

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СЕРОСОДЕРЖАЩИМИ УДОБРЕНИЯМИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

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

Куликова Алевтина Христофоровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

Карпов Александр Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8(8422)25-95-68; e-mail: agroec@yandex.ru

Ключевые слова: яровая пшеница, качество зерна, клейковина, белок.

Использование агрохимических средств является одним из важнейших направлений интенсификации земледелия, снижения уровня зависимости от неблагоприятных климатических условий, повышения качественных показателей сельскохозяйственной продукции, планомерного повышения и сохранения почвенного плодородия. Сера оказывает положительное влияние на весь ход продукционного процесса в растениях яровой пшеницы. При сбалансированном азотно-серном питании возможно увеличение продуктивности культуры за счет всех элементов структуры урожая. На недостаток серы растения пшеницы реагируют уже с ранних фаз развития. Цель исследований – изучить эффективность применения серосодержащих соединений и минеральных удобрений в технологии возделывания яровой мягкой пшеницы сорта Маргарита. Двухфакторный мелкоделяночный опыт проводился на опытном поле кафедры почвоведения, агрохимии и агроэкологии ФГБОУ ВО Ульяновского ГАУ в течение 2015–2017 гг. Схема опыта включала опытные варианты с предпосевной обработкой семенного материала элементарной серой, сульфатом цинка, аммония, кальция в чистом виде, так и на фоне минерального удобрения. Опудривание серосодержащими соединениями – сульфатом цинка и аммония – увеличило продуктивность яровой пшеницы на 0,22 и 0,32 т/га, на фоне NPK – 0,48 и 0,57 т/га соответственно. Применение серосодержащих удобрений положительно влияло на накопление белка и клейковины. По данным показателям товарная продукция соответствовала 2-му и 3-му товарным классам. Содержание калия в зерне увеличивалось на 0,01–0,03 % при использовании серосодержащих удобрений в чистом виде и на 0,07–0,10 % – на удобренном фоне, фосфора – 0,02–0,08 % и 0,10–0,16 % соответственно. Внесение комплексно удобрения (нитроаммофоска) и использование серных соединений для обработки семян увеличивали содержание белковых веществ в зерне на 1,5–2,3 %.

Введение

Использование агрохимических средств является одним из важнейших направлений интенсификации земледелия, снижения уровня зависимости от неблагоприятных климатических условий, повышения качественных показателей сельскохозяйственной продукции, планомерного повышения и сохранения почвенного плодородия. Обоснованное применение минеральных и органических удобрений – основа для последовательного повышения производства зерна и один из главных факторов увеличения продуктивности отрасли [1].

Сера оказывает положительное влияние на весь ход продукционного процесса в растениях яровой пшеницы. При сбалансированном азотно-серном питании возможно увеличение продуктивности культуры за счет всех элементов структуры урожая. На недостаток серы растения пшеницы реагируют уже с ранних фаз развития. К периоду созревания при внесении серосодержащих удобрений накопление азота в зерне может увеличиваться в 1,5–2 раза. Кроме того, под влиянием таких веществ повышается аттрактивная способность колоса и коэффициент использова-

ния азота удобрений [2].

Исходя из вышесказанного, целью наших исследований являлось изучение эффективности применения серосодержащих соединений для предпосевной обработки семян в чистом виде и на фоне минерального удобрения в технологии возделывания яровой мягкой пшеницы сорта Маргарита.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись:

– серосодержащие удобрения: элементарная сера, сульфаты цинка, аммония, кальция;
– посевы яровой пшеницы сорта Маргарита, размещенные в двухфакторном мелкоделяночном опыте по схеме из 10 вариантов: 1) без удобрений (контроль); 2) элементарная сера; 3) $ZnSO_4$; 4) $(NH_4)_2SO_4$; 5) $CaSO_4$; 6) $N_{40}P_{40}K_{40}$ (NPK, фон) (под предпосевную культивацию); 7) NPK + S; 8) NPK + $ZnSO_4$; 9) NPK + $(NH_4)_2SO_4$; 10) NPK + $CaSO_4$.

