

УДК 631.811.93:631.582:631.445.2(470.0)

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОБОБОВОГО СЕВООБОРОТА
В УСЛОВИЯХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ**

**Козлов А.В., Афонина Ю.И., Воронцова А.А., Акафьева Д.В., Миронова Ю.И.,
Тарасов И.А., Дедык В.Е., Кошелев М.С., Соколов И.С., Кондрашин Б.В.**

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет
имени Козьмы Минина», Нижний Новгород, e-mail: a.v.kozlov_ecology@mail.ru*

В работе рассмотрены результаты изменения биологической продуктивности озимой пшеницы сорта Московская 39, ячменя сорта Велес и гороха посевного сорта Чишминский 95, полученные в трехлетнем микрополевым опыте, проведенном в 2015–2017 гг. в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв Борского района Нижегородской области. В опытах изучали совместное действие различных доз высококремнистых пород (3, 6 и 12 т/га) – диатомита, цеолита и бентонитовой глины, внесенных в почву совместно с полным минеральным удобрением. Полное минеральное удобрение культур проводили путем внесения в почву смесей из азофоски-16, фосфоритной муки и аммиачной селитры из расчета $N_{80}P_{80}K_{80}$ кг/га д.в. в опыте с озимой пшеницей, $N_{80}P_{80}K_{60}$ кг/га д.в. в опыте с ячменем и $N_{30}P_{40}K_{60}$ кг/га д.в. в опыте с горохом. В отношении озимой пшеницы установлено, что на фоне НПК наиболее эффективным является внесение минимальной дозы в 3 т/га, в условиях чего прибавки в массе зерна достигают 24% по диатомиту, 12% по цеолиту и 25% по бентонитовой глине. В отношении ячменя и гороха установлено, что на фоне НПК наиболее эффективной является третья доза (12 т/га), где прибавки зерна составляют 22% и 22% по диатомиту, 13% и 14% по цеолиту, 28% и 30% по бентониту. В целом по годам исследования ослабление действия кремнийсодержащих материалов на продуктивность культур прослеживалось по вариантам с цеолитом. На вариантах с диатомитовой породой и бентонитовой глиной к третьему году данное влияние оставалось примерно на одном уровне с показателями первого года, а в условиях высоких доз – увеличивалось.

Ключевые слова: озимая пшеница, ячмень, горох, биопродуктивность культуры, диатомит, цеолит, бентонитовая глина, минеральные удобрения

**NATURAL SILICEOUS MATERIAL IMPACT ON GRAIN-BEAN
CROP ROTATION EFFICIENCY IN CESPITOSE-PODSOLIC SOILS
CONDITIONS IN NON-BLACK EARTH REGION**

**Kozlov A.V., Afonina Yu.I., Vorontsova A.A., Akafeva D.V., Mironova Yu.I.,
Tarasov I.A., Dedyk V.E., Koshelev M.S., Sokolov I.S., Kondrashin B.V.**

*Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod,
e-mail: a.v.kozlov_ecology@mail.ru*

The results of biological efficiency changing in winter wheat grade Moscovskaya 39, barley grade Veles and pea grade Chishminsky 95, received in the three years' microfield experiments in 2015-2017 in cespitose-podsolic sandy loamy soils conditions of Borsky district Nizhny Novgorod region are considered in the article. Joint action of various doses of high-siliceous bedrocks (3, 6 and 12 t/hectare) – diatomite, zeolite and bentonite clay, brought into soil together with full mineral fertilizer was studied in the experiments. Full mineral crops' fertilizing was carried out by adding into the soil mixes of Azofoska-16, phosphate rock and ammonium nitrate at rate $N_{80}P_{80}K_{80}$ kg/hectare of active fraction in winter wheat experiment, $N_{80}P_{80}K_{60}$ kg/hectare of active fraction in barley experiment and $N_{30}P_{40}K_{60}$ kg/hectare of active fraction in pea experiment. As for winter wheat it was established, that against NPK adding of minimum dose in 3 t/hectare was the most effective. It helped to increase in grain mass 24% in diatomite conditions, 12% – in zeolite conditions and 25% in bentonite clay. As for barley and pea it was established, that against NPK the third dose (12 t/hectare) is the most effective, as increases in grain made 22% and 22% in diatomite conditions, 13% and 14% in zeolite conditions, 28% and 30% in bentonite conditions. In general, according to the years of research, weakening effect of siliceous materials on crops efficiency was monitored in zeolite experiments. In experiments in diatomite bedrocks and bentonite clay conditions this influence remained approximately even as indicators of the first and third years were the same and indicators were increased as the higher doses were.

