

Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы

С.В. Обущенко, д.с.-х.н., ФГУ «САС «Самарская»;

В.Б. Троц, д.с.-х.н., профессор,

ФГБОУ ВО Самарская ГСХА

Самарская область – один из крупнейших производителей зерна яровой пшеницы в Приволжском федеральном округе. Однако в последние годы продуктивность этой культуры существенно уменьшилась. По мнению многих специалистов, основная причина этого – нарушение научно обоснованных систем земледелия, а также снижение объёмов применения органических и минеральных удобрений [1, 2]. Это обусловило невосполняемый вынос элементов минерального питания растений из почвы и ускоренную минерализацию гумуса, содержание которого в пахотном горизонте почв в настоящее время составляет в среднем 4,22%, что на 21,9% ниже показателей 1986 г. За последние 32 года существенно уменьшилась в почве и концентрация подвижного фосфора и обменного калия [3, 4].

В этих условиях стабилизация урожайности культуры возможна только за счёт рационального применения расчётных норм минеральных удобрений и использования современных биологически активных веществ, обладающих широким сектором влияния на рост и развитие растений [5–7].

Цель исследования – изучить действие различных норм минеральных удобрений и современных биологически активных препаратов на урожайность зерна яровой пшеницы.

Материал и методы исследования. Для решения поставленных задач в 2015–2017 гг. были заложены два опыта в центральной лесостепной и южной степной агроклиматических зонах Самарской области, в хозяйствах, имеющих типичные для конкретной зоны почвенные и погодные условия, рельеф местности и режим увлажнения.

Опыт 1 располагался в четырёхпольном полевом зернопаровом севообороте № 4 ЗАО «Бобровское». В данном опыте изучалось совместное действие

различных норм минеральных удобрений и биологически активных веществ в посевах мягкой и твёрдой яровой пшеницы. Объектом исследования являлись сорта яровой мягкой пшеницы, районированные в области – Кинельская нива и сорт яровой твёрдой пшеницы – Безенчукская 210. Предшественником были зерновые бобовые культуры (нут), идущие вторым полем после чёрного пара.

Для выявления степени действия минеральных удобрений на посевы яровой пшеницы было создано три фона питания с различной обеспеченностью растений азотом, фосфором и калием: 1-й – контроль (без удобрений); 2-й – расчётные дозы ($N_{30}P_{30}K_{30}$) на планируемый урожай зерна 2,5 т с 1 га; 3-й – расчётные дозы ($N_{60}P_{45}K_{45}$) на планируемый урожай зерна 3,0 т с 1 га. Из азотных удобрений в почву вносили карбамид (мочевину) ($N_{46\%}$), фосфорных – суперфосфат двойной ($P_{43\%}$) и калийных – хлористый калий ($K_{62\%}$). Почва – чернозём типичный с содержанием гумуса 5,5%, подвижного фосфора – 17,4 мг и обменного калия – 22,3 мг на 100 г почвы.

Перед посевом семена каждого сорта обрабатывали биологически активными препаратами Агрика, Ризоагрин, Эпин-экстра и Циркон. Предусматривался и контрольный вариант – без обработки семян.

Площадь опытных делянок составляла 450 м², учётная – 400 м², повторность 3-кратная, размещение вариантов систематическое. Подготовка почвы – общепринятая под яровую пшеницу в данной агроклиматической зоне, базирующаяся на глубоком безотвальном рыхлении чизельным плугом. Посев выполнялся рядовой сеялкой с междурядьями 15 см.

Опыт 2 размещался в шестипольном полевом зернопаропропашном севообороте № 1 ООО «Коровкино». Почва – чернозём южный с содержанием гумуса 4,2%, подвижного фосфора – 15,3 мг и обменного калия – 19,4 мг на 100 г почвы. Схема закладки опыта и применения минеральных удобрений была аналогичной опыту 1. Однако подготовка почвы под яровую пшеницу базировалась на поверхностном безотвальном рыхлении, принятом в южной зоне, а для предпосевной обработки семян использовались препараты Ризоагрин, Мизорин, Агрофил, Флавобактерин и ПГ-5. Посев проводился стерневой сеялкой СЗС-2,1 с междурядьями 21 см.