Почва опытного поля – чернозем выщелоченный среднесуглинистый со следующими агрохимическими характеристиками: повышенное содержание подвижного фосфора (140 мг/кг), высокое – обменного калия (141 мг/кг) (по

Таблица 1

Урожайность зерна яровой пшеницы в зависимости от применения в технологии её возделывания элементарной серы, сульфатов цинка, аммония, кальция и минерального удобрения

Вариант	Урожайность, т/га				Отклонение от контроля	
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015-2017 гг.	т/га	%
1. Без удобрений (контроль)	2,06	1,77	3,52	2,45	0	0
2. S	2,29	1,81	3,68	2,59	0,14	6
3. ZnSO ₄	2,44	1,85	3,72	2,67	0,22	9
4. (NH ₄) ₂ SO ₄	2,50	1,96	3,85	2,77	0,32	13
5. CaSO ₄	2,34	1,95	3,75	2,68	0,23	9
6. N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (фон)	2,36	2,08	3,84	2,76	0,31	13
7. NPK + S	2,38	2,14	3,96	2,83	0,38	16
8. NPK + ZnSO ₄	2,55	2,17	4,07	2,93	0,48	20
9. NPK + (NH ₄) ₂ SO ₄	2,58	2,30	4,18	3,02	0,57	23
10. NPK + CaSO ₄	2,46	2,26	4,03	2,92	0,47	19
НСР ₀₅	Фактор А	0,12	0,09	0,13		
	Фактор В	0,07	0,05	0,08		

Чирикову), низкое содержание гумуса (4,4 %) и подвижной серы (6,2 мг/кг), слабокислая реакция почвенного раствора (5,4 ед.), среднее содержание подвижного цинка (0,9 мг/кг).

Исследования выполнены на опытном поле ФГБОУ ВО Ульяновского ГАУ им. П.А. Столыпина с 2015 по 2017 гг. Посев яровой пшеницы проводили вслед за культивацией в конце третьей декады апреля – начале первой декады мая рядовым способом сеялкой ССНП-16. Норма высева – 4,5 млн всхожих семян на гектар, или 250 кг/га в физическом весе, глубина заделки составила 6–8 см. В качестве минерального удобрения вносили нитроаммофоску (17:17:17) в дозе 40 кг д.в./га по главным питательным элементам.

Обработка семян (опудривание) серосодержащими удобрениями проводили в день посева. Прикатывание посевов осуществляли кольчато-шпоровыми катками ЗККШ-6А. Для уборки урожая использовали Terrion Sampo SR2010.

Анализы, учеты и наблюдения проводили в соответствии с общепринятыми в агрономической практике нормативными документами.

Результаты исследований

Результаты исследования по изучению продуктивности яровой пшеницы в зависимости от применения в технологии её возделывания серосодержащих удобрений и минерального удобрения представлены в таблице 1.

Различия обусловлены климатическими особенностями вегетационных периодов 2015–2017 гг.

Метеорологические условия 2015 г. сложились относительно неблагоприятно для роста и

развития растений яровой пшеницы. Начало вегетационного периода сопровождалось засушливыми погодными явлениями, в середине вегетации наблюдались резкие перепады температур, ближе к ее окончанию установилась влажная холодная погода. В апреле среднесуточная температура воздуха зафиксирована ниже среднемесячного значения на 1,3 °С. Количество осадков составило 41,4 мм, что превышает норму на 27 мм. Такой ход погодных явлений создал предпосылки для формирования дефицита доступной серы в пахотном слое почвы.

Несмотря на это, урожайность яровой пшеницы сформировалась на уровне 2,06–2,58 т/га (при средней урожайности по области 1,51 т/га [3]).

