

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. П.А.  
СТОЛЫПИНА»

На правах рукописи

АУЖАНОВА

АСАРГУЛЬ ДЮСЕМБАЕВНА

ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И БИОПРЕПАРАТА  
РИЗОАГРИН НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ,  
АДАПТИВНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

03.02.08 – Экология

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

Н. А. Поползухина

Омск 2015

## Содержание

Введение.....	4
1. АССОЦИАТИВНАЯ АЗОТФИКСАЦИЯ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ ПУТЬ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ АДАПТИВНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР.....	10
1.1. Ассоциативная азотфиксация и условия ее эффективной реализации.....	12
1.2. Ризосфера как зона взаимодействия растений и микроорганизмов.....	21
1.3. Связь процессов фотосинтеза и азотфиксации.....	27
1.4. Влияние биопрепаратов на продуктивность зерновых культур.....	32
2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	36
2.1. Почвенно-климатическая характеристика и метеорологические условия в годы проведения опытов.....	36
2.2. Объекты исследований.....	44
2.3. Методика проведения исследований.....	47
3. ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА АССОЦИАТИВНЫХ ДИАЗОТРОФОВ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ.....	50
4. РОСТ, РАЗВИТИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ БИОПРЕПАРАТА АССОЦИАТИВНЫХ ДИАЗОТРОФОВ.....	66
4.1. Посевные качества семян яровой мягкой пшеницы.....	66
4.2. Полевая всхожесть и выживаемость растений.....	68
4.3. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов.....	71
4.4. Фотосинтетические показатели яровой мягкой пшеницы.....	74
4.4.1. Ассимиляционная поверхность листьев.....	74

4.4.2. Фотосинтетический потенциал .....	81
4.4.3. Динамика накопления сухой биомассы растений .....	84
4.4.4. Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза.....	85
5. ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ.....	87
5.1 Урожайность зерна и элементы ее структуры .....	87
5.2. Качество зерна яровой мягкой пшеницы.....	92
ВЫВОДЫ.....	95
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	98
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	99
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	125

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с поиском путей увеличения производства растениеводческой продукции при одновременном снижении доз минеральных удобрений и улучшении экологической обстановки, возрос интерес к препаратам, созданным на основе высокоэффективных штаммов ассоциативных микроорганизмов, применяемых для инокуляции семян злаковых культур (Завалин, 2001).

Возможность создания биопрепаратов на основе ассоциативных азотфиксирующих и ростостимулирующих бактерий для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и получения экологически чистой продукции имеет большое научное и практическое значение. Однако использование таких биопрепаратов в значительной мере сдерживается из-за отсутствия необходимых знаний в области экологии этих микроорганизмов и роли агроэкологических факторов, определяющих эффективное функционирование растительно-бактериальных ассоциаций (Кунаков А.М., 1998).

В настоящее время одним из наиболее важных направлений считается разработка путей обеспечения небобовых растений доступным азотом за счет использования потенциала азотфиксирующих бактерий, что будет способствовать переходу к стратегии устойчивого развития сельского хозяйства (Шотт, 2000)

Выращивание сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям сопряжено с нарушением полезных ресурсов агрофитоценозов, снижением почвенного плодородия, загрязнением биосферы и продукции растениеводства нитратами, ядохимикатами. Этим объясняется значительный рост интереса в мире к биологическим источникам азота.

Биологическая фиксация азота атмосферы является проблемой, значение которой все возрастает и выходит далеко за рамки биологии и сельского хозяйства. Причин тому много: энергоемкость производства азотных минеральных удобрений велика, их использование – экологически не безвредно. Поэтому чрезвычайно важны работы, показавшие, что инокуляция зерновых

культур бактериальными препаратами может обеспечить прибавку урожайности, белка, дефицитных аминокислот, значительно сократить использование азотных удобрений, в овощной продукции уменьшить содержание нитратов.

Для повышения эффективности ассоциативной азотфиксации необходимо разработать приемы, использование которых позволит существенно улучшить условия азотного питания злаковых и других небобовых культур, увеличить содержание биологического азота в урожае, снизить дозы минеральных азотных удобрений, применяемых в растениеводстве. Это требует, прежде всего, изучения экологических аспектов проблемы и регулирования напряженности экологических факторов, влияющих на данный процесс. К ним принадлежат почвенные условия (влажность, температура, аэрация, кислотность, специфика микробного фонда, концентрация углекислого газа в атмосфере, существенно влияющая на активность фотосинтеза и др., а также агротехнические приемы (внесение минеральных удобрений – азотных, фосфорных, микроэлементов, определение их доз в зависимости от типа почв, вида растений и др.)

Особого внимания заслуживает изучение влияния минерального азота на ассоциативную азотфиксацию, разработка приемов, позволяющих совместить активность азотфиксирующих бактерий с внесением определенных количеств минеральных удобрений. Задача представляется особенно важной, поскольку современное сельскохозяйственное производство, внедрение интенсивных технологий возделывания зерновых и других культур, районирование высокопродуктивных сортов предусматривает увеличение количества минерального азота, вносимого в почву.

Изучение и решение поставленных задач позволяет более полно оценить вклад ассоциативных азотфиксаторов в азотный баланс почв региона, разработать эффективные приемы усиления активности этих микроорганизмов для повышения урожая сельскохозяйственных культур, увеличения в нем удельного веса биологического урожая с одновременной экономией азота минеральных удобрений.

Реальная возможность максимально усиливать азотфиксацию на полях под небобовыми культурами, не используя азотных удобрений, существует. Об этом свидетельствует огромный мировой опыт. Но даже при наличии самых высокоэффективных штаммов азотфиксирующих микроорганизмов необходимым условием считается создание сортов небобовых полевых культур с повышенной отзывчивостью к ассоциативной азотфиксации. Эти работы могут открыть новое направление в селекции, которое откроет перспективы получения экологически чистого, менее энергоемкого урожая зерновых культур лучшего качества.

**Цель исследования** - оценить действие ассоциативных diaзотрофов на микробиологическую активность почвы, рост, развитие, формирование продуктивности и качества продукции мягкой яровой пшеницы в контрастных агроэкологических условиях южной лесостепи Западной Сибири.

**Задачи исследования:**

1. Определить запасы продуктивной влаги, основные элементы питания в почве перед посевом и после уборки урожая.
2. Провести количественный учет микроорганизмов ризосферы яровой мягкой пшеницы на твердых питательных средах.
3. Выявить влияние абиотических факторов и биопрепарата ризоагрин на посевные качества, полевую всхожесть семян и выживаемость растений различных генотипов яровой мягкой пшеницы.
4. Изучить влияние препарата на продолжительность вегетационного и межфазных периодов пшеницы в контрастных условиях выращивания.
5. Выявить влияние ризоагрина и агроэкологических факторов на интегральные показатели фотосинтеза растений.
6. Изучить особенности формирования урожайности, элементов ее структуры, качества зерна яровой мягкой пшеницы в контрастных условиях выращивания при действии ассоциативных diaзотрофов.
7. Выявить отзывчивые на инокуляцию генотипы яровой мягкой пшеницы, характеризующиеся высокими продуктивностью, качеством зерна, адаптивные к

агроэкологическим условиям южной лесостепи Западной Сибири.

### **Научная новизна**

Впервые изучено действие биопрепарата ассоциативных diaзотрофов (ризоагрин) на численность и соотношение отдельных групп микроорганизмов в ризосфере различных генотипов мягкой яровой пшеницы, показано влияние на эти показатели абиотических факторов. Изучены интегральные показатели фотосинтеза, особенности формирования продуктивности и качества зерна мягкой яровой пшеницы в зависимости от агроэкологических факторов, инокуляции биопрепаратом, генотипа. Изучена реакция сортообразцов яровой мягкой пшеницы на инокуляцию ассоциативными diaзотрофами, выявлены наиболее отзывчивые, с естественной способностью к ассоциативной азотфиксации, высокими показателями фотосинтеза, продуктивности, адаптивные к условиям возделывания.

**Практическая значимость работы и реализация результатов исследований.** Проведённые исследования дополняют представление об использовании ассоциативной азотфиксации зерновых культур в обеспечении биологическим азотом почвы и агроценозов, восстановлении экологического равновесия и повышении адаптивных свойств агроэкосистем. Экспериментальным путем показана эффективность действия биопрепарата ризоагрин на микробиологическую активность лугово-черноземной почвы, посевные качества семян, интегральные показатели фотосинтеза, продуктивность и качество зерна мягкой яровой пшеницы. Выявлены отзывчивые на инокуляцию генотипы, адаптивные к агроэкологическим условиям южной лесостепи Западной Сибири.

Результаты исследований используются в учебном процессе в основных образовательных программах при подготовке студентов ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина по специальностям и направлениям подготовки: «Агроэкология», «Экология и природопользование», «Техносферная безопасность».

**Личный вклад автора** состоит в самостоятельном сборе и обработке фактического материала, его анализе, проведении лабораторных и полевых исследований, формулировке научных положений и выводов, подготовке научных публикаций, написании и оформлении текста диссертации.

**Обоснованность выводов и достоверность результатов** обеспечены значительным объемом фактического материала, полученным в результате многолетних полевых и лабораторных экспериментов с применением классических и современных методов исследований, подтверждением результатов статистической обработкой, публикациями автора.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Микробиологическая активность лугово-черноземной почвы в ризосфере мягкой яровой пшеницы при действии биопрепарата ризоагрин в контрастных агроэкологических условиях.

2. Рост, развитие, динамика формирования фотосинтетического аппарата, продуктивности и качества продукции генотипов мягкой яровой пшеницы при действии биопрепарата и абиотических факторов.

3. Отзывчивые на инокуляцию генотипы мягкой яровой пшеницы, адаптивные к агроэкологическим условиям южной лесостепи Западной Сибири.

**Апробация работы.** Результаты исследований доложены: на международной научно-практической конференции «Развитие аграрного сектора в условиях вступления России в ВТО (проблемы и перспективы)» (Смоленск, 2012); на научно-практической конференции «Экологическая безопасность живых систем» (Омск, 2012); на научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения В.И. Вернадского; на II Международном научно-техническом форуме «Реализация Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: инновации, проблемы, перспективы», посвященный 95-летию юбилею ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина» (Омск, 2013); на II и III этапах Всероссийского конкурса на



лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Минсельхоза РФ, награждена дипломом первой степени в номинации «Биологические науки» (Омск-2013; Краснодар – 2013); на V Международной научно-практической конференции «Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона» (Омск - 2014).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 10 научных работ, общим объёмом 2,6 печатных листа, в том числе 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

**Объём и структура диссертации.** Диссертация изложена на 147 страницах печатного текста с 21 приложением, иллюстрирована 15 таблицами и 13 рисунками; состоит из введения, 5 глав, выводов, практических рекомендаций. Библиографический список включает 223 наименования, в том числе 50 зарубежных публикаций.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность научному руководителю, доктору с.-х. наук, профессору Н.А. Поползухиной и коллективам кафедры экологии, природопользования и биологии ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина; ФГБНУ «СибНИИСХ». Особую признательность автор выражает кандидатам с.-х. наук Поползухину П. В., Гайдару А. А., Хамовой О.Ф., Падериной Е.В., докторам с.-х. наук Ю.В. Колмакову и Н.А. Воронковой за помощь в проведении экспериментальных исследований.

## **1. АССОЦИАТИВНАЯ АЗОТФИКСАЦИЯ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ ПУТЬ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ АДАПТИВНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

Загрязнение окружающей среды остатками азотных удобрений вызывает беспокойство. Наблюдается постоянный рост концентрации нитратов в питьевых водах, фруктах, овощах, бахчевых культурах.

Потребление азота удобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и содержания в них белка будет неуклонно расти еще многие годы. Однако энергозатраты на применение минеральных удобрений растут значительно быстрее по сравнению с ростом урожайности, поэтому, внесение минеральных удобрений ввиду их высокой стоимости не всегда экономически выгодно (Ежова Л.А., 2001.).

Накопленные в почвах и воде продукты трансформации удобрений и пестицидов оказывают мутагенное и токсическое воздействие на живые организмы (Ибатуллина, 2011). Азот, фиксированный микроорганизмами, поступает в почву постепенно, таким образом, исключается избыточное его накопление и снижается опасность загрязнения продукции растениеводства и окружающей среды вредными для животных и человека соединениями азота (Мишустин; Ницце, 1994.).

Применение микробиологических препаратов, способствующих сохранению природных экологических систем и реализации потенциальной продуктивности растений за счет адаптивных свойств, является одним из возможных путей снижения расходования азотных удобрений, а также повышения коэффициента их использования (Кожемяков, 1998). Сохранение высокой продуктивности невозможно при полном отказе от агрохимикатов, однако уровень их внесения может быть уменьшен многократно, без чего развитие адаптивных форм растениеводства не представляется возможным, в ходе окультуривания растений они в значительной степени утратили способность адаптироваться к

неблагоприятным условиям среды благодаря симбиозам с микроорганизмами (Ибатуллина, 2011).

Значение исследований, направленных на применение ростстимулирующих ризосферных микроорганизмов и увеличение использования фиксированными диазотрофными бактериями молекулярного или биологического азота при выращивании растений, возросло в условиях кризисной ситуации в земледелии России, возникшей после 1991 г. в результате резкого сокращения применения удобрений. В последние годы достигнут значительный прогресс в повышении урожаев при внесении в ризосферу микроорганизмов стимуляторов роста растений, в том числе ассоциативных азотфиксирующих бактерий (Шабает, 2004).

По мнению ряда авторов (Borkowski et al., 2004; Picard et al., 2000; Rose et al., 2003; Tvaruzkova, 2004; Wojdyla, 2004) микробные препараты, растительные экстракты и органические соединения, выполняющие функции агрохимикатов, практически не влияют на экологическую обстановку в агроценозе.

Вклад биологической азотфиксации в сельское хозяйство достаточно высок и по данным ФАО примерно вдвое превосходит вклад химических азотных удобрений, а в ежегодном потоке азота на земной суше почти в три раза больше, чем вклад азота минеральных удобрений. На долю фиксированного ассоциативными и свободноживущими микроорганизмами приходится 30% от общего количества биологического азота (Завалин, 2000)].

Бактериальные удобрения обладают рядом преимуществ перед минеральными туками. Во-первых, они безопасны для человека и не наносят вреда окружающей среде. Во-вторых, их применение менее энергоёмко и не требует больших денежных вложений (Хусаинов, 2009).

Основной задачей современных адаптивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур является всемирная биологизация и экологизация, при которых устраняется загрязнение почвы и растений вредными для них веществами, сохранение и воспроизводство процессов повышения плодородия почвы. Разработка экологически безопасных ресурсосберегающих технологий

возделывания зерновых культур в регионе всегда будет актуальной задачей (Донских, 2005; Орсик, 2005; Гильгенберг, 2007; Кузыченко, 2012).

Принципиально важным условием современных ресурсосберегающих технологий является обеспечение максимально возможной замкнутости круговорота веществ и энергии. Только за счет минеральных удобрений этого не добиться (Парахин, 2012).

### **1.1. Ассоциативная азотфиксация и условия ее эффективной реализации**

После открытия способности азотфиксирующих микроорганизмов вступать в ассоциации с небобовыми растениями, во всем мире были начаты и стремительно развиваются исследования ассоциативной (несимбиотической) азотфиксации (Кожемяков, Тихонович, 1998). Это процесс фиксации атмосферного азота микроорганизмами при тесном контакте с корнями небобовых растений (Дегтярева, 2001).

Примерно в 70-х гг. прошлого столетия это явление получило название ассоциативной азотфиксации – саморегулируемого процесса взаимодействия азотфиксирующих прокариот (бактерий и архей) с организмами-эукариотами без образования специализированных морфологических структур, но с положительным воздействием на рост и развитие этих организмов (Умаров, 2009).

В последние 30 лет интерес к биологической азотфиксации значительно возрос (Базилинская, 1988; Завалин, 2005; Кожемяков, 1997; Hansen, 1994; Newton, 1994).

В последние 40 лет были опубликованы фундаментальные работы по проблеме азотфиксации автотрофных растений (Кононов, 2013, Хусаинов, 2009, Белимов, 2009, Шотт, 2009).

Биологическая фиксация – основной источник пополнения азотного фонда почвы и питания растений, превосходящий по своему объему индустрию азотных

удобрений. Микробная азотфиксация осуществляется за счет энергии Солнца и позволяет избежать громадных затрат энергетического сырья, кроме того, микробиологическая фиксация атмосферного азота – единственный экологически чистый путь снабжения растений доступным азотом, при котором принципиально невозможно загрязнение почв, воды и воздуха (Умаров, 2001).

Интерес к ассоциативной азотфиксации в последние годы помимо прочего объясняется стремлением увеличить долю «биологического» азота в урожае небобовых растений (Воронкова, 2008).

Несмотря на то, что над каждым квадратным метром земной поверхности в воздухе содержится 7-8 тонн азота, потребности растений, произрастающих на этой площади в элементе (10-20 г в год) не удовлетворяются, и они часто испытывают азотное голодание (Шотт, 2007). Значение азота для растений определяется, прежде всего, тем, что он входит в состав белка, хлорофилла, витаминов, ферментов и нуклеиновых кислот. Условия азотного питания сильно влияют на рост и развитие растения, при этом не только повышается урожайность, но и улучшается качество зерна. По мере возникновения дефицита или избытка азота в почве становится проблемным получение ценной пшеницы. Недостаток азота задерживает рост урожая и накопление белка, избыток - вызывает позднее созревание или полегание, что пагубно для качества зерна (Официальные периодические издания: электронный путеводитель <sup>189</sup>).

Растениям азот необходим в виде солей азотной кислоты или ионов аммония. Представители растительного мира не могут черпать азот непосредственно из атмосферы воздуха. Такой способностью обладает ограниченное количество видов микроорганизмов и синезеленых водорослей.

Только за счет азотфиксации (предположительно, ассоциативной) поддерживается азотный баланс таких климатических экосистем как степи, тайга и тропический лес, практически не имеющих в своем составе бобовых растений и других симбиотических азотфиксаторов.

Азотфиксация в биосфере тесно связана с проблемой обеспечения

человечества пищевым белком (азотом), недостаток которого существовал во все периоды развития цивилизации и сохраняется в настоящее время (Умаров, 2009).

В настоящее время наметились два основных подхода к усилению азотфиксации в агроэкосистемах: активизация деятельности спонтанной популяции диазотрофных микроорганизмов в ризосфере и ризоплане, а также инокуляция семян эффективными штаммами азотфиксаторов (Патыка, 1993). Первый путь заключается в оптимизации факторов среды, благоприятно влияющих на жизнедеятельность микроорганизмов, и подборе видов, линий, сортов растений, наиболее способных к активизации азотфиксации. Второй путь предусматривает поиск, отбор и использование высокоактивных азотфиксирующих микроорганизмов (Дегтярева, 2001).

В последнее время для создания микробиологических препаратов на базе ассоциативных бактерий используются штаммы, которые способны к активному заселению корней, что создает условия для искусственного обогащения ризосферы небобовых растений (производственные культуры, такие как рис, пшеница, многолетние злаковые травы и др.) отобранными штаммами бактерий, способными к активному связыванию молекулярного азота. Наиболее доступным способом повышения уровня азотфиксации является внесение активных штаммов бактерий в ризосферу растений, что может достигаться путем прямой инокуляции семян или корней (Молекулярные основы..., 2005).

Положительно оценивают возможность сокращения доз азотных удобрений за счет инокуляции растений ризосферными и филосферными диазотрофами ученые Бразилии, Индии, Израиля, Канады, США и ряда других стран (Базилинская, 1988).

Полевые исследования, проведенные на Летбриджской опытной станции (Канада), показали, что если растения пшеницы 10 – 20% своей потребности в азоте покроют за счет фиксации из атмосферы, то прием инокуляции азоспириллой может внести значительный вклад в азотный баланс страны (Базилинская, 1985).

В Иерусалимском университете (Израиль) серия полевых опытов по бактериализации ризосферными азотфиксаторами семян злаковых культур также показала перспективность приема инокуляции (Базилинская, 1988).

Однако практика показывает, что применение биопрепаратов не всегда может сравниться по эффективности с химическими средствами. Одна из причин – неспособность микроорганизмов осуществлять успешную интервенцию в устойчивый микробоценоз почв. Для увеличения приживаемости в почве микроорганизмов, входящих в состав бактериальных препаратов, целесообразно использовать активные аборигенные микроорганизмы. Для эффективного применения биопрепараты лучше вносить не в почву, а обрабатывать семенной материал, обеспечивая тем самым повышенную концентрацию микроорганизмов в прикорневой зоне развивающегося растения и более тесное взаимодействие бактерий и растений (Дегтярева и др., 2012).

Главной причиной ограниченного применения ассоциативных бактериальных удобрений в практике современного сельского хозяйства является нерегулярная воспроизводимость результатов инокуляции, не позволяющая надежно прогнозировать реакцию растений на такую обработку (Умаров М.М., 2009).

Многочисленными исследованиями Индийского научно-исследовательского института установлено, что в случае недостатка азотных минеральных удобрений прием инокуляции может частично их заменить (Subba Rao at al., 1985).

В природе существует около 12 тысяч растений различных семейств, способных к ассоциативной азотфиксации с почвенными микроорганизмами (Васюк, 1989). Фиксация атмосферного азота обнаружена у представителей семейств злаков, гречишных, бурачниковых, сложноцветных, крестоцветных и др. (Neuha, Dobereiner, 1977; Venkatazaman, 1982; Берестецкий, Васюк, 1983; Емцев, 1985; Dart., 1986).

К настоящему времени diazotрофия обнаружена практически у всех групп прокариот – у фототрофов, хемолитотрофов и гетеротрофов, у аэробов, анаэробов

и микроаэрофилов, у трихомных, почкующихся и мицелиальных микроорганизмов, у аубактерий и архей (Умаров, 2009).

Так, растения рода *Amaranthus* L., которые обеспечивают активное развитие diaзотрофов, могут служить «поставщиками» перспективных штаммов или ассоциаций азотфиксирующих бактерий для ряда сельскохозяйственных культур (Origanova, 1993; Чернов и др., 1995, Дегтярева и др., 2003).

В зависимости от вида растения и типа почвы среди бактериальных компонентов ассоциаций доминируют определенные виды азотфиксаторов (Patriquin et al., 1983).

Интенсивное изучение ассоциативной азотфиксации начиналось с работ доктора Джоан Доберейнер (J. Dobereiner), в 70-80-х годах прошлого столетия, в Бразилии активизировались поиски азотфиксирующих микроорганизмов, обитающих на поверхности корневой системы диких и культурных злаков. Благодаря работам доктора Дж. Доберейнер и ее последователей особое внимание уделялось микроорганизмам рода *Azospirillum*. Азоспириллы легко инфицируют корневую систему злаков и других растений. Подобно *Rhizobium*, они делятся на виды, колонизирующие преимущественно те или иные сорта злаков, фиксируют азот воздуха, могут продуцировать гормоны роста растений и обладают еще другими свойствами, положительно влияющими на рост и развитие растений (Официальные периодические издания: электронный путеводитель<sup>188</sup>).

Бактерии рода *Azospirillum* широко распространены в условиях умеренного климата и относятся к активным фиксаторам атмосферного азота (Редькина Т. В., 1989). Эти бактерии обнаружены в почвах южных и северных широт, особенно многочисленны они в почвах тропиков, при продвижении к северу их количество снижается. Судя по численности, основным методом их обитания является поверхность корней. Азоспириллы обнаружены в ризоплане многих небобовых растений (Калинская, Редькина, 1981), они выступают в роли стимуляторов роста растений, так как они способны синтезировать фитогормональные вещества (Tien et al, 1979).



В ризоплане небобовых растений на дерново-подзолистой почве и черноземах наибольшим видовым разнообразием была представлена группа акваспирилл. Тип почвы, ее биологическая активность, характер агротехнических воздействий определяли во многом видовое разнообразие diaзотрофов на корнях различных растений (Берестецкий и др., 1985).

Работы по использованию в полевых условиях бактериальных удобрений, повышающих азотфиксирующую способность почв и изготовляемых на основе культуры азотобактера, были развернуты еще в начале 20-х годов (Базилинская, 1988).

Положительное действие азотобактера объясняли либо азотфиксирующей способностью, либо только стимулирующим эффектом ростового вещества. Неудачи применения препаратов в значительной степени связывались с тем, что азотобактер способен развиваться только в очень благоприятных условиях (кислотность, влажность, высокое содержание органического вещества в почве и т.д.) (там же).

Положительные результаты исследований по использованию свободноживущих азотфиксирующих бактерий для инокуляции семян небобовых культур дали основание для промышленного производства бактериальных препаратов корневых diaзотрофов во многих странах мира, в том числе и в России. Но результаты их испытаний неоднозначны: получены как положительные, так и отрицательные эффекты (Базилинская, 1988). Это связано с тем, что успех инокуляции зависит от комплекса факторов, основные из которых: свойства штаммов diaзотрофов (азотфиксирующая активность, конкурентоспособность, приживаемость, и др.), биологические особенности возделываемой культуры и сорта, а также внешние условия функционирования азотфиксирующего комплекса (погодные условия, свойства почвы, технология возделывания культуры и др.). (Гамзиков. и др., 2000).

В связи с этим возникает проблема поиска эффективных азотфиксаторов. Эффективность биопрепаратов определяется свойствами как diaзотрофов, так и

культивируемого растения, а также экологическими условиями их местообитания (Гаргуша, Усенко, 2000).

Ассоциативная азотфиксация небобовых культур имеет различные размеры (Берестецкий и др., 1983; Neura, Dobereiner, 1977), которые колеблются в пределах от 3 до 170 кг/га·год в зависимости от вида растений и климатических зон (Vose, 1983).

Возможность активизации азотфиксации в прикорневой зоне небобовых растений была предсказана еще в 1926 г С. П. Костычевым, а экспериментально подтверждалась различными исследователями при использовании балансового метода. В частности, это было показано в длительных (80 – 140 лет) опытах по возделыванию небобовых растений без применения азотных удобрений (Брэндбокский опыт в Англии, поля Прянишникова в СССР, опыт “вечная рожь” в ФРГ и др.). Бесменное возделывание небобовых культур (озимой пшеницы, ячменя, ржи, риса и др.) не приводило к заметному снижению содержания азота в почве, несмотря на ежегодное отчуждение его с урожаем, тогда как в вариантах без растений (“вечный пар”) происходило непрерывное уменьшение количества гумуса и азота в почве (Шелюто, Станкевич и др., 2005).

Наибольший интерес заслуживают работы Rennie (1983), который в генетических исследованиях по ассоциативной азотфиксации у растения пшеницы показал, что отдельные линии яровой пшеницы сорта Cadet в фитотроне на безазотном фоне фиксировали до 54-64 % азота атмосферы. В полевых условиях в Канаде эти линии фиксировали до 15 % азота (10-15 кг/га) в Бразилии – до 28-35 % азота.

Степень реализации азотфиксирующего потенциала diaзотрофов зависит от большого числа экологических факторов, основными из которых являются влажность почвы, температура, реакция среды и содержание минерального азота в почве (Шотт, 2007). По мнению Мишустина, Шильниковой, 1968; Клевенской, 1976, к основным факторам работы азотфиксаторов в полевых условиях относятся: генотип растения, активность азотфиксирующих микроорганизмов и

их видовой состав, водный и температурный режимы, свойства почвы, а также уровень агротехники. Изменение характеристик любого из этих факторов приводит либо к торможению, либо к стимулированию биологической фиксации азота в агроценозе. Для условий Сибири это особенно актуально, так своеобразие климатических условий, короткий вегетационный период и небольшой срок активной биологической жизни почвы приводит к более глубоким нежелательным изменениям свойств почвы и, в результате, меняет условия жизнедеятельности азотфиксирующих микроорганизмов (Шотт, 2007).

Ряд исследователей (Avivi, Feldam, 1982; Bodney, Dobereiner, 1982; Умаров, 1982) считают, что не только вид, но и сорт растений существенно изменяют активность азотфиксирующих ассоциаций.

Генотип растения, регулирующий взаимодействие с микроорганизмами, является доминирующим фактором в формировании и функционировании азотфиксирующих систем (симбиотических и ассоциативных) (Шабаев, [www.hij.ru](http://www.hij.ru)). Активность процесса ассоциативной азотфиксации и эффективность инокуляции диазотрофами во многом определяются генотипом растения и зависят от уровня питания (Васюк, 1989, Биологическая..., 1991).

В исследованиях М. М. Умарова (1986) выявлена высокая степень влияния влажности почвы на ее азотфиксирующую способность. При влажности почвы ниже 20% азотфиксация оставалась на низком уровне, в диапазоне влажности от 8 до 20% - изменялась незначительно. При значениях влажности выше этого уровня активность азотфиксации росла, при влажности 40% достигала максимума.

В исследованиях (Hardy at al., 1968; Ландиной, Клевенской, 1984; Мошкова и др., 1982; Мошкова, Судницын, 1985) отмечена положительная корреляция между влажностью почвы и азотфиксирующей активностью корневых диазотрофов. При увеличении влажности почвы интенсивность связывания молекулярного азота бактериями возрастает, а при полном насыщении почвы влагой – падает (Vlassak at al., 1973; Day at al., 1975; Умаров и др., 1985; Садыков, 1987).

Интенсивность азотфиксации резко снижается при жаре, засухе, засоленности, закислении или защелачивании почвы, ее загрязнении промышленными выбросами (Вишнякова, 2008).

Для большинства ассоциативных азотфиксаторов оптимальная температура 28<sup>0</sup>С, минимальная – от 9 до 5<sup>0</sup>С. При значениях ниже 20<sup>0</sup>С температура начинает тормозить азотфиксацию, а при более высокой температуре воздуха она почти не изменяется (Шелюто и др., 2005). Температура почвы может выступать лимитирующим фактором при значениях ниже 7<sup>0</sup>С, а при температуре от 2 до 3<sup>0</sup>С происходит полное прекращение азотфиксации (Чундарева и др., 1974).

Существенное влияние на ассоциативную азотфиксацию может оказать концентрация СО<sub>2</sub> в атмосфере. Известно, что среднее содержание углекислоты в земной атмосфере в 0,03% является оптимальным для растений, и при повышении концентрации СО<sub>2</sub> до 0,1 – 0,2% в условиях отсутствия лимитирования другими факторами фотосинтез усиливается. В целом продуктивность фитоценозов и в особенности агрофитоценозов не в последнюю очередь определяется содержанием СО<sub>2</sub> в воздухе. При удвоении концентрации углекислоты в атмосфере продуктивность фотосинтеза возрастает в 1,5 раза (Ковда, 1981).

Развитие ассоциативных diaзотрофов происходит в достаточно широком диапазоне кислотности среды - рН 5,6-8,0, но оптимальное значение рН для каждой группы микроорганизмов специфично и зависит во многом от используемого источника энергии (Базилинская, 1988). Например, *Azotobacter* способен развиваться при рН от 4,5 до 9,0, но процесс азотфиксации протекает в более узком интервале: 5,5-7,2 (Киракосян и др., 1996), *Azospirillum* лучше всего развиваются при рН 6,5-7,0; *Klebsiella* – при 6,8-7,0; *Enterobacter* при 7,0 (Шотт, 2007).

В работах многих авторов (Калининская и др., 1973; Клебенская, 1978; Nur at al., 1980; App at al., 1986; Watanabe at al, 1980), при внесении минерального азота свыше 60 кг/га, отмечено снижение азотфиксирующей активности diaзотрофов. В других исследованиях (Jenkinson at al, 1986; Powlson, Jenkinson,

1987; Кудеяров, 1991), отмечается более высокое поступление атмосферного азота в почву при внесении относительно высоких доз азота с удобрениями ( $> 120\text{кг/га}$ ).

На активность азотфиксаторов значительное влияние оказывает взаимодействие в природных условиях с почвенной микрофлорой. Формирующиеся при этом ассоциации diaзотрофов с другими микроорганизмами обладают устойчивостью к неблагоприятным условиям внешней среды и более высокой азотфиксирующей активностью (Умаров, 1986; Vlassak, Reynders, 1978).

Диазотрофы весьма чувствительны к содержанию тяжелых металлов (Pb, Zn, Cu и др.) в среде, что дает возможность использовать показатели азотфиксирующей активности в качестве одного из критериев определения ПДК тяжелых металлов в почве (Летунова С.В. и др., 1985).

## **1.2. Ризосфера как зона взаимодействия растений и микроорганизмов**

Для жизни растений большое значение имеет не только микрофлора почвы в целом, но особенно микробное население зоны корневых систем растений, называемой «ризосферой». Корни изменяют структуру почвы, выделяют значительное количество углекислоты, которая резко влияет на растворимость некоторых минеральных соединений, энергетические вещества (органические кислоты, сахара, спирты, аминокислоты и др.), витамины, стимуляторы роста, что обуславливает размножение здесь обильной сапрофитной микрофлоры (Дараселия, 1950).

