

Аужанова Асаргуль Дюсембаевна

**ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И БИОПРЕПАРАТА
РИЗОАГРИННА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ,
АДАПТИВНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ**

03.02.08 – экология (биология)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Омск – 2015

Работа выполнена на кафедре экологии, природопользования и биологии
ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет им. П.А.Столыпина»

Научный руководитель:	<i>Поползухина Нина Алексеевна</i> доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Официальные оппоненты:	<i>Боме Нина Анатольевна</i> , доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой ботаники, биотехнологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВПО «Тюменского государственного университета». <i>Воронкова Наталья Артемовна</i> , доктор сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой химии ФГБОУ ВПО «Омского государственного технического университета».
Ведущая организация:	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства».

Защита состоится «__» _____ 2015 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.177.05 в ФГБОУ ВПО «Омский государственный педагогический университет» по адресу: 644099, г. Омск, ул. Набережная Тухачевского, 14.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Омского государственного педагогического университета и на сайте <http://www.omgpu.ru/disser/>

Ваш отзыв, заверенный печатью, просим направить по адресу: 644099, г. Омск, ул. Набережная Тухачевского, 14, ученому секретарю диссертационного совета ДМ 212.177.05.

Телефон/факс: 8(3812)24-81-05, e-mail: kolpakova@omgpu.ru

Автореферат разослан «__» _____ 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат биологических наук, доцент

Т. Ю. Колпакова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. 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.

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. Сохранение высокой продуктивности невозможно при полном отказе от минеральных удобрений, однако уровень их внесения может быть уменьшен многократно.

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.

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 с одновременной экономией азота минеральных удобрений.

Цель исследования - оценить действие ассоциативных diaзотрофов (био-препарат ризоагрин) 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. Выявлена реакция сортообразцов яровой мягкой пшеницы на инокуляцию ассоциативными diaзотрофами, выделены наиболее отзывчивые, с естественной способностью к ассоциативной азотфиксации, высокими показателями фотосинтеза, продуктивности, адаптивные к условиям возделывания.

Теоретическая и практическая значимость работы. 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».

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).

Объём и структура диссертации. Диссертация изложена на 144 страницах печатного текста с 21 приложением, иллюстрирована 15 таблицами и 13 рисунками; состоит из введения, 5 глав, выводов, практических рекомендаций. Библиографический список включает 203 наименования, в том числе 45 зарубежных публикаций.

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.

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., доктору с.-х. наук Ю.В. Колмакову за помощь в проведении экспериментальных исследований.

ГЛАВА 1. Ассоциативная азотфиксация как экологически безопасный путь решения проблемы минерального питания и повышения адаптивности зерновых культур

В главе представлены результаты исследований отечественных и зарубежных авторов о влиянии нерационального применения азотных удобрений на качество и безопасность растениеводческой продукции. Показаны возможности снижения применения азотных удобрений за счет использования микробиологических препаратов. Отмечено влияние различных факторов на эффективность ассоциативной азотфиксации. Приведены данные о взаимосвязи процесса азотфиксации и фотосинтеза.

ГЛАВА 2. Условия, объект и методика исследований

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

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

Годы проведения исследований были контрастными. Вегетационный период 2011 года характеризовался значительным дефицитом осадков в мае-июне и существенным недобором тепла в июле-августе. В 2012 году преобладала умеренно теплая погода в мае; теплая погода с ливневыми осадками в июне и значительный недобор осадков в июле-августе. 2013 год характеризовался как умеренно – влажный, на протяжении всего вегетационного периода наблюдалась довольно прохладная погода.

В качестве объекта исследований использовали:

- 9 сортообразцов яровой мягкой пшеницы селекции Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства 3-х групп спелости: среднеранней (Памяти Азиева, Катюша, Г 2755/04), среднеспелой (Дуэт, Светланка, Мелодия), среднепоздней (Омская 35, Серебристая, Г 540/05);

- биологический препарат ризоагрин - создан на основе штамма, относящегося к роду *Agrobacterium* (*A. radiobacter*, штамм 204), в ГНУ ВНИИСХМ, Санкт-Петербург-Пушкин;

- почва опытного участка.