Keywords: winter wheat, barley, pea, crop bioproductivity, diatomite, zeolite, bentonite clay, mineral fertilizers

В современной агроэкологической практике остается актуальным изучение влияния высококремнистых материалов на продуктивность сельскохозяйственных культур и состояние плодородия почвенного покрова в условиях различных почвенно-климатических территорий нашей страны [1–5]. В частности, известно, что растения поглощают

кремний из почвенного раствора в виде ионов (SiO_3^{2-}) и (SiO_4^{4-}), а также в виде собственно монокремниевых кислот (H_2SiO_3 и H_4SiO_4), которые впоследствии в клеточном соке превращаются в кремнегель $SiO_2 \cdot nH_2O$. Затем происходит его биохимическое связывание с полимерами клетки (белки, углеводы) и аккумуляция на поверхности клеточных

стенок, в покровных тканях (поверхностные слои эпидермиса листьев и корней, кора), либо в различных видах фитолитов (органоминеральные образования-глобулки, слагающие покровные и механическую ткани растений). Скелетное формирование покровных и проводящих тканей растения, по сути, сопровождается образованием двойного кутикулярного слоя, представляющего собой кремнецеллюлозную мембрану. Вследствие этого оптимизация кремниевого питания растений приводит к увеличению биомассы корней, их объема, общей и рабочей адсорбирующей поверхности. Кроме того, применение кремнийсодержащих удобрений улучшает корневое питание, увеличивает сопротивляемость растений к нематодам, гифам фитопатогенных грибов и другим корневым вредителям [2, 6].

Несмотря на очевидность положительного действия таких природных пород как диатомиты, опоки, трепелы, цеолиты и различные глины, на урожайность растений, показатели их качества и агрономически значимые параметры плодородия пахотного горизонта, многие вопросы поведения веществ в почвах остаются нераскрытыми.

В частности, пока нет однозначного мнения о степени пролонгированности действия вышеуказанных веществ в почве в зависимости от их дозы и биологических особенностей выращиваемых культур, что вызывает еще больший интерес к изучению изменений не только в части урожайности, но и в части почвенно-биотического и почвенно-поглощающего комплексов (ППК и ПБК). При этом в современной научной литературе практически отсутствуют данные о влиянии высоких доз кремнийсодержащих материалов на состояние коллоидной системы почвы и ее микробиоценозов. С другой стороны, за счет большого разнообразия генезиса почв сельскохозяйственных угодий России, подобного рода исследования еще долгое время останутся актуальными и востребованными как в практике агрономии, так и в фундаментальном почвоведении.

Цель исследования

Ранее нами уже было установлено влияние одного из природных кремнийсодержащих материалов – диатомита Инзенского месторождения и полного минерального удобрения, на урожайность двух культурных растений в условиях вегетационных опытов, заложенных на светло-серой лесной легкосуглинистой почве из Богородского района Нижегородской области [6]. Целью исследо-

