

Применение химических и биологических приёмов в земледелии для повышения урожайности зерна яровой пшеницы в Приуралье Республики Казахстан

Р.Ш. Джапаров, к.с.-х.н., Е.Н. Баймуханов, магистр, к.с.-х.н., А.С. Тлепов, к.с.-х.н., НАО Западно-Казахстанский АТУ

Яровая пшеница является ведущей продовольственной культурой Республики Казахстан. В засушливых степных районах складываются наиболее благоприятные условия для получения её зерна с высоким качеством [1, 2]. Однако без применения минеральных удобрений снижается урожайность, наблюдается ухудшение качества зерна этой ценной культуры. В связи с растущей тенденцией уменьшения применения удобрений под яровую пшеницу возникла острая необходимость в поиске альтернативных источников питания растений. Это прежде всего применение биологических препаратов. Они улучшают посевные качества зерна, способны повышать засухоустойчивость сельхозкультур за счёт развития мощной корневой системы, жаростойкость, влагоудерживающую способность, а также снижать расход влаги [3, 4]. Биопрепараты продуцируют витамины и фитогормоны, повышая устойчивость растений к засухе, восстанавливают их фотосинтетическую деятельность [5]. Также выявлена сортовая специфика отзывчивости яровой пшеницы на применение азотного удобрения, ассоциативного диазотрофа и физиологически активных веществ [6].

Освоение и окультуривание залежных земель, возврат выбывших из оборота земель являются важнейшим резервом увеличения производства зерна, кормов и другой продукции растениеводства в Республике Казахстан [7]. Их рациональное использование позволяет улучшить физико-химические показатели почвенного плодородия и микробиологическое состояние [8–10]. На тёмно-каштановых почвах для сохранения плодородия целесообразны севообороты с многолетними травами в виде выводных полей и использования залежей [11].

Материал и методы исследования. В связи с вышеизложенным впервые в сухостепной зоне Западно-Казахстанской области проводились исследования по рациональному использованию бурьянистых залежных земель под яровую пшеницу за счёт совместного использования ассоциативных азотфиксирующих бактерий и азотных удобрений при различных системах основной обработки почвы.

Климат в сухостепной зоне Приуралья отличается резкой континентальностью. Для всей области характерны неустойчивость и дефицитность атмосферных осадков, малоснежье и сильное сдувание снега с полей, большая сухость воздуха и почвы, интенсивность процессов испарения и обилие прямого солнечного освещения в течение всего вегетационного периода. Зима холодная, преимущественно пасмурная, но непродолжительная,

а лето жаркое и довольно длительное.

В годы исследования выпало от 241,2 мм (2009 г.) до 435,2 (2007 г.) мм осадков при среднем значении 324 мм. Температура воздуха превышала норму во все годы от 0,8°C (2009 г.) до 2,0°C (2007 г.). По складывающимся погодным условиям 2007 г. относится к относительно благоприятным по увлажнению, 2008 г. – средним и 2009 г. – сильно засушливым.

Почва опытного участка тёмно-каштановая тяжелосуглинистая на карбонатных суглинках и содержит в пахотном слое 3,1% гумуса. Обеспеченность нитратным азотом и подвижным калием – высокая, подвижным фосфором – низкая.

Ежегодно закладывался двухфакторный опыт по определённой схеме. Фактор А – способ основной обработки почвы на залежном участке включал два варианта: I – отвальный (летне-осенняя обработка БДТ-3 + вспашка ПН-4–35); II – безотвальный (летне-осенняя обработка гербицидами + плоскорезная обработка КППГ-250). Фактор В – система применения микробных препаратов, удобрений и гербицидов при выращивании яровой пшеницы на обработанной залежи включал следующие варианты: I – контроль; II – N₃₀ перед посевом яровой пшеницы; III – N₃₀ перед посевом + гербициды в кушение яровой пшеницы; IV – Флавобактерин – предпосевная обработка семян яровой пшеницы; V – Флавобактерин + N₃₀ перед посевом яровой пшеницы; VI – Флавобактерин + N₃₀ перед посевом + гербициды в кушение яровой пшеницы; VII – Ризоагрин – предпосевная обработка семян яровой пшеницы; VIII – Ризоагрин + N₃₀ перед посевом яровой пшеницы; IX – Ризоагрин + N₃₀ перед посевом + гербициды в кушение яровой пшеницы; X – Азорицин – предпосевная обработка семян яровой пшеницы; XI – Азорицин + N₃₀ перед посевом яровой пшеницы; XII – Азорицин + N₃₀ перед посевом + гербициды в кушение яровой пшеницы.

