

ВЛИЯНИЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Смывалов Владимир Сергеевич, аспирант кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

Захарова Дарья Александровна, аспирант кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8(8422)25-95-68,

e-mail: darianami@rambler.ru

Ключевые слова: кремнийсодержащие материалы, яровая пшеница, урожайность, белок

В статье приведены результаты исследований по изучению эффективности применения кремнийсодержащих материалов в технологии возделывания яровой пшеницы. Предпосевная обработка семян ими в среднем за трехлетний период позволила сформировать урожайность культуры в 2,29–2,53 т/га при применении в чистом виде, и 2,57–2,73 т/га – на фоне внесения традиционного удобрения. При этом улучшалось качество продукции.

Введение

Пшеница остается основной продовольственной культурой страны. История изучения и внедрения яровой пшеницы в Ульяновской области насчитывает более 100 лет. За это время по селекции и технологии возделывания накоплен богатый практический и теоретический научный опыт. Однако климатические условия региона таковы, что возможно резкое снижение валового сбора зерна яровой пшеницы вследствие недостаточного количества осадков [1].

Без внимания не остается и качество продукции. Приоритетным направлением в развитии современного агропромышленного комплекса по признанию продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН является производство безопасных продуктов питания. В комбикормовой промышленности нашей страны сохраняется дефицит растительного белка в 2,4 млн. т.

Исследования последних лет неоднократно подтверждают положительное влияние кремнийсодержащих материалов на протекание биохимических процессов в растительном организме, которое проявляется, прежде всего, в повышении выхода товарной продукции, устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов среды, реализации биологического потенциала сельскохозяйственных культур [2].

В настоящее время из-за высокой сто-

имости резко сокращается применение минеральных удобрений. Им на смену разработаны и активно применяются в сельскохозяйственном производстве биологические препараты и стимуляторы роста, в т. ч. кремнийсодержащие, которые дают аналогичный экономический эффект при меньшей рыночной стоимости. Кремний – элемент, способствующий сохранению почвенного плодородия и рациональному потреблению растениями основных элементов питания из почвы.

В связи с вышеизложенным изучение возможности применения кремнийсодержащих материалов в сельскохозяйственной практике представляется актуальным.

Цель наших исследований – изучить эффективность кремниевых препаратов, диатомита и минеральных удобрений в технологии возделывания яровой мягкой пшеницы сорта Маргарита.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись:

– ЭкSi – препарат на основе активных соединений кремния, позволяющий повысить урожайность сельскохозяйственных культур и их устойчивость к неблагоприятным условиям и различным стрессам биотического и абиотического характера. В своем составе дополнительно содержит калий, натрий и гуматы [3].

– Мивал-Агро – кремнийорганический

регулятор роста растений. Обладает широким спектром биологического действия, адаптогенными и антиоксидантными свойствами. Экологически безопасен, отличается высокой эффективностью и простотой использования [4].

– диатомит, измельченный до порошкообразной формы и состоящий более чем на 80 % из оксида кремния.

– яровая пшеница. Оригинатором сорта Маргарита является ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ». В сорте оптимально сбалансированы высокая продуктивность, устойчивость к полеганию, качество зерна. Отзывчив на применение минеральных удобрений. В настоящее время допущен для возделывания в Волго-Вятском и Средневолжском регионах, в Государственный реестр селекционных достижений включен с 2008 [5].

Изучение эффективности кремнийсодержащих препаратов, диатомита и минеральных удобрений в технологии возделывания яровой пшеницы проводилось в двухфакторном мелкоделяночном опыте по следующей схеме: 1-й вариант – контроль; 2-й вариант – ЭкSi (обработка семян); 3-й вариант – ЭкSi (обработка посевов); 4-й вариант – диатомит 30 кг/т (обработка семян); 5-й вариант – Мивал-Агро 5 г/т (обработка семян); 6-й вариант – Мивал-Агро 10 г/га (обработка посевов); 7-й вариант – N40P40K40 (под предпосевную культивацию); 8-й вариант – N40P40K40 + ЭкSi (обработка семян); 9-й вариант – N40P40K40 + ЭкSi (обработка посевов); 10-й вариант – N40P40K40 + диатомит 30 кг/т (обработка семян); 11-й вариант – N40P40K40 + Мивал-Агро 5 г/т (обработка семян); 12-й вариант – N40P40K40 + Мивал-Агро 10 г/га (обработка посевов).

Почва опытного поля чернозем выщелоченный с агрохимическими характеристиками: содержание гумуса 4,5 %, доступных соединений фосфора и калия 142 и 138 мг/кг почвы (по Чирикову), pH_{KCl} 5,3.