Экспериментальная работа в опытах проводилась с учётом методики опытного дела Б.А. Доспехова (1985) [8].

Исследование охватывало годы с контрастными метеорологическими условиями. Vegetация растений в 2015 г. проходила при недостатке влаги и обилии тепла с ГТК в центральной агроклиматической зоне 0,80, в южной – 0,70. В 2016 г. значения ГТК равнялись соответственно 0,90 и 0,85. Vegetационный период 2017 г. отличался влажной и прохладной погодой в первой половине и сухой и

жаркой – во второй, индексы ГТК в зоне опытных полей находились в пределах 1,10 и 0,95.

Результаты исследования. Экспериментами установлено, что изучаемые сорта мягкой и твёрдой яровой пшеницы в сложившихся погодных условиях даже при естественном уровне плодородия чернозёма обыкновенного центральной агроклиматической зоны Самарского Заволжья способны формировать урожаи зерна на уровне 2,26–2,61 т с 1 га (табл.).

Однако внесение сравнительно небольших норм минеральных удобрений – $N_{30}P_{30}K_{30}$ способно существенно стимулировать фотосинтетические процессы и накопление биомассы. Урожайность этого варианта опыта у сорта Кинельская нива составила 2,36–2,79 т, а у сорта Безенчукская 210–2,56–2,96 т зерна с 1 га, что на 4,4–13,9% больше контрольного показателя.

Внесение повышенных норм минеральных удобрений – $N_{60}P_{45}K_{45}$ увеличивало урожайность посевов сорта Кинельская нива по отношению к контролю на 22,5–33,3%, или до 2,77–3,28 т зерна с 1 га. Сбор зерна в посевах сорта Безенчукская 210 варьировал от 2,75 до 3,27 т с 1 га, или на 17,0–26,2% превышал контрольные значения.

Существенное влияние на продуктивность изучаемых сортов оказывали биологические препараты, причём их действие особенно чётко прослеживалось в вариантах удобренных фонов. Так, прибавка урожая от предпосевного замачивания семян сорта Кинельская нива в растворах биологически активных препаратов в посевах естественного уровня плодородия (контроль) равнялась 2,6–11,0%. В посевах удобренного 1-го фона (NPK на 2,5 т зерна с 1 га) она составляла 5,0–18,2%, а в вариантах 2-го фона (NPK на 3,0 т зерна с 1 га) достигала 7,9–18,4%. Аналогичные закономерности прослеживались и в опытах с твёрдой пшеницей. Прибавка урожая от применения биологически активных препаратов в вариантах удобренного фона равнялась 3,8–11,0%, удобренного 1-го фона – 8,5–15,5%, а в вариантах 2-го фона – 7,6–18,9%.

Выявлено, что у сорта Кинельская нива в условиях естественного плодородия почвы и умеренного применения удобрений лучшие результаты оказывает предпосевное замачивание семян в растворе Циркона, а при повышенных нормах внесения NPK – Эпин-экстра. Аналогичные закономерности прослеживались и в посевах сорта твёрдой пшеницы Безенчукская 210. Менее эффективными регуляторами роста в годы исследования оказались препараты Агрика и Ризоагрин.

Анализ данных, полученных на опытном поле № 2, показал, что в условиях южной агроклиматической зоны сорт мягкой яровой пшеницы Кинельская нива при естественном плодородии чернозёма южного способен формировать урожаи на уровне 2,06–2,38 т зерна с 1 га. Внесение расчётных норм минеральных удобрений на пла-

нируемый урожай 2,5 т зерна с 1 га увеличивает сбор зерна на 4,8–18,1%. При этом наибольший его выход отмечался на делянках с предпосевным замачиванием семян в растворе Флавобактерина. В целом эффективность использования биологически активных препаратов при данном уровне минерального питания растений равнялась 16,0–26,3%.