Основную обработку почвы проводили согласно схеме опыта. На участке с отвальным способом была проведена поверхностная обработка почвы тяжёлой дисковой бороной БДТ-3 на глубину 8–10 см, затем через месяц сделана вспашка на глубину 22–24 см плугом ПН-4-35. При безотвальной обработке почвы, в сроки использования дискования, проводили опрыскивание поля баковой смесью гербицидов Мушкет (75 г/га), Дезормон-эфир (1,2 л/га), Барс-супер (0,9 л/га) и препаратом Биопауэр (0,75 г/га) прицепным опрыскивателем FQ-2500 «BRAND». Через месяц после опрыскивания гербицидами была выполнена глубокая плоскорезная обработка почвы КППГ-250 на 22–24 см. Весной при физической

спелости почвы проводили сплошное боронование поля зубовой бороной ЗБЗТУ-1,0. Перед посевом яровой пшеницы на обоих фонах обработки залежи в почву внесли минеральные удобрения стерневой сеялкой СЗС-2,1, использовали аммиачную селитру в дозе 30 кг/га д.в. На вариантах с применением химических средств борьбы с сорняками в фазе кушения посева яровой пшеницы опрыскивали баковой смесью гербицидов Мушкет (40 г/га) + Дезормон-эфир (0,3 л/га) и адьюванта Биопауэр (0,3 л/га), используя ранцевый мотоопрыскиватель «SOLO».

Уборку осуществляли малогабаритным комбайном «САМПО-500» при достижении полной спелости яровой пшеницы.

Изучали районированный сорт яровой пшеницы – Саратовская 42. При посеве для инокуляции семян пшеницы применялись биопрепараты на основе активных штаммов ризосферных микроорганизмов: Флавобактерин, Ризоагрин и Азоризин (600 г препарата на гектарную норму семян).

Результаты исследования. По средним данным за 2007–2009 гг. при отвальном способе обработки залежного участка урожайность яровой пшеницы была достоверно выше, чем при безотвальном, на 1,7 ц/га, в том числе в 2007 г. – на 2,4 ц/га, в 2008 г. – на 2,9 т/га (табл. 1). В острозасушливом 2009 г. урожайность по вспашке уступила показателям по безотвальной обработке на 0,3 ц/га.

Увеличение урожайности при применении минерального удобрения относительно контроля в среднем за три года составило на вспашке: в варианте без препаратов – 3,2 ц/га, при применении Флавобактерина – 2,9 ц/га, Ризоагрина и Азори-

зина – 3,0 ц/га, а на плоскорезной обработке, где прибавка на контроле была на 1,2 ц/га меньше, чем на вспашке, – соответственно 3,0; 2,3; 2,8 и 2,5 ц/га. В среднем по обоим фонам обработки почвы прибавка только от одного удобрения составила 3,1 ц/га; лучшим из препаратов (на фоне с N_{30}) был Ризоагрин – 2,9 ц/га, на 0,2 и 0,3 ц/га уступили ему соответственно Азоризин и Флавобактерин. Применение микробных препаратов без удобрений не оказывало положительного влияния на урожайность яровой пшеницы. Использование гербицидов повышало продуктивность культуры только в отдельные годы исследований на некоторых вариантах опыта. Наибольшая их эффективность проявилась в острозасушливом 2009 г. на обоих фонах основной обработки почвы залежи. Более высокая прибавка урожайности относительно контроля в среднем за 2007–2009 гг. получена на вариантах: по вспашке – Ризоагрин + N_{30} + гербициды (на 36,6%); N_{30} + гербициды (34,6%); по плоскорезной обработке – N_{30} (33,7%); N_{30} + гербициды (32,6%), Ризоагрин + N_{30} (31,5%), Ризоагрин + N_{30} + гербициды (31,5%).

