

А.В. КОЗЛОВ¹, И.П. УРОМОВА¹, А.Х. КУЛИКОВА²

¹ Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина (Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация

² Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина, Ульяновск, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И КАРТОФЕЛЯ

Аннотация. В работе рассмотрены результаты микрополевых опытов, заложенных в 2014-2015 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве Борского района Нижегородской области, с изучением действия кремнийсодержащих стимуляторов роста Силиплант, Энергия-М и Мивал-Агро на общую биопродуктивность, и показатели качества озимой пшеницы сорта *Московская 39* и картофеля сорта *Ред Скарлет*. В опытах установлено положительное действие всех изученных стимуляторов роста растений. Наилучшими и достоверными результатами отмечены варианты с препаратами, имеющими в основе кремний и его соединения. Некремниевый стимулятор роста растений Крезацин также отмечался положительным действием на продуктивность и качество сельскохозяйственных культур, однако данное действие имело вид тенденций.

Общая биологическая продуктивность растений озимой пшеницы в значительной степени увеличивалась (на 32%) при применении комплексного стимулятора роста Мивал-Агро. Общая биомасса картофеля максимально повышалась (на 40%) при применении стимулятора роста Энергия-М.

Из всех изученных стимуляторов роста на товарную часть озимой пшеницы (зерно) в существенной степени оказал свое действие препарат Мивал-Агро (прибавка по отношению к контролю 31%), а на товарную часть картофеля (клубни) – препарат Энергия-М (прибавка по отношению к контролю 37%). В отношении нетоварной части урожая пшеницы (солома) и картофеля (ботва) значительное действие оказали те же препараты с прибавками в массе в 32% и 45% соответственно.

Препараты Энергия-М и Мивал-Агро способствовали повышению накопления не только клейковины в зерне (на 6% и 9%) и клетчатки в соломе (на 11% и 13%) пшеницы, но и крахмала (на 13% и на 12%) и витамина С (на 52% и на 51%) в клубнях картофеля по отношению к естественному плодородию почвы.

Ключевые слова: озимая пшеница, картофель, кремнийсодержащие стимуляторы роста, Силиплант, Энергия-М, Мивал-Агро, Крезацин, биологическая продуктивность культуры, структура урожая, показатели качества.

A.V. KOZLOV¹, I.P. UROMOVA¹, A.H. KULIKOVA²

¹ Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

² Stolypin Ulyanovsk State Agricultural Academy, Ulyanovsk, Russian Federation

INFLUENCE OF SILICEOUS GROWTH FACTORS ON BIOLOGICAL EFFICIENCY AND INDICATORS OF QUALITY WINTER WHEAT AND POTATOES

Abstract. In work results of the microfield experiments put in 2014-2015 on the cespitose and podsolonchik sandy loam soil of the Borsky region of the Nizhny Novgorod Region with studying of action of siliceous growth factors of Siliplant, Energy-M and Mival-Agro on the general bioproductivity and indicators of quality of winter wheat of a grade Moscow 39 and potatoes of a grade of Red Scarlet are considered. In experiences positive action of all studied growth factors of plants is estab-

lished. The best and reliable results noted options with the preparations having in a basis silicon and its connections. Not silicon growth factor of plants Krezatsin was also noted by positive action on efficiency and quality of crops, however this action had an appearance of tendencies.

The general biological efficiency of plants of winter wheat substantially increased (by 32%) at application of a complex growth factor of Mival-Agro. The general biomass of potatoes as much as possible increased (by 40%) at application of a growth factor Energy-M.

From all studied growth factors on commodity part of winter wheat (grain) in essential degree the preparation Mival-Agro (an increase in relation to control of 31%), and has the effect on commodity part of potatoes (tubers) – the preparation Energy-M (an increase in relation to control of 37%). Concerning non-commodity part of a crop of wheat (straw) and potatoes (tops of vegetable) the same preparations with increases in weight in 32% and 45% respectively have considerable effect.

The preparations Energy-M and Mival-Agro promoted increase of accumulation not only a gluten in grain (for 6% and 9%) and celluloses in straw (for 11% and 13%) wheat, but also starch (for 13% and for 12%) and vitamin C (for 52% and for 51%) in potatoes tubers in relation to natural fertility of the soil.

Keywords: winter wheat, potatoes, siliceous growth factors, Siliplant, Energy-M, Mival-Agro, Krezatsin, biological efficiency of culture, structure of a crop, quality indicators.

Введение

В современных условиях повышение эффективности производства озимой пшеницы и картофеля возможно на основе использования качественного посевного (посадочного) материала в сочетании с комплексом агротехнологий, оптимизированных внедрением биологических приемов повышения товарной биопродуктивности, качества и экологической безопасности получаемого продукта [2, 27].

Для решения такой задачи в последнее время активно применяются различные биологически активные вещества с комплексным действием. Как указывают многие авторы [21, 22, 26], применение фиторегуляторов на многих культурах и, в том числе на озимой пшенице и картофеле, положительно влияет на рост и развитие, а также на общее состояние растения и его иммунитет.