ваний является изучение влияния высоких (мелиоративных) доз трех пород – диатомита, цеолита и бентонитовой глины на продуктивность основных сельскохозяйственных культур в условиях микрополевого эксперимента, заложенного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве Нижегородской области.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в микрополевым опыте на базе картофелеводческого предприятия ООО «Элитхоз» Борского района Нижегородской области в 2015–2017 гг. Микрополевым опыт включал контрольный вариант (NPK-фон) и 9 вариантов с внесением в пахотный слой высоких (мелиоративных) доз диатомита Инзенского (Ульяновская область), цеолита Хотынецкого (Орловская область) и бентонитовой глины Зырянского (Курганская область) месторождений по фону удобрений: NPK-фон – полное минеральное удобрение культуры без внесения высококремнистых пород, NPK + Диатомит из расчета 3 тонны на 1 гектар, NPK + Диатомит – 6 т/га, NPK + Диатомит – 12 т/га, NPK + Цеолит – 3 т/га, NPK + Цеолит – 6 т/га, NPK + Цеолит – 12 т/га, NPK + Bentonит – 3 т/га, NPK + Bentonит – 6 т/га, NPK + Bentonит – 12 т/га. Породы вносили в почву вручную в августе 2014 г. при подготовке участка и его разбивке на делянки совместно с минеральными удобрениями путем разбрасывания навесок материалов по поверхности почвы и перекопки пахотного горизонта с веществами.

Полное минеральное удобрение культур проводили путем внесения в почву смесей из азофоски (16:16:16), фосфоритной муки (P_{20}) и аммиачной селитры (N_{34}) из расчета $N_{80}P_{80}K_{80}$ кг/га д.в. в опыте с озимой пшеницей, $N_{80}P_{80}K_{60}$ кг/га д.в. в опыте с ячменем и $N_{30}P_{40}K_{60}$ кг/га д.в. в опыте с горохом. По первому году выращивания озимой пшеницы минеральные удобрения вносили совместно с кремнийсодержащими породами в год закладки опыта (август 2014 г.), а на второй и третий годы – дробно в осенне-весенние периоды (сентябрь, май).

Дозы минеральных удобрений культур были взяты в соответствии с общепринятыми рекомендациями применения минеральных удобрений в полеводстве Нижегородской области [7], дозы кремнийсодержащих пород обусловлены актуальностью современного изучения высоких (мелиоративных) норм внесения таких материалов, о чем приводятся упоминания в трудах известных ученых [4–5]. Есть ряд мнений, что потенци-

альное влияние природных высококремнистых пород на состояние ППК и ПБК почвы возможно раскрыть только при условии применения их в высоких дозах.

Обобщенный химический состав изучаемых материалов приведен в табл. 1.

Почва опытного поля – дерново-подзолистая среднедерновая неглубокоподзоленная неоглеенная легкосуглинистая, которая характеризуется как среднекислая (обменная кислотность 4,8 ед. рН_{КCl}), низкогумусированная (содержание гумуса 1,21%), со средней обеспеченностью подвижными соединениями фосфора и калия (по Кирсанову – 86 и 110 мг/кг почвы соответственно), а также со средним уровнем дефицита в баланс актуального и потенциального кремния (по Матыченкову – 16 и 213 мг/кг соответственно).

В 2015 г. выращивали озимую пшеницу (*Triticum L.*) сорта *Московская 39*, в 2016 г. возделывали ячмень (*Hordeum sativum Jessen.*) сорта *Велес*, в 2017 г. выращивали горох посевной (*Pisum sativum L.*) сорта *Чушиминский 95*. Сорты культур районированы по Волго-Вятскому региону.

Озимую пшеницу (2015 г.) и ячмень (2016 г.) убирали в августе – в фазу полной спелости зерна, горох – в фазу начала усыхания ботвы (август 2017 г.). Опыты проведены со строгим соблюдением методических требований для микрополевых экспериментов, все работы проводились вручную. Учетная площадь делянки 1 м² и была обусловлена изначальной прописью гипотезы проведения исследований. Расположение делянок рендомизированное, повторность – четырехкратная.

Погодные условия в 2015 г. характеризовались несущественным количеством осадков, а сам год в целом был более жарким по сравнению со средними климатическими нормами региона (ГТК в летние месяцы варьировался в пределах 0,9–1,0). Метеоусловия 2016 г., наоборот, не отличались дефицитом осадков, а температура воздуха колебалась в пределах нормы с небольшим ее превышением в августе (ГТК = 1,0–1,1).

Условия 2017 г. характеризовались обильным количеством осадков весной, и в первой половине лета температура воздуха не отличалась от среднегодовых норм в течение всего лета (ГТК = 1,1–1,2).