Опыты закладывались на делянках площадью 3 м², 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 колошение 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. Изучение элементов структуры урожая проводили согласно методике Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1971). Определялись следующие показатели: высота растения, общая и продуктивная кустистость, количество колосков и зерен в колосе, масса 1000 зерен. Определение показателей качества зерна (стекловидность, масса 1000 зерен, натура, белок) проводилось по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1988) в лаборатории качества зерна СибНИИСХ.

В опытах проводились следующие наблюдения и учеты: 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; запасы продуктивной влаги в почве перед посевом - весовым методом в слое 0 – 100 см послойно через 20 см.; фенологические наблюдения в период вегетации растений проводили в соответствии с методикой Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1985); посевные качества семян определялись в соответствии с ГОСТами: масса 1000 зерен - ГОСТ 12044 – 80, энергия прорастания и лабораторная всхожесть - ГОСТ 12038 – 84; учет полевой всхожести и выживаемости растений проводили согласно методике полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов им В.Р. Вильямса (1971); 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-магниево-фосфорной кислоты использовали для нитрификаторов, подкисленную среду Чапека – для грибов (Аристовская, 1962).

По соотношению групп микроорганизмов рассчитывались коэффициенты минерализации – соотношение числа амилотических микроорганизмов к аммонифицирующим (КАА/МПА), иммобилизации – соотношение аммонификаторов к микроорганизмам, потребляющим минеральный азот (МПА/КАА) (Муха, 1980); динамика развития растений и накопление надземной массы определялись по фазам развития (Кумаков В. А., 1982); расчет площади листьев осуществляли по формуле В. В. Аникеева и Ф. Ф. Кутузова (1961): $S = 1 * d * 0,67$ (см²), где S – площадь листа, см²; l – длина листа, см; d – ширина листа, см; 0,67 – коэффициент пересчета; фотосинтетический потенциал (ФП, см²*сут.), коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{хоз}$, %) – изучались по методике А.А. Ничипоровича (1956).

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

ГЛАВА 3. Влияние биопрепарата ассоциативных diaзотрофов на микробиологическую активность лугово-черноземной почвы

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. соответствовали градации недостаточно-влажная в 2011 г. и умеренно-влажная в 2012 – 2013 гг. Метровый слой почвы в годы исследований характеризовался как умеренно-влажный. 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 подвижным фосфором была высокой, а обменным калием – очень высокая. 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.; подвижным фосфором - высокой в 2013 г. и очень высокой в 2012 г., а обменным калием - очень высокой в оба года исследований.

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

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 была выше по сравнению с контролем на 18,0 % (рисунок 1). Вместе с тем, выявлена отрицательная взаимосвязь между численностью аммонификаторов на МПА с эле-

ментами питания в ризосфере этого сорта: нитратным азотом и подвижным фосфором ($r = - 0,89$). Более высокая численность сапрофитных бактерий на МПА в ризосфере исследуемых генотипов отмечалась в 2011 г. и в 2013 г. в фазу колошение; в 2012 г. их численность в эту фазу развития была почти в 2 раза ниже, в то же время к наливу зерна их количество увеличилось и было примерно равным их численности в 2011 и 2013 гг.

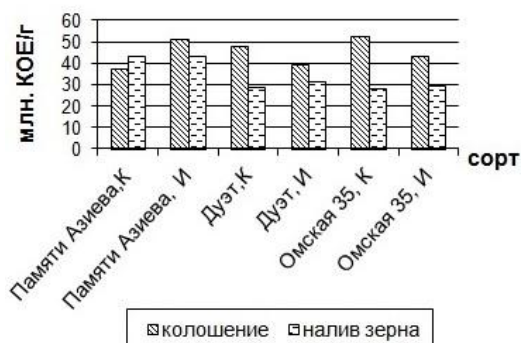


Рисунок 1 – Численность бактерий на МПА, в среднем за 2011-2013 гг.

