

УДК 631.811.94 : 631.559.2

ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩЕЙ АГРОРУДЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР

Уромова И.П., Копосова Н.Н.

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный педагогический университет
имени Козьмы Минина», Нижний Новгород, e-mail: uromova2012@yandex.ru

В работе рассмотрены результаты исследований о влиянии высококремнистой породы диатомита Инзенского месторождения на биологическую продуктивность и некоторые показатели качества двух злаковых культур – яровой пшеницы и кукурузы. Результаты получены в двухфакторном вегетационном опыте, заложенном на светло-серой лесной легкосуглинистой почве. Фактором А явилась доза диатомита, фактором В – наличие фона полного минерального удобрения, а фактором АВ – взаимодействие вышеупомянутых условий. Результатами экспериментов было показано влияние кремнийсодержащего вещества на продуктивность яровой пшеницы и кукурузы, а также на некоторые их показатели, потенциально зависящие от содержания доступного кремния в почве. Установлено, что в условиях вегетационного опыта наиболее эффективной дозой диатомита оказывается одинарная или двойная доза для растений яровой пшеницы (1,5-3,0 г/кг) и тройная (6,0 г/кг) для растений кукурузы.

Ключевые слова: яровая пшеница, кукуруза, вегетационный опыт, биопродуктивность культур, структура урожая, диатомит

INFLUENCE OF SILICEOUS AGRICULTURAL ORE ON EFFICIENCY AND QUALITY OF CEREAL CULTURES

Uromova I.P., Kopusova N.N.

Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, e-mail: uromova2012@yandex.ru

In work results of researches about influence of high-siliceous breed of diatomite of the Inzensky field on biological efficiency and some indicators of quality of two cereal cultures – a spring-sown field and corn are considered. Results are received in the two-factor vegetative experience put on the light gray forest sandy loam soil. A factor A was the diatomite dose, a factor B – existence of a background of full mineral fertilizer, and AB factor – interaction of above-mentioned conditions. Results of experiments have shown influence of siliceous substance on efficiency of a spring-sown field and corn, and also on some of their indicators potentially dependent on the content of available silicon in the soil. It is established that in the conditions of vegetative experience the unary or double dose for plants of a spring-sown field (1,5-3,0 g/kg) and threefold (6,0 g/kg) for corn plants appears the most effective dose of diatomite.

Keywords: spring-sown field, corn, vegetative experience, bioproductivity of cultures, structure of a harvest, diatomite

В последнее время в прикладной агрономии становится все более актуальным вопрос повышения потенциальной продуктивности сельскохозяйственных культур за счет применения нетрадиционных источников их минерального питания. В то же время, возрастающий интерес к изучению силикатных агоруд, несмотря на всеобщую признанность значимости кремния в жизни растений и животных [1], до сих пор наталкивается на научный стереотип о биохимической инертности кремниевых соединений [8]. Это приводит к низкой информированности сельхозтоваропроизводителя о возможности улучшения агрономических свойств почв [3, 6, 9] и повышения продуктивности культурных растений [2, 4, 5] за счет внесения в почву таких природных веществ, как диатомиты.

Вместе с тем данные вещества, по сути являющиеся опал-криста-балитовыми породами осадочного генезиса, содержат более 80% SiO_2 , наполовину представленного аморфной формой, наиболее подверженной

внутрипочвенному разложению и высвобождению кремния в виде силикат-аниона, способного оказывать действие на кислотность почвы, ее микробное состояние, подвижность почвенных фосфатов, а также на продуктивность и устойчивость сельскохозяйственных культур [7, 10].

Цель исследования

В рамках данной проблемы была поставлена задача изучить в условиях вегетационного опыта влияние различных доз диатомита на продуктивность зерновых культур.

Материалы и методы исследования

В сезон 2015 г. в рамках единой темы и схемы было заложено два вегетационных опыта с яровой пшеницей сорта *Курская 2038* и кукурузы сорта *РООС-299* с увеличивающейся дозой диатомита как на фоне полного минерального удобрения, так и без него (табл. 1).

