

*The work gives the results of research on the effectiveness of application of saponite-containing basaltic tuffs in the cultivation of basil (*Ocimum basilicum* L.) on sod-podzolic sandy loamy soil with an average content of exchangeable magnesium (110-120 mg/kg of soil).*

Preplans application of saponite-containing basaltic tuffs in Mg doses of Mg₂₀₋₆₀ increased yield of green mass of basil – by 0,16-0,22 kg/m² with better agronomic efficiency in case of application of Mg₂₀ against the background of complete mineral fertilizing.

УДК 631.811.94:631.559.2

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ ВОЗРАСТАЮЩИХ ДОЗ ЦЕОЛИТА И БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Варламова Л.Д., Сергеев В.В.

ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, e-mail: larisa.varlamova@list.ru

Ключевые слова: *цеолит, бентонитовая глина, яровая пшеница, овес, опыт, дозы, урожайность.*

В работе приведены обобщенные данные изменения урожайности яровой пшеницы и овса в зависимости от вносимых доз цеолита и бентонитовой глины в условиях вегетационных опытов. Кремнийсодержащие минералы оказали большее влияние на повышение урожайности зерна, чем соломы. Цеолит имел некоторое преимущество над бентонитовой глиной.

В настоящее время все большее внимание уделяется использованию в практической земледелии природных кремнийсодержащих минералов, что связано с особенностями их строения и химического состава [1]. Внесение в почву таких минералов, как цеолит, диатомит, бентонитовые глины обеспечивает улучшение агрономических свойств почв [2], что положительно отражается на величине и качестве получаемого урожая сельскохозяйственных культур [3-5].

Цель нашего исследования предусматривала сравнение эффективности возрастающих доз цеолита и бентонитовой глины при последовательном выращивании яровой пшеницы и овса.

Исследования проведены в условиях вегетационных опытов на вегетационной площадке кафедры «Агрохимия и агроэкология» Нижегородской ГСХА в период 2010-2013 гг.

Закладку опытов проводили в сосудах Митчерлиха на 5 кг поч-

вы в 4-х кратной повторности. Для исследования использовали пахотный слой светло-серой лесной легкосуглинистой почвы. Во все годы исследований почва характеризовалась слабокислой реакцией, низким содержанием гумуса (1,4-1,9 %), обеспеченность подвижным фосфором изменялась от повышенной до высокой (110-170 мг/кг), подвижным калием – от средней до повышенной (100-165 мг/кг). В соответствии с градацией В.В. Матыченкова [6], в почве проявлялся дефицит доступных растениям форм кремния (активный – 10-13 мг/кг, потенциальный – 190-230 мг/кг).

В качестве фона использовали полное минеральное удобрение (NPK) (аммиачная селитра, аммофос и хлористый калий) из расчета по 0,3 г д.в./кг; цеолит и бентонитовую глину применяли в дозах по 2,6; 5,2 и 7,8 г на 1 кг почвы. Все удобрение вносили при набивке сосудов в естественном состоянии. В качестве опытной культуры в прямом действии выращивали яровую пшеницу сорта Курская 2038, в последствии – овес Скакун. Растения убирали в фазу полной спелости зерна. Закладку опытов, уход за растениями и уборку проводили в соответствии с принятой методикой [7].

Учет урожайности опытных культур показал следующее. Использование минеральных удобрений повысило выход товарной продукции при учете прямого их действия (зерно пшеницы) в 2 раза, в последствии (овес) – в 1,7 раза относительно контроля; выход соломы возрос в 2,7 и 2,0 раза соответственно. Таким образом, применение NPK, повысив урожайность, снизило долю зерна в общей массе полученной растительной продукции (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние кремнийсодержащих минералов на урожайность яровой пшеницы (действие) и овса (последствие), г/сосуд в расчете на 14 % влажность

Вариант	В среднем по 3 опытам (2010-2013 гг.)					
	зерно		солома		зерно: солома	
	пшеница	овес	пшеница	овес	пшеница	овес
Контроль	9,5	6,3	11,7	11,2	1,00:1,23	1,00:1,78
Фон	19,1	10,9	30,1	22,2	1,00:1,57	1,00:2,04
Фон + С-1	25,1	14,8	32,5	17,3	1,00:1,29	1,00:1,17
Фон + С-2	24,6	15,2	30,5	19,5	1,00:1,24	1,00:1,28
Фон + С-3	27,7	17,2	28,7	21,9	1,00:1,04	1,00:1,27
Фон + В-1	24,2	15,2	30,7	19,3	1,00:1,27	1,00:1,27
Фон + В-2	22,0	13,9	30,0	18,3	1,00:1,36	1,00:1,32
Фон + В-3	22,6	14,4	34,1	18,6	1,00:1,51	1,00:1,29
<i>HCP₀₅</i>	2,2	1,6	2,8	1,9		

Использование кремнийсодержащих минералов во всех испытываемых дозах обеспечило повышение урожайности зерна обеих культур относительно фона (НРК), не оказав в большинстве случаев влияния на выход соломы пшеницы и снизив накопление побочной продукции овса.

