % и 2,10 тыс. грн./т, соответственно.

Литература

1. Натальчук, Т.А. Вплив агрометеорологічних умов на урожайність та якість пшениці озимої в умовах північної частини Лісостепу / Т.А. Натальчук // Збірник наукових праць НААН України, Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2013. – Вип. 17, Т. 1. – С. 220–226.
2. Рекомендації. Шкідливі організми сільськогосподарських культур та заходи боротьби з ними / Г.М. Седіло [і інші]. – Оброшино: [Б. в.], 2012. – 46 с.
3. Канівець, В.І. Шляхи мікробіологічної мобілізації фосфатів у ґрунтах / В.І. Канівець, Л.М. Токманова, І.М. Пишук // Ґрунтознавство. – 2006. – № 3–4, Т. 7. – С. 118–122.
4. Методи експериментальної мікології. Довідник / І.О. Дудка [і інші]; під ред. В. І.Білай. – Київ: Наукова думка, 1982. – 552 с.
5. Методи селекції та оцінки стійкості пшениці та ячменю до хвороб в країнах – членах СЗВ / Л.Т. Бабаянц [і інші]. – Прага, 1988. – 321 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика польового досвіду (з основами статистичної обробки результатів досліджень) / Б.А. Доспехов. – 3-е изд., перераб. і доп. – М.: Колос, 1973. – 336 с.

Разработка новых технологических приемов обработки семян, обеспечивающих повышение урожайности и качества маслосемян льна масличного

И.А. Голуб, доктор с.-х. наук, Н.С. Савельев, кандидат с.-х. наук, В.В. Гракун, Г.Н. Шанбанович, кандидат с.-х. наук, В.В. Колачев, А.Ю. Шанбанович, соискатели
Институт льна

Л.М. Абрамчик, кандидат биологических наук,
Л.Ф. Кабашникова, доктор биологических наук
Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 22.06.2016 г.)

В статье приведены результаты исследований по эффективности защитно-стимулирующих составов для обработки семян, особенности их действия на ранних этапах онтогенеза растений льна масличного.

Показано, что защитно-стимулирующие составы на основе полимера ВРП, инсектофунгицида Круйзер рапс, СК или протравителя Ламадор, КС оказывают стимулирующее действие на формирование 14-дневных проростков льна масличного. Установлена высокая эффективность действия инкрустирующих составов на основе полимера ВРП и протравителя Ламадор, КС на накопление фотосинтетических пигментов в листьях проростков льна.

Установлена высокая эффективность действия защитно-стимулирующих составов на основе полимера ВРП, инсектофунгицида Круйзер рапс, СК или протравителя Ламадор, КС на урожай маслосемян, содержание в них масла и α -линоленовой кислоты.

Введение

Лен масличный является одной из важнейших технических культур Беларуси. Одним из наиболее эффективных продуктов, получаемых из льна масличного, является масло из семян [1]. Это высокоценный пищевой продукт [2]. Пищевые и технические достоинства любого растительного масла определяются соотношением жирных кислот. Льняное масло содержит в своем составе полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК): линолевую (омега-6) и линоленовую (омега-3), которые являются физиологически активными веществами, благодаря чему льняное масло используется для приготовления медицинских препаратов и биологически активных добавок к пище [3].

Семена льна дают также и высококачественное техническое масло, широко используемое в различных отраслях промышленности – лакокрасочной, кожевенно-обувной, мыловаренной, бумажной и др. Обладая свойством быстрой высыхаемости (йодное число 170–200), льняное масло считается лучшим для приготовления олифы, лаков и типографских красок [4, 5].

Лен масличный имеет высокий уровень рентабельности производства: на него сохраняются высокие цены как на внутреннем, так и мировом рынках по сравнению с другими масличными. Получение хорошего урожая во многом зависит от умелого и своевременного проведения мероприятий по защите культуры от вредителей, болезней, сорной растительности, потери от которых бывают весьма и весьма значительными.

При составлении системы агротехнических мероприятий по возделыванию льна в конкретных почвенно-климатических условиях учитывают биологические особенности культуры, а также мероприятия, связанные с формированием растений в период вегетации и их защитой от вредителей и болезней [6].

The article presents the results of studies on the effectiveness of protective-stimulating compositions for seed treatment, peculiarities of their action at the early stages of oil flax plants ontogenesis.

It is shown that protective-stimulating compositions on the basis of polymer WP, insectofungicide Cruiser rape SC or a seed dresser Lamador, SC render a stimulating effect on forming 14-day-old oil flax seedlings. The high efficiency of action of encrusting compositions based on polymer and a seed dresser Lamador, SC on the accumulation of photosynthetic pigments in flax seedlings leaves is determined.

The high efficiency action of protective-stimulating compositions on the basis of polymer WP, insectofungicide Cruiser rape, SC or a seed dresser Lamador, SC on oil seeds yield, oil and α -linolenic acid content in them is determined.

Перспективной задачей льнохозяйств республики является увеличение производства маслосемян и повышение их качества. Для этой цели используются новые приемы возделывания льна масличного, оказывающие влияние на процессы прорастания и развития растений в начальный период и обеспечивающие получение высоких урожаев маслосемян с высоким качеством льняного масла.

Главной задачей в этом плане является создание эффективных многокомпонентных комплексных составов для инкрустирования семян на основе полимеров и средств защиты растений, физиологически активных веществ, микроэлементов, регуляторов роста и др. [7].

Методика и условия проведения исследований

Объектами исследования служили растения льна масличного сорта Брестский. Для оценки роста и развития растений льна в лабораторных условиях определяли следующие параметры: высоту, массу растений и корней, содержание сухого вещества.

Для экстракции пигментов использовали навеску листьев, стеблей и коробочек. Экстракцию хлорофиллов (Хл) и каротиноидов производили 99,5%-ным уксусом. Количество пигментов в экстрактах определяли по спектрам поглощения. Содержание пигментов рассчитывали по формулам [8] и выражали в мг на г сырой и сухой массы исследуемого органа растений льна масличного.

Полевые опыты были заложены по общепринятой методике проведения полевых опытов (Б.А. Доспехов, 1979). Повторность полевого опыта – четырехкратная, площадь делянок – 12,5 м.²

Агротехника общепринятая для возделывания льна масличного в Республике Беларусь. Норма высева – 9 млн всхожих семян на гектар. Способ сева – узкорядный. Предшественник – ячмень.

Опыты проводили в 3-х биологических повторностях. Статистическую обработку данных осуществляли по Рокитскому П.Ф. [9].

Результаты исследований и их обсуждение

Было проведено изучение эффективности действия регуляторов роста (Экогум АФ; Экосил; Экосил Плюс, ВЭ, 2,5 г/л; Экосил Микс, ВЭ; Экогум комплекс), микроудобрений (МикроСил, МикроСтим) и созданных на их основе защитно-стимулирующих составов, включающих пленкообразующий полимер ВРП, инсектофунгицид Круйзер рапс, СК и протравители Иншур Перформ, КС и Ламадор, КС на рост и развитие проростков льна масличного.

Установлено разное влияние изученных регуляторов роста на ростовые процессы надземной и подземной частей растений льна на ранних этапах развития (таблица 1). В результате проведенного анализа морфоструктуры 14-дневных проростков обнаружена стимуляция роста и развития надземной части проростка по сравнению с контролем под действием регулятора роста Экосил Микс, ВЭ, а также стимуляция роста корневой системы при использовании препаратов МикроСил, МикроСтим, Экосил Плюс, 2,5 г/л.

Все защитно-стимулирующие составы, содержащие пленкообразующий полимер ВРП, инсектофунгицид Круйзер рапс, СК и регуляторы роста, стимулировали раз-

Таблица 1 – Влияние защитно-стимулирующих составов на показатели морфоструктуры 14-дневных проростков льна масличного

№ п/п	Масса					
	листьев		стебля		корня	
	мг	%	мг	%	мг	%
1	20,5	100	22,0	100	22,0	100
2	23,0	112,2	21,0	95,5	22,5	102,3
3	25,5	124,4	18,0	81,8	24,5	111,4
4	25,0	122,0	15,0	68,2	22,5	102,3
5	22,6	110,2	18,0	81,8	23,0	104,5
6	23,5	114,6	19,5	86,4	21,0	95,5
7	24,5	119,5	22,0	100	22,5	102,3
8	21,8	106,3	21,8	99,1	20,0	90,9
9	23,0	112,2	24,0	109,1	19,0	86,4
10	24,0	117,0	17,0	77,3	22,0	100
11	30,6	149,3	19,4	88,2	24,7	112,3
12	29,4	143,4	23,9	108,6	23,6	107,3
13	26,5	129,3	23,0	104,5	24,5	111,4
14	32,5	158,6	22,0	100	26,0	118,2
15	32,0	156,1	22,5	102,3	26,1	118,6
16	28,0	156,1	21,0	95,5	27,7	125,9
17	31,5	153,7	21,0	95,5	22,0	100
18	27,0	131,7	20,5	93,2	20,6	93,6
19	34,4	167,8	16,9	76,8	33,8	153,6
20	27,3	133,2	19,3	87,7	24,7	112,3
21	28,2	137,6	13,6	61,8	25,4	115,5
22	32,0	156,1	19,0	86,4	27,0	122,7
23	28,2	137,6	18,8	85,5	39,2	178,1
24	24,0	117,0	19,0	86,4	25,0	113,6
25	24,4	119,0	17,8	80,1	30,6	139,0
26	27,0	131,7	19,5	88,6	32,0	145,5

Примечание – 1) Контроль (необработанные семена); 2) Витавакс 200 ФФ (2,0 л/т); 3) Круйзер рапс, СК (1,0 л/т); 4) МикроСил (5,0 л/т); 5) МикроСтим (5,0 л/т); 6) Экосил (100 мл/т); 7) Экосил плюс, 2,5 г/л (100 мл/т); 8) Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т); 9) Экогум комплекс (200 мл/т); 10) Экогум АФ (200 мл/т); 11) ВРП-20 % (200 мл/т); 12) Гисинар-М (500 мл/т) + Экогум АФ (200 мл/т); 13) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т); 14) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т); 15) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 16) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 17) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экогум комплекс (100 мл/т) + МикроСтим (5,0 л/т); 18) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экогум комплекс (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 19) Иншур перформ, КС (0,4 л/т); 20) Ламадор, КС (0,15 л/т); 21) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т); 22) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т); 23) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 24) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 25) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экогум комплекс (200 мл/т) + МикроСтим (5,0 л/т); 26) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экогум комплекс (200 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т).

вите побегов растений льна на 30 % и более по сравнению с необработанным контролем.

При использовании протравителя Ламадор, КС в чистом виде наблюдалось некоторое снижение длины стебля (до 10 %) по сравнению с контролем, тогда как защитно-стимулирующие составы, содержащие пленкообразующий полимер ВРП, протравитель Ламадор, КС и регуляторы роста, обеспечили активизацию ростовых процессов как стеблей, так и корневой системы проростков льна масличного. Наиболее выраженной активностью отличался состав, содержащий полимер ВРП, протравитель Ламадор, КС и регулятор роста Экосил Микс, ВЭ.

В результате проведенного анализа содержания хлорофилловых пигментов и каротиноидов в листьях 14-дневных проростков льна масличного обнаружено стимулирующее действие ряда разработанных составов на формирование фотосинтетического аппарата на ранних этапах вегетации (таблица 2).

Установлено, что инсектофунгицид Круйзер рапс, СК и регуляторы роста (Экогум АФ; МикроСил; МикроСтим; Экосил; Экосил плюс, 2,5 г/л; Экосил Микс, ВЭ; Экогум комплекс), примененные для обработки семян в чистом виде, оказывали стимулирующее действие на накопление зеленых фотосинтетических пигментов и каротиноидов в проростках льна масличного. Наиболее сильный

Таблица 2 – Влияние защитно-стимулирующих составов на содержание фотосинтетических пигментов в 14-дневных проростках льна масличного сорта Брестский

№ п/п	Содержание фотосинтетических пигментов					
	Хл а		Хл б		каротиноиды	
	мг/г сырой массы	%	мг/г сырой массы	%	мг/г сырой массы	%
1	0,789 ± 0,086	100	0,236 ± 0,024	100	0,245 ± 0,028	100
2	0,851 ± 0,102	107,8	0,245 ± 0,031	103,8	0,254 ± 0,036	103,7
3	0,982 ± 0,047	124,5	0,305 ± 0,012	129,2	0,303 ± 0,007	123,7
4	0,994 ± 0,088	126,0	0,316 ± 0,028	33,9	0,298 ± 0,032	121,6
5	0,910 ± 0,153	115,3	0,278 ± 0,049	117,8	0,278 ± 0,043	113,5
6	0,968 ± 0,069	122,6	0,306 ± 0,031	130,0	0,310 ± 0,021	126,5
7	0,914 ± 0,083	115,8	0,279 ± 0,028	118,2	0,281 ± 0,024	114,7
8	0,995 ± 0,040	126,1	0,307 ± 0,021	130,1	0,307 ± 0,019	125,3
9	1,166 ± 0,126	147,8	0,356 ± 0,042	150,8	0,351 ± 0,038	143,3
10	1,056 ± 0,006	133,8	0,330 ± 0,005	139,8	0,320 ± 0,005	130,6
11	0,887 ± 0,085	112,4	0,273 ± 0,030	115,6	0,310 ± 0,043	126,5
12	0,961 ± 0,029	121,8	0,300 ± 0,012	117,1	0,308 ± 0,010	125,7
13	0,855 ± 0,021	108,4	0,274 ± 0,007	116,1	0,297 ± 0,006	121,2
14	0,959 ± 0,010	121,5	0,306 ± 0,003	129,7	0,321 ± 0,006	131,0
15	0,954 ± 0,077	120,9	0,307 ± 0,024	1301	0,316 ± 0,025	129,0
16	0,976 ± 0,034	123,7	0,321 ± 0,014	136,0	0,322 ± 0,013	131,4
17	0,903 ± 0,066	114,4	0,280 ± 0,027	118,6	0,308 ± 0,028	125,7
18	0,973 ± 0,030	123,3	0,313 ± 0,006	132,6	0,321 ± 0,009	131,0
19	1,038 ± 0,043	131,6	0,321 ± 0,024	136,0	0,324 ± 0,025	132,2
20	0,901 ± 0,092	114,2	0,292 ± 0,030	123,7	0,299 ± 0,021	122,0
21	0,906 ± 0,104	114,8	0,290 ± 0,036	122,9	0,298 ± 0,015	121,6
22	1,099 ± 0,073	139,2	0,325 ± 0,032	137,7	0,336 ± 0,028	137,1
23	0,986 ± 0,051	125,0	0,324 ± 0,015	137,3	0,310 ± 0,015	126,5
24	1,202 ± 0,068	152,3	0,375 ± 0,022	158,9	0,380 ± 0,019	155,1
25	1,069 ± 0,157	135,5	0,333 ± 0,032	141,1	0,328 ± 0,049	133,9
26	1,053 ± 0,011	133,4	0,335 ± 0,006	141,9	0,322 ± 0,010	131,4

Примечание – 1) Контроль (необработанные семена); 2) Витавакс 200 ФФ (2,0 л/т); 3) Круйзер рапс, СК (1,0 л/т); 4) МикроСил (5,0 л/т); 5) МикроСтим (5,0 л/т); 6) Экосил (100 мл/т); 7) Экосил плюс, 2,5 г/л (100 мл/т); 8) Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т); 9) Экогум комплекс (200 мл/т); 10) Экогум АФ (200 мл/т); 11) ВРП-20 % (200 мл/т); 12) Гисинар-М (500 мл/т) + Экогум АФ (200 мл/т); 13) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т); 14) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т); 15) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСтим (5,0 л/т); 16) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 17) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экогум комплекс (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 18) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экогум комплекс (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 19) Иншур перформ, КС (0,4 л/т); 20) Ламадор, КС (0,15 л/т); 21) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т); 22) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т); 23) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСтим (5,0 л/т); 24) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 25) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экогум комплекс (200 мл/т) + МикроСтим (5,0 л/т); 26) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экогум комплекс (200 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т).

эффект оказывал регулятор роста Экогум комплекс, под действием которого содержание суммарного хлорофилла – Хл (а+в) в листьях и побеге проростков льна возросло по сравнению с контролем в 1,48 раза, а содержание каротиноидов – в 1,4 раза. В составе смеси наиболее выраженный эффект на накопление фотосинтетических пигментов оказывал защитно-стимулирующий состав, содержащий Экосил Микс, ВЭ, МикроСил (5 л/т) и протравитель Ламадор, КС. В остальных вариантах опыта содержание фотосинтетических пигментов в проростках льна масличного оставалось на уровне контроля.

Оценка физиологического состояния посевов льна масличного проведена на основных фазах вегетации. С учетом всех фотосинтезирующих органов растений льна было определено содержание фотосинтетических пигментов на стадии бутонизации в расчете на 1 растение. Затем с учетом количества растений на единице площади посева было рассчитано количество пигментов в 1 м² посева. Полученные данные представлены в таблице 3. Установлено, что наиболее сильное действие на накопление хлорофилловых пигментов и каротиноидов в целом растениям льна масличного оказывают составы на основе ВРП и Круйзер рапс, СК, содержащие регуляторы роста и микроудобрения. Некоторые составы на основе ВРП и Ламадора, КС также оказались весьма эффективны. Следует также отметить, что разработанные составы способствовали увеличению устойчивости растений в посевах, о чем свидетельствуют данные учета количества растений в единице площади посева, в результате чего обнаружено существенное увеличение содержания фотосинтетических

пигментов на стадии бутонизации в расчете на 1 растение. Затем с учетом количества растений на единице площади посева было рассчитано количество пигментов в 1 м² посева. Полученные данные представлены в таблице 3. Установлено, что наиболее сильное действие на накопление хлорофилловых пигментов и каротиноидов в целом растениям льна масличного оказывают составы на основе ВРП и Круйзер рапс, СК, содержащие регуляторы роста и микроудобрения. Некоторые составы на основе ВРП и Ламадора, КС также оказались весьма эффективны. Следует также отметить, что разработанные составы способствовали увеличению устойчивости растений в посевах, о чем свидетельствуют данные учета количества растений в единице площади посева, в результате чего обнаружено существенное увеличение содержания фотосинтетических

Таблица 3 – Содержание фотосинтетических пигментов в расчете на 1 растение и на единицу площади посева льна масличного

№ п/п	Фаза бутонизации				Фаза начало созревания			
	Хл (а+в)		каротиноиды		Хл (а+в)		каротиноиды	
	мг/растение	г/м ²	мг/растение	г/м ²	мг/растение	г/м ²	мг/растение	г/м ²
1	4,71	3,06	1,51	0,98	6,70	4,36	2,11	1,37
2	4,85	3,40	1,67	1,19	4,45	3,12	1,29	0,90
3	5,22	3,81	1,73	1,26	4,84	3,53	1,54	1,12
4	4,38	3,11	1,38	0,98	4,04	2,87	1,27	0,90
5	4,04	2,71	1,32	0,88	5,07	3,40	1,56	1,05
6	6,0	4,02	1,98	1,33	6,78	4,54	1,95	1,31
7	4,27	2,78	1,38	0,90	5,44	3,54	1,79	1,16
8	4,41	2,89	1,47	0,93	3,49	2,20	1,22	0,77
9	4,72	3,07	1,56	1,01	6,33	4,11	2,06	1,34
10	3,89	2,53	1,29	0,84	4,31	2,80	1,35	0,88
11	3,84	2,50	1,22	0,79	5,87	3,82	1,95	1,27
12	7,09	4,54	2,19	1,40	4,74	3,03	1,48	0,95
13	4,91	3,14	1,5	0,99	5,43	3,48	1,75	1,12
14	4,91	3,44	1,60	1,12	4,83	3,38	1,53	1,07
15	4,71	3,34	1,59	1,13	6,65	4,72	2,15	1,53
16	4,34	3,08	1,42	1,01	5,64	4,00	1,73	1,23
17	5,21	3,65	1,76	1,23	4,62	3,23	1,48	1,04
18	3,18	2,29	1,07	0,77	4,75	3,42	1,56	1,12
19	5,72	4,23	1,89	1,40	6,85	5,07	1,81	1,34
20	5,90	4,25	1,89	1,36	4,62	3,33	1,62	1,17
21	5,96	5,25	2,93	1,56	7,02	5,05	2,78	2,00
22	7,25	5,44	2,35	1,76	8,49	3,37	2,66	2,00
23	5,12	3,84	1,64	1,23	5,58	4,19	1,75	1,31
24	5,78	4,22	1,93	1,41	4,28	3,12	1,30	0,95
25	6,68	4,81	2,19	1,58	4,53	3,44	1,37	0,99
26	7,57	5,75	2,65	1,94	3,87	2,94	1,34	1,02

Примечание – 1) Контроль (необработанные семена); 2) Витавакс 200 ФФ (2,0 л/т); 3) Круйзер рапс, СК (1,0 л/т); 4) МикроСил (5,0 л/т); 5) МикроСтил (5,0 л/т); 6) Экосил (100 мл/т); 7) Экосил плюс, 2,5 г/л (100 мл/т); 8) Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т); 9) Экогум комплекс (200 мл/т); 10) Экогум АФ (200 мл/т); 11) ВРП-20 % (200 мл/т); 12) Гисинар-М (500 мл/т) + Экогум АФ (200 мл/т); 13) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т); 14) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т); 15) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСтил (5,0 л/т); 16) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 17) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экогум комплекс (100 мл/т) + МикроСтил (5,0 л/т); 18) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экогум комплекс (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 19) Иншур перформ, КС (0,4 л/т); 20) Ламадор, КС (0,15 л/т); 21) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т); 22) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т); 23) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСтил (5,0 л/т); 24) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 25) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экогум комплекс (200 мл/т) + МикроСтил (5,0 л/т); 26) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экогум комплекс (200 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т).