В современной агробиологической практике широко известны такие препараты-стимуляторы роста растений, как Гуми-20, Плодородие, Экстрасол-55, Фитохит, Эль-1, Циркон, Эпин, Микромак и многие другие. Эффективность данных препаратов проходит многолетнюю апробацию в производстве, а их изучению посвящено достаточно много работ в научной периодике [21].

Однако есть и принципиально другая группа регуляторов роста, которые в своем составе содержат кремний различных видов и форм. Особенность таких препаратов заключается не только в содержании малоизученного элемента питания растений, но и в том, что кремний здесь может быть представлен в виде как неорганического (ионного) состояния, который усваивается растением в основном только как питательный элемент, но также и в виде органических веществ – силатранов. Данные вещества, в свою очередь, являются не только носителями непосредственно кремния в доступной форме, но также и веществами, проявляющими свой стимулирующий эффект в отношении роста и развития растений на биохимическом и физиологическом уровнях [3, 8, 12].

Эффективность применения кремнийсодержащих стимуляторов роста, в частности при выращивании озимой пшеницы и картофеля, обосновывается исследованиями ряда авторов [1, 10, 14, 18, 19, 23, 28]. Однако полноценных сведений здесь недостаточно. В основном таковые исследования основаны на совместном применении стимуляторов роста и кремнийсодержащих агроруд – диатомитов и цеолитов [6, 11, 13, 20].

Также, ранее [7, 9] нами в строго контролируемых условиях вегетационных опытов было установлено, что кремнийсодержащая агроруда диатомит в различных дозах способна

оказывать положительное воздействие на биопродуктивность злаковых культур, повышая при этом содержание клейковины в зерне и клетчатки в соломе.

В рамках настоящих исследований была поставлена задача изучить в условиях микрополевого опыта влияние кремнийсодержащих стимуляторов роста Силиплант, Энергия-М и Мивал-Агро, а также некремниевого стимулятора – Крезацин, на биопродуктивность озимой пшеницы и картофеля, структуру их урожая и на некоторые показатели качества.

Объекты и методы исследований

Крезацин (трис(2-гидроксиэтил)аммоний о-толилоксиацетат) – регулятор роста, в физиологическом смысле является адаптогеном широкого спектра действия растений и животных. Данный препарат повышает устойчивость организма к длительному воздействию неблагоприятных факторов: пониженной и повышенной температуры, пониженному содержанию кислорода, засухи и многих других.

В растениях препарат способствует усилению биосинтеза белков и нуклеиновых кислот, повышает активность ферментов. Крезацин способствует активизации устойчивости организмов к болезням, что проявляется в увеличении естественной продуктивности: повышению урожайности и качества продукции.

Силиплант – кремнийсодержащее жидкое удобрение. В состав препарата входит кремний и калий (13-21 мг/л), а также микроэлементы в легкодоступной для растений хелатной форме (г/л): Fe – 0,44-0,54; Mg – 0,12-0,13; Cu – 0,09-0,27; Zn – 0,74-0,87; Mn – 0,32-0,37; Mo – 0,06-0,074; Co – 0,020-0,024; B – 0,094-0,112.

Кремний в комплексе с микроэлементами, входящими в состав препарата, повышает морозоустойчивость и засухоустойчивость, активность фотосинтеза, а также способствует активному росту корневой системы и листового аппарата. Он принимает активное участие в нуклеиновом, белковом и углеводном обмене, стимулирует фосфолирирование и другие процессы обмена, в том числе транспорт протеинов и углеводов. Крезацин способствует повышению активности ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных процессах растительных клеток.

Энергия-М кремнеауксиновый регулятор роста растений. В состав препарата входит триэтаноламмониевая соль ортокрезоксиуксусной кислоты, являющаяся синтетическим фитогормоном (биогенным амином) и аналогом содержащихся в растениях фитогормонов; а также 1-хлорметилсилатран (силацин), представитель группы химических веществ силатранов, в которых кремний находится в биологически активной форме.

В отношении культурных растений данный стимулятор роста имеет антиоксидантное действие, направленное на ингибирование перекисного окисления липидов в мембране клетки; адаптогенное действие, направленное на повышение устойчивости сельскохозяйственных культур к экстремальным температурам (засуха, заморозки) или к резким сменам погодных условий; фунгицидное действие, существенно повышающее устойчивость растений к грибным и вирусным заболеваниям.

Мивал-Агро – кремнийорганический биостимулятор комплексного действия. Препарат аналогичен по действию с гетероауксином, но при этом он проявляет свойства криопротектора (защита от холодов) и адаптогена (позволяет растению приспособиться к меняющимся условиям окружающей среды).

В состав действующих компонентов Мивала-Агро входит триэтаноламмониевая соль ортокрезоксиуксусной кислоты (760 г/кг) + хлорметилсилатран (190 г/кг). Кроме кремнесодержащего соединения «Мивал», в состав препарата входит аналог фитогормонов из группы ауксинов – Крезацин, являющейся фитоадаптогеном и фитоантиоксидантом.

