

УДК 631.811.94 : 631.559.2

ВЛИЯНИЕ ПОЛНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ, КРЕЗАЦИНА И КРЕМНИЕВЫХ АГРОРУД НА БИОПРОДУКТИВНОСТЬ И СТРУКТУРУ УРОЖАЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ МОСКОВСКАЯ 39**Козлов А.В., Овезов В.Р., Тарасов И.А.***ФГБОУ ВПО «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* и структуры ее урожая, полученные в микрополевоом опыте, в котором изучали совместное действие синтетического стимулятора роста Крезацин и различных доз высококремнистых пород – диатомита, цеолита и бентонитовой глины, внесенных в почву совместно с полным минеральным удобрением. Установлено, что в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв Борского района Нижегородской области на фоне НРК и обработки растений Крезацином наиболее эффективной дозой является двойная и тройная доза (6 и 12 т/га) по диатомиту и бентонитовой глине и двойная доза (6 т/га) по цеолиту. Наибольшие прибавки здесь достигают 24% по диатомиту и 20% по бентониту в отношении общей биомассы озимой пшеницы, а также – 16% и 32% соответственно в отношении зерна культуры.

Ключевые слова: озимая пшеница, биопроductивность культуры, структура урожая, диатомит, цеолит, бентонитовая глина, Азофоска-15, Крезацин

INFLUENCE OF FULL MINERAL FERTILIZER, KREZACIN AND SILICON AGRICULTURAL ORES ON THE BIOPRODUCTIVITY AND STRUCTURE OF THE HARVEST OF WINTER WHEAT MOSCOW 39**Kozlov A.V., Ovezov V.R., Tarasov I.A.***Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, e-mail: a.v.kozlov_ecology@mail.ru*

In work results of change of biological efficiency of winter wheat of a grade *Moscow 39* and the structures of her harvest, received in a microfield experiment, in which studied joint action of a synthetic growth factor Krezacin and various doses of high-siliceous breeds – diatomite, zeolite and the bentonite clay, brought in the soil together with full mineral fertilizer are considered. It is established that in the conditions of cespitose and podsolc sandy loamy soils of Borsky district of the Nizhny Novgorod area against NPK and processing of plants by Krezacin the most effective dose is the double and threefold dose (6 and 12 t/hectare) on diatomite and bentonite clay, and a double dose (6 t/hectare) on zeolite. The greatest increases reach 24% on diatomite and 20% on bentonite concerning the general biomass of winter wheat here, and also – 16 and 32% respectively concerning culture grain.

Keywords: winter wheat, culture bioproductivity, structure of a harvest, diatomite, zeolite, bentonite clay, Azofoska-15, Krezacin

В настоящее время одной из наиболее актуальных задач прикладной агроэкологии является поиск экологически и экономически приемлемых способов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур за счет применения нетрадиционных источников их минерального питания. К таковым, как правило, относят вещества, не являющиеся туками промышленного производства, но активно применяющиеся в качестве сыромолотых пород или обработанных удобрительных веществ в местном земледелии.

Возрастающий интерес к агрономическому изучению силикатных руд, несмотря на всеобщую признанность значимости кремния и его соединений в жизни растений и животных [1], зачастую наталкивается на научный стереотип о биохимической инертности кремниевых соединений. Это приводит к недостаточной информированности сельхозтоваропроизводителя о воз-

можности улучшения агрономических свойств почв [4] и повышения продуктивности культурных растений [5] при внесении в почву таких природных веществ, как диатомиты, цеолиты и бентонитовые глины.

Вместе с тем данные вещества, по сути являющиеся алюмосиликатными породами органогенного, осадочного и вулканогенно-осадочного генезиса, содержат до 80% SiO₂, наполовину представленного аморфной формой, которая, в свою очередь, наиболее подвержена внутрпочвенному разложению и высвобождению кремния в виде силикат-аниона в почвенный раствор. Такие подвижные кремниевые соединения способны оказывать действие на кислотность почвы, ее микробное состояние, подвижность почвенных фосфатов, а также на продуктивность сельскохозяйственных культур и их устойчивость к неблагоприятным факторам вегетационного периода [6, 7, 8, 9].