ских пигментов в единице площади посева.

На стадии начало созревания в основном отмечено снижение содержания фотосинтетических пигментов в расчете на 1 растение и 1 м² посева в вариантах опыта с использованием новых ЗСС (таблица 3), что отражает ускорение созревания растений льна в этих условиях.

На рисунках 1 и 2 представлены результаты определения вклада различных фотосинтезирующих органов в общий пигментный фонд растений льна масличного в начале созревания. Показано, что в контроле в листьях содержится 83 % хлорофилловых пигментов, в стеблях – 11 %, а в коробочках – 6 %, тогда как содержание каротиноидов несколько выше в стеблях – 13 % и в коробочках – 8 % и ниже в листьях – 79 % (рисунок 1).

В результате предпосевной обработки семян ЗСС это распределение меняется в пользу стеблей и коробочек. В листьях содержится 74 % хлорофилловых пигментов, в стеблях – 18 %, а в коробочках – 8 %. Содержание каротиноидов распределяется следующим образом: в стеблях – 20 % и в коробочках – 11 %, ниже в листьях – 69 % (рисунок 2).

В таблице 4 приведены данные по оценке урожайности льна масличного после уборки. Показано, что составы на основе ВРП и протравителя Ламадор, КС способствовали повышению урожая маслосемян на 2,4–3,0 ц/га, а составы на основе ВРП и инсектофунгицида Круйзер рапс, СК – на 2,6–2,8 ц/га, что достоверно превышало контроль. Содержание масла в семенах льна масличного также повышалось на 1–2 %, причем выход масла повысился в среднем на 1,3 ц/га. Новые технологические приемы способствовали увеличению содержания линоленовой кислоты в среднем до 1 % по сравнению с контролем.

Таким образом, разработанные новые технологические приемы способствовали активизации ростовых процессов и накопления фотосинтетических пигментов на начальных этапах развития растений льна масличного и в период вегетации, в результате чего было достигнуто повышение урожайности растений льна масличного и качества маслосемян.

Заключение

В результате проведенных исследований в лабораторных и полевых опытах показана высокая эффективность действия многокомпонентных защитно-стимулирующих составов на основе полимера ВРП и инсектофунгицида Круйзер рапс, СК и протравителя Ламадор, КС, включающих регуляторы роста и микроудобрения. Новые технологические приемы способствовали повышению устойчивости растений льна масличного к болезням, льянным блошкам и выживаемости растений в посевах. На основе полученных результатов можно сделать следующее заключение.

1. В лабораторных условиях показано, что защитно-стимулирующие составы на основе полимера ВРП, инсектофунгицида Круйзер рапс, СК или протравителя

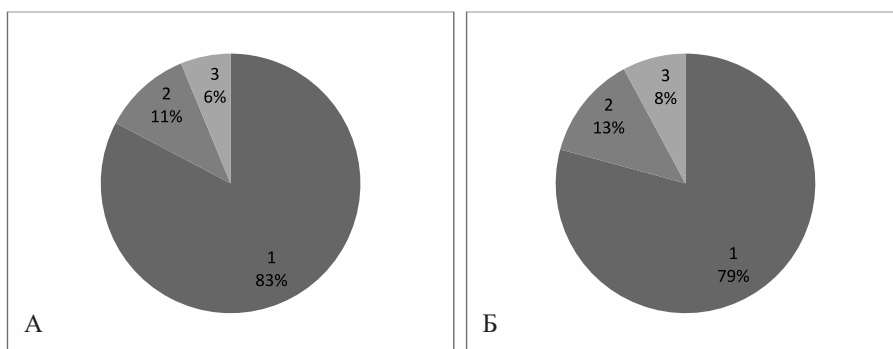


Рисунок 1 – Вклад фотосинтезирующих органов в общий пигментный фонд растений льна масличного в контрольном варианте опыта на стадии начало созревания (А – содержание Хл; Б – содержание каротиноидов)

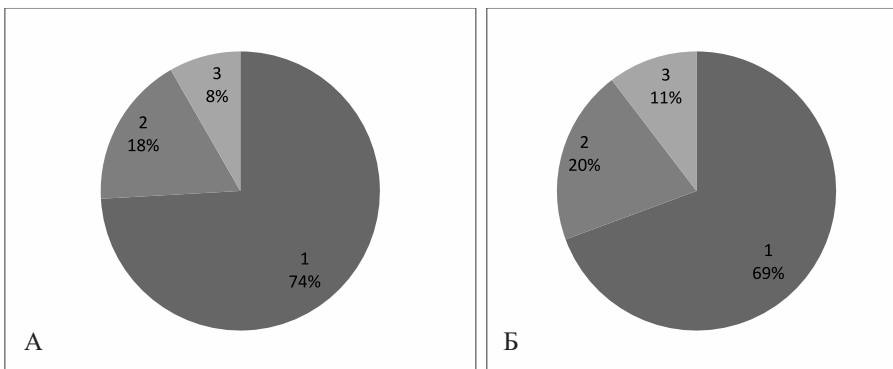


Рисунок 2 – Вклад фотосинтезирующих органов в общий пигментный фонд растений льна масличного в варианте опыта с использованием ЗСС (ВРП – 0,2 л/т + Круйзер рапс, СК – 1,0 л/т + Экогум комплекс – 0,1 л/т + МикроСтим – 5,0 л/т) на стадии начало созревания (А – содержание Хл; Б – содержание каротиноидов)

Ламадор, КС оказывают стимулирующее действие на формирование проростков льна масличного. Так, защитно-стимулирующие составы, содержащие ВРП, инсектофунгицид Круйзер рапс, СК, регуляторы роста и микроудобрения способствуют увеличению длины корней и их сырой биомассы (до 22 %), биомассы листьев (до 15 %) по сравнению с фоновым вариантом, где были использованы только полимер и инсектофунгицид. Защитно-стимулирующие составы на основе полимера ВРП и протравителя Ламадор, КС, содержащие регуляторы роста и микроудобрения, увеличивают длину проростка (до 18 %) и корней (до 7 %), а также сырую массу стебля (до 40 %) и корней (до 54 %) по сравнению с фоновым вариантом (ВРП + Ламадор, КС).

2. Установлена высокая эффективность действия инкрустирующих составов на основе полимера ВРП и протравителя Ламадор, КС на накопление фотосинтетических пигментов в листьях 14-дневных проростков льна масличного, которые повышают суммарное содержание хлорофилловых пигментов на 17–30 %, а содержание каротиноидов – на 12–28 % по сравнению с фоновым вариантом (ВРП + Ламадор, КС). По совокупности фотосинтетических и ростовых показателей как наиболее эффективные на стадии проростков выделены защитно-стимулирующие составы ВРП + Круйзер рапс, СК + Экосил Микс, ВЭ + МикроСил и ВРП + Ламадор, КС + Экогум комплекс + МикроСил.

3. Установлено, что на стадии цветения наиболее сильное стимулирующее действие на накопление хлорофилловых пигментов и каротиноидов в целом растениях льна масличного с учетом всех фотосинтезирующих органов и на единице площади посева оказывают составы на основе ВРП и Круйзер рапс, СК или Ламадор, КС, содержащие регуляторы роста и микроудобрения. На ста-

Таблица 4 – Эффективность влияния протравителей, регуляторов роста, микроэлементов и защитно-стимулирующих составов на урожай семян льна масличного, содержание и выход масла и α -линоленовой кислоты

№ п/п	Урожай льносемян, ц/га	Содержание масла, %	Выход масла, ц/га	Кислота α -линоленовая С 18:2
1	13,5	41,7	5,2	59,21
2	14,8	42,4	5,8	58,80
3	14,8	42,6	5,9	59,09
4	14,5	42,6	5,7	58,52
5	14,0	42,7	5,5	59,07
6	13,7	42,7	5,5	59,11
7	14,2	41,9	5,5	60,26
8	14,2	42,3	5,5	58,90
9	14,2	42,6	5,5	59,96
10	14,0	42,9	5,6	64,63
11	13,9	41,8	5,4	60,33
12	13,8	41,8	5,3	60,79
13	13,6	41,8	5,2	59,59
14	15,4	42,3	6,3	58,83
15	15,9	43,1	6,5	58,33
16	15,9	43,3	6,5	59,24
17	15,8	42,5	6,3	60,66
18	15,8	42,5	6,2	59,96
19	15,8	43,8	6,6	60,44
20	15,6	42,9	6,3	58,70
21	16,0	42,6	6,3	57,99
22	15,9	43,1	6,3	60,09
23	16,1	42,8	6,3	58,51
24	16,1	43,1	6,4	60,00
25	15,8	43,0	6,2	60,46
26	15,9	43,0	6,3	58,72

Примечание – 1) Контроль (необработанные семена); 2) Витавакс 200 ФФ (2,0 л/т); 3) Круйзер рапс, СК (1,0 л/т); 4) МикроСил (5,0 л/т); 5) МикроСтим (5,0 л/т); 6) Экосил (100 мл/т); 7) Экосил плюс, 2,5 г/л (100 мл/т); 8) Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т); 9) Экогум комплекс (200 мл/т); 10) Экогум АФ (200 мл/т); 11) ВРП-20 % (200 мл/т); 12) Гисинар-М (500 мл/т) + Экогум АФ (200 мл/т); 13) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т); 14) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т); 15) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСтим (5,0 л/т); 16) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 17) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экогум комплекс (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 18) ВРП (200 мл/т) + Круйзер рапс, СК (1,0 л/т) + Экогум комплекс (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 19) Иншур перформ, КС (0,4 л/т); 20) Ламадор, КС (0,15 л/т); 21) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т); 22) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т); 23) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСтим (5,0 л/т); 24) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экосил Микс, ВЭ (100 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т); 25) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экогум комплекс (200 мл/т) + МикроСтим (5,0 л/т); 26) ВРП (200 мл/т) + Ламадор, КС (0,15 л/т) + Экогум комплекс (200 мл/т) + МикроСил (5,0 л/т).

дии начало созревания в основном отмечено снижение содержания фотосинтетических пигментов в расчете на 1 растение и 1 м² посева в вариантах опыта с использованием новых ЗСС, что отражает ускорение созревания растений льна в этих условиях.

4. Показано, что составы на основе ВРП и протравителя Ламадор, КС способствовали повышению урожая маслосемян на 2,4–3,0 ц/га, а составы на основе ВРП и инсектофунгицида Круйзер рапс, СК – на 2,6–2,8 ц/га, что достоверно превышало контроль. Содержание масла в семенах льна масличного также повышалось на 1–2 %, а выход масла повысился в среднем на 1,3 ц/га. Новые технологические приемы способствовали увеличению содержания α -линоленовой кислоты в семенах льна масличного в среднем до 1 % по сравнению с контролем.

Литература

1. Потребительская ценность семян льна / В.А. Зубцов [и др.] // Аграрная наука. – 2002. – №11. – С. 7–10.

2. Стеблинин, А.Н. Продовольственное значение семян льна / А.Н. Стеблинин, В.П. Козлов // Аграрная наука. – 2001. – № 12. – С. 10–12.
3. Коломникова, Г.Д. Лен масличный культура эффективная / Г.Д. Коломникова, И.И. Бакуменко, Л.Д. Дашьянц // Масличные культуры. – 1982. – № 1. – С. 19–20.
4. Мировое производство масличных семян / А.Н. Лисицын [и др.] // Масложировая промышленность. – 2000. – № 3. – С. 8–9.
5. Нечипоренко, В.Н. Состояние и факторы увеличения производства семян льна масличного, клеверины, кунжута, арахиса / В.Н. Нечипоренко. – М., 1990. – 56 с.
6. Нечипоренко, В.Н. Возделывание льна масличного в развитых капиталистических странах / В.Н. Нечипоренко // Сельскохозяйственная наука и производство. – М.: ВАСХНИИЛ, 1987. – № 6. – С. 66–73.
7. Научно-практические рекомендации по возделыванию, уборке льна и приготовлению тресты. – Могилев: Могилев. обл. укрп. тип. им. Спиридона Соболя, 2010. – 136 с.
8. Шлык, А.А. Определение хлорофилла и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев / А.А. Шлык // Биохимические методы в физиологии растений. – М.: Наука, 1971. – С. 154–170.
9. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – Мн.: Высшая школа, 1973. – 320 с.

Содержание почвы в насаждениях голубики высокорослой (литературный обзор)

Н.Б. Павловский, кандидат биологических наук
Центральный ботанический сад НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 28.04.2016 г.)

На основе практического опыта возделывания голубики высокорослой, а также анализа литературных источников представлены способы содержания почвы в насаждениях данной культуры. Почва в приствольной полосе посадок голубики должна быть свободной от сорно-полевых растений. Между-рядья можно содержать под чистым паром или в задернении. Выбор оптимальной системы содержания междурядий в насаждениях голубики определяется для конкретных условий рядом факторов.

В последние годы в Беларуси наблюдается значительный рост популярности культуры голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum*). При создании благоприятных условий для роста и развития срок эксплуатации промышленных насаждений данной культуры составляет 50 лет и более [1]. Одним из основных факторов, способствующих не только долговечности посадок, но и обеспечивающих высокую продуктивность голубики, является соответствующее требованиям культивируемых растений содержание почвы в процессе возделывания.

Почву в приствольной полосе насаждений голубики высокорослой содержат под чистым паром или мульчируют. Появившиеся в ряду сорняки уничтожают вручную или химическим способом. Обработка почвы в приствольной полосе механическим культивированием не рекомендуется из-за возможного повреждения корней голубики. Ширина зоны, свободной от сорно-полевых растений, зависит от плодородия и влагоемкости почвы и должна составлять 1,0–1,5 м. Не следует уменьшать ширину приствольной полосы на молодых, не плодоносящих посадках, а наоборот, поддерживать максимально широкую зону, свободную от травянистой растительности, для роста корней голубики.

Междурядья можно содержать под чистым паром или в задернении. Выбор оптимальной системы содержания почвы в междурядьях определяется для конкретных условий целым рядом факторов.

Чистый пар предусматривает содержание почвы в свободном от всяких растений состоянии. Для этого можно использовать разные агротехнические способы, среди которых **черный пар**, когда почва в течение всего вегетационного периода поддерживается в рыхлом и чистом от сорных растений состоянии. С этой целью проводят многократную обработку междурядий лущильниками, культиваторами или дисковыми боронами. Неглубокое культивирование (5 см) в течение всего вегетационного сезона способствует улучшению аэрации почвы, уничтожает сорняки и стимулирует рост голубики [2]. Обработку почвы начинают ранней весной и проводят до начала созревания плодов. Преимуществом черного пара является то, что существует возможность оставлять травянистую растительность в междурядьях во второй половине лета и осенью с целью иссушения почвы [3]. В таких условиях растения голубики быстрее входят в период покоя и лучше подготавливаются к зиме, культивация почвы в конце лета и осенью может стимулировать поздний рост побегов, которые часто подмерзают [4]. Данный способ содержания почвы способствует сохранению влаги в почве и улучшению фитосанитарного состояния культивируемых растений.

Based on the literature also experience of cultivation of highbush blueberry there have been presented an information about the content of the soil in plantings of highbush blueberry. The soil in the near-wellbore zone of highbush blueberry plantings have been contained in weed-free-field plants condition. Aisles, can be kept under pure steam or sodding. Selection of the optimal row spacing is determined by the content of the system to the specific conditions of a number of factors.

Однако, содержание почвы под черным паром является трудоемким и малопрактичным способом, так как рыхление почвы должно проводиться несколько раз за сезон и очень осторожно, чтобы не повредить корни растений голубики. К тому же, содержание почвы под чистым паром на склонах может приводить к ее эрозии. Передвижения людей и техники по такой почве осложнено, особенно после дождей. Свежая разрыхленная почва на 1 °С холоднее, чем плотный, открытый грунт. Длительное культивирование почвы приводит к снижению ее плодородия, ухудшению структуры. По сведениям J. Cain [5] и L. Petersonetal [6], при длительной обработке почвы снижается уровень аммонийной формы азота, содержащегося в почве, и ее pH становится более щелочным. Поэтому данный способ обработки почвы рекомендуется использовать в первые годы после посадки растений, когда голубика еще достаточно не окрепла и ее корни не занимают целых междурядий. Содержание почвы под черным паром также можно рекомендовать на плодородных (с высоким содержанием гумуса) почвах и в насаждениях, расположенных в районах с недостаточным увлажнением.

Одним из видов чистого пара является **гербицидный пар**, когда нежелательную растительность регулярно уничтожают с помощью химических препаратов (гербицидов). Применение гербицидов – это эффективный и рентабельный способ уничтожения сорных растений. Однако, в «Государственном реестре средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для защиты голубики высокорослой от сорной растительности в настоящее время не зарегистрировано ни одного гербицида.

Задернение – один из простых способов сохранения плодородия почвы. Данный способ содержания почвы предотвращает ее эрозию и обеспечивает удобную работу для техники во время засушливых и влажных периодов. Дернина является более практичной для передвижения людей, чем рыхлая почва, особенно на плантациях, где практикуется сбор ягод «собери сам». Залужение способствует задержанию снега и изоляции почвы при экстремально низких зимних температурах, обогащению органикой и предотвращает ее перегрев. Задернение ограничивает развитие нематод и сдерживает рост сорняков [2]. В посадках голубики, созданных на склонах, где ряды расположены параллельно уклону местности, K. Smolarz рекомендует содержать междурядья в залужении с первого года создания плантации с целью предотвращения эрозии почвы [3].

Однако растительность в междурядьях конкурирует с растениями голубики, и ее следует периодически скаши-

вать. Посадки, расположенные в низких местах, при такой системе содержания междурядий более склонны к весенним заморозкам, так как днем почва хуже прогревается, а ночью дерн сдерживает излучение тепла в окружающий воздух. Травянистая растительность может являться местом резервации для фитофагов и фитопатогенов, а также для мышей, которые наносят значительный урон голубике. S. Johnston не рекомендует использовать газонное покрытие в засушливых областях на легких почвах без дополнительного орошения [7].

Задержание может быть естественным или искусственным (культурным). При естественном залужении междурядья оставляют для самозаращения травянистой растительностью. Это простой и дешевый способ содержания почвы. При естественном задержании скашивание растительности должно проводиться до осеменения.