Обработка семенного материала элементарной серой способствовала увеличению продуктивности культуры на 0,23 т/га, или 11 %, сульфатом кальция – 0,28 т/га, или 14 % (на контроле 2,06 т/га). От применения сульфата цинка получена прибавка урожайности зерна на уровне 0,38 ц/га, или 18 %, сульфата аммония – 0,44 т/га, или 21 %, относительно контрольного варианта.

Положительное действие серосодержащих удобрений на сбор зерна яровой пшеницы сохранилось и на фоне NPK. Наиболее высокая продуктивность зафиксирована на вариантах с проведением предпосевной обработки семян сульфатом цинка и сульфатом аммония на удобренном фоне и составила 2,55–2,58 т/га (на контроле 2,06 т/га).

Сложившиеся в 2016 году погодные условия в целом были благоприятными для яровой пшеницы, однако создали предпосылки для рас-

пространения сельскохозяйственных болезней. Урожайность зерна получена на уровне 1,77–2,30 т/га (средняя урожайность по области 1,75 т/га [3]).

Во второй декаде апреля установилась температура воздуха выше 10 °С **при обильном выпадении осадков**. В данном году обработка семян серосодержащими удобрениями достоверно повышала урожайность на 0,18–0,19 т/га (10–11 %). На фоне NPK продуктивность увеличилась на 0,37–0,53 т/га (21–30 %). Применение элементарной серы, сульфата цинка, аммония и кальция для обработки семенного материала совместно с внесением минерального удобрения способствовало положительному изменению урожайности зерна яровой пшеницы до 2,14–2,30 т/га (на контроле 1,77 т/га).

В 2017 году на протяжении всего вегетационного периода наблюдались сложные погодные условия. Несмотря на это, урожайность яровой пшеницы сформировалась достаточно высокой: она находилась в пределах от 3,52 до 4,18 т/га (по области 2,53 т/га [3]).

На протяжении мая, июня и июля температура воздуха не превышала среднемноголетние значения при интенсивном выпадении осадков. В таких условиях возможно формирование дефицита серы, что сказалось меньшей прибавкой **урожайности от опудривания семенного материала серосодержащими удобрениями**: от 0,16 до 0,33 т/га (5–9 %). Использование **сульфата цинка и сульфата кальция** повышало сбор зерна на **0,20–0,23 т/га** по отношению к контрольному варианту. Применение сульфата аммония увеличило продуктивность яровой пшеницы на 0,33 т/га, или 9 %, и она составила 3,85 т/га, что практически не уступает действию NPK (3,84 т/га).

При совместном использовании серосодержащих соединений (элементарной серы, сульфата цинка, аммония и кальция) и минерального удобрения получена достаточно высокая урожайность яровой пшеницы – 3,96–4,18 т/га. При этом обработка семян элементарной серой оказалась менее эффективной на 6 % опудривания посевного материала сульфатом аммония, на 3 % – сульфатом цинка, на 2 % – сульфатом кальция. В среднем за 3 года исследования при обработке семенного материала элементарной серой урожайность яровой пшеницы увеличилась на 6 %, что, по-видимому, обусловлено низкими темпами ее окисления почвенными серобактериями.

На опытных вариантах с обработкой семян сульфатом цинка и сульфатом кальция урожайность повысилась на 9 %. **Труднорастворимый сернокислый кальций отдает серу в почвенный**

раствор постепенно. При этом создаются хорошие условия для поступления серы в растения [4–6].

Эффективное влияние сульфата цинка на урожайность яровой пшеницы, вероятно, обусловлено не только дополнительным поступлением серы, но и в первую очередь цинка, который является составной частью многих жизненно важных ферментов.

Применение сульфата аммония по эффективности не уступило действию минерального удобрения. Среднее увеличение продуктивности составило 13 %, что более высокой требовательностью яровой пшеницы к азотному питанию [8]. Хорошо растворимый сульфат аммония послужил для растений источником дополнительного азота, что положительно подействовало на ход продукционного процесса в растениях яровой пшеницы.