Цель исследования. Ранее [3] в строго контролируемых условиях вегетационных опытов было установлено, что диатомит в различных дозах способен оказывать положительное воздействие на биопродуктивность злаковых культур, повышая при этом содержание клейковины в зерне и клетчатки в соломе. В рамках настоящих исследований была поставлена цель изучить в условиях микрополевого опыта изменение биопродуктивности озимой пшеницы и структуры ее урожая, подверженных комплексному влиянию диатомита, цеолита и бентонитовой глины, различные дозы которых использовали по фону полного минерального удобрения и обработки растений синтетическим стимулятором роста Крезацином.

лятор роста, в физиологическом смысле являющийся адаптогеном широкого спектра действия растений и животных. Данный препарат повышает устойчивость организма к длительному воздействию неблагоприятных факторов: пониженной и повышенной температуры, пониженному содержанию элементов питания в почве, 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.

Изучаемый диатомит Инзенского месторождения (Ульяновская область), цеолит Хотынецкого месторождения (Орловская область) и бентонитовая глина Зырянского месторождения (Курганская область) содержат элементы питания растений, количество которых представлено в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав исследуемых высококремнистых пород

Порода	Элемент в оксидной форме (процент 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

Материалы и методы исследования

В сезон 2014 г. на базе картофелеводческого предприятия ООО «Элитхоз» Борского района Нижегородской области был заложен микрополевым опытом с озимой пшеницей сорта *Московская 39*, на которой испытывали совместное действие Крезацина, полного минерального удобрения и различных доз кремнийсодержащих агроруд – диатомита, цеолита и бентонитовой глины.

Схема опыта предусматривала вариант с использованием Крезацина и НРК, учитываемых в качестве фона (вар. 1), а также по три варианта с совместным внесением в почву минеральных удобрений, трех доз диатомита (вар. 2, 3 и 4), цеолита (вар. 5, 6 и 7), бентонитовой глины (вар. 8, 9 и 10), на каждую из которых накладывалась обработка растений стимулятором Крезацином. Агроруды вносили однократно в летний период 2014 г. в пахотный слой почвы при закладке опытов в дозах из расчета по 3, 6 и 12 т/га каждой руды. Полное минеральное удобрение культуры проводили путем внесения в почву Азофоски-15 совместно с кремниевыми агрорудами из расчета N₈₀P₈₀K₈₀ кг/га действующего вещества. Дозы Крезацина для обработки озимой пшеницы были взяты в соответствии с рекомендациями производителя. Обработку препаратом проводили трехкратно: обработка семян пшеницы путем их замачивания в растворе препарата перед посевом; обработка культуры весной 2015 г. в начале роста (фаза кущения), а также обработка в летний период 2015 г. во время активной вегетации (в фазе начала цветения).

Крезацин (действующее вещество – трис(2-гидроксиэтил)аммоний *o*-толилокси-ацетат) – регу-

лятор роста, сложенном дерново-подзолистой легкоуглинистой почвой, которая характеризуется низким содержанием гумуса, среднекислой реакцией среды, а также средней обеспеченностью подвижными формами фосфора и калия. Озимую пшеницу убирали в фазу полной спелости зерна (август 2015 г.). Площадь делянки – 1 м², расположение делянок рандомизированное, биологическая повторность в опыте – четырехкратная.

Математическая обработка результатов исследований выполнена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [2] с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007.

Результаты исследования и их обсуждение

В опыте определяли степень влияния доз кремниевых агроруд, наложенного на действие полного минерального удобрения и стимулятора роста Крезацина, на биологическую продуктивность озимой пшеницы и структуру ее урожая. Общую биомассу, урожайность зерна и соломы измеряли весовым методом, затем рассчитывали их соотношение.

Так, в опыте установлено положительное влияние исследуемых пород на общую биопродуктивность озимой пшеницы (табл. 2).

