

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ, БИОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА БИСОЛБИФИТ НА ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Сайдяшева Галина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией агрохимии

Захаров Сергей Александрович, научный сотрудник ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ»

433315, Ульяновская область, Ульяновский район, п. Тимирязевский, ул. Институтская, 19; тел: 8 (84254)3-41-32; e-mail: galina_83@list.ru

Ключевые слова: минеральные, биоминеральные удобрения, БисолбиФит, яровая пшеница.

Впервые в условиях лесостепи Поволжья на основе проведенных исследований изучено влияние минеральных, биоминеральных удобрений и биологический препарат БисолбиФит на формирование элементов структуры урожая, урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Среднего Поволжья. Цель исследований – установить сравнительную эффективность минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит при комплексном их применении на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы. Изучение сравнительной эффективности минеральных, биологических и биоминеральных удобрений проводилось на стационарном участке опытного поля Ульяновской НИИСХ. Основными объектами исследования являлись: минеральные, биоминеральные удобрения, биологический препарат БисолбиФит на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13. Организация полевых опытов, проведение наблюдений и лабораторных анализов, отбор почвенных и растительных образцов осуществлялись по соответствующим ГОСТам. Установлено, что при применении минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит наблюдалось увеличение урожайности с 2,68 до 3,31 т/га. Из изучаемых форм минеральных удобрений более эффективными по действию на урожайность и качество зерна был вариант ($N_{15}P_{15}K_{15m}$), где гранулы азофоски были обработаны микробиологическим препаратом БисолбиФит. Прибавка урожайности составила соответственно 0,49, 0,34 и 0,47 т/га.

Введение

В современных условиях минеральные удобрения – одна из основных статей затрат в растениеводстве. Следовательно, именно здесь скрыты большие резервы повышения эффективности производства.

Как известно, большая часть питательных веществ удобрений вымывается в грунтовые воды, улетучивается в атмосферу или переходит в недоступную для растений форму. При этом стоимость минеральных удобрений очень высока, и не всегда их применение оправдывается дополнительной прибавкой урожая. Поэтому необходимо в максимальной степени задействовать качественные факторы, а именно: повышение отдачи от каждого килограмма внесенного минерального удобрения [1, 2, 3].

Повысить эффективность минеральных удобрений возможно путем использования современных достижений отечественной микробиологии. Так, Всероссийским НИИ сельскохозяйственной микробиологии разработан и запатентован способ получения биомодифицированных удобрений, окупаемость которых прибавкой урожая на 50 % выше, чем обычная форма.

Под модифицированным минеральным удобрением понимается (в соответствии с ГОСТ

20432-83 «Удобрения. Термины и определение») минеральное удобрение, частицы которого покрыты тонким слоем различных материалов, улучшающих их свойства.

Суть биологической модификации заключается в нанесении на поверхность гранул минеральных удобрений специального микробиологического препарата БисолбиФит, созданного на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13.

Данный способ позволяет повысить коэффициент полезного действия минеральных удобрений на 10 – 40 %. Кроме того, модификация почти полностью решает проблему слеживания удобрений при хранении и транспортировке.

В последнее время в результате микробиологических исследований было установлено, что поверхность гранул большинства распространенных форм минеральных удобрений – неблагоприятная среда для развития бактерий, однако некоторые виды микробов способны существовать и развиваться в данной среде, в основном это представители разных видов бацилл. Показано также, что оптимальный титр бактериальной суспензии для изготовления микробиологического препарата «БисолбиФит» составляет 10^7 КОЕ/мл.

Минеральные удобрения, модифициро-

Схема опыта

Вариант	Фон		
	Фон 1 – нулевой	Фон 2 – NH ₄ NO ₃	Фон 3 – ½NH ₄ NO ₃ _м
1. Контроль	Фон 1 – нулевой	Фон 2 – NH ₄ NO ₃	Фон 3 – ½NH ₄ NO ₃ _м
2. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅			
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ м			
4. ½ N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ м			
5. БисолбиФит			
6. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ +ББ*			

*ББ – биологический препарат БисолбиФит

В опыте изучали:

– минеральные удобрения – азофоску как припосевное удобрение с содержанием основных элементов питания N:P:K (N₁₅P₁₅K₁₅) и аммиачную селитру (N₃₄) – под предпосевную культивацию.

– порошкообразную форму биологического препарата БисолбиФит на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13, изготовленную в ГНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии.

Эффективность минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата оценивалась на 3-х фонах. Первый оставался как контроль (нулевой фон). На втором фоне вносили аммиачную селитру (NH₄NO₃) в дозе 40 кг д.в. (под предпосевную культивацию). На третьем фоне вносили аммиачную селитру (½NH₄NO₃_м) в дозе 20 кг д.в. на га обработанную биологическим препаратом БисолбиФит (под предпосевную культивацию).

Организация полевых опытов, проведение наблюдений и лабораторных анализов, отбор почвенных и растительных образцов осуществлялись по соответствующим ГОСТам.

Результаты исследований

Под элементами урожая имеют в виду продуктивные органы и признаки растений, которые создают и определяют величину урожая. Для пшеницы основными элементами урожая являются: количество растений на единице площади и продуктивность одного растения. Продуктивность складывается из отдельных элементов: из количества продуктивных стеблей, числа зерен, массы тысячи зерен, длины колоса и массы зерна с колоса. Каждый из этих элементов урожая под воздействием условий среды может изменяться в большую или меньшую сторону. Это

ванные препаратом БисолбиФит, используют без ограничения для всех видов сельскохозяйственных культур, в любых агроклиматических условиях как отдельно, так и с любыми минеральными подкормками, микроэлементами, стимуляторами, пестицидами и микробиологическими препаратами [4, 5, 6].