Опыт был заложен на светло-серой лесной легкосуглинистой почве ($A_{\text{паш}}$); в опыте использованы сосуды Митчерлиха с набивкой по 5 кг почвы под

пшеницу и по 10 кг под кукурузу. Пшеницу убирали в фазу полной спелости зерна, кукурузу – в технической спелости на зеленую биомассу. Срок вегетации составил: для пшеницы – 85 дней, для кукурузы – 81 день. Опыт двухфакторный, биологическая и аналитическая повторность в опыте четырехкратная.

Изучаемый диатомит Инзенского месторождения по химическому составу содержит (% на сухое вещество): общего SiO_2 – 82,5, в том числе аморфного SiO_2 – 42,0; P_2O_5 – 0,05; K_2O – 1,06; CaO – 0,28; MgO – 0,76 и другие химические элементы (5). В качестве NPK-фона использовали аммиачную селитру (34,0%), простой суперфосфат (26,0%) и хлористый калий (58,0%).

Результаты исследования и их обсуждение

В дальнейшем определяли степень влияния доз диатомита на урожайность злаковых культур, на содержание сухого вещества и высоту растений.

Так, в опыте установлено влияние диатомита на продуктивность яровой пшеницы (табл. 2).

Общая биомасса растений пшеницы незначительно увеличивается уже при минимальной дозе диатомита. При этом установлено более активное его действие на удобренном фоне: двойная доза на фоне NPK дает 2,3% прибавки, а четырехкратная – 4%, в то время как на неудобренном фоне двукратное увеличение дозы дает только 1,6% прибавки, а четырехкратное – 2,1%. Кроме того, на неудобренном фоне статистически достоверную прибавку дает трехкратное увеличение дозы диатомита, на фоне удобрений – двукратное.

Аналогичная картина наблюдается и в отношении зерна пшеницы. Достоверная прибавка в массе зерна получена при тройной дозе кремниевых веществ на неудобренном фоне и при одинарной дозе на фоне полного удобрения культуры. Дей-

ствие удобрений (фактор А) как на общую биомассу, так и массу зерна становится достоверным уже при минимальной дозе диатомита. При повышении дозы кремниесодержащего вещества закономерно увеличивается соотношение зерна и соломы, которое оказывается чуть шире на фоне NPK-удобрений.

Изучаемый диатомит также оказал свое действие на урожайность растений кукурузы (табл. 3).

При этом, в сравнении с действием на растения пшеницы, в отношении листостебельной биомассы кукурузы влияние диатомита проявляется сильнее именно на неудобренном фоне: прибавка в массе только на 11% при максимальной дозе на фоне NPK и на 15% на неудобренном фоне. Математически обоснованную прибавку общей биомассы кукурузы дает удобренный фон в совокупности с тройной дозой диатомита. В целом максимальное действие на общую продуктивность растений кукурузы наблюдается при тройной дозе диатомита как на фоне удобрений, так и без них.

Четырехкратная доза диатомита оказывает свое максимальное действие в отношении именно листовой части растений кукурузы по сравнению со стеблевой: прибавка в массе листьев на 27% на неудобренном фоне (стеблей только на 8%), в то время как на фоне полного удобрения на 20% (стеблей только на 5%). При этом статистически оправданной и наиболее эффективной дозой диатомита на фоне удобрений оказалась тройная доза как для листьев, так и для стеблей.

Помимо общего повышения биомассы кукурузы, диатомит сказался и на некоторых сопутствующих показателях растений (табл. 4).

Таблица 1

Схемы вегетационных опытов

№ варианта	Сокращенное название варианта	Полное название варианта	
		опыт 1 – яровая пшеница	опыт 2 – кукуруза
1	К	контроль, без удобрений	контроль, без удобрений
2	Д_1	диатомит – 1,5 г/кг	диатомит – 2,0 г/кг
3	Д_2	диатомит – 3,0 г/кг	диатомит – 4,0 г/кг
4	Д_3	диатомит – 4,5 г/кг	диатомит – 6,0 г/кг
5	Д_4	диатомит – 6,0 г/кг	диатомит – 8,0 г/кг
6	Фон	NPK – фон по 0,2 г/кг д.в.	NPK – фон по 0,4 г/кг д.в.
7	$\text{Ф} + \text{Д}_1$	фон + диатомит – 1,5 г/кг	фон + диатомит – 2,0 г/кг
8	$\text{Ф} + \text{Д}_2$	фон + диатомит – 3,0 г/кг	фон + диатомит – 4,0 г/кг
9	$\text{Ф} + \text{Д}_3$	фон + диатомит – 4,5 г/кг	фон + диатомит – 6,0 г/кг
10	$\text{Ф} + \text{Д}_4$	фон + диатомит – 6,0 г/кг	фон + диатомит – 8,0 г/кг