Действие данного стимулятора роста направлено на синтез белка и нуклеиновых кислот в клетках растений. Препарат Мивал-Агро способствует укреплению защитных свойств растений, повышает выносливость к экстремальным погодным условиям, увеличивает урожайность овощей, плодов и ягод в среднем до 25-30%. Применение Мивала-Агро активно

стимулирует корнеобразование, повышение содержания витаминов в плодах и корнеплодах, снижение накопления нитратов и тяжелых металлов в товарной части урожая. Также препарат способствует снижению поражаемости растений корневыми гнилями различной, в том числе инфекционной, этиологии.

В 2014 году на базе картофелеводческого предприятия ООО «Элитхоз» Борского района Нижегородской области был заложен микрополевым опытом с озимой пшеницей сорта *Московская 39* (опыт № 1), а в 2015 году – с картофелем сорта *Ред Скарлет* (опыт № 2). На данных культурах проводили испытания по влиянию кремнийсодержащих регуляторов роста (Силиплант, Энергия-М и Мивал-Агро) на урожайность и некоторые показатели качества получаемой продукции. Крезацин был использован также и в качестве варианта сравнения, поскольку его действующее вещество не содержит кремния, но входит в состав препарата Мивал-Агро.

Схема опытов предусматривала вариант без обработок (Контроль), а также варианты с обработками растений Крезацином, Силиплантом, Энергией-М и Мивалом-Агро. Дозы для обработки были взяты в соответствии с рекомендациями производителя (таблица 1). Обработку каждым препаратом проводили трехкратно: обработка семян пшеницы и клубней картофеля путем их замачивания в растворах препаратов; обработка культур весной 2015 г. в начале роста (пшеница – в фазе кущения, картофель – в фазе третьего листа), а также обработка в летний период 2015 г. во время активной вегетации (пшеница – в фазе начала цветения, картофель – в фазе бутонизации).

Таблица 1 – Исходные дозы регуляторов роста, используемых в микрополевым опыте

№ п/п	Регулятор роста	Способ применения, дозы			Кратность применения
		почва	семена	растения	
1	Энергия-М (ЭМ)	–	5 г/т	10 г/га	3-кратная
2	Мивал-агро (МА)	–	5 г/т	10 г/га	3-кратная
3	Силиплант (СП)	–	60 мл/т	3 л/га	3-кратная
4	Крезацин (КЗ)	–	0,5 г/т	6 г/га	3-кратная

Микрополевые опыты были заложены на одном участке, сложенным дерново-подзолистой легкосуглинистой почвой, которая характеризуется низким содержанием гумуса, среднекислой реакцией среды, а также средней обеспеченностью подвижными формами фосфора и калия. Пшеницу убирали в фазу полной спелости зерна (август 2015 г.), картофель – в фазу усыхания ботвы (сентябрь 2015 г.). Площадь делянки – 1 м², расположение делянок рендомизированное, повторность в опыте – четырехкратная.

В опытах определяли степень влияния кремнийсодержащих стимуляторов роста на биологическую продуктивность и некоторые показатели качества озимой пшеницы и картофеля. Общую биомассу и массу частей урожая определяли непосредственно в поле весовым методом.

Лабораторно-аналитическая часть исследований выполнена в Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды при ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина» (Мининский университет). В зерне озимой пшеницы определяли содержание клейковины весовым методом с отмыванием неспецифических водорастворимых веществ из муки зерна [4], в соломе – содержание клетчатки по методу Кюршнера и Ганека в модификации А.В. Петербургского. В клубнях картофеля определяли содержание крахмала поляриметрическим методом по Эверсу и содержание витамина С титриметрическим методом по Плешкову [15, 16, 17]. Аналитическая повторность в опыте – трехкратная.

Математическая обработка результатов исследований выполнена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [5] с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007 и Statistica 6.0.

Результаты исследований и их обсуждение

В опыте № 1 установлено положительное влияние исследуемых стимуляторов роста на общую биопродуктивность и структуру урожая озимой пшеницы (таблица 2).

Общая биологическая продуктивность озимой пшеницы увеличивалась на вариантах, сопровождающихся обработкой растений Силиплантом, Энергией-М и Мивалом-Агро. Максимальная прибавка здесь была отмечена при обработке Мивалом-Агро (32%). Обработка культуры Энергией-М и Силиплантом дала примерно равноценное увеличение ее биопродуктивности – на 14% и 16% соответственно. На варианте с обработкой растений Крезацином биопродуктивность повышалась недостоверно.

Аналогичная закономерность оказалась в отношении зерна и соломы культуры. Вариант с обработкой Крезацином не дал достоверной прибавки в урожайности, но был положителен по отношению к контролю – соответственно 5% и 10%. В отношении остальных препаратов следует указать, что на вариантах с обработкой растений Мивалом-Агро была получена наибольшая и примерно одинаковая прибавка как в зерне (на 31%), так и в соломе (32%). Обработка культуры Силиплантом также способствовала увеличению урожайности на 14% и 18%, а обработка Энергией-М – на 12% и 15% соответственно по зерну и соломе.