Механизм действия микробиологического препарата заключается в том, что входящие в него микроорганизмы повышают усвояемость питательных веществ из минеральных удобрений и мобилизуют их почвенные запасы; вырабатывают аминокислоты, витамины, гормоны и органических кислоты, которые ускоряют развитие растений и укрепляют их иммунитет; синтезируют вещества, блокирующие развитие фитопатогенных микроорганизмов.

В связи с этим цель наших исследований – установить сравнительную эффективность минеральных, биоминеральных удобрений и биологического препарата БисолбиФит при комплексном их применении на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы.

Объекты и методы исследований

Изучение сравнительной эффективности минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит проводилось на стационарном участке опытного поля Ульяновской НИИСХ.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое 6,43–6,62 %, общего азота – 0,26 %, подвижного P₂O₅ – 214–228 мг/кг почвы (очень высокое) и подвижного K₂O – 101–117 мг/кг почвы (повышенное) по Чирикову, рН_{ккл} – 6,3–6,8, гидролитическая кислотность 1,20–1,29 ммоль / 100 г почвы, сумма поглощенных оснований 39,7–42,2 ммоль / 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 96,9–97,2 %.

Закладка полевого опыта проводилась в 3-кратной повторности зернового севооборота: чистый пар – озимая пшеница – яровая пшеница – ячмень – овес. Размещение делянок – систематическое. Первая закладка проведена в 2014, вторая в 2015, третья в 2016 году.

Полевой опыт закладывался согласно разработанной схеме (табл. 1). Общая площадь делянки (5,8×25) = 145 м², площадь учетной делянки (4×25) = 100 м². Повторность опыта 3-кратная.

Основными объектами исследований являлись: минеральные и биоминеральные (модифицированные) удобрения, биологический препарат БисолбиФит, яровая пшеница (сорт Симбирцит).

Таблица 2

Влияние минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на элементы структуры урожая яровой пшеницы (2014–2016 гг.)

Вариант	Кол-во прод. стеблей, шт./м ²	Кол-во растений, шт./м ²	Продуктивная кустистость	Масса 1000 зерен, г.	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г.
Фон 1 – Нулевой						
1. Контроль	422	281	1,5	37,0	18,9	0,9
2. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	461	288	1,6	37,7	19,4	1,0
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	467	292	1,6	38,0	20,0	1,1
4. ½ N ₁₅ P ₁₅ K ₁ m	450	281	1,6	38,0	19,6	1,0
5. БисолбиФит	461	307	1,5	37,2	19,0	1,0
6. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ +ББ	444	277	1,6	38,0	19,8	1,1
Фон 2 – NH ₄ NO ₃						
1. Контроль	447	279	1,6	37,3	19,2	1,0
2. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	465	273	1,7	37,8	19,4	1,1
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	488	276	1,8	38,5	20,2	1,2
4. ½ N ₁₅ P ₁₅ K ₁ m	475	279	1,7	37,4	19,5	1,1
5. БисолбиФит	465	273	1,7	37,7	19,9	1,1
6. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ +ББ	477	281	1,7	38,2	19,9	1,3
Фон 3 – ½NH ₄ NO ₃ _m						
1. Контроль	471	277	1,7	37,7	19,0	1,0
2. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	478	265	1,8	38,0	19,5	1,3
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	503	279	1,8	38,8	21,2	1,3
4. ½ N ₁₅ P ₁₅ K ₁ m	475	279	1,7	38,0	19,8	1,4
5. БисолбиФит	467	274	1,7	38,2	19,5	1,1
6. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ +ББ	493	274	1,8	38,3	19,9	1,3

влечет за собой увеличение или снижение урожая зерна [7, 8].

Анализ данных по влиянию минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на структурные показатели урожайности культуры позволил нам прийти к выводу, что изменение условий питания культуры неоднозначно влияло на ряд показателей (табл. 2).

Результаты исследований показали, что в среднем за 2014–2016 гг. различные уровни минерального питания значительно увеличивали плотность продуктивного стеблестоя к уборке. Так, на нулевом фоне на контрольном варианте число колосьев на 1 м² составило 422 штуки, а на удобренных вариантах 444–467 штук, на фоне NH₄NO₃ количество продуктивных стеблей повышалось с 447 до 488 шт./м² и фоне ½NH₄NO₃_m с 471 до 503 шт./м², что в последующем и определило более высокую урожайность. Наибольшее число продуктивных стеблей сформировалось на вариантах N₁₅P₁₅K₁₅m и N₁₅P₁₅K₁₅+БисолбиФит.

В среднем за 3 года исследований под влиянием удобрений количество растений на единице площади изменялось от 265 до 307 шт./м².

Улучшение условий минерального питания растений яровой пшеницы за счет внесения азофоски, а также применения микробиологического препарата как на естественном фоне, так и на фоне NH₄NO₃ и ½NH₄NO₃_m способствовало увеличению продуктивной кустистости с 1,5 до 1,8.

Наибольшее увеличение продуктивной кустистости происходило при внесении минерального удобрения, обработанного БисолбиФитом (N₁₅P₁₅K₁₅m), и от совместного внесения сложного минерального удобрения с семенами, инокулированными биологическим препаратом БисолбиФит (N₁₅P₁₅K₁₅+БисолбиФит).