В исследованиях, на фоне отвальной и безотвальной обработки, между количеством продуктивных стеблей и урожайностью отмечалась сильная положительная зависимость, соответственно $r = 0,86-0,93$ и $0,69-0,93$. Увеличение продуктивного стеблестоя (табл. 2) на вспашке по сравнению с плоскорезной обработкой в среднем за 2007–2009 гг. составляло от 17,6 шт/м² (Азоризин + N_{30} + гербициды) до 47,8 шт/м² (Флавобактерин + N_{30}). Число продуктивных колосьев по отвальному фону на контроле было на 25,5–33,4 шт/м² меньше,

1. Урожайность яровой пшеницы, ц/га

| Вариант | Год | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----------|------|------|
| | 2007 | | | 2008 | | | 2009 | | | 2007–2009 | | |
| | вс. | пл. | ср. | вс. | пл. | ср. | вс. | пл. | ср. | вс. | пл. | ср. |
| I | 13,7 | 12,6 | 13,2 | 11,2 | 8,4 | 9,8 | 5,5 | 5,7 | 5,6 | 10,1 | 8,9 | 9,5 |
| II | 16,7 | 15,4 | 16,1 | 16,4 | 13,3 | 14,8 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 13,3 | 11,9 | 12,6 |
| III | 16,8 | 13,2 | 15,0 | 16,7 | 14,6 | 15,6 | 7,4 | 7,6 | 7,5 | 13,6 | 11,8 | 12,7 |
| IV | 12,0 | 11,6 | 11,8 | 11,4 | 6,2 | 8,8 | 5,6 | 5,5 | 5,6 | 9,6 | 7,7 | 8,6 |
| V | 17,1 | 13,8 | 15,5 | 14,7 | 12,2 | 13,4 | 7,3 | 7,7 | 7,5 | 13,0 | 11,2 | 12,1 |
| VI | 16,1 | 14,0 | 15,1 | 13,7 | 12,6 | 13,2 | 7,8 | 7,9 | 7,8 | 12,5 | 11,5 | 12,0 |
| VII | 13,2 | 10,3 | 11,8 | 11,4 | 7,0 | 9,2 | 5,6 | 6,2 | 5,9 | 10,1 | 7,8 | 9,0 |
| VIII | 16,9 | 14,1 | 15,5 | 15,4 | 13,8 | 14,6 | 7,0 | 7,2 | 7,1 | 13,1 | 11,7 | 12,4 |
| IX | 16,7 | 13,4 | 15,1 | 16,8 | 13,9 | 15,4 | 8,0 | 7,8 | 7,9 | 13,8 | 11,7 | 12,8 |
| X | 14,0 | 11,3 | 12,7 | 10,1 | 5,3 | 7,7 | 5,7 | 6,6 | 6,2 | 9,9 | 7,7 | 8,8 |
| XI | 17,3 | 13,8 | 15,6 | 14,9 | 12,7 | 13,8 | 7,2 | 7,8 | 7,5 | 13,1 | 11,4 | 12,2 |
| XII | 16,8 | 14,4 | 15,6 | 14,0 | 12,1 | 13,0 | 7,5 | 7,7 | 7,6 | 12,7 | 11,4 | 12,0 |
| Средняя по вариантам | 15,8 | 13,2 | | 13,8 | 10,7 | | 6,8 | 7,0 | | 12,1 | 10,4 | |
| НСР _{0,5} для оценки частных различий: 2007 г. – А = 0,11 ц/га, В = 0,6 ц/га; 2008 г. – А = 0,08 ц/га, В = 0,6 ц/га; 2009 г. – А = 0,07 ц/га, В = 0,5 ц/га; 2007–2009 гг. – А = 0,3 ц/га, В = 0,3 ц/га | | | | | | | | | | | | |
| НСР _{0,5} для главных эффектов: 2007 г. – А = 0,3 ц/га, В = 0,4 ц/га; 2008 г. – А = 0,2 ц/га, В = 0,4 ц/га; 2009 г. – А = 0,2 ц/га, В = 0,03 ц/га; 2007–2009 гг. – А = 0,1 ц/га, В = 0,2 ц/га | | | | | | | | | | | | |

Примечание: вс. – вспашка; пл. – плоскорезная обработка; ср. – среднее по варианту вспашки и плоскорезной обработки

чем на вариантах с азотными удобрениями. При плоскорезной обработке на удобренном фоне по сравнению с контролем количество продуктивных стеблей увеличивалось от 17,1 шт/м² (Флавобактерин) до 37,1 шт/м² (N₃₀).