Следует отметить, что с повышением дозы цеолита урожайность зерна пшеницы возрастала и при максимальной дозе была достоверно выше (на 10 %), чем при минимальной. Для бентонитовой глины, напротив, наиболее значимые изменения отмечены при использовании первой опытной дозы, хотя достоверных различий между испытываемыми дозами не выявлено. Аналогичные закономерности наблюдали и для овса при учете последствия изучаемых минералов.

При анализе массы побочной продукции отмечено, что наиболее высокий выход соломы пшеницы при внесении цеолита получен при минимальной дозе (на 11,3 % больше, чем по фону), а при максимальной – снижение к фону на 4,7 %. При использовании третьей опытной дозы бентонитовой глины получена максимальная масса нетоварной продукции (прибавка к фону 13,3 %), в то время, как при меньших дозах урожайности соломы сохранялась на уровне фона. Масса соломы овса (последствие) при внесении всех доз бентонитовой глины была равноценной и достоверно более низкой, чем на варианте НРК. Для цеолита отмечено повышение урожайности соломы с повышением дозы (вторая превосходила первую на 12,1 %, третья вторую – на 12,3 %), при этом только при использовании максимальной дозы выход побочной продукции сохранился на уровне фона.

Оценивая содержание основных элементов питания в полученной продукции (таблица 2, 3), отмечаем, что наиболее значимо изменялась концентрация азота.

Таблица 2 – Влияние кремнийсодержащих минералов на содержание основных элементов питания в яровой пшенице, % (в среднем по 3 опытам)

Вариант	Зерно			Солома		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	1,72	0,74	0,43	0,61	0,26	1,18
Фон	2,58	0,80	0,48	0,85	0,31	1,50
Фон + С-1	2,90	0,90	0,48	0,78	0,31	1,51
Фон + С-2	2,53	0,90	0,47	0,71	0,34	1,56
Фон + С-3	2,51	0,93	0,47	0,76	0,43	1,64
Фон + В-1	2,30	0,80	0,46	0,79	0,42	1,52
Фон + В-2	2,57	0,86	0,46	0,92	0,39	1,49
Фон + В-3	2,00	0,86	0,46	0,90	0,32	1,58
<i>НСР₀₅</i>	<i>0,16</i>	<i>0,06</i>	<i>0,05</i>	<i>0,06</i>	<i>0,06</i>	<i>0,09</i>

Таблица 3 – Влияние кремнийсодержащих минералов на содержание основных элементов питания в овсе, % (в среднем по 3 опытам)

Вариант	Зерно			Солома		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	1,41	0,81	0,37	0,57	0,27	1,52
Фон	1,97	0,88	0,49	0,70	0,33	1,64
Фон + С-1	1,87	0,89	0,49	0,55	0,34	1,62
Фон + С-2	1,96	0,91	0,49	0,58	0,28	1,61
Фон + С-3	1,89	0,88	0,49	0,53	0,28	1,64
Фон + В-1	1,70	0,89	0,49	0,58	0,30	1,60
Фон + В-2	1,79	0,87	0,48	0,59	0,31	1,66
Фон + В-3	1,70	1,02	0,48	0,58	0,33	1,62
<i>НСР₀₅</i>	<i>0,15</i>	<i>0,09</i>	<i>0,04</i>	<i>0,04</i>	<i>0,03</i>	<i>0,12</i>

В зерне пшеницы содержание азота варьировало от 1,72 % (контроль) до 2,90 % (первая доза цеолита). При этом достоверное увеличение по отношению к фоновому варианту отмечено лишь при внесении минимальной дозы цеолита, а снижение – при использовании бентонитовой глины в минимальной и максимальной дозах. В соломе наиболее значимая концентрация данного элемента получена при второй дозе бентонитовой глины (на 8,2 % выше, чем на фоне), а при внесении цеолита отмечено достоверное снижение азота по отношению к фону (на 8,3; 16,5 и 10,6 %).

Содержание фосфора в зерне по отношению к фону существенно возросло (на 12,5-16,2 %) при внесении цеолита вне зависимости от испытываемой дозы, в меньшей степени изменившись от бентонитовой глины. Содержание калия в зерне всех опытных вариантов было равноценным. В соломе концентрация фосфора возросла при использовании цеолита в первой опытной дозе и бентонита в одинарной и двойной дозах, содержание калия увеличилось лишь на фоне максимальной дозы цеолита.

Анализируя изменение содержания NPK в растениях овса (последствие), отмечено, что содержание азота, по отношению к фону, в зерне существенно снизилось при внесении бентонитовой глины, а в соломе – во всех опытных вариантах. Концентрация калия и в зерне, и в соломе овса в вариантах с внесением кремнийсодержащих минералов была равноценной, сохраняясь на уровне фона. Наиболее высоким содержание фосфора в зерне было при внесении максимальной дозы бентонитовой глины (на 15,9 % выше фона), в соломе отмечено снижение концентрации данного элемента в вариантах с внесением второй и третьей опытных доз цеолита.