Количество микроорганизмов, потребляющих минеральный азот (NH_3), растущих на крахмально-аммиачном агаре (КАА), увеличивалось к наливу зерна, с чем связано повышение мобилизационных процессов. Выделился сорт Омская 35, у которого при инокуляции численность этой группы микроорганизмов увеличилась на 2,18 млн. КОЕ/г., или на 4 % (рисунок 2). Количество бактерий в ризосфере сорта Омская 35 положительно коррелировало с содержанием нитратного азота и подвижного фосфора ($r = 0,97$). Количество амилотических микроорганизмов на КАА в фазу колошение в исследуемые годы было примерно на одном уровне - 32,7-38,1 КОЕ/г. В условиях 2012 г. численность этой группы микроорганизмов резко возросла к наливу зерна, что было обусловлено наиболее благоприятными гидротермическими условиями этого периода.



Рисунок 2 – 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 к наливу зерна возросла численность нитрификаторов. Наибольшее количество микроорганизмов, участвующих в окислении восстановленных форм азота, наблюдалось в ризосфере сорта Дуэт. Положительное влияние инокуляции выявлено только у этого сорта: численность нитрификаторов увеличилась на 0,28 тыс. КОЕ/г, или 19 % (рисунок 3). При этом отмечалась сильная положительная связь нитрификаторов с нитратным азотом и подвижным фосфором ($r = 0,99$) и средняя

положительная связь – с обменным калием ($r = 0,35$). В 2011 г. количество нитрификаторов в ризосфере всех сортов было максимальным. Значительно меньшее их количество отмечалось в условиях 2012 и 2013 гг.



Рисунок 3 – 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). Наибольшее количество их отмечалось в фазу колошение. Обработка ризоагрином способствовала увеличению их численности на 6% (сорт Омская 35) и на 34% (сорт Памяти Азиева) (рисунок 4). Зависимость численности олигонитрофилов от содержания основных элементов питания была отрицательной. В 2011 и 2013 гг. в фазу колошение отмечалось наибольшее их количество, которое значительно снизилось к наливу зерна. В условиях 2012 г. численность олигонитрофилов в фазу колошение была низкой, однако к концу вегетации их количество резко возросло.

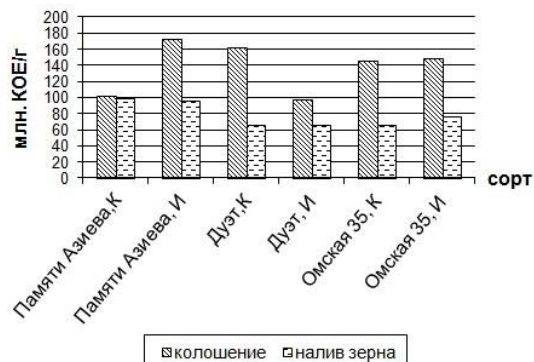


Рисунок 4 – Численность олигонитрофилов, в среднем за 2011-2013 гг.

Интерес представляют грибы, реакция которых на обработку биопрепаратом зависела от содержания основных элементов питания в почве и от гидротермических условий в годы исследований. Численность грибов в ризосфере сортов увеличивалась к наливу 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. Следует выделить сорта Дуэт и Памяти Азиева, в ризосфере которых при инокуляции численность грибов увеличилась на 2,13 тыс. КОЕ/г; 9,16 тыс. КОЕ/г соответственно (рисунок 5). Зависимость численности грибов от содержания нитратного азота и подвижного фосфора была средней положительной ($r=0,65$ и $r=0,66$, соответственно), а обменного калия - средней отрицательной ($r=-0,40$). Условия 2012 г. были более благоприятны для развития этой группы почвенного населения.