Использование одних биопрепаратов на обоих фонах обработки залежи снижало число общих и продуктивных стеблей относительно контроля. Применение гербицидов на безотвальной обработке на фоне N₃₀ повышало продуктивный стеблестой при применении Флавобактерина на 17,7 шт/м², Ризоагрина – 19,4 шт/м² и Азоризина – на 17,5 шт/м². Без применения микробных препаратов гербициды снижали количество продуктивных стеблей от 6,3 шт/м² на вспашке до 7,2 шт/м² на плоскорезной обработке.

Масса 1000 зёрен яровой пшеницы в среднем за годы исследования, как правило, имела более высокие показатели на вспашке, превышая плоскорезную обработку по отдельным вариантам (Флавобактерин и Ризоагрин + N₃₀ + гербициды) на 1,4–1,5 г. Вспашка имела преимущество в 2007 и 2008 гг. на 7,4 и 1,9%, а в 2009 г. уступила плоскорезной обработке 3,8%. Применение азотных удобрений и химической прополки посевов не оказывало закономерного влияния на массу 1000 зёрен. Использование только микробных препаратов снижало показатель на обоих фонах обработки. Количество зёрен в колосе в среднем за 2007–2009 гг. на плоскорезной обработке было выше, чем на вспашке, от 0,1 шт. (Ризоагрин + N₃₀ + гербициды и биопрепарат Азоризин) до 1,6 шт. (Флавобактерин + N₃₀ + гербициды). Озернёность колоса повышалась при использовании азотных удобрений на вспашке от 1,9 шт. (N₃₀) до 2,8 шт. (Флавобактерин + N₃₀), плоскорезной обработке – от 0,8 шт. (Азоризин + N₃₀ + гербициды) до 3,1 шт. (Флавобактерин + N₃₀) при показателях на контроле соответственно 14,9 и 15,7 шт. Биопрепараты повышали количество зёрен в колосе на 0,1–0,4 шт. только при отвальной обработке залежи.

Коэффициент продуктивной кустистости пшеницы в относительно благоприятном 2007 г. повышался на вспашке до 2,91 (Азоризин + N₃₀ + гербициды), при плоскорезной обработке – до 3,0 (Флавобактерин). В наиболее засушливом 2009 г. показатель понизился до 1,4.

Наиболее благоприятные условия для получения зерна с высоким качеством складываются в засушливых степных районах [2]. Содержание белка в зерне яровой пшеницы колебалось в зависимости от погодных факторов, применяемых препаратов и изучаемых агротехнических приёмов (табл. 3). Так, на вариантах отвального способа обработки залежи разница относительно контроля составляла в среднем по годам: с использованием Флавобактерина + 0,9%, Ризоагрина + 0,5% и Азоризина + 0,9%. Также эффективность препаратов проявилась и на фоне азотного удобрения N₃₀, при этом на вариантах плоскорезной обработки положительный результат имел вариант с Флавобактерином как отдельно, так и на фоне азотного удобрения – соответственно на 0,5 и 0,2%.

При сравнении способов основной обработки залежи установлено явное преимущество вспашки перед плоскорезной обработкой. В среднем за годы исследования разница между вариантами обработки составила: относительно контроля + 0,7%, азотного удобрения + 0,9%, применённых биопрепаратов от + 1,1% (Флавобактерин) до + 3,1% (Ризоагрин).

Клейковина имела определённую зависимость от содержания белка. Между данными показателями качества зерна была выявлена сильная прямая корреляция на отвальной обработке в 2007–2009 гг. (r = 0,76–0,94). На плоскорезной обработке данная взаимосвязь за годы исследования не имела стабильного показателя: в 2007 г. – слабая (r = 0,26), в 2008 г. – средняя (r = 0,53) и в 2009 г. – сильная (r = 0,74). В среднем за 2007–2009 гг. на вспашке содержание клейковины при контроле 29% повышалось от инокуляции семян ассоциативными диазотрофами на 2%, инокулянтов по фону N₃₀ –