При культурном задержании междурядья засевают многолетними злаковыми или однолетними злаковыми и бобовыми травами. Газон должен быть засухоустойчивым, малотребовательным или нетребовательным к плодородию почвы, не конкурировать с голубикой. Для этого в междурядьях сеют травы с поверхностной корневой системой: овсяницу луговую (*Festuca pratensis*), мятлик луговой (*Poa pratensis*), клевер белый (*Trifolium repens*) и др., которые не будут сильными конкурентами для голубики. B.A. Majek [8] рекомендует для залужения междурядий использовать овсяницу жесткую (*F. rubra*) и высокую (*F. altissima*). Оба вида устойчивы к болезням, засухе, низкому pH почвы и запасу в ней элементов питания, хорошо подавляют сорняки, не проникают на ряд и хорошо растут в полутени в летние жаркие месяцы. Однако автор не рекомендует засевать междурядья клевером красным и другими растениями семейства Бобовые (*Fabaceae*). Люпин (*Lupinus*), люцерна (*Medicago*), клевер красный (*T. rubens*) обогащают почву азотом, но имеют глубокую корневую систему и соответственно сильнее конкурируют с голубикой. К тому же, накопленный в почве азот способствует затяжному росту голубики осенью, что отрицательно сказывается на ее зимостойкости [2].

Перед посевом семян трав следует с помощью обработки почвы и применения гербицидов уничтожить многолетние сорняки. Посев трав производят во влажную

почву рано весной или в начале осени, чтобы до ухода под снег газон мог отрасти на 10 см.

Разновидностью культурного задержания является дерново-перегонный способ, когда травы в течение вегетации многократно скашивают при высоте 10–15 см, измельчают и оставляют на месте в качестве мульчи. При дерново-перегонном содержании междурядий дополнительно расходуется влага на рост часто скашиваемой травы, поэтому этот способ предпочтителен в зонах с обильными осадками и на плантациях с искусственным орошением.

Таким образом, в насаждениях голубики высокорослой почва в пристволенной полосе должна быть свободной от сорно-полевых растений. Выбор оптимальной системы содержания междурядий определяется для конкретных условий целым рядом факторов. Это плодородие почвы, рельеф местности, уровень грунтовых вод, количество выпадающих осадков, возможность орошения, оснащение сельскохозяйственными машинами и др. В каждом конкретном случае система содержания почвы в междурядьях должна соответствовать условиям хозяйства и способствовать благоприятному развитию голубики.

Литература

1. Павловский, Н.Б. Возделывание голубики высокорослой / Н.Б. Павловский // Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала: сб. отрасл. регламентов / Нац. акад. наук Беларуси. Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси; рук. разработ.: В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск, наука. 2010. – С. 375–393.
2. Gough, R.E. The Highbush Blueberry and Its Management / R.E. Gough. – New York, London, Norwood, 1994. – 262 p.
3. Smolarz, K. Borówka i żurawina – zasady racjonalnej produkcji / K. Smolarz. – Warszawa: Hortpress Sp. z o.o., 2009. – 255 s.
4. Bailey, J.S. Blueberry culture in Massachusetts / J.S. Bailey, H.J. Franklin, J.L. Kelley // Massachusetts Agr. Exp. Stat. Bull. – 1939. – Vol. 358.
5. Cain, J.C. A comparison of ammonium and nitrate N for blueberries / J.C. Cain // Proc. Am. Soc. Hort. Sci. – 1952. – № 59. – P. 161–166.
6. Peterson, L.A. Blueberry response to $\text{NH}_4\text{-N}$ and $\text{NO}_3\text{-N}$ / L.A. Peterson, E.J. Stang, M.N. Dana // J. Am. Soc. Hort. Sci. – 1988. – № 113. – P. 9–12.
7. Johnston, S. Influence of cultivation on the growth and yield of blueberry plants / S. Johnston // Michigan Agr. Exp. Stat. Quarterly Bull. – 1937. – № 19. – P. 232–234.
8. Majek, B.A. Weeds in Blueberries / B.A. Majek // Blueberries for Growers, Gardeners, Promoters / ed.: N. F. Childers, P. M. Lyrene. – Florida, Gainesville, 2006. – P. 86–98.

УДК 661.832.002.8

Переработка отходов калийного производства методом электролиза

Е.М. Ходько, кандидат с.-х. наук, Ю.А. Сероокий, студент

Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого

(Дата поступления статьи в редакцию 11.07.2016 г.)

Горно-химическая промышленность ОАО «Беларуськалий» оказывает значительное воздействие на окружающую природную среду. Отходы переработки предприятия могут рассматриваться в качестве потенциального сырья при вторичном использовании. Изучен процесс электролиза водного раствора галитовых отвалов. Рассмотрены возможные направления использования продуктов электролиза отходов.

Введение

ОАО «Беларуськалий» – один из крупнейших в мире и второй в СНГ после ПАО «Уралкалия» производитель калийных удобрений. Добыча и переработка природного рудного сырья сопровождается образованием отходов, объемы которых исчисляются сотнями миллионов тонн.

The mining and chemical industry of the OSC «Belaruskaliy» affects considerably the environment. The enterprise's wastes can be treated as potential materials for recycling. The electrolysis process of halite dumps' aqueous solution was studied. Possible directions of using wastes electrolysis' products were considered.

Так, в течение десятилетнего периода (2005–2014 гг.) доля галитовых отходов и шламов галитовых глинисто-солевых ОАО «Беларуськалия», в общей массе образующихся в Беларуси отходов, составляла 62,8–74,0 %. Практически ежегодный рост добычи калийных солей сопровождался и увеличением объемов отходов производ-

ства. В 2014 г. объем этих отходов составил 32970,9 тыс. т, что на 5086,4 тыс. т больше по отношению к 2010 г. и на 7057,7 тыс. т – к 2005 г. [1]. Из образовавшихся в 2014 г. отходов калийного производства использовано лишь 2,2 % (718,4 тыс. т галитовых отходов реализовано в основном коммунальным службам). Глинисто-солевые шламы, как и в предыдущие годы, не использовались. Практически 97,8 % отходов калийного производства удалено на объекты хранения. Объем накопленных на объектах хранения галитовых отходов на конец 2011 г. составлял 93197,9 тыс. т, из них 83232,5 тыс. т – в солеотвалах; 99655,9 тыс. т – в шламохранилищах [2]. Горно-химическая промышленность ОАО «Беларуськалий» оказывает значительное воздействие на окружающую природную среду. Зона негативного влияния ОАО «Беларуськалий», связанного преимущественно с просадками земель, прослеживается на площади 120–130 км². В районе складирования отходов калийного производства происходит засоление почв и подземных вод. Повышенное содержание хлоридов в почве, загрязненность атмосферы солевой пылью и токсичными газами отрицательно сказываются на урожае и качестве возделываемых сельскохозяйственных культур, особенно в радиусе до 1 км от рудоуправлений.

Отсутствие научно обоснованных рекомендаций по переработке галитовых отходов обусловило необходимость проведения соответствующих исследований.

Основная часть

Исследования проводили в 2014 г. в Государственном учреждении образования «Гимназия № 2 г. Солигорска» Минской области на базе лаборатории физики. Цель исследований заключалась в определении возможности переработки галитовых отвалов методом электролиза и разработке эффективных направлений использования продуктов электролиза [3]. Галитовый отвал характеризуется следующими химическими показателями, в %: KCl – 2,57; NaCl – 95,19; MgCl₂ – 0,15; CaCl₂ – 0,20; CaSO₄ – 0,42; H₂O_x – 1,2 (отмытый продукт содержит NaCl менее 1,3 %).

Для приготовления раствора галитового отвала были взяты 200 г изучаемого образца и 400 мл воды. Исходя из расчета содержания в образце 3 % KCl и 95 % NaCl, соответственно их массы составили 6 и 190 г. Изучив явления электролитической диссоциации водных растворов хлорида калия и хлорида натрия, были сделаны соответствующие физико-химические расчеты (таблица).

При исследовании электролиза галитовых отвалов в качестве материала для электродов брался алюминий, железо, медь. При электролизе с применением алюминия в качестве катода и анода под действием электрического тока на электродах силой 0,8 А были получены следующие результаты. Алюминиевый анод полностью растворился: масса анода до исследований составляла $0,8 \times 10^{-3}$ кг. При взаимодействии катионов алюминия с ионами получившейся в растворе щелочи образовался осадок в виде белого коллоидного вещества, представляющий собой смесь комплексных солей: $K_3[Al(OH)_6]$ и $K[Al(OH)_4]$, $Na_3[Al(OH)_6]$ и $Na[Al(OH)_4]$. Масса катода при электролизе уменьшилась на $0,11 \times 10^{-3}$ кг и составила $0,7 \times 10^{-3}$ кг. Раствор электролита после прохождения электрического тока оказался нейтральным. Масса исследуемого образца галитовых отвалов уменьшилась на 70 % и составила $62,1 \times 10^{-3}$ кг. Во время прохождения электрического тока через электролит на электродах выделялись газы: на катоде водород, на аноде хлор. Сбор газов проводился с помощью прибора Гофмана. Электролиз длился практически сутки – 24 ч, тогда как расчетное время электролиза составило 10,8 ч, что связано с присутствием в растворе ионов других солей.

В результате электролиза водного раствора галитового отвала при использовании катода и анода из железной

проволоки были получены следующие результаты. Сила тока на электродах составила 0,5 А. Железный анод массой $1,7 \times 10^{-3}$ кг полностью растворился. Масса катода уменьшилась на 0,003 кг и составила $2,77 \times 10^{-3}$ кг. При прохождении электрического тока через электролит в растворе образовались щелочи (гидроксид калия и гидроксид натрия) и осадок оксида железа (III) бурого цвета. Водородный показатель pH раствора был равен 10. Масса образца составила $62,1 \times 10^{-3}$ кг. На электродах выделялись газы: водород (на катоде) и хлор (на аноде). Время электролиза составило 24 ч, расчетное – 17,24 ч.

Электролиз водного раствора галитового отвала, когда в качестве материала для электродов была взята медь, показал, что медь в качестве анода и катода подходит идеально. При исследовании масса анода и катода практически не изменилась и составила соответственно $2,9 \times 10^{-3}$ и $3,05 \times 10^{-3}$ кг (до электролиза масса анода была равна массе катода и составляла 3×10^{-3} кг). Продукты электролиза – смесь щелочей (KOH и NaOH) и гидроксид меди в виде осадка оранжевого цвета. Величина pH раствора электролита была равна 12. Масса остатка галитового образца – $62,1 \times 10^{-3}$ кг. Во время прохождения электрического тока через электролит на катоде выделялся водород, на аноде – хлор. Время электролиза было равно расчетному времени и составило 17,24 ч.

Было выделено три направления промышленного использования продуктов электролиза водного раствора галитовых отвалов: продукты электролиза (осадки и остатки галитовых отвалов) использовать в качестве компонентов для производства тротуарной плитки; полученные в растворе щелочи использовать в качестве сырья для получения мыла; извлечение газов водорода и хлора с последующим промышленным использованием.

При изготовлении плитки тротуарной в качестве основных компонентов брали цемент, отходы электролиза (в соотношении 1:3) и воду. Полученная опытным путем плитка сохраняла свои качества после проведения следующих испытаний: нагревание до температуры 200 °С; охлаждение до –18 °С; погружение в сосуд с водой. Механическое напряжение на сжатие исследуемого образца плитки составило 8×10^6 Па, что в 2 раза выше в сравнении со стандартной плиткой (оценка проводилась в лаборатории НИИ «Белгорхимпром»).

В качестве сырья для получения мыла были использованы жировые отходы Солигорской птицефабрики и смесь щелочей (KOH и NaOH), полученных в результате

Характеристики водных растворов KCl и NaCl

№	Параметры	Результаты
1	Масса взятого образца, кг	0,2
2	Масса KCl и NaCl, кг	$\frac{0,06}{0,19}$
3	Молярная масса KCl и NaCl, кг/моль	$\frac{74,5 \times 10^{-3}}{58,5 \times 10^{-3}}$
4	Количество молекул KCl и NaCl	$\frac{4,8 \times 10^{22}}{19,5 \times 10^{23}}$
5	Количество ионов K^+ и Cl^- , Na^+ и Cl^-	$\frac{9,7 \times 10^{22}}{39 \times 10^{23}}$
6	Концентрация молекул KCl и NaCl, м ⁻³	$\frac{1,2 \times 10^{26}}{4,9 \times 10^{27}}$
7	Концентрация ионов K^+ и Cl^- , Na^+ и Cl^- , м ⁻³	$\frac{2,4 \times 10^{26}}{9,8 \times 10^{27}}$
8	Время электролиза, ч	24

Примечание – *В числителе – результаты по KCl, в знаменателе – по NaCl.

электролиза галитовых отходов. При нагревании компонентов в соотношении 1:2 (жировые отходы: смесь щелочей) были получены две фракции мыла: жидкое калиевое и твердое натриевое мыло. Мыло, произведенное в лабораторных условиях, обладает хорошими моющими свойствами, химически стабильно в воде и на воздухе, биоразлагаемо и может служить основой для производства хозяйственного и туалетного мыла.

При электролизе водного раствора галитового отвала наблюдалось выделение на электродах газов (H_2 и Cl_2). Используя высокие технологии, можно проводить их сбор и в дальнейшем использовать в технологических процессах производства.

Для получения наибольшего экономического эффекта от утилизации галитовых отходов методом электролиза предлагаем создать территориально-производственный комплекс (ТПК), в составе которого будут действовать взаимосвязанные и взаимообусловленные производства по добыче калийных солей и переработке отходов производства, объединенные общей инфраструктурой, кадровой базой, энергетическими мощностями и т. д.

В первую очередь ТПК дают повышение эффективности за счет:

- значительной устойчивости взаимных связей и ритмичности производственного процесса;
- сокращения транспортных затрат;
- рационального использования всех видов местных ресурсов;
- создания оптимальных условий для сочетания отраслевого планирования и управления с территориальным планированием и управлением.

Кроме того, формирование ТПК благоприятно влияет на социально-экономическое развитие региона по следующим основным направлениям:

- создание инфраструктуры, в том числе строительство жилья и дорог;
- формирование прогрессивных территориальных структур в регионе;
- обеспечение развития промышленности городов и сел, производственной и непроизводственной сферы;
- обеспечение занятости населения;
- увеличение налоговых поступлений в бюджет региона [4].

Предлагаем создать следующие предприятия по переработке галитовых отходов.

1. *Электрохимическое производство.* В составе основного оборудования могут использоваться электролизеры типа электрохимических реакторов, предназначенных для получения газов (водорода, хлора), металлов (меди, алюминия, магния и др.), неорганических продуктов (щелочей калия и натрия) и органических продуктов электролиза. Полученный хлор в дальнейшем может использоваться для очистки воды, водород – в производстве мыла.
2. *Предприятие по производству плитки тротуарной.* Основными компонентами плитки могут служить

отходы электролиза (осадки и остатки), цемент и вода. Используя пластификаторы, можно улучшать физические свойства плитки.

3. *Мыловаренный завод.* В составе предприятия могут быть: цех по производству мыла туалетного, хозяйственного; цех по производству жидкого мыла и др. Основными компонентами для производства мыла могут быть щелочи, полученные в процессе электролиза галитовых отходов, а также жировой фарш Солигорской птицефабрики.

Создание ТПК даст возможность получать значительный экономический, экологический и социальный эффекты. Будет решен важнейший вопрос формирования благоприятной экологической обстановки в районах размещения отходов производства.

Заключение

Добыча и переработка хлористого калия сопровождается образованием разнообразных отходов, которые оказывают заметное техногенное влияние на окружающую среду. В то же время отходы переработки могут рассматриваться в качестве потенциального сырья для повторного использования.

Исследования по переработке галитовых отходов методом электролиза показали, что оптимальный металл для проведения электролиза галитовых отходов в водном растворе — медь. Продукты электролиза могут служить сырьем для получения тротуарной плитки, мыла, а также таких веществ, как водород и хлор.

Создание Солигорского территориально-производственного комплекса обеспечит рациональное использование природных и трудовых ресурсов на основе единой производственной и социальной инфраструктуры.

В целом, переработка галитовых отходов методом электролиза вполне может относиться к природоохранным и ресурсосберегающим мероприятиям.

Результаты исследований могут служить основанием для последующей научно-исследовательской работы и разработки более трудоемкого бизнес-плана, касающегося уже конкретных перерабатывающих производств.

Литература

1. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь: стат. сб. – Минск: Информ-вычисл. центр Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, 2015. – 254 с.
2. Состояние природной среды Беларуси: эколог. бюл. 2011 г. / Под ред. В.Ф. Логина. – Минск, 2012. – 363 с.
3. Сероокий, Ю.А. Переработка галитовых отходов методом электролиза / Ю.А. Сероокий // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: матер. XVI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 28–29 апр. 2016 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомель, гос. техн. ун-т им. П.О. Сухого; под общ. ред. А.А. Бойко. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2016. – 534 с.
4. Дроздова, Н.В. Территориально-производственные комплексы и региональные кластеры: преемственность и перспективы развития / Н.В. Дроздова // Ярославский педагогический вестник. – 2011. – № 3. – Том 1. – Режим доступа: http://vestnik.uspu.org/releases/2011_3g/28.pdf

УДК 632.937.

Международное сотрудничество в области биологической защиты растений

А.Д. Орлинский, доктор биологических наук, научный советник ЕОКЗР
Л.И. Прищепа, кандидат биологических наук, член Группы экспертов ЕОКЗР
по агентам биологической борьбы

(Дата поступления статьи в редакцию 14.06.2016 г.)

В статье приведены сведения о международном в области биологической защиты растений сотрудничестве, которое проводится межправительственной Европейской и средиземноморской организацией по карантину и защите растений (ЕОКЗР). В 1997 г. в рамках деятельности организации была создана Группа экспертов ЕОКЗР/МОББ¹ по безопасному использованию агентов биологической борьбы (АББ). Основная цель работы этой группы — согласование работ по направленной интродукции и безопасному использованию АББ в регионе стран-участниц ЕОКЗР. В настоящее время группа экспертов разрабатывает стандарты, которые касаются безопасного применения биологической защиты, импорта и выпуска в природу неаборигенных видов макроорганизмов, подготовки информации по введению в «Положительный перечень» новых видов, интродукции и выпуска в природу новых для региона видов. Разработанные группой стандарты для энтомофагов регулируются общими законами по регистрации и применению биологических препаратов (Директива ЕС 91/414). Учитывая, что одной из главных проблем в современном биологическом контроле остаётся отсутствие международной гармонизации работ по применению АББ, Группа экспертов ЕОКЗР/МОББ ставит перед собой задачу способствовать унификации подходов, регламентаций и процедур, связанных с интродукцией и использованием АББ в разных странах.

In the article the data on International cooperation in the sphere of plant protection which is accomplished by intergovernmental European and Mediterranean Quarantine and Plant protection Organization (EMQPP) are stated. In 1997 in the frames of the organization activity a panel of EMQPP/IOBB experts on safe use of biological control agents (BCA) was created. A main objective of this panel is the coordination of activities on the directed introduction and safe use of biological control agents (BCA) in the region of EMQPP – participant countries. At present a panel is developing the standards concerning the safe use of biological protection, import and release of non-aboriginal microorganism species in nature, the Information preparation on new species introduction into the "Positive list", introduction and release of new species for the region. The standards for entomophages developed by the panel are regulated by common laws on biological preparations registration and application-(Directive EC 91/414). Considering the fact that one of the main problems in modern biological control remains the International activities harmonization on BCA application a panel of EMQPP/IOBB experts puts a task to facilitate the unification of approaches, regulation and procedures connected with the BCA introduction and use in different countries.