В почве можно выделить два основных типа микробных ценозов (Lynch J.M., 1990). Жизнедеятельность первого связана с наличием органических остатков, в основном растительного происхождения, без влияния корней. Второй тип ценоза – ризосфера, его существование определяется метаболической активностью корневой системы (Тихонович, Проворов, 2009.).

Если рассматривать соотношение микроорганизмов в ризосферной и неризосферной зонах корневой системы растений, то наиболее густо заселенной

является ризосферная часть: здесь количество микробов в тысячи раз превышает микробное число неризосферной почвы. Известно, что концентрация бактерий, обнаруженных в прикорневой зоне, значительно превышает их концентрацию в основной массе почвы, это явление, известное как ризосферный эффект, было впервые описано еще в 1904 году Хильтнером (Hiltner, 1904).

Ризосфера делится на ряд узких слоев, обладающих различной степенью специфичности, по сравнению с остальной почвой. Ризосферный эффект зависит от поступления в почву дополнительного количества органического вещества в виде корневых экзометаболитов, достигающих 20...40 % фотосинтетатов, поступающих в растение (Lynch, 1990).

Прикорневая зона растений является наиболее благоприятной средой для размножения diaзотрофов. Внедрение в практику сельского хозяйства высокоурожайных и особенно высокобелковых сортов растений требует создания в прикорневой зоне достаточно высоких концентраций легкодоступных соединений азота (Дегтярева, 2001).

Установлено, что не только в тропических зонах, но и в условиях умеренного климата многие растения стимулируют развитие азотфиксирующих микроорганизмов в зоне корня (Vose, 1983).

Концентрация микроорганизмов в ризосфере растений в 10...100 раз превышает количество микробов в более удаленных от корня участках почвы. Микроорганизмы, которые аккумулируются в ризосфере, оказывают основное влияние на рост и питание растений. (Walker et al., 2003).

В ризосфере и на корнях небобовых растений обнаружены азотфиксирующие бактерии, относящиеся к родам: *Enterobacter*, *Erwinia*, *Klebsiella*, *Azotobacter*, *Bijerinckia*, *Derxia*, *Aquaspirillum*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Clostridium* и др. (Balandreau, 1983).

Ассоциативная азотфиксация протекает с той или иной скоростью практически во всех почвах в прикорневом пространстве или на корнях растений самых разных мест обитания. Высокий ее уровень обнаружен в ризосфере

большого числа тропических растений (сорго, маис, сахарный тростник, рис, пшеница и др.). В почвах зоны умеренного климата азотфиксация выявлена в ризосфере широкого набора растений. Это возделываемые зерновые культуры, корнеплоды, клубнеплоды, пастбищные и дикорастущие злаки, однолетние и многолетние сорняки, растения влажных и суходольных лугов, лесные травы. При таком практически повсеместном распространении ассоциативной азотфиксации эффективность деятельности diaзотрофных бактерий, а следовательно, и экологическая значимость этого процесса далеко не одинаковы под разной растительностью (Официальные периодические издания: электронный путеводитель<sup>188</sup>).

Ученым удалось показать, что отдельные бактерии (*Agrobacterium radiobacter*), являясь мезофильными обитателями почвы, могут существовать не только в виде фитопатогена, но и ассоциативного партнера (Чумаков. др., 1992).

Азотфиксаторы, как правило, сожительствуют с теми или иными растениями, обеспечивая их азотом, и пользуются для своей жизни многими веществами, образующимися в растениях (Завалин, Ягодина, 2001): в процессе своей жизнедеятельности растения через корневую систему выделяют в почву углеводы и, отмирая, обогащают ими почву. Микроорганизмы в свою очередь используют эти углеводы в качестве источника энергии и дают растениям соединения азота – элемента первой для них необходимости (Костычев, 1926; Тихонович, Круглов, 2001).

Из всех факторов, определяющих продуктивность сложной системы «почва-растение-микроорганизмы», именно последние играют важную роль, оказывая существенное действие на формирование и генезис самих почв, определяя уровень ее плодородия (Тихонович, Круглов, 2005).

Микроорганизмы в почве развиваются не как индивидуальные виды, а как сложное, многофункциональное сообщество, которое образует биологическую сеть (Fukui Ryo, 2003). В процессе своей жизнедеятельности они создают условия для развития других высших форм жизни. Как часть биоценоза, микроорганизмы

постоянно находятся во взаимодействии со всеми его компонентами, и, в первую очередь, с растениями. Этот процесс затрагивает глобальные масштабы круговорота органических и минеральных веществ в биогеоценозе и в значительной мере обуславливает накопление пищевых ресурсов (Bais et al., 2006).

Роль микроорганизмов в биогеоценозах огромна. Являясь составной частью почвенной биоты, они участвуют в круговоротах основных биогенных элементов; минерализации органических веществ растительного и животного происхождения, синтезе различных комплексных соединений, образовании и разложении гумуса, формировании плодородия почвы (Колотилова, 2013; Карягина, 1983).

Использование живых микроорганизмов позволяет сократить геологический круговорот за счет их способности переводить труднодоступные химические элементы в доступные для растений формы. (Provočov, 2002).

Изучению микрофлоры ризосферы различных культур посвящены работы ряда авторов (Абдул, Кожемяков, 2007; Белоусов, 2007; Проворов, 2005; Широких, 2007).

Микрофлора ризосферной почвы растений с одной стороны выполняет важные экологические функции деструктора органических соединений, а с другой – является естественным биостерилизатором патогенных организмов. В почве под влиянием корневых выделений растений, экзометаболических ризосферных и сапрофитных микроорганизмов формируется сложный комплекс биологически активных веществ (Паркина, 2006).

Взаимоотношения растений с ризосферной микрофлорой носят характер раздельного симбиотрофизма, то есть они обоюдно полезны и растениям и микроорганизмам (Гордеева, Масленникова, 2012).

Многообразные механизмы взаимодействия ассоциативных ризобактерий с растениями способны оказывать позитивное влияние на протекание ряда физиологических процессов в растительных организмах и повышение их



продуктивности. Повышение азотфиксирующей активности в ризосфере растений в естественных условиях выращивания, когда проявляется негативное влияние того или иного внешнего фактора, возможно, за счет выявления и создания оптимальных условий для взаимодействия бактериального штамма и сорта растений (Воробейников и др., 2001).

Таким образом, механизмы положительного влияния азотфиксирующих бактерий на растения разнообразны в зависимости от конкретной агроэкологической обстановки (Кожемяков, Тихонович, 1998).

Специфичность реакции различных сортов и видов растений на бактериализацию обусловлена различиями в способности растений сохранять или терять ассоциативные связи с бактериями в зависимости от условий их возделывания (Родынюк, 1991). В результате изменений, происходящих в метаболизме растительного организма и наступающих при улучшении условий корневого питания, у растений в процессе эволюции падает способность поддерживать высокую активность азотфиксации (Родынюк, 1985; Гамзикова, 1994).

Современные сорта интенсивного типа не всегда способны взаимодействовать с полезной микрофлорой и демонстрируют резкое снижение способности к симбиозу относительно диких форм и собственного генетического потенциала, поскольку селекция растений, как правило, осуществляется на фоне достаточного обеспечения азотом, что приводит к обеднению популяции по наследственным факторам, определяющим способность полноценно развиваться за счет симбиотрофного питания (Проворов Н.А., 2001).

Условия внешней среды оказывают существенное влияние на состав и активность микробных сообществ, в том числе и азотфиксирующих, в почве и ризосфере растений (Умаров, 1986). Реакция микроорганизмов зависит от множества факторов: от вида взаимодействия, меры и режима воздействия, вида микроорганизмов, свойств почв. При нарушении состояния почв отмечается снижение содержания присутствия микроорганизмов, участвующих в процессах

азотфиксации (Мотузова, Безуглова, 2007). Температура и влажность почвы способствуют активизации микробиологических процессов, от которых в основном зависит уровень питательных веществ в почве (Мерзлая и др., 2005).

Исследованиями зарубежных и отечественных авторов (Balandreau at al, 1975; Baldani, Döbereiner J., 1980; Rennie; Jagnow, 1983; Белимов, Кожемяков, 1990; Ефимов и др., 2001; Садыков и др. 1986; Садыков, 1989; Садыков Б.Ф., Пропадушая, 1991; Умаров, 1986; Чеботарь, 1985) по структуре ризосферного микробиоценоза и по его потенциалу азотфиксации в ризосфере различных культур и сортов выявлено наличие естественного полиморфизма.

Так у сортов сорго, просо, риса, пшеницы и ячменя межсортовые различия по уровню азотфиксирующей активности варьируют до 50 раз (Шотт, 2007).

Внесение азотных удобрений снижает азотфиксирующую способность почв (Умаров, 1985).

По мнению Ю.А. Овсянникова (2006), почва обладает определенными химическими свойствами, в том числе имеет определенное содержание азотсодержащих соединений. Если они привносятся посредством внесения удобрений, то в почве возникают процессы, направленные в обратную сторону, что приводит к снижению микробиологической фиксации азота. Процесс стабилизации содержания азота в почве реализуется через растения. Между растениями и азотфиксирующими организмами в обычных условиях существуют тесные симбиотические связи: микроорганизмы питаются корневыми выделениями растений и, в результате, осуществляют азотфиксацию. Таким образом, в ризосфере повышается содержание азотсодержащих соединений. При внесении азотных удобрений и повышении содержания азота в почве растения теряют "заинтересованность" в "подкармливании" микроорганизмов и это неизбежно отражается на их азотфиксирующей активности.

### **1.3. Связь процессов фотосинтеза и азотфиксации**

Биологическая фиксация атмосферного азота по значимости сравнима с глобальным процессом - фотосинтезом (Брей, 1986; Шумный, Сидорова и др., 1991).

В ассоциации «растение-дiazотроф» особое значение имеет тесная сопряженность процесса фотосинтеза и активности азотфиксации. По современным оценкам, до 30-50% продукции фотосинтеза (в виде фотосинтатов) экскретируется растением в ризо- и филосферу и именно за счет этой энергии осуществляется процесс ассоциативной азотфиксации.

Взаимодействие растений с diaзотрофом является необходимым знанием для регулирования азотфиксации в агробиоценозе (Завалин, 2005). Взаимодействию с микроорганизмами способствуют генотипические свойства растений, (Гамзикова, 1994; Галан, 1997). Эти свойства растений названы *nis*-признаком (Rennie, 1981), он имеет сложную структуру и в процессе образования ассоциации растение – diaзотроф представлен в виде нескольких ступеней (Емцев, Чумаков, 1990). У растений с C-4 циклом фотосинтеза этот признак выражен сильнее (Day, Dart, 1972). С корневыми выделениями в ризосферу поступает первичный продукт фотосинтеза малат, (Макронос, Гавриленко, 1992) Процесс фотосинтеза у C-3 растений протекает менее интенсивно, они обладают меньшей активностью нитрогеназы в ризосфере. Поскольку *nis*-признак у C-3 растений проявляется меньше, поэтому необходимо выявление генотипов (сортов) с повышенным потенциалом азотфиксации. У ведущей сельскохозяйственной культуры - мягкой пшеницы выявлена высокая вариабельность *nis*-признака (Завалин, 2005). Целенаправленной селекции мягкой пшеницы по этому признаку не велось, а повышение отзывчивости сортов на азотные удобрения привела не только к ослаблению, но и даже к потере *nis*-способности современных сортов (Rennie, 1981). Способность старых сортов к ассоциации с diaзотрофами значительно выше, чем современных. Это может быть связано с появлением пшениц с гексаплоидным геномом, в котором сочетание генов *ABD* дало наиболее оптимальный вариант по продуктивности и качеству

зерна, но снизило проявление nis-признака (Завалин, 2005). Для мягкой пшеницы характерна вариабельность нитрогеназной активности в ризосфере, которая может достигать двух-трехкратных различий у отдельных сортов (Watanabe et.al., 1980).

Азотфиксирующие микроорганизмы поселяются на поверхности корней (частично проникая в межклетники корня), питаются их выделениями (продуктами экзосмоса), отмирающими корешками. Вопреки широко распространенному мнению, что этих выделений мало (1-3 % продуктов фотосинтеза), их суммарное количество, потребляемое микроорганизмами достигает 30-50 % (Умаров, 1986). Возникает вопрос: почему растения в процессе эволюции не выработали механизмов, защищающих их от таких огромных потерь пластических веществ? Видимо растениям это выгодно: за счет полученного энергетического материала микроорганизмы, живущие в ризосфере растений, выполняют ряд функций: фиксируют азот атмосферы, улучшают фосфорное питание растений, мобилизуя имеющиеся в почве труднорастворимые фосфорные соединения, синтезируют биологически активные ростстимулирующие вещества, витамины, проявляют антагонизм в отношении возбудителей болезней растений, повышают устойчивость растений к абиотическим стрессам (Тихонович, 1993; Завалин, 2000; Умаров, 1986; Шабаев, 2004; Walker T.S. et al., 2003; Проворов, Тихонович, 2005; Широких, 2007; Manoharachary et al., 2006).

Ассоциативные микроорганизмы увеличивают корневые выделения растений и биомассу корней, их поглощающую поверхность и стимулируют поступление в корни  $NO_3^-$ ,  $H_2PO_4$  и  $K^+$  (Умаров и др., 1990; Петров, 2002).

Уровень азотфиксирующей активности азотфиксаторов в значительной мере определяется фотосинтетической деятельностью растений. Следовательно, все агротехнические приемы по повышению активности фотосинтеза в посевах выращиваемых культур, будут способствовать и росту фиксации атмосферного азота микроорганизмами (Шотт, 2007).

Источником энергии для diaзотрофов служат продукты фотосинтеза (Шотт, 2007), а именно корневые выделения и поступающие в почву растительные

остатки (Умаров, 1982), которые составляют 25 - 50% продукции фотосинтеза (Beck, 1983; Klemedtsson, 1987), поэтому процесс азотфиксации зависит от суточной динамики фотосинтеза и его интенсивности (Брей, Садыков, 1989). Интенсивность корневых выделений возрастает в фазы активного развития растений и при высокой скорости фотосинтеза (Михайловская и др., 2002). При этом интенсивность азотфиксации зависит даже от физиологического состояния растения и изменяется в течение суток и вегетационного периода (Мошкова, Умаров, 1979).

Ряд исследователей (Веселов, 1998; Мергель и др., 1996; Иванов, 1982) считают, что изменение состава и количества корневых выделений у растений, служащих источником питания для микроорганизмов, является причиной изменения численности микробных сообществ ризосферы в процессе вегетации растений.

По мнению бельгийских ученых урожайность зерновых культур снизится на 20-60% при полном их переходе на автотрофный тип азотного питания (Берестецкий, 1985; Giller., Day, 1985; Vlassak , Reynders, 1981).

При разложении растительных остатков образуются органические вещества, которые регулируют состав и численность микрофлоры (Роскошанский, 1981; Тихомирова, Железо, 1979).

Восстановление молекулярного азота атмосферы – чрезвычайно энергоёмкий процесс. Источником энергии для свободноживущих азотфиксаторов служит органическое вещество почвы (Алиев, 1988). Только почвы способны удерживать и накапливать азот в составе динамически устойчивого органического вещества (гумуса) и поэтому играют роль главного и единственного природного резервуара доступного азота в биосфере (Умаров, 2009).

Поступающие через корни органические вещества активизируют деятельность не только diaзотрофов, но и гетеротрофов, разлагающих гумус. Таким образом, мобилизация азота в системе «почва-микроорганизмы-растение» происходит по двум каналам – связывание его из атмосферы и извлечение из

гумусовых веществ. Включение того или иного процесса и их эффективность определяются наличием в почве легкодоступного азота. По мере увеличения соотношения углерода и азота в среде активизируется процесс азотфиксации, а усиление фотосинтетической деятельности растений приводит к возрастанию степени минерализации гумуса (Кононов, 2013).

При достаточном уровне азотного питания растения эффективно усваивают углерод, ускоряется нарастание листовой поверхности, повышается урожайность культур (Андреева, 1982; Вильямс и др., 1985).

От растения-хозяина бактерии получают все необходимые элементы питания, в первую очередь – углеводы, которые необходимы не только для роста и размножения бактерий, но и для фиксации ими азота атмосферы как источника энергии. Считается, что для фиксации одной молекулы азота воздуха затрачивается 15 молекул аденозинтрифосфата (АТФ). На каждый миллиграмм фиксированного азота растения расходуют 10,3 мг углеводов. Не только синтез, но и распределение фотоассимилянтов в органах растения-хозяина имеет важное значение для формирования урожая (Кононов, 2013).

Почти все углеводы и дикарбоновые кислоты используются азотфиксаторами (Boddey, Döbereiner, 1984; Okon, 1985), однако имеются существенные различия по родам и видам бактерий (Шотт, 2007). В исследованиях бразильских и российских ученых (Rennie R.J., Rennie D.A., 1983; Кравченко, 1985) выявлено, что потребление органических кислот (янтарной, яблочной и др.) бактериями семейства азоспирилл происходит в 3-11 раз энергичнее, чем потребление глюкозы и сахарозы.

Эффективность ассоциации растений с diaзотрофами может быть повышена как увеличением доли азотфиксаторов в прикорневой зоне растений, так и улучшением их обеспеченности энергетическим материалом – продуктами фотосинтеза (Биологическая..., 1991).

Биологическая азотфиксация осуществляется при участии ферментов-нитрогеназ, приводящих процесс при «комнатных» температуре и давлении. К

настоящему времени известно 4 нитрогеназы – молибденовая, ванадиевая, железная и супероксидная (Умаров, 2009).

Для осуществления азотфиксации требуются два условия: постоянный приток энергии и источник электронов, необходимых для функционирования нитрогеназного комплекса (Брей, 1986).

Исследованиями Ницэ и др. (1992) экспериментально установлено, что динамика активности нитрогеназы в корневой зоне растения во многом сходна с изменением фотосинтеза. Как у  $C_3$  – растений (овес, пшеница, рис), так и у растений  $C_4$  – типа (кукуруза, просо) наблюдается параллелизм между фотосинтетической интенсивностью растений и нитрогеназной активностью, которые характеризуются корреляционной зависимостью. Для больших размеров азотфиксации необходимо использование трофического субстрата, который обеспечивается путем внесения органических материалов: соломы, навоза, компостов, сидератов и т.д. Это положение подтверждается работой Н.К. Лысовой (1992), которая установила, что внесение органических удобрений в почву усиливает азотфиксирующую способность. Минеральные удобрения снижают ее. Комплексное применение тех и других оказывает промежуточное воздействие.

Нитрогеназная активность в ризосфере диких и культурных диплоидов имеет более высокий уровень. (Родынюк, 1985). Эти виды характеризуются высокой интенсивностью фотосинтеза и содержат повышенное количество азота в биомассе. Корневые системы этих пшениц отличаются повышенной удельной активностью ферментов азотного обмена. Корням одногеномных пшениц и эгилопсов требуется мощный приток углеводов, так как они выполняют более емкую нагрузку по ассимиляции азота, чем корни полиплоидов. В свою очередь, более мощный низходящий поток фотоассимилятов позволяет использовать какую-то его часть через корневые выделения на нужды ассоциативной азотфиксации. Этим объясняется повышенная ассоциативная азотфиксация у диплоидных пшениц (Завалин, 2005).

Донором высокой нитрогеназной активности в ризосфере пшеницы является

геном *A*, происходящий из *Triticum urartu*, наименьшей геном *D*. С первым геномом связывают повышение белковости зерна пшеницы, со вторым - его понижение. В этой связи, у полиплоидных пшениц, в частности у мягкой, с геномом *ABD* наблюдается средняя активность нитрогеназы и среднее содержание белка в зерне (там же).

В исследованиях А.А. Широких и И.Г. Широких (2004) установлено, что чем выше уровень корневой экскреции, тем больше численность ризобактерий на корнях.

Формирование азотфиксирующих растительно-микробных ассоциаций определяется взаимодействиями между растениями, микробными популяциями и факторами среды. При этом создается целостная система, способная часть энергии фотосинтеза направлять на процесс превращения атмосферного азота в доступные для растений азотистые соединения (Сидельникова Н.А., 2012).

#### **1.4. Влияние биопрепаратов на продуктивность и адаптивность зерновых культур**

Только в земледелии нашей страны применение микробиологических препаратов экономит до 1 млн. тонн азотных удобрений в год, увеличивает дополнительный сбор белка на 3-4 млн. тонн, снижает применение экологически опасных агрохимикатов в 1,5-2 раза и обеспечивает получение более качественной продукции (Тихонович и др., 2005). Средняя эффективность препаратов составляет на зерновых культурах 16-33% (Курсаков, Драчев, 2010).

По мнению многих исследователей (Берестецкий и др., 1984; Васюк, 1989; Хотянович, 1991; Кожемяков, Тихонович, 1998; Тихонович и др., 2005; Завалин, 2005; Завалин, Алметов, 2009; Новые..., 2010; Кокорина, Кожемяков, 2010), использование биопрепаратов - хорошая перспектива для повышения продуктивности растений, так как они выполняют ряд полезных функций, влияющих на рост и развитие растений. Они способны продуцировать



физиологически активные вещества (ауксин, гибберелин, цитотоксин), увеличивать растворимость почвенных фосфатов, ингибировать развитие патогенной микрофлоры через выделение антибиотиков, стимулировать прорастание семян, увеличивать их всхожесть (Чеботарь, Малиновский, 1989).

По данным полевых исследований ряда авторов (Завалин, 2005; Карягина, Сеницын, Нестеренко и др., 1990, Joshi, Rao, 1989), действие биопрепарата на небобовых культурах равноценно 15 - 60 кг/га азота удобрений.

Данные Индийского института сельскохозяйственных исследований в Нью-Дели (Базилинская, 1985) показали, что экономия азота от применения инокулянтов, изготовленных на основе азоспириллы, составила в среднем при выращивании пшеницы и ячменя около 40 кг/га, риса - 30 – 40 кг/га, а сорго и африканского проса – 40 – 60 кг/га. Урожайность пшеницы возросла на 22,4, риса - 76,6, ячменя – на 26,6%.

В исследованиях Персиковой Т.Ф. (2001), проведенных на дерново-подзолистой почве, урожайность озимой пшеницы возросла на 2,5-3,5 ц/га за счет увеличения крупности зерна (+ 4,4 г) и усиления кущения (+ 20%). В исследованиях Бердникова (2001) при инокуляции наблюдалось увеличение урожайности на 2,0-2,8 ц/га. Исследованиями Карягиной Л.А. и др. (1990) при инокуляции выявлено увеличение урожайности ячменя на 3-6 ц/га.

Благодаря положительному воздействию бактериализации семян на биологическую активность почвы, повышается адаптация растений к экстремальным условиям среды, в частности, к стрессу, вызываемому дефицитом влаги в почве. Инокуляция растений корневыми diaзотрофами включает ряд защитных механизмов (снижает содержание свободного пролина, восстанавливает фотосинтетическую деятельность растений), тем самым, уменьшая стрессовое воздействие неблагоприятных факторов (Завалин, 2005).

Положительный эффект от инокуляции получается за счет ускорения нарастания биомассы, интенсификации фотосинтеза (Куренкова, Табаленкова,

2004). В исследованиях Н.Г. Толстопятовой (2004) на дерново-подзолистой почве эффект от применения ризоагрина на ячмене составил в среднем 3 ц/га.

Полезное действие ассоциативных ризосферных бактерий на растение заключается не только в увеличении доступного и экологически чистого азота, но и в повышении доступности других элементов питания (фосфора); обеспечении защиты растений от фитопатогенов, стрессовых воздействий, стимуляции выработки растением фитогормонов. (Завалин, 2000; Умаров, 1986; Шабаев, 2004).

Бактериями рода *Pseudomonas* выявлена стимуляция роста сельскохозяйственных культур за счет усиления поглощения растениями элементов питания: фосфора (Алексеева, 1982), калия (Азубекова, 2001), за счет подавления патогенных микроорганизмов (Смирнов и др., 1990; Сафрина, 1997) и образования физиологически активных веществ (Рубан, 1986).

В исследовании (Троицкой, Троицкого, 1988) достоверное увеличение азота в зерне ячменя при инокуляции отмечено только при низкой обеспеченности азотом почвы. Но при этом возросла урожайность культур и снизилось потребление азота почвы и удобрений.

При инокуляции отмечено повышение содержания азота и белка у озимой ржи (Волков, 2001, Кожемяков, Доросинский, 1989), тритикале (Семенов, 2001), ячменя (Кожемяков, Доросинский, 1989, Завалин и др., 2000, Волков, 2001), яровой и озимой пшеницы (Бердников, 2001; Патыка, 1989; Кожемяков, Доросинский, 1989).

За счет бактеризации семян увеличивается длина стеблей и корней растений (в среднем в 1,5 раза), возрастает количество продуктивных стеблей (на 15 – 30%) (Михайловская, Пикун, 1995).

В исследованиях Шотта П.Р. (2007) бактериальные удобрения способствовали повышению выживаемости растений на 4-8% и росту продуктивной кустистости ячменя на 6-8 %.

В 1991 г. группой микробиологии СибНИИСХоза совместно с лабораторией

агрохимии был заложен опыт по изучению влияния азотфиксирующих ассоциативных микроорганизмов нескольких видов на урожай яровой пшеницы Омская 17. Испытываемые штаммы азотфиксаторов: азоризин, церизин, мизорин, агрофил, энтеробактерин, флавобактерин.

В условиях экспериментального засушливого вегетационного периода была получена прибавка зерна яровой пшеницы в 2,2-3 ц/га по отношению к контролю до 30%. Предпосевная обработка семян ассоциативными азотфиксаторами положительно влияла на элементы структуры урожая: продуктивную кустистость, высоту растений, длину колоса, массу 1000 зерен. Наибольший эффект был получен от инокуляции пшеницы препаратами азоризином, церизином, энтеробактерином.

Полученные результаты вызывают интерес и требуют дальнейшего уточнения и проверки как в полевых, так и в модельных и вегетационных опытах.

## **2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

## 2.1. Почвенно-климатическая характеристика и метеорологические условия в годы проведения опытов

В лесостепной зоне Омской области преобладают лугово-черноземные почвы. Почвы этого типа являются полугидроморфными аналогами черноземов. Формируются под травянистой растительностью в лесостепной и степной зоне в условиях повышенного увлажнения за счет поверхностного стока или почвенно-грунтовых вод, залегающих на глубине 3-6 м, а также в результате их совместного действия.

Водный режим лугово-черноземных почв характеризуется чередованием периодов более или менее глубокого промачивания и возвратного капиллярного поднятия влаги с сохранением капиллярного подпитывания нижней части почвенного профиля в течение значительной части вегетационного периода (Мищенко и др., 2002).

Эти почвы формируются при уровне грунтовых вод от 3 до 6 м или при смешанном типе увлажнения. По морфологическим признакам в пределах первого метра они не отличаются от черноземов. Для них характерен тот же гумусовый профиль небольшой мощности с низким и средним содержанием гумуса, глыбисто-комковатой структурой и трещиноватым сложением (Мищенко, 1991).

Морфологическое строение лугово-черноземной почвы:

Вскипает от соляной кислоты с глубины 42см.

$\frac{A_{\text{пах}}}{0-25\text{см}}$	Влажный, черный, тяжелосуглинистый, комковато-глыбистый, уплотненный, пронизан корнями. переход в АВ постепенный по цвету, резкий по линии вспашки
$\frac{AB}{25-42\text{см}}$	Свежий, тёмно-серый, тяжелосуглинистый, комковато-зернистый, уплотненный, тонкопористый. Много корней. Переход заметный по окраске и

структуре.

$\frac{B_{1к}}{42-56см}$

Бурый, неоднородный, с частыми гумусовыми потеками, тяжелосуглинистый, комковато-зернистый, редкие корни. Переход заметный по окончанию гумусовых потеков.

$\frac{B_{2к}}{56-72см}$

Светло-бурый, неоднородный, с тонкими редкими гумусовыми потеками, тяжелосуглинистый, тонкопористый, бесструктурный, плотный, окончания корней растений. Переход постепенный по цвету и структуре.

$\frac{C_k}{72-205см}$

Желто-бурый, книзу светлее, тяжелосуглинистый, карбонатный, бесструктурный, уплотненный (там же).

Исследования проводились на опытных полях отдела семеноводства и лаборатории микробиологии ГНУ СибНИИСХ Россельхозакадемии в течении 2011 - 2013 годов.

Климат Омской области типично континентальный, причем его континентальность увеличивается по мере продвижения с севера на юг. Общие черты температурного режима территории характеризуются суровой продолжительной зимой, сравнительно коротким, но жарким летом, короткими переходными сезонами весной и осенью, поздними весенними и ранними осенними заморозками (Агроклиматический справочник по Омской области, 1959).

Обилие света и тепла в течение вегетационного периода в значительной мере возмещает краткость периода с положительными температурами и ускоряет вегетацию растений. Температурный режим отличается резкими колебаниями по годам, по месяцам и даже в течение суток. Абсолютная годовая амплитуда температуры воздуха довольно значительна (80 - 90°C), что подчеркивает резкую континентальность климата. Средняя температура января - самого холодного

месяца может варьировать в отдельные годы от  $-30,6$  до  $-11,0^{\circ}\text{C}$ , при средней многолетней  $-18,9^{\circ}\text{C}$ , а температура июля – самого жаркого месяца - от  $+14,9$  до  $22,7^{\circ}\text{C}$ , при средней многолетней  $+18,4^{\circ}\text{C}$ . Переход среднесуточной температуры воздуха через  $+10^{\circ}\text{C}$  происходит весной в середине мая, осенью в середине сентября. Помимо резких колебаний температуры в течение года, климат области отличается сухостью, недостатками осадков, малой облачностью. (Агроклиматический справочник по Омской области, 1959).

По степени влагообеспеченности зона южной лесостепи Западной Сибири относится к районам неустойчивого увлажнения: среднегодовая сумма осадков составляет  $330 - 380$  мм, большая часть которых –  $70-80\%$  годового количества выпадает летом. Относительная влажность воздуха составляет за летний период  $65\%$ . Наименьшая влажность воздуха приходится на май, а наибольшая - на август. Высота снежного покрова колеблется в пределах  $20-25$  см, поэтому в отдельные годы почва может промерзнуть на глубину  $240 - 290$  см. (там же).

По данным метеостанции «Омск - Степная» метеорологические условия за годы исследований были контрастными (рисунок 1, приложения А,Б).

### **2011 год**

В мае наблюдалась умеренно теплая погода с обильными осадками в третьей декаде. В первой декаде осадков не наблюдалось, а во второй и в третьей десятидневках прошли дожди. Среднемесячная температура воздуха была близка к норме, составив  $11,9^{\circ}\text{C}$ , на  $0,6^{\circ}\text{C}$  выше средней многолетней. За месяц выпало  $23$  мм осадков ( $88\%$  от нормы).

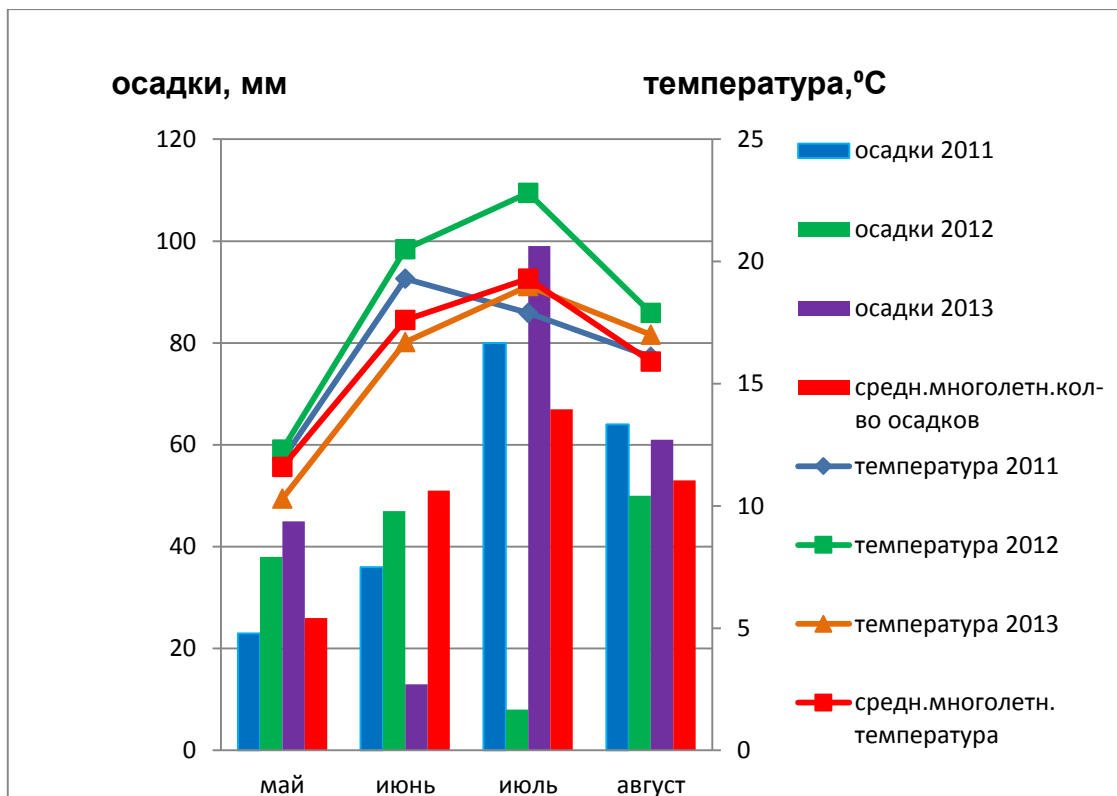


Рисунок 1 - Метеорологические условия вегетационного периода (2011- 2013 гг.)