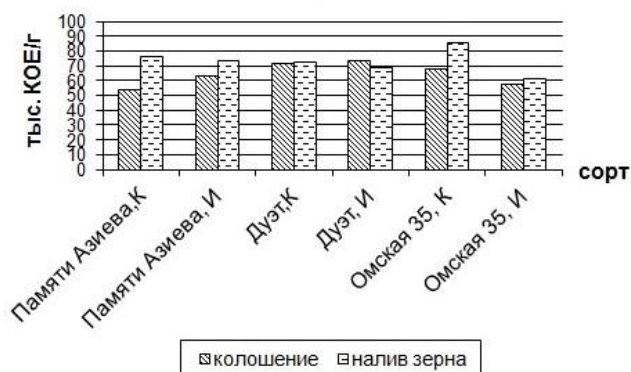


Рисунок 5 – Численность грибов, в среднем за 2011-2013 гг.

Общее количество микроорганизмов в почве свидетельствует об интенсивности биохимических процессов, протекающих в ней (Барайщук, Хамова, 2008). В наших исследованиях увеличение общей численности микроорганизмов происходило до фазы налив зерна (рисунок 6). В ризосфере инокулированных сортов Памяти Азиева и Омская 35 общая численность микроорганизмов была выше в сравнении с контролем на 11% и 40% соответственно. При этом связь общей численности микроорганизмов с $N-NO_3^-$ и P_2O_5 была несущественной или слабой ($r = 0,23$), а с K_2O – сильной отрицательной ($r = -0,93$). В 2011 г. и в 2013 г. в ризосфере пшеницы в фазу колошение общая численность микроорганизмов составила 333,2 и 222,8 млн. КОЕ/г соответственно, в то время, как в 2012 г. – лишь 99,2 млн. КОЕ/г. К наливу зерна их количество значительно снизилось, в то же время в 2012 г. в этот период отмечалось существенное увеличение общей численности микроорганизмов.

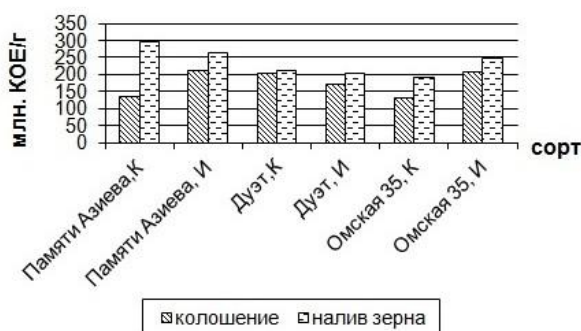


Рисунок 6 – Общее количество микроорганизмов в среднем за 2011-2013 гг.

Дисперсионный анализ данных трехфакторного опыта, представленный на рисунке 7, 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 %.

Однако следует отметить, что влияние изучаемых факторов на численность отдельных групп микроорганизмов неравнозначно. 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%).

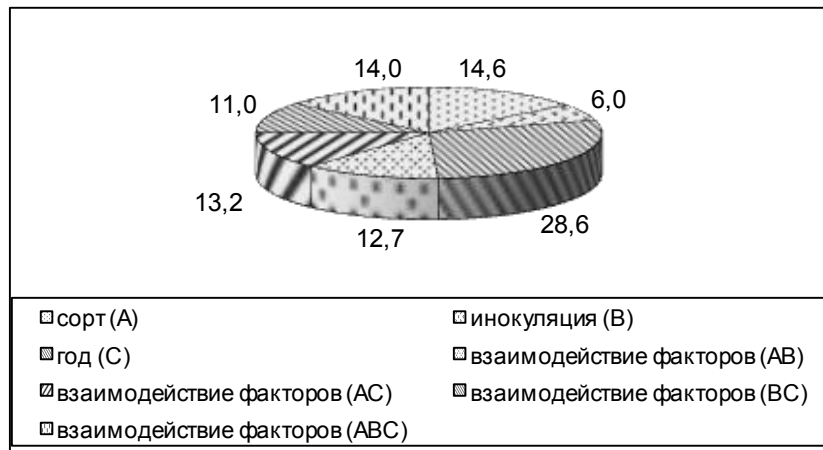


Рисунок 7 – Доля влияния отдельных факторов на численность микроорганизмов, % (в среднем для всех групп за 2011-2013 гг.)