Повышение уровня минерального питания растений до планируемого урожая в 3,0 т зерна с 1 га позволяло увеличить сбор урожая по сравнению с контролем на 39,4–52,5% до 3,03–3,49 т зерна с 1 га. Это на 6,4–9,3% больше, чем в центральной зоне. Выявлено, что действие минеральных удобрений на растительные организмы во многом определяется микрофлорой, заселяющей корневые системы растений. Применение микробиологических препаратов повышало эффективность минеральных удобрений на 8,2–15,1%, обеспечивая дополнительный сбор зерна в пределах 0,25–0,46 т с 1 га. При этом, так же как и в варианте с умеренным уровнем минерального питания растений, лучшее действие отмечалось у препарата Флавобактерин. Использование препаратов Ризоагрин, Мизорин и ПГ-5 обеспечивало практически равную прибавку зерна на уровне 0,26–0,29 т/га, превышая контрольное значение на 8,2–9,5%. Обработка семян Агрофилом позволила дополнительно получить около 0,36 т зерна с 1 га, или повысить продуктивность на 11,8%.

Исследованиями установлено, что урожайность твёрдой яровой пшеницы при естественном плодородии

почвы была близка к показателям мягкой и равнялась 2,15–2,28 т с 1 га, что на 8,7–14,4% меньше показателей в центральной агроклиматической зоне. Однако на чернозёме южном растения сорта Безенчукская 210 лучше отзывались на внесение в почву дополнительных элементов минерального питания, обеспечивая прибавку урожая на делянках с умеренными нормами минеральных удобрений на 1-м фоне – до 26,2%, а в вариантах 2-го фона – до 64,9%, что в 1,9–2,5 раза было больше значений опыта в центральной агроклиматической зоне.

По нашему мнению, причиной существенных различий в продуктивности посевов на опытных полях является не только разность климатических условий, уровня плодородия почвы, но и система обработки пахотного горизонта. Отвальная вспашка опытного поля № 1 с заделкой растительных остатков в почву оставила поверхность почвы без мульчирующего слоя. В результате происходила быстрая потеря запаса почвенной влаги, и почва угнеталась недостатком влаги. Безотвальная обработка опытного поля № 2, наоборот, позволила создать мульчирующий поверхностный слой, защищающий почву от высыхания и обеспечивала более длительное поступление воды в растения с растворёнными в ней питательными элементами.

Установлено, что наряду с минеральными удобрениями урожайность твёрдой пшеницы определяли и биологические препараты, используемые в опытах. Причём на удобренных делянках их действие оказалось более эффективным. Так, в

Урожайность зерна яровой пшеницы, 2015–2017 гг.

Биологический препарат	Сорт									
	Кинельская нива					Безенчукская 210				
	норма минеральных удобрений					норма минеральных удобрений				
	контроль (без удобрений), ц/га	NPK на 2,5 т зерна с 1 га		NPK на 3,0 т зерна с 1 га		контроль (без удобрений), ц/га	NPK на 2,5 т зерна с 1 га		NPK на 3,0 т зерна с 1 га	
ц/га		прибавка, %	ц/га	прибавка, %	ц/га		прибавка, %	ц/га	прибавка, %	
Центральная агроклиматическая зона										
Контроль (без обработки)	2,26	2,36	4,4	2,77	22,5	2,35	2,56	8,9	2,75	17,0
Агрика	2,32	2,48	6,8	2,99	28,8	2,44	2,78	13,9	2,96	21,3
Ризоагрин	2,39	2,54	6,2	3,00	25,5	2,48	2,80	12,9	2,99	20,5
Эпин-экстра	2,46	2,75	11,7	3,28	33,3	2,59	2,94	13,5	3,27	26,2
Циркон	2,51	2,79	11,1	3,15	30,7	2,61	2,96	13,4	3,14	20,3
НСР ₀₅	0,56	0,61	–	0,40	–	0,46	0,50	–	0,55	–
Южная агроклиматическая зона										
Контроль (без обработки)	2,06	2,16	4,8	3,03	47,0	2,15	2,30	6,9	3,17	47,4
Ризоагрин	2,15	2,52	17,2	3,28	52,5	2,20	2,55	15,9	3,50	59,0
Мизорин	2,18	2,50	14,5	3,29	50,9	2,26	2,76	22,1	3,46	53,0
Агрофил	2,26	2,54	12,3	3,39	50,0	2,28	2,84	24,5	3,57	56,5
Флавобактерин	2,31	2,73	18,1	3,49	51,0	2,17	2,74	26,2	3,58	64,9
ПГ-5	2,38	2,68	12,2	3,32	39,4	2,13	2,57	20,6	3,47	62,9
НСР ₀₅	0,50	0,51	–	0,45	–	0,41	0,50	–	0,61	–