Более 50 лет назад, в 1962 г., вышла в свет книга Рейчел Карсон (Rachel Carson) под названием «Безмолвная весна» (Silent Spring), которая на высоком эмоциональном и художественном уровне показала опасность применения пестицидов для здоровья людей и животных, а также для окружающей среды. Эта книга вызвала «революцию» в защите растений, привела к запрету применения ДДТ и других неселективных и чрезмерно устойчивых препаратов. Современная химическая защита растений сильно отличается от той, которая была во время появления этой книги. Требования к безопасности пестицидов для человека, животных и, в целом, для окружающей среды значительно возросли. Регистрация новых препаратов существенно усложнилась, многие препараты, не удовлетворяющие современным требованиям безопасности, запрещены к применению. Одновременно книга Рейчел Карсон стимулировала развитие экологически безопас-

ных методов защиты растений, в первую очередь — биологического. Использование агентов биологической борьбы (АББ) в защите растений было воспринято практически безопасным, за исключением использования фитофагов для регулирования численности сорняков, поскольку в некоторых случаях такие АББ могут повреждать другие растения, не являющиеся «видами-мишенями». Особенно перспективным был признан классический биометод против адвентивных (чужеродных) вредителей растений, заключающийся в намеренной интродукции и акклиматизации естественных врагов этих вредителей из регионов их происхождения (таблица), и в использовании биометода были достигнуты значительные успехи [1, 2].

В 1996 г. на международном совещании в Стритли (Великобритания) были рассмотрены вопросы истории и развития биологического метода и в соответствии с рекомендациями семинара для координации научной и практиче-

Методы использования агентов биологической борьбы для защиты растений

Метод использования АББ	Характеристика метода	Примечания
Классический биометод	Интродукция и акклиматизация неаборигенных видов АББ	Акклиматизировавшийся АББ регулирует численность вредителя самостоятельно, без дальнейшего вмешательства человека
Сезонная колонизация	Регулярные (ежегодно в начале вегетационного сезона) выпуски АББ в биоценоз защищаемой культуры	Требуется поддержание лабораторной популяции АББ для периодических выпусков. Далее АББ размножается самостоятельно, подавляя численность вредителя
Наводняющие выпуски	Периодические выпуски большого количества АББ для защиты культуры	Требуется массовое размножение АББ на биофабриках для его выпусков в достаточном для защиты культуры количестве
Обработка растений биопрепаратами	Микроорганизмы энтомопатогенные (грибы, бактерии, вирусы) используются в виде препаратов	Требования к регистрации и безопасности применения биопрепаратов аналогичны принятым для химических пестицидов

ской фитосанитарной деятельности в 1951 г. создана межправительственная Европейская и средиземноморская организация по карантину и защите растений (ЕОКЗР). В настоящее время организация насчитывает 51 страну, является одной из десяти региональных организаций по карантину и защите растений (РОКЗР) в мире, которые действуют в рамках Международной Конвенции по карантину и защите растений (МККЗР), управляется Советом и Исполнительным комитетом (Арнитис, Орлинский, 2012). В задачу организации входит региональная координация работ по карантину и защите растений, включая предотвращение интродукции и распространения организмов, вредных для сельского и лесного хозяйства, гармонизацию фитосанитарной деятельности стран ЕОКЗР, в том числе при регистрации препаратов и сертификации посадочного материала, сотрудничество в области безопасных и эффективных методов защиты растений, распространение информации и новой документации в области карантина и защиты растений.

Научная деятельность ЕОКЗР управляется двумя рабочими группами: Рабочей группой по фитосанитарным регламентам и Рабочей группой по препаратам для защиты растений, которые руководят работой более 30 групп экспертов организации: Группой экспертов по фитосанитарным мерам, Группой экспертов по развитию анализа фитосанитарного риска, Группой экспертов по диагностике, Группой экспертов по карантинным лесным вредным организмам, Группой экспертов по инвазивным видам растений и многих других. Рабочие группы планируют работу для каждой группы экспертов, включая разработку стандартов ЕОКЗР. Каждая группа экспертов состоит из специалистов, которых индивидуально назначают страны-участницы ЕОКЗР. Секретариат руководит работой совещаний экспертов, утверждает программы, основные результаты деятельности экспертов отражаются в статьях, публикуемых, в том числе, в журнале «Бюллетень ЕОКЗР», а также в региональных международных стандартах.

В 1997 г. в рамках деятельности организации была создана новая Группа экспертов ЕОКЗР/МОББ по безопасному использованию агентов биологической борьбы (EPPO/IOBC Panel on the Safe Use of Biological Control), в настоящее время – совместная Группа экспертов ЕОКЗР/МОББ по агентам биологической борьбы: EPPO/IOBC Panel on Biological Control Agents. Основная цель работы группы – согласование работ по направленной интродукции и безопасному использованию АББ в регионе стран ЕОКЗР. В основном это касается регламентации макроорганизмов (насекомых и клещей) в качестве АББ, поскольку микроорганизмы, как правило, применяются в виде биопрепаратов. Разработанные группой стандарты применимы для макроорганизмов и не распространяются на микроорганизмы (за исключением случаев их использования в классическом биометод), применение которых регулируется общими законами по регистрации и применению биологических препаратов, в частности в странах Евросоюза – Директивой ЕС 91/414.

Группа экспертов ЕОКЗР/МОББ работает по трем направлениям: разработка руководств и рекомендаций по безопасному импорту и выпуску в природу макроорганизмов; создание и регулярное обновление позитивного перечня (Positive list) макроорганизмов (стандарт ЕОКЗР РМ 6/3), разработка схемы сравнительной оценки положительных эффектов и риска для окружающей среды, который могут представлять ввозимые в новые регионы АББ.

К настоящему времени разработаны два руководства по импорту АББ, имеющие статус международных стандартов для региона ЕОКЗР. Первый касается ввоза макроорганизма только с целью его изучения в лаборатор-

ных условиях, которые должны исключать возможность его случайного проникновения в природу и регламентируется стандартом **ЕОКЗР РМ 6/1** – «Первый завоз экзотических агентов биологической борьбы для исследований в изолированных условиях». Стандарт (доступен, как и другие стандарты ЕОКЗР, в открытом доступе на сайте www.eppo.int) излагает требования к пакету документов, который должен быть подготовлен импортирующей организацией и носит рекомендательный характер для национальной организации по карантину и защите растений (НОКЗР).

В том случае, если новый АББ завозится с целью его выпуска в природу, на него распространяется стандарт **ЕОКЗР РМ 6/2** – «Импорт и выпуск в природу неаборигенных агентов биологической борьбы», требования к нотификации и пакету документов, который представляет импортирующая организация, более жесткие. Энтомофаг или другой АББ должен быть тщательно изучен, и его безопасность для окружающей среды должна быть научно доказана. Перед выпуском АББ в природу для любого типа биологической защиты (акклиматизация при классическом биометод, сезонная колонизация и т. п.) необходимо его изучение в лабораторных условиях и предварительные испытания на небольших участках с оценкой возможного риска.

Основные задачи Национальной организации по карантину и защите растений (НОКЗР), последовательно решаемые в отношении карантинного вредного организма (КВО):

- 1) предотвращение проникновения в страну КВО, который отсутствует на национальной территории;
- 2) ликвидация первичных очагов КВО, которому удалось проникнуть на национальную территорию;
- 3) локализация очагов КВО, которому удалось акклиматизироваться на национальной территории, и предотвращение его распространения в свободные от него зоны;
- 4) подавление популяций КВО для снижения экономического ущерба до приемлемого уровня;
- 5) подавление популяций КВО для восстановления экологического равновесия, нарушенного им, и защита биоразнообразия.

Если применение АББ не может реально помочь в выполнении первой задачи, то оно может способствовать (самостоятельно или в комплексе с другими мерами) решению остальных, в особенности 4-ой и 5-ой. В наибольшей степени это касается классического биометода, хотя применимо также к сезонной колонизации АББ и другим методам их использования.

История карантина растений показывает, что фитосанитарные меры, не связанные с АББ, позволяют предотвратить интродукцию и распространение КВО иногда в течение длительного периода времени (принося значительные экономические и экологические выгоды), но, в большинстве случаев, эти КВО в конце концов распространяются в подходящих для них ареалах. В отличие от этого, успешно реализованные программы классического биометода дают долгосрочное решение этих проблем, поскольку интродуцированные АББ естественным путём поддерживают численность популяций вредителей на приемлемом уровне. Известны примеры чрезвычайно успешных программ классического биометода. Так, недавно была спасена экология уникальных Галапагосских островов, куда проник австралийский желобчатый червец ицерия (*Icerya purchasi*). Этот вредитель успел почти полностью уничтожить биоразнообразие реликтовых экосистем этих островов до того, как туда был интродуцирован его хищник – божья коровка родолия (*Rodolia cardinalis*). Родолия снизила численность популяций вредителя до приемлемого уровня и экосистемы восстановились.

До настоящего времени деятельность ЕОКЗР в области биологического метода защиты растений фокусировалась, в первую очередь, на безопасности применения АББ. Работа совместной группы экспертов ЕОКЗР/МОББ, начиная с 1997 г. по настоящее время, также касалась, в основном, аспектов безопасности биологического контроля. Для оценки риска, связанного с интродукцией АББ, в международном стандарте по фитосанитарным мерам (МСФМ) 3 [4] и ряде других документов регламентируется использование схем АФР (анализа фитосанитарного риска от вредителей и болезней растений). На совещании группы экспертов ЕОКЗР/МОББ (Париж, 2014 г.) было предложено не ограничиваться вопросами безопасности, а перейти к рассмотрению положительных аспектов использования биологических средств защиты. На повестку дня был вынесен вопрос о целесообразности развития схемы оценки экологического риска (ОЭР) для АББ, которая предполагается интродуцировать в новые зоны.

Группа признала нецелесообразным использование схем АФР для оценки экологического риска, связанного с АББ. Во-первых, схемы анализа фитосанитарного риска от вредителей и болезней растений разработаны для анализа возможного ущерба (в первую очередь, экономического), наносимого вредными организмами, и их использование в отношении полезных насекомых не соответствует самой концепции биометода. Во-вторых, отдельные разделы руководства посвящены выбору мер предотвращения интродукции вредителей. В-третьих, и это самое главное, оценка риска для АББ должна быть сравнительной и принимать во внимание не только возможные риски негативных воздействий на окружающую среду в результате интродукции АББ, но также и положительные экологические воздействия АББ в результате подавления популяций вредных организмов и сокращения негативного воздействия на окружающую среду химических препаратов, которые должны применяться при отсутствии АББ [5].

Если, например, предположить, что интродуцированный АББ может помимо основного вида-мишени сократить численность нескольких других видов вредителей, что принесёт значительно больше пользы окружающей среде за счёт отмены пестицидных обработок и снижения плотности популяций вида-мишени, его интродукция не должна быть запрещена по «экологическим» соображениям. Поэтому разработка специальной схемы ОЭР для агентов биометода со статусом стандарта ЕОКЗР актуальна. В связи с тем, что предлагается проводить сравнительную оценку как риска, так и положительных эффектов применения АББ, Группа экспертов (Будапешт, 2015) предложила назвать разрабатываемый стандарт «Схемой принятия решения об импорте и выпусках в природу беспозвоночных агентов биологической борьбы с вредными для растений организмами».

Особенно актуальны новые разработки в связи с акклиматизацией в ряде регионов мира божьей коровки Гармонии (*Harmonia axyridis*). Эта коровка азиатского происхождения (Дальний Восток России, Китай, Япония, обе Кореи, Монголия). Издавна (с 1916 г.) её использовали для борьбы с тлями. Первые выпуски Гармонии за пределы её природного ареала проводили в Прикарпатье в конце 1960-х годов, в Калифорнии, Пенсильвании, Луизиане и ряде других штатов США – в 1964–1981 гг. В 1982 г. в Северной Америке и в 1988 г. в Западной Европе были найдены первые акклиматизировавшиеся популяции [6]. Исходно было проведено множество работ по интродукции, но принято считать, что первая успешная интродукция была проведена из Китая в США против тлей на плантациях сои, а потом из США Гармония была интродуцирована во Францию и ряд других стран Европы. С этого времени отмечается расселение Гармонии по

всему миру. Сейчас она отмечена более чем в 50 странах Европы, Азии, Африки, Северной и Южной Америки и продолжает распространяться, ежегодно осваивая все новые территории. Недавно она появилась в Молдове и Украине, а сейчас распространяется по Кавказу и европейской части России [7]. Первые примеры акклиматизации Гармонии сопровождались впечатляющим успехом. В США она практически решила очень серьёзную проблему защиты плантаций сои от тлей, в Западной Европе также проявила себя чрезвычайно эффективным энтомофагом. Однако через некоторое время появились сообщения, что Гармония, помимо видов-мишеней тлей, может нападать и на других насекомых, как вредных (других тлей, кокцид, червецов), так и полезных (например, другие кокцинеллиды). К сожалению, появились статьи, объявляющие влияние Гармонии на экосистемы вредным, не разобравшись в полной картине происходящего [8]. Однако факт в том, что Гармония может развиваться (проходить свой полный цикл развития) только на разных видах тлей. Нападение на другие виды остается случайным, что является характерным для многих хищных насекомых. При этом Гармония уничтожает такие виды тлей, которых не атакуют другие божьи коровки и другие хищники. Ни один вид местной фауны и флоры не исчез из-за Гармонии, так как биологический контроль не уничтожает виды, а только влияет на численность популяций. Поэтому публикации о вреде Гармонии для экосистем и биоразнообразия с научной и практической точек зрения несостоятельны, поскольку интродуцированные и акклиматизировавшиеся в рамках классического биометода АББ защищают растения самостоятельно, без дополнительных вложений, что приносит выгоду только экосистемам и тем, кто получает урожай, но никак не тем, кто зарабатывает на защите растений.

В ноябре 2015 г. ЕОКЗР провела международный семинар «Развитие и регулирование использования агентов биологической борьбы в регионе ЕОКЗР», в котором приняли участие более 70 специалистов из многих стран (http://archives.eppo.int/MEETINGS/2015_conferences/biocontrol.htm). Дискуссии показали, что регулирование импорта и выпусков в природу неаборигенных АББ не гармонизировано между странами и сильно варьирует. Присутствие АББ в «Положительном перечне» ЕОКЗР для некоторых стран является достаточным условием для разрешения его импорта и выпусков в природу, в некоторых других оно рассматривается как один из факторов, способствующих принятию решения об импорте, а в третьих – отсутствие АББ в «Положительном перечне» служит поводом для запрета его импорта.

С каждым годом постоянно увеличивается объем импорта овощных, цветочных и декоративных растений в страны, расширяется межгосударственный обмен в ходе торговли, что приводит к увеличению риска завоза новых вредных для растений организмов. Несмотря на все усилия карантинных служб, попадая в новые места обитания, новые вредители оказываются в первое время недостижимыми для своих специализированных врагов, им удается акклиматизироваться в новых районах. Поэтому так важно владеть информацией о естественных врагах новых вредителей. В настоящее время особенно востребованным становится завоз энтомофагов и акарифагов для биологической борьбы с вредителями в теплицах, а в связи с этим возрастает необходимость гармонизации законодательств различных стран в области использования агентов биологической защиты.

Работа по включению новых АББ в «позитивные перечни» постоянно продолжается. Так, на заседании Группы экспертов в г. Минске в 2012 г. обсуждался вопрос о включении в «позитивный список» ряда АББ, в том числе хищника *Atheta coriaria*. Данные были представлены чле-

ном группы экспертов из Бельгии – Патриком Де Клерком. Согласно литературным данным, этот палеарктический вид широко распространен в странах ЕОКЗР, производится для коммерческих целей бельгийской компанией Biobest NV. Этот активный хищник используется для биологической борьбы с трипсами, а также несколькими видами двукрылых вредителей, тлей, клещей в теплицах таких стран, как Бельгия, Франция, Нидерланды, Германия, Польша, Испания, Швейцария и Великобритания. Для Республики Беларусь эта информация представляет интерес, так как сотрудниками РУП «Институт защиты растений» личинки и имаго *Atheta coriaria* были выявлены на посадках огурца в теплицах комбината «ДОР ОРС».

Учитывая, что одной из главных проблем в современном биологическом контроле остаётся отсутствие международной гармонизации работ по применению АББ, Группа экспертов ЕОКЗР/МОББ ставит перед собой задачу способствовать унификации подходов, регламентаций и процедур, связанных с интродукцией и использованием АББ в разных странах. Для решения этой задачи требуется активное сотрудничество как национальных экспертов, так и специалистов таких международных организаций, как МОББ и Международная ассоциация предприятий по биологической борьбе (International Biocontrol Manufacturers Association). Западно-палеарктическая региональная

секция МОББ уже активно участвует в работах ЕОКЗР. Остаётся надеяться, что Восточно-палеарктическая региональная секция МОББ, представители которой обладают ценным опытом в области биометода, также активизирует своё участие.

Литература

1. Ижевский, С.С. Интродукция и применение энтомофагов / С.С. Ижевский // Москва: Агропромиздат. – 1990. – 223 с.
2. Orlinski, A.D. Precautions for and experiences with introduced biological control agent into the former USSR / A.D. Orlinski // Bulletin EPPO. – 1997. – № 27 (1) – P. 61–68.
3. Арнитис, Р. На страже экономической и экологической безопасности / Р. Арнитис, А. Орлинский // Защита и карантин растений. – 2012. – № 4. – С. 3–8.
4. IPPC (2011) ISPM No 3 Guidelines for the export shipment, import and release of biological control agents and other beneficial organisms / IPPC Secretariat, FAO, Rome IT.
5. Зайцев, В.Ф. Биометод и биоразнообразие / В.Ф. Зайцев, С.Я. Резник // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах // Москва: КМК. – 2004. – С. 44–53.
6. The global spread of *Harmonia axyridis*: distribution, dispersal and routes of invasion / P.M. J. Brown [et al.] // Biocontrol. – 2011. – Vol. 56 (4). – P. 623–641.
7. Орлова-Беньковская, М.Я. Инвазия божьей коровки *Harmonia axyridis* (Coleoptera, Coccinellidae) в юго-восточный Казахстан / М.Я. Орлова-Беньковская // Зоологический журнал. – 2015. – № 3. – С. 1–6.
8. Орлинский, А.Д. Биологическая защита растений – залог гармонии? / А.Д. Орлинский // Защита и карантин растений. – 2016. – № 5. – С. 14–17.

УДК 632.954

Современное состояние проблемы изучения и применения гербицидов (обзор публикаций за 2011–2013 гг.)

Ю.Я. Спиридонов, С.Г. Жемчужин

Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Россия

(Дата поступления статьи в редакцию 22.06.2015 г.)

В обзор включена текущая отечественная и зарубежная информация о различных направлениях исследовательской и практической гербологии (публикации за 2011–2013 гг.). В связи с ежегодным перманентным возрастанием числа публикаций по различным проблемам научной и прикладной гербологии существует необходимость постоянного и оперативного мониторинга публикуемых в мире сообщений с целью обеспечения их доступности широкому кругу научных работников и практиков.

В научном мире продолжается поиск и изучение соединений с гербицидной активностью как среди традиционных гербицидных структур, так и в новых классах химических веществ. Представляемая работа является естественным продолжением предыдущей публикации авторов [1].

Поиск новых химических и биологических веществ с гербицидной активностью. Новые гербициды

Продолжают публиковаться работы, посвященные традиционным гербицидным структурам. Изучено образование комплексов включения типа «хозяин-гость» между гербицидом 2М-4Х и β-циклодестрином [2]. Образование комплексов включения повышает растворимость 2М-4Х в воде, что расширяет возможности применения гербицида. С целью изучения связи структура-гербицидная активность получено 16 производных 4-фенилпиримидинсульфонилмочевин, сконструированных на основе моносальфурина в качестве прототипа. Соединения обладали гербицидной активностью [3]. Описаны дизайн и синтез новых производных 2-(феноксиацетокси) алкил-5,5-диметил-1,3,2-диоксафосфинан-2-она, содер-

Presented review included current Russian and foreign information about different directions scientific and practical herbology (publications 2011–2013 years). In connection with every year permanent growth of number publications about different problems scientific and applied herbology now exist necessity for permanent and operative monitoring published in world communications with aim to provide their accessibility for wide circle of scientists and practical workers.