Использование серосодержащих удобрений на фоне NPK резко усилило их эффективность, что свидетельствует о синергизме данных минеральных веществ. Применение элементарной серы совместно с традиционным удобрением прибавка урожайности составила 16 %, что, вероятно, обусловлено усилением деятельности почвенных микроорганизмов при внесении минерального удобрения [2]. На опытных вариантах с обработкой семян сульфатом кальция, цинка и внесением традиционного удобрения наблюдалось почти равнозначное повышение урожайности: среднее увеличение за 3 года составило 19 и 20 % соответственно. Преимущество обработки семян сульфатом аммония на удобренном фоне перед контролем составило 23 %.

Таким образом, применение серосодержащих соединений и минерального удобрения в технологии возделывания яровой пшеницы способствует созданию условий для повышения ее продуктивности от 6 до 13 % при использовании в чистом виде и от 16 до 23 % – на удобренном фоне.

Нами установлена зависимость между урожайностью яровой пшеницы и содержанием подвижной серы под посевами культуры. Она описывается следующим уравнением первой степени (действительно в пределах содержания подвижной серы в пахотном слое почвы от 5,0 до 10,0 мг/кг): $y = 0,3501x + 0,3859$ при $R^2=0,86$; где y – урожайность яровой пшеницы, т/га; x – содержание подвижной серы, %.

Анализ линейного уравнения свидетельствует о сильной положительной корреляционной связи между содержанием подвижной серы в почве и продуктивностью яровой пшеницы (рис. 1).

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что сера является одним из определяющих высокую урожайность элементов питания яровой пшеницы.

Улучшение условий минерального питания за счет применения серосодержащих удобрений в чистом виде и на фоне NPK способствовало изменению концентрации азота, фосфора и калия в продукции яровой пшеницы (табл. 2).

Установлено, что накопление азота в основной продукции изменялось от 2,08 до 2,49 %. При обработке посевного материала сернокислым кальцием, цинком, аммонием содержание макроэлемента в зерне увеличивалось до 2,21–2,30 %, или в относительном выражении на 6–11 %, при сочетании с внесением минерального удобрения – до 2,45–2,49 %, или на 18–20 %. При использовании элементарной серы азота в зерне яровой пшеницы накопилось до 2,14 %, на фоне NPK – до 2,35 %, что соответственно на 3 и 13 % (относительных) больше, чем на варианте с естественным уровнем плодородия почвы.

При внесении минерального удобрения обработка семян сульфатом цинка позволила получить зерно яровой пшеницы с содержанием азота 2,49 %, что на 20 % (относительных) выше, чем на контрольном варианте.

На поступление фосфора в зерно яровой пшеницы наиболее сильное влияние оказало применение сульфата цинка, аммония при внесении NPK. Уровень накопления элемента на этих вариантах в среднем незначительно различался и составил 0,85–0,86 %, превышая контроль на 20–21 % (относительных), что согласуется с данными исследований [8, 9].

Уровень накопления калия в зерне яровой пшеницы при использовании элементарной серы увеличивался до 0,32 %, на удобренном фоне – 0,38 %. При обработке семенного материала сернокислым цинком содержание калия составило 0,35 %, при сочетании с внесением минерального удобрения – 0,41 %.

Увеличение поступления фосфора и калия под влиянием серосодержащих удобрений исследователи связывают с повышением подвижности почвенных элементов под влиянием образующейся серной кислоты [8, 9].