контрольных посевах прибавка сборов зерна в результате применения биологически активных веществ равнялась 2,3–6,0%. На удобренных фонах она достигала 10,4–23,4%. При этом в посевах естественного фона эффективнее оказались штаммы бактерий препарата Агрофил, а на удобренных фонах – Флавобактерина. Менее эффективно проявлялось действие препаратов Ризоагрин, Мизорин и ПГ-5.

Исследованиями установлено, что применение расчётных норм минеральных удобрений как в условиях центральной агроклиматической зоны, так и южной, при совместном применении биологически активных препаратов гарантированно обеспечивает получение расчётных урожаев зерна. Так, планируемый урожай в 2,5 т зерна с 1 га сорта Кинельская нива в центральной агроклиматической зоне был получен только на делянках с предпосевной обработкой семян препаратами Ризоагрин, Эпин-экстра и Циркон. Полнота выполнения программы этих вариантов опыта составила 101,6–111,6%, а сбор зерна равнялся 2,54–2,79 т с 1 га. В контрольном варианте сбор зерна равнялся только 2,36 т/га, или 94,4% от плана. Аналогичные закономерности прослеживались и на делянках повышено удобренного 2-го фона (NPK на 3,0 т зерна с 1 га) Урожайность в 3,0 и более т зерна с 1 га обеспечивали варианты с предварительной обработкой семян препаратами Ризоагрин, Эпин-экстра и Циркон – 3,00–3,28 т/га, или 100,0–109,3%. Программа получения планируемого урожая контрольного варианта составила 92,3%, или 2,77 т зерна с 1 га. В опытах с сортом Безенчукская 210 получение планируемой урожайности в 2,5 т зерна с 1 га обеспечивали все варианты опыта с полнотой выполнения программы 102,4–118,4%, а урожайность в 3,0 т зерна с 1 га – только варианты с предварительной обработкой семян препаратами Эпин-экстра и Циркон – 3,27 и 3,14 т, или соответственно 109,0 и 104,6% к плану.

Анализ данных опытного поля № 2 также показал, что предпосевная обработка семян биологически активными препаратами повышает эффективность использования минеральных удобрений, особенно при умеренных нормах их внесения (N₃₀P₃₀K₃₀). Полнота выполнения программы при данных уровнях минерального питания в варианте без применения биопрепаратов у сорта Кинельская нива равнялась только 86,4%, а у сорта Безенчукская 210 – 92,0%. Предпосевная обработка семян биопрепаратами гарантировала получение планируемого урожая и выполнение программы на 102,0–113,6%.

По нашему мнению, такие биологические препараты, как Агрика, Ризоагрин, Мизорин, Агрофил и Флавобактерин, имеющие в своём составе штаммы различных микроорганизмов, при инокуляции семян искусственно заселяют их поверхность полезной микрофлорой. При посеве таких семян бактерии начинают интенсивно размножаться и активно

колонируют ризосферу развивающегося растения яровой пшеницы. Заселяя корневую систему пшеницы и питаясь продуктами её выделений, полезные бактерии улучшают развитие корневых волосков и усиливают поглотительную активность корней и, как следствие, увеличивают поступление питательных элементов из почвы и удобрений в растительные клетки. К тому же они переводят часть трудноусвояемых минеральных соединений в легкодоступные для растений формы.