Таблица 2 – Влияние регуляторов роста на общую биопродуктивность и структуру урожая озимой пшеницы

Вариант	Биопродуктив- ность, г/делянка		Структура урожая				
			зерно, г/делянка		солома, г/делянка		З : С
	среднее	± к кон- тролю	среднее	± к кон- тролю	среднее	± к кон- тролю	
Контроль	562	—	251	—	311	—	1 : 1,24
Крезацин	606	44	264	13	342	31	1 : 1,30
Силиплант	653	91	286	35	367	56	1 : 1,28
Энергия-М	638	76	280	29	358	47	1 : 1,28
Мивал-Агро	739	177	329	78	410	99	1 : 1,25
<i>НСР₀₅</i>	46		24		32		—

Также необходимо указать, что исследуемые препараты всегда в большей степени проявляли свое положительное действие в отношении соломистой части урожая, чем в зерновой. Так, в части соотношения зерна и соломы в общей биомассе озимой пшеницы отмечается, что на всех вариантах с кремнийсодержащими стимуляторами роста доля соломы в общей массе урожая всегда была несколько увеличена по отношению к контролю, но при этом снижена по отношению к варианту с некремниевым препаратом Крезацином. На варианте с последним соотношение З : С было наибольшим.

Результаты опыта № 2 по выявлению эффективности действия стимуляторов роста на биологическую продуктивность и структуру урожая картофеля показаны в таблице 3.

Подобно результатам опыта № 1 с озимой пшеницей здесь общая биологическая продуктивность картофеля также повышалась на всех исследуемых вариантах. Минимальная и незначительная прибавка (13%) была отмечена на варианте обработки растений некремниевым препаратом Крезацином. От применения Силипланта и Мивала-Агро на культуре картофеля были получены прибавки соответственно в 21% и 34% по отношению к контролю. Наибольшая продуктивность была зафиксирована на варианте с обработкой растений препаратом Энергия-М. Здесь увеличение общей биомассы составило 40%.

Аналогичная закономерность прослеживалась и в отношении структуры урожая картофеля. Так, на варианте с Крезацином прибавка в урожайности клубней и ботвы картофеля составила соответственно 10% и 18%. Однако только в отношении ботвы данное увеличение оказалось статистически доказуемо. В отношении клубней Крезацин проявил тенденцию к увеличению их биомассы.

Таблица 3 – Влияние регуляторов роста на общую биопродуктивность и структуру урожая картофеля

Вариант	Биопродуктивность, кг/делянка		Структура урожая				
			клубни, кг/делянка		ботва, кг/делянка		К : Б
	среднее	± к контролю	среднее	± к контролю	среднее	± к контролю	
Контроль	3,72	–	2,46	–	1,26	–	1 : 0,51
Крезацин	4,20	0,48	2,71	0,25	1,49	0,23	1 : 0,55
Силиплант	4,50	0,78	2,92	0,46	1,58	0,32	1 : 0,54
Энергия-М	5,20	1,48	3,37	0,91	1,83	0,57	1 : 0,54
Мивал-Агро	5,00	1,28	3,25	0,79	1,75	0,49	1 : 0,54
НСР₀₅	0,52		0,40		0,17		–

Наибольшая масса клубней и ботвы картофеля была получена на варианте с обработкой растений Энергией-М: 37% – по клубням и 45% – по ботве. Стимуляторы роста Силиплант и Мивал-Агро в меньшей степени оказывали свое положительное действие на структуру урожая картофеля: на 19% и 32% увеличивался выход клубней, а на 25% и 39% – выход ботвы культуры.

Также необходимо указать, что все исследуемые стимуляторы роста свое положительное действие в большей степени проявляли по отношению к зеленой части урожая – ботве культуры картофеля, что наглядно показано в соотношении К : Б. Здесь видно, что по отношению к контролю доля ботвы на исследуемых вариантах с кремнийсодержащими препаратами всегда была выше, но не существенно различалась между вариантами. Как и в случае со структурой урожая озимой пшеницы на варианте с обработкой растений некремниевым стимулятором роста Крезацином доля ботвы картофеля была максимальной, а ее соотношение с массой клубней – наибольшим.

Помимо общих показателей, в опыте № 1 также учитывались изменения в накоплении зерном озимой пшеницы клейковины, а ее соломой – клетчатки (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние регуляторов роста на показатели качества озимой пшеницы

Вариант	Содержание клейковины в зерне, %		Содержание клетчатки в соломе, %	
	среднее	± к контролю	среднее	± к контролю
Контроль	35,0	–	30,4	–
Крезацин	35,9	0,9	31,8	1,4
Силиплант	36,4	1,4	32,5	2,1
Энергия-М	37,0	2,0	33,6	3,2
Мивал-Агро	38,1	3,1	34,2	3,8
НСР₀₅	1,6		1,9	
Справочные данные [24]	37,2		35 – 40	

Так, содержание клейковины в зерне пшеницы повышалось на вариантах с обработкой культуры всеми исследуемыми препаратами. Однако только в отношении вариантов с препаратами Энергия-М и Мивал-Агро было отмечено достоверное повышение содержания

ценного белка в зерне. Здесь увеличение накопления клейковины соответственно составило 6% и 9% по отношению к контрольному варианту.