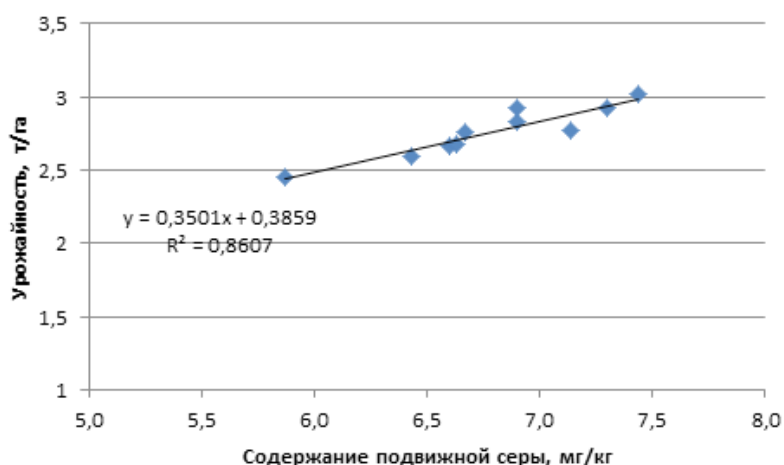


Рис. 1 – Зависимость урожайности яровой пшеницы (y) от содержания подвижной серы в почве (x)

Таблица 2
Содержание азота, белка, фосфора и калия в зерне яровой пшеницы в зависимости от применения серосодержащих удобрений (2015-2016 гг.)

Вариант	N	Белок	P ₂ O ₅	K ₂ O		
1. Без удобрений (контроль)	2,08	11,9	0,71	0,31		
2. S	2,14	12,2	0,76	0,32		
3. ZnSO ₄	2,27	12,9	0,77	0,35		
4. (NH ₄) ₂ SO ₄	2,30	13,1	0,79	0,34		
5. CaSO ₄	2,21	12,6	0,73	0,34		
6. N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ (фон)	2,36	13,5	0,82	0,37		
7. NPK + S	2,35	13,4	0,87	0,38		
8. NPK + ZnSO ₄	2,49	14,2	0,85	0,41		
9. NPK + (NH ₄) ₂ SO ₄	2,46	14,0	0,86	0,39		
10. NPK + CaSO ₄	2,45	13,9	0,81	0,38		
HCP05	2015	Фактор А	0,11	0,65	0,04	0,02
		Фактор В	0,07	0,41	0,02	0,01
	2016	Фактор А	0,09	0,52	0,03	0,02
		Фактор В	0,06	0,33	0,02	0,01

Возрастает роль пшеницы в питании населения. Усиливается необходимость повышения валового сбора зерна при одновременном улучшении его качественных показателей [10].

Известно, что предпосевная обработка семенного материала микроэлементами-синергистами, одним из которых является цинк, улучшает качественные показатели зерна. Ю.Р. Настиной и др. [11] установлено, что на варианте с естественным уровнем плодородия почвы содержание белка увеличилось на 0,20–0,86 %, клейковины –

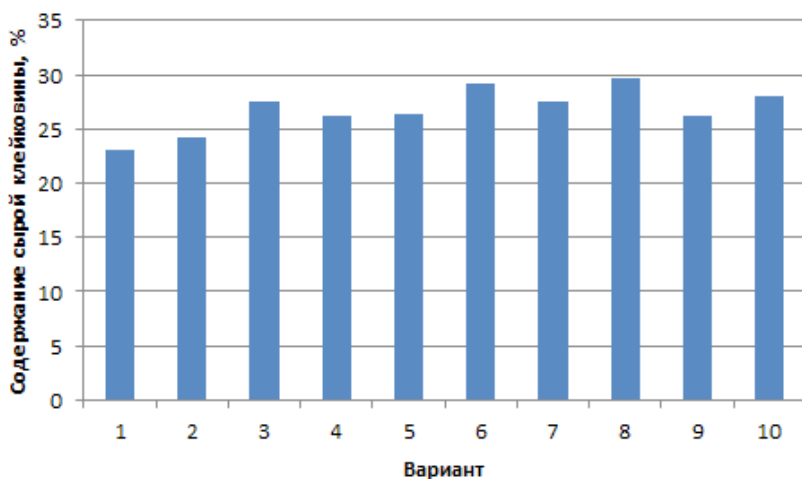


Рис. 2 – Влияние серосодержащих соединений на урожайность и содержание клейковины зерна яровой пшеницы (2015–2016 гг.)