В июне преобладала теплая погода с обильными осадками в первой декаде. При средней температуре воздуха  $19,3^{\circ}\text{C}$ , на  $1,7^{\circ}\text{C}$  выше средней многолетней, выпало 36 мм осадков (71% от нормы). Высокая температура наблюдалась в первой десятидневке -  $19,2^{\circ}\text{C}$ , на  $3,8^{\circ}\text{C}$  выше среднемноголетнего значения. Температурный фон во второй и в третьей декадах июня был также выше среднемноголетнего уровня на  $0,3^{\circ}\text{C}$  и  $0,8^{\circ}\text{C}$ ; осадков выпало, соответственно, 63 и 41% от нормы.

В июле стояла прохладная с обильными осадками погода. Среднемесячная температура воздуха удерживалась на уровне  $17,9^{\circ}\text{C}$ , на  $1,4^{\circ}\text{C}$  ниже среднемноголетней. За месяц выпало 80 мм (119 % от среднего многолетнего значения) осадков. В первой и второй декадах температура воздуха была ниже среднемноголетней температуры на  $2,8^{\circ}\text{C}$  и  $2,5^{\circ}\text{C}$  соответственно, а в третьей декаде – соответствовала среднемноголетнему значению -  $18,9^{\circ}\text{C}$ . Наибольшее количество осадков (55,2 мм) наблюдалось во второй десятидневке.

В августе складывалась прохладная с достаточным увлажнением погода. Средняя температура воздуха за месяц составила  $16,1^{\circ}\text{C}$ , на  $0,2^{\circ}\text{C}$  выше нормы. За

месяц выпало 64 мм осадков (121 % от нормы). Температура воздуха в первой декаде составила 15,3°C, ниже на 1,7°C среднего многолетнего значения, в это время прошли дожди, составив 127% от нормы.

Во второй декаде осадков не наблюдалось, температура воздуха составила 18,8 °С, выше нормы на 1,9 °С. В третьей десятидневке, при температуре воздуха 12,1°C, ниже среднего многолетнего значения на 2,3 °С, выпало наибольшее количество осадков (36,2 мм).

### **2012 год**

В мае наблюдалась теплая и сухая погода, среднемесячная температура воздуха составила 12,3°C, на 0,7°C выше среднего многолетнего значения. При температуре воздуха 6,6°C, (ниже нормы на 3,1°C) в первую декаду выпало 27 мм (71,5%) осадков. Во вторую и в третью декады, при температуре 13,5 и 16,2°C, выпало незначительное количество осадков – 8 и 3 мм соответственно.

Июнь характеризовался жаркой погодой с низким увлажнением. Среднемесячная температура воздуха была выше нормы на 2,9°C и составила 20,5°C. За месяц выпало 47 мм осадков, 92% от нормы. В первой декаде температура воздуха была выше на 4,9°C и составила 20,3°C, во второй декаде превысила норму на 1,4°C и составила 19,8°C. В третьей десятидневке также наблюдалось превышение температурного режима на 2,1°C.

В июле стояла жаркая, с недобором осадков, погода. Среднемесячная температура составила 22,8°C (на 3,5°C выше нормы). Сумма осадков за месяц составила 8 мм (12% от нормы). Температура воздуха в первой декаде была почти на уровне со средней многолетней (на 0,1°C ниже нормы), а во второй и в третьей декадах превысила многолетние значения на 5,7°C и на 3,9°C соответственно.

В августе наблюдалась жаркая с умеренными осадками погода. Средняя температура месяца составила 17,9°C, на 2°C выше нормы. Количество осадков за месяц - 50 мм, на 3 мм ниже среднемноголетнего уровня. В первой декаде, при температуре 20,1°C (на 3,1°C выше среднемноголетнего значения) выпало 19 мм осадков, 86 % от нормы. Во второй декаде, при температуре воздуха 19,6°C, на



2,7°С выше нормы, сумма осадков составила 7 мм (50% от нормы). В третьей десятидневке температура воздуха соответствовала среднемноголетнему значению (14,4 °С), в этот период выпало 24 мм осадков, 133% от нормы.

### **2013 год**

При средней температуре воздуха в мае 10,3°С, на 1,3 °С ниже среднемноголетней, выпало 45 мм осадков (173 % от нормы). Наибольшее количество осадков – 23 мм наблюдалось в первую декаду. Средняя температура воздуха в первой десятидневке была на 0,2 °С выше нормы, а во второй и в третьей декадах – ниже среднемноголетнего значения на 3,9°С и 0,5°С соответственно.

Июнь характеризовался прохладной погодой с низким количеством осадков. В первой и второй декадах температура воздуха была ниже нормы на 1,7°С и 1,5°С соответственно. Температурный фон последней декады был в пределах среднемноголетнего значения, составив 19,4°С. Среднемесячная температура воздуха составила 16,7°С, что ниже среднемноголетней на 0,9 °С, выпало 13 мм осадков (25 % от нормы); причем в третьей декаде осадков не наблюдалось.

В июле также стояла прохладная погода, при температуре воздуха 19°С, что ниже нормы на 0,3°С, выпало 99 мм осадков (148% от среднемноголетнего показателя). В первой и второй декадах температурный фон был ниже нормы на 3,6°С и 0,6°С соответственно. Сумма осадков в первой декаде составила 24 мм (156,3% от нормы), во второй декаде наблюдались осадки ливневого характера. В последней десятидневке, при температуре воздуха 21,1°С, выше среднемноголетнего значения на 2,2°С, выпало 21 мм (80,1% от нормы) осадков.

В августе преобладала теплая погода, средняя температура воздуха составила 17,0°С, что выше среднемноголетней на 1,1°С. За месяц выпало 61 мм осадков (113 % от нормы), из которых наибольшее их количество наблюдалось в первой декаде (36 мм), а наименьшее (1,4 мм) – во второй. Температурный фон в первой и второй декадах был выше нормы на 2,4°С и 0,8°С соответственно, а в

третьей десятидневке средняя температура воздуха составила 14,2°C, что ниже многолетней на 0,2°C.

В целом, метеорологические условия в годы проведения опытов заметно различались по тепло- и влагообеспеченности. Наиболее благоприятные условия для развития растений яровой мягкой пшеницы наблюдались в 2012 году.

## **2.2. Объекты исследований**

В качестве объекта исследований были использованы сорта яровой мягкой пшеницы селекции ГНУ СибНИИСХ, 3-х групп спелости: среднеранней (сорт-стандарт Памяти Азиева), среднеспелой (сорт-стандарт Дуэт), среднепоздней (сорт-стандарт Омская 35).

### **Памяти Азиева**

Выведен от скрещивания Саратовская 29 х Лютесценс 99/80-1.7. Разновидность *lutescens*. Куст от полупрямостоячего до промежуточного. Соломина полая или выполнена слабо, восковой налет на верхнем междоузлии средний, опушение очень слабое. Флаговый лист имеет сильный восковой налет на листовой пластинке и влагалище, антоциановая окраска ушек отсутствует. Колос веретеновидный, средней плотности, белый, со средним восковым налетом. Плечо прямое, среднее. Зубец прямой, очень короткий. Зерно яйцевидное, со средним хохолком, окрашенное. Масса 1000 зерен 35-36 г. Содержание клейковины – 34-36%. ИДК – 85-87 ед. Хлебопекарная оценка – 4,5 балла.

Устойчивость к полеганию на уровне стандарта (4,6-4,9 балла).

Устойчивость к засухе высокая. Среднеустойчив к пыльной головне; к твердой головне и бурой ржавчине сильно восприимчив. За годы испытаний в естественных условиях поражения твердой головней не отмечено.

Характеризуется высокой потенциальной урожайностью, большим количеством зерен в колосе и продуктивностью колоса.

Включен в список сортов сильной пшеницы. Внесен в Госреестр по Средневолжскому и Западно-Сибирскому регионам с 2000 года.

### **Катюша**

Сорт создан в ГНУ СибНИИСХ Россельхозакадемии путем многократного индивидуального отбора из мутантно-сортовой популяции (Мутант 717 x В 2612) x Мутант 769.

Разновидность – *lutescens*. Форма куста – промежуточная, стебель полый, средней толщины и плотности. Лист темно-зеленый с восковым налетом средней интенсивности. Колос белый, призматический, с остевидными отростками в верхней части. Колосковая чешуя яйцевидно-ланцетная с коротким и тупым зубцом, плечом скошенным, узким, средней ширины, с сильно выраженным килем. Зерно овальное, красное, стекловидное, масса 1000 зерен 32,2-39,9 г.

По вегетационному периоду сорт относится к среднераннему типу, период от всходов до восковой спелости в годы испытаний составлял 75-80 дней.

Результаты конкурсного сортоиспытания показали, что сорт Катюша превосходит стандарт по урожайности зерна. В 2008 г. включен в Государственный реестр селекционных достижений России и допущен к испытанию по 10 региону.

### **Г 2755/04**

Селекционная линия, полученная отбором из гибридной популяции Г 629 x Г 17. Относится к среднеранней группе спелости. Урожайная, качество зерна высокое. Устойчива к полеганию.

### **Дуэт**

Дуэт передан на государственное сортоиспытание в 2000 году. Рекомендуется для степной и южной лесостепной зон Южного Урала и Западной Сибири.

Разновидность эритроспермум. Куст в период кущения прямостоячей формы. Стебель средней толщины, прочный, полый. Опущение листьев в период кущения слабое, восковой налет слабый. Окраска зеленая. Колос призматической формы, белый. Длина колоса 7,5 – 8,5 см. Колосковая чешуя ланцетной формы, нервация слабо выражена. Зубец колосковой чешуи средней длины, острый. Плечо по форме от скошенного до прямого, по величине – узкое. Киль выражен

сильно.

Средняя урожайность в конкурсном сортоиспытании (1999 – 2000 гг.) составила 41,9 ц/га, что выше, чем у стандарта на 5,5 ц/га. По вегетационному периоду относится к среднеспелому типу. Период от всходов до восковой спелости составляет 86-89 дней. Дует имеет высокую засухоустойчивость. Устойчив к полеганию, к осыпаемости и к прорастанию зерна в колосе.

Сорт иммунный к бурой ржавчине, имеет слабую восприимчивость к пыльной головне. По качеству зерна отвечает требованиям, предъявляемым к ценной и сильной пшенице. Включен в список ценных сортов. В 2003 г. включен в Государственный реестр селекционных достижений по Уральскому (9) и Западно-Сибирскому (10) регионам России.

### **Светланка**

Сорт создан в СибНИИСХ путем многократного индивидуального отбора из гибридной комбинации Омская 23 х Целинная 26.

Разновидность *lutescens*. Колос белый, неопушенный, безостый, зерно красное.

Сорт высокоурожайный, относится к среднеранней группе спелости. Вегетационный период в 1998 г. составил 75 суток, в 1999г. – 78, в 2000г. –74. В целом сорт по большинству параметров отвечает требованиям сильной пшеницы. По натуре зерна, массе 1000 зерен и валоритмической оценке превосходит стандарт, по остальным признакам находится на уровне стандарта. Содержание белка составляет в среднем 17,2%, а клейковины- 31,3%.

Отличается устойчивостью к полеганию и осыпанию. Более устойчив к пыльной и твердой головне. По устойчивости к остальным болезням находится на уровне стандартных сортов.

Сорт проходит Государственное испытание с 2001г. во всех зонах Западной и Восточной Сибири.

### **Мелодия**

Сорт яровой мягкой пшеницы создан в ГНУ СибНИИСХ

Россельхозакадемии. Родословная сорта: Омская 19×Лютенсенс 6747. Разновидность *lutescens*. Куст прямостоячий, стебель полый, толстый, прочный. Лист темно-зеленый, с восковым налетом средней степени. Колос белый с остевидными отростками, средней длины и плотности, веретеновидной формы. Колосковая чешуя ланцетная, зубец короткий и тупой, плечо скошенное и узкое, киль выражен сильно. Зерно красное, среднее, яйцевидной формы, с глубокой бороздкой.

Сорт среднеспелый (85-87 дней). Масса 1000 зерен 35,2 г. Высокоустойчив к полеганию. Устойчив к пыльной головне. Средняя урожайность по данным оригинатора 25,1 ц/га или на 3,6 ц/га выше стандарта. По качеству зерна относится к ценным пшеницам.

### **Омская 35**

Сорт яровой мягкой пшеницы Омская 35 создан в СибНИИСХ Россельхозакадемии с фирмой «Кургансемена». Выведен индивидуальным отбором из гибридной комбинации Омская 29×Омская 30.

Разновидность *lutscens*. Куст прямостоячий. Растение среднерослое, соломина средней толщины, прочная, полая, светло-желтая. Флаговый лист промежуточного типа, опущение среднее. Восковой налет средний, окраска зеленая. Колос призматический, белый, безостый, неопушенный. На цветочных чешуях видны остевидные отростки на  $\frac{1}{4}$  колоса длиной до 0,1 см. Плотность колоса средняя (до 16-17 колосков на 10 см стержня). Колосковая чешуя ланцетной формы. Зубец прямой, короткий. Плечо закругленное, среднее. Заключение зерна чешуями плотное. Зерно яйцевидное, красное, бороздка узкая, неглубокая, хохолок слабо выражен. Масса тысячи зерен 38-42 г.

Сорт среднепоздний, созревает на 1-2 суток раньше Омской 18 и Омской 28. По устойчивости к засухе сорт находится на уровне стандартов. Сорт на инфекционном фоне более устойчив к пыльной головне (14,8% против 22,2% у Саратовской 29), несколько ниже стандарта поражается мучнистой росой (на 1,1 балл). Уровень поражения бурой ржавчиной близок к Омской 28. Устойчивость к

полеганию высокая (4,9 балла против 4,3 у стандарта). Сорт обладает высокой потенциальной урожайностью и формирует высококачественное зерно.

### **Серебристая**

Сорт яровой мягкой пшеницы Серебристая создан в СибНИИСХ Россельхозакадемии. Селекция (ОмсСХИ 6 х Заволжская) х [Росинка х Мутант 717 (Лют.65, ндмм 0,05)].

Разновидность *lutescens*. Стебель полый, средней толщины и прочности, высота около 94 см. Лист имеет среднее опушение и восковой налет. Колос белый, призматический, с остевидными отростками в верхней части. Колосковая чешуя ланцетная со средне выраженной нервацией. Зубец острый. Плечо скошенное, узкое. Киль хорошо выражен до основания. Зерно красное, полукруглое с глубокой бороздкой, стекловидное, масса 1000 зёрен 32,4-40,0 г.

Сорт устойчив к осыпанию и средне устойчив к полеганию, устойчив к засухе, к поражению пыльной головней и меньше стандарта поражается твердой головней

Высокая продуктивность, высокое содержание белка и клейковины. Средняя урожайность сорта по пару 2,65 т/га, или на 0,22 т/га выше стандарта Омская 35. По мукомольно-хлебопекарным качествам сорт отвечает требованиям, предъявляемым к ценной пшенице. Превышает стандарт по натуре и стекловидности зерна, силе муки.

### **Г 540/05**

Селекционная линия, полученная путем отбора из гибридной популяции *Yuvenalis* Омская 19. Среднеспелого типа. Урожайная, устойчива к пыльной головне, засухоустойчива.

Для обработки сортообразцов использовался биопрепарат ризоагрин.

**Ризоагрин** создан на основе штамма, относящегося к роду *Arrobacterium* (*A. radiobacter*, штамм 204). В 1 г. торфяного препарата содержится 5-10 млрд. клеток бактерий. Штамм хорошо приживается в ризосфере пшеницы, риса, ряда кормовых злаков и других сельскохозяйственных растений. Использование

препарата позволяет дополнительно получить 3-7 ц/га зерна озимой и яровой пшеницы, озимой ржи 4-8 7 ц/га, ячменя 3-6 ц/га, риса 4-10 ц/га. Повышается содержание протеина в зерне на 0,5-1,0%. Расход препарата: зерновые - 500 г на гектарную норму семян. (Завалин А.А., 2005).

**Почва опытного участка** представлена лугово-черноземной почвой с пахотным горизонтом Апах=25 см, содержанием гумуса 6,4%, суммой поглощенных оснований 31 мг экв/100г,  $pH_{\text{сол}}=6,7$  (по данным лаборатории агрохимии ГНУ СИБНИИСХ).

### **2.3. Методика проведения исследований**

Опыты закладывались на делянках площадью 3 м<sup>2</sup>, повторность опыта 5-и кратная. Посев делянок осуществлялся сеялкой ССФК – 7,0, с нормой высева 5 млн. всхожих зерен на га. Предшественник зерновые (вторая культура после пара).

По фазам развития отбирали пробы по 15 растений для определения площади листовой поверхности, фотосинтетического потенциала растения.

Отбор образцов для микробиологического анализа производился в фазу кущения и перед уборкой. Обработка семян биопрепаратом проводилась в день посева.

Уборку урожая осуществляли комбайном «Неге 125». Зерно высушивали, очищали, определяли вес зерна с делянки, рассчитывали урожайность.

Проводились следующие наблюдения и учеты:

1. Содержание нитратного азота в почве перед посевом и после уборки урожая определяли дисульфифеноловым методом по Грандваль-Ляжу, подвижных соединений фосфора и калия - по методу Чирикова в модификации ЦИНАО.
2. Запасы продуктивной влаги в почве перед посевом - весовым методом в слое 0 – 100 см послойно через 20 см.
3. Фенологические наблюдения в период вегетации растений проводили в соответствии с методикой Госкомиссии по сортоиспытанию с/х культур (1985).

4. Посевные качества семян определялись в соответствии с ГОСТами: масса 1000 зерен - ГОСТ 12044 – 80, энергия прорастания и лабораторная всхожесть - ГОСТ 12038 – 84.

5. Учет полевой всхожести и выживаемости растений проводили согласно методике полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов им В.Р. Вильямса (1971).

6. Для учета микроорганизмов использовали разные питательные среды: мясо-пептонный агар (МПА) для бактерий, утилизирующих органические соединения азота; крахмало-аммиачный (КАА) для микроорганизмов, потребляющих минеральный азот; олигонитрофилы - на среде Мишустинской; водный выщелоченный агар с добавлением двойной аммонийно-магниевой соли фосфорной кислоты использовали для нитрификаторов, подкисленную среду Чапека – для грибов (Аристовская, 1962).

7. По соотношению групп микроорганизмов рассчитывались коэффициенты минерализации – отношение числа амилотических микроорганизмов к аммонифицирующим (КАА/МПА), иммобилизации – отношение аммонификаторов к микроорганизмам, потребляющим минеральный азот (МПА/КАА) (Муха, 1980).

8. Динамика развития растений и накопление надземной массы определялись по фазам развития (Кумаков В. А., 1982).

9. Расчет площади листьев осуществляли согласно формуле В. В. Анисеева и Ф. Ф. Кутузова (1961):

$$S = l * d * 0,67 \text{ (см}^2\text{)}, \text{ где}$$

S – площадь листа, см<sup>2</sup>; l – длина листа, см; d – ширина листа, см; 0,67 – коэффициент пересчета.

10. Фотосинтетический потенциал (ФП, см<sup>2</sup>\*сут.), характеризующий продолжительность функционирования листьев, определялся по формуле:

$$\text{ФП} = S_c * T, \text{ где}$$

S<sub>c</sub> – средняя за период площадь листьев, см<sup>2</sup>



T – продолжительность периода, сут. по методике А. А. Ничипоровича.

11. ФП – фотосинтетический потенциал, см<sup>2</sup>\*сут. по методике А. А. Ничипоровича.

12. Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза - по формуле А.А. Ничипоровича (1956):

$$K_{\text{хоз}} = W_3 / W_{\text{H}} \times 100 \%, \text{ где}$$

$W_3$  – масса зерна, г;  $W_{\text{H}}$  – надземная биомасса растений, полученная при уборке, г.

13. Изучение элементов структуры урожая проводили согласно методике Государственной комиссии по сортоиспытанию с/х культур (1971). Определялись следующие показатели: высота растения, общая и продуктивная кустистость, количество колосков и зерен в колосе, масса 1000 зерен.

14. Определение показателей качества зерна (стекловидность, масса 1000 зерен, натура, белок) проводилось по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1988) в лаборатории качества зерна СибНИИСХ.

15. Активность азотфиксации определялась по количеству общего азота в растениях классическим разностным методом (метод сравнения по выносу азота), проводился расчет коэффициента азотфиксации (Оценка действия, 2000).

16. Содержание общего азота в вегетативной массе растений определяли по Кьельдалю.

17. Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась методом дисперсионного и корреляционного анализов в изложении Б. А. Доспехова (1985) на персональном компьютере по специально разработанным программам.

### 3. ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА АССОЦИАТИВНЫХ ДИАЗОТРОФОВ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ

Микроорганизмам для роста, развития и размножения необходимы питательные элементы. Синтетические возможности микроорганизмов и способы получения ими энергии весьма разнообразны. В связи с эти различны и требования микроорганизмов к источникам питания (Практикум по микробиологии..., 1993).

Исследованиями, проведенными группой микробиологов в 1992-1993 гг. было установлено, что режим увлажнения почвы является одним из определяющих факторов приживаемости азотфиксирующих бактерий на корнях растений. Причем эффективность инокуляции растений была выше в экстремальных условиях температуры и влажности почвы (Белимов и др., 1994).

Весеннее обследование опытного поля показало, что запасы продуктивной влаги перед посевом зерновых культур в пахотном слое почвы (0-20 см) по шкале увлажнения Ильина А.М. соответствуют градации недостаточно-влажная в 2011 г. и умеренно-влажная в 2012 – 2013 гг. Метровый слой почвы в годы исследований характеризовался как умеренно-влажный (таблица 1).

Таблица 1 - Запасы продуктивной влаги в почве перед посевом зерновых культур, мм

Слой почвы, см	Продуктивная влага		
	2011 г.	2012 г.	2013 г.
0-20	15,7	20,71	27,5
0-100	104, 4	133,62	129,2

Обеспеченность верхнего 40-сантиметрового слоя почвы нитратным азотом весной перед посевом, в соответствии с градацией А.Е. Кочергина была низкой в

2012 г. и очень низкой в 2013 г. Обеспеченность пахотного слоя почвы перед посевом во все годы изучения подвижным фосфором была высокой, а обменным калием – очень высокая (таблица 2).

Осеннее обследование поля после уборки пшеницы показало, что обеспеченность почвы нитратным азотом в слое 0-40 см стала низкой в 2012 г. и в 2013 г. Обеспеченность почвы подвижным фосфором была высокой в 2013 г. и очень высокой в 2012 г., а обменным калием - очень высокая в 2012 - 2013 гг.

Таблица 2 - Содержание NPK в почве перед посевом зерновых культур, мг/кг (2011-2013 гг.)

Год	Слой почвы	Содержание, мг/кг					
		N-NO <sub>3</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
		перед посевом	после уборки	перед посевом	после уборки	перед посевом	после уборки
2012	0-20	7	12,6	219	265,8	333,3	366,7
	0-40	7	7,4				
	0-100	12,6	33,6				
2013	0-20	3,9	8,1	170	195,0	341,7	266,7
	0-40	3,1	7,8				
	0-100	12	26,3				
среднее	0-20	4,8	10,0	184,3	197,0	324,4	316,7
	0-40	4,4	7,6				
	0-100	12,1	29,9				

Итогом деятельности почвенной микрофлоры является накопление в почве подвижных элементов питания для растений. Так из таблицы 2 видно, что содержание нитратного азота и подвижного фосфора повысилось осенью 2012 г. и 2013 г., а содержание обменного калия – осенью 2012 г.

В 2011 году численность сапрофитных бактерий на МПА у всех исследуемых сортов было выше в фазу колошения, это объясняется тем, что во

второй декаде июля выпало наибольшее количество осадков за месяц - 55,2 мм ( $r = 0,50$ ), с прибавкой к контролю выделились: Памяти Азиева (22,2 млн. КОЕ/г) и Омская 35 (17,3 млн. КОЕ/г) (Приложение В). В 2012 г., когда после июльской засухи, в первой декаде августа прошли дожди, увеличение бактерий, утилизирующих органические соединения азота, наблюдалось во второй срок отбора проб (налив зерна), инокуляция в этот период оказала положительное влияние: прибавка к контролю составила у Памяти Азиева – 2,3 млн. КОЕ/г, у Дуэта – 11,9 млн. КОЕ/г, а у Омской 35 – 9,2 млн. КОЕ/г. Связь с нитратами в ризосфере сортов на варианте инокуляции была средней положительной ( $r=0,44$ ), а с влажностью – высокой отрицательной ( $r=-0,76$ ) (Приложение Г). В 2013 г. численность бактерий на МПА увеличилась в фазу колошение, скорее всего, это связано с тем, что в первой десятидневке июля прошли дожди (24 мм), которых не наблюдалось в последней декаде июня (0 мм). При этом связь с влажностью почвы в контрольном варианте была высокой положительной ( $r=0,85$ ), а в варианте с инокуляцией – высокой отрицательной ( $r=-0,99$ ). У сорта Памяти Азиева превышение наблюдалось в варианте с инокуляцией и составило 22,8 млн. КОЕ/г; у Дуэта и Омской 35 количество аммонифицирующих микроорганизмов в ризосфере этих сортов было выше в контрольном варианте (Приложение Д).

В среднем за годы исследований количество сапрофитных бактерий, определяемых на мясо-пептонном агаре (МПА), было выше в первый срок отбора проб (фаза колошения). Из всех сортов выделился сорт Памяти Азиева, в ризосфере которого численность бактерий на МПА в варианте с инокуляцией превысила вариант без инокуляции на 18,0 % (рис. 2, Приложение Е). Вместе с тем, отмечено отрицательное влияние аммонификаторов на МПА с элементами питания в ризосфере сорта Памяти Азиева: нитратным азотом и подвижным фосфором ( $r = - 0,89$ ).



Рис. 2 Численность бактерий на МПА, в среднем за 2011-2013 гг.

В 2011 г. по количеству амилолитических микроорганизмов на КАА в фазу колошение выделились обработанные сорта: Памяти Азиева и Омская 35 и сорт Дуэт в обоих вариантах. В этот период выпало наибольшее количество осадков - 55,2 мм, ( $r = - 0,70$ ) и, скорее всего, численность микроорганизмов зависела от влажность почвы, которая в 1 срок отбора проб была выше, чем во второй, как в контрольном варианте ( $r = 0,96$ ), так и в варианте с инокуляцией ( $r = 0,99$ ). Сорт Памяти Азиева превысил контроль на 22, 4 млн. КОЕ/г, Дуэт - на 1,3 млн. КОЕ/г, а Омская 35 - на 13,9 млн. КОЕ/г. (Приложение В).

В 2012 г. в численность микроорганизмов на КАА повысилась в ризосфере всех сортов к наливу зерна: у Памяти Азиева и Дуэт количество бактерий на КАА было выше в контрольном варианте, а в фазу колошение – в варианте с инокуляцией. В этот период в ризосфере этих сортов наблюдалась положительная связь бактерий на КАА с нитратами ( $r = 0,79$ ). Во второй срок отбора проб наблюдалось снижение содержания азота нитратов, вследствие использования его растениями (Приложение Г). В 2013 г. во второй срок отбора проб, когда наблюдалось увеличение содержания влаги в почве, по данному показателю с прибавкой к контролю (18,9 млн. КОЕ/г) выделился Дуэт и сорт Памяти Азиева в обоих вариантах (Приложение Д).

Количество микроорганизмов, потребляющих минеральный азот ( $\text{NH}_3$ ),

растущих на крахмально-аммиачном агаре (КАА), увеличилось в среднем за 3 года к фазе колошение, с чем связано повышение мобилизационных процессов. По численности микроорганизмов, использующих минеральные соединения азота на КАА, выделился сорт Омская 35, у которого превышение над контролем составило 2,18 млн. КОЕ/г., или 4 % (рис. 3, Приложение Е). Количество бактерий в ризосфере сорта Омская 35 положительно коррелировало с нитратным азотом и подвижным фосфором ( $r = 0,97$ ), обменным калием ( $r = 0,19$ ).



Рис. 3 Численность бактерий на КАА, в среднем за 2011-2013 гг.

В результате процессов минерализации азотсодержащих органических соединений в почве образуется конечный продукт разложения – аммиак, поэтому численность нитрификаторов возрастает.

В 2011 г. количество нитрификаторов в ризосфере всех сортов было выше в сравнении с контролем в фазу колошение, в этот период наблюдалась отрицательная связь с осадками ( $r = -0,90$ ). Достаточно тесная зависимость этой группы бактерий обнаружена с влажностью в варианте с инокуляцией ( $r = 0,98$ ). В ризосфере сорта Памяти Азиева превышение - 0,49 тыс. КОЕ/г. также наблюдалось к наливу зерна (Приложение В). В 2012 году численность нитрификаторов увеличилась в ризосфере всех сортов во второй срок отбора проб, повышение связано с прошедшими дождями, после долгой засухи, то есть этот период оказался наиболее благоприятным для развития бактерий, питающихся неорганическими соединениями. Выявлено наибольшее влияние влажности в

ризосфере сортов ( $r = 0,56$ ). Сорт Дуэт превысил контроль в оба срока, а в ризосфере сорта Памяти Азиева количество нитрификаторов было выше в контрольном варианте также по результатам отбора двух проб. Прибавка к контролю у Омской 35 составила 0,51 тыс. КОЕ/г. (Приложение Г).

В 2013 г. к наливу зерна наблюдалось превышение нитрификаторов для сортов: Памяти Азиева и Дуэт в обоих вариантах и Омской 35 на варианте контроля. Численность нитрификаторов в ризосфере этих сортов зависела от влажности ( $r = 0,19$ ). В ризосфере сорта Памяти Азиева численность нитрификаторов была выше в сравнении с контролем на 0,12 тыс. КОЕ/г. (Приложение Г).

Наибольшее количество микроорганизмов, участвующих в окислении восстановленных форм азота, в среднем по годам наблюдалось в ризосфере сорта Дуэт, превышение по этому показателю над контролем составило 0,28 тыс. КОЕ/г, или 19 % (рис.4, Приложение Е). При этом наблюдалась сильная положительная связь нитрификаторов с нитратным азотом, подвижным фосфором ( $r = 0,99$ ) и средняя положительная связь – с обменным калием ( $r = 0,35$ ).



Рис. 4 Численность нитрификаторов, в среднем за 2011-2013 гг.

Главной особенностью олигонитрофилов, фиксирующих атмосферный азот, является способность развиваться при очень низком содержании азота в субстрате (Барайщук, Хамова, 2008). В условиях 2011 г. количество олигонитрофилов в ризосфере исследуемых сортов увеличилось к фазе колошение, в этот период, во

вторую декаду июля прошли дожди ливневого характера ( $r = -0,07$ ). У сорта Памяти Азиева превышение над контролем составило 187 млн. КОЕ/г в фазу колошение, а Омская 35 превысила контрольный вариант в оба срока (Приложение В). В засушливых условиях 2012 г. в ризосфере всех сортов наблюдалось значительное увеличение (в 3,5-8 раз) олигонитрофилов к наливу зерна в обоих вариантах. Инокуляция оказала стимулирующее влияние, так как все сорта превысили контрольный вариант в обе фазы. Это говорит о том, что при инокуляции олигонитрофилы сформировали способность адаптироваться к неблагоприятным условиям внешней среды. Вместе с тем в обе фазы наблюдалась отрицательная связь олигонитрофилов с влажностью почвы ( $r = - 0,98$ ) и с выпавшими к наливу зерна осадками ( $r = - 0,63$ ). Эти микроорганизмы растут на бедных средах, поэтому можно предположить, что в ризосфере пшеницы при инокуляции сложились более благоприятные условия по плодородию и питанию растений (Приложение Г). В 2013 г. численность олигонитрофилов повысилась в ризосфере всех сортов в фазу колошение, повышение связано с прошедшими дождями в начале июля, которых не наблюдалось в конце июня ( $r=0,30$ ). В этот период наблюдалась отрицательная связь с влажностью в ризосфере сортов в контрольном варианте ( $r = - 0,10$ ) и в варианте с инокуляцией ( $r = - 0,94$ ). Превысили контроль сорта: Памяти Азиева (19,8 млн. КОЕ/г) в фазу колошение и Дуэт (7,0 млн. КОЕ/г) в фазу налив зерна (Приложение Д).