2. Структура урожая яровой пшеницы, в среднем за 2007–2009 гг.

| Вариант | Отвальная обработка | | | | Безотвальная обработка | | | |
|---------|-------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------------|
| | количество, шт/м ² | | масса 1000 зёрен, г | число зёрен в колосе, шт. | количество, шт/м ² | | масса 1000 зёрен, г | число зёрен в колосе, шт. |
| | растений | продуктивных стеблей | | | растений | продуктивных стеблей | | |
| I | 106,7 | 240,4 | 29,9 | 14,9 | 96,7 | 201,1 | 29,3 | 15,7 |
| II | 120,5 | 273,8 | 29,2 | 16,8 | 103,7 | 238,2 | 29,2 | 18,0 |
| III | 121,0 | 267,5 | 29,1 | 17,6 | 104,2 | 231,0 | 29,2 | 18,4 |
| IV | 106,2 | 221,5 | 29,8 | 15,3 | 91,5 | 181,6 | 28,4 | 15,7 |
| V | 122,3 | 266,0 | 29,5 | 17,7 | 104,7 | 218,2 | 29,7 | 18,8 |
| VI | 125,8 | 272,7 | 29,8 | 17,2 | 113,1 | 235,9 | 28,8 | 18,8 |
| VII | 108,0 | 235,9 | 29,5 | 15,3 | 103,0 | 194,1 | 29,4 | 15,3 |
| VIII | 127,7 | 272,6 | 29,8 | 17,2 | 107,5 | 233,2 | 28,8 | 18,5 |
| IX | 126,5 | 270,9 | 30,6 | 17,1 | 113,8 | 252,6 | 29,1 | 17,2 |
| X | 105,4 | 227,7 | 29,2 | 15,1 | 89,6 | 186,4 | 28,8 | 15,2 |
| XI | 121,6 | 265,9 | 29,7 | 17,1 | 107,9 | 230,5 | 29,2 | 17,6 |
| XII | 118,8 | 265,6 | 30,1 | 16,6 | 114,8 | 248,0 | 29,8 | 16,5 |

на 5–6%, только от минерального удобрения – на 3%. При плоскорезной обработке увеличение на всех без исключения вариантах с микробными препаратами по фону N_{30} составило от 3 до 5%, кроме Азоризина (на 1%).

Анализ поля корреляции показывает наличие близкой к прямолинейной зависимости между содержанием в зерне сырой клейковины и белком, которая описывается уравнением регрессии первого порядка: $y = 1,4655x + 4,6138$, $R_2 = 0,7562$; где y – содержание сырой клейковины, %; x – содержание сырого белка, %; R_2 – коэффициент аппроксимации, равный 0,76, показывающий среднюю зависимость между искомыми параметрами.

В 2011 г. проводился опыт по изучению микробиологических препаратов в звене полевого севооборота на яровой твёрдой пшенице сорта Каргала 9. Схема опыта включала следующие варианты: I – контроль; II – азотное удобрение (предпосевное внесение аммиачной селитры 30 кг/га д.в.); III – Флавобактерин; IV – Флавобактерин + азотное удобрение; V – Ризоагрин; VI – Ризоагрин + азотное удобрение; VII – Азоризин; VIII – Азоризин + азотное удобрение; IX – Флавобактерин + Ризоагрин + Азоризин; X – Флавобактерин + Ризоагрин + Азоризин + азотное удобрение.

За с.-х. год выпало 491,4 мм осадков. За летний период их количество составило 124,7 мм с практически равным распределением в июне и августе и отсутствием в июле. Средняя температура воздуха за с.-х. год составила 6,7°C.

При урожайности на контрольном варианте 8,8 ц/га она достоверно увеличивалась при использовании одних микробных биопрепаратов – на 0,6 ц/га с Флавобактерином и Ризоагрином, на 0,8 ц/га с Азоризином, при совместном использовании препаратов – на 0,5 ц/га (табл. 4).