Посев яровой пшеницы проводили в конце апреля – начале мая сеялкой ССНП-16 рядовым способом, вслед за культивацией. Норма высева – 4,5 млн. всхожих семян на гектар, или 250 кг/га в физическом весе, глубина заделки 6–8 см.

Обработка семян (опудривание) диатомитовым порошком проводилась в день посева в дозе 30 кг/т семян (для удержи-

вания диатомита на поверхности семян использовался прилипатель – NaKMц). Рабочий раствор, содержащий ЭкSi и Мивал-Агро, готовился непосредственно перед обработкой. Посевы прикатывались кольчато-шпоровыми катками ЗККШ-6А. Уборку урожая осуществляли путем прямого комбайнирования комбайном Terrion Sampo SR2010.

Результаты исследований

В состав легкой осадочной кремниевой породы – диатомита – входит более 75 – 85 % оксида кремния, в том числе аморфного – более 40 – 50 %, присутствуют 1,06 % оксида калия; 0,05 % оксида фосфора и другие важные элементы для питания растений. В соответствии с составом диатомиты рассматриваются в качестве кремниевого удобрения.

Согласно полученным результатам исследований, опудривание семян диатомитом в чистом виде и на фоне традиционного удобрения приводило к улучшению фосфорного и калийного режимов питания. В первом случае содержание подвижных фосфора и калия в пахотном слое увеличилось на 6–7 мг/кг почвы; во втором – 5–6 и 9–13 мг/кг почвы соответственно. При этом сочетании удобрительных средств установлена положительная тенденция улучшения азотного режима питания почвы.

Наибольшее влияние при использовании кремниевых препаратов на агрохимические свойства чернозема выщелоченного оказала обработка посевного материала ЭкSi с внесением комплексного удобрения.

Увеличение содержания минеральных форм азота обусловлено, по данным многочисленных исследователей, положительным влиянием кремниевой кислоты на активность почвенной микрофлоры. Влияние активного кремния в жидкой или твердой форме на плодородие почвы связывают, прежде всего, с его действием на увеличение доступности для растений фосфора, замедление фиксации фосфорных удобрений в почвенном слое [6,7].

Урожайность культуры определяется сочетанием реализации заложенного в геноме растения биологического потенциала, состояния факторов среды и современных технологических приемов. Согласно анализу литературных сведений, кремнийсодер-

жащие соединения положительно влияют на продуктивность пшеницы [2,8,9,10].

На опытных вариантах с обработкой семян ЭкSi, Мивал-Агро и внесением традиционного удобрения наблюдалось почти равнозначное повышение урожайности: средняя прибавка за 3 года составила 15, 17 и 16 % соответственно (табл. 1).

Совместное применение кремниевых материалов и комплексного удобрения резко усиливало их эффективность, что дает возможность говорить о синергизме. При этом использование препарата ЭкSi для предпосевной обработки семян на фоне минерального удобрения способствовало увеличению продуктивности пшеницы на 10 % больше, чем с отдельным внесением последнего. В случае с кремнийорганическим регулятором роста Мивал-Агро соответствующая прибавка составила 9 %.

Результаты исследований отечественных ученых свидетельствуют о возможности получения наибольшего эффекта при использовании кремниевых удобрений в комплексе с другими минеральными удобрениями. Это соответствует принципу возвращения в систему почва–растение питательных веществ, вынесенных с урожаем, а также законам минимума Ю. Либиха [7].

Выявлено преимущество корневого внесения кремниевых препаратов перед опрыскиванием посевов. В случае с ЭкSi разница в прибавке урожайности составила 4 %, минерального удобрения и ЭкSi – 9 %. Преобладание обработки семян регулятором роста перед опрыскиванием составило 8 % отдельно и 6 % при совместном применении с традиционным удобрением.

Действующий компонент Мивал-Агро – «Мивал»– относится к группе кремний-органических соединений силатранов. Их физиологическое действие на сельскохозяйственные культуры обуславливается специфическим строением молекулы, которое придает силатранам высокую проникаемость в мембраны клеток, что усиливает результативность биологического действия препарата [11].

Качество производимого зерна является интегрирующим показателем взаимного влияния генотипа сорта, природно-климатических особенностей, агротехнических и организационно-экономических условий возделывания культуры.