В среднем за 3 года численность этой группы микроорганизмов увеличилась в фазу колошение в ризосфере инокулированных сортов: Омская 35 и Памяти Азиева на 6 - 34 % соответственно (рис. 5, Приложение Е). Зависимость олигонитрофилов от основных элементов питания для этих сортов была отрицательной.





Рис. 5 Численность олигонитрофилов, в среднем за 2011-2013 гг.

Интерес представляют грибы, реакция которых на обработку биопрепаратом зависела от содержания основных элементов питания в почве и от гидротермических условий в годы исследований. В 2011 г. в ризосфере исследуемых сортов наблюдалось превышение грибов над контролем в 1 срок отбора проб, которое связано с прошедшими во второй декаде июля дождями ( $r = 0,68$ ); во второй срок отбора проб исследуемые сорта выделились на варианте контроля, связь с осадками была высокой положительной ( $r = 0,70$ ) (Приложение В). В 2012 г. численность грибов увеличилась в ризосфере сортов Памяти Азиева и Омская 35 в обоих вариантах к наливу зерна, а у обработанного сорт Дуэт – в фазу колошение. В период налива зерна на варианте инокуляции наблюдалась сильная положительная связь грибов с содержанием нитратного азота ( $r=0,93$ ). Сорт Памяти Азиева превысил контрольный вариант в оба срока (Приложение Г). В 2013 году также по количеству грибов, которое увеличилось в ризосфере сортов к наливу зерна, выделились: Памяти Азиева и Омская 35 в обоих вариантах и сорт Дуэт на варианте инокуляции. С прибавкой к контролю выделились сорта: Памяти Азиева (2,3 тыс. КОЕ/г.) в 1 срок отбора проб и Омская 35 (6,8 тыс. КОЕ/г.) - во второй срок. При этом связь с азотом нитратов в обе фазы была сильной положительной ( $r=0,99$  и  $r=0,78$ ) в контрольном варианте и отрицательной - на

варианте инокуляции ( $r=-0,68$  и  $r=-0,22$ ) (Приложение Д).

Численность грибов в ризосфере сортов увеличилась в среднем по годам к фазе налив зерна, что связано с выпадением осадков в этот период и поступлением в почву дополнительных источников питания в виде корневого и листового опада, корневых выделений и т. д. По данной группе микроорганизмов за 3 года исследований выделились сорта: Дуэт и Памяти Азиева, в ризосфере которых при инокуляции численность грибов увеличилась на 2,13 тыс. КОЕ/г. и на 9,16 тыс. КОЕ/г. соответственно (рис. 6, Приложение Е). Связь грибов с нитратным азотом и подвижным фосфором была средней положительной ( $r=0,65$  и  $r=0,66$  соответственно), а с обменным калием - средней отрицательной ( $r=-0,40$ ).

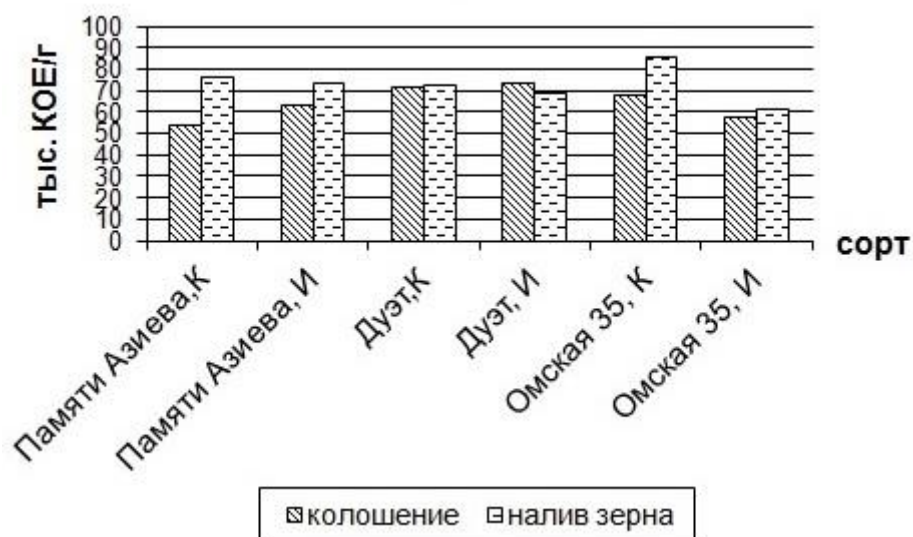


Рис. 6 Численность грибов, в среднем за 2011-2013 гг.

Общее количество микроорганизмов в почве свидетельствует об интенсивности биохимических процессов, протекающих в ней (Г.В. Барайщук, О.Ф. Хамова Влияние экологически безопасных биологически активных препаратов на биологическую активность почвы при выращивании черенковых саженцев // Агрехимия. – 2008. № 10, с. 40-47).

В 2011 г. в ризосфере всех сортов общая численность микроорганизмов была выше в 1 срок отбора проб, повышение было связано с увлажнением почвы в контрольном варианте ( $r = 0, 61$ ). Общее количество микроорганизмов при инокуляции увеличилось в ризосфере сортов: Памяти Азиева на 249, 6 млн. КОЕ/г.

в фазу колошение и Омской 35 на 12,7 млн. КОЕ/г. к наливу зерна (Приложение В). В 2012 г. общая численность микроорганизмов повысилась к наливу зерна, в этот период наблюдалась высокая положительная связь с количеством нитратов у исследуемых сортов на варианте контроля ( $r=0,93$ ) и на варианте инокуляции ( $r = 0,98$ ); выявлена средняя отрицательная связь с количеством осадков ( $r = -0,46$ ). В ризосфере сортов Памяти Азиева, Дуэт при инокуляции общая численность микроорганизмов была выше в фазу колошение на 2,3 млн. КОЕ/г. и на 18,8 млн. КОЕ/г. соответственно, а у Омской 35 - на 76,5 млн. КОЕ/г. к наливу зерна (Приложение Г). В 2013 г. общее количество микроорганизмов увеличилось в 1 срок (колошение) в ризосфере сортов: Дуэт и Омская 35 в обоих вариантах и у Памяти Азиева в варианте с инокуляцией. Превышение к контролю у сорта Памяти Азиева составило 68,4 млн. КОЕ/г в фазу колошение, а у сорта Дуэт – 23,1 млн. КОЕ/г. к наливу зерна (Приложение Д).

В среднем за годы исследований инокуляция оказала стимулирующее действие на общую численность микроорганизмов, которая повысилась у всех исследуемых сортов в период налива зерна (рис. 7, Приложение Е). В ризосфере инокулированных растений сортов Памяти Азиева и Омская 35 общая численность микроорганизмов в среднем по годам была выше в сравнении с контролем без инокуляции на 11% и 40% соответственно. При этом связь общей численности микроорганизмов в ризосфере сорта Памяти Азиева с  $N-NO_3^-$  и  $P_2O_5$  была несущественной, а с  $K_2O$  – сильной отрицательной ( $r=-0,93$ ). Общее количество микроорганизмов в ризосфере сорта Омская 35 зависело от содержания в почве нитратного азота, подвижного фосфора ( $r = 0,23$ ).



Рис. 7 Общее количество микроорганизмов в среднем за 2011-2013 гг.

Дисперсионный анализ данных трехфакторного опыта, представленный на рис. 8, показал, что определяющее влияние на микробиологическую активность почвы оказали условия года (28,6%), доля вклада генотипа составила 14,6%, инокуляции – 6%, различного рода взаимодействия факторов – от 12,7 до 14,0 %.

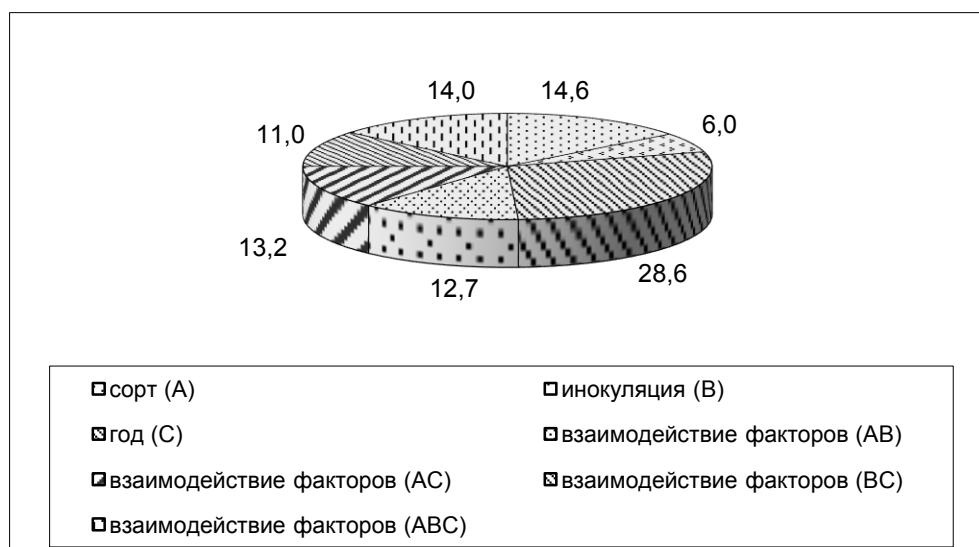


Рис. 8. Доля влияния отдельных факторов на численность микроорганизмов, % (в среднем для всех групп за 2011-2013гг.)

Однако следует отметить, что влияние изучаемых признаков на численность отдельных групп микроорганизмов неравноценно (табл. 3). Так, условия года являлись определяющими для нитрификаторов (80.5%), олигонитрофилов (39.0%) и бактерий на КАА (18.6%),

Генотип сорта оказал значительное влияние на численность бактерий на МПА (25,0%) и микроорганизмов на КАА (18,6%). Для общего количества микроорганизмов было отмечено наибольшее влияние инокуляции (19,2%) и взаимодействия факторов АВ (22,3%). Значительным было влияние взаимодействия факторов АС (14,7%) и АВС (15,8%) для бактерий на КАА. Доля влияния взаимодействия факторов АС, ВС и АВС на численность грибов составила 21,5%, 23,5% и 25,5% соответственно.

Таблица 3 - Доля влияния факторов на численность микроорганизмов, % (в среднем за 2011 - 2013гг.)

Фактор	бактерии на МПА	микроорганизмы на КАА	олигонитрофилы	нитрификаторы	грибы	общее кол-во микроорганизмов
Сорт (А)	24,97	18,58	10,10	5,45	12,36	16,23
Инокуляция (В)	0,01*	10,74	5,39	0,38*	0,03*	19,22
Год (С)	14,20	18,18	38,99	80,54	11,16	8,32
Взаимодействие факторов (АВ)	17,66	10,35	17,37	2,74	5,89	22,28
Взаимодействие факторов (АС)	15,66	14,75	14,31	1,72	21,54	10,92
Взаимодействие факторов (ВС)	15,29	11,57	0,77*	5,02	23,48	9,99
Взаимодействие факторов (АВС)	12,22	15,83	13,08	4,15	25,55	13,04

\*не достоверно

Численность бактерий, определяемых на МПА, в контрольном варианте положительно коррелировала с содержанием нитратного азота в почве ( $r = 0,84$ ).

Положительная корреляция наблюдалась также между содержанием азота в почве и микроорганизмами на КАА в варианте с инокуляцией ( $r = 0,80$ ). Общее

количество микроорганизмов у инокулированных сортов зависело от содержания  $N-NO_3$  ( $r = 0,70$ ).

В варианте с инокуляцией семян коэффициент минерализации, который является показателем интенсивности мобилизационных почвенных процессов, был выше в ризосфере таких сортов, как Дуэт и Омская 35. В период налива зерна соотношение КАА/МПА увеличилось у разных сортов в 2 - 4 раза. Судя по величине коэффициента минерализации, интенсивность процесса была наиболее высокой у раннеспелого сорта Памяти Азиева в контрольном варианте. Соотношение КАА/МПА при инокуляции семян возрастало от 1,63 до 2,33. Коэффициент иммобилизации минерального азота, отражающий процесс закрепления азота в составе органического вещества почвы, имеет иные количественные показатели, чем коэффициент минерализации. Так, интенсивность процессов иммобилизации, сильнее выражена в фазу колошения у сортов Памяти Азиева и Дуэт в контрольном варианте. Инокуляция несколько снижала интенсивность иммобилизации в ризосфере генотипов в первый срок определения. В период налива зерна соотношение МПА/КАА было низким во всех вариантах опыта (0,43 – 0,61).

В ризосфере генотипов преобладали минерализационные процессы, улучшающие питание растений пшеницы (таблица 4).

Таблица 4 - Влияние инокуляции на показатели минерализации и иммобилизации, (в среднем за 2011-2013 гг.)

Сорт	Коэффициент			
	минерализации (КАА/МПА)		иммобилизации (МПА/КАА)	
	колошение	налив зерна	колошение	налив зерна
Памяти Азиева, К*	0,55	2,32	1,82	0,43
Памяти Азиева, И**	0,71	1,63	1,40	0,61
Дуэт, К*	0,76	1,96	1,31	0,51

## Окончание таблицы 4

Дуэт, И**	0,85	1,82	1,17	0,55
Омская 35, К*	0,86	2,01	1,16	0,50
Омская 35, И**	0,86	2,33	1,16	0,43

К\* - контроль

И\*\* - инокуляция

По соотношению микроорганизмов выделились: на 1 месте олигонитрофилы, на 2 - микроорганизмы на КАА, на 3 – бактерии на МПА, нитрификаторы и грибы составили незначительную часть.

Наблюдения показали, что у сорта Памяти Азиева на варианте с инокуляцией количество бактерий на МПА было выше во второй срок отбора проб (налив зерна), у сорта Дуэт – в фазу колошение. Количество микроорганизмов, растущих на КАА, увеличивалось у всех сортов в обоих вариантах к фазе налива зерна.

Численность олигонитрофилов в ризосфере сортов было выше в 1 срок (колошение) у исследуемых сортов в обоих вариантах.

По численности нитрификаторов обработанные сорта Дуэт и Омская 35 превысили контрольный вариант к фазе налив зерна. У сорта Памяти Азиева количество нитрификаторов было выше в фазу колошение на контроле, а на варианте с инокуляцией – во 2 срок (налив зерна).

Количество грибов в ризосфере сортов Памяти Азиева и Омская 35 увеличилось в обоих вариантах к фазе налив зерна. У сорта Дуэт наблюдалось превышение во 2 срок отбора проб в контрольном варианте, а в варианте с инокуляцией – в 1 срок (колошение) (рис. 9, Приложение Ж).

Инокуляция семян яровой мягкой пшеницы биопрепаратом ассоциативных азотфиксаторов способствовала увеличению численности отдельных групп микроорганизмов в ризосфере культуры. Так, в среднем за 3 года, по количеству бактерий - сапрофитов на МПА выделился сорт Памяти Азиева, по количеству микроорганизмов на КАА - сорт Омская 35, по численности нитрификаторов со

значительным превышением над контролем - сорт Дуэт. Олигонитрофилы хорошо размножались в ризосфере таких сортов, как Памяти Азиева и Омская 35, эти же сорта выделились по общему количеству микроорганизмов; немаловажную функцию в почве выполняли грибы, инокуляция повысила их численность в ризосфере сортов Дуэт и Памяти Азиева на 2 – 9 тыс. КОЕ/г. соответственно.

Содержание микроорганизмов в почве колебалось в зависимости от влажности, количества осадков, основных элементов питания.

На микробиологическую активность почвы значительное влияние оказывали условия года, доля вклада отдельных генотипов составила 14,6%, вклад в изменчивость микробиологических показателей различного рода взаимодействий факторов варьировал от 12,7 до 14,0%. Численность бактерий на МПА и микроорганизмов на КАА положительно коррелировала с содержанием  $N-NO_3^-$  как в контрольном варианте, так и в варианте с инокуляцией. Между общим количеством микроорганизмов и нитратным азотом связь была положительной в варианте с инокуляцией.

Минерализация органического вещества в варианте с инокуляцией была интенсивнее, чем на контроле в ризосфере таких сортов, как Дуэт и Омская 35 в период колошения, процессы иммобилизации у этих же сортов интенсивнее проявлялись в контрольном варианте. В период налива зерна в ризосфере генотипов преобладали минерализационные процессы.



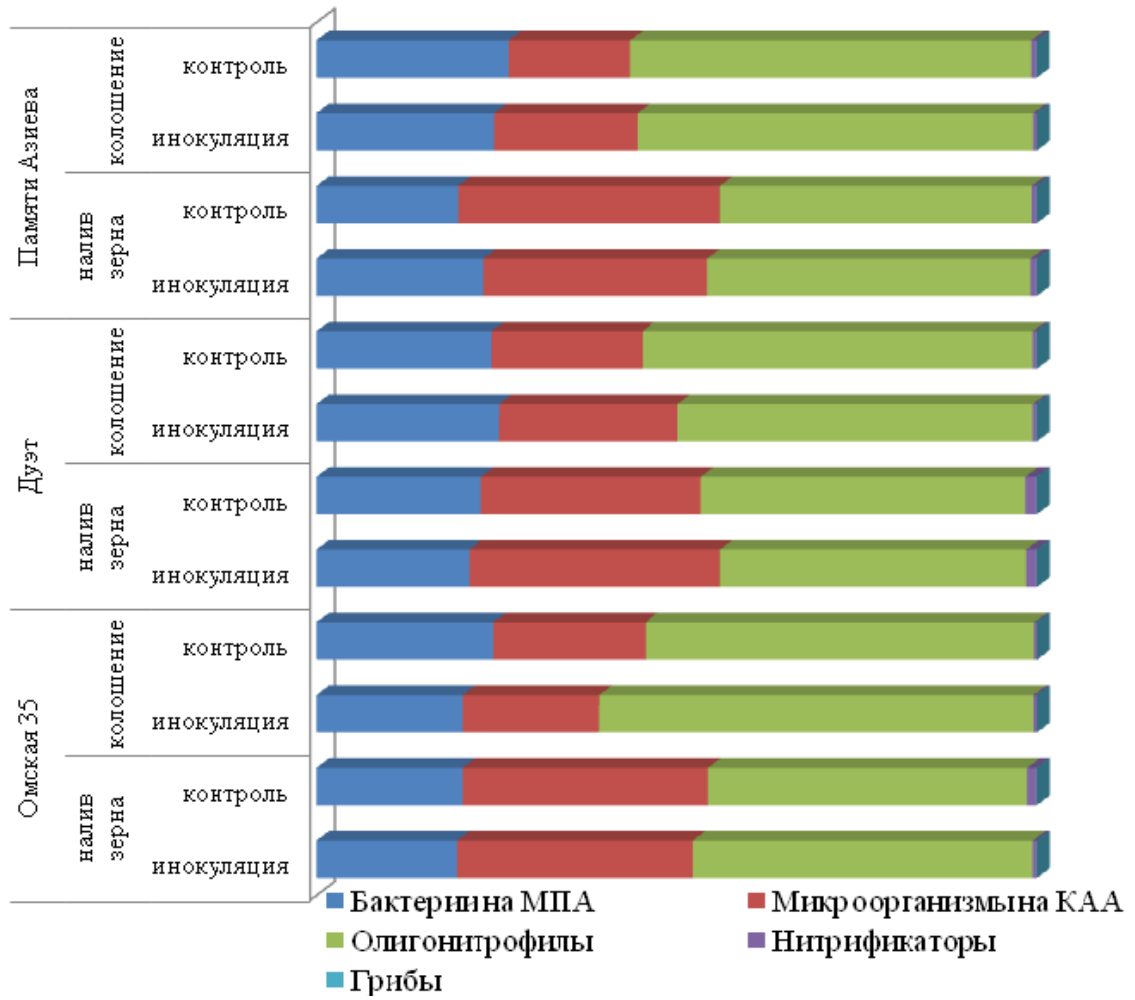


Рис. 9 Соотношение микроорганизмов в ризосфере сортов яровой мягкой пшеницы, 2011-2013 гг., %

## **4. РОСТ, РАЗВИТИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ БИОПРЕПАРАТА АССОЦИАТИВНЫХ ДИАЗОТРОФОВ И АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

### **4.1. Посевные качества семян яровой мягкой пшеницы**

Посевные качества – это совокупность показателей качества семян, характеризующих их пригодность для посева, к ним относятся сила роста, энергия прорастания, лабораторная всхожесть, жизнеспособность, влажность, чистота, масса 1000 зерен и др. (Поползухин П.В.). В нашем исследовании выявлено влияние биопрепарата на массу 1000 зерен, энергию прорастания и лабораторную всхожесть.

Масса 1000 зерен – показатель, зависящий от генотипа и условий внешней среды, складывающихся во время налива и созревания зерна (Леушкина и др., 2010). В 2012 году по данному показателю в среднеранней группе спелости с существенной прибавкой к контролю выделились: сорт Памяти Азиева и гибрид Г 2755/04. Достоверное увеличение по этому показателю наблюдалось в среднеспелой группе у сорта Мелодия (3,1г). На сорта среднепоздней группы биопрепарат оказал угнетающее влияние (Приложение 3). В 2013 году существенного влияния инокуляции на массу 1000 зерен не наблюдалось. В среднем за годы исследований с достоверной прибавкой к контролю по массе 1000 зерен выделился среднеранний сорт Мелодия (таблица 5).

Энергия прорастания является показателем дружности и прорастания семян (Леушкин и др., 2010). В 2012 году выявлено стимулирующее влияние инокуляции биопрепаратом на энергию прорастания у сортов среднеспелой и среднепоздней групп спелости. В среднеранней группе с прибавкой к контролю (4,5%) выделился гибрид 2755/04 (Приложение 3). В 2013 году, по

данным приложения И видно, что в среднем у инокулированных сортов среднеранней группы спелости наблюдается превышение по показателю энергия прорастания на 4,7%. Существенное превышение наблюдалось у гибрида 2755/04 и сорта Памяти Азиева на 9 % и 23% соответственно. В среднеспелой группе по данному показателю с прибавкой к контролю выделился сорт Светланка (6,5%). В среднепоздней группе превышение в среднем по группе составило 5,2 %, вместе с тем на варианте инокуляции выделились все сорта. Однако, в 2013 году наблюдалось снижение этого показателя что, видимо, было связано с удлинением межфазного периода «колошение-восковая спелость».

Таблица 5 - Посевные качества семян яровой мягкой пшеницы, в среднем за 2012-2013 гг.

Сорт	Масса 1000 зерен, г		Энергия прорастания, %		Лабораторная всхожесть, %	
	К	И	К	И	К	И
<b>Памяти Азиева</b>	33,8	34,6	68,5	80,7	94,2	96,7
Катюша	36,3	34,4	82,2	73,5	94,2	95,5
Г2755/04	35,3	35,2	70,5	77,2	96,0	94,0
В среднем по группе	35,1	34,7	73,7	77,1	94,8	95,4
<b>Дуэт</b>	34,1	33,0	72,5	68,5	93,0	93,2
Мелодия	35,1	37,5	81,7	78,0	91,5	96,2
Светланка	36,0	36,0	69,5	74,5	95,0	96,5
В среднем по группе	35,1	35,5	74,6	73,7	93,2	95,3
<b>Омская 35</b>	34,9	31,9	69,0	71,2	94,5	93,2
Серебристая	36,0	34,9	72,2	76,2	95,5	96,5
Г540/05	34,5	34,1	71,0	76,5	98,5	94,2
В среднем по группе	35,1	33,6	70,7	74,6	96,2	94,6
Сортовая средняя	35,1	34,6	73,0	75,1	94,7	95,1
НСР <sub>0,5</sub> по фактору А – сорт	3,07		11,17		4,92	
НСР <sub>0,5</sub> по фактору В – инокуляция	1,45		5,27		2,32	
НСР <sub>0,5</sub> АВ	4,34		15,80		6,96	

К – контроль; И - инокуляция

Таким образом, по показателю энергия прорастания достоверная прибавка к контролю в среднем за годы изучения наблюдалось у сортообразцов: Памяти Азиева, Г 2755/04, Г540/05 на 12,2%, 6,7% и 5,5 % соответственно (таблица 5).

Влияние биопрепарата на лабораторную всхожесть было неодинаковым. В условиях 2012 года в среднем по сортам этот показатель составил 96,0% в контрольном варианте и 98,7% на варианте инокуляции. В среднеранней группе заслуживает внимание гибрид 2755/04, прибавка к контролю у которого составила 3,5%. Установлено положительное влияние биопрепарата на сорта среднеспелой группы. Сорт Серебристая и гибрид 540/05 в среднепоздней группе превысили контрольный вариант на 2% и 3% соответственно (Прил. 3). В 2013 году по показателю лабораторная всхожесть в среднеранней группе с достоверной прибавкой к контролю выделился сорт Памяти Азиева (3,5%), в среднеспелой - Мелодия (3,5%) (Прил. И). Сравнивая оба года исследований, отмечено снижение лабораторной всхожести в 2013 г., вследствие удлинения в прохладных и влажных условиях межфазного периода «колошение - восковая спелость». В среднем по годам этот показатель на варианте инокуляции составил 95,1%. Достоверное превышение наблюдалось у сортов: Памяти Азиева – 2,5% в среднеранней группе и Мелодия (4,7%) – в среднеспелой (таблица 5).

В 2013 г. по массе 1000 зерен существенной прибавки к контролю не выявлено.

#### **4.2. Полевая всхожесть и выживаемость растений**

Основным условием образования оптимального числа колосьев в высокопродуктивном посеве является определенное число растений на единице площади, которое зависит от принятых норм посева, полевой всхожести семян, продуктивной кустистости и выживаемости растений. Формирование высокопродуктивных агроценозов связано с плотностью стояния

растений. В условиях засушливого климата густота всходов яровой пшеницы в расчете на определенное количество посева семян зависит от большого количества факторов. Для начала прорастания семян необходимы вода, тепло и кислород воздуха (Шмакова, Поползухина, 2008).

Полевая всхожесть растений и их выживаемость в значительной мере обусловлены средой, хотя доля влияния генотипа на проявление этих признаков не вызывает сомнения (там же).

На полевую всхожесть и выживаемость изучаемых сортообразцов существенное влияние оказывали почвенно-климатические условия. По данным таблицы 6 видно, что в среднем по сортам наибольшая полевая всхожесть была отмечена в 2012 г. в обоих вариантах, у сортообразцов: Памяти Азиева, Г540/05 изучаемый показатель был выше в сравнении с контролем на 4,0% и 12% соответственно. В 2011 г. наблюдалось снижение полевой всхожести, что связано с низкими запасами продуктивной влаги в почве (15,7 мм) и количеством выпавших осадков в мае – 23 мм. Высокими значениями полевой всхожести при инокуляции характеризовались сорта: Дуэт и Серебристая. В 2013 г. наивысшие значения изучаемого показателя в сравнении с контролем имели сорта: Памяти Азиева, Мелодия, Светланка. В среднем по годам при инокуляции с наибольшими значениями полевой всхожести выделились все сорта среднеспелой группы и среднеранний сорт Памяти Азиева.

Таблица 6 – Полевая всхожесть семян яровой мягкой пшеницы, %

Сорт	2011 г.		2012 г.		2013 г.		Среднее	
	К	И	К	И	К	И	К	И
Памяти Азиева	94,0	85,0	85,0	99,0	85,0	95,0	88,0	93,0
Катюша	97,0	93,0	98,4	97,6	93,0	96,0	96,1	95,5
Г2755/04	88,0	83,0	100	100	97,0	96,0	95,0	93,0
Дуэт	82,0	91,0	100	99,0	91,0	87,0	91,0	92,3

Окончание таблицы 6

Мелодия	79,0	73,0	96,8	92,0	90,0	96,0	88,6	87,0
Светланка	75,0	75,0	99,0	94,0	76,0	85,0	83,3	84,7
Омская 35	77,0	78,0	100	99,0	81,0	80,0	86,0	85,7
Серебристая	68,0	80,0	97,0	95,0	86,0	76,0	83,7	83,7
Г540/05	99,0	83,0	82,0	94,0	83,0	78,0	88,0	85,0
Среднее	85,4	82,3	95,4	96,6	86,9	87,7	88,7	88,9
НСР <sub>0,5</sub>	4,3		3,9		4,1			

Полевая всхожесть зависела от запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы ( $r = 0,99$ ) и от основных элементов питания: нитратного азота ( $r = 0,99$ ), подвижного фосфора ( $r = 0,97$ ) и обменного калия ( $r = 0,61$ ).

Выживаемость растений обусловлена климатическими условиями последующих фаз развития и считается экологически значимым признаком адаптации (Зыкин и др., 2000).

Наибольшая выживаемость растений отмечена в 2012 г., в среднем по сортам этот показатель составил 95,4% в контрольном варианте и 96,6% - на варианте с инокуляцией, гибрид Г540/05 и сорт Памяти Азиева превысили контроль на 12% и 14% соответственно. В 2011 г. наблюдалось снижение выживаемости в среднем по сортам у инокулированных растений, однако у сортов: Дуэт и Серебристая наблюдалось превышение к контролю на 8% и 11% соответственно. В 2013 г. в среднем по сортам выживаемость в обоих вариантах составила 80%, при этом с существенной прибавкой к контролю выделились сорта: Памяти Азиева (6%), Г2755/04 (13%), Светланка (5%), Мелодия (7%) (таблица 7). В среднем за годы исследований наибольшими значениями полевой всхожести характеризовались сортообразцы: Памяти Азиева и Г2755/04.

Таблица 7 – Выживаемость растений яровой мягкой пшеницы, %

Сорт	2011 г.		2012 г.		2013 г.		Среднее	
	К	И	К	И	К	И	К	И
Памяти Азиева	91,0	84,0	85,0	99,0	84	91	86,7	91,3
Катюша	93,0	82,0	98,4	97,6	93	82	94,8	87,2
Г2755/04	86,0	81,0	100	100	73	86	86,3	89,0
Дуэт	80,0	88,0	100	99,0	91	86	90,3	91,0
Мелодия	76,0	71,0	96,8	92,0	85	90	85,9	84,3
Светланка	74,0	73,0	99,0	94,0	61	68	78,0	78,3
Омская 35	75,0	76,0	100	99,0	77	74	84,0	83,0
Серебристая	67,0	78,0	97,0	95,0	81	72	81,7	81,7
Г540/05	97,0	82,0	82,0	94,0	79	74	86,0	83,3
Среднее	82,0	79,0	95,4	96,6	80	80	86,0	85,5
НСР <sub>0,5</sub>	4,6		3,9		4,1			

#### 4.3. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов

Вегетационным периодом считают продолжительность вегетации зерновых от полных всходов до восковой спелости. На сегодняшний день встает проблема его сокращения без снижения продуктивности. Создание раннеспелых и среднеспелых сортов особенно актуально для Западной Сибири - зоны критического земледелия, где ограниченность тепловых и водных ресурсов сказывается часто на стабильности урожайности, качестве зерна и семян (Поползухина, 2003).

Продолжительность вегетационного периода и его структура определяют пригодность сорта к условиям данной зоны (Гужов, 1991). Вегетационный период яровой мягкой пшеницы подвержен колебаниям, обусловленным погодными факторами. Он складывается из периодов прохождения основных фаз развития растений: всходы, кущение,

трубкование, колошение, цветение, формирование и созревание зерна. Наиболее важные из них в практике селекции – это периоды: всходы - колошение, колошение – восковая спелость и всходы - восковая спелость (Головоченко, 1998).

В таблице 8 представлена продолжительность межфазных и вегетационного периодов у образцов яровой мягкой пшеницы в среднем за годы исследований.

Проведенные исследования показали, что у сортов среднеранней группы спелости вегетационный период в среднем по группе составил 37,5 сут., причем короче на 1 сут. в сравнении с контролем он был у сорта Памяти Азиева. В среднеспелой группе длина вегетационного периода составила 41,4 сут., у сорта Мелодия период «всходы-колошение» был на 1 сут. короче, а у сорта Светланка – на сутки длиннее контроля. В среднепоздней группе вегетационный период был равен 44,0 сут., укорачивание длины вегетационного периода в сравнении с контролем на 1 сут. отмечено у сорта Серебристая и у гибрида 540/05 (таблица 8).

Сокращению вегетационного периода до 37 сут. в 2012 г. способствовали высокая температура ( $r = 0,60$ ) и недобор осадков в период вегетации ( $r = 0,70$ ) (Приложение К).

Среднесуточная температура воздуха в пределах нормы и количество осадков выше среднемноголетнего значения способствовали удлинению вегетационного периода до 45,2 сут. в 2011 г. и до 40,9 сут. в 2013 г. (Приложения К, М). При этом наблюдалась сильная положительная связь с суммой активных температур ( $r = 0,90$ ) и с осадками ( $r = 0,70$ ) в 2011 г. и ( $r = 0,99$ ), ( $r = 0,90$ ) - в 2013 г. соответственно. Выявлена средняя положительная связь ( $r = 0,42$ ) со среднесуточной температурой воздуха и длиной вегетационного периода в 2013 г.