Накопление клетчатки в солоистой части урожая пшеницы также увеличивалось от применения стимуляторов роста. На варианте с обработкой растений Силиплантом прибавка составила 7%, а на варианте с Энергией-М – 11%. Наибольшее количество клетчатки в соломе культуры было отмечено от обработки растений препаратом Мивал-Агро – 13%.

В таблице 5 показаны результаты определения содержания крахмала и витамина С в клубнях картофеля (опыт № 2).

Установлено, что на вариантах с применением всех кремнийсодержащих стимуляторов роста были получены существенные прибавки в накоплении крахмала в мякоти клубней картофеля. Наибольшая из них отмечалась на варианте с обработкой растений препаратом Энергия-М (13% по отношению к контролю).

Таблица 5 – Влияние регуляторов роста на показатели качества клубней картофеля

Вариант	Содержание крахмала, %		Содержание витамина С, мг%	
	среднее	± к контролю	среднее	± к контролю
Контроль	12,1	–	16,4	–
Крезацин	12,7	0,6	19,7	3,3
Силиплант	13,4	1,3	23,2	6,8
Энергия-М	13,7	1,6	25,0	8,6
Мивал-Агро	13,5	1,4	24,8	8,4
НСР₀₅	1,1		3,8	
Справочные данные [24, 25]	10,1 – 15,6		10 – 30	

Аналогичная закономерность отслеживалась и в отношении накопления в клубнях витамина С. Здесь минимальная прибавка была получена от применения на культуре Силипланта (42%), а максимальная – от применения Энергии-М (52%).

В части действия некремниевого стимулятора роста Крезацина отмечались только тенденции к его положительному действию на показатели качества растений как озимой пшеницы, так и картофеля.

Заключение

В результате проведенных исследований по выявлению действия кремнийсодержащих стимуляторов роста на биологическую продуктивность и качество озимой пшеницы и картофеля были сделаны следующие выводы:

1. В опытах установлено положительное действие всех изученных стимуляторов роста на биопроductивность культурных растений и показатели их качества. Существенными результатами отмечались варианты с препаратами, имеющими в основе кремний и его соединения. Некремниевый стимулятор роста растений Крезацин также отмечался положительным действием на продуктивность и качество сельскохозяйственных культур, однако данный эффект имел вид тенденций;
2. Из всех изученных препаратов комплексный стимулятор роста Мивал-Агро проявил наиболее значимое действие в отношении растений озимой пшеницы. Общая биологическая продуктивность культуры, а также масса ее зерна и соломы увеличивались на 31-32% по отношению к контролю. Наиболее существенное действие препарата Мивал-Агро также отмечалось и в содержании в зерне пшеницы клейковины (увеличение на 9%), а в ее соломе – клетчатки (увеличение на 13%);
3. Применение стимулятора роста Энергия-М оказалось наиболее значимым в отношении биопроductивности и качества картофеля. Общая биомасса культуры от применения данного препарата повышалась на 40%, масса клубней – на 37%, ботвы – на 45%. Препарат

Энергия-М также в наилучшей степени повлиял на показатели качества картофеля. Содержание крахмала в клубнях увеличивалось на 13%, а содержание витамина С – на 52% по отношению к контролю;

4. Препарат, содержащий комплекс микроэлементов и кремний в неорганической форме Силиплант, оказал усредненное положительное действие на биопродуктивность и показатели качества изучаемых культур. Продуктивность общей биомассы, зерна и соломы озимой пшеницы повышались соответственно на 16%, 14% и 18%, а содержание клейковины в зерне и клетчатки в соломе – соответственно на 4% и 7%. В отношении культуры картофеля Силиплант также оказал положительное действие: на 21%, 19% и 25% увеличивалась ее общая продуктивность, масса клубней и ботвы. Накопление в клубнях крахмала и витамина С соответственно возрастало на 11% и 42%;
5. Соотношение зерна и соломы, а также клубней и ботвы в структуре урожаев озимой пшеницы и картофеля было всегда увеличено в условиях применения кремнийсодержащих стимуляторов роста растений по отношению естественному плодородию почвы (контроль). При этом наибольшее соотношение было установлено при применении некремниевого препарата Крезацин, а наименьшее – при применении Мивала-Агро на пшенице и Энергии-М на картофеле.