Таблица 2

Влияние кремнийсодержащих агроруд, NPK и Крезацина (КЦ) на общую продуктивность озимой пшеницы

№ п/п	Вариант	Общая биомасса, г/делянка			Соотношение зерно:солома
		среднее	± к фону		
			г/делянка	%	
1	NPK + КЦ (фон)	526	–	–	1:1,19
2	NPK + КЦ + Диатомит ₁	580	54	10	1: 1,30
3	NPK + КЦ + Диатомит ₂	651	125	24	1:1,34
4	NPK + КЦ + Диатомит ₃	640	114	22	1:1,37
5	NPK + КЦ + Цеолит ₁	553	27	5	1:1,24
6	NPK + КЦ + Цеолит ₂	605	79	15	1:1,29
7	NPK + КЦ + Цеолит ₃	597	71	13	1:1,28
8	NPK + КЦ + Бентонит ₁	603	77	15	1:1,21
9	NPK + КЦ + Бентонит ₂	630	104	20	1:1,19
10	NPK + КЦ + Бентонит ₃	691	165	31	1:1,18
НСР₀₅			79	13	–

На вариантах с совместным применением Крезацина (КЦ) и минимальных доз кремнийсодержащих агроруд, внесенных в почву совместно с полным NPK, наблюдалась тенденция к увеличению общей биомассы озимой культуры. Минимальная прибавка здесь была отмечена на варианте с цеолитом (5%), максимальная – на варианте с бентонитовой глиной (15%).

На вариантах с двойной и тройной дозами диатомита (вар. 3 и 4) и бентонита (вар. 9 и 10) было отмечено достоверное повышение общей продуктивности культуры. Однако при исследовании доз диатомита и цеолита максимальное повышение общей биомассы пшеницы отмечалось только при двойной дозе (на 24% на варианте с диатомитом и на 15% на варианте с цеолитом).

На вариантах с совместным применением Крезацина и бентонитовой глины была установлена максимальная прибавка при тройной дозе породы – на 31%. Также здесь отмечалась 15% достоверная прибавка за счет четырехкратного увеличения дозы бентонита.

В части соотношения зерна и соломы в общей биомассе озимой пшеницы нужно отметить, что на всех вариантах совместного применения Крезацина, NPK и кремнийсодержащих агроруд доля соломы в общей массе урожая всегда была увеличена. Только на варианте 10, при применении стимулятора роста и наибольшей дозы бентонитовой глины, доля зерна была выше, чем на фоне.

При увеличении дозы кремнистых пород доля соломы увеличивалась: на вариан-

тах с диатомитом – до тройной дозы, на вариантах с цеолитом – до двойной дозы. На вариантах с бентонитом доля соломоистой части урожая стабильно снижалась.

В табл. 3 показаны изменения в массе зерна и соломы озимой пшеницы, происходящие на исследуемых вариантах.

В отношении зерна озимой пшеницы следует указать, что на вариантах с минимальными дозами кремнийсодержащих пород, вносимых по фону NPK и Крезацина, были отмечены прибавки в массе: минимальная – по цеолиту (3%), средняя – по диатомиту (5%) и наибольшая – по бентонитовой глине (14%), которая к тому же оказалась статистически достоверной.

На вариантах с применением диатомита и цеолита наибольшее количество зерна было отмечено при двойных их дозах. Однако только при внесении в почву двойной дозы диатомита данная 16%-ная прибавка была существенной. В отношении вариантов с цеолитом здесь отмечалась только тенденция.

На всех вариантах применения бентонитовой глины совместно с NPK и Крезацином были установлены достоверные прибавки в урожае зерна пшеницы относительно фона, наибольшая из которых – 32% отмечалась при тройной дозе агроруды. Также необходимо указать, что на данном варианте отмечалась достоверная прибавка за счет четырехкратного увеличения дозы бентонита, которая составила 16% по отношению к варианту с однократной дозой.