Урожайность зерновых культур определяется не только плотностью стеблестоя на единице площади посева, но и продуктивностью отдельного растения, которая оценивается такими показателями, как количество зерен в колосе и масса зерна с одного колоса.

Выполненность колоса повышается с улучшением обеспеченности растений питательными веществами. Внесение удобрений способствует улучшению режима питания растений, повышает величину и озерненность колоса [9].

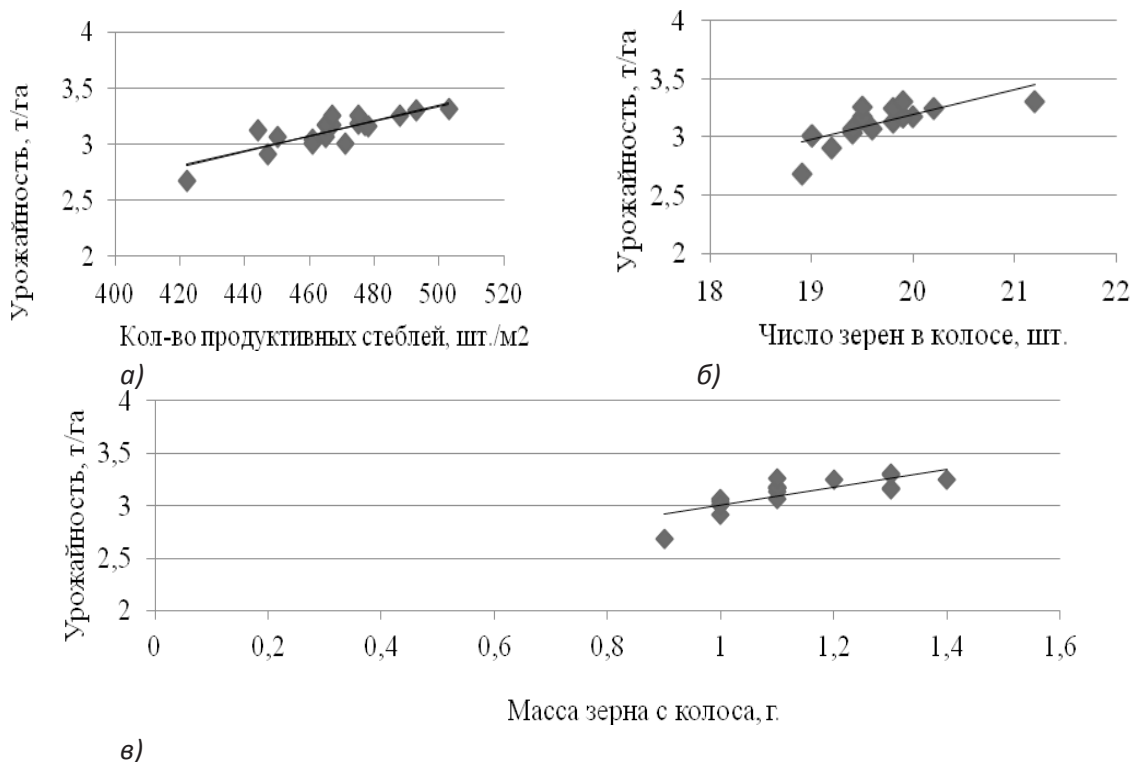


Рис. 1 – Зависимость урожайности яровой пшеницы от: а) количества продуктивных стеблей: $Y = 0,006x - 0,1, r = 0,71$; б) массы зерна с колоса: $Y = 0,858x + 2,150, r = 0,61$; в) числа зерен в колосе: $Y = 0,214x - 1,085, r = 0,55$.

Озерненность колоса при внесении минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит увеличивалась на –0,2–1 г (фон 1), 0,1–1,2 г (фон 2), 0,3–1,1 г (фон 3).

Внесение под яровую пшеницу всех изучаемых форм удобрений повысило массу зерна с колоса на нулевом фоне с 0,9 до 1,1 г, на фоне с внесением аммиачной селитры в чистом виде с 1,0 до 1,3 г и на фоне с внесением половинной дозы модифицированной аммиачной селитры с 1,0 до 1,4 г.

В большей степени число и масса зерен в колосе увеличивалась на вариантах $N_{15}P_{15}K_{15}m$ и $N_{15}P_{15}K_{15}$ +БисолбиФит, причем на всех изучаемых фонах.

Процесс формирования урожая пшеницы зависит от многих параметров, как поддающихся регулированию, так и нерегулируемых (рис. 1).

Статистическая обработка урожайных данных и процессов, определяющих формирование урожая, позволила выявить, что величина урожайности зерна находится в тесной зависимости с количеством продуктивных стеблей на единице площади ($r = 0,71$), массой зерна с колоса ($r = 0,61$) и числом зерен в колосе ($r = 0,55$).

Качество зерна зависит от большого количества факторов. Их можно разделить на две группы: 1 - воздействовать на которые не пред-

ставляется возможным (погодно-климатические условия вегетационного сезона) и 2 - которыми можно управлять (использование удобрений, средств защиты растений и качественная доработка зерна и других факторов). Однако наиболее действенным фактором являются условия азотного питания, которые регулируются применением удобрений [10], использованием биопрепаратов [11].

Регулирование условий питания растений путем применения различных видов удобрений является не только приемом увеличения урожайности, но и эффективным средством повышения качества урожая.