жащих фтор. Ряд соединений проявили хорошую гербицидную активность против *Abutilon theophrasti*, *Brassica juncea* и др. сорняков [4]. Реакцией 3-фенакроилхлорида с α-гидроксиал-килфосфонатом получены новые обладающие гербицидной активностью О,О-диметил-(3-фенакроилокси)алкил-фосфонаты [5]. Запатентованы N-замещенные никотиноилмочевинны с рострегулирующей активностью [6]. Синтезированы и охарактеризованы гербицидные ионные жидкости на основе 2,4-Д. Полученные соли устойчивы химически и термически и обладают более высокой биологической активностью в сравнении с обычно применяемыми солями 2,4-Д [7]. Для повышения эффективности гербицида 2,4-Д разработаны новые препараты с контролируемым выделением действующего вещества, основанные на образовании химических комплексов 2,4-Д с флуоресцентными производными кумарина. Контролируемое высвобождение 2,4-Д имеет место при облучении УФ- и видимым светом [8].

Проведены исследования по получению микроэмульсионных наноразмерных препаратов на примере изооктилового эфира 2-метокси-3,6-дихлорбензойной кислоты. Установлено, что смесь гербицида с неолоном при приготовлении рабочих растворов образует наноразмерные микроэмульсии, стабильные в течение 2.5 часов [9]. Со-

общены результаты изучения ингибирования *in vitro* активности ацетогидроксисинтазы *Arabidopsis thaliana* известными и вновь синтезированными производными изатина. Оценена гербицидная активность соединений [10]. Синтезированы производные N-нитромочевины, содержащие различные циклоалкильные заместители. Выявлена умеренная гербицидная активность против *Amaranthus altus* и *Sorghum sudanense* [11]. Синтезированы новые производные 2-гетероцикло-1,3,4-оксидиазин-5-онов, ряд из которых угнетали *Digitaria sanguinalis* и *Ambrosia tricolor* на 90 % при концентрации 200 мг/л [12]. Получена новая серия сульфона-нилидов, имеющих пиримидинил-содержащую группу в 2'-положении. Изучена гербицидная активность соединений против сорняков риса [13].

Разработан новый ферментативный способ синтеза 2-амино-2,3-бутирамида, полупродукта получения имидазолиноновых гербицидов, при участии нитрилгидратазы клеток *Rhodococcus boritolerans* [14]. Запатентовано и предложено в качестве ингредиента гербицидной композиции новое производное пиридазинона [15]. Описаны методы синтеза и гербицидная активность N-[2-(4,6-диметоксипиримидин-2-илокси)бензилиден]-замещенных аминных производных [16]. Синтезированы и оценены на гербицидную активность новые дигидроксипентильные производные хлорфенолов с различными заместителями [17]. Осуществлены дизайн и синтез новых N-(бензотиазол-5-ил)-4,5,6,7-тетрагидро-14-изоиндол-1,3(24)-диона и N-(бензотиазол-5-ил)-изоиндолин-1,3-диона в качестве потенциальных ингибиторов протопорфириногеноксидазы [18]. Осуществлен синтез и изучена гербицидная активность 2-циано-3-бензил-аминоакрилатов, содержащих тиазольный фрагмент. Соединения являются ингибиторами фотосистемы II электронного переноса в растениях [19].

Описан синтез и изучена гербицидная активность диалкилдидегидроабиэтил-бис-оксадиазолов алифатических дикарбоновых кислот [20], а также производных 5-арилметоксифенил-пиразола [21]. Выявлена гербицидная активность антрахинонового пигмента из фитопатогенного гриба *Phoma herbarum* [22]. В качестве антидотов гербицида 2,4-Д запатентованы N-замещенные нафтил-2-сульфониламиды [23]. Из морского изолята гриба *Aspergillus fumigatus* выделен новый алкалоид спиротрипростатин с рострегулирующей активностью [24]. Разработан новый метод получения гербицида глифосата без использования триэтиламина. Выход продукта с чистотой 86,3 % составляет 80,1 % [25]. Описан синтез иминодиуксусной кислоты, исходного реагента для получения глифосата, в микроканальном реакторе [26]. Оптимизированы условия каталитического (10 % Pd/C) окисления N-фосфонометил-иминодиуксусной кислоты в синтезе глифосата. Выход глифосата составил 94,6 % при чистоте 95,6 % [27].

Применение гербицидов

В монографии «Развитие отечественной гербологии на современном этапе» [28] на основе большого фактического материала, включающего результаты многолетних исследований отдела гербологии ВНИИФ, представлена единая концептуальная система создания новых гербицидов, отвечающих современным требованиям к их эффективности и экологической безопасности при использовании в практическом растениеводстве или для контроля нежелательной растительности на землях несельскохозяйственного пользования на индустриальных объектах. Приведен список 7 патентов на гербицидные композиции, которые разработаны авторами по предлагаемой концептуальной схеме за период 2006–2010 гг. Авторами также разработаны и рекомендованы для практического применения интегрированные системы комплексной защи-

ты посевов зерновых и технических культур от сорняков, болезней и вредителей с помощью оптимизированных схем применения гербицидов, фунгицидов (в том числе протравителей) и инсектицидов с высокой биологической и хозяйственной эффективностью применения.

Приведены данные о действии новых гербицидов для борьбы с однолетними и многолетними двудольными и злаковыми сорняками в посевах подсолнечника и кукурузы на урожайность и качество выращиваемой продукции [29]. Усовершенствована технология возделывания яровой пшеницы в условиях юга средней Сибири с применением гербицидов топик и логран [30]. В Краснодарском крае для борьбы с сорной растительностью в посевах кукурузы использовали гербициды ООО НПО «Росагрохим» [31]. В Индии соляризация почвы с последующим применением глифосата и имазетапира обеспечивали эффективное подавление сыти круглой в посевах сои [32]. Совместное применение органических кислот одновременно с гербицидами разных классов в сверхмалых концентрациях показало повышение фитотоксичности рабочих растворов примерно в 2 раза [33]. В Саратовской обл. выявлено, что в борьбе с падалицей проса наиболее эффективно применение гербицидов фюзилад-супер (4–6 л/га) и зеллек-супер (1 л/га) [34]. Для борьбы со сложным ценозом двудольных видов сорняков в посевах озимых культур, как при осеннем, так и весеннем применении, разработан высокоэффективный комплексный гербицид ДФЗсупер, ВГР, содержащий в своем составе дикамбу и метсульфурон-метил в научно обоснованном синергетическом соотношении [35]. Проведены полевые испытания применения гербицидов раундап, арсенал и анкор-85 в различных сочетаниях и дозах для борьбы и нежелательной травянистой растительностью перед созданием культур сосны и ели на невозделываемых землях. Показана высокая эффективность использования смесей гербицидов [36]. Определен эффект синергизма комбинаций ПАВ различного химического строения на активность препаративных форм гербицидов на основе изооктиловых эфиров 2,4-Д, дикамбы и клопиралида. Выявлено повышение гербицидной активности модифицированных препаратов и увеличение урожайности пшеницы и ячменя при их применении [37]. Установлено, что опрыскивание вегетирующих растений яровой пшеницы в фазе кущения баковой смесью мочевины и гербицида снижает гербицидную нагрузку на посев на 25 % и обеспечивает урожайность зерна на уровне 2,6–3,1 т/га [38]. Выявлено, что гербицид мерлин эффективно снижает в Приморье засоренность посевов кукурузы двудольными сорняками, а в баковой смеси с трофи-90 – и злаковыми. При этом повышается урожайность зерна кукурузы и последующей культуры – сои [39]. Изучена фотостойчивость препаратов инкапсулированного с этилцеллюлозой гербицида норфлуразона в водных растворах, содержащих элементы почвы. Инкапсулирование гербицида позволяет снизить дозу и минимизировать фотолит [40]. Выяснено, что самым эффективным вариантом защиты озимого тритикале от сорняков стало осеннее применение гербицида марфон в дозе 4 л/га [41]. Представлены результаты оценки биологической и хозяйственной эффективности нового отечественного комплексного трехкомпонентного гербицида трифезана на зерновых культурах [42].

Поведение гербицидов в окружающей среде

Проведено исследование по определению характеристик сорбции почвами гербицида моносурфурона. Анализ проб 8 типов сельскохозяйственных почв показал, что величина адсорбции гербицида менялась в интервале 0,417–3,523 в зависимости от типа почвы, что свидетельствовало о слабой или умеренной адсорбционной способности гербицида и снижении ее с увеличением pH

почвы [43]. Исследовано поведение гербицидов в окружающей среде. Констатируется, что поведение агрохимикатов определяется 3-мя процессами: адсорбцией, переносом в пространстве и деградацией (микробной, химической и фотолитической) [44]. Взаимодействие атразина с почвенными катионами Na^+ и Ca^{2+} изучали теоретически в рамках теории функционала плотности, теории возмущений Меллера-Плессета и теории связанных кластеров. Образование связей между гербицидом и почвенными катионами определялось преимущественно электростатическими силами [45]. Оценивали сорбцию и вымываемость гербицидов флуометурона и 2М-4Х в почве, удобренной 6 видами биоуглей и сорбентом из отходов производства оливкового масла. Показано, что состав растворимой части органического вещества в сорбентах существенно влиял на сорбцию и вымываемость гербицидов [46]. Изучены факторы, влияющие на биодеградацию гербицида флуороксира в почве [47]. Изучено влияние температуры и влажности почвы на минерализацию 2,4-Д в культивируемых почвах Манитобы [48]. Разработан и прошел широкомасштабные испытания в различных почвенно-климатических регионах России способ защиты почв от остатков гербицидов с помощью специальной марки активного угля [49].

Деградация гербицидов

Можно утверждать, что разложение гербицидов осуществляется тремя процессами: химической или электрохимической деградацией, биологической (микробной) деградацией и фотолизом. В ряде случаев для повышения эффективности используются различные комбинации этих процессов.

Описано индуцированное переносом электрона восстановительное расщепление гербицидных арилоксиалканкарбоновых кислот [50]. Изучена активность Al_2O_3 как катализатора деградации 2,4-Д озонированием в присутствии трет-БуОН в качестве гасителя радикалов [51]. Разработан новый окислительный процесс для деградации 2,4,5-Т с Fe-пластиной в качестве разрушающегося анода и графитового стержня в качестве катода. Для генерирования свободных радикалов в реактор вводят оксон (натриевую или калиевую соль надсерной кислоты (H_2SO_5), хороший окислитель и эпексидирующий агент). Степень деградации 2,4,5-Т составила 90 % за 10 мин [52]. Оценивали возможность деградации метрибузина в загрязненной грунтовой воде в электрохимическом реакторе с железными цилиндрическими концентрическими биполярными электродами. Одновременное воздействие УФ-света повышало степень деградации гербицида до 95 % [53]. Изучали окисление гербицидов бромоксилина и трифлуралина в природной воде с помощью O_3 и системы $\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$. Степень деградации гербицидов при озонировании составляла ~58 %; в системе $\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ деградация ускорялась [54].

Оценивали реакционную способность 62 пестицидов в процессах окисления свободным хлором, монохлораминном, диоксидом хлора, H_2O_2 , O_3 и перманганатом, а также возможности УФ-фотолиза и гидролиза при pH 2,0; 7,0, и 12,0 [55]. Исследовали химическую деградацию атразина пероксидисульфатом, активированным железом нулевой валентности. При обработке 100 мл 0,1 мМ раствора гербицида 1 мл 2 мМ раствора пероксидисульфата и 28 мг Fe^0 в течение 60 мин при pH 6,5 степень деградации составила 99 % [56]. Для минерализации персистентного имазетапира использовали ряд новых окислительных процессов. Наиболее эффективными оказались фотолиз с озонированием ($\text{TiO}_2/\text{УФ} + \text{O}_3$) и фотолиз в присутствии H_2O_2 ($\text{TiO}_2/\text{УФ} + \text{H}_2\text{O}_2$) [57]. Окислительную деградацию диурона в водной среде проводили реакцией с радикалами $\text{HO}^\bullet$, интенсифицированной фотохимически (фото-Фентон) или электрохимически (электро-Фентон) [58].

Изучали деградацию трифлуралина, адсорбированного на силикагеле гетерогенным озонированием. Кинетика озонирования согласовывалась с моделями Лэнгмюра-Хиншельвуда и Элея-Ридеала [59]. Проводили гидролиз и фотолиз гербицида моносульфурон-эфира в воде. Время полураспада гербицида при гидролизе при 50 °C и pH 7,0 составляло 4,6 ч, при фотолизе – 4,9 ч [60]. Исследовали фотолиз гербицидов из класса холинкарбоновых кислот в водных системах. Фотолиз солнечным светом в присутствии TiO_2 приводил к полной минерализации гербицидов [61]. Исследована фотокаталитическая деградация 5 сульфонилмочевинных гербицидов в водных полупроводящих суспензиях при облучении природным солнечным светом [62]. При фотодegradации 2,4-Д оценивали фотокаталитическую активность с 1 % PdO на бинарных оксидах $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--Nd}_2\text{O}_3$, полученных зольгелевым методом. 2,4-Д полностью деградировал через 6 ч облучения над катализатором [63]. Методами стационарного и наносекундного лазерного импульсного фотолиза исследована фотодegradация гербицида 2,4,5-Т и его комплексов с β - и γ -циклодекстринами [64]. Теоретически и экспериментально изучена деградация 2,4-Д в водном растворе в процессе фото-Фентона и в пилотном солнечном реакторе. В реакторе 2,4-Д полностью деградировала за 60 мин [65]. Проведены исследования по уничтожению изофена и 2,4-Д в плазменном реакторе с трехструйной камерой смешивания. В качестве плазмообразующего газа использовали воздух [66]. Обобщен многолетний опыт работы отдела гербологии ВНИИФ, касающийся методических и организационных основ экологического мониторинга химических средств защиты и реабилитации почв, загрязненных гербицидами [67].

Ряд работ посвящен биологической деградации гербицидов. Из $\text{PBA-H}_3\text{BO}_3$ и минерализирующих гербицид атразин бактерий *Pseudomonas* готовили биогранулы, способные деградировать атразин. Гранулы оказались более эффективными, чем препарат на основе свободных бактерий [68]. Изучены условия для получения и сохранения активной биомассы бактерий-деструкторов гербицида глифосата: *Ochrobactrum anthropi* GPK3 и *Achromobacter* sp. Kgl6 [69]. Изучали биодеградацию смесей атразина и симазина в реакторе с неподвижным слоем прикрепленного к пористому носителю микробного сообщества, включающего *Stenotrophomonas maltophilia* и *Aerobacter* sp. [70]. Установлено, что выделенный из сточных вод штамм *Sphingomonas* sp. Y57 способен деградировать пропанил. Кодированный пропанилгидролаза ген *prpH* клонируется из Y57, экспрессируется в *Escherichia coli* BL21 и очищается аффинной хроматографией [71]. Описана роль микроорганизмов в деградации и детоксикации в почве устойчивых и токсичных пестицидов в частности гербицидных хлорфеноксикалькановых кислот [72].

Токсикология гербицидов

Продолжают публиковать работы по токсикологии гербицидов, и это естественно, ибо ежегодно расширяется спектр гербицидов и объем их применения в сельском хозяйстве и других областях деятельности человека.

Опубликован обзор по сравнительной биохимии и молекулярной токсикологии ~700 пестицидов, включая гербициды [73]. Оценивали риск применения гербицидов 2,4-Д и параквата фермерами на затопляемых полях в Малайзии [74]. Описано непреднамеренное летальное отравление 7 подростков, использовавших метанар-сонат натрия как масло при жаренье рыбы [75]. Сообщено о случае асептического менингита, связанного с отравлением глифосат-сурфактантным гербицидом [76]. Выяснено, что атразин снижает репродуктивную функцию у крыс-самцов [77]. Изучен окислительный стресс в листьях злаковых культур при обработке гербицидом гранстар [78]. Изучено

подавление почвенных бактерий, расщепляющих целлюлозу и целлюбиозу, гербицидами бентазоном и 2М-4Х [79].

В Польше оценено воздействие гербицидов 2,4-Д и 2М-4Х и выявлены предикторы воздействия у фермеров, применявших гербициды [80]. Исследовано содержание гербицида тербутилазина в волосах кукурузоводов и сельских жителей. Во всех образцах волос кукурузоводов обнаружен гербицид в средней концентрации 0,67 нг/мг [81]. Определяли содержание 50 пестицидов в 62 пробах волос, срезанных у 18 сельскохозяйственных работников. Чаще других обнаруживали гербициды дифлуфеникан и пириметанил [82]. Отмечен прогресс в оценке экологического риска для водной среды на затопляемых рисовых полях в США, Японии и Евросоюзе [83]. Сообщено, что комбинированное воздействие на рабочем месте параквата, цирама и манеба повышает риск развития болезни Паркинсона в 3 раза [84]. Изучены 3 случая гипераммониемии при отравлении гербицидом глюфосинат-аммонием [85]. Изданы методические рекомендации «Профилактика, клиника, диагностика и лечение острых отравлений гербицидами на основе 2,4-дихлорфен-оксиуксусной кислоты у работников сельского хозяйства» [86].

Изучено влияние пестицидов, в т. ч. аминной соли 2,4-Д на почвенные микроорганизмы [87]. Оценена токсичность четырех глифосатсодержащих гербицидов для головастика *Rhinella arenarum*. Выявлено ингибирование гербицидами активности β -эстеразы и глутатион-S-трансферазы [88]. Выявлено вредное влияние комплекса глифосата с азотными удобрениями на эмбрионы саламандры *Chiglossa lusitanica* [89]. Доказана токсичность моносulfуруна для связывающих азот цианобактерий при обычных послевсходовых применениях гербицида на рисовых полях [90]. Установлено, что ряд применяемых в рисовниках амидных, триазиновых и сульфонилмочевинных гербицидов представляют относительно высокий экологический риск для водных экосистем Японии [91].

Анализ гербицидов

Мониторинг публикуемых в научных журналах работ показал, что аналитика гербицидов успешно развивается. Универсальным и надежным методом определения остатков гербицидов продолжает оставаться приборная комбинация газофидной хроматографии и масс-спектрометрии или тандемной масс-спектрометрии (ГЖХ-МС или ГЖХ-МС/МС), а также комбинация высокоэффективной жидкостной хроматографии-масс-спектрометрии (ВЭЖХ-МС) или ВЭЖХ-МС/МС. Опубликованы методы, позволяющие идентифицировать и определять одновременно остатки десятков и даже сотен пестицидов из различных химических классов. Новым в аналитической химии пестицидов явилась разработка принципов и оборудования для сверхэффективной жидкостной хроматографии с последующим сочетанием ее с МС. Сообщено об одновременном определении остатков 346 пестицидов в винограде [92]. Описан метод определения остатков 67 пестицидов в эфирном масле лаванды ВЭЖХ-МС/МС [93], и мультиостаточный метод определения 150 пестицидов в овощах [94]. Анализ остатков 112 пестицидов в овощах осуществлен с использованием дисперсивной твердофазной экстракции и ГЖХ-триплетной квадрупольной МС [95]. Для определения остатков 50 пестицидов в овощах использовали ГЖХ-МС/МС [96]. Разработан и валидирован метод одновременного определения 6 сульфонилмочевинных гербицидов в пшенице, рисе и кукурузе ВЭЖХ-МС/МС [97]. Разработан метод определения остатков 185 пестицидов в орехах с помощью ГЖХ-МС/МС [98]. Разработан новый метод газовой хроматографии низкого давления – тандемной МС для определения остатков 150 пестицидов в овощах и фруктах. Пробоподготовку проводили стандартным методом QuEChERS

(быстрый, простой, дешевый, эффективный, надежный, безопасный) [99]. Остатки 19 пестицидов в чае определяли экстракцией по методу QuEChERS с последующей ВЭЖХ-МС/МС [100]. Для одновременного определения остатков 46 пестицидов в женьшене разработан метод, включающий матричную твердофазную дисперсию в сочетании со сверхэффективной ЖХ и МС/МС [101]. Набор из 6 сульфонилмочевинных гербицидов анализировали времяпролетной МС вторичных ионов на спектрометре с ^{69}Ga -пушкой (TOF-SIMS) [102]. Для анализа гербицидов продолжают применять методы без дорогостоящей МС. Сульфонилмочевинные гербициды определяли в коровьем молоке градиентной ВЭЖХ с УФ-детектором [103]. Разработан метод определения остатков 41 пестицида в вареных продуктах ГХ с электрозахватным микродетектором [104]. ГЖХ с электрозахватным детектором использовали при определении гербицидов алахлора, ацетохлора, претихлора и бутахлора в воде [105]. Для одновременного прямого определения феноксилированных гербицидов в природной воде разработан новый метод спектрометрии ионной подвижности с отрицательной электроспреевой ионизацией [106]. 12 сульфонилмочевинных гербицидов и 6 полярных гербицидов из других химических классов в питьевой воде определяли ВЭЖХ [107]. Триазиновые гербициды в злаках определяли ВЭЖХ после динамической экстракции с солидификацией плавающей органической капли [108]. При определении фенилмочевинных гербицидов в твердых пищевых продуктах использовали ВЭЖХ с обращением фаз [109].