на 1,8–1,13 %. На удобренном фоне соответствующие показатели улучшились на 0,03–0,57 % и 1,02–1,11 %. В наших опытах содержание белка в зерне пшеницы варьировало от 11,9 до 14,2 %, то есть зерно, выращенное при использовании элементарной серы, сульфатов цинка, аммония, кальция и минерального удобрения по этому параметру соответствовало 2-му и 3-му товарным классам в соответствии с ГОСТ Р 52554–2006 [12]. На контроле основная продукция отвечала требованиям 4-го, при внесении NPK, обработке семенного материала сульфатами на удобренном фоне – 2-го, на остальных вариантах – 3-го товарного класса.

Наиболее высокое накопление белковых веществ в зерне яровой пшеницы наблюдалось на варианте сочетания сульфата цинка и минерального удобрения, где оно достигло 14,2 %, что на 2,3 %, или относительных 19 %, выше, чем контрольное значение. Данное обстоятельство связано с тем, что цинк, как микроэлемент, является неспецифическим активатором некоторых ферментных систем, катализирующих отдельные звенья цепи реакций в превращении минерального азота в органический [13].

Содержание клейковины в зерне является наиболее информативным интегральным показателем хлебопекарного качества пшеницы. Многие исследователи едины во мнении, что нет другого показателя, способного конкурировать с ней по этому обобщающему признаку [14].

В зависимости от действия изучаемых факторов содержание сырой клейковины изменялось в среднем за период исследований от 23,0 до 29,7 % (рис. 2). В соответствии с ГОСТ Р 52554–2006 по данному показателю выращенное зерно соответствует нормам второго и третьего класса.

В среднем за 2015–2016 гг. наиболее вы-

сокое содержание клейковины отмечено на варианте применения сульфата цинка на удобренном фоне и составило 29,7 %, превысив контроль на 6,7 %, или относительных 29 %. Последнее обусловлено положительным действием макро- и микроэлементов на синтез клейковинных белков в зерне пшеницы.

Анализ сбалансированности белка и клейковины в зерне яровой пшеницы при использовании серосодержащих соединений и минерального удобрения показал, что уровню белка 11,9–14,2 % соответствует уровень клейковины 23,0–29,7 %.

Отмечена сбалансированность между концентрацией белка и клейковины в зерне при использовании сернокислого цинка на фоне NPK: наибольшему содержанию белковых веществ (14,2 %) среди опытных вариантов соответствует наиболее высокий уровень клейковины (29,7 %).

Обращает на себя внимание, что при обработке семенного материала сульфатом аммония на удобренном фоне с высокой концентрацией белка (14,0 %) в зерне отмывалось среднее количество клейковины (26,2 %), что, возможно, обусловлено снижением небелкового азота в основной продукции [15].

Выводы

1. Предпосевная обработка семян серосодержащими соединениями – сульфатом цинка и аммония – увеличивала продуктивность яровой пшеницы на 0,22 и 0,32 т/га, в комплексе с традиционным удобрением – 0,48 и 0,57 т/га соответственно.

2. Применение серосодержащих удобрений для опудривания семян положительно влияло на накопление белка и клейковины. По данным показателям товарная продукция соответствовала 2-му и 3-му товарным классам. Содержание калия в зерне увеличилось на 0,01–0,03 % при использовании серосодержащих удобрений в чистом виде и на 0,07–0,10 % – на удобренном фоне, фосфора – 0,02–0,08 % и 0,10–0,16 % соответственно.

3. Внесение комплексного удобрения (нитроаммофоска) и использование серных соединений для обработки семян увеличили содержание белковых веществ в зерне на 1,5–2,3 %.

Библиографический список

1. Яблов, Е.С. Экономическая эффектив-

ность применения удобрений при производстве зерна / Е.С. Зяблов // Сибирский журнал науки и технологий. – 2006. – № 4 (11). – С. 83-86.

2. Маслова, И. Влияние серы на усвоение яровой пшеницей азота, фосфора и калия / И. Маслова // Главный агроном. – 2016. – №1. – С.13-17.