В условиях 2011 г. период «всходы-колошение» составил 41,8 сут. в среднеранней группе, 45,7 сут. – в среднеспелой и 48 сут. – в среднепоздней



(Приложение К). В 2012 г. период вегетации был равен 31,7 сут. в среднеранней группе спелости, 34,3 сут. – в среднеспелой и 35,3 сут. – в среднепоздней, (Приложение Л) а в 2013 г. вегетационный период составил 37,5; 41,4; 44 сут. соответственно (Приложение Л).

Период «всходы-кущение» в среднем за три года составил 11 сут. Продолжительность межфазного периода «кущение-выход в трубку» составила 13 сут. в среднеранней группе, 14,2 сут. – в среднеспелой и 15,5 сут. – в среднепоздней. В среднем по сортам межфазный период был равен 14,2 сут. (таблица 8).

Межфазный период «выход в трубку – колошение» длился 13,5 сут. в среднеранней группе, 16,2 сут. – в среднеспелой и 18 сут. – в среднепоздней.

Таблица 8. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов яровой мягкой пшеницы, в среднем за 2011-2013 гг., сут.

Сорт	Всходы – кущение	Кущение – выход в трубку	Выход в трубку – колоше- ние	Всходы – колоше- ние	± к контролю
Памяти Азиева, К	11	13	13	37	-
Памяти Азиева, И	11	13	12	36	-1
Катюша, К	11	13	14	38	-
Катюша, И	11	13	14	38	-
Г 2755/04, К	11	13	14	38	-
Г 2755/04, И	11	13	14	38	-
В среднем по группе	11	13	13,5	37,5	
Дуэт, К	11	14	15	40	-
Дуэт, И	11	14	15	40	-
Мелодия, К	11	14	18	43	-
Мелодия, И	11	14	17	42	-1
Светланка, К	11	14	16	41	-
Светланка, И	11	15	16	42	+1
В среднем по группе	11	14,2	16,2	41,4	

Окончание таблицы 8

Омская 35, К	11	16	16	43	-
Омская 35, И	11	15	16	42	-1
Серебристая, К	11	15	18	44	-
Серебристая, И	11	15	18	44	-
Г 540/05, К	11	16	19	46	-
Г 540/05, И	11	16	18	45	-1
В среднем по группе	11	15,5	17,5	44	
В среднем по сортам	11	14,2	15,7	40,9	

К – контроль

И - инокуляция

Таким образом, при инокуляции значительных различий по длине вегетационного периода не выявлено в пределах сортообразцов одной группы спелости, но в пределах разных групп спелости различия имеются.

#### 4.4. Фотосинтетические показатели

Известно, что фотосинтез - важный процесс в жизни растений, определяющий прирост надземной массы растений, урожай и его качество. Использование фотосинтетически активной радиации (ФАР) зависит от площади листовой поверхности, на которую, в свою очередь, влияют все факторы жизни растений (Лущина, 2005).

Продуктивность фотосинтеза растений характеризуется следующими показателями: а) фотосинтетическим потенциалом (ФП) – суммарная величина площади листьев за сутки в течение вегетационного периода; б) чистой продуктивностью фотосинтеза (Фч. пр.) – весовое количество общей сухой биомассы, накапливаемой растениями за сутки в расчете на 1 м<sup>2</sup>; в) коэффициентом фотосинтеза (Кэф.) – количество поглощенного СО<sub>2</sub> за сутки в расчете на 1 м<sup>2</sup>; г) хозяйственной продуктивностью посева (К хоз.) – отношение массы зерна растения к его общей биомассе (Ничипорович, 1956).

#### 4.4.1. Ассимиляционная поверхность листьев

Площадь листьев – весьма лабильный показатель фотосинтетической деятельности растений, его можно успешно регулировать агротехническими приемами возделывания сельскохозяйственных культур и подбором соответствующих сортов (Полимбетова, Мамонов, 1980).

Наши исследования показали, что от всходов до уборки урожая площадь листовой поверхности и длительность ее функционирования зависели как от сортовых особенностей, погодных условий, так и от инокуляции семян.

Наращение площади листьев в посевах до максимальной и дальнейшее развитие ее у отдельных растений идет различными темпами. Период деятельности общей площади листьев зависит от длины вегетационного периода (Тарчевский, 1971).

Температурный режим 2012 г. оказался более благоприятным для развития площади листовой поверхности генотипов, а низкие температуры и количество осадков, выпавшее за вегетационный период 2013 года способствовали снижению площади листьев.

В условиях 2012 г. площадь листьев увеличивалась у большинства сортов до фазы выхода в трубку, однако выделились сорта, у которых наблюдалось увеличение площади листовой поверхности до фазы колошения, а именно: сорт Памяти Азиева в обоих вариантах, Светланка в контрольном варианте, Омская 35 и Г540/05 на варианте с инокуляцией (рис. 10).

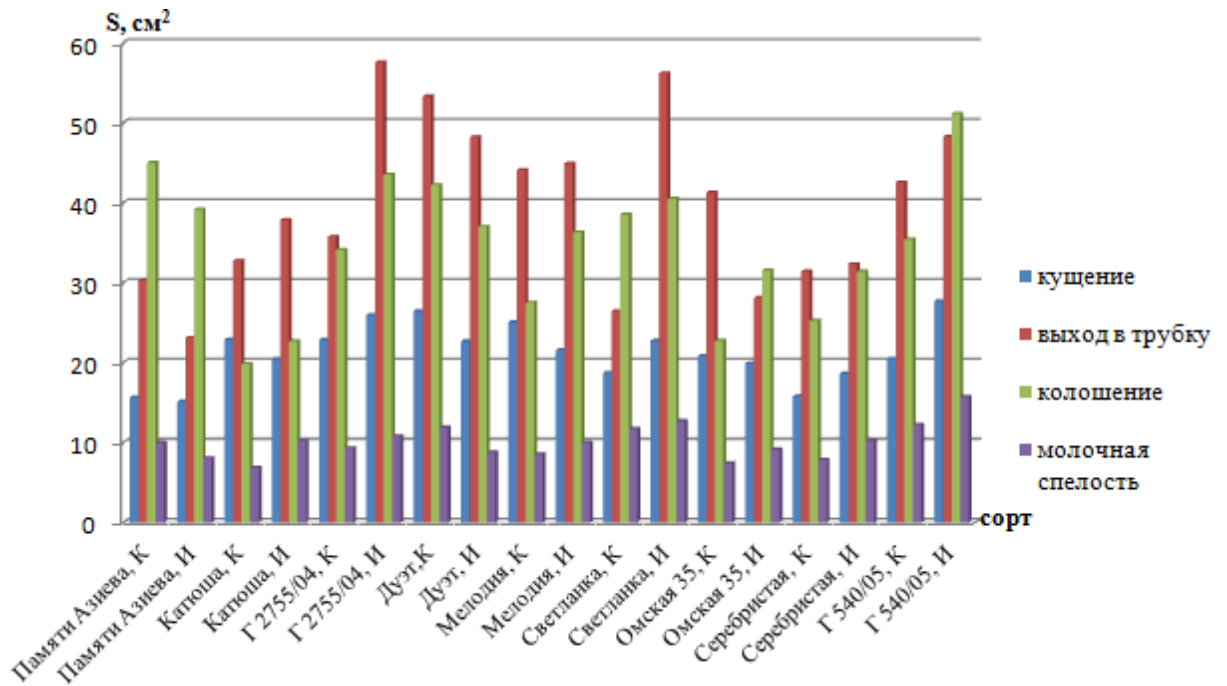


Рис. 10 Площадь листовой поверхности сортов яровой мягкой пшеницы, 2012 г.

В 2013 г. у всех сортов нарастание площади листьев наблюдалось до фазы выхода растений в трубку (рис. 11).

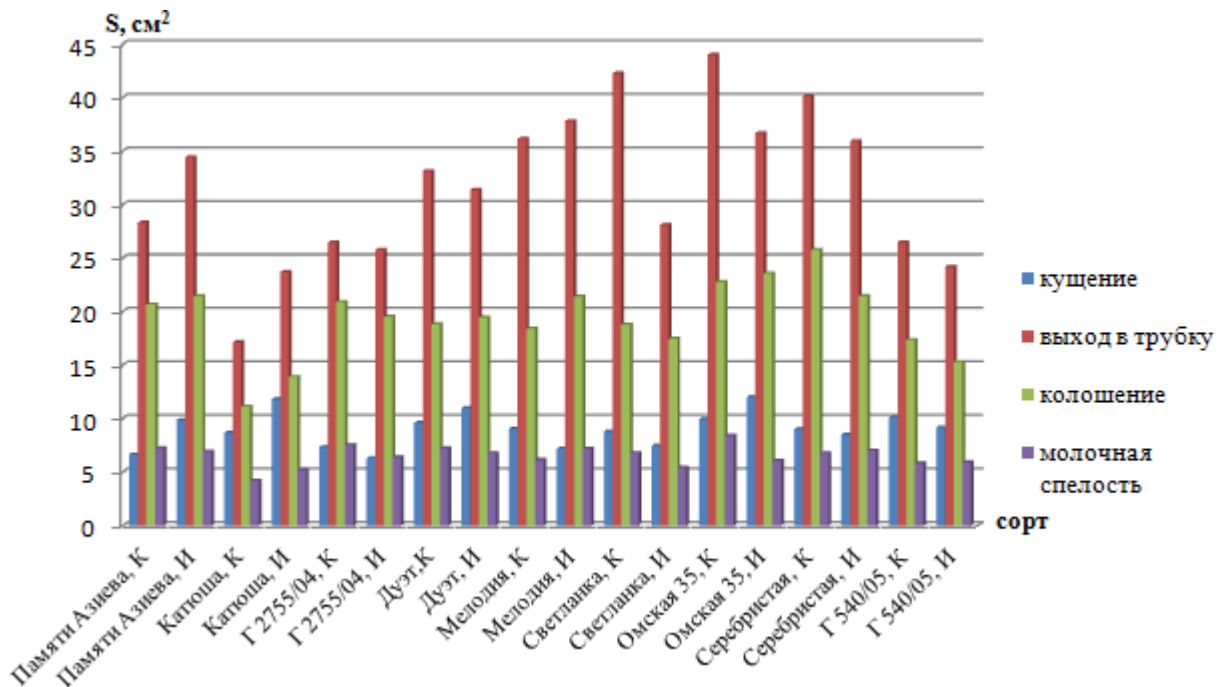


Рис. 11 Площадь листовой поверхности сортов яровой мягкой пшеницы, 2013 г.

Так, в фазу кущение в 2012 г. в среднеранней группе спелости у гибрида

2755/04 площадь листовой поверхности увеличилась в сравнении с контролем на 3,06 см<sup>2</sup>, в среднеспелой группе с прибавкой к контролю выделился сорт Светланка (4,03 см<sup>2</sup>); в среднепоздней - превысили контрольный вариант Серебристая и Г540/05 на 2,87 и на 7,23 см<sup>2</sup> соответственно. В условиях 2013 г. при инокуляции выделились: Памяти Азиева, Катюша – в среднеранней группе, Дуэт – в среднеспелой и Омская 35 – в среднепоздней. В среднем за два года у инокулированных растений наблюдалось превышение площади листовой поверхности в фазу кущения в среднеранней и среднепоздней группах спелости и снижение этого показателя – в среднеспелой. Наибольшую площадь листовой поверхности на варианте с инокуляцией формировал гибрид 540/05 (таблица 9).

В 2012 г. в среднем по группе на варианте с инокуляцией площадь листьев у раннеспелых сортов в фазу выхода в трубку составила 39,50 см<sup>2</sup>, а в контрольном варианте – 32,91 см<sup>2</sup>. С существенной прибавкой к контролю выделились сорта: Катюша (5,13 см<sup>2</sup>) и Г 2755/04 (21,13 см<sup>2</sup>). В среднеспелой группе превышение к контролю – 29,75 см<sup>2</sup> наблюдалось у сорта Светланка, а в среднепоздней – у Г540/05 (5,75 см<sup>2</sup>). В сложившихся условиях 2013 площадь листьев в фазу выхода в трубку достигла своего максимального значения. Однако биопрепарат оказал угнетающее влияние на площадь листовой поверхности для сортов среднеспелой и среднепоздней групп спелости. В среднем по группе у среднеранних сортов на варианте с инокуляцией ассимиляционная поверхность листьев превысила контрольный вариант на 8,71 см<sup>2</sup>. Прибавка к контролю у сортов Памяти Азиева и Катюша составила 6,12 см<sup>2</sup> и 6,55 см<sup>2</sup> соответственно. В среднем за 2 года в фазу выхода растений в трубку превысили контроль по площади листовой поверхности: гибрид 2755/04 в среднеранней группе и сорт Светланка – в среднеспелой (таблица 9).

Таблица 9 – Динамика нарастания листовой поверхности сортов,  
см<sup>2</sup>/растение, 2012-2013 гг.

Сорт, гибрид	Фаза развития					
	кущение			выход в трубку		
	2012 г.	2013 г.	2012 - 2013 гг.	2012 г.	2013 г.	2012 - 2013 гг.
Памяти Азиева, К	15,66	6,65	11,16	30,27	28,32	29,30
Памяти Азиева, И	15,14	9,88	12,51	23,06	34,44	28,80
Катюша, К	22,89	8,67	15,78	32,73	17,15	24,90
Катюша, И	20,43	11,80	16,12	37,86	23,70	30,80
Г 2755/04, К	22,89	7,33	15,11	35,74	26,46	31,10
Г 2755/04, И	25,95	6,30	16,13	57,59	25,78	41,70
среднее по группе, К	20,48	7,55	14,02	32,91	23,98	28,40
среднее по группе, И	20,51	9,33	14,92	39,50	32,69	36,10
Дуэт, К	26,42	9,61	18,02	53,30	33,13	43,20
Дуэт, И	22,66	11,00	16,83	48,21	31,40	39,80
Мелодия, К	25,04	9,04	17,04	44,11	36,15	40,10
Мелодия, И	21,57	7,19	14,38	44,91	37,80	41,40
Светланка, К	18,71	8,77	13,74	26,45	42,26	34,40
Светланка, И	22,74	7,46	15,10	56,20	28,10	42,20
среднее по группе, К	23,39	9,14	16,27	41,29	37,18	39,20
среднее по группе, И	22,32	8,55	15,44	49,77	32,43	41,10
Омская 35, К	20,83	9,94	15,39	41,25	44,00	42,60
Омская 35, И	19,89	12,00	15,94	28,12	36,67	32,40
Серебристая, К	15,75	9,00	12,38	31,39	40,13	35,80
Серебристая, И	18,62	8,48	13,55	32,32	35,93	34,10
Г 540/05, К	20,45	10,10	15,26	42,54	26,46	34,50
Г 540/05, И	27,68	9,16	18,42	48,29	24,17	36,20
среднее по группе, К	19,01	9,67	14,34	38,39	36,86	37,60
среднее по группе, И	22,06	9,87	15,97	36,24	32,26	34,30
среднее сортам, К	20,96	8,79	14,87	37,53	31,36	34,40
среднее по	21,63	9,25	15,44	41,84	30,89	36,40

Окончание таблицы 9

сортам, И						
НСР <sub>0,5</sub> по фактору В-инокуляция	2,39	1,37	1,88	3,14	1,95	2,97

В условиях 2012 г. в фазу колошение в среднем по сортам площадь листьев на варианте инокуляции составила 37,02 см<sup>2</sup>, а в контрольном варианте – 32,28 см<sup>2</sup>. С достоверной прибавкой к контролю выделились: сорт Катюша (2,82 см<sup>2</sup>) и гибрид 2755/04 (9,42 см<sup>2</sup>) в среднеранней группе, сорта Мелодия (8,81 см<sup>2</sup>) и Светланка (2,00 см<sup>2</sup>) - в среднеспелой. На сорта среднепоздней группе инокуляция биопрепаратом оказала стимулирующее влияние, так как все сорта превысили контроль. В 2013 г. в среднем по сортам на варианте с инокуляцией наблюдалось снижение ассимиляционной поверхности листьев. Достоверное превышение наблюдалось у сортов: Катюша – 2,75 см<sup>2</sup> в среднеранней группе и Мелодия (2,99 см<sup>2</sup>) – в среднеспелой. В среднем по годам наибольшую площадь листовой поверхности на варианте с инокуляцией формировали сортообразцы: Катюша, Г 2755/04 – в среднеранней группе, Мелодия – в среднеспелой, Омская 35 и Г 540/05 – в среднепоздней (таблица 10).

Таблица 10- Динамика нарастания листовой поверхности сортов,  
см<sup>2</sup>/растение, 2012-2013 гг.

Сорт, гибрид	Фаза развития					
	колошение			восковая спелость		
	2012 г.	2013 г.	2012 - 2013 гг.	2012 г.	2013 г.	2012 - 2013 гг.
Памяти Азиева, К	45,00	20,67	32,83	9,93	7,25	8,59
Памяти Азиева, И	39,14	21,44	30,29	8,03	6,92	7,48
Катюша, К	19,84	11,13	15,48	6,85	4,21	5,53
Катюша, И	22,66	13,88	18,27	10,22	5,21	7,72
Г 2755/04, К	34,10	20,92	27,51	9,30	7,53	8,42
Г 2755/04, И	43,52	19,52	31,52	10,79	6,39	8,59

среднее по группе, К	32,98	17,57	25,28	8,69	6,33	7,51
среднее по группе, И	35,11	18,28	26,69	9,68	6,17	7,93
Дуэт, К	42,23	18,82	30,52	11,89	7,24	9,57
Дуэт, И	36,99	19,43	28,21	8,76	6,77	7,77
Мелодия, К	27,49	18,41	22,95	8,51	6,15	7,33
Мелодия, И	36,30	21,40	28,85	9,96	7,20	8,58
Светланка, К	38,51	18,77	28,64	11,72	6,77	9,25
Светланка, И	40,51	17,46	28,98	12,69	5,41	9,05
среднее по группе, К	36,08	18,67	27,37	10,71	6,72	8,71
среднее по группе, И	37,93	19,43	28,68	10,47	6,46	8,47
Омская 35, К	22,73	22,76	22,74	7,38	8,39	7,89
Омская 35, И	31,53	23,57	27,55	9,12	6,05	7,59
Серебристая, К	25,23	25,78	25,50	7,81	6,78	7,30
Серебристая, И	31,39	21,45	26,42	10,25	7,02	8,64
Г 540/05, К	35,42	17,36	26,39	12,22	5,82	9,02
Г 540/05, И	51,16	15,30	33,23	15,67	5,91	10,80
среднее по группе, К	27,79	21,97	24,88	9,14	7,00	8,07
среднее по группе, И	38,03	20,11	29,07	11,68	6,33	9,00
среднее по сортам, К	32,28	19,40	25,84	9,51	6,68	8,10
среднее по сортам, И	37,02	19,27	28,15	10,61	6,32	8,47
НСР <sub>0,5</sub> по фактору В-инокуляция	1,9	2,59	4,77	2,10	0,48	0,43

К фазе молочной спелости листовая поверхность резко сокращается как в контрольном, так и в инокулированных вариантах, в связи с оттоком ассимилянтов в репродуктивные органы. Так, в 2012 г. в среднем по сортам среднеранней и среднепоздней групп наблюдалось превышение над контролем. В среднеранней группе заслуживает внимание сорт Катюша, прибавка к контролю у которого составила 3,37 см<sup>2</sup>. В среднепоздней группе следует отметить сортообразцы Г540/05 и Серебристая, которые превысили



контроль на 3,45 см<sup>2</sup> и 2,44 см<sup>2</sup> соответственно. Количество осадков, выпавшее в этот период в 2013 г. выступило лимитирующим фактором для формирования площади листьев. С достоверной прибавкой к контролю выделились лишь два сорта: Катюша (1 см<sup>2</sup>) в среднеранней группе и Мелодия (1,05 см<sup>2</sup>) – в среднеспелой. В среднем за годы исследований превышение над контролем было отмечено у сортов: Катюша, Мелодия, Серебристая и Г 540/05 (таблица 10).

#### 4.4.2. Фотосинтетический потенциал

Показателем, характеризующим мощность ассимиляционного аппарата, является фотосинтетический потенциал. Главными факторами, определяющими величину фотосинтетического потенциала, были площадь листовой поверхности и длительность ее функционирования. В связи с этим динамика формирования фотосинтетического потенциала находилась в прямой зависимости от динамики формирования площади листовой поверхности.

Фотосинтетический потенциал сортов яровой мягкой пшеницы определялся как в целом за вегетацию, так и по отдельным фазам развития. Его значения колебались в зависимости от условий года, генотипа и фазы развития растений.

Наибольший потенциал формировали сорта яровой мягкой пшеницы в условиях 2012 г., что связано с более мощным развитием ассимиляционной поверхности листьев. В то время как в холодном с обильными осадками 2013 г. наблюдалось его снижение (Приложения Н, О).

В межфазный период «всходы-кущение» фотопотенциал имеет небольшие значения, которые колебались в пределах от 125,12 см<sup>2</sup>/сут. до 184,22 см<sup>2</sup>/сут. в контрольном варианте и от 111,56 см<sup>2</sup>/сут. до 180,19 см<sup>2</sup>/сут. на варианте инокуляции. При этом с наибольшими значениями

фотосинтетического потенциала при инокуляции выделились сортообразцы. Памяти Азиева, Катюша - в среднеранней группе, Мелодия - в среднеспелой (таблица 11). На сорта среднепоздней группы биопрепарат оказал стимулирующее влияние.

В связи с максимальными значениями площади листьев в межфазный период «кущение-выход в трубку» наблюдалось увеличение фотопотенциала. В среднем по сортам ФП составил 556,68 см<sup>2</sup>/сут. в контрольном варианте и 569,76 см<sup>2</sup>/сут. на варианте инокуляции. Наибольший ФП в сравнении с контролем формировали сортообразцы: Катюша и Г 2755/04 в среднеранней группе, Мелодия - в среднеспелой и Г 540/05 - в среднепоздней (таблица 11).

Таблица 11- Фотосинтетический потенциал листьев растений яровой мягкой пшеницы, см<sup>2</sup>/сут. (в среднем за 2012 - 2013 гг.)

Сорт	Межфазный период			
	всходы - кущение	кущение - выход в трубку	выход в трубку - колошение	колошение - молочная спелость
Памяти Азиева, К	111,56	410,13	369,66	317,83
Памяти Азиева, И	125,12	402,50	285,20	245,01
Катюша, К	157,83	349,17	177,11	171,49
Катюша, И	157,54	430,92	210,46	163,91
Г 2755/04, К	151,10	435,40	316,95	288,08
Г 2755/04, И	161,27	548,59	354,26	290,86
среднее по группе, К	140,16	398,23	287,91	259,13
среднее по группе, И	147,98	460,67	283,31	233,26
Дуэт, К	180,19	691,44	364,51	336,07
Дуэт, И	168,32	636,88	367,66	274,17
Мелодия, К	138,77	500,79	378,35	313,02
Мелодия, И	149,67	751,96	414,28	348,93
Светланка, К	169,07	690,96	319,46	274,17
Светланка, И	145,15	598,14	375,63	274,39
среднее по группе, К	162,67	627,73	354,11	307,75
среднее по группе, И	154,38	662,33	385,86	299,16
Омская 35, К	153,84	724,63	318,44	288,56
Омская 35, И	159,38	550,72	381,72	274,55
Серебристая, К	123,74	607,92	370,23	268,89
Серебристая, И	135,53	580,11	375,71	312,76
Г 540/05, К	152,54	599,73	395,50	333,45

Окончание таблицы 11

Г 540/05, И	184,22	628,00	488,16	397,31
среднее по группе, К	143,37	644,09	361,39	296,97
среднее по группе, И	159,71	586,27	415,198	328,20
среднее по сортам, К	148,73	556,68	334,47	287,95
среднее по сортам, И	154,02	569,76	361,45	286,87

К – контроль

И – инокуляция

В период от выхода растений в трубку и до колошения несколько снизилась площадь листьев растений, поэтому в этот период уменьшился и ФП листьев. Значения фотопотенциала по годам разнятся. Так, в экстремальных условиях 2012 г. сорта сформировали наибольший показатель, в то время как во влажном и прохладном 2013 г. ФП был наименьшим (Приложение О).

В среднем по годам фотопотенциал варьировал от 177,11 см<sup>2</sup>/сут. до 395,50 см<sup>2</sup>/сут. в контрольном варианте и от 210,46 см<sup>2</sup>/сут. до 488,16 на варианте инокуляции. Лучшими показателями при инокуляции обладали сортообразцы Катюша и Г2755/04 в раннеспелой группе, на сорта среднеспелой и среднепоздней групп биопрепарат оказал положительное влияние. (таблица 11).

К фазе молочной спелости, вследствие сокращения ассимиляционной поверхности, наблюдалось уменьшение фотопотенциала. В засушливых условиях 2012 г. ФП у сортов яровой мягкой пшеницы был выше чем, в холодном и влажном 2013 г. То есть 2012 г. был наиболее благоприятным для формирования фотопотенциала в период налива зерна, а низкие температуры и обильные осадки этого периода в 2013 г. снизили величину ФП (Приложение О).

За 2 года исследований фотопотенциал листьев в межфазный период «колошение-молочная спелость» составил в среднем по сортам 287,95 см<sup>2</sup>/сут. в контрольном варианте и 286,87 см<sup>2</sup>/сут. на варианте инокуляции. При этом наибольшие значения показателя при обработке биопрепаратом имели

сортообразцы: в среднеспелой группе - Мелодия, а в среднепоздней - Серебристая и Г540/05 (таблица 11).

#### 4.4.3. Динамика накопления сухой биомассы растений

Существенное влияние на количество и скорость образования сухого вещества надземной биомассы оказывают экологические условия, особенно почвенные и метеорологические. В засушливых районах из-за действия неблагоприятных факторов среды наблюдаются резкие колебания прироста сухого вещества, в результате нарастания массы замедляется, а в некоторых случаях, даже уменьшается. При изменении условий увлажнения заметно меняется и накопление сухого вещества в растениях (Акимова, 2008).

В нашем исследовании биомасса растений зависела от абиотических факторов, прежде всего, от запасов продуктивной влаги в пахотном слое почвы ( $r = 0,99$ ). Условия 2013 г. были наиболее благоприятными для накопления ассимилянтов (рис. 12).

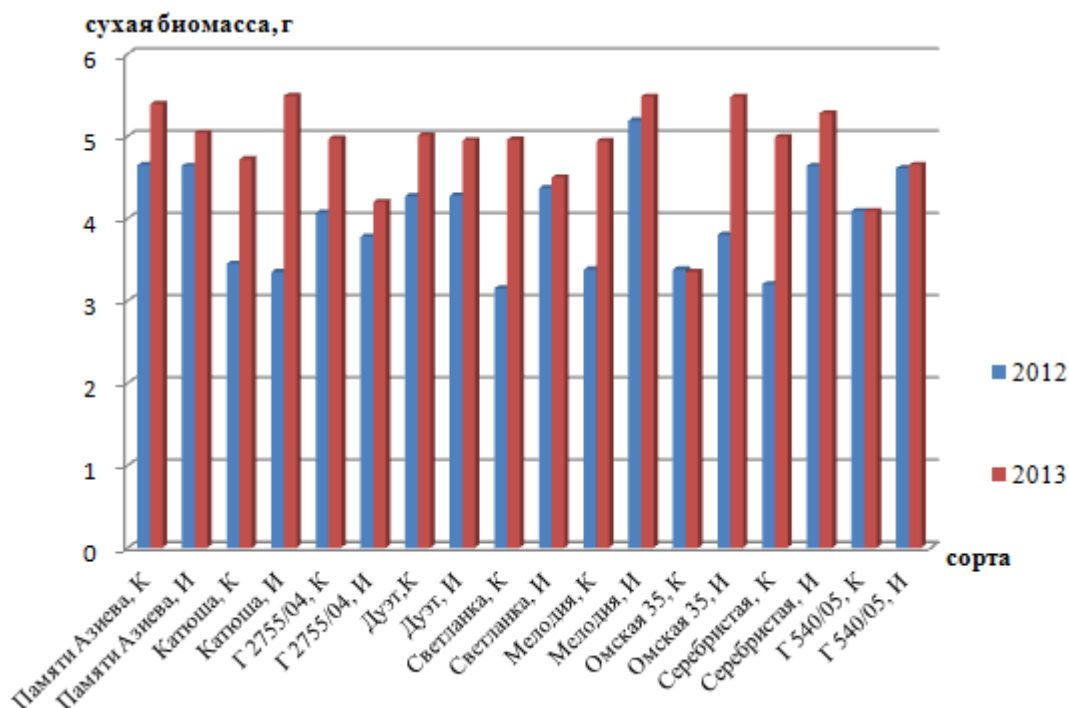


Рис. 12 Сухая биомасса растений, за вегетацию, 2012-2013 гг.

По годам биомасса сухого вещества заметно различается. При этом

различия среди сортов в обоих вариантах незначительны. Так, в условиях 2012 г. в фазу кущения изучаемый показатель варьирует от 0,08 г. до 0,23 г. Однако в 2013 г. в этот период сухая биомасса наименьшая (0,04-0,08 г) (Приложение П).

К фазе выхода растений в трубку биомасса увеличивается и в 2012 г. колеблется в пределах от 0,32 г. до 0,80 г., а в 2013 г. – от 0,55 г. до 1,17 г. Наиболее эффективнее действие биопрепарата было в условиях 2013 г., в этот период сорта: Памяти Азиева, Катюша, Серебристая и Г 540/05 лучше накапливали ассимилянты. В фазу колошение наблюдается прирост сухого вещества в оба года исследований, при этом выделились сорта, у которых при инокуляции увеличивается сухая биомасса: Катюша, Мелодия, Омская 35, Серебристая, Г 540/05. Накопление сухого вещества в растении продолжается вплоть до молочной спелости и достигает в этот период максимального значения в зависимости от сорта и инокуляции. Так, в условиях 2012 г. изучаемый показатель варьировал в пределах от 1,36 г. до 2,48 г., а в 2013 г. его значения колебались от 1,81 г. до 2,97 г. (Приложение П).

#### **4.4.4. Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза**

Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза (К<sub>хоз</sub>) характеризует способность сорта наиболее рационально использовать и распределять образовавшиеся в результате фотосинтеза органические вещества между растущими органами растения.

В своеобразных условиях зоны первостепенное значение приобретает не максимальное накопление надземной массы, а ее оптимальный размер, способность к наиболее полному оттоку ассимилянтов.

В наших исследованиях доля выхода зерна от общей биомассы растений зависела от гидротермических условий, генотипа сорта и инокуляции. Так, в экстремальных условиях 2012 г. выход зерна

был наиболее продуктивным в сравнении с холодным и влажным 2013 годом (таблица 12). Величина показателя в среднем по сортам составила 55,25% в 2012 г. и 48,35 % в 2013 г. С существенной прибавкой к контролю в 2012 г. выделились сорта среднеспелой группы: Дуэт(2%) и Мелодия (1,07%). В 2013 г. внимания заслуживают сорта: Катюша, Дуэт, Мелодия, у которых К хоз. был выше в сравнении с контролем на 2,3%, 2,8%, 1,72 % соответственно. В среднем по годам наибольший К хоз. при инокуляции формировали сорта среднеспелой группы: Дуэт и Мелодия (таблица 12).

Таблица 12 - Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза сортов яровой мягкой пшеницы, %

Сорт	2012	+/- к контролю	2013	+/- к контролю	2012-2013 гг.
Памяти Азиева, К	60,88	-	55,09	-	57,99
Памяти Азиева, И	57,07	-3,81	47,16	-7,93	52,11
Катюша, К	57,62	-	53,49	-	55,55
Катюша, И	51,92	-5,7	46,59	2,3	49,25
Г 2755/04, К	56,04	-	48,89	-	52,46
Г 2755/04, И	56,51	0,47	45,19	-3,7	50,85
Дуэт, К	52,95	-	47,54	-	50,25
Дуэт, И	54,95	2,00	50,34	2,8	52,65
Светланка, К	55,44	-	50,73	-	53,08
Светланка, И	55,64	0,20	49,15	-1,58	52,4
Мелодия, К	56,05	-	45,67	-	50,86
Мелодия, И	57,12	1,07	47,39	1,72	52,25
Омская 35, К	59,34	-	51,34	-	55,34
Омская 35, И	53,37	-5,97	47,45	-3,89	50,41
Серебристая, К	51,36	-	47,68	-	49,52
Серебристая, И	52,04	0,68	47,59	-0,09	49,82
Г 540/05, К	54,03	-	44,35	-	49,19
Г 540/05, И	52,20	-1,83	44,59	0,24	48,39
Среднее по сортам	55,25		48,35		

## **5. ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ГЕНОТИПОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ**

Одним из перспективных приемов повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является предпосевная инокуляция семян штаммами ассоциативных бактерий. У небобовых растений, инокулированных ассоциативными бактериальными штаммами, величина урожая и его качество отражают эффективность ассоциации «растение-бактерия» (Лебедев, 2014).