Опубликованы и электрохимические методы анализа гербицидов. Для одновременного определения пенидиметалина, диносеба и нитрогваяколата предложен метод дифференциальной импульсной вольтамперометрии [ПО]. Предложен новый электрохимический сенсор на трифлуралин, включающий композит из углеродной пасты и медных нанотрубок [111]. Описана технология детектирования гербицидов диурона, флуамитурона и хлортолурона терагерцевой спектроскопией с разрешением во времени [112]. Для обнаружения и определения амитрола и триазиновых гербицидов в образцах воды из окружающей среды использовали капиллярный зонный электрофорез [113]. Разработан метод иммуносорбентного анализа для мониторинга кломазона в почве рисового поля [114]. Предложены новые функционирующие в органической среде иммуносенсоры для определения триазиновых гербицидов в оливковом масле [115].

Заключение

Таким образом, обзор литературных источников убедительно свидетельствует о том, что исследования по теоретической и прикладной гербологии проводится во всем мире широким фронтом:

- продолжается активный поиск химических соединений, обладающих гербицидной активностью;
- предложены новые концептуальные подходы в создании оригинальных комплексных препаративных форм гербицидов, изучаются сроки и способы их эффективного применения;
- продолжают исследования по оценке негативных экологических последствий при использовании гербицидных препаратов нового поколения и способов их практического устранения;
- проводится оценка токсических свойств гербицидов и продуктов их деструкции для различных видов биоты;
- совершенствуются методы анализа гербицидов в различных матрицах.

Литература

1. Спиридонов Ю.Я., Жемчужин С.Г. Современное состояние проблемы изучения и применения гербицидов (обзор публикаций за 2009–2011 гг.) // Агрохимия. 2013. № 5. С. 105–161.

2. Garrido E., Santos M., Silda P., Cagide F., Garrido J., Borges F. Host-guest complexes of phenoxy alkyl acid herbicides and cyclodextrins. MCPA and β -cyclodextrin // *J. Eviron. Sci. Health. B.* 2012. V. 47. № 9. P. 869-875.
3. Zheng Z., Chen J., Liu G., Li Y., Li Z. Синтез и гербицидная активность новых 4-замещенных тримидинил-фенилсульфонилмочевин // *Chin. J. Pest. Sci.* 2012. V. 14. №6. P. 607-611.
4. Wang W., He H., Zuo N., Zhang X. Synthesis and herbicide activity of 2-(substituted phenoxyacetoxyl)alkyl-5,5-dimethyl-1,3,2-dioxaphosphinan-2-one containing fluorine // *J. Fluor. Chem.* 2012. № 142. P. 24-28.
5. Vang T., Huang H., Luo J., Yu D. Synthesis and herbicidal activity of OO-dimethyl-(3-phenacroyloxy) alkyl phosphonates // *Phosph. Sulfur Silicon Relat. Elem.* 2012. V. 187. № 1-3. P. 135-141.
6. Дмитриева И.Г., Дядюченко Л.В., Стрелков В.Д., Исакова Л.И., Чубенко Т.И. Куб. ГАУ. N-замещенные никотиноилмочевины, проявляющие рострегулирующую активность на подсолнечнике: Пат. 2432742. РФ. 2011.
7. Pernak J., Syguda A., Mater K., Janus E. 2,4-D based herbicidal ionic liquids // *Tetrahedron.* 2012. V. 68. № 22. P. 4267-4273.
8. Atta S., Jana A., Ananthakrishnan R., Dhuleep P., Singh N. Fluorescent caged compounds of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D): photorelease technology for controlled release of 2,4-D // *J. Agr. Food Chem.* 2010. V. 58. № 22. P. 11844-11851.
9. Галиахметов Р.Н., Морозов А.Б., Кузнецова Г.И. Ультрадисперсный препарат на основе изоктилового эфира 2-метокси-3,6-дихлорбензойной кислоты // *Башкир. хим. журн.* 2012. Т. 19. № 1. С. 120-123.
10. Wang J., Tan H., Li Y., Ma Y., Li Zh., Guddat L. Chemical synthesis in vitro acetohydroxyacid synthase (AHAS) inhibition herbicidal activity and computational studies of isatin derivatives // *J. Agr. Food Chem.* 2011. V. 59. № 18. P. 9892-9900.
11. Bai Zh., Wei Z., Wang Y., Xu Sh., Li X. Cycloalicyl substituted N-nitrourea derivatives: a convenient synthesis and biological evaluation // *Res. Chem. Intermed.* 2011. V. 37. № 8. P. 859-868.
12. Pan L., Shen X., Cao J., Chen L., Shen Zh. Синтез и гербицидная активность 2-ретероцикло-1,3,4-оксадиазин-5-онов // *Chin. J. Pestic. Sci.* 2011. V. 13. № 3. P. 239-244.
13. Yoshimura T., Nakatani M., Asakura S., Hanai R., Hiraoka M. Synthesis and herbicidal activity of sulfonanilides having a pyrimidinyl-containing group at the 2-position // *J. Pestic. Sci.* 2011. V. 36. № 2. P. 212-220.
14. Lin Zh., Zheng R., Wang Y., Zeng Y., Shen Y. Enzymatic production of 2-amino-2,3-dimethyl-butylamide by cyanide-resistant nitrile hydratase // *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 2012. V. 39. № 1. P. 133-141.
15. Кидзи Т., Фусака Т. Пиримидиноновое производное и его применение в качестве гербицида. Пат. 2440990. РФ. 2012.
16. Lu Y. Синтез и гербицидная активность N-[2-(4,6-диметоксипиримидин-2-ил)бензилден]-замещенных аминных производных // *Chin. J. Pestic. Sci.* 2011. V. 13. № 6. P. 645-648.
17. Хуснидинов К.Р., Кузнецов В.М., Мрясова Л.М., Крутьков В.М., Муштафин А.Г. Синтез и исследование гербицидной активности новых дигидроксипентильных производных хлорфенолов // *Вести. Башкир. ун-та.* 2012. Т. 17. № 4. С. 1735-1738.
18. Jiang L., Zuo Y., Wang Z., Tan Y., Wu Q. Desing and Synthesis of novel N-(benzothiazol-5-yl)-4,5,6-tetrahydro-1H-isindole-1,3(2H)-dione and N-(benzothiazol-5-yl) isindoline-1,3-dione as potent protoporphynogen oxidase inhibitors // *J. Agr. Food Chem.* 2011. V. 59. № 11. P. 6172-6179.
19. Wang T., Bing G., Zhang X., Qin Zh., Yu H., Qun X., Dai H. Synthesis and herbicidal activities of 2-cyano-3-benzylaminoacrylates containing thiazole moiety // *Bioorg. and Med. Chem. Lett.* 2010. V. 20. № 11. P. 3348-3351.
20. Ma X., Chen L., Duan W., Cen B., Dong Sh. Синтез и гербицидная активность диалкилдигидроабетил-бис-оксадиазолов алифатических дикарбоновых кислот // *Chin. J. Org. Chem.* 2011. V. 31. № 7. P. 1069-1075.
21. Dong X., Zhon Y., Xu Sh., Qu J. Синтез и гербицидная активность производных 5-арил-метоксибензил-пиразола // *Chin. J. Org. Chem.* 2011. V. 31. № 7. P. 1020-1026.
22. Qureshi S., Khan N., Pandey A. Anthraquinone pigment with herbicidal potential from *Phoma herbar-um* // *Химия природ. соед.* 2011. № 4. С. 465-467.
23. Стрелков В.Д., Исакова Л.И., Дядюченко Л.В., Чубенко Т.И., Назаренко Д.Ю. Антидоты гербицида 2,4-дихлорфеноксисукусной кислоты. Пат. 2430915. РФ. 2011.
24. Афиятуллов Ш., Журавлева О.И., Чайкина Е.Л., Анисимов М. Новый спитригипростатин из морского изолята гриба *Aspergillus fumigatus* // *Химия природ. соед.* 2012. № 1. С. 90-92.
25. Zhon J., An R., Yu F. Study of a new synthesis approach to glyphosate // *J. Agr. and Food Chem.* 2012. V. 60. № 25. P. 6279-6285.
26. Андреев Д.В., Грибовский А.Г., Макашкин Л.Л., Адонин Н.Ю., Приходько С.А. Синтез иминодиуксусной кислоты в микроканальном реакторе // *Каталит. в пром-ти.* 2012. № 6. С. 23-31.
27. Lai H., Liu F., Cai P., Zhou Y., Ding Ch. Исследование технологического процесса в синтезе глифосата окислением кислородом // *J. Zhejiang Univ. Technol.* 2011. V. 39. № 2. P. 151-153.
28. Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Развитие отечественной гербологии на современном этапе. М.: Печатный город, 2013. 426 с.
29. Шаповал О.Д. Новые гербициды в технологиях защиты посевов кукурузы и подсолнечника // *Плодородие.* 2011. № 2. С. 16-17.
30. Кадоркина В.Ф. Усовершенствование технологии возделывания яровой пшеницы в условиях юга средней Сибири // *Достиж. науки и техн. АПК.* 2011. № 4. С. 42-43.
31. Шиндин А.П., Безе И.А., Роженцева О.В. Гербициды ООО НПО «Росагрохим» для борьбы с сорняками в посевах кукурузы // *Кукуруза и сорго.* 2011. № 2. С. 12-15.
32. Kumar M., Das T., Yaduraju N. An integrated approach for management of *Cyperus rotundus* (purple nutsedge) in soybean-wheat cropping system // *Crop Prot.* 2012. V. 33. № 1. P. 74-81.
33. Захарьева Ю.И., Верещагин А.Л., Еремина В.В., Овчеренко В.В., Рыбников В.Г., Теплое В.В. Повышение фитотоксичности ряда гербицидов // *Хранение и перераб. зерна.* 2012. № 12. С. 42-45.
34. Стрижков Н., Даулетов М. Гербициды в борьбе с падалицей проса // *Гл. агроном.* 2012. № 10. С. 62-63.
35. Гарипов Ю.А., Киселева Н.Н., Спиридонов Ю.Я., Флягин А.И. Водно-гликолевый раствор гербицидной композиции (ДФЗсупер, ВГР). Евраз. пат. № 017932. 2013.
36. Постников А.М. Эффективные гербициды для облесения невозделываемых сельскохозяйственных земель // *Вестн. защиты раст.* 2012. № 2. С. 58-61.
37. Кузнецов В.М. Синергизм комбинаций ПАВ и его определение на основе показателя дисперсии гербицидной эмульсии // *Башкир. хим. журн.* 2012. Т. 19. № 1. С. 61-64.
38. Зубарев Ю.Н. Эффективность влияния баковой смеси гербицида и мочевины на урожайность зерна яровой пшеницы в Предуралье // *Аграр. наука Евро-Северо-Востока.* 2012. № 3. С. 31-35.
39. Костюк А.В., Алтухова Т.В. Мерлин на кукурузе в Приморье // *Земледелие.* 2011. № 2. С. 35-37.
40. Sopena F., Villaverde J., Maqueda C., Morillo E. Photostabilization of the herbicide norflurazon microencapsulated with ethylcellulose in the soil-water system // *J. Hazard. Mater.* 2011. V. 195. P. 298-305.
41. Шако И., Одинцова А., Козлов С. Биологическая эффективность применения гербицидов марафон и серто плюс и их баковых смесей в посевах озимого тритикале // *Гл. агроном.* 2011. № 9. С. 38-41.
42. Спиридонов Ю.Я., Демидов Н.С., Кольцов Н.С., Никитин Н.В., Абубикеров В.А., Протасова Л.Д. Эффективность трифезана в посевах колосовых культур в условиях Центральной части европейского Нечерноземья // *Агрохимия.* 2011. № 5. С. 35-45.
43. Xhang W., Wang W., Jin J., Li G. Исследование характеристик адсорбции моносulfуруна в почве // *Univ. Natur. Sci.* 2010. V. 33. № 3. P. 366-371.
44. Bansal O.P. Fate of pesticides in the environment // *J. Ind. Chem. Soc.* 2011. V. 88. № 10. P. 1525-1532.
45. Bessac F., Hoyan S. Pesticide interaction with environment tall by caions: a theoretical study of atrazine // *Comput. Theor. Chem.* 2011. V. 966. № 1-3. P. 284-298.
46. Colbreta A., Cox L., Spokas K., Celis R., Hermosin M., Comejo J., Koskinen W. Comparative sorption and leaching study of the herbicides fluometuron and MCPA in a soil amended with biochars and other sorbents // *J. Agr. Food Chem.* 2011. V. 59. № 23. С. 12550-12560.
47. Tao L., Yang H. Fluroxypyr biodegradation in soils by multiple factors // *Environ. Monit. Ass.* 2011. V. 175. № 1-4. P. 227-238.
48. Shymko J., Farenhorst A., Zyomuya F. Polynominal response of 2,4-D mineralization to temperature in soils at varying soil moisture contents, slope positions and depths // *J. Environ. Sci. Health. B.* 2011. V. 46. № 4. P. 301-312.
49. Мухин В.М., Спиридонов Ю.Я., Глебова О.А., Барышникова Е.А. Способ защиты почв от остатков гербицидов. Пат. 2476277. РФ. 2013.
50. Azzena U., Pittalis M. Electron-transfer induced reductive cleavage of chlorinated aryloxyalkanoic acids // *Tetrahedron.* 2011. V. 67. № 19. P. 3360-3362.
51. Guzman-Perez C., Soltan J., Robertson J. Catalytic ozonation of 2,4-D using alumina in the presence of a radical scavenger // *J. Environ. Sci. Health. B.* 2012. V. 47. № 6. P. 544-552.
52. Wang J., Cka W. Degradation of 2,5-T-acid by novel Electro-Fe(II)/Oxon process using iron sheet as the sacrificial electrode // *Water Res.* 2011. V. 45. № 13. P. 3883-3889.
53. Yahiaou O., Aizel, Louniei H., Goosen M. Evaluating removal of metribuzin from contaminated groundwater using an electrochemical reactor combined with ultraviolet oxidation // *Desalination.* 2011. V. 270. № 1-3. P. 84-89.
54. Chelme-Ayala P., El-Din M., Smith D., Adams C. Oxidation kinetics of two pesticides in natural waters by ozonation and ozone combined with hydrogen peroxide // *Water Res.* 2011. V. 45. № 8. P. 2517-2526.
55. Chamberlain E., Shi H., Wang T., Ma Y., Fulmer A., Adams C. Comprehensive screening study of pesticide degradation via oxidation and hydrolysis // *J. Agr. Food Chem.* 2012. V. 60. № 1. P. 354-363.
56. Cai T., Zhang L., Hu L., Delario F., Emanuele L. Novel imazethapyr detoxification applied advanced oxidation processes // *J. Environ. Sci. Health. B.* 2011. V. 46. № 6. P. 449-453.
57. Oturan M., Oturan M., Edelahe M., Podvorica F., Kacemi K. Oxidative degradation of herbicide diuron in aqueous medium by Fentons reaction based advanced oxidation processes // *Chem. Eng. J.* 2011. V. 171. № 1. P. 127-135.
58. Pfliger M., Grgic L., Kitanovski Z., Nieto L., Wortham H. The heterogeneous ozonation of pesticides adsorbed on mineral particles: validation of experimental setup with trifluralin // *Atmos. Environ.* 2011. V. 45. № 39. P. 7127-7134.
59. Piao X., Jiang H., Nao Ch., Wang X., Guo Z., Fan W. Изучение гидролиза и фотоллиза моносulfуруна-эфира в воде // *Chin. J. Pest. Sci.* 2012. V. 14. № 3. P. 315-320.
61. Pinna M., Pusino A. Direct and indirect photolysis of two quinolinecarboxylic herbicides in aqueous systems // *Chemosphere.* 2012. V. 86. № 6. P. 655-658.