Азотное удобрение (вариант II) позволило повысить урожайность на 2,1 ц/га, или на 23,9%. Прибавка в урожайности была получена и с применением микробных препаратов по фону N_{30} относительно контроля на 2,7–3,3 ц/га, или 30,7–37,5%. Также биопрепараты по фону N_{30} показали прибавку при сравнении с вариантом одного минерального удобрения – соответственно с Флавобактерином и Ризоагрином на 0,6 ц/га,

с Азоризином – на 0,9 ц/га и смесью биопрепаратов – на 1,2 ц/га. Варианты с одними микробными препаратами показали сравнительно одинаковую урожайность, а по фону минерального удобрения увеличение имел вариант с применением смеси биопрепаратов + N_{30} относительно вариантов с Флавобактерином и Ризоагрином по фону с N_{30} – 0,6 ц/га, относительно варианта Азоризин + N_{30} разница была незначительной – 0,3 ц/га. От использования ризосферных ассоциативных diaзотрофов и минерального удобрения повышались такие показатели, как длина колоса и растения, особенно заметно отличалась длина растения при взаимном использовании биопрепаратов по фону азотного удобрения.

Количество зёрен в колосе достигало максимальных значений в опыте при использовании на варианте смеси биопрепаратов по удобренному фону и в варианте с минеральным удобрением – соответственно 27,4 и 26,1 шт., при стандарте – 25,2 шт. На остальных изучаемых вариантах данный показатель уступал контрольному варианту. Показатель «количество растений» к уборке также был наибольшим на вариантах с использованием приёмов биологизации и химизации. На вариантах с микробными препаратами и их смеси (без N_{30}) увеличение по сравнению со стандартом составляло на 7,9–12,5 шт/м², с использованием биопрепаратов и удобрения – на 6,7–14,5 шт/м². Показатели масса снопа, длина растения, количество продуктивных стеблей и озернёность колоса имели тесную взаимосвязь с урожайностью культуры, показав среднюю и сильную корреляционную зависимость, соответственно $r = +0,93$, $+0,71$, $+0,58$ и $+0,59$.

В 2016 г. продолжилось изучение микробных препаратов Ризоагрин и Флавобактерин на яровой мягкой пшенице сортов Альбидум 31 и Саратовская 42 в звене полевого севооборота с предпосевным внесением нитроаммофоски с дозой 20 кг/га д.в. Схема опыта включала следующие варианты: I – контроль (сорт Альбидум 31); II – биопрепарат Ризоагрин (на сорте Альбидум 31); III – биопрепарат Флавобактерин (на сорте Альбидум 31); IV – сорт Саратовская 42 без биопрепаратов; V – биопрепарат Ризоагрин (на сорте

3. Содержание белка и сырой клейковины в зерне пшеницы (%), среднее за 2007–2009 гг.

| Вариант | Отвальная обработка | | Безотвальная обработка | |
|-------------------------------|---------------------|------------------|------------------------|------------------|
| | белок | сырая клейковина | белок | сырая клейковина |
| I – контроль | 17,6 | 29 | 16,9 | 28 |
| II – N_{30} | 19,2 | 32 | 18,3 | 31 |
| III – Флавобактерин | 18,5 | 31 | 17,4 | 28 |
| IV – Флавобактерин + N_{30} | 20,2 | 35 | 18,5 | 33 |
| V – Ризоагрин | 18,1 | 31 | 15,0 | 27 |
| VI – Ризоагрин + N_{30} | 19,5 | 34 | 16,5 | 31 |
| VII – Азоризин | 18,5 | 31 | 16,2 | 29 |
| VIII – Азоризин + N_{30} | 19,6 | 34 | 17,4 | 31 |

Саратовская 42); VI – биопрепарат Флавобактерин (на сорте Альбидум 31).

Средняя температура воздуха за с.-х. год составила 8,70 С. За текущий период выпало 423,8 мм осадков. В мае их количество составило 69,4 мм, что на 7,3 мм превышало температурный режим за весь летний период.

Урожайность яровой пшеницы сорта Альбидум 31 (табл. 5) составила на контроле 7,47 ц/га и достоверно увеличивалась от использования микробных препаратов Флавобактерин и Ризоагрин на 0,74–0,80 ц/га.