3. Министерство сельского, лесного хозяйства и природных ресурсов Ульяновской области [Электронный ресурс]: офиц. сайт. URL:// <http://www.agro-ul.ru/> (дата обращения: 20.04.2018 г).

4. Слюсарев, В.Н. Свойства чернозема выщелоченного и его обеспеченность сульфатами при различных технологиях выращивания озимой пшеницы / В.Н. Слюсарев // Агроэкологические проблемы в сельском хозяйстве: сборник научных трудов. – Воронеж, ГАУ. – 2005. – Ч. 2. – С. 107-111.

5. Слюсарев, В.Н. Свойства чернозема выщелоченного Западного Предкавказья и обеспеченность его серой / В.Н. Слюсарев // Труды Кубанского госагроуниверситета. – 2006. – № 2. – С. 157-166.

6. Слюсарев, В.Н. Сера в почвах Северо-западного Кавказа (агроэкологические аспекты): монография. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – 230 с.

7. Захаров В.Г. Методологические аспекты селекции яровой мягкой пшеницы в Среднем Поволжье: диссертация ... доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.05 / Захаров Владимир Григорьевич; [Место защиты: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия]. – Пенза, 2014. – 303 с.

8. Марфенина, О.Е. Микробиологические аспекты охраны почв / О.Е. Марфенина. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 118 с.

9. Маслова, И.Я. Воздействие содержащих серу аэротехнических веществ на некоторые агрохимически значимые процессы и свойства почв / И.Я. Маслова // Агрохимия. – 2008. – № 6. – С. 80-94.

10. Кондратенко, Е.П. Накопление белка и клейковины в зерне раннеспелых и среднеранних сортов яровой пшеницы на серых лесных почвах / Е.П. Кондратенко, Е.А. Егушова, А.А. Косолапова, И.А. Сергеева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (137). – С. 17–22.

11. Настина, Ю.Р. Влияние предпосевной обработки семян микроэлементами на качество зерна яровой пшеницы / Ю.Р. Настина, В.И. Костин, А.А. Настин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 4 (36). – С. 39–43.

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

13. Бурунов, А.Н. Эффективность применения микроэлементного удобрения «Мегамикс» на яровой пшенице / А.Н. Бурунов // Нива Поволжья. – 2011. – №1(18). – С. 9–12.

14. Казаков, Е.Д. О Теоретических основах образования клейковины / Е.Д. Казаков // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1992. – № 5–6. – С. 5–7.

15. Кретович, В.Л. Биохимия зерна и хлеба / В.Л. Кретович. – М.: Наука, 1991. – 136 с.

INFLUENCE OF SEED TREATMENT WITH SULFUR-CONTAINING FERTILIZERS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY PARAMETERS OF SPRING WHEAT GRAIN

Zakharova D.A., Kulikova A.Kh.,
Karpov A.V.

FSBEI HE Ulyanovsk SAU

432017, Ulyanovsk, Novy Venetz Boulevard, 1; phone: 8 (8422) 25-95-68, e-mail: agroec@yandex.ru

Key words: spring wheat, grain quality, gluten, protein.

Application of agrochemicals is one of the most important directions for agriculture intensification, reduction of dependence from unfavorable climatic conditions, increase of quality parameters of agricultural products, steady increase and preservation of soil fertility. Sulfur has a positive effect on the entire production process of spring wheat. With balanced nitrogen-sulfur nutrition, the productivity of the crop can be increased due to all elements of the crop yield structure. Wheat plants react on sulfur lack from the early phases of development. The aim of the study was to study sulfur-containing compounds and mineral fertilizers in cultivation technology of soft spring wheat of Margarita variety. Two-factor small-plot experiment was carried out on the experimental field of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Agroecology of FSBEI HE Ulyanovsk SAU in 2015-2017. The experimental scheme included experimental variants with pre-sowing treatment of the seed material with free sulfur, zinc sulfate, ammonium, calcium, both in pure form and in combination with mineral fertilizers. Powdering with sulfur-containing compounds - zinc sulfate and ammonium sulfate – increased productivity by 0.22 and 0.32 t / ha, in combination with NPK – by 0.48 and 0.57 t / ha, respectively. Application of sulfur-containing fertilizers had a positive effect on protein and gluten accumulation. According to these parameters, commercial yield corresponded to 2 and 3 commercial classes. The content of potassium in grain increased by 0,01-0,03% in case of application of sulfur-containing fertilizers in pure form and by 0,07-0,10% - in combination with fertilizers, phosphorus – by 0,02-0,08% and 0, 10-0, 16%, accordingly. The introduction of complex fertilizer (nitroammophoska) and usage of sulfur compounds for seed treatment increased the content of grain protein substances by 1.5-2.3%.