62. Fenoll J., Hellin P., Flares P., Martinez C., Navarro S. Photocatalytic degradation of five sulfonylurea herbicides in aqueous semiconductor suspensions under natural sunlight // *Chemosphere*. 2012. V. 87. № 8. P. 954-961.
63. Barrera A., Tzompantzi F., Lara V., Gamez R. Photogradation of 2,4-D over PdO/Al₂O₃-Nd₂O₃ photocatalysts prepared by the sol-gel method // *J. Photochem. Photobiol. A*. 2012. V. 227. № 1. P. 45-50.
64. Юркова М.П., Поздняков И.П., Гриван В.П., Плюсин В.Ф. Фотохимия гербицида 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты в водных растворах в присутствии циклодекстринов // *Химия в интересах устойчив. развития*. 2011. Т. 19. № 6. С. 705-710.
65. Conte L., Farias J., Albizzati E. Photo-Fenton degradation of the herbicide 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in laboratory and solar pilot-plant reactors // *Ind. Eng. Chem. Res.* 2012. V. 51. № 11. P. 4181-4191.
66. Ложечник А.В., Моссэ А.Л., Савнин В.В., Скоморохов Д.С., Хведгин И.В. Утилизация непригодных пестицидов в плазменном реакторе // *Инж.-физ. журн.* 2011. Т. 34. № 5. С. 1034-1039.
67. Спирidonova Ю.Я. Реабилитация земель, загрязненных пестицидами // *Практика рекультивации загрязненных и нарушенных земель / Под ред. Мажайского Ю.А. Рязань, 2013. С. 147-170.*
68. Bi H., Zhang L., Liu Na., Zhu B. Preparation of biobeads and their atrazine degradation characteristics // *Chem. Res. Chin. Univ.* 2011. V. 27. № 3. P. 407-412.
69. Шушкова Т.Е., Ермакова И.Т., Свиридов А.В., Леонтьевский А.А. Биодеструкция глифосата почвенными бактериями: оптимизация процесса культивирования и способ сохранения активной биомассы // *Микробиология*. 2012. Т. 81. № 1. С. 48-55.
70. Galindez-Najera S., Ramos-Monroy O., Ruiz-Ordaz N., Salmeron-Alcocer A., Juarez-Ramirez C., Ahuatz C. Simultaneous degradation of atrazine and simazine by a binary culture of *Stenotrophomonas maltophilia* and *Arthrobacter* sp. in two stage biofilm reactor // *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 2011. V. 86. № 4. P. 554-561.
71. Zhang J., SanJ., Yuan Q., Li Ch., Yan X. Characterization of propanil biodegradation pathway in *Sphingomonas* sp. Y57 and cloning of the propanil hydro-lase gene pr pH // *J. Hazard. Mater.* 2011. V. 196. P. 412-419.
72. Головлева Л.А. Биоремедиация почв, загрязненных поллютантами // *Изв. аграр. науки*. 2012. Т. 10. № 2. С. 57-61.
73. Casida J. Pest toxicology: The primary mechanisms of pesticide action // *Chem. Res. Toxicol.* 2009. V. 22. № 4. P. 609-619.
74. Baharuddin M., Sahid I., Noor M., Sulaiman N., Othman F. Pesticide risk assessment: A study on inhalation and dermal exposure to 2,4-D and paraquat among Malaysian paddy farmers // *J. Environ. Sci. Health. B*. 2011. V. 46. № 7. P. 600-607.
75. Cox R., Orledge J. Inadvertent poisoning of seven teenagers with monosodium methanearsonate // *Clinic. Toxicol.* 2011. V. 49. № 3. P. 167-170.
76. Sato Ch., Kamijo Y., Yoshimura K., Ide T. Aseptic meningitis in association with glyphosate-surfactant poisoning // *Clinic. Toxicol.* 2011. V. 49. № 2. P. 118-120.
77. Stosic M., Veselic S., Stegic M., Milosevic M., Dragin S. Is atrazine a potential risk on mammalian diversity // *Acta Vet.* 2012. V. 62. № 2-3. P. 193-205.
78. Гарькова А.Н. Обработка гербицидом гранстар вызывает окислительный стресс в листьях злаков // *Физиология растений*. 2011. Т. 58. № 6. С. 935-943.
79. Schellenberger S., Drake H., Kolb S. Impairment of cellulose - and cellobiose - degrading soil Bacteria by two acidic herbicides // *FEMS Microbiol. Lett.* 2012. V. 327. № 1. P. 60-65.
80. Jurewicz J., Hanke W., Sobala W., Ligocka D. Exposure to phenoxyacetic acid herbicides and predators of exposure among spouses of farmers // *AAEM: Ann. Agr. Environ. Med.* 2012. V. 19. № 1. P. 51-56.
81. Markadante R., Polledri E., Giavini E., Menegla E., Bertazzi P. Terbutilazine in hair as biomarker of exposure // *Toxicol. Lett.* 2012. V. 210. № 2. P. 169-173.
82. Schummer C., Salquebre G., Briand O., Millet M., Ap-penzeller B. Determination of farm workers exposure to pesticides by hair analysis // *Toxicol. Lett.* 2012. V. 210. № 2. P. 203-210.
83. Cheng Y., Zhou J., Shan Zh. Прогресс в оценке экориска для водной среды для затопляемых рисовых полей // *Chin. J. Pest. Sci.* 2012. V. 14. № 3. P. 242-252.
84. Wang A., Costello S., Cockburn M., Zhang X., Bronstein J. Parkinsons disease risk from ambient exposure to pesticides // *Eur. J. Epidemiol.* 2011. V. 26. № 7. P. 547-555.
85. Mao Y., Wang J., Hang S., Deng J., Yang Ch. Hyperammonemia following glufosinate-containing herbicide poisoning // *Clin. Toxicol.* 2011. V. 49. № 1. P. 48-52.
86. Балан Г., Вознюк В., Митренко Т., Бабич В., Лепюшкин И., Сергеев С., Черемных Н. Методичні рекомендації «Профілактика, клініка, діагностика та лікування Гострих отруєнь гербицидами на основі 2,4-D у робітників сільськогосподарства» // *Соврем. пробл. токсикол.* 2011. № 1-2. С. 70-79.
87. Ксенофонтowa О.Ю., Иванова Е.В. Влияние пестицидов на микроорганизмы почв Саратовской области // *Изв. Саратов. гос. ун-та. Сер. химия, биол., экол.* 2012. Т. 12. № 1. С. 75-81.
88. Lajmanovich R., Attademo A., Pelzer P., Junges C., Cabagna M. Toxicity of four herbicide formulations with glyphosate on *Rhinella arenaram* tadpoles // *Arch. Environ. Contam. and Toxicol.* 2011. V. 60. № 4. P. 681-689.
89. Ortiz-Santaliestr M., Fernandez-Beneitez M., Lizana M., Marco A. Influence of a combination of agricultural chemicals on embryos of endangered gold striped salamander (*Chiglossa lusitanica*) // *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 2011. V. 60. № 4. С. 672-680.
90. Shen J., Luo W. Effects of monosulfuron on growth, photosynthesis and nitrogenase activity of three nitrogen-fixing cyanobacteria // *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 2011. V. 34. № 3. P. 184-186.
91. Ishihara S. Studies on risk assessment procedure of rice herbicides for microalgae in river ecosystem // *J. Pest. Sci.* 2009. V. 34. № 3. P. 184-186.
92. Lian Y., Pang G., Shu H., Fan Ch., Liu Y. Simultaneous determination of 346 multiresidue pesticides in grapes by PSA-MSPD and GC-MS-SIM // *J. Agr. Food Chem.* 2010. V. 58. № 17. P. 9428-9453.
93. Fillatre Y., Rondeau D., Bonnet B., Daguin A. Multiresidue analysis of multiclass pesticides in lavender essential oil by LC/MS/MS // *Anal. Chem.* 2011. V. 83. № 1. P. 109-117.
94. Kmellar B., Pareja L., Ferrer C., Fodor P. Study of effects of operational parameters on multiresidue analysis by LC-MS/MS // *Talanta*. 2011. V. 84. № 2. P. 262-273.
95. Shi J., Li J., Wang Y., Fan J. Анализ остатков 112 пестицидов в овощах с использованием дисперсивной твердофазной экстракции и газовой хроматографии – триплетной квадрупольной масс-спектрометрии // *Chin. J. Chromatogr.* 2012. V. 30. № 6. P. 602-612.
96. Cao H., Lin Zh., Chen X., Li Z. Определение остатков пятидесяти пестицидов в овощах с использованием твердофазной экстракции – тандемной масс-спектрометрии // *J. Zhejiang. Univ. Technol.* 2012. V. 40. № 3. P. 279-283.
97. Kang Sh., Chang N., Zhao Y., Pan C. Development of a method for the simultaneous determination of six-sulfonylurea herbicides in wheat, rice, and corn by-liquid chromatography-tandem mass-spectrometry // *J. Agr. Food. Chem.* 2011. V. 59. № 18. P. 9776-9781.
98. Li N., Shi Zh., Pang G., Fan Ch. Определение остатков 185 пестицидов в орехах газовой хроматографией – тандемной масс-спектрометрией // *J. Instrum. Anal.* 2011. V. 30. № 5. P. 513-521.
99. Koesukwiwat U., Lehotay S., Leepipatiboon N. Fast, low-pressure gas chromatography triple quadrupole tandem mass spectrometry for analysis of 150 pesticide residues in fruits and vegetables // *J. Chromatogr. A*. 2011. V. 1218. № 39. P. 7039-7050.
100. Xu J., Chen J., Ye H., Wang L., Sun L. Определение остатков 19 пестицидов в час с использованием экстракции методом QuEChERS и высокоэффективной жидкостной хроматографии – электро-спрейевой тандемной масс-спектрометрии // *J. Instrum. Anal.* 2011. V. 30. № 9. P. 990-995.
101. Chen L., Song F., Zheng Zh., Xing J., Liu Zh. Изучение метода определения остатков многих пестицидов в женьшене сверхэффективной жидкостной хроматографией и тандемной масс-спектрометрией // *Acto. Chin. Sin.* 2012. V. 70. № 7. P. 843-851.
102. LuD., Liang H., Wang K., Sheng Sh. TOF-SIMS анализ сульфонилмочевинных гербицидов // *J. Chin. Mass. Spectrom.* 2011. V. 32. № 32. P. 86-94.
103. Se S., Albizio S., Fidente P., Montesano D. Development and validation of solid-phase extraction method coupled to high-performance liquid chromatography with ultraviolet diode array detection for the determination of sulfonylurea herbicide residues in bovine milk samples // *J. Chromatogr. A*. 2011. V. 1218. № 9. P. 1253-1259.
104. Park J., El-Aty A., Kim B., Oh J., Do J. Simultaneous multiresidue analysis of 41 pesticide residues in cooked foodstuff using QuEChERS // *Food Chem.* 2011. V. 128. № 1. P. 241-253.
105. Wang H., Chen Zh., Shen J., Xiang F. Быстрое определение четырех ацетанилидных гербицидов в воде жидкостно-жидкостной микроэкстракцией и газовой хроматографией // *China Water Wasterwater*. 2011. V. 27. № 12. P. 90-93.
106. Jafari M., Saraji M., Yousefi Sh. Negative electrospray ionization ion mobility spectrometry combined with microextraction in packed syringe for direct analysis of phenoxyacid herbicides in environmental waters // *J. Chromatogr. A*. 2012. V. 1249. № 1. P. 41-47.
107. Gallitzendörfer R., Timm Th., Koch D., Küsters M., Gerhartz M. Simultaneous determination of 12 sulfonylurea herbicides in drinking water after SPE by LC-DAD // *Chromatograph*. 2011. V. 73. № 7-8. P. 813-816.
108. Wang H., Li G., Zhang Y., Chen H., Zhao Q. Determination of triazine herbicides in cereals using dynamic microwave-assisted extraction with solidification of floating organic drop followed by HPLC // *J. Chromatogr. A*. 2012. V. 1233. № 1. P. 36-43.
109. Wang Y., Cai Ch., Wu Q., Cheng G. Determination of phenylureas herbicides in foodstuffs based on matrix solid-phase dispersion extraction and RP-LC with UV detection // *Chromatogr.* 2011. V. 73. № 3-4. P. 403-406.
110. Mi Y., Lang L., Kokot S. Simultaneous determination of three herbicides by differential pulse voltammetry and chemometrics // *J. Environ. Sci. Health B*. 2011. V. 46. № 4. P. 328-335.
111. Mirabi-Semnokolai A., Daneshgar P., Moosavi-Movahedi A., Rezayat M. Sensitive determination of herbicide trifluraline on the surface of copper nano-wire electrochemical sensor // *J. Solid State Electrochem.* 2011. V. 15. № 9. P. 1953-1961.
112. Wang H., Wang Q., Wang X. Технология детектирования трех типов фенилмочевинных гербицидов терагерцевой спектроскопией с разрешением во времени // *J. Chin. Univ. Metrol.* 2011. V. 22. № 2. P. 189-193.
113. Arribas A., Moreno M., Bermejo E., Zapardiel A., Chicharro V. CZE separation of amitrol and triazine herbicides in environmental water samples with acid-assisted on-column preconcentration // *Electrophoresis*. 2011. V. 32. № 2. P. 275-283.
114. Carlomagna M., Canton G., Sanborn J., Last J. A clomazone immunoassay to study the environmental fate of the herbicide in rice (*Oryza sativa*) agriculture // *J. Agr. Food. Chem.* 2010. V. 58. № 7. P. 4367-4371.
115. Tomassetti M., Martini E., Campanella L. New immunosensors operating in organic phase for analysis of of triazinic pesticides in olive oil // *Electroanalysis*. 2012. V. 24. № 4. P. 842-856.

Рапс: состояние и перспективы

Л.В. Сорочинский, доктор с.-х. наук

Среди масличных культур рапс по объемам производства маслосемян занимает третье место в мире после сои и пальмы. В Беларуси он является основной масличной культурой. О рапсе, его настоящем и будущем шел большой разговор на 3-ей международной научно-практической конференции, состоявшейся 15–16 сентября 2016 г. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

В докладе генерального директора Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию и заведующей отделом масличных культур Пиллюк Я.Э. показана динамика рапсосеяния на маслосемена за последние 30 лет в Республике Беларусь. В эти годы основное внимание ученых НПЦ было сосредоточено на создании отечественных безэруковых, низкоглюкозинолатных сортов рапса озимого и ярового. За этот период было оценено свыше 1800 сортов и сортообразцов рапса, полученных из коллекции ВИР, других научных учреждений России, Швеции, Польши. Применяемые методы создания высокопродуктивных сортов рапса аналогичные для многих сельскохозяйственных культур, но специфика селекции определяется наличием в семенах антипитательных веществ: эруковой кислоты в масле и глюкозинолатов в шроте. За период 1986–2016 гг. создано и внесено в Государственный реестр сортов Республики Беларусь 19 сортов озимого и 19 сортов ярового рапса. Валовый сбор маслосемян рапса в 2014 г. составил 847 тыс. т при урожайности 22,1 ц/га.

О результатах селекционных работ по рапсу было представлено ряд докладов из России – ВНИИ рапса, ВНИИ кормов, ВНИИ масличных культур имени В.С. Пустовойта, ВИР, Ленинградский НИИ сельского хозяйства. Так, например, сорта ярового рапса и других масличных капустных культур, созданных Всероссийским НИИ рапса, занимают до 50–60 % всех посевных площадей России. По информации В.Г. Воловик и др., во Всероссийском НИИ кормов основными методами селекции рапса являются внутривидовая гибридизация, химический мутагенез, инцухтирование, использование провокационных

фонов, отбор, иммунологическая оценка, использование фитотрона для ускорения селекции. Создан и районирован ряд сортов озимого рапса, озимой сурепицы, яровой сурепицы. Например, сорт озимого рапса Северянин отличается высокой зимостойкостью и продуктивностью семян до 6 т/га. Ряд авторов указывают на необходимость усиления селекции в направлении создания гибридов рапса.

На конференции значительное место было уделено совершенствованию технологии возделывания рапса не только на маслосемена, но и на зеленый корм животным.

Отмечалось (Шлапунов В.Н.), что, начиная с 50-х годов прошлого столетия, основная работа по рапсу озимому и яровому, сурепице озимой, редьке масличной (проводилась в Белорусском НИИ земледелия) была направлена на определение продуктивности и места в севообороте этих культур, на разработку их агротехники при возделывании на зеленый корм и силос. Было выявлено положительное их влияние на последующие культуры севооборота, на повышение плодородия почв. Эти исследования проводились на сортах, содержащих антипитательные вещества. Но создание безэруковых, низкоглюкозинолатных сортов рапса и сурепицы потребовало пересмотра ранее рекомендованных технологий возделывания этих культур.

Сообщения участников конференции (Пиллюк Я.Э., Пикун О.А., Бобко Н.Н., Белявский В.М., Решетник Е.П. и др.) в части технологий возделывания рапса и сурепицы на маслосемена показывают, что реализация продуктивного потенциала рапса (до 60 ц семян с 1 га) и сурепицы (до 38–40 ц/га) возможна только на основе интенсивных технологий.

На конференции значительное внимание было уделено защите рапса и сурепицы от болезней, вредителей, сорняков. Основные доклады в этой части были представлены учеными Института защиты растений (Сорока С.В., Лешкевич Н.В., Запрудский А.А., Полозняк Е.Н. и др.). По результатам конференции издан сборник материалов «Рапс: настоящее и будущее».

Полезные растения: иссоп лекарственный

М.Н. Березко, О.М. Березко, кандидаты с.-х. наук,

Н.Н. Вечер, кандидат биологических наук

Несмотря на безусловные успехи современной медицины в лечении многих болезней, большое количество людей по-прежнему не отказываются от народных средств и используют для лечения природные средства – лекарственные растения. Расскажем о некоторых из них.

Иссоп лекарственный – древнейшее и широко распространенное лекарственное, эфиромасличное, медоносное и декоративное растение. **Иссоп** переводится с арабского языка как «**святая трава**». У этого растения в народе много разных имен – пчелиная трава, синий зверобой, горячая трава, юзефка, гисоп. В мире существует около 300 видов этого растения. Но **лекарственным иссопом** принято называть вид *Hissopus officinalis L.*

Иссоп лекарственный – многолетний полукустарник. Имеет стержневую, деревянистую с хорошо развитыми боковыми ответвлениями корень. Стебли многочисленные, прямостоячие или дугообразно отходящие от основания, четырехгранные, простые или ветвистые, одре-

весневшие у основания, опушенные или голые, высотой 50–80 см. Листья мелкие, ланцетные, короткочерешковые, почти сидячие, цельнокрайние, расположены супротивно, опушенные, по краю остро шершавые от коротких жестких волосков, сверху темно-зеленые, снизу серовато-зеленые, длиной 2–4 см, верхушечные – мельче. Цветки мелкие, темно-голубые, розовые, лиловые или белые, собраны мутовками по 5–7 в пазухах листьев, образуют продолговатые, нередко однобокие, колосовидные соцветия. Венчик двугубый, длиной 10–11 мм. Чашечка светло-зеленая с 5 заостренными ланцетными зубцами. Плод состоит из трехграных, продолговато-яйцевидных, темно-бурых или буровато-желтых, 2,5 мм длиной орешков. Масса 1000 штук семян – 0,85–1,40 г. Цветет продолжительное время – с июня по октябрь, плоды начинают созревать в августе.

Свежие и сухие листья и цветки иссопа имеют приятный аромат и горько-пряный вкус, используется как при-

права для мясных и овощных супов, соусов, рагу, жаркого, холодных закусок, салатов. Иссоп улучшает вкус блюд из бобов, фасоли, гороха. Используются при засолке огурцов и томатов. Из-за резкого запаха растение добавляют в блюда в небольшом количестве.

Растение относится к древнейшим лекарственным растениям. В качестве лекарственного сырья у иссопа используются цветущие облиственные побеги, которые срезают в июле–августе (цветет он, как большинство его губоцветных родственников, долго – месяц и больше, в зависимости от погоды). Сырье либо раскладывают тонким слоем на чердаке, либо подвешивают небольшими пучками. Сушить в горячей сушилке его не стоит – при температуре выше 30–40 °C эфирное масло улетучивается и сырье частично теряет свои лекарственные свойства.

В народной медицине применяется как отхаркивающее средство при заболеваниях верхних дыхательных путей, бронхиальной астме, желудочно-кишечных заболеваниях, неврозах, стенокардии, ревматизме, чрезмерной полноте, как противоглистное и тонизирующее средство. Настой и отвар иссопа применяется наружно для промывания глаз и полосканий при воспалительных заболеваниях полости рта и глотки, а также для компрессов при ушибах, кровоподтеках, как ранозаживляющее средство.

В сухой траве содержится 0,6–1,0 %, а в зеленых листьях и соцветиях – 0,8–2,0 % эфирного масла. Максимальный выход масла – в фазе полного цветения. Наибольшее количество его найдено в растениях с синими цветками, а наименьшее – с белыми. Для получения эфирного масла сбор и заготовку иссопа производят в пору массового цветения на второй год жизни. При более поздней уборке содержание эфирного масла снижается. Это одно из самых дорогих эфирных масел. Для получения 1 мл эфирного масла необходимо от 900 до 1200 г травы иссопа. Но и эффективность его велика. Если охарактеризовать его действие в общих чертах – оно антиоксидантное, антисептическое, бактерицидное, жаропонижающее, мочегонное, потогонное, спазмолитическое, противоаллергическое, противоглистное, рассасывающее гематомы и ранозаживляющее. Кроме того, в растении имеются флавоноиды, урсоловая и олеаноловая кислоты, дубильные и горькие вещества, смолы, камедь, пигменты и др. В качестве общеукрепляющего напитка иссоп особенно полезен пожилым людям, он повышает стрессоустойчивость, выводит из состояния подавленности, улучшает коммуникабельность и значительно улучшает память. Иссоп эффективен также против бородавок и папиллом.

При выращивании на одном месте иссоп может давать хороший урожай в течение 5–6 лет. Как декоративное растение, может использоваться для посадок на клумбах и рабатках. Иссоп является хорошим медоносом. Мед, полученный с иссопа, относится к лучшим сортам.

Иссоп хорошо растет на открытых солнечных участках с легкими, хорошо дренированными почвами. Хорошо переносит большие морозы при наличии снежного покрова. Размножается семенами, стеблевыми черенками.



Семена высевают рано весной (можно и под зиму) в грунт или парник. Глубина заделки 0,3–0,5 см, норма высева 0,5–0,7 г/м². Рассадку высаживают на расстоянии 50–70 см между рядами и 20–40 см в ряду между растениями. Уход самый обычный – прополки и рыхления. На зиму растение лучше не укрывать, так как иссоп подвержен выпреванию. При вегетативном размножении черенками их сначала укореняют, затем рассаживают на грядках рядами или лентами на таком же расстоянии, как и рассадку.

Уход заключается в рыхлении почвы не менее 3–5 раз за сезон, прополке, одно- или двухразовой подкормке минеральными удобрениями из расчета: 15–20 г/м² аммиачной селитры, 10–15 двойного суперфосфата и 10 г/м² хлористого калия.

Со второго года вегетации уход за растениями включает уборку прошлогодних растительных остатков, весеннюю подкормку минеральными удобрениями как указано выше, междурядную обработку на глубину 7–8 см, уборку надземной массы на сырье.

Перед уборкой надземной массы на сырье необходимо удалить крупные сорняки. Скашивают надземную массу иссопа вручную секатором. При этом устанавливается такая высота среза, чтобы стебли оставались с листьями, что будет способствовать формированию почек возобновления. После сушки сырья влажность готовой продукции не должна превышать 13 %. Хранят в сухом, хорошо проветриваемом помещении. Срок хранения сырья 2 года.