Благодарности

Авторы выражают благодарность генеральному директору ООО «Элитхоз» Анатолию Германовичу Пушкову за предоставление материальных средств и условий (качественный посевной и посадочный материал, участок поля) для проведения научных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зейрук В.Н., Абашкин О.В., Дорожкина Л.А. Применение силипланта для снижения пестицидной нагрузки и повышения урожая картофеля // Агрохимический вестник. 2010. №2. С. 20-21.
2. Бочарникова Е.А., Матыченков В.В., Матыченков И.В. Кремниевые удобрения и мелиоранты: история изучения, теория и практика применения // Агрохимия. 2011. №7. С. 84-96.
3. Воронков М.Г., Барышок В.П. Силатраны в медицине и сельском хозяйстве. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. 255 с.
4. ГОСТ 28796-90 «Мука пшеничная. Определение содержания сырой клейковины». М.: Стандартинформ, 2007. 4 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: ИД Альянс, 2011. 352 с.
6. Капранов В.Н. Эффективность кремнийсодержащего вещества диатомита на дерново-подзолистой почве // Проблемы агрохимии и экологии. 2010. №2. С. 10-14.
7. Козлов А.В. Влияние диатомита на биопродуктивность зерновых культур и численность микробного сообщества почвы // Агрохимический вестник. 2012. №5. С. 39-42.
8. Козлов А.В., Куликова А.Х., Яшин Е.А. Роль и значение кремния и кремнийсодержащих веществ в агроэкосистемах // Вестник Мининского университета. 2015. №2 (10). С. 23.
9. Козлов А.В. Экологическая оценка влияния диатомита на фитоценоз и состояние почвенно-биотического комплекса светло-серой лесной легкосуглинистой почвы. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Москва: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. 24 с.
10. Козлов Ю.В., Самсонова Н.Е. Использование соединений кремния при выращивании зерновых культур // Плодородие. 2009. № 6. С. 20-22.
11. Куликова А.Х. Влияние высококремнистых пород как удобрений сельскохозяйственных культур на урожайность и качество продукции // Агрохимия. 2010. № 7. С. 18-25.
12. Куликова А.Х. Кремний и высококремнистые породы в системе удобрения сельскохозяйственных культур. Ульяновск: Изд-во УГСХА им. П.А. Столыпина, 2013. 176 с.

13. Куликова А.Х., Яшин Е.А., Данилова Е.В., Юдина И.А., Дронина О.С., Никифорова С.А. Влияние диатомита и минеральных удобрений на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы // *Агрохимия*. 2007. №6. С. 27-31.
14. Логинов С.В., Петриченко В.Н. Изучение кремнийорганического препарата Энергия-М // *Агрохимический вестник*. 2010. №2. С. 22-24.
15. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. М.: Изд-во МГУ, 2001. 689 с.
16. Практикум по агрохимии / под ред. Б.А. Ягодина. М.: Агропромиздат, 1987. 512 с.
17. Радов А.С., Пустовой И.В., Корольков А.В. Практикум по агрохимии. М.: Агропромиздат, 1985. 312 с.
18. Самсонова Н.Е., Зайцева З.Ф., Капустина М.В., Антонова Н.А. Влияние соединений кремния и сложного НРК-удобрения на водный режим листьев и урожайность яровой пшеницы // *Агрохимия*. 2014. №9. С. 58-66.
19. Самсонова Н.Е., Капустина М.В., Зайцева З.Ф. Влияние соединений кремния и минеральных удобрений на урожайность яровых зерновых культур и содержание в них антиоксидантных ферментов // *Агрохимия*. 2013. №10. С. 66-74.
20. Сластя И.В. Влияние обработки соединениями кремния семян и вегетирующих растений на продуктивность сортов ярового ячменя // *Агрохимия*. 2012. № 10. С. 51-59.
21. Уромова И.П. Агробиологическое и экологическое обоснование приемов возделывания картофеля, полученного методом апикальной меристемы, в условиях Волго-Вятского региона. Автореф. дисс. докт. с.-х. наук. Брянск: БГСХА, 2009. 41 с.
22. Уромова И.П., Грибановская Т.В. Влияние брассиностероидов на продуктивность микрорастений картофеля в защищенном грунте // *Вестник Мининского университета*. 2015. № 2 (10). С. 24.
23. Чувелев Е.В., Пузырьков П.Е., Дорожкина Л.А. Влияние Циркона и Силипланта на поступление и метаболизм препарата Престиж в растениях картофеля // *Агрохимия*. 2013. №8. С. 49-52.
24. Шабина И.С., Вилков В.С., Кузнецова Л.П. Характеристики основных сортов сельскохозяйственных культур, рекомендованных для возделывания в Волго-Вятском регионе. Н.Новгород: НГСХА, 2010. 150 с.
25. Широков Е.П., Полегаев В.И. Хранение и переработка продукции растениеводства с основами стандартизации и сертификации. Часть 1. Картофель, плоды, овощи. М.: Колос, 2000. 254 с.
26. Ma J.F., Takahashi E. Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan // *The Netherlands. Elsevier*, 2002. 281 p.
27. Matychenkov V.V., Calvert D.V., Snyder G.H. et al. Nutrients leaching reduction by Si-rich substances in the model experiments // *Proc. 7th Inter. Conf. Wetland Systems for Water Pollution Control*. Lake Buena Vista. Florida. 2000. PP. 569-572.
28. Savant N.K. Silicon management and sustainable rice production // *Adven. Agron. Acad. Press*. San Diego: CA (USA). 1997. Vol. 58. PP. 151-199.