В результате внесения азотных удобрений и биологического препарата БисолбиФит имела место тенденция возрастания массы 1000 зерен с 37,0 до 38,8 г (рис. 2).

Исследования показали, что как в отдельные годы выращивания яровой пшеницы, так и в среднем за 3 года применение под культуру минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит способствовало получению более выполненного зерна.

В среднем за 3 года, по сравнению с нулевым фоном, масса 1000 зерен от внесения минеральных и биоминеральных удобрений возрастала на фоне NH_4NO_3 с 37,3 до 38,5 г, на

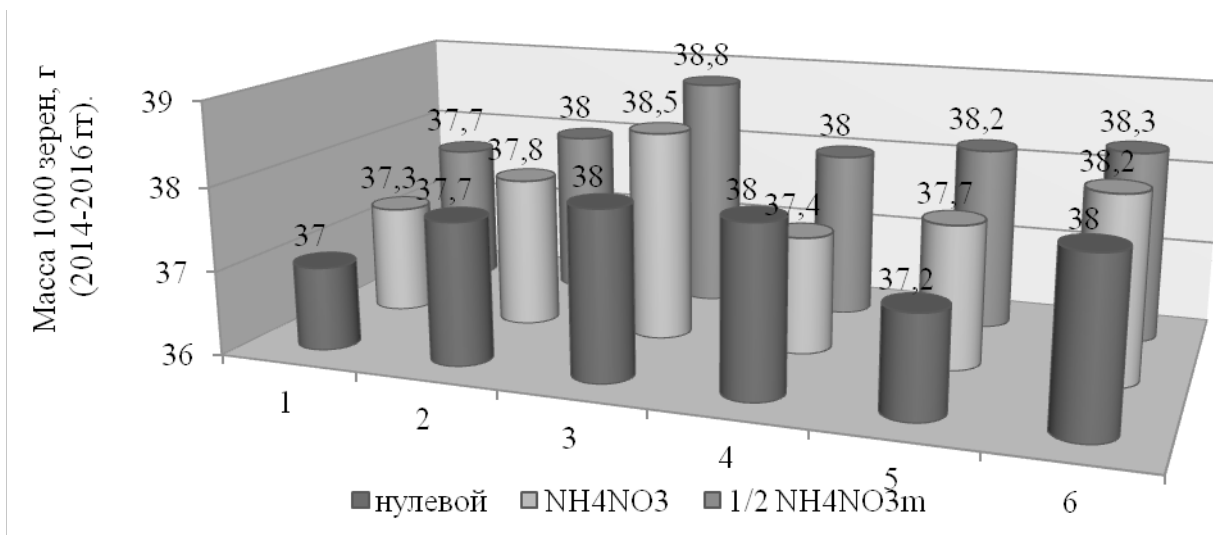


Рис. 2 – Влияние минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на массу 1000 зерен яровой пшеницы, 2014–2016 гг.

Таблица 3

Влияние минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на натуру зерна яровой пшеницы, г/л (2014–2016 гг.)

Вариант	Фон		
	нулевой	NH ₄ NO ₃	½NH ₄ NO ₃ _m
1. Контроль	753	760	764
2. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	761	766	766
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	768	770	771
4. ½ N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	762	766	765
5. БисолбиФит	765	766	763
6. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ +ББ	768	767	769

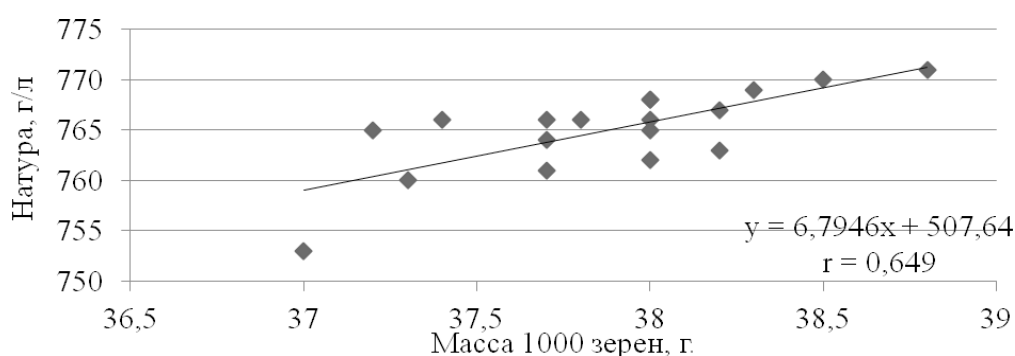


Рис. 3 – Зависимость натуры зерна от показателя массы 1000 зерен яровой пшеницы в среднем за 2014–2016 гг.

фоне ½NH₄NO₃_m с 37,7 до 38,8 г.

Посев инокулированными семенами биологическим препаратом БисолбиФит увеличил массу 1000 зерен по сравнению с контрольным вариантом на нулевом фоне на 0,2 г, на фоне NH₄NO₃ на 0,4 г и на фоне ½NH₄NO₃_m на 0,5 г.

Более высокая масса 1000 зерен была получена на вариантах N₁₅P₁₅K₁₅m – 38,0–38,8 г. и N₁₅P₁₅K₁₅m + БисолбиФит – 38,0–38,3 г.

В 2014 году была получена более высокая

масса 1000 зерен (40,4–41,2 г.), меньшая в 2015 г. (34,7–36,4 г.), что связано с воздействием погодных условий.