Соотношение отдельных групп микроорганизмов изменялось в зависимости как от условий выращивания, генотипа, так и от действия ризоагрина. Так, у сорта Памяти Азиева к наливу зерна увеличилось процентное отношение бактерий на МПА в среднем за годы изучения на 2,99%; у сорта Дуэт в обе фазы развития отмечалось увеличение процентного соотношения микроорганизмов на КАА на 3,94; 4,72%, а у сорта Омская 35 выявлено увеличение процентного соотношения олигонитрофилов на 6,29% в фазу колошения и на 2,82% в период налив зерна.

Проведенные исследования показали, что в фазу колошения пшеницы преобладают иммобилизационные процессы, к наливу зерна преимущество за процессами минерализации (таблица 1). Интенсивность мобилизационных почвенных процессов, способствующих улучшению питания растений, изменялась в контрастных агроэкологических условиях в зависимости от генотипа. Максимальной величиной этого показателя характеризовались сорта Памяти Азиева и Омская 35. Эффект инокуляции на процесс минерализации был отмечен у сорта Памяти Азиева в фазу колошения растений, а у сорта Омская 35 – в фазу налив зерна.

Таблица 1 – 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
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

Коэффициент иммобилизации минерального азота, отражающий процесс закрепления азота в составе органического вещества почвы, резко снижался к моменту созревания зерна пшеницы. Наибольшей величиной этого показателя характеризовался сорт Памяти Азиева. Действие инокуляции на процессы иммобилизации азота было незначительным (таблица 1).

ГЛАВА 4. Рост, развитие и эффективность фотосинтеза яровой мягкой пшеницы под действием биопрепарата ассоциативных diaзотрофов и абиотических факторов

4.1. Посевные качества семян яровой мягкой пшеницы

Посевные качества семян яровой мягкой пшеницы: масса 1000 зерен, энергия прорастания и лабораторная всхожесть определяются генотипом и условиями внешней среды, складывающимися во время налива и созревания зерна (Леушкина и др., 2010). Семена с лучшими посевными качествами сформировались в условиях 2012 года. Действие биопрепарата в большей степени отразилось на показателях энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян, превышение над контролем варьировало от 4,5 до 23,0% и от 2,0 до 4,7% соответственно.

4.2. Полевая всхожесть и выживаемость растений

Показатели полевая всхожесть семян и выживаемость растений характеризуют адаптивные свойства яровой мягкой пшеницы.

Величина полевой всхожести определяется посевными качествами семян, гидротермическими условиями, прежде всего количеством выпавших осадков в период посев-всходы, а также запасами продуктивной влаги в почве перед посевом ($r = 0,99$), содержанием в почве нитратного азота ($r = 0,99$), подвижного фосфора ($r = 0,97$) и обменного калия ($r = 0,61$). Наибольшие значения этого показателя отмечены в условиях благоприятного 2012 года. Увеличением полевой всхожести семян в ответ на инокуляцию отреагировали сорта среднеспелой группы спелости, а также сорт Памяти Азиева.

Выживаемость растений обусловлена климатическими условиями последующих фаз развития и считается экологически значимым признаком адаптации (Зыкин и др., 2000). Наибольшая величина этого показателя отмечалась в 2012 г. В среднем за годы изучения наиболее отзывчивыми на инокуляцию были сортообразцы Памяти Азиева и Г2755/04.