### **5.1 Урожайность зерна и элементы ее структуры**

Урожайность сорта – интегральный показатель, в основе которого лежат многочисленные корреляционные связи между соподчиненными признаками. В какой степени любой количественный признак определяет формирование урожайности зависит от его значимости, вариабельности, биологической специфики генотипа растения и от характера экологической нагрузки. Влияние агроклиматических условий на урожайность и ее элементы имеет определяющее значение (Белан, 2008).

За 3 года исследований средняя урожайность сортов, не обработанных биопрепаратом, составила 2,26 т/га, а урожайность обработанных сортов - 2,27 т/га.

В условиях 2011 года урожайность сортов, не обработанных биопрепаратом, в среднем по опыту составила 1,73 т/га, а урожайность инокулированных сортов – 1,80 т/га. (таблица 13).

Предпосевная обработка семян ризоагрином позволила выделить наиболее отзывчивые сорта. Так, из среднеранней группы следует отметить сорт стандарт Памяти Азиева, у которого прибавка к контролю составила 0,39 т/га. Наибольшая прибавка к контролю в среднеспелой группе установлена у

сорта Светлана – 0,25 т/га.

У сортов среднепоздней группы заслуживает внимания сорт Серебристая (прибавка к контролю составила 0,34 т/га) (таблица 13).

Погодные условия 2012 года позволили выделить отзывчивые на инокуляцию сорта: в среднеранней группе спелости выделился сорт стандарт Памяти Азиева, урожайность которого повысилась в сравнении с контролем на 0,38 т/га; в среднеспелой группе лидирующее положение занял сорт стандарт Дуэт, превысив контроль на 0,47 т/га.

В условиях 2013 года с прибавкой к контролю выделились: в среднеранней группе – сорт Памяти Азиева (0,1 т/га), в среднепоздней- сорт Серебристая (0,09 т/га).

По результатам исследований за 3 года достоверные прибавки урожайности при обработке биопрепаратом показали сорта Памяти Азиева и Дуэт (таблица 13).

В среднеранней группе спелости урожайность сорта Памяти Азиева с инокуляцией в среднем за 3 года повысилась в сравнении с контролем на 0,29 т/га. Действие биопрепарата оказало положительное влияние на элементы структуры урожая данного сорта, которые превысили контроль по высоте растения, продуктивной кустистости, продуктивности колоса, массе 1000 зерен (таблица 13).

В среднеспелой группе спелости у сорта Дуэт прибавка к контролю в среднем за 3 года составила 0,23 т/га, высокими в сравнении с контролем оказались показатели: высота растения, общая и продуктивная кустистость, озерненность и продуктивность колоса, масса 1000 зерен.

Особого внимания заслуживает сорт Мелодия, урожайность которого находилась на уровне с контролем, однако влияние биопрепарата было отмечено на увеличении всех элементов структуры урожая (таблица 13).

Обработка семян биопрепаратом оказала как положительное, так и отрицательное действие на продуктивность сортов яровой мягкой пшеницы.



В среднеранней группе урожайность сорта Катюша понизилась в сравнении с контролем на 0,07 т/га, однако установлено стимулирующее влияние на такие элементы структуры урожая данного сорта, как высота растения, общая и продуктивная кустистость, озерненность и продуктивность колоса. Аналогичные изменения по продуктивности наблюдаются у гибрида Г 2755/04, урожайность которого понизилась на 0,04 т/га (таблица 13).

Дисперсионный анализ данных трехфакторного опыта показал, что на урожайность сортов наибольшее влияние оказали условия лет (С) -75,4%, доля вклада генотипа (А) составила 11,7%, инокуляции (В) – 1,6%, взаимодействия факторов – от 1,1 до 4,9 % (рисунок 13).

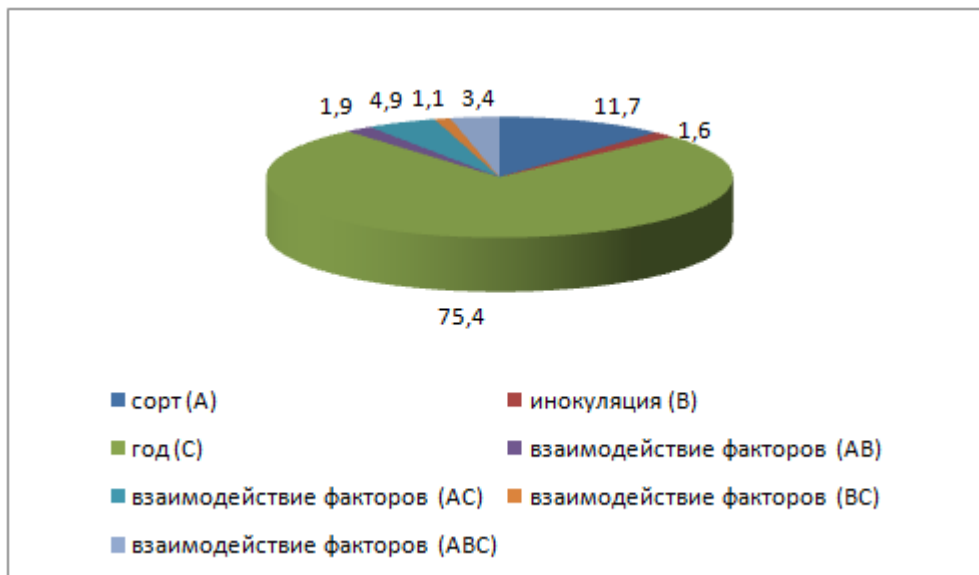


Рис. 13 Доля влияния факторов на урожайность яровой мягкой пшеницы, % (в среднем за 2011-2013гг.)

Таблица 13 - Урожайность сортов яровой мягкой пшеницы, т/га

Вариант	2011 г.			2012 г.			2013 г.			Среднее	
	К	И	± к К	К	И	± к К	К	И	± к К	К	И
Памяти Азиева	1,15	1,54	0,39	1,97	2,35	0,38	1,92	2,02	0,10	1,68	1,97
Катюша	1,63	1,24	-0,39	2,48	2,75	0,27	2,80	2,71	-0,09	2,30	2,23
Г 2755/04	1,30	1,38	0,08	2,82	2,77	-0,05	2,62	2,47	-0,15	2,25	2,21
В среднем по группе	1,36	1,39		2,42	2,62		2,45	2,40			
Дуэт	1,51	1,73	0,22	2,63	3,10	0,47	2,43	2,44	0,01	2,19	2,42
Светланка	1,65	1,9	0,25	2,53	2,30	-0,23	2,72	2,33	-0,39	2,30	2,18
Мелодия	2,12	2,02	-0,1	2,65	3,07	0,42	2,43	2,38	-0,05	2,40	2,49
В среднем по группе	1,76	1,88		2,60	2,82		2,53	2,38			
Омская 35	1,96	1,58	-0,38	2,40	1,86	-0,54	2,38	2,38	0	2,25	1,94
Серебристая	2,14	2,48	0,34	3,10	2,89	-0,21	2,62	2,71	0,09	2,62	2,69
Г 540/05	2,11	2,31	0,2	2,65	2,66	0,01	2,21	2,03	-0,18	2,32	2,33
В среднем по группе	2,07	2,12		2,72	2,47		2,40	2,37			
В среднем по сортам	1,73	1,79		2,58	2,64		2,46	2,38		2,26	2,27
НСР <sub>0,5</sub>	0,16	0,08		0,22	0,24		0,16	0,07		0,34	0,16

К – контроль

И - инокуляция

Таблица 14 - Элементы структуры урожая, в среднем за 2011-2013 гг.

Сорт	Высота расте- ния, см.	Общая кустис- тость, шт.	Продуктив- ная кустис- тость, шт.	Колос			масса 1000 зерен,г
				Кол-во колосков, шт.	Кол-во зерен, шт.	Масса зерен, г	
Памяти Азиева, К	60,09	1,25	1,13	10,64	18,33	0,59	32,07
Памяти Азиева, И	61,99	1,24	1,17	10,12	18,33	0,65	34,23
Катюша, К	62,10	1,34	1,20	10,14	16,71	0,65	39,07
Катюша, И	63,54	1,43	1,29	9,93	19,93	0,69	35,32
Г 2755/04, К	56,76	1,46	1,31	9,11	19,64	0,69	33,55
Г 2755/04, И	60,22	1,38	1,21	10,56	19,08	0,70	36,54
Дуэт, К	62,86	1,32	1,19	10,58	19,37	0,70	36,31
Дуэт, И	67,11	1,37	1,26	10,46	20,73	0,74	36,42
Светланка, К	66,10	1,30	1,25	10,94	19,08	0,73	39,61
Светланка, И	67,42	1,49	1,30	10,38	18,21	0,65	35,79
Мелодия, К	60,67	1,27	1,22	10,44	18,32	0,61	33,15
Мелодия, И	65,56	1,41	1,29	11,02	23,08	0,83	35,79
Омская 35, К	57,98	1,23	1,16	10,16	19,58	0,66	33,95
Омская 35, И	59,68	1,37	1,24	9,88	19,33	0,64	33,23
Серебристая, К	65,55	1,45	1,32	10,54	21,52	0,74	34,53
Серебристая, И	63,21	1,37	1,26	10,11	21,19	0,73	34,51
Г 540/05, К	62,99	1,46	1,34	9,44	18,66	0,62	34,22
Г 540/05, И	62,54	1,32	1,17	38,13	57,63	2,30	39,25
НСР <sub>0,5</sub> по фактору А – сорт	5,58	0,13	0,11	0,85	2,67	0,11	3,92
НСР <sub>0,5</sub> по фактору В – инокуляция	2,63	0,06	0,05	0,40	1,26	0,05	1,85
НСР <sub>0,5</sub> АВ	7,89	0,18	0,16	1,21	3,78	0,15	5,54

К – контроль

И – инокуляция

## 5.2. Качество зерна яровой мягкой пшеницы

Качество зерна – это совокупность биологических, технологических и потребительских свойств и признаков, определяющих пригодность зерна к использованию по целевому назначению. Понятие качества зерна складывается из нескольких признаков, которые определяются сортовыми особенностями и условиями возделывания, уборки, хранения и технологии переработки. Это самый объективный и обобщающий показатель научно-технического прогресса, уровня организации производства, дисциплины труда и важнейший источник экономии продовольственных ресурсов (Леушкина и др., 2010).

Натура зерна- наиболее простой критерий качества пшеницы. Она определяется однородностью размеров, поверхностью и плотностью зерновок.

Стекловидность – это важный показатель технологических свойств зерна. Она характеризует структурно-механические свойства эндосперма и сопротивляемость зерна разрушающим усилиям, влияет на интенсивность его измельчения (Леушкина и др., 2010).

Содержание белка изменяется в зависимости от погодных условий и содержания нитратного азота в почве. Выявлена четкая отрицательная сопряженность между содержанием белка и урожайностью  $r = -0,62$  (Сурин, 2001).

В таблице 15 представлены данные о влиянии биопрепарата на ряд показателей качества зерна яровой мягкой пшеницы.

По показателям масса 1000 зерен, натура, содержание белка в зерне отмечены различия по сравнению с контролем. Так, при инокуляции биопрепаратом более крупное зерно формировали Г 2755/04, Светланка, Г 540/05. По показателю натура зерна с прибавкой к контролю выделились:

Памяти Азиева в среднеранней группе и Омская 35, Г 540/05 – в среднепоздней.

Таблица 15 - Качество зерна яровой мягкой пшеницы, в среднем за 2011-2013 гг.

№ п/п	Сорта	Масса 1000 зерен, г		Нагура, г/л		Стекловид- ность, %		Белок, %	
		К	И	К	И	К	И	К	И
Среднеранние									
1	Памяти Азиева	30,7	31,1	731	739	50	49	14,97	15,30
2	Катюша	31,4	32,0	740	741	51	53	15,54	15,32
3	Г 2755/04	31,6	33,3	726	732	51	50	15,43	15,18
В среднем по группе		31,2	32,1	732	737	51	51	15,31	15,27
Среднеспелые									
4	Дуэт	32,8	32,5	743	741	51	51	15,69,	15,24
5	Светланка	33,0	34,5	733	732	52	51	15,14	15,60
6	Мелодия	31,9	31,2	726	718	54	53	15,35	15,24
В среднем по группе		32,6	32,7	734	730	52	52	15,39	15,36
Среднепоздние									
7	Омская 35	32,0	32,1	727	715	51	51	14,87	15,07
8	Серебристая	33,4	32,9	719	714	52	53	15,22	14,81
9	Г 540/05	31,3	33,0	702	712	53	52	15,56	15,96
В среднем по группе		32,2	32,7	716	714	52	52	15,22	15,28
В среднем по сортам		32,01	32,51	727,4	727,1	51,7	51,4	15,31	15,30
НСР <sub>0,5</sub>		0,95		6,35		0,92		0,30	

К- контроль

И – инокуляция

По стекловидности существенные прибавки к контролю отмечены у сортов: Катюша и Серебристая.

В среднем за три года содержание белка в зерне яровой мягкой пшеницы среднеранних сортов колебалось в пределах 14,97-15,54%, существенное превышение при инокуляции отмечено у сорта Памяти Азиева. У сортов среднеранней группы наибольшее количество белка при инокуляции было отмечено у сорта Светланка. Большим содержанием белка в среднепоздней группе при обработке биопрепаратом характеризовалась линия Г 540/05 (таблица 15).

## ВЫВОДЫ

1. Установлено, что определяющее влияние на микробиологическую активность почвы оказали условия года (28,6%), доля вклада генотипа составила 14,6%, инокуляции – 6%, различного рода взаимодействия факторов – от 12,7 до 14,0 %. Численность нитрификаторов и олигонитрофилов в большей степени определялась действием абиотических факторов, инокуляция ризоагрином способствовала увеличению общей численности микроорганизмов, в то же время количество бактерий на МПА и микроорганизмов на КАА в большей степени зависело от генотипических особенностей сортов.

2. Выявлено, что наибольшую долю микробного населения составляют олигонитрофиллы, бактерии на МПА и микроорганизмы на КАА. Численность большей части изученных групп микроорганизмов положительно коррелирует с содержанием в почве  $N-NO_3$  и  $P_2O_5$  и отрицательно – с  $K_2O$ . Для олигонитрофилов и сапрофитных бактерий характерна отрицательная взаимосвязь со всеми изученными элементами питания.

3. Выявлено, что в ризосфере пшеницы преобладали минерализационные процессы, интенсивность которых увеличивалась к фазе налива зерна. Инокуляция биопрепаратом способствовала активизации этого процесса, к моменту созревания зерна этот эффект сглаживался. Наиболее интенсивно процесс минерализации проходил в ризосфере сортов Памяти Азиева и Омская 35.

4. Интенсивность иммобилизационных процессов снижалась к фазе налива зерна, преимущества инокуляции отмечались лишь в эту фазу развития растений. Наибольшая интенсивность иммобилизационных процессов была характерна для ризосферы сорта Памяти Азиева. Отмечено,

что к уборке урожая происходит накопление в почве подвижных элементов питания для растений – N-NO<sub>3</sub> до 10 мг/кг; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> до 197 мг/кг; K<sub>2</sub>O до 366,7 мг/кг.

5. Прохладная и дождливая погода в августе 2013 г. (налив и созревание зерна) способствовала снижению посевных качеств семян. Выявлено стимулирующее влияние инокуляция на такие показатели, как энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян.

6. Полевая всхожесть семян определялась запасами продуктивной влаги в почве перед посевом ( $r = 0,99$ ), содержанием нитратного азота ( $r = 0,99$ ), фосфора ( $r = 0,97$ ) и обменного калия ( $r = 0,61$ ). На выживаемость растений значительное влияние оказывали осадки и их распределение в период вегетации пшеницы. Выявлена различная реакция генотипов на инокуляцию: отмечено как снижение, так и увеличение изучавшихся показателей.

7. Выявлено, что длина вегетационного периода у пшеницы определялась суммой активных температур ( $r = 0,90$ ), количеством выпавших осадков ( $r = 0,80$ ), среднесуточной температурой воздуха ( $r = 0,90$ ). 2012 год характеризовался наименьшей длиной вегетационного периода у пшеницы. Установлено, что обработка семян ризоагрином не оказала существенного влияния на эти показатели.

8. Показано, что формирование фотосинтетического потенциала растений яровой мягкой пшеницы определялось генотипом сорта, гидротермическими условиями, действием биопрепарата. Нарастание ассимиляционной поверхности наблюдалось до фазы выхода в трубку-колошения. Более благоприятными для формирования фотосинтетического аппарата были условия 2012 г. Инокуляция ризоагрином способствовала увеличению ассимиляционной поверхности и эффективности ее работы у сортообразцов Катюша, Г2755/04, Светланка, Г 540/05.



9. Определяющим фактором формирования урожайности зерна были условия выращивания (75,4%), вклад генотипа составил 11,7%, инокуляции - лишь 1,6%, взаимодействия различных факторов – от 1,1 до 4,9%. Максимальная урожайность зерна пшеницы сформировалась в условиях 2012 г., засушливые условия 2011 г. способствовали ее снижению. Увеличение урожайности при инокуляции было отмечено для сортов Памяти Азиева (от +0,10 до + 0,39 т/га в зависимости от года выращивания) и Дуэт (от + 0,01 до +0,47 т/га). Превышение по урожайности было обусловлено увеличением таких элементов структуры, как высота растений, продуктивная кустистость, продуктивность колоса и масса 1000 зерен. Обработка ризоагрином сортообразцов Памяти Азиева, Светланка и Г540/05 способствовала улучшению ряда показателей качества зерна. Выявлены наиболее отзывчивые на инокуляцию сортообразцы: Памяти Азиева, Дуэт, Светланка, Г 2755/04 и Г540/05.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

При выращивании яровой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири с целью снижения загрязнения окружающей среды целесообразно проводить предпосевную обработку семян биопрепаратом ризоагрин , способствующую повышению биологической активности почвы, адаптивности, урожайности и качества зерна. Для обработки использовать отзывчивые на инокуляцию сортообразцы: Памяти Азиева, Дуэт, Светланка, Г 2755/04 и Г540/05.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Абдул С.Д. Использование ассоциативных ризобактерий в улучшении плодородия почв и питания растений / С.Д. Абдул, А.П. Кожемяков // Агрехимия. – 2007. – № 1. – С. 57–61.
2. Агроклиматический справочник по Омской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 228 с.
3. Азубекова Л.Х. Действие флавобактерина и удобрений на содержание NPK в растениях кукурузы в период вегетации / Л.Х. Азубекова // Бюллетень ВИУА. – 2001. – №115. – С. 111–112.
4. Акимова О.В. Физиолого-биохимические особенности формирования продуктивности и качества зерна сортов голозерного и пленчатого овса в условиях южной лесостепи Омской области Автор. дис. канд. с.-х. наук / О.В. Акимова. – Омск, 2008. – 156 с.
5. Алексеева Р.П. Использование микроорганизмов в сельском хозяйстве и промышленности / Р.П. Алексеева. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние РАН, 1982. – с.
6. Алиев С.А. Азотфиксация и физиологическая активность органического вещества почв / С.А. Алиев. – Новосибирск, 1988. – 145 с.
7. Андреева Т.Ф. Фотосинтез и азотный обмен растений / Т.Ф. Андреева // Физиология фотосинтеза. – М.: Наука, 1982. – С. 89–104.
8. Аникеев В.В. Новый способ определения листовой поверхности у злаков / В.В. Аникеев, Ф.Ф. Кутузов // Физиология растений. – 1961. – Т.8, вып.1. – С. 375–377.
9. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 325 с.
10. Базилинская М.В. Ассоциативная азотфиксация злаковыми культурами: обзорная информация / М.В. Базилинская. – М.: ВИНТИ, 1988. – 44 с.

11. Базилинская М.В. Использование биологического азота в земледелии / М.В. Базилинская. – М.: Агропромиздат, 1985. – 53 с.
12. Барайщук Г.В. Влияние экологически безопасных биологически активных препаратов на биологическую активность почвы при выращивании черенковых саженцев / Г.В. Барайщук, О.Ф. Хамова // Агрохимия. – 2008. – № 10. – с. 40–47.
13. Барайщук Г.В. Влияние экологически безопасных биологически активных препаратов на биологическую активность почвы при выращивании черенковых саженцев / Г.В. Барайщук, О.Ф. Хамова // Агрохимия. – 2008. – № 10. – с. 40–47.
14. Белан И.А. История селекции яровой мягкой пшеницы в СибНИИСХ: урожайность, адаптивность / И.А. Белан, Л.П. Россеева, В.А. Зыкин // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 12. – С. 8–10.
15. Белимов А.А. Взаимодействие ассоциативных бактерий и растений в зависимости от биотических и абиотических факторов // дис. ... канд. биол. наук: 03.00.07. /А.А. Белимов. – Санкт-Петербург, 2009. – 320 с.
16. Белимов А.А. Использование чистых и смешанных культур корневых diaзотрофов для повышения урожая и улучшения азотного питания ячменя / А.А. Белимов, А.П. Кожемяков // Проблема азота в интенсивном земледелии. – М., 1990. – С. 206.
17. Белимов А.А. Использование чистых и смешанных культур корневых diaзотрофов для повышения урожая и улучшения азотного питания ячменя / А.А. Белимов, А.П. Кожемяков // Проблема азота в интенсивном земледелии. – М., 1990. – 206 с.
18. Белимов А.А. Приживаемость и эффективность корневых diaзотрофов при инокуляции ячменя в зависимости от температуры и влажности почвы / А.А. Белимов и др. // Микробиология. – 1994. – Т. 63, Вып. 5 – С. 900–908.

19. Белоусов В.С. Биопотенциал сорговых культур в технологиях фитомелиорации почв / В.С. Белоусов. // Сб. тез. конф. грантодержателей рег. конкурса РФФИ и администрации Краснодарского края «ЮГ РОССИИ». – Краснодар, 2007. – С. 109–110.
20. Бердников В.В. Эффективность биопрепаратов на посевах яровой пшеницы // Бюллетень ВИУА., 2001. – №115. – С.117.
21. Бердников В.В. Эффективность биопрепаратов на посевах яровой пшеницы / В.В. Бердников // Бюллетень ВИУА. – 2001. - № 115. – С. 117 .
22. Берестецкий О. А. Азотфиксирующая активность в ризосфере и на корнях небобовых растений / О.А. Берестецкий, Л. Ф. Васюк // Изв. Акад наук СССР, Сер. биол. – 1983. – № 1. – С. 44 – 50.
23. Берестецкий О. А., Васюк Л. Ф. Азотфиксирующая активность в ризосфере и на корнях небобовых растений / О.А. Берестецкий, Л.Ф. Васюк // Изв. Акад наук СССР, Сер. биол. – 1983. – № 1. – С. 44 – 50.
24. Берестецкий О.А. Фиксация азота микроорганизмами в ризосфере и ризоплане небобовых культур / О.А. Берестецкий // Бюллетень ВНИИСХМ. – 1985. – № 42. – С. 3–5.
25. Берестецкий О.А. Эффект инокуляции тимофеевки луговой и овсяницы тростниковой диазотрофами из природных азотфиксирующих ассоциаций злаков / О.А. Берестецкий и др. // Сельско-хозяйственная биология. – 1985.– № 3. – С. 48–52.
26. Биологический азот в сельском хозяйстве СССР. – М.: Наука, 1989. – С. 88–98.
27. Биопрепараты в сельском хозяйстве (методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве) / отв. редакторы: И.А. Тихонович, Ю.В. Круглов. – М., 2005. – 154 с.
28. Брей С.М. Азотный обмен в растениях / С.М. Брей. – М.: Агропромиздат, 1986. – 200 с.

29. Васюк Л. Ф. Азотфиксирующие микроорганизмы на корнях небобовых растений и их практическое использование / Л.В. Васюк // Биологический азот в сельском хозяйстве СССР. – М.: Наука, 1989. – С. 88–98.
30. Веселов С.Ю. Исследование цитокининов, продуцируемых ризосферными микроорганизмами / С.Ю. Веселов // Прикладная биохимия и микробиология. – 1998. – Т. 34. – С. 175–179.
31. Веселов С.Ю. Исследование цитокининов, продуцируемых ризосферными микроорганизмами // Прикладная биохимия и микробиология. – 1998. – Т. 34. – С. 175–179.
32. Вильямс М.В. Симбиотическая фиксация азота у растений люпина в зависимости от условий фотосинтеза и азотного питания / М.В. Вильямс // Физиология растений. – 1985. – Т. 32, Вып. 1. – С. 97–103.
33. Вишнякова, М. А. Генофонд зернобобовых культур и адаптивная селекция как факторы биологизации и экологизации растениеводства / М. А. Вишнякова // Сельско-хозяйственная биология. – 2008. – № 3. – С. 3–23.
34. Волков Е.Г. Влияние биопрепаратов на урожайность и качество зерна озимой ржи и ячменя // Бюл. ВИУА. – 2001. – №115. – С. 122–123.
35. Воробейников Г.А. Исследование эффективности штаммов ассоциативных ризобактерий в посевах различных видов растений / Г.А. Воробейников и др. // Известия РГПУ им. А.И. Герцена: Научный журнал. – 2001. – № 141. – С. 114–123.
36. Воронкова Н.А. Пути биологизации интенсификационных процессов в земледелии Западной Сибири / Достижения Науки и техники АПК, 2008. – № 12. – С. 28–30.
37. Галан М.С. Эффективность застосування асоціативних діазотрофів для підвищення врожайності злакових культур в умовах

заходного лисостепу України / М.С. Галан // Микробиологічний журнал. – 1997. – Том 59. – № 4. –

38. Гамзикова О.И. Генетика агрохімічних ознак пшениці. / О.И. Гамзикова. – Новосибірськ: СО РАСХН, 1994. – 220 с.

39. Гильгенберг И.В. Эффективность ресурсосберегающих технологий в лесостепи Тюменской области: автореф. дис... канд. с.-х. наук. / И.В. Гильгенберг. – Тюмень, 2007. – 16 с.

40. Головоченко А.П. Адаптация длительности вегетационного периода яровой пшеницы / А.П. Головоченко // Проблемы повышения продуктивности полевых культур : сб. науч. Тр. СГСХА. – Самара, 1998. – С. 181–184.

41. Гордеева Т.Х. Формирование микробно-растительных сообществ ризосферы в онтогенезе зерновых культур / Т.Х. Гордеева, С.Н. Масленникова // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 81 (07). – С. 611–620.

42. ГОСТ 12038 – 84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Издания. Международный стандартный книжный номер. Использование и издательское оформление. – М.: Стандартинформ, 2011. – 30 с.

43. ГОСТ 12042 – 80. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. Издания. Международный стандартный книжный номер. Использование и издательское оформление. – М.: Стандартинформ, 2011. – 4 с.

44. Дараселия Н.А. Микрофлора ризосферы чайного куста / Н.А. Дараселия // Бюл. ВНИИЧИСК. – 1950. – №3. – С. 42–57.

45. Дегтярева И.А. Предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур diaзотрофными и фосфатмобилизующими микроорганизмами. / И.А. Дегтярева, А.Х. Яппаров, Д.С. Дмитричева //

Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 7 – с. 133–136.

46. Дегтярева И.А. Роль ассоциативной азотфиксации в повышении продуктивности небобовых культур, биологической активности почв и их плодородия / И.А. Дегтярева, И.А. Чернов // Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными растительными ресурсами и создания функциональных продуктов. – М., 2001. – С. 183–186.

47. Дегтярева И.А. Эколого-физиологическая регуляция взаимодействия в агроценозе растений рода *Amaranthus* L. и diaзотрофов: автореф.... доктора биологических наук: 06.01.04, 03.00.16. – Москва, 2005. – с.

48. Дегтярева И.А., Разработка биологических методов повышения урожайности овощных и зеленых культур в условиях защищенного грунта / И.А. Дегтярева, И.А. Чернов, А.Х. Яппаров // Состояние и проблемы научного обеспечения овощеводства защищенного грунта: Материалы межд. науч.конф. – М., 2003. – С.33–35.

49. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 45 с.

50. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1979. – 416 с.

51. Ежова Л.А. Формирование продуктивности посевов яровой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и ассоциативных азотфиксаторов в условиях светло-серых лесных почв Юго-Востока Нечерноземья: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. / Л.А. Ежова. – Балашиха: РГАЗУ, 2001. – 19с.

52. Емцев В. Т. Почвенная биотехнология: микробиологические факторы продуктивности сельскохозяйственных растений / В.Т. Емцов //



Микроорганизмы, их роль в плодородии почвы и охрана окружающей среды. – М., 1985. – С. 3–15.

53. Емцев В.Т. Об эффективности азотфиксирующего ассоциативного симбиоза у небобовых растений / В.Т. Емцов, М.И. Чумаков // Почвоведение. – 1990. – №11. – С. 116–126.

54. Ефимов В.Н. О сортовой отзывчивости овощных культур на обработку бактериальными препаратами / В.Н. Ефимов и др. // Бюллетень ВИУА. – 2001. – № 114. – С. 86.

55. Ефимов В.Н. О сортовой отзывчивости овощных культур на обработку бактериальными препаратами / В.Н. Ефимов и др. // Бюллетень ВИУА. – 2001. – № 114. – С. 86.

56. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. / А.А. Завалин. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.

57. Завалин А.А. Исследования по биологической фиксации азота в земледелии / А.А. Завалин, М.С. Ягодина // История развития агрохимических исследований в ВИУА. – М., 2001. – С. 116–124.

58. Завалин А.А. Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии. / А.А. Завалин. – М.: РАСХН, 2000. – 81 с.

59. Зыкин В.А. Экология пшеницы / В.А. Зыкин, В.П. Шаманин, И.А. Белан. – Омск: ИПК «Омскбланкиздат», 2000. – 124с.

60. Ибатуллина Р.П. Экологические аспекты применения биопрепаратов в Республике Татарстан, автореф. ... канд. биол.наук. / Р.П. Ибатулина. – Казань, 2011. – 24 с.

61. Иванов Н.С. Биологическая активность ризосферы различных сельскохозяйственных культур, выращенных в условиях поля и фитокамеры / Н.С. Иванов // Пути повышения плодородия почв Нечерноземной зоны РСФСР: Мат-лы зональной школы-семинара. – Л., 1982. – С.21.

62. Калининская Т.А. Изучение азотфиксирующей активности почв разного типа с помощью  $^{15}\text{N}_2$  / Т.А. Калининская, Ю.М. Миллер, И.Т. Култышкина // Применение стабильного изотопа  $^{15}\text{N}$  в исследованиях по земледелию. – М.: Колос, 1973. – С. 55– 62.

63. Калининская Т.А. Микрофлора семян риса как источник азотфиксирующих микроорганизмов в его ризосфере / Т.А. Калининская, Т.В. Редькина // Изв. АН СССР. Сер. биол. – 1981.– № 4.– С. 617–621.

64. Калининская Т.А., Миллер Ю.М., Култышкина И.Т. Изучение азотфиксирующей активности почв разного типа с помощью  $^{15}\text{N}_2$  // Применение стабильного изотопа  $^{15}\text{N}$  в исследованиях по земледелию. – М.: Колос, 1973. – С. 55-62.

65. Карягина Л.А. Ассоциативная азотфиксация у не бобовых культур в условиях Белоруссии / Л.А. Карягина и др. // Проблема азота в интенсивном земледелии: Тез. докл. Всесоюз. совещ. (Новосибирск, 23-28 июля 1990 г.). – Новосибирск, 1990. – С. 202– 204.

66. Карягина Л.А. Ассоциативная азотфиксация у не бобовых культур в условии Белоруссии / Л.А Карягина и др. // Проблема азота в интенсивном земледелии: Тез. Докл. Всесоюз. Совещ. (Новосибирск, 23-28 июля 2009г.). – Новосибирск, 1990. – С.202–204.

67. Карягина Л.А. Микробиологические основы повышения плодородия почв /Л.А. Карягина. – Минск: Наука и техника, 1983. – 180 с.

68. Киракосян А.В. Влияние рН среды на азотфиксацию экологических форм *Azotobacter chroococcum* / А.В. Киракосян, Л.Г. Ананян, Ж.С. Мелконян // Вопросы микробиологии. – Ереван: Изд-во АН Армянской ССР. – 1966. – Вып.3. – С. 13-23.

69. Клевенская И.Л. Биологическая фиксация азота. Сообщение 5: Влияние на азотфиксацию концентрации в среде связанного азота / И.Л.

Клевенская // Известия СО АН СССР. Сер. биол. наук. – 1978. – №6, вып. 1. – С. 16- 23.

70. Клевенская И.Л. Биологическая фиксация азота. Сообщение 5: Влияние на азотфиксацию концентрации в среде связанного азота / И.Л. Клевенская // Известия СО АН СССР. Сер. биол. наук. – 1978. – № 6, вып. 1. – С. 16–23.

71. Ковда В.А. Советское почвоведение на службе сельского хозяйства СССР. / В.А. Ковда. – Тбилиси, 1981. – С. 10.

72. Кожемяков А.П. Использование инокулянтов бобовых и биопрепаратов комплексного действия в сельском хозяйстве Доклады Россельхозакадемии. / А.П. Кожемяков, И.А. Тихонович. – М., 1998.– № 6. – С. 7–10.