Масса 1 000 зерен тесно связана с натурой зерна. Как правило, с увеличением массы 1 000 зерен возрастает и его натура [12].

Значение натуры зерна яровой пшеницы в результате улучшения условий питания изменялось в пределах 753–771 г/л в среднем за 3 года (табл. 3).

Таблица 4

Содержание белка в зерне яровой пшеницы, % (2014–2016 гг.)

Вариант	Фон		
	нулевой	NH ₄ NO ₃	½NH ₄ NO ₃ _m
1. Контроль	12,8	13,0	12,9
2. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	12,9	13,1	13,1
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	13,1	13,1	13,0
4. ½ N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	12,9	13,1	13,1
5. БисолбиФит	13,0	13,2	13,4
6. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ +ББ	13,1	13,0	13,2

Таблица 5

Действие минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на клейковину в зерне яровой пшеницы, % (2014–2016 гг.)

Вариант	Фон		
	нулевой	NH ₄ NO ₃	½NH ₄ NO ₃ _m
1. Контроль	26,8	27,0	27,3
2. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	27,1	27,5	27,9
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	27,4	27,4	27,3
4. ½ N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	27,2	27,7	27,6
5. БисолбиФит	27,3	27,7	28,3
6. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ +ББ	27,3	27,4	27,5

На всех фонах (нулевой, NH₄NO₃, ½NH₄NO₃_m) от внесенных минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата наблюдалась тенденция изменения природы зерна в сторону повышения.

Натура зерна яровой пшеницы без применения удобрений составила 753 г/л. За счет действия оцениваемых в опыте минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата натура зерна изменялась слабо, хотя отмечено незначительное ее увеличение, достигающее 760–771 г/л.

Используя данные массы 1000 зерен и природы зерна яровой пшеницы методом регрессионного и корреляционного анализов, выявлена зависимость природы зерна от массы 1000 зерен (рис. 3).

Отмечено [13, 14], что препараты ассоциативных diaзотрофов могут двояким образом влиять на аккумуляцию азота в растениях – либо повышают массу зерна без увеличения его белковости, либо увеличивают содержание белка в зерне, не изменяя продуктивности.

Результаты, приведенные в табл. 4, показывают, что содержание белка в зерне яровой пшеницы в среднем за 3 года под влиянием внесимых удобрений возрастало с 12,8 до 13,4 %.

Внесенные минеральные и биомодифицированные удобрения в чистом виде (нуле-

вой фон) существенно не влияли на содержание белка в зерне. Применение их на фонах NH₄NO₃ и ½NH₄NO₃_m слабо увеличило количество белка. Инокуляция семян биопрепаратом БисолбиФит обеспечило тенденцию повышения белковости зерна на 0,2–0,5 %.

Накопление белка в вариантах с применением биопрепаратов связано, прежде всего, с улучшением азотного питания за счет деятельности ризосферных микроорганизмов [13, 14].

Как показали исследования (табл. 5), минеральные, биоминеральные удобрения и биопрепарат БисолбиФит способствовали повышению содержания клейковины в зерне, где этот показатель варьировал от 26,8 до 27,4 %, на фоне NH₄NO₃ от 27,0 до 27,7 %, а на фоне ½NH₄NO₃_m от 27,3 до 28,3 %.

Эффективность биопрепарата, используемого как отдельно, так и в сочетании с минеральным удобрением, по действию на содержание белка и клейковины была практически равноценной.

Статистическая обработка экспериментальных данных методом регрессионного анализа позволила получить уравнения регрессии, отражающие зависимость содержания в зерне сырой клейковины от содержания в нем сырого белка, уравнение, отражающее эту связь, имело вид:

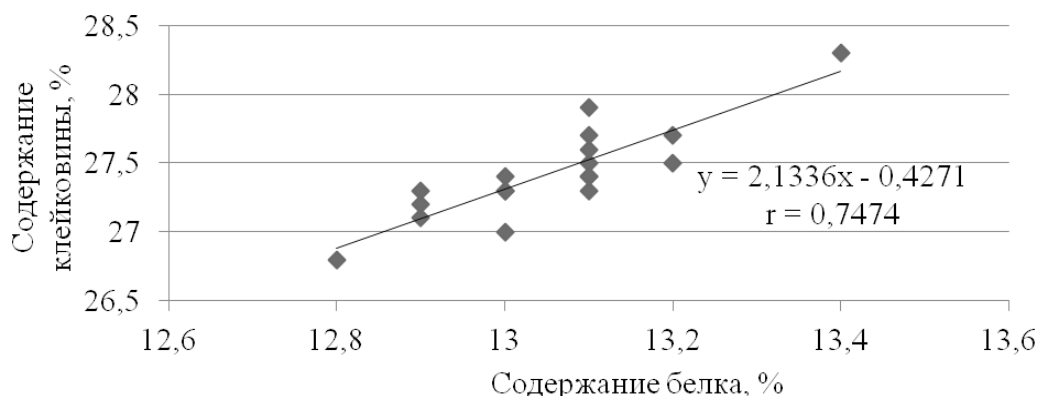


Рис. 4 – Зависимость содержания в зерне яровой пшеницы сырой клейковины (у) от содержания белка (х).