Математическая обработка результатов исследований выполнена по Б.А. Доспехову [8] методом дисперсионного анализа с расчетом НСР при статистическом уровне значимости $p < 0,05$ с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007.

Результаты исследования и их обсуждение

В опытах определяли степень влияния доз кремниевых пород, наложенного на действие полного минерального удобрения, на биологическую продуктивность озимой пшеницы, ячменя и гороха. Общую биомассу, а также урожайность зерна и соломы измеряли весовым методом непосредственно в полевых условиях.

Так, в опыте установлено положительное совместное влияние исследуемых пород и NPK-удобрений на биопроductивность озимой пшеницы (табл. 2).

Прежде всего, нужно отметить высокий уровень влияния фона NPK-удобрений на дозу той или иной породы. Так, уже при дозе в 3 т/га диатомита влияние фона NPK составило 24% по зерну и 33% по соломе, при аналогичной дозе цеолитовой породы – 12% и 23% и при дозе бентонита – 25% и 33% соответственно.

Однако при более высоких дозах кремнийсодержащих материалов влияние фона минеральных удобрений оказалось уже не столь значительным и варьировало примерно на одном уровне вне зависимости от самой дозы. В частности, с наименьшим действием оказались варианты с цеолитом (на 9–10% по зерну и на 19% по соломе), со средним эффектом – варианты с диатомитом (на 20–21% и на 26–25%) и с наилучшим действием – варианты с бентонитовой глиной (на 22–23% и на 28–29%) соответственно по второй и третьей дозам пород.

Таблица 1

Химический состав природных кремнийсодержащих материалов

Порода	Элемент в оксидной форме (% на абс.-сух. вещество)					
	SiO ₂ (общ.)	SiO ₂ (аморф.)	K ₂ O	P ₂ O ₅	CaO	MgO
Диатомит	83,1	42,1	1,25	0,05	0,52	0,48
Цеолит	56,6	26,7	1,25	0,23	13,3	1,90
Бентонит	52,3	33,4	0,92	0,12	5,49	3,03

Соломистая часть урожая пшеницы стабильно лучше отзывалась на влияние фона на дозу всех высококремнистых пород в отличие от зерновой части. Также нужно отметить, что в первый год влияния исследуемых материалов на продуктивность культуры не отме-

чалось положительного действия кратности увеличения дозы той или иной породы.

Продуктивность ячменя, выращиваемого на второй год действия высококремнистых пород и минеральных удобрений, показана в табл. 3.

Таблица 2

Влияние кремнийсодержащих материалов и минеральных удобрений на продуктивность озимой пшеницы (2015 г.)

Вариант	Продуктивность озимой пшеницы, т/га					
	зерно	влияние...		солома	влияние...	
		фона на дозу	кратности дозы		фона на дозу	кратности дозы
НПК – фон	3,20	–	–	3,81	–	–
НПК + Д ₁	3,96	0,76	–	5,06	1,25	–
НПК + Д ₂	3,84	0,64	–0,12	4,80	0,99	–0,26
НПК + Д ₃	3,88	0,68	–0,08	4,77	0,96	–0,29
$F_f (F_t = 3,86) / НСП_{05}$	12,80 / 0,31			19,51 / 0,40		
НПК + Ц ₁	3,59	0,39	–	4,67	0,86	–
НПК + Ц ₂	3,51	0,31	–0,08	4,52	0,71	–0,15
НПК + Ц ₃	3,52	0,32	–0,07	4,54	0,73	–0,13
$F_f (F_t = 3,86) / НСП_{05}$	3,37 / 0,30			10,68 / 0,38		
НПК + Б ₁	4,01	0,81	–	5,05	1,24	–
НПК + Б ₂	3,89	0,69	–0,12	4,86	1,05	–0,19
НПК + Б ₃	3,94	0,74	–0,07	4,91	1,10	–0,14
$F_f (F_t = 3,86) / НСП_{05}$	11,89 / 0,35			13,47 / 0,50		

Примечание.* Здесь и далее по таблицам: F_f – расчетный критерий Фишера в сравнении вариантов при статистическом уровне значимости $p < 0,05$; $F_t = 3,86$ – теоретический критерий Фишера при $n_1 = 3$ и $p < 0,05$.