4.3. Продолжительность вегетационного и межфазных периодов

Продолжительность вегетационного периода у пшеницы в значительной степени определялась суммой активных температур воздуха в период вегетации растений ($r = 0,90-0,99$), количеством выпавших осадков ($r = 0,70-0,90$) и среднесуточной температурой воздуха ($r = 0,42$). Проведенные исследования показали, что в среднем за три года у сортов среднеранней группы спелости вегетационный период составил 37,5 сут., среднеспелой группы - 41,4 сут., среднепоздней - 44,0 сут. Наибольшая длина вегетационного периода у пшеницы отмечалась в условиях 2011 и 2013 гг., более коротким вегетационный период был в 2012 г. Изменение длины вегетации было обусловлено разной продолжительностью межфазных периодов выход в трубку-колошение и колошение-восковая спелость. Действие инокуляции биопрепаратом на изучаемые показатели выявлено не было.

4.4. Фотосинтетические показатели

4.4.1. Ассимиляционная поверхность листьев

Наши исследования показали, что площадь листовой поверхности и длительность ее функционирования у яровой пшеницы зависят как от генотипа сортообразцов, гидротермических условий вегетационного периода, так и действия биопрепарата. Наиболее мощный ассимиляционный аппарат сформировался в условиях 2012 г.

Наращение листовой поверхности происходило от фазы кущения до фазы колошения с максимумом ее формирования в фазы выхода в трубку-колошение в зависимости от генотипа. Наибольшая эффективность инокуляции по изучаемому показателю отмечалась у сортообразцов Катюша, Г 2755/04, Светлана, Г 540/05 (рисунок 10).

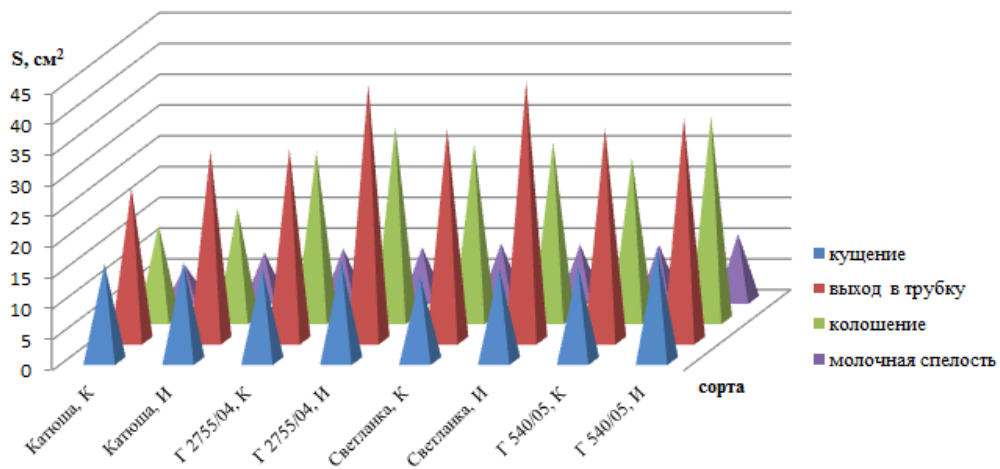


Рисунок 10 – Площадь листовой поверхности сортов яровой мягкой пшеницы, в среднем за 2012-2013гг.

4.4.2. Фотосинтетический потенциал

Фотосинтетический потенциал является показателем, характеризующим мощность ассимиляционного аппарата. Фотопотенциал сортов яровой мягкой пшеницы определялся как в целом за вегетацию, так и по отдельным фазам развития растений. Наибольший фотосинтетический потенциал формировали сорта яровой мягкой пшеницы в условиях 2012 г., что связано с более мощным развитием ассимиляционной поверхности листьев. Максимум этого показателя отмечался в период кущение-выход в трубку. Стимулирующее действие ризоагрина на изучаемый показатель отмечено для того же набора сортообразцов: Катюша, Г 2755/04, Мелодия, Г 540/05.

4.4.3. Динамика накопления сухой биомассы растений

Постепенное нарастание сухой биомассы растений пшеницы отмечалось вплоть до фазы молочная спелость зерна. Наиболее благоприятными для накопления ассимилянтов были условия 2013 г. (рисунок 11). Применение биопрепарата ризоагрина способствовало увеличению этого показателя у сортообразцов Катюша, Светлана, Мелодия, Омская 35, Серебристая, Г 540/05.