REFERENCES

1. Zejruk V.N., Abashkin O.V., Dorozhkina L.A. *Primenenie siliplanta dlya snizheniya pestitsidnoy nagruzki i povysheniya urozhaya kartofelya* [Application of a siliplant for decrease in pesticidal loading and increase of a crop of potatoes]. *Agrokhimicheskiy vestnik*, 2010, no. 2, pp. 20-21. (in Russian)
2. Bocharnikova E.A., Matychenkov V.V., Matychenkov I.V. *Kremnievye udobreniya i melioranty: istoriya izucheniya, teoriya i praktika primeneniya* [Silicon fertilizers and ameliorants: studying history, theory and practice of application]. *Agrokhimiya*, 2011, no. 7, pp. 84-96. (in Russian)
3. Voronkov M.G., Baryshok V.P. *Silatrany v meditsine i sel'skom khozyaystve* [Silatrans in medicine and agriculture] Novosibirsk: SO RAN Publ., 2005, 255 p. (in Russian)

4. GOST 28796-90 «*Muka pshenichnaya. Opredelenie sodержaniya syroy kleykoviny*» [State Standard 28796-90 «Wheat flour. Definition of the maintenance of a crude gluten»]. Moscow, Standartinform, 2007, 4 p. (in Russian)
5. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Technique of a field experiment (with bases of statistical processing of results of researches)]. Moscow, ID Al'yans, 2011, 352 p. (in Russian)
6. Kapranov V.N. *Effektivnost' kremniysoderzhashchego veshchestva diatomita na dernovo-podzolistoy pochve* [Efficiency of siliceous substance of diatomite on the cespitose and podsolic soil]. *Problemy agrokhimii i ekologii*, 2010, no. 2, pp. 10-14. (in Russian)
7. Kozlov A.V. *Vliyanie diatomita na bioproduktivnost' zernovykh kul'tur i chislennost' mikrob-nogo soobshchestva pochvy* [Influence of diatomite on a bioproductivity of grain crops and number of microbic community of the soil]. *Agrokhimicheskiiy vestnik*, 2012, no. 5, pp. 39-42. (in Russian)
8. Kozlov A.V., Kulikova A.Kh., Yashin E.A. *Rol' i znachenie kremniya i kremniysoderzhash-chikh veshchestv v agroekosistemakh* [Role and value of silicon and siliceous substances in agroecosystems]. *Vestnik Mininskogo universiteta*, 2015, no. 2 (10), p. 23. (in Russian)
9. Kozlov A.V. *Ekologicheskaya otsenka vliyaniya diatomita na fitotsenoz i sostoyanie pochven-no-bioticheskogo kompleksa svetlo-seroy lesnoy legkosuglinistoy pochvy. Avtoref. diss. kand. biol. nauk.* [Ecological assessment of influence of diatomite on фитоценоз and a condition of a soil and biotic complex of the light gray forest sandy loam soil. Thesis Cand. biol. sci. diss.]. Moscow, RGAU-MSKhA im. K.A. Timiryazeva, 2013, 24 p. (in Russian)
10. Kozlov Yu.V., Samsonova N.E. *Ispol'zovanie soedineniy kremniya pri vyrashchivanii zer-novykh kul'tur* [Use of compounds of silicon at cultivation of grain crops]. *Plodorodie*, 2009, no. 6, pp. 20-22. (in Russian)
11. Kulikova A.Kh. *Vliyanie vysokokremnistykh porod kak udobreniy sel'skokhozyaystvennykh kul'tur na urozhaynost' i kachestvo produktsii* [Influence of high-siliceous breeds as fertilizers of crops on productivity and quality of production]. *Agrokhimiya*, 2010, no. 7, pp. 18-25. (in Russian)
12. Kulikova A.Kh. *Kremniy i vysokokremnistye породы v sisteme udobreniya sel'skokhozyay-stvennykh kul'tur* [Silicon and high-siliceous breeds in system of fertilizer of crops]. Ul'yanovsk, UGSKhA im. P.A. Stolypina Publ., 2013. 176 p. (in Russian)
13. Kulikova A.Kh., Yashin E.A., Danilova E.V., Yudina I.A., Dronina O.S., Nikiforova S.A. *Vliyanie diatomita i mineral'nykh udobreniy na urozhaynost' i kachestvo korneplodov sakhar-noy svekly* [Influence of diatomite and mineral fertilizers on productivity and quality of root crops of sugar beet]. *Agrokhimiya*, 2007, no. 6, pp. 27-31. (in Russian)
14. Loginov S.V., Petrichenko V.N. *Izuchenie kremniyorganicheskogo preparata Energiya-M* [Studying of the silicon organic preparation Energy-M]. *Agrokhimicheskiiy vestnik*, 2010, no. 2, pp. 22-24. (in Russian)
15. Mineev V.G. *Praktikum po agrokhimii* [Workshop on agrochemistry]. Moscow, MGU Publ., 2001. 689 p. (in Russian)
16. *Praktikum po agrokhimii* [Workshop on agrochemistry] / pod red. B.A. Yagodina. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987. 512 p. (in Russian)
17. Radov A.S., Pustovoy I.V., Korol'kov A.V. *Praktikum po agrokhimii* [Workshop on agrochemistry]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 312 p. (in Russian)
18. Samsonova N.E., Zaytseva Z.F., Kapustina M.V., Antonova N.A. *Vliyanie soedineniy kremniya i slozhnogo NPK-udobreniya na vodnyy rezhim list'ev i urozhaynost' yarovoy pshenitsy* [Influence of compounds of silicon and difficult NPK fertilizer on the water mode of leaves and productivity of a spring-sown field]. *Agrokhimiya*, 2014, no. 9, pp. 58-66. (in Russian)
19. Samsonova N.E., Kapustina M.V., Zaytseva Z.F. *Vliyanie soedineniy kremniya i mineral'-nykh udobreniy na urozhaynost' yarovykh zernovykh kul'tur i sodержanie v nikh antioksi-dantnykh fermentov* [Influence of compounds of silicon and difficult NPK fertilizer on the water mode of leaves and productivity of a spring-sown field]. *Agrokhimiya*, 2013, no. 10, pp. 66-74. (in Russian)