73. Кожемяков А.П. Перспективы применения биопрепаратов комплексного действия в сельском хозяйстве / А.П. Кожемяков, А.В. Хотянович // Бюллетень ВИУА. – 1997. – № 110. – С. 4–5.

74. Кожемяков А.П. Эффективность использования препаратов азотфиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве / А.П. Кожемяков, Л.М. Доросинский // Труды ВНИИСХМ. – 1989. – Т. 59. – С. 5–13.

75. Колотилова Н.Н. Об истории использования микроорганизмов как индикаторов потребности почвы в удобрениях/ Н.Н. Колотилова // Проблемы агрохимии и экологии. – 2013. – № 3. – С. 60–62.

76. Кононов А.С. Физиология процесса азотфиксации и фотосинтез в гетерогенном посеве / А.С. Кононов // Физиология и биохимия растений Бюллетень Брянского отделения РБО. – 2013. – № 1 (1). – С. 42–50.

77. Костычев С.П. Исследования по биодинамике почв / С.П. Костычев // Труды отдела сельскохозяйственной микробиологии. - Л. – 1926. – С. 1-3.

78. Кравченко Л.В. Влияние корневых выделений на рост и продуктивность ассоциативных азотфиксаторов / Л.В. Кравченко // Бюллетень ВНИИСХМ. – 1985. – № 42. – С. 19–29.

79. Кудеяров В.Н. Поступление азота в почву при несимбиотической азотфиксации / В.Н. Кудеяров // Современное развитие научных идей Д.Н.Прянишникова: Сборник научных трудов. – М.: Наука, 1991. – С. 155–169.

80. Кудеяров В.Н. Поступление азота в почву при несимбиотической азотфиксации / В.Н. Кудеяров // Современное развитие научных идей Д.Н. Прянишникова: Сборник научных трудов. – М.: Наука, 1991. – С. 155–169.

81. Кузыченко Ю.А. Опыт внедрения ресурсосберегающих систем основной обработки почвы на солонцеватых черноземах Ставропольского края / Ю.А. Кузыченко // Труды Кубанского ГАУ. – 2012. – № 2. – С. 189–191.

82. Кумаков В. А. Фотосинтетическая деятельность растений в аспекте селекции / В. А. Кумаков // Физиология фотосинтеза. – М.; 1982. – С. 283 – 293.

83. Кунаков А.М. Взаимодействие ассоциативных ризобактерий с растениями при различных агроэкологических условиях автореф. ... канд. биол. наук. / А.М. Кунаков. – Санкт-Петербург, 1998. – 18 с.

84. Куренкова С.В. Влияние ризоагрина на рост и продуктивность ячменя / С.В. Куренкова, Г.Н. Табаленкова // Агрехимия. – 2004. – №3. – С. 25–32.

85. Куренкова С.В. Влияние ризоагрина на рост и продуктивность ячменя / С.В. Куренкова, Г.Н. Табаленкова // Агрехимия. – 2004. – № 3. – С. 25– 32.

86. Ландина М.М., Влияние плотности и влажности почвы на ее биологическую активность, процесс азотфиксации и состав почвенного

воздуха / М.М. Ландина, И.Л. Клевенская // Почвоведение. – 1984. – № 5. – С. 75–83.

87. Лебедев В.Н. Ассоциативные штаммы бактерий как современный элемент экологизации выращивания капустных растений / В.Н. Лебедев // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2014. – № 168 – С.49-53.

88. Летунова С.В. Активность азотфиксации как один из возможных критериев определения ПДК тяжелых металлов в почве / С.В. Летунова и др. // Почвоведение. – 1985. – № 9 – С. 104–108.

89. Леушкина В.В. Физиолого-генетическая оценка адаптивных образцов яровой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири / В.В. Леушкина, Н.А. Поползухина, Л.А. Кротова // Мин-во сел.хоз-ва Рос. Федерации, Ом. гос.аграр. ун-т. – Омск: Издательство ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2010. – 180 с.

90. Лоцинина А. М. Наследование ассимиляционной поверхности сортов яровой мягкой пшеницы и связь ее с продуктивностью в условиях южной лесостепи Западной Сибири: Автор. дис. канд. с.-х. наук / А. М. Лоцинина – Омск, 2005. – 15 с.

91. Макроносов А.Т. Фотосинтез. Физиологические и биохимические аспекты / А.Т. Макроносов, В.Ф. Гавриленко. М.: Изд. МГУ, 1992. – 320с.

92. Мергель А.А., Роль корневых выделений растений в трансформации азота и углерода в почве / А.А. Мергель, А.В. Тимченко, В.Н. Кудеяров // Почвоведение. – 1996. – № 10. – С. 1234–1239.

93. Мерзлая Г.Е. Азотный режим чернозема выщелоченного при систематическом применении удобрений / Г.Е. Мерзлая и др. // Роль почв в сохранении устойчивости ландшафтов и ресурсосберегающее земледелие: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2005. – С. 337–338.

94. Михайловская Н.А. Снижение коэффициентов накопления цезия-137 в урожае многолетних злаковых трав за счет бактериализации семян / Н.А. Михайловская, П.Т. Пикун // Почвы, их эволюция, охрана и повышение производительной способности в современных социально-экологических условиях: Материалы I съезда Белорусского об-ва почвоведов / Минск – Гомель: БелГУТ, 1995. – С. 277–278.

95. Михайловская Н.А. Эффективность *Azospirillum brasilense* на многолетних травах / Н.А. Михайловская, Л.Н. Лученок, Л. А. Юрко // Ахова раслін. – 2002. – № 3. – С. 8–10.

96. Мишустин Е.Н. Азотный баланс в зонах СССР / Е.Н. Мишустин // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985. – С.3–11.

97. Мищенко Л. Н. Диагностика и классификация почв Западной Сибири и их сельскохозяйственное использование. / Л.Н. Мищенко, А.И. Семенкин, В.И. Убогов. – Омск : Изд-во ОмГАУ, 2002. – 65 с.

98. Мищенко Л.Н. Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование: учеб. пособие / Л.Н. Мищенко. – Омск: ОмСХИ, 1991. – 164 с.

99. Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями / Отв. Ред. В.В. Игнатов. – М.: Наука, 2005. – 262 с.

100. Мотузова Г.В. Экологический мониторинг почв: учеб. / Г.В. Мотузова, О.С. Безуглова. – М.: Академический проект; Гаудеамус (Gaudeamus), 2007. – 237 с.

101. Мошкова М.В. Азотфиксирующая активность дерново-подзолистой почвы при различной влажности и аэрации / М.В. Мошкова, И.И. Судницын // Почвоведение. – 1985. – № 2. – С. 150–155.

102. Мошкова М.В. Влияние влажности на азотфиксирующую активность дерново-подзолистых почв / М.В. Мошкова, И.И.Судницын, М.М. Умаров // Почвоведение. – 1982. – № 1. – С. 92–95.
103. Мошкова М.В. Влияние растений на активность азотфиксации в ризосфере / М.В. Мошкова, М.М. Умаров // Почвоведение. – 1979. – № 6. – С. 110–113.
104. Мошкова М.В. Динамика и продуктивность несимбиотической азотфиксации на дерново-подзолистых почвах / М.В. Мошкова, М.М. Умарова, И.И. Судницын // Почвоведение. – 1980. – №4. – С. 20–24.
105. Муха В.Д. О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов / В.Д. Муха // Сб. научн. трудов Харьковского СХИ. – Харьков, 1980. – Т.233. – С.13–16.
106. Ницце Л.К. Биологическая фиксация азота в дерново-подзолистой почве при длительном применении удобрений и извести / Л.К. Ницце, А.Д.Хлыстовский, С.Н. Захарова // Агрехимия. – 1994. – №2. – С. 3–12.
107. Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А. А. Ничипорович – М.: Изд-во АНСССР, 1956. – 93 с.
108. Овсянников Ю.А. Использование системного подхода при изучении почвы / Ю.А. Овсянников // Аграрный вестник Урала. – 2006. – № 2 (32). – С. 51–53.
109. Орсик Л.С. Ресурсосберегающие технологии в Российской Федерации / Л.С. Орсик // Материалы V Международной науч. – практ. конф. «Сберегающее земледелие – будущее сельского хозяйства России. Ресурсосберегающие технологии – залог экономичного и безопасного земледелия». – Самара, 2005. – С. 11–14
110. Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии / Под общ. ред. А.А. Завалина. – М.: РАСХ, 2000. – 82с.

111. Парахин Н.В. Растительно-микробные взаимодействия как фактор энергосбережения в растениеводстве (обзор) / Парахин Н.В., Петрова С.Н. // Вестник Орел ГАУ. – 2012. – № 3 (36). – С. 2–7.
112. Паркина И.Н. Особенности биологической активности почвы в фитогенном поле березы повислой / И.Н. Паркина // Вестник Сам. ГУ. – Естествен. Серия. – 2006. – № 7 (47). – с. 148–153.
113. Патыка В.Ф. Использование корневых diaзотрофов для повышения урожая зерновых культур на юге Украины / В.Ф. Патыка // Труды ВНИИСХМ. – 1989. – Т.59. – С.65–76.
114. Патыка В.Ф. Микроорганизмы и биологическое земледелие/ В.Ф. Патыка // Микробиологический журнал. – 1993. – Т. 55, № 3. – С. 95–102.
115. Персикова Т.Ф. эффективность бактериальных препаратов под культуры севооборота / Т.Ф. Персикова // Бюллетень ВИУА. – 2001б. – №114. – С. 143–144.
116. Петров В. Б. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России / В. Б. Петров, В. К. Чеботарь, А. Е. Казаков //Достижения науки и техники АПК. – 2002. – № 10. – С.12–15.
117. Полимбетова Ф. А. Физиология яровой пшеницы в Казахстане / Ф. А. Полимбетова, Л. М. Мамонов. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1980. – 288 с.
118. Поползухина Н.А. Селекция яровой мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири на основе сочетания индуцированного мутагенеза и гибридизации : дис. ...д-ра с.-х. наук: 06.01.05. / Н.А. Поползухина. – Омск, 2003. – 275 с.
119. Проворов Н.А. Генетико-эволюционные основы учения о симбиозе / Н.А. Проворов // Журн. общей биол. – 2001. – № 61 (6). – С.472–495.
120. Проворов Н.А. Эволюционная генетика микробно-растительного взаимодействия и ее практическое значение / Н.А. Проворов, И.А. Тихонович



// Сб. матер. школы молодых ученых «Экологическая генетика культурных растений». – Краснодар: РАСХН, ВНИИ риса, 2005. – С. 221–231.

121. Редькина Т. В. Механизм положительного влияния бактерий рода *Azospirillum* на высшие растения / Т.В. Редькина // Биологический азот в сель. х-ве СССР. – М., 1989. – С. 132–141.

122. Родынюк И.С. Влияние генотипа пшеницы на формирования эффективных ассоциаций с азотфиксирующими микроорганизмами / И.С. Родынюк // Бюллетень ВНИИСХМ. – 1985. – №42. – С. 54–56.

123. Роскошанский А.Д. Поживно-корневые остатки различных культур севооборота как источник пополнения органического вещества почвы // Бюллетень ВИУА. – 1981. – № 58. – С. 41–44.

124. Рубан Е.А. Физиология и биохимия представителей рода *Pseudomonas* / Е.А. Рубан. – М.: Наука, 1986. – 198 с.

125. Рубан Е.А. Физиология и биохимия представителей рода *Pseudomonas* / Е.А. Рубан. – М.: Наука, 1986. – 198 с.

126. Садыков Б.Ф. Азотфиксирующая активность и продукция молекулярного водорода у почвенных диазотрофов / Б.Ф. Садыков // Сельскохозяйственная биология. – 1987. – № 6. – С. 33–35.

127. Садыков Б.Ф. Активность ассоциативной азотфиксации в ризосфере пшеницы / Б.Ф. Садыков и др. // Сельскохозяйственная биология. – 1986. – № 1. – С. 34–36.

128. Садыков Б.Ф. Биологическая азотфиксация в агроценозах / Б.Ф. Садыков – Уфа: БНЦ УрОАН, 1989. – 109 с.

129. Садыков Б.Ф. Биологическая азотфиксация в агроценозах / Б.Ф. Садыков // БНЦ УрОАН СССР. – Уфа, 1989. – 109 с.

130. Садыков Б.Ф. Инокуляция пшеницы различными препаратами бактерий и другие возможности усиления ассоциативной азотфиксации в

ризосфере пшеницы / Б.Ф. Садыков, Л.А. Пропадушая // Бюллетень ВНИИСХМ. – 1991. – № 54. – С. 20–26.

131. Садыков Б.Ф. Инокуляция пшеницы различными препаратами бактерий и другие возможности усиления ассоциативной азотфиксации в ризосфере пшеницы / Б.Ф. Садыков, Л.А. Пропадушая // Бюллетень ВНИИСХМ. – 1991. – № 54. – С.20– 26.

132. Сафрина О.С. Особенности азотного питания столовой свеклы при инокуляции бактериями рода *Pseudomonas*: Автореф. Дис. ...канд. Биол. наук. / О.С. Сафрина. – М., 1997. – 20 с.

133. Сафрина О.С. Особенности азотного питания столовой свеклы при инокуляции бактериями рода *Pseudomonas* : Автореф. дис. ...канд. биол. наук / О.С. Сафина. – М., 1997. – 20 с.

134. Сидельникова Н.А. Влияние ризосферных диазотрофов на всхожесть, и биомассу растений кукурузы / Н.А. Сидельникова // Биологические проблемы природопользования». Материалы международной научно - производственной конференции. – Белгород, 20 – 21 ноября 2012. – С. 128.

135. Смирнов П.М. Проблема азота в земледелии и результаты исследования с  $^{15}\text{N}$  / П.М. Смирнов // Агрохимия. – 1977. – №1. – С. 3–25.

136. Сурин Н.А. Селекция зерновых культур на качество и пути их решения в Восточной Сибири / Н.А. Сурин // Селекция сельскохозяйственных культур на качество: материалы науч.-метод. конф. объедин. и пробл. Советов по сел. и сем. с.-х. культур в Сибири. – Новосибирск, 2001. – С. 14–19.

137. Тарчевский И. С. Фотосинтез различных органов пшеницы и отток из них ассимилятов / И. А. Тарчевский // Тезисы докладов Всесоюзного семинара. Физиолого-биохимические процессы, определяющие величину и качество урожая. – Казань, 1972. – С. 5–6.

138. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – М.: Колос, 1993. – 175 с.
139. Тимченко А.В. Роль корневых выделений растений в трансформации азота и углерода в почве / А.В. Тимченко, В.Н. Кудеяров // Почвоведение. – 1996. – № 10. – С. 1234–1239.
140. Тихомирова Л.Д. Биологические мобилизационные процессы в паровом звене севооборота / Л.Д. Тихомирова, Т.И. Железо // Научные труды СибНИИСХ. – 1979. – № 29. – С. 15–19.
141. Тихонович И.А. Микробиологические аспекты плодородия почвы и проблемы устойчивого земледелия / И.А. Тихонович, Ю.В. Круглов // Плодородие. – 2001. – № 5 (32). – С. 9–12.
142. Тихонович И.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего / И.А. Тихонович, Н.А. Проворов. – СПб.: Изд-во С-Петербур. Ун-та, 2009. – с.
143. Толстопятова Н.Г. Влияние ассоциативных и симбиотических Диязотрофов на продуктивность ячменя и многолетних трав в смешанных посевах / Н.Г. Толстопятова // Агрохимия. – 2004. – №9. С. 63–67.
144. Троицкая Т.М. Азотфиксация *Azotobacter chroococcum* в ассоциации с ячменем / Т.М. Троицкая, Н.А. Троицкий // Микробиология. – 1988. – Т. 57, Вып. 2. – С. 288–291.
145. Умаров М.М. Азотфиксация в ассоциациях микроорганизмов с растениями / М.М. Умаров, Н.Г. Куракова, Б.Ф. Садыков // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985. –С. 205–213
146. Умаров М.М. Азотфиксация в ассоциациях организмов / М.М. Умаров // Проблемы агрохимии и экологии. – 2009. – № 2. – С. 22–26.
147. Умаров М.М. Азотфиксация в ассоциациях организмов / М.М. Умаров // Проблемы агрохимии и экологии. – 2009. – № 2. с. 22–26.

148. Умаров М.М. Ассоциативная азотфиксация в биогеценозах // Почвенные микроорганизмы как компонент биогеоценоза. – М.: Наука, 1985. – С. 205–213.
149. Умаров М.М. Значение несимбиотической азотфиксации в балансе азота почвы / М.М. Умаров // Известия АН СССР. Сер. биол. – 1982. – № 1. – С 92–105.
150. Умаров М.М. Инокуляция рапса активными штаммами почвенных diaзотрофов и их мутантами с измененной азотфиксацией / М. М. Умаров и др. // Вестник МГУ. – Сер. 17. Почвоведение. – 1990. – № 3. – С. 45–48.
151. Умаров М.М. Современное состояние и перспективы исследований микробной азотфиксации/ М.М. Умаров, Г.В. Добровольский, И.Е. Мишустина // Перспективы развития почвенной биологии. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – С. 47–56.
152. Хамова О.Ф. Влияние ресурсосберегающих технологий и применения средств химизации на биологическую активность лугово-черноземной почвы и урожайность ячменя в южной лесостепи Омского Прииртышья / О.Ф. Хамова и др. // Материалы Международной науч. – практ. конф. «Проблемы агрохимии, почвоведения и экологии». – Омск: Вариант-Омск, 2009. – С.119–124.
153. Хусаинов М.Б. Эффективность применения бактериальных удобрений под яровую пшеницу в условиях южной лесостепи Западной Сибири, автореф. ...дис. канд.с.-х. наук. / М.Б. Хусаинов. Тюмень, 2009. – 16 с.
154. Чеботарь В.К. Ассоциативная азотфиксация в ризосфере сорго / В.К. Чеботарь, Б.Н. Малиновский // Вестник сельскохозяйственной науки. – № 10. – 1989. – С. 106–110.

155. Чернов И.А. Феномен ассоциативной азотфиксации у растений рода *Amaranthus* L. / И.А. Чернов, Г.У. Ожиганова, И.А. Дегтярева // Тез. докл. I Всеукраинск. науч.-практ. конф. по проблемам выращивания, переработки и возделывания амаранта на кормовые, пищевые и др. цепи. – Винница, 1995. – С.36.
156. Чумаков М.И. Новый ассоциативный diaзотроф *Agrobacterium radiobacter* из гистосферы пшеницы / М.И. Чумаков, В.В. Горбань, Л.А. Ковлер // Микробиология. – 1992. – Т.61, №1. – С. 92–102.
157. Чундарева А. И. Влияние физико-химических факторов среды на численность и активность азотфиксирующих микроорганизмов / А.И. Чундарева и др. // Динамика микробиологических процессов в почве. – Талин, 1974. – Ч. II. – С. 14–17.
158. Шабаев В. П. Бактерии могут заменить минеральные удобрения / В. П. Шабаев // Химия и жизнь – XXI век [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.hij.ru](http://www.hij.ru).
159. Шабаев В.П. Роль биологического азота в системе «почва-растение» при внесении ризосферных микроорганизмов, автореф. ... доктора биол. наук: 06.01.04 / В.П. Шабаев. – Москва, 2004. – 45 с.
160. Шелюто Б.В. Эффективность применения препаратов diaзотрофных, фосфатмобилизующих микроорганизмов и регуляторов роста при создании культурных лугов: Монография / Б.В. Шелюто и др. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2005. – 144с.
161. Широких А.А. Изучение микробного потенциала фитосферы растений для использования в сельскохозяйственной биотехнологии: автореф. ... доктора биол. наук / А.А. Широких. – Киров, 2007. – 48 с.
162. Широких А.А. Инокуляции семян различных сортов озимой ржи ассоциативными ризобактериями / А.А. Широких, И.Г. Широких // Агрохимия. – 2004. – №8. – С. 36–42.

163. Широких А.А. Инокуляция семян различных сортов озимой ржи ассоциативными ризобактериями / А.А. Широких, И.Г. Широких // *Агрохимия*. – 2004. - №8. – С.36– 42.
164. Шмакова О.А. Адаптивность яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Прииртышья : монография / О.А.Шмакова, Н.А. Поползухина. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2008 – 128 с.
165. Шотт П.Р. Биологическая фиксация азота в однолетних агроценозах лесостепной зоны Западной Сибири: автореф. ... д-ра. с.-х. н. – Барнаул, 2007. – 39 с.
166. Шотт П.Р. Применение препаратов корневых diaзотрофов при возделывании зерновых культур на Алтае // П.Р. Шотт, П.А. Литвинцев, Т.А. Литвинцева, А.П. Кожемяков // *Достижения науки и техники АПК*. – 2010. – № 6. – 2010. С. 29-31.
167. Шотт П.Р. Роль атмосферного азота в питании сельскохозяйственных культур /П.Р. Шотт, П.А. Литвинцев // *Почвенно-агрохимические исследования в Сибири: сб. научн. Тр. Вып.5.* – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2000. – С.3– 7.
168. Шотт П.Р. Фиксация атмосферного азота в однолетних агроценозах / П.Р. Шотт. - Барнаул: Азбука, 2007. - 170 с.
169. Шумный В.К. Биологическая фиксация азота / В.К. Шумный и др. – Новосибирск: Наука, 1991. – 271 с.
170. App A.A. The effect of cultivated and wild rice varieties on the nitrogen balance of flooded soil / A.A. App et al // *Soil Sci.* – 1986. – Vol.141, № 6. – P.448– 451.
171. Avivi Y. The response of wheat to bacteria of the genus *Azospirillum* / Y. Avivi, M. Feldman // *Isr. J. Bot.* – 1982. – Vol. 31. – P. 237–245.

172. Bais H.P. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms / H.P. Bais and all // *Annu.Rev,Plant. Biol.* – 2006. – V.57. –
173. Balandreau J. Microbiology of the association / J. Balandreau // *Canad. J. Microbiol.* – 1983. – Vol. 29. – P. 851–859.
174. Balandreau J. Nitrogen fixation in the rhizosphere of rice plants / J. Balandreau et al // *Nitrogen fixation by free-living microorganisms* / Ed. W.D.P Stewart. – Cambridge: University Press, 1975. – P.57– 70.
175. Balandreau J. Nitrogen fixation in the rhizosphere of the rice plants / J. Balandreau and all // *Nitrogen fixation by free-living microorganisms.* Ed. W.D.P. Stewart. – Cambridge: University Press, 1975. – P. 57–70.
176. Baldani V.L.D. Host-plant specificity in the infection of cereals with *Azospirillum* spp. / V.L.D. Baldani, J. Döbereiner // *Soil Biol. Biochem.* – 1980. – Vol. 12. – P. 433-439.
177. Baldani V.L.D. Host-plants specificity in the infection of cereals with *Azospirillum* spp. / V.L.D. Baldani, J. Dobereiner // *Soil Biol. Biochem.* – 1980. – Vol. 12. – P.433– 439.
178. Beck S. M. Role of wheat root exudates in associative nitrogen fixation / S.M. Beck, C.M. Gilmour // *Soil Biol. Biochem.*, – 1983. – Vol 15. – № 1. – P. 33–38.
179. Boddey R.M. Association of *Azospirillum* and other diazotrophs with tropical gramineae / R.M. Boddey, J. Dobereiner // *Non-symbiotic Nitrogen Fixation and Org. Matter Trop. XII Intern. Congr. Soil Sci., New Delhi, 8-16. Febr. 1982. Symp. New Delhi, 1982. Pap. I. P.28-47.* Dart P.J. Nitrogen fixation associated with non- legumes in agriculture // *Plant and Soil.* – 1986. – Vol. 90. – P. 303–334.

180. Boddey R.M. Nitrogen fixation associated with grasses and cereals / R.M. Boddey, J. Döbereiner // Current development in biological nitrogen fixation. – 1984. – № 5. – P. 277–313.
181. Dart P.J. Nitrogen fixation associated with non-legumes in agriculture / P.J. Dart // Plant and Soil. – 1986. – Vol. 90, № 1. – P. 303–334.
182. Day J.M., Dart P.J. Nitrogenase activity and oxygen sensitivity of the *Paspalum notatum*-*Azotobacter paspali* association / J.M. Day, P.J. Dart // J. Gen. Microbiol. – 1972. – V.71. – P. 103–116.
183. Fukui Ryo. Suppression of soilborne plant pathogens through community evolution of soil microorganisms / Fukui Ryo // Microb. and Environ. 2003. – 18, № 1. – P. 1–9.
184. Giller K.E. Nitrogen fixation in the rhizosphere: significance in natural and agricultural systems / Giller K.E., Day J.M. // Ecological interactions in soil: plants, microbes and animals. – Oxford, 1985. – № 4. – P. 127–147.
185. Hansen A.P. Symbiotic N<sub>2</sub> fixation of crop legumes: achievements and perspectives [Ed.: Center for Agricultural in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim. Managing ed.: Dietrich E. Leihner]. – Weikersheim: Margraf, 1994. – 248 p.
186. Hardy R.W., Holsten R.D., Jackson E.K. The acetylene-ethylen assay for N<sub>2</sub> fixation: laboratory and field evaluation / R.W. Hardy, R.D. Holsten, E.K. Jackson // Plant Physiol. – 1968. – Vol. 43, № 8. – P. 1185–1207.
187. Hiltner L. Über neuere Erfahrungen und Problem auf dem Gebiet der Bodenbakteriologie und unter besonderer Berücksichtigung der Grundung Brache / Hiltner L. // Arb Dtsch. Landwirt. Ges. 1904/ – Vol. 98 – P. 59–78.
188. <http://neznaniya.net/1967-biologicheskij-azot.html>.
189. <http://www.brestagro.com/page/crops/summer-wheat>.
190. <http://www.listbiology.ru/ham-404.html>.



191. Jagnow G. Nitrogen fixation ( $C_2N_2$ -reduction) and growth of pure and mixed cultures of *Azospirillum lipoferum*, *Klebsiella* and *Enterobacter* sp. from cereal roots in liquid and semisolid media at different temperatures and oxide concentrations. In: "Azospirillum, Genetics, Physiology, Ecology" / G. Jagnow (Ed. W. Klingmüller). – 2<sup>nd</sup> Bayreuth Workshop. – Experientia Suppl. – 1983. – Vol. 48. – P. 127–137.
192. Jenkinson D. S. The nitrogen cycle under continuous winter wheat / D.S. Jenkinson, D.S. Powlson, A.F. Johnston // Trans. XIII Congr. Intern. Soc. Soil Sci. – Hamburg, 1986. – P. 793–794.
193. Jenkinson D.S. The nitrogen cycle under continuous winter wheat / D.S. Jenkinson, D.S. Powlson, A.F. Johnston // Trans. XIII Congr. Intern. Soc. Soil Sci. – Hamburg, 1986. – P. 793–794.
194. Joshi N.L. Response of pearl millet to *Azospirillum* as influenced by N fertilizer under field conditions / Joshi N.L., Rao A.V. // Ann Arid Zone. – 1989. – Vol. 28, № 3–4. – P. 291–297.
195. Klemedtsson L. Dinitrogen and nitrous oxide produced by denitrification and nitrification in soil with and without barley plant / L. Klemedtsson, B.H. Svensson, T. Rosswall // Plant Soil. – 1987, – Vol. 99. – P. 303–319.
196. Lynch J.M. The Rhizosphere / J.M. Lynch. – John Wiley and Sons Ltd. – 1990. –
197. Manoharachary C. Rhizosphere – the hidden ecological niche and hot spot / C. Manoharachary, I.K. Kunwar, K. Babu. – Sharath. Proc. Nat. Acad. Sci., India. B. – 2006. – 76. №4. – C. 321–342.
198. Neves M. Nitrogenase activity on the roots of tropical forage grasses / M. Neves, J. Döbereiner // Soil Biol. and Biochem. – 1975. – Vol. 7., № 2. –P. 107–112.

199. Newton W.E. Nitrogen fixation: some perspectives and prospects / W.E. Newton // Proc. 1 st European nitrogen fixation conference. – Szeged, 1994. – P. 1–6.
200. Neyra C. A. Nitrogen Fixation in grasses / C. A. Neyra, I. Dobereiner // Adv. Agron – 1977. – Vol. 29. – P. 1–38.
201. Nur I. Comparative studies of nitrogen fixing bacteria associated with grasses in Israel with *Azospirillum brasilense* / I. Nur, Y. Okon, Y. Henis // Can.J.Microbiol. – 1980. – Vol.26. – P. 714– 718.
202. Nur I., Okon Y., Henis Y. Comparative studies of nitrogen fixing bacteria associated with grasses in Israel with *Azospirillum brasilense* / I. Nur, Y. Okon, Y. Henis // Can. J. Microbiol. – 1980. – Vol. 26. – P. 714–718.
203. Okon Y. The physiology of *Azospirillum* in relation to its utilization as inoculum for promoting growth of plants / Y. Okon // Nitrogen fixation and CO<sub>2</sub> metabolism. A. steenbok symposium in Honor of. R. Burris. – New York. Amsterdam. Oxford. – 1985. – P. 165–174.
204. Origanova G. Utilizacion de la microflora fijadora de nitrogeno asociada, para el incremento del rendimiento de los Amarantos / G. Origanova, I. Degtereva, I. Tchernov // Amarantos. Novedades e Informaciones (Argentina). – 1993. – № 13. – P. 2–3.
205. Patriquin D.G., Dobereiner J., Jain D.K. Sites and processes of association between diazotrophs and grasses / D.G. Patriquin, J. Dobereiner, D.K. Jain // Can. J. Microbiol. – 1983. –Vol. 29. – P. 900–915.
206. Powlson D.S. Non- fertilizer inputs of nitrogen to arable and grassland system / D.S. Powlson, D.S. Jenkinson // Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystem. Intern. Symp. May 11-15, 1987. – Brisbane, 1987. – P.59–61

207. Powlson D.S. Non-fertilizer inputs of nitrogen to arable and grassland system / D.S. Powlson, D.S. Jenkinson // *Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystem: Intern. Symp.* – May 11-15, 1987. – Brisbane, 1987. – P. 59–61.
208. Provorov, N.A. Developmental genetics and evolution of symbiotic structures in nitrogen-fixing nodules and arbuscular mycorrhiza / N.A. Provorov, A.Y. Borisov, I.A. Tikhonovich // *Journal of Theoretical Biology.* – 2002. – V. 214. – P. 215–232.
209. Rennie R.J. N<sub>2</sub> fixation in cereals / R.J. Rennie // *Canada agriculture.* – 1983. – V.29, № 3/4. – P. 4– 9.
210. Rennie R.J. Techniques for quantifying N<sub>2</sub>-fixation in association with nonlegumes under field and greenhouse conditions / R.J. Rennie, D.A. Rennie // *Canadian J. of Microbiology.* – 1983. – Vol. 29, № 8. – P. 1022–1025.
211. Renny R.J. Potential use of induced mutation to improve symbioses of crop plants with N<sub>2</sub>-Fixing bacteria / R.J. Renny // *Induced mutational tool in plant breeding.* – Vienna :IAEA, 1981. – P.293– 321.
212. Subba Rao N.S. Field response of crops to inoculation with *Azospirillum brasilense* in India / N.S. Subba Rao, K. Tilak, C.S. Singh // *Zbl. Microbiol.* – 1985. – V. 140, № 2. – P. 97– 102.
213. Tien T.M. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effects on the growth of pearl millet / T.M. Tien, M.H. Gaskins, D.N. Hubell // *Appl. and Environ. Microbiol.* – 1979. – Vol. 37, № 5. – P. 1016 – 1024.
214. Venkatazaman G. S. Non-symbiotic nitrogen fixation/ G. S.Venkatazaman // *Rev. Soil Res. Inndia, 12 Int. Congr. Soil Sci.* – New Dehly, 1982. – P. 205–235.