Семена иссопа собирают с двух-, трех- и четырехлетних растений. При хранении в закрытом сухом проветриваемом помещении семена не теряют всхожести в течение 3 и более лет.

При посеве одних и тех же семян часто можно наблюдать появление растений различной окраски. Если растение имеет белые цветки, то его нужно изолировать от растений, цветущих синими цветками, так как при перекрестном опылении происходит вытеснение белой формы.

Чтобы сохранить понравившийся сорт (или окраску), можно расчеренковать наиболее понравившиеся кусты. Для этого до цветения, примерно в середине июня, нарезают черенки – верхушки побегов длиной 12–15 см, ошмыгивают (удаляют) нижние листочки, обмакивают в Корневин или замачивают на 6 часов в Гетероауксине, которые можно найти в продаже в специализированных магазинах, и высаживают в емкость с песком, прикрыв черенки банкой. Поливать нужно очень осторожно, стараясь больше опрыскивать растения. Через месяц они укоренятся, а через два их можно высадить на участке в питомник, где они будут зимовать. Обратите внимание, что чем раньше вы расчеренкуете растения, тем раньше у вас будет возможность высадить их в грунт. Это очень важно, чтобы растения успели укорениться и окрепнуть, что позволит повысить их перезимовку.

После 5–6 лет выращивания на одном месте растения желательно пересадить. В литературе встречаются рекомендации делить иссоп. Этот способ размножения возможен, но не является оптимальным, так как корни у деленок довольно слабые, и травму при делении куст получает сильную. Поэтому лучше воспользоваться зеленым черенкованием.

КОПТИК

Иван Константинович

В сентябре 2016 г. исполнилось 80 лет со дня рождения известного ученого-селекционера, лауреата Государственной премии Республики Беларусь, доктора сельскохозяйственных наук Ивана Константиновича Коптика

Родился Иван Константинович 27 сентября 1936 г. в деревне Рачкевичи Копыльского района Минской области в многодетной семье. С 1945 по 1955 г. учился в Рачкевичской начальной и Тимковичской средней школе им. Кузмы Черного. После окончания школы в течение трех лет работал в колхозе им. Калинина Тимковичского сельского совета. По рекомендации агронома колхоза пошел учиться в Белорусскую сельскохозяйственную академию, которую окончил в 1963 г. по специальности агрономия со специализацией селекция и семеноводство. Был направлен в Белорусский научно-исследовательский институт земледелия (ныне РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию») в качестве младшего научного сотрудника отдела озимых зерновых культур по селекции озимой пшеницы. В то время озимая пшеница в республике не пользовалась авторитетом, она занимала небольшие площади, а сортов собственной селекции вообще не было.

Через два года Иван Константинович стал старшим научным сотрудником, в 1973 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исходный материал и селекция озимой пшеницы интенсивного типа в условиях Белоруссии». В течение 25 лет плодотворно работал старшим научным сотрудником лаборатории озимой пшеницы Белорусского научно-исследовательского института земледелия. С 1987 по 2003 гг. заведовал лабораторией озимой пшеницы Белорусского научно-исследовательского института земледелия. В 1996 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Селекция озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в условиях Беларуси».

И.К. Коптик написал более 170 научных статей, получено 18 патентов и 23 авторских свидетельства. Большим достижением явилось создание короткостебельных сортов озимой пшеницы с высоким потенциалом продуктивности: Навіна, Ода, Символ, Элегия, Конвеер, Уздым, Сюіта.

Испытывавшиеся в 2009 г. на территории Германии (Нижняя Саксония) сорта озимой пшеницы Капылянка и Сюіта превысили по урожайности все



немецкие и французские сорта. Сорт Капылянка, семена которого хранятся в банке генетических ресурсов в Гатэрслэбэне (Германия), признан уникальным сортом по качеству зерна.

Разработана и внедрена система прогрессивных технологий по получению продовольственного зерна. Эти разработки внесли существенный вклад в научное обеспечение по созданию и внесению в Госреестр сортов для разного уровня плодородия почв, а также для самообеспечения народного хозяйства Республики Беларусь собственным пшеничным зерном.

В 1997 г. Ивану Константиновичу Коптику присвоено звание «Заслуженный работник сельского хозяйства Республики Беларусь», а в 1998 г. коллектив лаборатории озимой пшеницы во главе с Иваном Константиновичем получил Государственную премию РБ в области науки и техники за создание системы сортов и технологии производства зерна озимой пшеницы продовольственного назначения. Помимо этого, И.К. Коптик награжден почетной грамотой Президиума Верховного Совета БССР, медалями ВДНХ (г. Москва), изобретатель СССР, грамотами Национальной академии наук, Министерства сельского хозяйства и продовольствия, Минского облисполкома. За результаты работы и внедрение в производство сортов озимой пшеницы награжден автомобилем Волга-3110. В течение 20 лет являлся членом координационного Совета ВАСХНИЛ по озимой пшенице.

В настоящее время сорта озимой пшеницы, созданные И.К. Коптиком, занимают подавляющее большинство площадей в сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь.

От всей души желаем юбиляру крепкого здоровья, долгих лет жизни.

Э.П. Урбан,

доктор с.-х. наук,

заместитель генерального директора по науке "НПЦ НАН Беларуси по земледелию"

Аутко Александр Александрович

В сентябре 2016 года исполнилось 70 лет известному ученому – специалисту в области овощеводства, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Александру Александровичу Аутко

Родился А.А. Аутко в деревне Житомя Гродненской области. В 1960–1965 гг. учился в Новогрудском сельскохозяйственном техникуме, успешно совмещая освоение профессиональных навыков с обучением в музыкальной школе и с занятиями спортом, по 6 видам которого получил высокие спортивные разряды.

Уже в те далекие годы его активное участие в общественной жизни коллектива способствовало не только разностороннему развитию личности, но и формированию чувства ответственности, самодисциплины, высокой требовательности к себе, что в дальнейшем позволило А.А. Аутко занять лидирующие позиции в его многопрофильной профессиональной деятельности на всех доверенных ему постах.

В техникуме он получил надежный базовый запас знаний в интересующей его области, что позволило в будущем, во время учебы в Гродненском сельскохозяйственном институте, который он успешно окончил в 1973 г., освоить учебную программу трех последних курсов экстерном в течение полугода.

По окончании техникума в 1965 г. А.А. Аутко был назначен главным агрономом колхоза им. Суворова Волковысского района Гродненской области, но вскоре был отозван для прохождения воинской службы. После демобилизации из рядов Вооруженных сил СССР в 1968 г. он получил назначение на должность главного агронома весьма отстающего по основным показателям колхоза им. Заслонова Гродненского района, урожайность зерновых культур на полях которого на тот момент не превышала 6–7 ц/га. Однако, уже спустя 4 года, благодаря самоотверженной работе молодого специалиста, она достигла рекордной для того времени величины – 27 ц/га.

В 1972 г. А.А. Аутко перешёл на работу в Белорусский НИИ картофелеводства и плодоовощеводства, в котором он прошел трудовой путь от старшего техника, младшего и старшего научного сотрудника до директора института. Это были годы личностного и научного становления А.А. Аутко, ставшего впоследствии известным ученым в области овощеводства не только в нашей республике, но и в странах дальнего и ближнего зарубежья.



Он принимал активное участие в разработке новых высокоэффективных технологий возделывания овощных культур, что потребовало от него глубоких знаний в области почвоведения, агрохимии, микробиологии, фитопатологии, физиологии и биохимии растений. Так, впервые им была разработана технология возделывания моркови на узкопрофильных грядах, усовершенствованы технологии выращивания лука-севка и лука репчатого в однолетней и двухлетней культуре, столовых корнеплодов, капусты белокочанной различных групп спелости, в том числе в безрассадной культуре, фасоли спаржевой, кабачка, огурца в расстилочной и шпалерной культуре. Наряду с этим были разработаны технологии производства грунтовой рассады капусты, кассетной рассады огурца, томата, перца, капусты и цветочных культур, ряда лекарственных и пряно-ароматических растений, а также технологии возделывания валерианы лекарственной, мяты лекарственной, душицы обыкновенной, котовника кошачьего и шалфея лекарственного. В этот же период были созданы технологии производства и предпосевной подготовки семян моркови, капусты белокочанной, свеклы столовой, огурца и лука. На базе тепличного хозяйства «Берестье» Брестской области в рамках региональной научно-технической программы и Программы Союзного государства совместно со специалистами хозяйства была разрабо-

тана гидропонная бесубстратная технология производства огурца и томата для защищенного грунта, которая внедрена на всей площади в данном тепличном комбинате. Большой вклад в создание этой технологии внесли директор комбината Н.Н. Долбик и аспирант М.А. Долбик.

Эта работа проводилась совместно с сотрудниками вверенного ему института и ряда других учреждений НАН Беларуси, в том числе Центрального ботанического сада, Института защиты растений, Института микробиологии, Института почвоведения и агрохимии, Института генетики и цитологии, Института биофизики и клеточной инженерии, Центрального научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства, Всероссийского научно-исследовательского института сельского хозяйства и Всероссийского научно-исследовательского института селекции и семеноводства.

В общей сложности А.А. Аутко за 44-летний период научной деятельности создал и усовершенствовал 25 технологий возделывания овощных культур для семенных и продовольственных целей. Им также разработаны впоследствии утвержденные Минздравом Республики Беларусь технические условия, технологические инструкции и рецептуры на производство более 20 видов овощных нектаров и цукатов.

Также осуществлялись работы и по созданию специализированной техники для реализации данных технологий, в которых проявились незаурядные инженерно-конструкторские способности А.А. Аутко. В частности, им в соавторстве с сотрудниками института и конструкторами предприятий были созданы новые образцы сельскохозяйственной техники для овощеводства, включая различные виды высевочных аппаратов однозернового посева семян, 5 модификаций сеялок для посева в открытом грунте, малогабаритная сеялка для посева в теплицах, агрегат для укрытия посевов пленкой, технологическая линия производства рассады и машин для посадки рассады и маточного материала, ухода за посевами и агрегат для прополки сорной растительности, комплекс уборочных машин, установки обеззараживания, инкрустации, шлифовки и барботирования семян.

Была разработана технологическая линия приготовления торфяных субстратов для контейнерной культуры и установка заполнения субстратом полиэтиленовых пакетов. Была создана новая конструкция передвижной пленочной теплицы и малогабаритной теплицы для населения с автоматической регуляцией микроклимата при выращивании овощных культур.

Всего было разработано и изготовлено более тридцати видов техники и оборудования, которые сыграли свою значимую роль на каждом этапе развития отрасли овощеводства.

Особо плодотворная и творческая работа сложилась с ПООО «Техмаш» и ее директорами П.И. Циркуновым и С.Г. Яговдиком. На этом предприятии в настоящее время разработа-

но и производится более 20 видов специализированных машин для овощеводства, и оно является в настоящее время единственным предприятием по выпуску данной техники среди стран СНГ. На предприятии ОАО Приборостроительный завод «Оптрон» сосредоточено производство разработанных модифицированных посевных машин и технологических тележек для защищенного грунта.

Предметом особой гордости А.А. Аутко в те годы была созданная впервые в СССР технологическая оснастка производства пластиковых кассет с 64–144 ячейками для выращивания рассады овощных, цветочных и лекарственных культур. По его инициативе было организовано их промышленное производство на ОАО «Белвторполимер», что позволило уже на сегодняшний день выпустить более 600 тыс. шт. кассет, использование которых обеспечивает ежегодное получение более 70 млн шт. рассады.

По результатам многолетних комплексных исследований им были успешно защищены две диссертации: в 1977 г. – кандидатская, в 1993 г. – докторская. Большую роль в становлении ученого оказал его научный руководитель – доктор сельскохозяйственных наук, профессор В.П. Переднев. В период работы в Бел НИИ КПО А.А. Аутко много внимания уделял и общественной работе – избирался секретарем партийной организации, продолжительное время возглавлял Совет молодых ученых и специалистов института и Минской области.

К середине 90-х годов прошлого столетия благодаря необычайным творческим и организаторским способностям А.А. Аутко, уже занявшего к тому времени лидирующие позиции в овощеводческой отрасли, была создана масштабная теоретическая и техническая база для дальнейшего развития данного направления, что, в свою очередь, требовало более интенсивного освоения научных разработок. Это и побудило его уйти с должности заместителя директора Бел НИИ КПО по научной работе на производство. В 1995 г. по его инициативе было создано ЗАО «Агротон», а в 1996 г. – научно-производственная ассоциация «Белорусское овощеводство», в которых было развернуто не только широкомасштабное освоение разработанных им технологий, но и их дальнейшее совершенствование.

Несмотря на малочисленность коллектива, насчитывавшего лишь 6 сотрудников, ему удалось всего за 3 года освоить и внедрить более чем в 80 районах республики технологию возделывания моркови на узкопрофильных грядах, широко используемую в настоящее время повсеместно на территории республики. Это был период очень напряженной технической и организаторской работы. Впоследствии в ассоциации ежегодно проводились республиканские и международные семинары с участием зарубежных ученых и специалистов для овощеводческих хозяйств, где демонстрировались современные технологии, что способствовало интенсивному развитию овощеводства республики.

В 1999 г. по предложению Аграрной академии наук Беларуси А.А. Аутко был приглашен на работу в должности директора РУП «Институт овощеводства».

Сразу же им был обозначен широкий спектр научных и практических задач, требовавших

скорейшего решения. Одним из основных приоритетов являлось существенное расширение и углубление селекционных исследований, направленных на создание новых отечественных сортов и гибридов овощных культур, разработка высокоэффективных технологий производства семян и овощей, а также создание новых средств механизации для овощеводства открытого и защищенного грунта.

Реализация этих задач обеспечила кардинальное улучшение материально-технической базы института. К чести нового директора, он чрезвычайно бережно относился к достижениям своих предшественников на этом посту, рассматривая их в качестве фундамента для дальнейшей работы, руководствуясь девизом, что нет хорошего настоящего без надежного прошлого. Особенно продуктивно, по-доброму сложились его отношения с бывшим директором института, чл.-корр. Г.И. Ганушем, к советам и пожеланиям которого он постоянно прислушивался.

Вместе с тем А.А. Аутко понимал, что невозможно продуктивно развивать научные исследования без наличия в коллективе молодых профессионалов. В связи с этим по его инициативе на базе Института овощеводства была организована аспирантура, в которой его ученики прошли обучение и в короткие сроки подготовили и успешно защитили кандидатские диссертации по наиболее актуальным проблемам овощеводства. В их числе А.П. Шкляр, Л.Ю. Забара, Ю.В. Данилевич, А.И. Аксенок, Н.В. Мойсевич, А.И. Чайковский, А.М. Долбик. В эти же годы под руководством А.А. Аутко было подготовлено 3 доктора сельскохозяйственных наук – И.П. Козловская и Ю.М. Забара, В.Ф. Степура. За активную деятельность в подготовке научных кадров высшей квалификации и научные достижения в 2009 г. А.А. Аутко было присвоено ученое звание профессора.

Весьма внушительны и результаты селекционных исследований сотрудников Института овощеводства в период его руководства, за время которого было создано 60 отечественных сортов и гибридов овощных культур.

В период руководства институтом А.А. Аутко уделял значительное внимание созданию материально-технической базы для проведения научных исследований. Благодаря его незаурядным организаторским способностям была создана современная техническая база для выполнения экспериментальных работ. В частности, на опытных полях было осуществлено строительство системы орошения овощных культур путем капельного полива и дождевания, включающей водоем, скважину, насосную станцию и систему водоводов, не имеющей аналогов в научных учреждениях не только в СНГ, но и в большинстве европейских стран. Введены в строй современное овощехранилище для маточного материала и овощной продукции, цеха выделения семян и их предпосевной подготовки а также цеха для квашения, соления и предреализационной подготовки овощей; построены подстанция, котельная и создано сушильное хозяйство. Были реконструированы и оснащены современным оборудованием биолaborатория, а также лаборатория агрохимических и иммунологических исследований.

Большой заслугой А.А. Аутко является создание им первого на постсоветском пространстве Музея овощеводства, в котором представлена информация о научных достижениях нескольких поколений более 300 ведущих ученых-овощеводов стран СНГ.

Он был инициатором и принимал активное участие в издании книги «Летопись белорусского овощеводства», в которой изложены автобиографические данные 129 ученых, работавших в области овощеводства за 85-летний период со дня образования института.

Результаты научных исследований А.А. Аутко опубликованы более чем в 450 научных работах, в том числе в 25 книгах и монографиях, которыми руководствуются в своей работе специалисты в области растениеводства и овощеводства. Основные положения этих работ используются также в учебном процессе высших и средних учебных заведений Беларуси и России. За весь период своей разноплановой деятельности А.А. Аутко получены 45 авторских свидетельств и патентов.

А.А. Аутко является инициатором начала развития новой отрасли в республике – бахчеводства и в настоящее время осуществляет разработку технологии возделывания арбуза на промышленной основе в различных регионах Беларуси.

Проводит научные исследования по разработке технологии и комплекса машин для возделывания овощных культур и картофеля без применения гербицидов или при снижении применения средств защиты растений в 4-5 раз. Это позволит получать продукцию высокого качества и осуществлять здоровое питание населения.

Значительный вклад А.А. Аутко в развитие овощеводства в республике снискал ему заслуженное признание в научном мире, у руководства республики, а также среди овощеводов-практиков. Он является членом Государственного научно-технического экспертного совета по производству, переработке и сохранению сельскохозяйственной продукции, членом Президиума белорусско-российского общественного комитета «Союз».

За свои научные и технические достижения А.А. Аутко награжден медалью Франциска Скорины, является дважды лауреатом премии НАН Беларуси, награжден почетной грамотой НАН Беларуси, почетными грамотами Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, почетной грамотой ГКНТ РБ, удостоен звания «Изобретатель СССР», награжден серебряной медалью ВДНХ СССР, золотой медалью Международной выставки «Теплицы России», серебряной медалью Международной выставки «Золотая осень» в России.

С.И. Гриб, В.Н. Шлапунов
академики НАН Беларуси,
Г. И. Гануш
член-корреспондент НАН Беларуси

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

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

1. Принимаются рукописи, ранее не публиковавшиеся, с рецензией и сопроводительным письмом в 1 экземпляре (не ксерокопия), напечатанные шрифтом Times New Roman, 14-й кегль, межстрочный интервал – полуторный, объем статьи – до 10 страниц, подписанные всеми авторами, и электронный вариант статьи (дискета, компакт-диск, флеш-носитель) либо по E-mail. Таблицы набираются непосредственно в Word **в книжной ориентации**, размер шрифта 8-11, интервал одинарный; количество – не более 6. Формулы составляются в редакторе формул Microsoft Equation. Рисунки (диаграммы, графики, схемы) должны быть подготовлены **в черно-белом изображении**; подписи к рисункам и схемам пишутся отдельно. Они приносятся дополнительно к статье в той программе, в которой выполнены (например, в Excel), чтобы была возможность при необходимости их редактировать. **Фото** в электронном виде необходимо присылать **отдельно в формате tif, jpg, а не вставленное в WORD**.
2. Статья должна содержать:
 - индекс УДК;
 - название статьи;
 - фамилию, имя, отчество автора (авторов);
 - научная степень (если есть), должность, наименование организации;
 - аннотацию объемом **до 10 строк** (на русском и английском языках);
 - введение;
 - основную часть;
 - заключение;
 - список цитированных источников, оформленный в соответствии с требованиями ВАК Республики Беларусь.
3. Данные для связи с автором: телефон, адрес электронной почты, место работы, должность, ученая степень, звание.

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

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

ИЗДАТЕЛЬ: ООО «Земледелие и защита растений»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

E-mail: ahova_raslin@tut.by

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

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

Подписано в печать 18.10.2016 г. Формат 60х84/8. Бумага офсетная Тираж 1200 экз. Заказ № _____. Цена свободная
Отпечатано в типографии «Акварель Принт» ООО «Промкомплекс». Ул. Радиальная, 40-202, 220070, Минск
ЛП 02330/78 от 03.03.2014 до 29.03.2019. Свидетельство о ГРИИРПИ № 2/16 от 21.11.2013 г.