Таблица 3

Влияние кремнийсодержащих агроруд, NPK и Крезацина (КЦ) на урожайность зерна и соломы озимой пшеницы

№ п/п	Вариант	Зерно, г/делянка			Солома, г/делянка		
		среднее	± к фону		среднее	± к фону	
			г/дел.	%		г/дел.	%
1	NPK + КЦ (фон)	240	–	–	286	–	–
2	NPK + КЦ + Диатомит ₁	252	12	5	328	42	15
3	NPK + КЦ + Диатомит ₂	278	38	16	373	87	30
4	NPK + КЦ + Диатомит ₃	270	30	13	370	84	29
5	NPK + КЦ + Цеолит ₁	247	7	3	306	20	7
6	NPK + КЦ + Цеолит ₂	264	24	10	341	55	19
7	NPK + КЦ + Цеолит ₃	262	22	9	335	49	17
8	NPK + КЦ + Бентонит ₁	273	33	14	330	44	15
9	NPK + КЦ + Бентонит ₂	288	48	20	342	56	20
10	NPK + КЦ + Бентонит ₃	317	77	32	374	88	31
НСР₀₅			27	10		41	12

Продуктивность солоистой части урожая озимой культуры также была положительной при совместном применении Крезацина, полного NPK кремнийсодержащих агроруд по отношению к фону. Здесь установлена наибольшая прибавка в массе на вариантах с двойной дозой диатомита (на 30%) и цеолита (на 19%). В отношении вариантов с бентонитовой глиной наибольший выход соломы отмечался при его тройной дозе – 31%.

При двукратном повышении дозы диатомита была установлена 14%-ная прибавка массы соломы по отношению к ее массе, полученной на варианте с однократной дозой. При этом при четырехкратном повышении дозы диатомита и бентонитовой глины также отмечались равноценные прибавки в 13% относительно ее массы, полученной на вариантах с однократными дозами кремнистых пород.

Выводы

Результатами микрополевого опыта показано совместное влияние кремнийсодержащих пород, полного минерального удобрения культуры и синтетического стимулятора роста Крезацина на биологическую продуктивность озимой пшеницы и структуру ее урожая. Установлено, что в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв Борского района Нижегородской области на фоне Крезацина и NPK наиболее эффективной дозой является двой-

ная и тройная доза (6 и 12 т/га) по диатомиту и бентонитовой глине, и двойная доза (6 т/га) по цеолиту. Наибольшие прибавки здесь достигают 24% по диатомиту и 20% по бентониту в отношении общей биомассы озимой культуры, а также – 16 и 32% соответственно в отношении зерна пшеницы.

Список литературы

1. Вернадский В.И. Биосфера (Избранные труды по биогеохимии). – М.: Мысль, 1967. – 374 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
3. Козлов А.В. Роль и значение кремния и кремнийсодержащих веществ в агроэкосистемах / А.В. Козлов, А.Х. Куликова, Е.А. Яшин // Вестник Мининского университета. – 2015. – № 2 (10). – С. 23.
4. Козлов А.В. Экологическая оценка влияния диатомита на фитоценоз и состояние почвенно-биотического комплекса светло-серой лесной легкосуглинистой почвы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2013. – 24 с.
5. Куликова А.Х. Влияние высококремнистых пород как удобрений сельскохозяйственных культур на урожайность и качество продукции // Агрехимия. – 2010. – № 7. – С. 18-25.
6. Куликова А.Х. Влияние диатомита и минеральных удобрений на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы / А.Х. Куликова, Е.А. Яшин, Е.В. Данилова, И.А. Юдина, О.С. Дронина, С.А. Никифорова // Агрехимия. – 2007. – № 6. – С. 27-31.
7. Куликова А.Х. Кремний и высококремнистые породы в системе удобрения сельскохозяйственных культур. – Ульяновск: Изд-во Ульяновской ГСХА им. П.А. Столыпина, 2013. – 176 с.
8. Матыченков В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и в системе почва-растение: автореф. дисс. докт. биол. наук. – Пушино, 2008. – 34 с.
9. Пашкевич Е.Б. Роль кремния в питании растений и в защите сельскохозяйственных культур от фитопатогенов / Е.Б. Пашкевич, Е.П. Кирюшин // Проблемы агрохимии и экологии. – 2008. – № 2. – С. 52-57.