Bibliography

- Zyablov, E.S. Economic efficiency of fertilizer application in grain production / E.S. Zyablov // Siberian Journal of Science and Technology. - 2006. - No. 4 (11). - P. 83-86.*
- Maslova, I. Influence of sulfur on uptake of nitrogen, phosphorus and potassium by spring wheat / I. Maslova // Chief agronomist. - 2016. - №1. - P.13-17.*
- Ministry of Agriculture, Forestry and Natural Resources of Ulyanovsk Region [Electronic resource]: official website. - URL: // <http://www.agro-ul.ru/> (reference date: 20.04.2018).*
- Slyusarev, V.N. Properties of leached black soil and sulphate sufficiency under various cultivation technologies of winter wheat / V.N. Slyusarev // Agroecological problems in agriculture: a collection of scientific papers. - Voronezh: SAU, 2005. - Part 2. - P. 107-111.*

5. Slyusarev, V.N. *Properties of leached black soil of Western Pre-Caucasian region and its sulphur content* / V.N. Slyusarev // *Scientific works of Kuban State Agrarian University*. - 2006. - No. 2. - P. 157-166.
6. Slyusarev, V.N. *Sulfur in the soils of the North-Western Caucasus (agroecological aspects): monograph* / V.N. Slyusarev. - Krasnodar: KubSAU, 2007. - 230 p.
7. Zakharov, Vladimir Grigorievich. *Methodological aspects of soft spring wheat selection in the Middle Volga region: dissertation of Doctor of Agriculture: 06.01.05* / V.G. Zakharov. - Penza, 2014. - 303 p.
8. Marfenina, O.E. *Microbiological aspects of soil protection* / O.E. Marfenina. - Moscow: Publishing house of MSU, 1991. - 118 p.
9. Maslova, I.Ya. *Impact of sulfur-containing aerotechnical substances on some agrochemical processes and soil properties* / I.Ya. Maslova // *Agrochemistry*. - 2008. - No. 6. - P. 80-94.
10. *Protein and gluten accumulation in the grain of early and middle-early spring varieties of spring wheat on gray forest soils* / E.P. Kondratenko, E.A. Egushova, A.A. Kosolapova, I.A. Sergeeva // *Vestnik of Altai State Agrarian University*. - 2016. - No. 3 (137). - P. 17-22.
11. Nastina, Yu.R. *Effect of pre-sowing seed treatment with microelements on the quality of spring wheat grain* / Yu.R. Nastina, V.I. Kostin, A.A. Nastin // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2016. - No. 4 (36). - P. 39-43.
12. *State Standard 52554-2006. Wheat. Technical conditions*. - Moscow: Standardinform, 2006. - 12 p.
13. Burunov, A.N. *Efficiency of application of microelement fertilizer "Megamix" on spring wheat* / A.N. Burunov // *Niva of the Volga region*. - 2011. - №1 (18). - P. 9-12.
14. Kazakov, E.D. *On the issue of theoretical foundations of gluten formation* / E.D. Kazakov // *News of Higher Educational Establishments. Food technology*. - 1992. - № 5-6. - P. 5-7.
15. Kretovich, V.L. *Biochemistry of grain and bread* / V.L. Kretovich. - Moscow: Nauka, 1991. - 136 p.