Таблица 2

Влияние диатомита на продуктивность яровой пшеницы, г возд.-сух. вещества/сосуд

№ п/п	Варианты	Общая биомасса			Зерно			3 : С
		X _{ср.}	действие NPK-удобрений (фактор А)	действие диатомита (фактор В)	X _{ср.}	действие удобрений (фактор А)	действие диатомита (фактор В)	
1	К	42,8	—	—	15,6	—	—	1 : 1,7
2	Д ₁	42,9	—	0,1	17,9	—	2,3	1 : 1,4
3	Д ₂	43,5	—	0,7	17,2	—	1,6	1 : 1,5
4	Д ₃	43,8	—	1,0	18,6	—	3,0	1 : 1,4
5	Д ₄	43,7	—	0,9	16,7	—	1,1	1 : 1,6
6	Фон	47,5	4,7	—	16,8	1,2	—	1 : 1,8
7	Ф + Д ₁	47,9	5,0	0,4	20,5	2,6	3,7	1 : 1,3
8	Ф + Д ₂	48,6	5,1	1,1	19,3	2,1	2,5	1 : 1,5
9	Ф + Д ₃	49,1	5,3	1,6	18,7	0,1	1,9	1 : 1,6
10	Ф + Д ₄	49,4	5,7	1,9	18,6	1,9	1,8	1 : 1,7
НСР ₀₅		3,5	0,8	0,9	3,1	0,8	2,5	

Таблица 3

Влияние диатомита на урожайность биомассы кукурузы, г возд.-сух. вещества/сосуд

Варианты	Общая биомасса			Листья			Стебли		
	X _{ср.}	действие NPK-удобрений (фактор А)	действие диатомита (фактор В)	X _{ср.}	действие удобрений (фактор А)	действие диатомита (фактор В)	X _{ср.}	действие удобрений (фактор А)	действие диатомита (фактор В)
К	44,8	—	—	17,6	—	—	27,2	—	—
Д ₁	49,6	—	4,8	21,7	—	4,1	27,9	—	0,7
Д ₂	54,2	—	9,4	23,7	—	6,1	30,5	—	3,3
Д ₃	55,1	—	10,3	23,4	—	5,8	31,7	—	4,5
Д ₄	51,7	—	6,9	22,3	—	4,7	29,4	—	2,2
Фон	148,2	103,4	—	61,5	43,9	—	86,7	59,5	—
Ф + Д ₁	158,5	108,9	10,3	69,1	47,4	7,6	89,4	61,5	2,7
Ф + Д ₂	160,7	106,5	12,5	66,9	43,2	5,4	93,8	63,3	7,1
Ф + Д ₃	168,6	113,5	20,4	72,5	49,1	11,0	96,1	64,4	9,4
Ф + Д ₄	164,8	113,1	16,6	73,5	51,2	12,0	91,3	61,9	4,6
НСР ₀₅	18,6	8,4	12,7	11,7	5,5	8,7	14,9	6,7	7,2

Таблица 4

Влияние диатомита на высоту растений кукурузы и содержание сухого вещества в надземной биомассе