Урожайность сорта Саратовская 42, составив на контрольном варианте 8,50 ц/га, снижалась от использования Ризоагрина на 0,63 ц/га и оставалась практически равной при использовании Флавобактерином, с меньшей разницей в 0,37 ц/га (НСР₀₅ = 0,56 ц/га). Урожайность сорта Саратовская 42 при сравнении с контрольным вариантом достоверно превзошла сорт Альбидум 31 на 1,03 ц/га, но имела снижение при сравнении вариантов с ассоциативными диазотрофами – на 0,4 ц/га с Ризоагрином и на 0,08 ц/га с Флавобактерином. При сравнении урожайности между двумя сортами в среднем по вариантам сорт Саратовская 42 превзошёл сорт Альбидум 31 на 0,18 ц/га, или 2,3%.

Показатель «длина колоса» на сорте Альбидум 31 имел невысокие колебания, на сорте Саратовская 42 изменялся от использования микробных препаратов, уменьшаясь на 0,5 см от контроля при использовании Ризоагрина и повышаясь на 0,3 см при применении Флавобактерина. Показатель «длина растения» находился в интервале 57,9–58,7 см на сорте Альбидум 31 и 57,8–59,2 см на сорте Саратовская 42. Количество растений на сорте Альбидум 31 при стандарте 182,7 шт/м² повышалось при использовании Ризоагрина на 16,6 шт/м², Флавобактерина – на 33,6 шт/м², на сорте Саратовская 42 данный показатель при использовании микробных препаратов снизился на 20,6–41,3 шт/м² при контроле 252,3 шт/м². Такая же зависимость отмечалась и с показателем «количество продуктивных стеблей/колосьев». Количе-

ство зёрен в колосе повысилось от биопрепаратов Ризоагрин и Флавобактерин у сорта Альбидум 31 соответственно на 3,4 и 0,7 шт., у сорта Саратовская 42 – соответственно на 3,9 и 0,8 шт.

Из основных показателей структуры урожая наибольшая прямая корреляционная зависимость с урожайностью культуры была у показателей «число продуктивных стеблей» и «масса 1000 зёрен»: по сорту Альбидум –соответственно $r = +0,49$ и $+0,65$, сорту Саратовская 42 – соответственно $r = +0,39$ и $+0,75$. С показателем «озернёность колоса» данная взаимосвязь проявлялась слабо, соответственно по сортам $r = + 0,12$ и $- 0,15$.

Выводы. Полученные данные свидетельствуют, что использование в засушливой степи Приуралья Казахстана микробных препаратов ассоциативных азотфиксирующих бактерий оказывает положительное влияние на основную культуру региона – яровую пшеницу.

Для эффективного возврата выбывших из оборота залежных земель рекомендуется использовать систему, включающую: летне-осеннюю обработку почвы, состоящую из дискования дернины (БДТ-3,0) и отвальной вспашки (ПН-4-35); допосевное внесение азотных удобрений (аммиачной селитры) дозой 30 кг д.в/га; предпосевную обработку семян яровой пшеницы микробным препаратом азотфиксирующих диазотрофов Ризоагрин – 600 г на гектарную норму семян; опрыскивание посевов яровой пшеницы баковой смесью гербицидов в фазу кушения.

При использовании системы летне-осенней плоскорезной обработки (КППГ-250) залежных земель с предварительным опрыскиванием сорной растительности баковой смесью гербицидов рекомендуется ограничиваться только допосевным внесением азотных удобрений (аммиачной селитры). Данная система проявляет наибольшую эффективность на 2–3-й годы освоения залежного участка. В звене севооборота, где высевается яровая пшеница, лучше проявляется действие биопрепаратов как самостоятельно, так и совместно с минеральными удобрениями.

4. Урожайность и биометрические данные яровой твёрдой пшеницы, 2011 г.