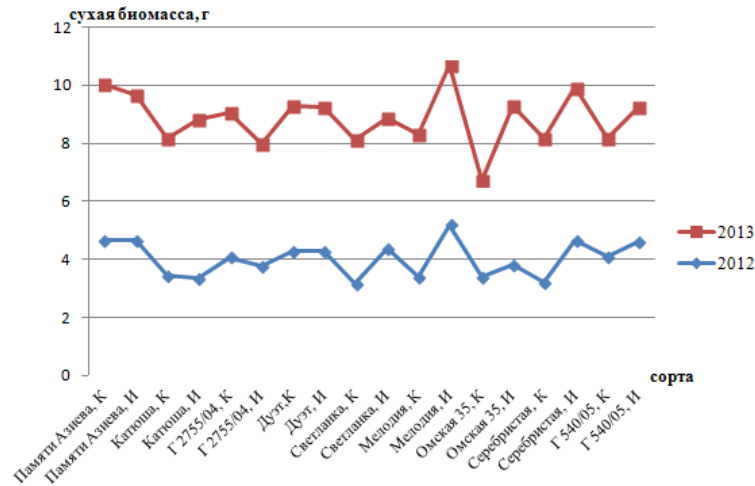


Рисунок 11 – Сухая биомасса растений, за вегетацию, 2012-2013 гг.

4.4.4. Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза

Доля выхода зерна от общей биомассы растений зависела от гидротермических условий, генотипа сорта и инокуляции. Так, в условиях 2012 г. величина К хоз. в среднем по сортам составила 55,25% , а в прохладном и влажном 2013 г. - 48,35 % . Инокуляция семян ризоагрином способствовала увеличению показателя у сортов Дуэт и Мелодия.

ГЛАВА 5. Влияние биопрепарата на продуктивность и качество зерна генотипов яровой мягкой пшеницы

5.1 Урожайность зерна и элементы ее структуры

Комплексным показателем адаптивности сельскохозяйственных культур является их урожайность. Дисперсионный анализ данных трехфакторного опыта показал, что на урожайность зерна сортообразцов пшеницы наибольшее влияние оказали условия выращивания (С) -75,4%, доля вклада генотипа (А) составила 11,7%, инокуляции (В) – 1,6%, взаимодействия факторов – от 1,1 до 4,9 % (рисунок 12).



Рисунок 12 – Доля влияния факторов на урожайность яровой мягкой пшеницы, % (в среднем за 2011-2013гг.)

Наиболее благоприятными для формирования урожайности (в среднем по опыту равной 2,58 т/га – в контрольном варианте и 2,64 т/га – на варианте инокуляции) были условия 2012 г., напротив, в условиях 2011 г. была отмечена самая низкая за годы исследований урожайность – 1,73 т/га и 1,79 т/га, соответственно. Наибольшую урожайность формировали сортообразцы среднеспелой и среднепоздней групп спелости. Лидерами по этому показателю

были сортообразцы: Памяти Азиева, Дуэт, Светланка, Серебристая, Г 540/05. Обработка семян ризоагином оказала неоднозначное влияние на отдельные генотипы пшеницы. В среднем за годы изучения наибольшую прибавку от инокуляции обеспечили сорта 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), (таблица 2). Превышение по урожайности было обусловлено увеличением таких элементов структуры, как высота растений, продуктивная кустистость, продуктивность колоса и масса 1000 зерен.

Таблица 2 – Урожайность сортов яровой мягкой пшеницы, т/га, в среднем за 2011-2013 гг.