№ п/п	Варианты	Высота растений, см			Содержание сухого вещества, %					
					листья			стебли		
		X _{ср.}	действие NPK-удобрений (фактор А)	действие диатомита (фактор В)	X _{ср.}	действие удобрений (фактор А)	действие диатомита (фактор В)	X _{ср.}	действие удобрений (фактор А)	действие диатомита (фактор В)
1	К	90,0	—	—	23,5	—	—	14,4	—	—
2	Д ₁	96,0	—	6,0	26,3	—	2,8	14,7	—	0,3
3	Д ₂	106,3	—	16,3	28,6	—	5,1	14,6	—	0,2
4	Д ₃	117,7	—	27,7	26,9	—	3,4	14,8	—	0,4
5	Д ₄	121,7	—	31,7	27,6	—	4,1	14,5	—	0,1
6	Фон	154,0	64,0	—	24,3	0,8	—	16,4	2,0	—
7	Ф + Д ₁	157,7	61,7	3,7	26,8	0,5	2,5	16,8	2,1	0,4
8	Ф + Д ₂	165,0	58,7	11,0	28,9	0,3	4,6	17,2	2,6	0,8
9	Ф + Д ₃	163,3	45,6	9,3	29,7	2,8	5,4	18,4	3,6	2,0
10	Ф + Д ₄	161,3	39,6	7,3	30,5	2,9	6,2	18,2	3,7	1,8
НСР ₀₅		15,3	6,8	10,8	4,7	2,1	3,4	2,6	0,9	1,3

Увеличение высоты растений начинается уже при минимальной дозе диатомита, в то время как максимальное вытягивающее действие определено в варианте с полным удобрением без диатомита (удлинение растений на 71 % по сравнению с контролем). Действие диатомита (фактор В) оказывается более эффективным на неудобренном фоне, но статистически достоверный прирост растений наблюдается уже при двойной дозе вещества как на фоне полного минерального удобрения, так и без него.

В отношении содержания сухого вещества диатомит сильнее проявляет свое действие именно на листовую массу: его максимальная доза повышает содержание сухого вещества в листьях на 17% на неудобренном фоне (в стеблях только на 0,7%) и на 26% на фоне НРК (в стеблях только на 11%). При этом фактор В в листовой биомассе оказывается математически оправданным уже при двукратном увеличении дозы диатомита как на фоне удобрений, так и без них. Действие диатомита на сухое вещество в стеблях статистически достоверно при тройной дозе на фоне удобрений.

Заключение

Таким образом, результатами опыта было показано влияние кремнийсодержащего вещества на продуктивность яровой пшеницы и кукурузы, а также на некоторые их показатели, потенциально зависящие от содержания доступного кремния в почве. Установлено, что в условиях вегетационного опыта наиболее эффективной дозой диатомита оказывается одинарная или двойная доза для растений яровой пшеницы (1,5-3,0 г/кг) и тройная (6,0 г/кг) для растений кукурузы.

Список литературы

1. Вернадский В.И. Биосфера (Избранные труды по биогеохимии). – М.: Мысль, 1967. – 374 с.
2. Влияние диатомита на урожайность и качество овощной продукции / А.Х. Куликова [и др.] // *Агрохимия*. – 2004. – № 2. – С. 52-58.
3. Козлов А.В. Влияние высококремнистых пород на структуру, численность и ферментативную активность целлюлозосапротрофного микробного пула дерново-подзолистой почвы в условиях выращивания озимой пшеницы и картофеля / А.В. Козлов, А.Х. Куликова // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2016. – № 1 (33). – С. 56-65.
4. Козлов А.В. Влияние диатомита на биопродуктивность зерновых культур и численность микробного сообщества почвы / А.В. Козлов // *Агрохимический вестник*. – 2012. – № 5. – С. 39-42.
5. 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*. – 2011. – № 1-1 (13). – С. 31.
6. 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.
7. Козлов А.В. Физиологическое значение кремния в онтогенезе культурных растений и при их защите от фитопатогенов / А.В. Козлов, И.П. Уромова, Е.А. Фролов, К.Ю. Мозолева // *Международный студенческий научный вестник*. – 2015. – № 1. – С. 39.
8. Козлов А.В. Экологическая оценка влияния диатомита на фитоценоз и состояние почвенно-биотического комплекса светло-серой лесной легкосуглинистой почвы / диссертация канд. биол. наук: 03.02.08 / Российский государственный аграрный университет. – Н. Новгород: НГСХА, 2013. – 182 с.
9. Матыченков В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и в системе почва-растение: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.00.12, 03.00.27 / Матыченков Владимир Викторович – Пушкино, 2008. – 34 с.
10. 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.