Таблица 6

Влияние минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на урожайность зерна яровой пшеницы, т/га

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее	к контролю	
					+/-	%
Фон 1 – нулевой						
1. Контроль	2,69	2,54	2,81	2,68	-	-
2. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	3,07	2,85	3,20	3,04	0,36	13,4
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	3,22	2,99	3,30	3,17	0,49	18,3
4. ½ N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	3,10	3,01	3,10	3,07	0,39	14,6
5. БисолбиФит	2,99	2,90	3,14	3,01	0,33	12,3
6. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ +ББ	3,10	3,04	3,25	3,13	0,45	16,8
Среднее по фону				3,02		
Фон 2 – NH ₄ NO ₃ _m						
1. Контроль	2,94	2,80	2,99	2,91	-	-
2. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	3,09	2,98	3,14	3,07	0,16	5,5
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	3,32	3,13	3,30	3,25	0,34	11,7
4. ½ N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	3,17	3,10	3,27	3,18	0,27	9,3
5. БисолбиФит	2,99	3,02	3,29	3,10	0,19	6,5
6. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ +ББ	3,14	3,07	3,30	3,17	0,26	8,9
Среднее по фону				3,13		
Фон 3 – ½NH ₄ NO ₃ _m						
1. Контроль	2,93	2,56	3,03	2,84	-	-
2. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	3,18	3,05	3,25	3,16	0,32	11,3
3. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	3,32	3,13	3,48	3,31	0,47	16,5
4. ½ N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ m	3,30	3,08	3,37	3,25	0,41	14,4
5. БисолбиФит	3,21	2,63	3,19	3,01	0,17	6,0
6. N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ +ББ	3,37	3,10	3,43	3,30	0,46	16,2
Среднее по фону				3,22		
НСР _{0,5}				1,48 %		
Фактор А (фон)				0,06		
Фактор В (вариант)				0,08		
Взаим. АВ				0,13		

$$y = 2,133x - 0,4271; r = 0,74.$$

где у – содержание клейковины в зерне, %; х – содержание белка в зерне, %.

Эта связь описывается линейным уравнением, а графическое изображение представлено

на рис. 4.

Различные погодные условия в годы проведения опыта оказали воздействие на урожайность зерна яровой пшеницы. Во все годы исследований проявилось положительное дей-

ствие на урожайность минеральных, биоминеральных удобрений и биологического препарата БисолбиФит.

В условиях 2014 года урожайность зерна яровой пшеницы варьировала от 2,69 до 3,37 т/га. Минимальный сбор зерна получен в 2015 году, из-за менее благоприятных погодных условий: урожайность на нулевом фоне составила 2,54–3,04 т/га, при внесении NH_4NO_3 – 2,80–3,13 т/га и $\frac{1}{2}\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 2,56–3,13 т/га.

В третий год опыта (2016 г.) в результате благоприятных погодных условий вегетационного периода яровая пшеницы сформировала максимальный урожай, который варьировал от 2,81 до 3,48 т/га.

В среднем за три года (табл. 6) урожайность зерна яровой пшеницы изменялась от 2,68 до 3,31 т/га, без удобрений в среднем по фону составила 3,02 т/га, при внесении NH_4NO_3 – 3,11 т/га и $\frac{1}{2}\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 3,15 т/га. Следовательно, внесение $\frac{1}{2}\text{NH}_4\text{NO}_3$ под предпосевную культивацию способствовало увеличению сбора зерна на 0,13 т/га.

Внесение азофоски, в составе которой содержание NPK по 15 ($\text{N}_{15}\text{P}_{15}\text{K}_{15}$), обеспечило наименьший рост урожайности на всех изучаемых фонах – 3,04 т/га; 3,07 т/га; 3,16 т/га.

Инокуляция семян яровой пшеницы непосредственно в день посева биопрепаратом БисолбиФит повысила урожайность зерна яровой пшеницы по отношению к контролю на 0,33 т/га без внесения удобрений, на 0,19 т/га на фоне NH_4NO_3 и на 0,17 т/га $\frac{1}{2}\text{NH}_4\text{NO}_3$.

Прибавка урожайности от применения биомодифицированной азофоски в половинной дозе составила ($\frac{1}{2}\text{N}_{15}\text{P}_{15}\text{K}_{15}$) – 14,6 %; 9,3 %; 14,4 %.

Наилучшие условия для формирования урожайности складывались на варианте с применением микробиологического препарата совместно с минеральным удобрением ($\text{N}_{15}\text{P}_{15}\text{K}_{15\text{m}}$), прибавка составила на нулевом фоне 18,3 %, на фоне NH_4NO_3 –11,7 % и на фоне $\frac{1}{2}\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 16,5 %, немного ему уступал и вариант $\text{N}_{15}\text{P}_{15}\text{K}_{15}$ +БисолбиФит, соответственно 16,8 %; 8,9 % и 16,2 %.

Связано это, видимо, с тем, что данные дозы обеспечивают растения необходимым количеством элементов питания, а микробиологический препарат не только способствует более полному использованию элементов питания из удобрений, но и мобилизует их из почвы.

Установлено, что более высокая урожайность зерна (2,84–3,31 т/га) была получе-

на на фоне с внесением аммиачной селитры ($\frac{1}{2}\text{NH}_4\text{NO}_3$) в дозе 20 кг д.в. на га обработанной микробиологическим препаратом БисолбиФит.

Выводы

1. Статистическая обработка урожайных данных и процессов, определяющих формирование урожая, позволила выявить, что величина урожайности зерна находится в тесной зависимости с количеством продуктивных стеблей на единице площади ($r = 0,71$), массой зерна с колоса ($r = 0,61$) и числом зерен в колосе ($r = 0,55$).