Таблица 3

Влияние кремнийсодержащих материалов и минеральных удобрений на продуктивность ячменя (2016 г.)

Вариант	Продуктивность ячменя, т/га					
	зерно	влияние...		солома	влияние...	
		фона на дозу	кратности дозы		фона на дозу	кратности дозы
НПК – фон	4,26	–	–	5,66	–	–
НПК + Д ₁	4,52	0,26	–	5,87	0,21	–
НПК + Д ₂	4,86	0,60	0,34	6,12	0,46	0,25
НПК + Д ₃	5,18	0,92	0,66	6,27	0,61	0,40
$F_f (F_t = 3,86) / НСП_{05}$	36,99 / 0,21			16,50 / 0,21		
НПК + Ц ₁	4,30	0,04	–	5,86	0,20	–
НПК + Ц ₂	4,68	0,42	0,38	5,99	0,33	0,13
НПК + Ц ₃	4,80	0,54	0,50	6,12	0,46	0,26
$F_f (F_t = 3,86) / НСП_{05}$	5,70 / 0,36			4,75 / 0,29		
НПК + Б ₁	4,96	0,70	–	6,15	0,49	–
НПК + Б ₂	5,23	0,97	0,27	6,28	0,62	0,13
НПК + Б ₃	5,43	1,17	0,47	6,35	0,69	0,20
$F_f (F_t = 3,86) / НСП_{05}$	26,05 / 0,32			31,87 / 0,18		

В отношении зерна и соломы данной культуры действие фона на дозу пород стабильно увеличивалось. Здесь прибавки в урожае зерновой и соломенной частей урожая соответственно составляли от 6% до 22% и от 4% до 11% при влиянии диатомита, от 1% до 13% и от 4% до 8% при влиянии цеолита, от 16 до 28% и от 9% до 12% при влиянии бентонита.

Также на второй год отмечалось статистически достоверное положительное влияние

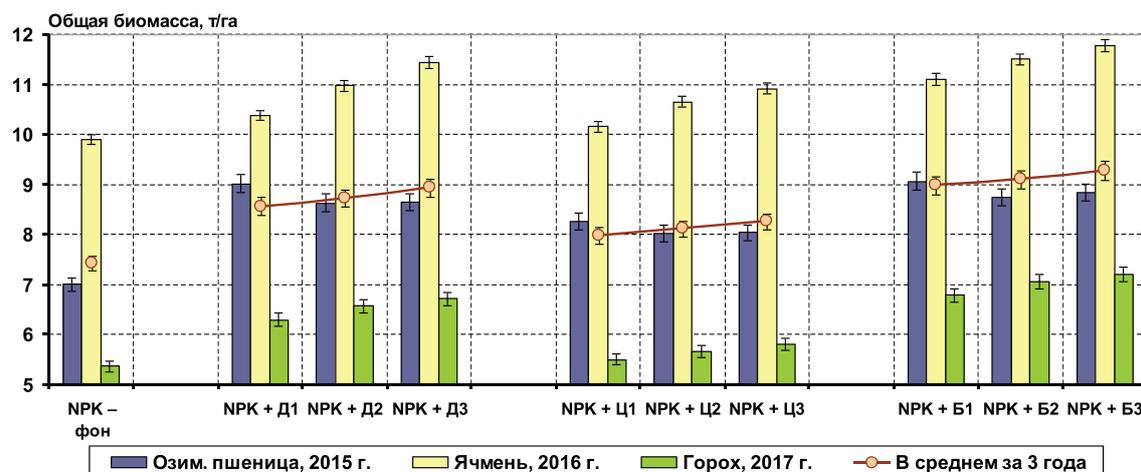
кратности увеличения дозы каждой из пород, которое в большей мере проявлялось в отношении зерна культуры. В частности, наименьшее действие оказала бентонитовая глина (на 5–10% в зависимости от ее дозы), среднее влияние – от цеолита (на 9–12%), а наилучшее – от диатомовой породы (на 8–15%).