Препараты Эпин-Экстра и Циркон, полученные на основе синтеза растительных ферментов, очевидно, проникая в семена, а затем и в растения, действуют пролонгирующе, влияя на иммунную систему организма, выработку гормонов и депрессантов, тем самым повышая обменные процессы и устойчивость растений к стрессовым факторам внешней среды.

Экономическая оценка полученных результатов выявила, что внесение расчётных норм удобрений под планируемый урожай 2,5 и 3,0 т зерна с 1 га яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская нива и яровой твёрдой пшеницы сорта Безенчукская 210 было экономически оправдано. При этом для получения максимального условно чистого дохода 13,5–17,0 тыс. руб/га при уровне рентабельности 96,4–107,5% в центральной агроклиматической зоне семена перед посевом лучше обрабатывать биопрепаратами Эпин-экстра и Циркон. В южной зоне наибольший условно чистый доход 13,9–19,8 тыс. руб/га с уровнем рентабельности 103,7–123,7% обеспечивается при обработке семян препаратом Флавобактерин.

Выводы. По результатам исследования можно сделать заключение, что внесение расчётных норм минеральных удобрений на уровне N₃₀P₃₀K₃₀ позволяет на чернозёмных почвах центральной и южной агроклиматических зон Самарского Заволжья добиться сборов зерна яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская нива в пределах 2,16–2,79 т, а сорта Безенчукская 210 на уровне 2,30–2,96 т с 1 га, что на 4,4–26,2% больше показателей на неудобренных вариантах. Внесение повышенных норм минеральных удобрений N₆₀P₄₅K₄₅ обеспечивает прибавку урожая зерна по сравнению с естественным фоном плодородия почвы у сорта Кинельская Нива на 22,5–51,0%, а сорта Безенчукская 210 – на 17,0–64,9% и способствует получению 2,77–3,58 т зерна с 1 га.

Внесение расчётных норм удобрений под планируемый урожай 2,5 и 3,0 т зерна с 1 га яровой мягкой пшеницы сорта Кинельская нива и яровой твёрдой пшеницы сорта Безенчукская 210 экономически оправдано. При этом для получения максимального уровня рентабельности в центральной агроклиматической зоне семена перед посевом лучше обрабатывать биопрепаратами Эпин-экстра и Циркон, а в южной зоне – препаратом Флавобактерин.

Литература

1. Обущенко С.В. Агроэкологическая концепция сохранения и воспроизводства плодородия чернозёмов: автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. Кинель, 2014. 46 с.
2. Троц В.Б. Состояние и пути рационального использования почвенного плодородия сельскохозяйственных угодий Самарской области // АПК Самарской области: задачи и ресурсное обеспечение: матер. V форума «Поволжский агросезон – 2014». Самара, 2014. С. 25–28.
3. Обущенко С.В., Троц В.Б. Влияние многолетних трав на уровень плодородия почвы в саду // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (69). С. 74–77.
4. Ахматов Д.А., Троц В.Б. Особенности накопления тяжелых металлов при различных обработках почвы // Ресурсосберегающие технологии в земледелии: сб. науч. тр. по матер. II Междунар. науч.-практич. конф. Ярославль, 2017. С. 7–11.
5. Исайчев В.А., Музурова О.Г. Физиолого-биохимические процессы в прорастающих семенах озимой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки росто-регуляторами и микроэлементами // Молодежь и наука XXI века: матер. Междунар. науч.-практич. конф. Ульяновск, 2006. С. 60–66.
6. Костин В.И., Исайчев В.А., Провалова Е.В. Агроэкологические аспекты применения росторегуляторов нового поколения // Агроэкологическая роль плодородия почв и современные агротехнологии: матер. междунар. науч.-практич. конф. Уфа, 2008. С. 143–144.
7. Кшникаткина А.Н., Семикова Е.Н. Влияние комплексных удобрений с микроэлементами в хелатной форме, регуляторов роста и бактериальных удобрений на оптимизацию продукционного процесса и продуктивность яровой трикале // Нива Поволжья. 2010. № 1 (14). С. 23–27.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.