Применение кремнийсодержащих минералов отразилось и на

отчуждении основных элементов надземной массой опытных культур (таблица 4). Так, вынос NPK урожаем пшеницы при внесении минералов заметно увеличился по отношению к фону во всех вариантах. Наиболее значимое увеличение выноса азота выявлено при внесении минимальной дозы цеолита (31,1 %), фосфора – тройной дозы цеолита (54,8 %), калия – тройной дозы бентонитовой глины (18,3 %).

Таблица 4 – Влияние кремнийсодержащих минералов на вынос основных элементов питания культурами (зерно + солома), мг/сосуд (в среднем по 3 опытам)

Вариант	Пшеница			Овес		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	201,9	86,6	153,8	131,3	69,9	166,4
Фон	643,8	211,6	467,1	318,3	145,5	359,0
Фон + С-1	844,0	280,9	525,6	319,8	163,9	303,4
Фон + С-2	721,4	279,6	543,6	353,5	165,9	334,0
Фон + С-3	785,5	327,6	516,8	379,4	182,9	380,6
Фон + В-1	687,3	277,4	497,0	318,5	166,1	329,6
Фон + В-2	802,7	263,3	471,4	306,8	152,8	318,6
Фон + В-3	652,6	260,9	552,7	303,3	179,1	318,5

Как показали расчеты, в последствии минералы однозначно увеличили вынос овсом фосфора, в то время как отчуждение азота возросло лишь в вариантах с двойной и тройной дозами цеолита, а калия – тройной дозы цеолита. В целом, наиболее высокий вынос всех элементов овсом отмечен на фоне третьей опытной дозы цеолита (увеличение к фону для N, P и K составило соответственно 19,1 %; 25,7 % и 6,0 %).

Цеолит и бентонитовая глина оказали влияние и на соотношение между потребляемыми культурами элементами, в той или иной степени увеличив долю отчуждаемого фосфора.

Таким образом, проведенные исследования показали, что применение цеолита и бентонитовой глины на фоне минеральных удобрений существенно повысило урожайность яровой пшеницы в прямом действии и овса в последствии, увеличив долю товарной продукции. При внесении одинарных доз действие минералов было равноценным, при повышенных дозах преимущество имел цеолит.

Применение кремнийсодержащих минералов в большинстве случаев не оказало достоверного влияния на содержание в растениях азота и калия, но увеличило концентрацию в них фосфора. Наиболее высокий вынос всех элементов питания опытными культурами (пшеница + овес) получен при внесении цеолита в максимальной дозе, при

этом соотношении элементов (N:P:K) для пшеницы составило 2,4:1,0:1,6, для овса – 2,1:1,0:2,1.

Библиографический список:

1. Цицишвили, Г.В. Природные цеолиты / Г.В. Цицишвили, Г.Г. Андроникашвили. – М.: Химия. – 1985. – 224 с.
2. Козлов, А.В. Влияние диатомита, цеолита и бентонитовой глины на показатели физико-химического состояния дерново-подзолистой почвы / А.В. Козлов, А.Х. Куликова, Н.Н. Копосова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Том 19, №2(2). – 2017. – С. 275-280.
3. Куликова, А.Х. Влияние высококремнистых пород как удобрений сельскохозяйственных культур на урожайность и качество продукции / А.Х. Куликова // Агрохимия. – 2010. – №7. – С. 18-25.
4. Варламова, Л.Д. Оценка эффективности кремнийсодержащих минералов при внесении под полевые культуры / Л.Д. Варламова, А.В. Бахарев, В.В. Сергеев // Агрохимический вестник. – 2017. – №2. – С. 21-24.
5. Козлов, А.В. Влияние полного минерального удобрения, крезацина и кремниевых агроруд на биопродуктивность и структуру урожая озимой пшеницы Московская 39 / А.В. Козлов, В.Р. Овезов, И.А. Тарасов // Успехи современного естествознания. – 2016. – №3. – С. 70-73.
6. Матынченков, В.В. Градация почв по дефициту доступного растениям кремния / В.В. Матынченков // Агрохимия. – 2007. – №7. – С. 22-27.
7. Пискунов, А.С. Методы агрохимических исследований / А.С. Пискунов. – М.: КолосС. – 2004. – 312 с.

COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECTS OF INCREASING DOSES OF ZEOLITE AND BENTONITE ON THE PRODUCTIVITY OF GRAIN CROPS

Varlamova L.D., Sergeev V.V.

Nizhniy Novgorod state agricultural Academy

Key words: *zeolite, bentonite clay, spring wheat, oats, experience, doses, yield.*

The paper presents generalized data of the change of productivity of spring wheat and oats, depending on applied doses of zeolite and bentonite clay in conditions of vegetation experiments. Silicon-containing minerals can have a greater effect on increasing grain yield than straw. The zeolite had a slight advantage over bentonite clay.