Данные табл. 4 отражают степень влияния кремнийсодержащих материалов и минеральных удобрений на продуктивность посевного гороха.

Таблица 4

Влияние кремнийсодержащих материалов и минеральных удобрений на продуктивность гороха (2017 г.)

Вариант	Продуктивность гороха, т/га					
	зерно	влияние...		солома	влияние...	
		фона на дозу	кратности дозы		фона на дозу	кратности дозы
НПК – фон	2,07	–	–	3,31	–	–
НПК + Д ₁	2,38	0,31	–	3,92	0,61	–
НПК + Д ₂	2,49	0,42	0,11	4,09	0,78	0,17
НПК + Д ₃	2,52	0,45	0,14	4,20	0,89	0,28
$F_f (F_f = 3,86) / НСП_{05}$	21,15 / 0,14			85,88 / 0,14		
НПК + Ц ₁	2,21	0,14	–	3,30	–0,01	–
НПК + Ц ₂	2,30	0,23	0,09	3,37	0,06	0,07
НПК + Ц ₃	2,36	0,29	0,15	3,45	0,14	0,15
$F_f (F_f = 3,86) / НСП_{05}$	18,64 / 0,09			1,75 / 0,17		
НПК + Б ₁	2,50	0,43	–	4,30	0,99	–
НПК + Б ₂	2,63	0,56	0,13	4,44	1,13	0,14
НПК + Б ₃	2,70	0,63	0,20	4,51	1,20	0,21
$F_f (F_f = 3,86) / НСП_{05}$	77,80 / 0,10			95,63 / 0,18		



Динамика общей продуктивности агрофитоценоза под действием высококремнистых пород, 2015–2017 гг. ($НСП_{05} / F_f$: 1 год – 0,50 / 13,10; 2 год – 0,35 / 25,19; 3 год – 0,22 / 80,41; $F_f = 2,27$ – теоретический критерий Фишера при $n_f = 9$ и $p < 0,05$)

Нужно сказать, что на третий год действия изучаемых веществ степень влияния фона на дозу усилилась по всем вариантам исследования за исключением вариантов с цеолитом в отношении соломы гороха, что, по-видимому, зависит не столько от биологических особенностей культуры, сколько от пролонгации взаимодействия природных материалов с почвой.

Влияние же кратности увеличения дозы каждой из пород осталось примерно на одном уровне с прошлым годом. В частности, при двух- и четырехкратном повышении дозы диатомита урожайность зерна увеличивалась соответственно на 5–6%, а соломы на 4–7%, дозы цеолита – на 4–7% и на 2–5%, а дозы бентонитовой глины – на 5–8% и на 3–5%.

На рисунке представлена динамика общей продуктивности сельскохозяйственных культур и ее изменение в зависимости от изучаемых факторов.

Нужно отметить, что в целом по годам исследования значительное ослабление действия кремнийсодержащих материалов на продуктивность культур прослеживалось по вариантам с цеолитом. На вариантах же с диатомовой породой и бентонитовой глиной к третьему году данное влияние оставалось примерно на одном уровне с показателями первого года, а в условиях высоких доз – увеличивалось.

В частности, на варианте с дозой диатомита в 12 т/га прибавка к фону в первый год составила 23%, а на третий – 25%. На вариантах с дозами бентонита в 6 и 12 т/га прибавка к фону в первый год составила 25% и 26%, а на третий – 31% и 34% соответственно.

Очевидно, что кроме биологических особенностей культур (в частности, степень усвоения подвижных соединений кремния из вещества пород и отклик на изменения в ППК), которые будут определять ежегодную вариативность продуктивности, на урожайности имеет место влияние пролонгированного взаимодействия кремнийсодержащих материалов с почвой.

Выводы

Результатами трехлетнего микрополевого опыта показано совместное влияние различных доз кремнийсодержащих пород и полного минерального удобрения на биологическую продуктивность озимой пшеницы сорта *Московская 39*, ячменя сорта *Велес* и гороха посевного сорта *Чушиминский 95* в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв Борского района Нижегородской области.