20. Slastyia I.V. *Vliyanie obrabotki soedineniyami kremniya semyan i vegetiruyushchikh rasteniy na produktivnost' sortov yarovogo yachmenya* [Processing influence by compounds of silicon of seeds and the vegetiruyushchikh of plants on efficiency of grades of summer barley]. *Agrokhimiy*, 2012, no. 10, pp. 51-59. (in Russian)
21. Uromova I.P. *Agrobiologicheskoe i ekologicheskoe obosnovanie priemov vozdel'yvaniya kartofelya, poluchennogo metodom apikal'noy meristemy, v usloviyakh Volgo-Vyatskogo re-giona. Avtoref. diss. doct. s-h. nauk.* [Agrobiological and ecological justification of methods of cultivation of potatoes received by method of an apikalny meristem in the conditions of the Volga-Vyatka region. Thesis Doct. agric. sci. diss.]. Bryansk, BGSKhA Publ., 2009. 41 p. (in Russian)
22. Uromova I.P., Gribanovskaya T.V. *Vliyanie brassinosteroidov na produktivnost' mikro-rasteniy kartofelya v zashchishchennom grunte* [Influence of brassinosteroid on efficiency of microplants of potatoes in the protected soil]. *Vestnik Mininskogo universiteta*, 2015, no. 2 (10), p. 24. (in Russian)
23. Chuvelev E.V., Puzyr'kov P.E., Dorozhkina L.A. *Vliyanie Tsirkona i Siliplanta na po-stuplenie i metabolism preparata Prestizh v rasteniyakh kartofelya* [Influence of Zircon and Siliplant on receipt and a metabolism of the preparation Prestige in potatoes plants]. *Agrokhimiya*, 2013, no. 8, pp. 49-52. (in Russian)
24. Shabina I.S., Vilkov V.S., Kuznetsova L.P. *Kharakteristiki osnovnykh sortov sel'skokho-zyaystvennykh kul'tur, rekomendovannykh dlya vozdel'yvaniya v Volgo-Vyatskom regione* [Characteristics of the main grades of the crops recommended for cultivation in the Volga-Vyatka region]. N.Novgorod, NGSKhA Publ., 2010. 150 p. (in Russian)
25. Shirokov E.P., Polegaev V.I. *Khranenie i pererabotka produktsii rastenievodstva s os-novami standartizatsii i sertifikatsii. Chast' 1. Kartofel', plody, ovoshchi* [Storage and processing of production of plant growing with bases of standardization and certification. Part 1. Potatoes, fruits, vegetables]. Moscow, Kolos Publ., 2000. 254 p. (in Russian)
26. Ma J.F., Takahashi E. Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan // *The Netherlands. Elsevier*, 2002, 281 p.
27. Matychenkov V.V., Calvert D.V., Snyder G.H. et al. Nutrients leaching reduction by Si-rich substances in the model experiments // *Proc. 7th Inter. Conf. Wetland Systems for Water Pollution Control. Lake Buena Vista. Florida, 2000*, pp. 569-572.
28. Savant N.K. Silicon management and sustainable rice production // *Adven. Agron. Acad. Press. San Diego: CA (USA), 1997, Vol. 58*, pp. 151-199.

© Козлов А.В., Уромова И.П., Куликова А.Х., 2016

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Козлов Андрей Владимирович – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологического образования и рационального природопользования, Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина (Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация, e-mail: a_v_kozlov@mail.ru

Уромова Ирина Павловна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биологии, химии и биолого-химического образования, Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина (Мининский университет), Нижний Новгород, Российская Федерация, e-mail: uromova2012@yandex.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Kozlov Andrey Vladimirovich – PhD in Biology, Associate Professor of the Department of ecological education and rational environmental management, Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation, e-mail: a_v_kozlov@mail.ru

Uromova Irina Pavlovna – Doctor in Agricultural, Professor of the Department of biology, chemistry and biology-chemical educational, Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation, e-mail: uromova2012@yandex.ru

Куликова Алевтина Христофоровна – почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и агроэкологии, Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина, Ульяновск, Российская Федерация, e-mail: agroec@yandex.ru

Kulikova Alevtina Hristoforovna – Honourable worker of higher education of the Russian Federation, Honored worker of the higher school of the Russian Federation, Doctor in Agricultural, Professor, Head of the Department of soil science, agrochemistry and agroecology, Stolypin Ulyanovsk State Agricultural Academy, Ulyanovsk, Russian Federation, e-mail: agroec@yandex.ru