| Вариант | Длина, см | | Количество, шт/м ² | | Количество зёрен в колосе, шт. | Масса снопа, г/м ² | Масса 1000 зёрен, г | Урожайность, ц/га |
|-------------------|-----------|-------|-------------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------|
| | растение | колос | растений | продуктивных стеблей | | | | |
| I – к. | 74,4 | 6,4 | 106,5 | 170,6 | 25,2 | 270,8 | 20,5 | 8,8 |
| II | 75,6 | 7,4 | 118,3 | 201,7 | 26,1 | 305,8 | 20,7 | 10,9 |
| III | 78,2 | 7,4 | 118,8 | 206,4 | 20,9 | 297,5 | 21,8 | 9,4 |
| IV | 78,2 | 7,5 | 121,0 | 213,6 | 24,5 | 346,7 | 22,0 | 11,5 |
| V | 75,4 | 7,2 | 114,4 | 202,8 | 21,1 | 282,5 | 22,0 | 9,4 |
| VI | 77,7 | 7,4 | 114,0 | 212,5 | 24,0 | 325,8 | 22,5 | 11,5 |
| VII | 77,0 | 7,4 | 118,4 | 202,0 | 22,0 | 307,5 | 21,6 | 9,6 |
| VIII | 79,8 | 7,6 | 113,2 | 211,2 | 22,9 | 358,3 | 24,4 | 11,8 |
| IX | 77,4 | 7,5 | 119,0 | 221,0 | 19,7 | 298,3 | 21,4 | 9,3 |
| X | 80,2 | 7,5 | 119,5 | 221,7 | 27,4 | 360,0 | 19,9 | 12,1 |
| НСР ₀₅ | | | | | | | | 0,43 |

5. Урожайность и биометрические данные яровой пшеницы, 2016 г.

| Вариант | Длина, см | | Количество, шт/м ² | | Количество зёрен в колосе, шт. | Масса снопа, г/м ² | Масса 1000 зёрен, г | Урожайность, ц/га |
|-------------------|-----------|-------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|----------------------|
| | растение | колос | растений | продуктивных стеблей | | | | |
| I-к. | 58,4 | 6,9 | 182,7 | 213,0 | 14,7 | 249,0 | 24,7 | 7,47 |
| II | 58,7 | 6,6 | 199,3 | 188,7 | 18,1 | 258,3 | 24,5 | 8,27 |
| III | 57,9 | 6,5 | 216,3 | 218,0 | 15,4 | 267,3 | 24,8 | 8,21 |
| IV | 57,8 | 6,0 | 252,3 | 292,7 | 12,9 | 303,7 | 23,3 | 8,50 |
| V | 58,6 | 5,5 | 211,0 | 213,0 | 16,8 | 254,3 | 22,7 | 7,87 |
| VI | 59,2 | 6,3 | 231,7 | 268,7 | 13,7 | 279,7 | 22,6 | 8,13 |
| НСР ₀₅ | | | | | | | | 0,56 |

Литература

- Ахметов К.Г. Система ведения сельского хозяйства Западно-Казахстанской области. Уральск, 2004. 276 с.
- Бараев А.И. Избранные труды. Алма-Ата, 2008. Т. I. 390 с.
- Каргин В.И. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на использование влаги посевами озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 11. С. 14–16.
- Злотников А.К., Злотников К.М. Применение биопрепарата для повышения устойчивости растений к засухе и другим стрессорам // Агро XXI. 2007. № 10–12. С. 37–38.
- Belimov A.A., Kojemiakov A.P., Chuvarlieva C.V. Interaction between barley and mixed cultures of nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria // Plant and Soil. 1995. V. 173. P 29–37.
- Завалин А.А., Сергалиев Н.Х. Влияние условий азотного питания и физиологически активных веществ на формирование величины и качества урожая зерна яровой пшеницы // Агрохимия. 2000. № 1. С. 23–29.
- Ахмеденов К.М., Кучеров В.С., Бурахта С.Н. Агроэкологические проблемы землепользования Западно-Казахстанско-Саратовского трансграничного региона. Уральск: Полиграфсервис, 2012. 172 с.
- Русанов А.М., Тесля А.В., Саягфарова А.М. Восстановление гумусного состояния степных чернозёмов под многолетней залежью // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 12. С. 132–134.
- Матвеева Е.Ю. Залежь как приём восстановления стабильности агроэкосистем // Аграрный вестник Урала. 2009. № 4. С. 61–63.
- Полянская Л.М. Особенности изменения структуры микробной биомассы почв в условиях залежи / Л.М. Полянская, Н.И. Суханова, К.В. Суханова, К.В. Чакмазян, Д.Г. Звягинцев // Почвоведение. 2012. № 7. С. 792–798.
- Чебочаков Е.Я. Дифференцированное использование приёмов биологизации земледелия в Средней Сибири / Е.Я. Чебочаков, Ю.Ф. Едименчев, А.М. Берзин, В.Н. Романов // Земледелие. 2013. № 5. С. 6–8.