В отношении озимой пшеницы установлено, что на фоне НРК наиболее эффективным является внесение минимальной дозы в 3 т/га, в условиях чего прибавки в массу зерна достигают 24% по диатомиту, 12% по цеолиту и 25% по бентонитовой глине. В отношении ячменя и гороха установлено, что на фоне НРК наиболее эффективной является третья доза (12 т/га), где прибавки зерна составляют 22% и 22% по диатомиту, 13% и 14% по цеолиту, 28% и 30% по бентониту.

Список литературы

1. Агафонов Е.В. Влияние бентонита на повышение плодородия чернозема обыкновенного / Е.В. Агафонов, М.В. Хованский // Почвоведение. – 2014. – № 5. – С. 597–601.
2. Козлов А.В. Влияние кремнийсодержащих стимуляторов роста на биологическую продуктивность и показатели качества озимой пшеницы и картофеля / А.В. Козлов, И.П. Уромова, А.Х. Куликова // Вестник Мининского университета. – 2016. – № 1–1(13). – С. 31.
3. Лобода Б.П. Влияние удобрения на основе цеолитсодержащих трепелов Хотынецкого месторождения на урожайность и качество картофеля / Б.П. Лобода, В.Р. Багдасаров, Д.Д. Фицура // Агрохимия. – 2014. – № 3. – С. 28–35.
4. Матыченков И.В. Изменение содержания подвижных фосфатов почвы при внесении активных форм кремния / И.В. Матыченков, Е.П. Пахненко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3 (23). – С. 24–28.
5. Leggo P.J. The role of clinoptilolite in organo-zeolite systems used for phytoremediation / P.J. Leggo, B. Ledesert, G. Christies // Science of the total environment. – 2006. – Vol. 363. – P. 1–10.
6. Козлов А.В. Экологическая оценка влияния диатомита на фитоценоз и состояние почвенно-биотического комплекса светло-серой лесной легкосуглинистой почвы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Москва, 2013. – 24 с.
7. Справочник агронома-эколога / В.И. Титова [и др.]. – Н. Новгород: Издательство «Дятловы горы», 2012. – 76 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.

References

1. Agafonov E.V. Vlijanie bentonita na povыshenie plodородija chernozema obyknovenного / E.V. Agafonov, M.V. Novanskiy // Pochvovedenie. 2014. no. 5. pp. 597–601.
2. Kozlov A.V. Vlijanie kremnijsoderzhashhих stimulatorov rosta na biologicheskuyu produktivnost i pokazateli kachestva ozimoy pshenicy i kartofelja / A.V. Kozlov, I.P. Uromova, A.H. Kulikova // Vestnik Mininskogo universiteta. 2016. no. 1–1(13). pp. 31.
3. Loboda B.P. Vlijanie udobrenija na osnove ceolitsoderzhashhих trepelov Hotyneckogo mesto-rozhdenija na urozhajnost i kachestvo kartofelja / B.P. Loboda, V.R. Bagdasarov, D.D. Ficuro // Agrohimiya. 2014. no. 3. pp. 28–35.
4. Matychenkov I.V. Izmenenie soderzhanija podviznyh fosfatov pochvy pri vnesenii aktivnyh form kremnija / I.V. Matychenkov, E.P. Pahnenko // Vestnik Uljanovskoj gosudarstvennoj selskhozjajstvennoj akademii. 2013. no. 3 (23). pp. 24–28.
5. Leggo P.J. The role of clinoptilolite in organo-zeolite systems used for phytoremediation / P.J. Leggo, B. Ledesert, G. Christies // Science of the total environment. 2006. Vol. 363. pp. 1–10.
6. Kozlov A.V. Jekologicheskaja ocenka vlijanija diatomita na fitocenozi i sostojanie pochvenno-bioticheskogo kompleksa svetlo-seroj lesnoj legkosuglinistoj pochvy: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Moskva, 2013. 24 p.
7. Spravochnik agronoma-jekologa / V.I. Titova [i dr.]. N. Novgorod: Izdatelstvo «Djatlovy gory», 2012. 76 p.
8. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovanij). M.: ID Aljans, 2011. 352 p.