2. При улучшении условий минерального питания за счет внесения минеральных, биоминеральных удобрений и биологического препарата БисолбиФит улучшается качество зерна. Масса 1000 зерен возростала на нулевом фоне с 37,0 до 38,0 г., фоне NH_4NO_3 с 37,3 до 38,5 г, на фоне $\frac{1}{2}\text{NH}_4\text{NO}_3$ с 37,7 до 38,8 г.

Значение природы зерна яровой пшеницы в результате улучшения условий питания изменялось в пределах 753–771 г/л, содержание клейковины повышалось с 26,8 до 28,3 %, содержание белка возростало с 12,8 до 13,4 %.

3. Наилучшие условия для формирования урожайности складывались на варианте с применением микробиологического препарата совместно с минеральным удобрением ($\text{N}_{15}\text{P}_{15}\text{K}_{15\text{m}}$), прибавка составила на нулевом фоне 18,3 %, на фоне NH_4NO_3 –11,7 % и на фоне $\frac{1}{2}\text{NH}_4\text{NO}_3$ – 16,5 %, немного ему уступал и вариант $\text{N}_{15}\text{P}_{15}\text{K}_{15}$ +БисолбиФит, соответственно 16,8 %; 8,9 % и 16,2 %.

Более высокая урожайность зерна (2,84–3,31 т/га) была получена на фоне с внесением аммиачной селитры ($\frac{1}{2}\text{NH}_4\text{NO}_3$) в дозе 20 кг д.в. на га обработанной микробиологическим препаратом БисолбиФит.

Библиографический список

1. Чеботарь, В.К. Применение биомодифицированных минеральных удобрений: монография / В.К. Чеботарь, А.А. Завалин, А.Г. Ариткин. – М.: ВНИИА; Ульяновск: УлГУ, 2014. – 142 с.
2. Лапа, В.В. Влияние различных систем применения минеральных удобрений на урожайность и качество ячменя на дерново-подзолистой супесчаной почве / В.В. Лапа, Н.Н. Иващенко // Агрохимия. -2000.- № 11.- С. 34-40.
3. Сайдяшева, Галина Владимировна. Эффективность последствий органических и нетрадиционных удобрений при возделывании яровой пшеницы в Среднем Поволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Г.В. Сайдяшева. – Ульяновск, 2011. – 19 с.

4. Завалин, А.А. Вклад биологического азота бобовых культур в азотный баланс земляделя России / А.А. Завалин, Г.Г. Благовещенская // *Агрохимия*. - 2012. - № 6. - С. 32-37.

5. Торики, В.Е. Влияние минеральных удобрений и норм высева семян на кормовую ценность зерна ярового ячменя / В.Е. Торики // *Агрохимический вестник*. - 2012. - № 2. - С. 36-37.

6. Завалин, А.А. Азотное питание и прогноз качества зерновых культур / А.А. Завалин, А.В. Пасынков. - М.: ВНИИА, 2007. - 208 с.

7. Рекомендации по выращиванию зерна пшеницы высокого качества в Ульяновской области: учебное пособие для руководителей и специалистов сельхозпредприятий, слушателей дополнительного профессионально образования и студентов ВУЗов / М.И. Потушанский, К.И. Карпович, А.И. Захаров, И.Ф. Тимергалиев. - Ульяновск: Ульяновский НИИСХ, Ульяновский институт переподготовки кадров агробизнеса, 2003. - 25 с.

8. Никитин, С.Н. Оценка эффективности применения биопрепаратов в Среднем Поволжье / С.Н. Никитин. - Ульяновск: Изд-во ИПК «Венец» УлГТУ, 2014. - 135с.

9. Мельникова, О.В. Пивоваренные качества зерна и солода ярового ячменя при различных условиях минерального питания / О.В. Мельникова, В.В. Торики // *Проблемы агрохимии и агроэкологии*. - 2011. - № 2. - С. 54-57.

10. Куликова, А.Х. Последствие минеральных и органических удобрений на фоне

диатомита и предпосевной обработки семян Ризоагрином при возделывании яровой пшеницы / А.Х. Куликова, С.Н. Никитин, Г.В. Сайдяшева // *Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыты, проблемы и пути их решения. Материалы Международной научно-практической конференции*. - Ульяновск: изд-во Ульяновской ГСХА, 2009. - С. 79-83.

11. Никитин, Сергей Николаевич Эффективность применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... д-ра сельскохозяйственных наук: 06.01.04 / С. Н. Никитин. - Ульяновск, 2015. - 36 с.

12. Пасынков, А.В. Статистические зависимости основных показателей качества зерновых культур / А.В. Пасынков, Е.Н. Пасынкова // *Агрохимия*. - 2011. - № 2. - С. 24-40.

13. Завалин, А.А. Потоки азота в агроэко-системе: от идей Д.Н. Прянишникова до наших дней / А.А. Завалин, О.А. Соколов. - М.: ВНИИА, 2016. - 591с.

14. Никитин, С.Н. Влияние применения ОСВ, биопрепаратов и диатомита на содержание в почве и поступление в зерно озимой пшеницы тяжелых металлов / С.Н. Никитин, А.В. Орлов, Г.В. Сайдяшева // *Зональные особенности научного обеспечения сельскохозяйственного производства. Материалы региональной научно-практической конференции*. - Саратов, 2009. - С. 49-53.