В научных исследованиях, проведенных в условиях Орловской области с озимой пшеницей сорта Московская 39, установлено, что обработка хлорметилсилатраном

Таблица 1

Урожайность зерна яровой пшеницы в зависимости от применения в технологии ее возделывания кремнийсодержащих препаратов, диатомита и минеральных удобрений

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее за 3 года	Отклонение от контроля	
					т/га	%
1. Контроль	2,69	2,06	1,74	2,16	-	-
2. ЭкSi (обр. семян)	2,90	2,51	2,03	2,48	0,32	15
3. ЭкSi (обр. посевов)	2,87	2,37	1,96	2,40	0,24	11
4. Диатомит 30 кг/т (обр. семян)	2,79	2,23	1,85	2,29	0,13	6
5. Мивал-Агро (обр. семян)	3,10	2,41	2,07	2,53	0,37	17
6. Мивал-Агро (обр. посевов)	3,02	2,22	1,84	2,36	0,20	9
7. N40P40K40	2,99	2,35	2,15	2,50	0,34	16
8. N40P40K40 + ЭкSi (обр. семян)	3,25	2,59	2,36	2,73	0,57	26
9. N40P40K40 + ЭкSi (обр. посевов)	3,10	2,40	2,09	2,53	0,37	17
10. N40P40K40 + диатомит 30 кг/т (обр. семян)	3,06	2,43	2,23	2,57	0,41	19
11. N40P40K40 + Мивал-Агро (обр. семян)	3,20	2,56	2,31	2,69	0,53	25
12. N40P40K40 + Мивал-Агро (обр. посевов)	3,14	2,40	2,14	2,56	0,40	19
НСР ₀₅	Фактор А	0,20	0,10	0,13		
	Фактор В	0,11	0,06	0,07		

Таблица 2

Качественные показатели зерна яровой пшеницы в зависимости от применения кремнийсодержащих материалов и комплексного удобрения

Вариант		N	Белок	P ₂ O ₅	K ₂ O	Содержание сырой клейковины	
1. Контроль		2,36	13,4	0,77	0,35	23,9	
2. ЭкSi (обр семян)		2,44	13,9	0,86	0,41	29,1	
3. ЭкSi (обр. посевов)		2,41	13,7	0,80	0,37	28,0	
4. Диатомит 30 кг/т (обр. семян)		2,38	13,6	0,87	0,44	29,9	
5. Мивал-Агро (обр. семян)		2,49	14,2	0,83	0,41	30,1	
6. Мивал-Агро (обр. посевов)		2,40	13,7	0,80	0,37	26,3	
7. N40P40K40		2,40	13,7	0,83	0,38	30,9	
8. N40P40K40 + ЭкSi (обр семян)		2,54	14,5	0,93	0,49	30,4	
9. N40P40K40 + ЭкSi (обр посевов)		2,40	13,7	0,86	0,42	30,9	
10. N40P40K40 + диатомит 30 кг/т (обр. семян)		2,55	14,5	0,94	0,53	30,3	
11. N40P40K40 + Мивал-Агро (обр. семян)		2,57	14,7	0,86	0,46	30,0	
12. N40P40K40 + Мивал-Агро обр. посевов)		2,44	14,0	0,82	0,40	27,8	
НСР05	2014 г.	Фактор А	0,09	0,50	0,08	0,06	0,96
		Фактор В	0,05	0,30	0,04	0,04	0,56
	2015 г.	Фактор А	0,07	0,42	0,07	0,08	0,83
		Фактор В	0,04	0,24	0,04	0,04	0,48

способствовала повышению содержания в растении сухих веществ, о чем свидетельствовало снижение количества свободной воды в листовой ткани пшеницы. При этом увеличивалась доля гидратной (связанной) воды, отвечающей за вязкость и эластичность цитоплазмы растительных клеток.

При обработке семян ячменя разными дозами Мивал-Агро растения ячменя имели более развитую корневую систему. Однако достоверного влияния кремнийорганического стимулятора роста на химический состав зерна ячменя не обнаружено [12, 13].

В вегетационном опыте с применением органической и минеральной форм кремния для обработки семян и вегетирующих растений, установлено их существенное влияние на содержание в товарной продукции ячменя фосфора и калия [14].

Большее влияние на содержание азота в зерне оказала предпосевная обработка препаратом Мивал-Агро (таб. 2). В сравнении с контрольным вариантом значение показателя выше на 0,13 %, в опытных вариантах с минеральными удобрениями – 0,17 %. Соответствующие значения для препарата ЭкSi в случае с обработкой семян составили 0,08 % и 0,14 %.

Большее увеличение содержания других основных макроэлементов в продукции яровой пшеницы получено при опудривании посевного материала диатомитовым порошком как отдельно, так и с внесением традиционного удобрения, и в числовом выражении составило для фосфора – 0,10 % и 0,11 %; для калия – 0,09 % и 0,15 % соответственно. При обработке семян препаратом ЭкSi фосфора в зерне увеличилось на 0,09 % и 0,10 %, калия на 0,06 % и 0,11 % в сравнении с контрольным вариантом и внесением комплексного удобрения.

Имеются литературные данные о положительном влиянии диатомита и препарата Мивал-Агро на накопление клейковины. На зерновых культурах применение кремнийорганического регулятора роста растений способствует увеличению белка в зерне и клейковины высокого качества (на 2–6%) [2, 4, 9].