215. Vlassak K. Agronomic aspects biological denitrogen fixation by *Azospirillum spp.* in temperature region / K. Vlassak, L. Reynders // Associative  $N_2$  – fixation. 1981. – Vol. 1. – P. 93–101.
216. Vlassak K. Assessment of nitrogen fixation in grassland and associated sites / K. Vlassak, E. Paul, R.E. Harris // Plant and Soil. – 1973. – Vol. 38, № 3. –P. 637–649.
217. Vlassak K. Associative nitrogen fixation in temperate regions / K. Vlassak, L. Reynders // Isotopes in biological nitrogen fixation. – Vienna, 1978. – P. 71– 87.
218. Vose P.B Development in nonlegume  $N_2$  - Fixing systems / P. Vose // Canadian J. of Microbiology. – 1983. – Vol.29, №8. – P.837– 850.
219. Vose P.B. Development in nonlegume  $N_2$  – fixing systems / P.B. Vose // Canadian J. of Microbiology. – 1983. – Vol. 29, № 8. – P. 837–850.
220. Walker T.S., Bais H.P., Grotewold E., Vivango J.M. Root exudation and rhizosphere biology / Walker T.S. et al. // Plant physiol. –2003. – V. 132. –
221. Watanabe I. Non-symbiotic nitrogen fixation associated with the rice plant / I. Watanabe, A. App, M. Alexander // Soil Sci. – 1980. – Vol. 130, № 8. – P. 281–290.
222. Watanabe I. Non-symbiotic nitrogen fixation associated with the rice plant / I. Watanabe, A. App, M. Alexander // Soil sci. – 1980. – Vol.130, №8. – P.281– 290.
223. Watanabe I. The effect of cultivated and wild rice varieties of the nitrogen balance of flooded soil / Watanabe I. et al. // Soil Sci. – 1986. – Vol. 141, № 6. – P. 448–451.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Температура воздуха в южной лесостепи Омской области, °С

Месяц	Декада	Год			Средняя много- летняя
		2011	2012	2013	
Май	I	10,2	6,6	9,9	11,6
	II	11,8	13,5	7,8	
	III	13,6	16,2	13,0	
	Среднее	11,9	12,3	10,3	
Отклонение от нормы		0,3	0,7	-1,3	
Июнь	I	19,2	20,3	13,7	17,6
	II	18,7	19,8	16,9	
	III	20,1	21,4	19,4	
	Среднее	19,3	20,5	16,7	
Отклонение от нормы		0,7	2,9	-0,9	
Июль	I	17,4	20,1	16,6	19,3
	II	17,4	25,6	19,3	
	III	18,9	22,8	21,1	
	Среднее	17,9	22,8	19,0	
Отклонение от нормы		-1,4	3,5	-0,3	
Август	I	15,3	19,8	19,4	15,9
	II	18,8	19,6	17,7	
	III	12,1	14,4	14,2	
	Среднее	16,1	17,9	17,0	
Отклонение от нормы		0,2	2,0	1,1	

## Сумма осадков в южной лесостепи Омской области, мм

Месяц	Декада	Год			Средняя много- летняя
		2011	2012	2013	
Май	I	0	27,0	23,0	26,0
	II	8,0	8,0	13,0	
	III	14,6	3,0	9,0	
	Сумма	23,0	38,0	45,0	
% от нормы		88,0	146,0	173,0	
Июнь	I	17,7	14,0	5,0	51,0
	II	9,7	16,0	8,0	
	III	9,1	17,0	0	
	Сумма	36,0	47,0	13,0	
% от нормы		71,0	92,0	25,0	
Июль	I	10,1	2,0	24,0	67,0
	II	55,2	5,0	54,0	
	III	14,5	1,0	21,0	
	Сумма	80,0	8,0	99,0	
% от нормы		119,0	12,0	148,0	
Август	I	27,6	19,0	36,0	53,0
	II	0	7,0	1,4	
	III	36,2	24,0	23,0	
	Сумма	64,0	50,0	61,0	
% от нормы		121,0	94,0	115,0	

Численность микроорганизмов в ризосфере различных сортов яровой мягкой пшеницы  
в 1 г. абсолютно-сухой почвы, 2011 г.

Вариант	Бактерии, растущие на МПА, млн. КОЕ/г		Микроорганизмы, растущие на КАА, млн. КОЕ/г		Олигонитрофилы, млн. КОЕ/г		Нитрификаторы, КОЕ/г		Грибы, тыс. КОЕ/г		Общее кол-во микроорганизмов, млн. КОЕ/г	
	колошение	налив зерна	колошение	налив зерна	колошение	налив зерна	колошение	налив зерна	колошение	налив зерна	колошение	налив зерна
Памяти Азиева без инокуляции	41,8	25,7	22,0	29,3	185,0	58,4	728	580	33,0	66,2	249,6	114,0
Памяти Азиева ризоагрин	64,0	32,8	44,4	27,8	372,0	46,0	757	1070	63,4	53,5	481,2	106,6
Дуэт без инокуляции	60,4	23,8	44,1	24,5	295,6	53,1	533	990	34,4	63,5	400,6	102,4
Дуэт ризоагрин	52,8	21,7	45,4	30,9	192,0	43,5	859	730	85,3	78,7	292,0	96,21
Омская 35 без инокуляции	47,7	24,9	29,3	35,4	106,2	53,2	356	1300	13,0	85,1	183,6	113,5
Омская 35 ризоагрин	65,0	24,5	43,2	31,4	283,4	71,6	381	500	84,8	54,2	392,0	127,6
В среднем по опыту	55,3	25,6	38,1	29,9	239,0	54,3	602,33	861,7	52,3	66,9	333,2	110,0



Численность микроорганизмов в ризосфере различных сортов яровой мягкой пшеницы  
в 1 г. абсолютно-сухой почвы, 2012 г.

Вариант	Бактерии, растущие на МПА, млн. КОЕ/г		Микроорганизмы, растущие на КАА, млн. КОЕ/г		Олигонитрофилы, млн. КОЕ/г		Нитрификаторы, КОЕ/г		Грибы, тыс. КОЕ/г		Общее кол-во микроорганизмов, млн. КОЕ/г	
	колошение	налив зерна	колошение	налив зерна	колошение	налив зерна	колошение	налив зерна	колошение	налив зерна	колошение	налив зерна
Памяти Азиева без инокуляции	28,0	53,1	25,0	196,8	23,3	138,8	1,06	4,15	21,1	52,3	76,3	388,8
Памяти Азиева ризоагрин	25,2	55,4	25,5	132,5	27,8	156,8	0,87	3,20	51,6	88,2	78,6	344,8
Дуэт без инокуляции	18,3	34,5	18,2	127,9	14,8	104,6	0,57	3,44	55,7	78,2	51,4	267,1
Дуэт ризоагрин	19,9	46,4	29,6	103,8	20,6	108,5	0,61	6,12	101,1	64,7	70,2	258,8
Омская 35 без инокуляции	55,3	31,3	56,6	104,3	51,1	94,2	1,15	2,35	107,4	122,0	163,1	229,9
Омская 35 ризоагрин	29,7	40,5	41,2	150,9	84,7	114,9	1,05	2,86	49,6	72,6	155,7	306,4
В среднем по опыту	29,4	43,53	32,68	136,03	37,05	119,63	0,89	3,69	64,42	79,67	99,22	299,3

Численность микроорганизмов в ризосфере различных сортов яровой мягкой пшеницы  
в 1 г. абсолютно-сухой почвы, 2013 г.

Вариант	Бактерии, растущие на МПА, млн. КОЕ/г		Микроорганиз- мы, растущие на КАА, млн. КОЕ/г		Олигонит- рофилы, млн. КОЕ/г		Нитрификато- ры, КОЕ/г		Грибы, тыс. КОЕ/г		Общее кол-во микроорганизмов, млн. КОЕ/г	
	колоше- ние	налив зерна	колоше- ние	налив зерна	колоше- ние	налив зерна	колоше- ние	налив зерна	колоше- ние	налив зерна	колоше- ние	налив зерна
Памяти Азиева без инокуляции	42,1	50,0	14,3	73,4	98,1	96,4	0,89	0,92	40,0	109,4	154,5	219,9
Памяти Азиева ризоагрин	64,9	41,3	40,1	51,1	117,9	83,5	0,42	1,04	42,3	78,0	222,9	176,0
Дуэт без инокуляции	64,6	28,4	47,1	17,4	172,9	39,0	0,95	2,09	120,3	74,2	284,7	84,9
Дуэт ризоагрин	45,3	25,6	25,6	36,3	80,4	46,0	0,58	1,34	45,9	63,4	151,3	108,0
Омская 35 без инокуляции	53,9	27,4	48,7	28,7	280,2	50,1	0,77	1,84	28,7	50,1	382,8	106,3
Омская 35 ризоагрин	35,4	22,2	28,1	21,3	77,2	41,5	0,83	0,27	27,2	56,9	140,7	85,1
В среднем по опыту	51,033	32,48	33,98	38,03	137,78	59,42	0,74	1,25	50,73	72,0	222,82	130,03

Численность микроорганизмов в ризосфере различных сортов яровой мягкой пшеницы  
в 1 г. абсолютно-сухой почвы, 2013 г.

Вариант	Бактерии, растущие на МПА, млн. КОЕ/г		Микроорганиз- мы, растущие на КАА, млн. КОЕ/г		Олигонит- рофилы, млн. КОЕ/г		Нитрификато- ры, КОЕ/г		Грибы, тыс. КОЕ/г		Общее кол-во микроорганизмов, млн. КОЕ/г	
	колоше- ние	налив зерна	колоше- ние	налив зерна	колоше- ние	налив зерна	колоше- ние	налив зерна	колоше- ние	налив зерна	колоше- ние	налив зерна
Памяти Азиева без инокуляции	37,3	42,93	20,43	99,83	102,13	97,86	243,32	195,02	29,64	56,4	106,90	155,36
Памяти Азиева ризоагрин	51,37	43,17	36,67	70,47	172,57	95,43	252,76	358,08	54,46	66,94	179,54	148,48
Дуэт без инокуляции	47,77	28,90	36,47	56,60	161,10	65,57	178,17	331,84	60,10	61,2	165,36	108,90
Дуэт ризоагрин	39,33	31,23	33,53	57,00	97,67	66	286,73	245,82	83,74	78,64	139,98	129,88
Омская 35 без инокуляции	52,30	27,87	44,87	56,13	145,83	65,83	119,31	434,73	53,9	75,52	169,98	114,02
Омская 35 ризоагрин	43,37	29,07	37,50	67,87	148,43	76	127,63	167,71	59,2	63,62	164,56	130,70
В среднем по опыту	45,24	29,04	36,04	33,97	137,94	77,78	201,32	288,88	56,83	67,06	154,39	131,21

Соотношение микроорганизмов в ризосфере сортов яровой мягкой пшеницы, 2011-2013 гг., %

Вариант	Фаза	Бактерии, растущие на МПА	Микроорганиз- мы, растущие на КАА	Олигонит- рофилы	Нитрификаторы	Грибы
Памяти Азиева контроль	колошение	26,67	16,77	55,78	0,74	0,02
	налив зерна	19,56	36,34	43,39	0,66	0,04
Памяти Азиева инокуляция	колошение	24,70	19,76	55,03	0,48	0,03
	налив зерна	23,23	30,92	44,98	0,83	0,04
Дуэт контроль	колошение	24,31	20,85	54,27	0,52	0,05
	налив зерна	22,88	30,40	45,12	1,55	0,06
Дуэт инокуляция	колошение	25,35	24,75	49,32	0,51	0,07
	налив зерна	21,11	34,76	42,65	1,43	0,05
Омская 35 контроль	колошение	24,57	21,04	54,00	0,37	0,03
	налив зерна	20,16	34,09	44,41	1,28	0,06
Омская 35 инокуляция	колошение	20,18	19,05	60,29	0,45	0,03
	налив зерна	19,42	32,76	47,23	0,55	0,04
В среднем по сортам	колошение	24,30	20,37	54,78	0,51	0,03
	налив зерна	20,96	33,21	44,63	1,05	0,05

## Посевные качества семян яровой мягкой пшеницы, 2012 г.

Сорт	Масса 1000 зерен, г		Энергия прорастания, %		Лабораторная всхожесть, %	
	К	И	К	И	К	И
Памяти Азиева	34,0	35,8	98,5	100	98,5	100
Катюша	37,1	33,5	97,5	98,0	98,0	99,5
Г2755/04	35,5	37,0	95,0	99,5	96,0	99,5
В среднем по группе	35,5	35,4	97,0	99,2	97,5	99,7
Дуэт	37,7	35,0	96,5	99,0	97,0	99,0
Мелодия	34,3	37,4	89,0	95,5	90,0	96,0
Светланка	39,8	37,2	95,5	99,0	96,0	99,0
В среднем по группе	37,3	36,5	93,4	97,8	94,3	98,0
Омская 35	35,5	31,2	93,5	95,5	94,5	96,0
Серебристая	34,3	33,5	98,0	100	98,0	100
Г540/05	35,4	33,7	95,0	99,0	96,0	99,0
В среднем по группе	35,07	32,8	95,5	98,2	96,2	98,3
Сортовая средняя	35,9	34,9	95,4	98,4	96,0	98,7
НСР <sub>0,5</sub> по фактору А – сорт	16,3		3,44		3,72	
НСР <sub>0,5</sub> по фактору В – инокуляция	0,77		1,62		1,75	
НСР <sub>0,5</sub> АВ	2,30		4,86		5,26	

К – контроль

И - инокуляция

## Посевные качества семян сортов яровой мягкой пшеницы, 2013 г.

Сорт	Масса 1000 зерен, г		Энергия прорастания, %		Лабораторная всхожесть, %	
	К	И	К	И	К	И
Памяти Азиева	33,7	33,4	38,5	61,5	90,0	93,5
Катюша	35,6	35,4	67,0	49,0	90,5	91,5
Г2755/04	35,1	33,5	46,0	55,0	96,0	88,5
В среднем по группе	50,5	55,2	92,2	91,2	34,8	34,1
Дуэт	30,5	31,0	48,5	38,0	89,0	87,5
Мелодия	35,9	37,7	74,5	60,5	93,0	96,5
Светланка	34,0	34,9	43,5	50,0	94,0	94,0
В среднем по группе	55,5	49,5	92,0	92,7	33,4	34,5
Омская 35	34,4	32,6	44,5	47,0	94,5	90,5
Серебристая	37,8	36,3	46,5	52,5	93,0	93,0
Г540/05	33,6	34,6	47,0	54,0	96,5	89,5
В среднем по группе	35,3	34,5	46,0	51,2	94,7	91,0
Сортовая средняя	50,7	51,9	92,2	91,6	34,5	34,4
НСР <sub>0,5</sub> по фактору А – сорт	4,08		8,04		6,15	
НСР <sub>0,5</sub> по фактору В – инокуляция	1,92		2,79		2,90	
НСР <sub>0,5</sub> АВ	5,77		11,38		8,70	

К – контроль

И – инокуляция

Продолжительность межфазных и вегетационного периодов яровой мягкой  
пшеницы, 2011 г.

Вариант опыта	Продолжительность, суток			
	Всходы- кущение	Кущение- выход в трубку	Выход в трубку- колошение	Всходы- колошение
Памяти Азиева, К	13	12	16	41
Памяти Азиева, И	13	12	17	42
Катюша, К	13	12	17	42
Катюша, И	13	12	17	42
Г 2755/04, К	13	12	17	42
Г 2755/04, И	13	12	17	42
В среднем по группе	13	12	16,8	41,8
Дуэт, К	13	12	18	43
Дуэт, И	13	12	19	44
Мелодия, К	13	12	24	49
Мелодия, И	13	12	23	48
Светланка, К	13	12	20	45
Светланка, И	13	12	20	45
В среднем по группе	13	12	20,7	45,7
Омская 35, К	13	13	20	45
Омская 35, И	13	12	21	46
Серебристая, К	13	12	24	49
Серебристая, И	13	12	24	49
Г 540/05, К	13	12	25	50
Г 540/05, И	13	12	24	49
В среднем по группе	13	12,2	23,0	46,7
В среднем по сортам	13	12,1	20,2	45,2

К – контроль

И – инокуляция

Продолжительность вегетационного и межфазных периодов яровой мягкой пшеницы, 2012 г., сут.

Сорт	Продолжительность, суток			
	Всходы – кущение	Кущение – выход в трубку	Выход в трубку – колошение	Всходы- колошение
Памяти Азиева, К	10	14	10	32
Памяти Азиева, И	10	14	8	30
Катюша, К	10	14	10	32
Катюша, И	10	14	10	32
Г 2755/04, К	10	14	10	32
Г 2755/04, И	10	14	10	32
В среднем по группе	10	14	9,7	31,7
Дуэт, К	10	16	12	34
Дуэт, И	10	16	12	34
Мелодия, К	10	16	13	35
Мелодия, И	10	16	13	35
Светланка, К	10	16	12	34
Светланка, И	10	16	12	34
В среднем по группе	10	16	12,3	34,3
Омская 35, К	10	17	13	35
Омская 35, И	10	17	13	35
Серебристая, К	10	17	13	35
Серебристая, И	10	17	13	35
Г 540/05, К	10	17	14	36
Г 540/05, И	10	17	14	36
В среднем по группе	10	17	13,3	35,3
В среднем по сортам	10	15,7	11,8	33,8

К – контроль

И – инокуляция



Продолжительность вегетационного и межфазных периодов яровой мягкой пшеницы, 2013 г., сут.

Сорт	Продолжительность, суток			
	Всходы – кущение	Кущение – выход в трубку	Выход в трубку – колошение	Всходы- колошение
Памяти Азиева, К	10	13	13	37
Памяти Азиева, И	10	13	12	36
Катюша, К	10	13	14	37
Катюша, И	10	13	14	37
Г 2755/04, К	10	13	14	37
Г 2755/04, И	10	13	14	37
В среднем по группе	10	13,3	13,5	36,8
Дуэт, К	10	15	15	38
Дуэт, И	10	15	15	38
Мелодия, К	10	15	18	40
Мелодия, И	10	15	17	40
Светланка, К	10	15	16	39
Светланка, И	10	15	16	39
В среднем по группе	10	15,0	16,2	39,0
Омская 35, К	10	16	16	39
Омская 35, И	10	15	16	40
Серебристая, К	10	15	18	41
Серебристая, И	10	15	18	41
Г 540/05, К	10	16	19	42
Г 540/05, И	10	17	18	41
В среднем по группе	10	15,7	17,5	40,7
В среднем по сортам	10	14,6	15,7	38,8

К – контроль

И – инокуляция

Фотосинтетический потенциал листьев растений яровой мягкой пшеницы,  
см<sup>2</sup>/сут.

Сорт	Межфазный период			
	всходы - кущение		кущение - выход в трубку	
	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.
Памяти Азиева, К	156,62	66,50	423,78	396,48
Памяти Азиева, И	151,40	98,84	322,84	482,16
Катюша, К	228,95	86,70	458,22	240,11
Катюша, И	204,27	110,81	530,04	331,80
Г 2755/04, К	228,90	73,30	500,36	370,44
Г 2755/04, И	259,54	63,00	806,26	290,92
среднее по группе, К	204,80	75,50	460,79	335,68
среднее по группе, И	205,10	90,88	553,05	368,29
Дуэт, К	264,23	96,14	852,80	530,08
Дуэт, И	226,64	110,00	771,36	502,40
Мелодия, К	187,13	90,40	423,17	578,40
Мелодия, И	227,43	71,90	899,17	604,75
Светланка, К	250,44	87,70	705,76	676,16
Светланка, И	215,69	74,60	718,56	477,72
среднее по группе, К	233,90	91,41	660,58	594,88
среднее по группе, И	223,30	85,50	796,36	528,29
Омская 35, К	208,30	99,37	701,25	748,00
Омская 35, И	198,95	119,8	478,04	623,39
Серебристая, К	157,47	90,00	533,63	682,21
Серебристая, И	186,25	84,80	549,44	610,78
Г 540/05, К	204,47	100,60	723,18	476,28
Г 540/05, И	276,83	91,60	820,93	435,06
среднее по группе, К	190,10	96,66	652,69	635,50
среднее по группе, И	220,70	98,73	616,14	556,41
среднее по сортам, К	209,60	87,86	591,35	522,02
среднее по сортам, И	216,30	91,71	655,18	484,33
НСР <sub>0,5</sub> по фактору В- инокуляция				

К – контроль

И – инокуляция

Фотосинтетический потенциал листьев растений яровой мягкой пшеницы,  
см<sup>2</sup>/сут.

Сорт	Межфазный период			
	выход в трубку - колошение		колошение - молочная спелость	
	2012 г.	2013 г.	2012 г.	2013 г.
Памяти Азиева, К	449,95	289,38	367,41	268,25
Памяти Азиева, И	313,12	257,28	240,90	249,12
Катюша, К	198,40	155,82	187,20	155,77
Катюша, И	226,60	194,32	135,04	192,77
Г 2755/04, К	341,03	292,88	297,54	278,61
Г 2755/04, И	435,24	273,28	345,28	236,43
среднее по группе, К	329,79	246,03	284,05	234,21
среднее по группе, И	324,99	241,63	240,41	226,11
Дуэт, К	506,76	222,26	404,26	267,88
Дуэт, И	443,88	291,45	297,84	250,49
Мелодия, К	462,14	294,56	398,48	227,55
Мелодия, И	486,12	342,45	431,46	266,40
Светланка, К	357,37	281,55	297,85	250,49
Светланка, И	471,90	279,36	348,60	200,17
среднее по группе, К	442,09	266,12	366,86	248,64
среднее по группе, И	467,30	304,42	359,30	239,02
Омская 35, К	295,49	341,39	258,30	318,82
Омская 35, И	409,89	353,55	319,20	229,90
Серебристая, К	327,99	412,48	273,35	264,42
Серебристая, И	408,17	343,26	358,75	266,76
Г 540/05, К	495,88	295,12	439,92	226,98
Г 540/05, И	716,24	260,08	564,12	230,49
среднее по группе, К	373,12	349,66	323,86	270,07
среднее по группе, И	511,43	318,96	414,02	242,38
среднее по сортам, К	381,67	287,27	324,92	250,97
среднее по сортам, И	434,57	288,34	337,91	235,84
НСР <sub>0,5</sub> по фактору В- инокуляция				

К – контроль

И – инокуляция

## Динамика накопления сухой биомассы одного растения по фазам развития, г.

Сорта	Годы	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Молочная спелость
Памяти Азиева, К	2012	0,10	0,45	1,87	2,23
	2013	0,04	0,90	1,63	2,82
	среднее	0,07	0,67	1,75	2,52
Памяти Азиева, И	2012	0,14	0,32	1,74	2,44
	2013	0,04	1,17	1,69	2,14
	среднее	0,09	0,74	1,71	2,29
Катюша, К	2012	0,12	0,43	0,91	1,99
	2013	0,05	0,55	1,53	2,59
	среднее	0,08	0,49	1,22	2,29
Катюша, И	2012	0,23	0,35	1,12	1,65
	2013	0,05	0,77	1,70	2,97
	среднее	0,14	0,56	1,41	2,31
Г 2755/04, К	2012	0,1	0,74	1,04	2,19
	2013	0,04	0,63	1,57	2,73
	среднее	0,07	0,68	1,30	2,46
Г 2755/04, И	2012	0,13	0,47	1,23	1,95
	2013	0,05	0,64	1,38	2,13
	среднее	0,09	0,55	1,30	2,04
Дуэт, К	2012	0,14	0,80	1,32	2,01
	2013	0,06	0,97	1,38	2,60
	среднее	0,10	0,64	1,35	2,30
Дуэт, И	2012	0,11	0,79	1,21	2,17
	2013	0,06	0,92	1,87	2,10
	среднее	0,08	0,85	1,54	2,13
Светланка, К	2012	0,12	0,48	1,19	1,36

Окончание приложения П

	2013	0,06	0,82	1,63	2,45
	среднее	0,09	0,65	1,41	1,90
Светланка, И	2012	0,18	0,75	1,08	2,36
	2013	0,05	0,82	1,56	2,07
	среднее	0,11	0,78	1,32	2,21
Мелодия, К	2012	0,19	0,61	1,02	1,56
	2013	0,06	0,81	1,88	2,19
	среднее	0,12	0,71	1,45	1,87
Мелодия, И	2012	0,12	0,60	1,99	2,48
	2013	0,05	0,80	2,10	2,53
	среднее	0,09	0,70	2,04	2,50
Омская 35, К	2012	0,12	0,58	1,26	1,42
	2013	0,08	0,85	1,68	2,86
	среднее	0,10	0,71	1,47	2,14
Омская 35, И	2012	0,10	0,41	1,51	1,78
	2013	0,05	0,85	1,73	2,85
	среднее	0,07	0,63	1,62	2,31
Серебристая, К	2012	0,08	0,52	1,14	1,46
	2013	0,06	0,61	1,54	2,78
	среднее	0,07	0,56	1,34	2,12
Серебристая, И	2012	0,12	0,53	1,62	2,37
	2013	0,05	0,73	1,93	2,57
	среднее	0,08	0,63	1,77	2,47
Г 540/05, К	2012	0,11	0,58	1,43	1,97
	2013	0,06	0,73	1,49	1,81
	среднее	0,08	0,65	1,46	1,89
Г 540/05, И	2012	0,16	0,62	1,71	2,12
	2013	0,05	0,93	1,62	2,05
	среднее	0,10	0,77	1,66	2,08

## Элементы структуры урожая яровой мягкой пшеницы, 2011 г.

Сорт	Высота расте- ния, см.	Общая кустис- тость, шт.	Продуктив- ная кустис- тость, шт.	Колос			Масса 1000 зерен,г
				Кол-во колосков, шт.	Кол-во зерен, шт.	Масса зерен, г	
Памяти Азиева, К	51,6	1,27	1,05	83	130	4,24	32,5
Памяти Азиева, И	63,3	1,10	1,06	94	178	6,4	35,9
Катюша, К	53,3	1,25	1,09	89	131	5,5	41,9
Катюша, И	58,3	1,23	1,06	84	137	5,3	38,6
Г 2755/04, К	56,6	1,46	1,17	78	156	5,6	35,8
Г 2755/04, И	60,0	1,30	1,15	99	176	7,1	40,3
Дуэт, К	56,6	1,21	1,08	96	172	7,3	42,4
Дуэт, И	70	1,22	1,15	97	182	7,5	43,0
Светланка, К	63,3	1,27	1,19	103	149	7,5	50,3
Светланка, И	62,6	1,48	1,29	89	136	5,4	39,7
Мелодия, К	60	1,22	1,16	94	186	6,5	34,9
Мелодия, И	65	1,25	1,11	108	236	9,2	38,9
Омская 35, К	51,6	1,13	1,05	87	156	6,3	40,1
Омская 35, И	46,7	1,31	1,09	84	156	5,3	33,9
Серебристая, К	63,3	1,19	1,07	89	181	7,8	43,0
Серебристая, И	58,3	1,17	1,06	86	183	6,8	37,1
Г 540/05, К	63,3	1,19	1,09	66	137	5,1	37,1
Г 540/05, И	68,3	1,14	1,02	93	139	5,7	46,7

К – контроль

И – инокуляция

## Элементы структуры урожая яровой мягкой пшеницы, 2012 г.

Сорт	Высота расте- ния, см.	Общая кустис- тость, шт.	Продуктив- ная кустис- тость, шт.	Колос			Масса 1000 зерен,г
				Кол-во колосков, шт.	Кол-во зерен, шт.	Масса зерен, г	
Памяти Азиева, К	65,00	1,24	1,17	12,7	22,5	0,85	37,78
Памяти Азиева, И	59,33	1,28	1,21	11,5	23	0,86	37,39
Катюша, К	67,33	1,48	1,36	11,9	21,2	0,79	37,26
Катюша, И	67,33	1,65	1,44	11,4	24,3	0,86	35,39
Г 2755/04, К	56,67	1,52	1,41	11,3	24,6	0,90	36,59
Г 2755/04, И	62,33	1,50	1,32	13,2	24,6	0,92	37,40
Дуэт, К	67,66	1,44	1,32	12,4	23,8	0,86	36,13
Дуэт, И	61,00	1,46	1,29	11,6	22,6	0,76	33,63
Светланка, К	65,00	1,32	1,25	11,9	24,1	0,78	32,37
Светланка, И	68,33	1,63	1,44	12,3	23,7	0,84	35,44
Мелодия, К	57,33	1,27	1,24	12,7	17,7	0,65	36,72
Мелодия, И	66,67	1,56	1,42	12,2	25,9	0,97	37,45
Омская 35, К	57,67	1,31	1,24	12,5	24,9	0,77	30,92
Омская 35, И	69,33	1,56	1,51	12,2	27,4	0,90	32,85
Серебристая, К	66,67	1,79	1,64	13,7	27,5	0,95	34,55
Серебристая, И	65,00	1,67	1,50	12,2	24,9	0,91	36,55
Г 540/05, К	57,67	1,79	1,60	12,1	24,9	0,87	34,94
Г 540/05, И	55,00	1,56	1,37	12	18,6	0,62	33,33

К – контроль

И – инокуляция

## Элементы структуры урожая яровой мягкой пшеницы, 2013г.

Сорт	Высота расте- ния, см.	Общая кустис- тость, шт.	Продуктив- ная кустис- тость, шт.	Колос			Масса 1000 зерен,г
				Кол-во колосков, шт.	Кол-во зерен, шт.	Масса зерен, г	
Памяти Азиева, К	63,67	1,23	1,18	10,93	19,50	0,50	25,92
Памяти Азиева, И	63,33	1,35	1,24	9,47	14,20	0,44	29,39
Катюша, К	65,67	1,30	1,15	9,63	15,83	0,62	38,06
Катюша, И	65,00	1,40	1,37	10,00	21,80	0,67	31,96
Г 2755/04, К	57,00	1,41	1,34	8,23	18,73	0,61	28,27
Г 2755/04, И	58,33	1,34	1,15	8,57	15,03	0,48	31,91
Дуэт, К	64,33	1,31	1,18	9,73	17,10	0,52	30,40
Дуэт, И	70,33	1,44	1,34	10,07	21,40	0,70	32,62
Светланка, К	70,00	1,31	1,31	10,63	18,23	0,66	36,15
Светланка, И	71,33	1,35	1,17	9,93	17,33	0,56	32,22
Мелодия, К	64,67	1,33	1,27	9,23	18,67	0,52	27,83
Мелодия, И	63,00	1,42	1,33	10,07	19,73	0,61	31,03
Омская 35, К	66,67	1,24	1,18	9,27	18,23	0,57	30,83
Омская 35, И	66,33	1,25	1,13	9,03	15,00	0,50	32,93
Серебристая, К	68,00	1,38	1,26	9,03	19,67	0,50	26,05
Серебристая, И	64,33	1,26	1,22	9,53	20,37	0,60	29,88
Г 540/05, К	64,67	1,41	1,34	9,63	17,37	0,49	30,62
Г 540/05, И	63,00	1,26	1,13	9,40	15,30	0,57	37,71

К – контроль

И – инокуляция



Качество зерна сортов яровой пшеницы, 2011 г.

Сорта	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Стекловидность, %	Белок, %
Контроль				
Памяти Азиева	32,9	741	51	15,08
Катюша	37,4	751	53	15,33
Г 2755/04	36,6	732	52	15,73
Дуэт	38,9	743	53	15,33
Мелодия	36,8	729	60	14,93
Светланка	40,7	764	53	15,96
Омская 35	39,4	736	54	15,50
Серебристая	38,0	723	53	15,33
Г 540/05	37,6	704	55	15,16
Среднее	37,6	736	54	15,37
Инокуляция				
Памяти Азиева	35,1	748	49	15,56
Катюша	37,3	756	52	14,84
Г 2755/04	37,0	741	50	15,62
Дуэт	38,1	760	52	14,76
Мелодия	36,3	712	55	15,73
Светланка	40,1	764	53	15,62
Омская 35	37,4	710	54	15,62
Серебристая	36,4	718	54	15,08
Г 540/05	38,1	722	52	15,39
Среднее	37,3	737	52	15,36

## Качество зерна сортов яровой пшеницы, 2012 г.

Сорта	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Стекловидность, %	Белок, %
Контроль				
Памяти Азиева	31,5	725	50	15,08
Катюша	29,0	740	52	15,39
Г 2755/04	29,6	732	50	14,99
Дуэт	29,9	750	49	16,19
Мелодия	32,4	735	52	15,56
Светланка	29,0	714	53	16,36
Омская 35	27,9	727	51	13,79
Серебристая	31,0	718	52	14,76
Г 540/05	29,8	718	51	15,56
среднее	30,0	729	51	15,30
Инокуляция				
Памяти Азиева	28,5	740	51	15,50
Катюша	29,1	733	55	15,56
Г 2755/04	31,1	736	51	14,99
Дуэт	28,6	734	51	15,56
Мелодия	30,4	744	52	14,84
Светланка	31,6	722	54	16,42
Омская 35	27,0	737	50	14,76
Серебристая	31,2	723	52	14,99
Г 540/05	30,6	720	53	16,93
среднее	29,8	732	52	15,50

Качество зерна сортов яровой пшеницы, 2013 г.

Сорта	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Стекловидность, %	Белок, %
<b>Контроль</b>				
Памяти Азиева	27,8	728	49	14,76
Катюша	27,9	730	49	15,90
Г 2755/04	28,6	713	50	15,56
Дуэт	29,7	735	50	15,56
Мелодия	26,6	714	50	15,56
Светланка	29,2	720	51	14,71
Омская 35	28,7	718	49	15,33
Серебристая	27,4	716	51	15,56
Г 540/05	26,6	683	52	15,96
среднее	28,0	717	50	15,43
<b>Инокуляция</b>				
Памяти Азиева	29,8	730	48	14,84
Катюша	29,7	735	52	15,56
Г 2755/04	31,7	720	50	14,93
Дуэт	30,7	730	51	15,39
Мелодия	27,0	699	51	15,16
Светланка	31,9	709	47	14,76
Омская 35	32,0	699	50	14,84
Серебристая	31,0	701	52	14,36
Г 540/05	30,4	693	51	15,56
среднее	30,5	713	50	15,04