EFFICIENCY OF APPLICATION OF MINERAL, BIO MINERAL FERTILIZERS AND BIO COMPOUND BESOLBIFIT ON THE SPRING WHEAT SEEDINGS IN THE CONDITIONS OF MIDDLE VOLGA REGION

Saidyasheva G.V., Zakharov S.A.
«Ulyanovsk SRIA»

433315, Ulyanovsk region, Ulyanovsk district, v. Timiryazevsky, Institutskaya st., 19;
Tel./fax (84254)34-1-32, e-mail: Galina_83@list.ru

Key words: mineral, bio mineral fertilizers, Besolbifit, spring wheat.

Influence of mineral, bio mineral fertilizers and bio compound Besolbifit on formation of harvest structural elements, crop yield and spring wheat grain quality in the conditions of Middle Volga region has been studied for the first time. The aim of the research is to determine comparative efficacy of mineral, bio mineral fertilizers and bio compound Besolbifit in case of their combined application on formation of crop yield and spring wheat grain quality. The study of comparative efficacy of mineral, biological and bio mineral fertilizers was carried out on the stationary field trial of Ulyanovsk SRIA. The main objects of the study were: mineral, bio mineral fertilizers, bio compound Besolbifit, which is based on Bacillus subtilis CH-13 strain. Arrangement of field experiments, observations and laboratory analyses, sampling of soil and plants were carried out in accordance with corresponding National State Standard. It is stated that crop yield increased from 2,68 to 3,31 t/ha with application of mineral, bio mineral fertilizers and bio compound Besolbifit. The most efficient for yield and grain quality was the variant (N₁₅P₁₅K_{15n}), where azophoska granules were treated with bio compound Besolbifit. Crop yield gain was 0,49, 0,34 and 0,47 t/ha accordingly.

Bibliography

1. Chebotar, V.K. Application of biomodified mineral fertilizers: monograph / V.K. Chebotar, A.A. Zavalin, A.G. Aritkin. - M.: ARSRIA; Ulyanovsk: USU, 2014. - 142 p.
2. Lapa, V.V. Influence of different systems of mineral fertilizer application on crop yield and barley quality on sod-podzolic sandy-loam soil / V.V. Lapa, N.N. Ivakhnenko // *Agrochemistry*. - 2000. - № 11. - pp. 34-40.
3. Saidyasheva, Galina Vladimirovna. Efficacy of organic and alternative fertilizer aftereffect when cultivating spring wheat in Middle Volga: author's abstract of dissertation of Candidate of Agriculture: 06.01.04 / G.V. Saidyasheva. - Ulyanovsk, 2011. - 19 c.
4. Zavalin, A.A. Contribution of biological nitrogen of legume crops to nitrogen balance of Russian crop farming / A.A. Zavalin, G.G. Blagoveschenskaya // *Agrochemistry*. - 2012. - № 6. - pp. 32-37.

5. Torikov, V.E. Influence of mineral fertilizers and seed amount standards on feeding value of spring barley grain / V.E. Torikov // *Agrochemical vestnik*. - 2012. - № 2. - pp. 36-37.
6. Zavalin, A.A. Nitrogen nutrition and quality forecast of grain crops / A.A. Zavalin, A.V. Pasyukov. – M.: ARSRIA, 2007. – 208 p.
7. Recommendations on cultivation of wheat grain of high quality in Ulyanovsk region. Study guide for managers and experts of agricultural enterprises, students of additional professional education and students of higher education / M. I. Potushanskiy, K.I. Karpovich, A.I. Zakharov, I.F. Timergaliyev. – Ministry of Agriculture, Ulyanovsk SRIA, Ulyanovsk institute of retraining of agricultural personnel. Ulyanovsk, 2003. – 25p.
8. Nikitin, S.N. Efficiency evaluation of bio compound application in Middle Volga / S.N. Nikitin. – Ulyanovsk: Publishing house 'Venets' USTU, 2014. – 135 p.
9. Melnikova, O.V. Brewing qualities of spring barley grain and malt at different levels of mineral nutrition / O.V. Melnikova, V.V. Torikov // *Problems of agrochemistry and agroecology*. - 2011. - № 2. - pp. 54-57.
10. Kulikova, A.K. Consequence of mineral and organic fertilizers on the ground of diatomite and pre-sowing seed treatment with Rizoagreen when cultivating spring wheat / A.K. Kulikova, S.N. Nikitin, G.V. Saidyasheva // *Agrarian science and education at the up-to-date stage of development: experience, problems, solutions*. – Materials of International science and practice conference. Ulyanovsk, USAA, 2009. – P. 79-83.
11. Nikitin Sergey Nikolayevich. Efficacy of application of fertilizers, bio compounds and diatomites in forest-steppe of Middle Volga: author's abstract of dissertation of Doctor of Agriculture: 06.01.04 / S.N. Nikitin. - Ulyanovsk, 2015. – 36 p.
12. Pasyukov, A.V. Statistic dependence of quality parametres of grain crops / A.V. Pasyukov, E.N. Pasyukova // *Agrochemistry*. - 2011. - № 2. - pp. 24-40.
13. Zavalin, A.A. Nitrogen flows in agroecosystem: from Pryanisnikov's ideas to present time / A.A. Zavalin, O.A. Sokolov. – M.: ARSRIA, 2016. –591p.
14. Nikitin, S.N. Influence of application of sewage sludge, bio compounds and diatomite on heavy metal content in soil and winter wheat grain / S.N. Nikitin, A.V. Orlov, G.V. Saidyasheva // *Regional peculiarities of scientific support of agricultural production. Materials of regional science and practice conference*. - Saratov, 2009. – pp. 49-53.