При рассмотрении показателей качества зерна мягкой яровой пшеницы, регламентируемых ГОСТ 52554–2006 Пшеница. Технические условия [15], определено следующее:

– по содержанию белка и сырой клейковины кремнийсодержащие материалы, за исключением применения Мивал-Агро для

опрыскивания вегетирующих растений, показали улучшение качества зерна до 2 класса. Такая закономерность сохранялась при совместном использовании кремниевых соединений с минеральным удобрением;

– содержание белка в товарной продукции яровой пшеницы, в соответствии с требованиями нормирующего документа, увеличилось до уровня 1 класса при обработке семян кремнийсодержащими материалами и внесении традиционного удобрения. Однако количество сырой клейковины было недостаточным для 1 класса [15].

Выводы

1. Предпосевная обработка семян кремниевыми препаратами – ЭкSi и Мивал-Агро – увеличивала продуктивность культуры на 0,32 и 0,37 т/га, в комплексе с традиционным удобрением – 0,57 и 0,53 т/га соответственно.

2. Применение ЭкSi и Мивал-Агро для корневого внесения положительно влияло на накопление белка и клейковины. По значению данных показателей товарная продукция соответствует 2 классу. При этом содержание калия в зерне для двух препаратов составило 0,41 %, фосфора – 0,86 % при использовании ЭкSi и 0,83 % – Мивал-Агро.

3. Внесение комплексного удобрения и использование кремнийсодержащих материалов для обработки семян увеличивали до 14,5–14,7 % содержание белковых веществ в зерне.

Библиографический список

1. Захаров, Владимир Григорьевич. Методологические аспекты селекции яровой мягкой пшеницы в Среднем Поволжье: дис. ... д-ра сельскохозяйственных наук: 06.01.05 / В.Г. Захаров.- Пенза, 2014.- 303 с.

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. – С. 31

3. ЭкSi — производство и оптовая продажа препаратов на основе активного кремния, средств защиты растений, минеральных кремниевых удобрений [Электронный ресурс]: официальный сайт.- Орехово-Зуево, 2016. - URL: [http://ek-si.ru/fertilizers/eksi-](http://ek-si.ru/fertilizers/eksi-universal/)

[universal/](http://ek-si.ru/fertilizers/eksi-universal/) (дата обращения: 19.09.2016 г).

4. Агросил. Регуляторы роста растений [Электронный ресурс]: официальный сайт. -Москва, 2016.- URL:// <http://agrosil.ru> (дата обращения: 19.09.2016 г).

5. Пути повышения эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в Ульяновской области: научно-практическое руководство / под. ред. А.И. Захарова. – Ульяновск, 2016. – 127 с.

6. Бочарникова, Е.А. Эффективность кремниевых удобрений / Е.А. Бочарникова, В.В. Матыченков // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 6. - С. 37–39.

7. Матыченков, Иван Владимирович. Взаимное влияние кремниевых, фосфорных и азотных удобрений в системе почва-растение: дис. ... канд. биологических наук: 06.01.04 / И.В. Матыченков.- Москва, 2014.-136 с.

8. Диатомит как силикатное удобрение / А.Х. Куликова, В.П. Елагин, Е.А. Никифоров, Е.А. Яшин // Агрехимия. – 2004. – №2. – С. 52–58.

9. Куликова, А.Х. Эффективность применения диатомита и минеральных удобрений в технологии возделывания озимой пшеницы / А.Х. Куликова, Е.А.Яшин, Е.В. Данилова // Агрехимический вестник. – 2007. – №5. – С. 18–19.

10. Бочарникова, Е. Активный кремний и повышение засухоустойчивости растений / Е. Бочарникова, И. Матыченков // Главный агроном. – 2014. – № 12. – С. 35–36.

11. Чудаков, Н. Яровая пшеница: опыт возделывания в Среднем Поволжье / Н. Чудаков // Аграрное обозрение. – 2015. – № 5 (51). – С. 36–42.

12. Догадина, М.А. Влияние биокремнийорганического стимулятора роста растений Мивал-Агро на продуктивность зерновых культур / М.А. Догадина, Д.А. Митренко // Вестник Орел ГАУ. – 2008. – № 3. – 24–28.

13. Матыченков, В. Кремний питает растения / В. Матыченков, Е. Бочарникова, В. Ходырев // Наука и жизнь. – 2015. – № 8. – С. 28–31.

14. Сластя, И.В. Использование соединений кремния для повышения продуктивности сортов ярового ячменя в условиях водного стресса / И.В. Сластя // Сельскохозяйственная биология. – 2013. – № 2. – С. 109–119.

15. ГОСТ 52554–2006. Пшеница. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2006. – 12 с.