Сорт	Контроль	Инокуляция	± к контролю
Памяти Азиева	1,68	1,97	0,29
Катюша	2,30	2,23	-0,07
Г 2755/04	2,25	2,21	-0,04
х сред.	2,08	2,14	
Дуэт	2,19	2,42	0,23
Светланка	2,30	2,18	-0,12
Мелодия	2,40	2,49	0,09
х сред.	2,30	2,36	
Омская 35	2,25	1,94	-0,31
Серебристая	2,62	2,69	0,07
Г 540/05	2,32	2,33	0,01
х сред.	2,40	2,32	
В среднем по сортам	2,26	2,27	0,01
НСР _{0,5} А		0,34	
НСР _{0,5} В		0,16	
НСР _{0,5} АВ		0,47	

5.2. Качество зерна яровой мягкой пшеницы

Потребительскую ценность зерна пшеницы характеризуют показатели качества, в том числе масса 1000 зерен, натура, стекловидность, содержание белка в зерне. Следует отметить, что зерно лучшего качества формируют сортообразцы среднеранней и среднеспелой групп, среди них следует выделить сорта Катюша и Дуэт. Наиболее благоприятными для формирования качественного зерна были условия 2012 года. При инокуляции семян ризоагрином отмечена тенденция к увеличению изучавшихся показателей. В то же время у сорта Памяти Азиева выявлено достоверное превышение над контролем по натуре и содержанию белка в зерне; у сортов Светланка и Г 540/05 – по массе 1000 зерен и содержанию белка.

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 – $N-NO_3$ до 10 мг/кг; P_2O_5 до 197 мг/кг; K_2O 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 инокуляции 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, Мелодия, 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. 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. По комплексу изучавшихся показателей выявлены наиболее отзывчивые на инокуляцию сортообразцы: Памяти Азиева, Дуэт, Светланка, Г 2755/04 и Г540/05.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

В условиях южной лесостепи Западной Сибири использование биопрепарата ризоагрина для инокуляции яровой мягкой пшеницы целесообразно лишь при прогнозе благоприятных гидротермических условий в период вегетации. Наибольший эффект может быть достигнут при обработке наиболее отзывчивых на инокуляцию сортообразцов: Памяти Азиева, Дуэт, Светланка, Г 2755/04 и Г540/05.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Аужанова А. Д. Формирование продуктивности генотипов яровой мягкой пшеницы под действием биопрепарата ассоциативных diaзотрофов в агроэкологических условиях южной лесостепи Западной Сибири / А. Д. Аужанова, Н. А. Поползухина // Омский научный вестник. – 2014 - № 1. – С. 90-92.

2. Аужанова А. Д. Микробиологическая активность лугово-черноземной почвы в зависимости от агроэкологических условий выращивания различных генотипов яровой мягкой пшеницы при инокуляции ассоциативными diaзотрофами / А. Д. Аужанова, Н. А. Поползухина, О. Ф. Хамова, Е. В. Падерина, А. А. Божко // Омский научный вестник. – 2014 - № 2. – С. 235-239.

Другие публикации:

3. Шнайдер К. В. Влияние ассоциативных азотфиксаторов на урожайность яровой мягкой пшеницы и микробиологическую активность почвы / К. В. Шнайдер, А. М. Стрелецкий, А. С. Супонин, А. Д. Аужанова // Экологическая безопасность живых систем: сб. матер.науч.-практич. семинара, 16 мая 2012 г. – Омск: Вариант-Омск, 2012. – С. 100-103.

4. Аужанова А. Д. Действие ассоциативных азотфиксаторов на урожайность сортов яровой мягкой пшеницы» / А. Д. Аужанова, Н. А. Поползухина // Развитие аграрного сектора в условиях вступления России в ВТО (проблемы и перспективы): сб. материалов междунар. научно-практич. конф., 28 ноября 2012 г. – Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2012 - С. 260-263.

5. **Аужанова А. Д.** Влияние ассоциативных diaзотрофов на микробиологическую активность почвы, рост, развитие и урожайность сортов яровой мягкой пшеницы / А. Д. Аужанова, Н. А. Поползухина, О. Ф. Хамова, Е. В. Падерина, П. В. Поползухин // Материалы II междунар. научно-технич. форума «Реализация государственной программы развития сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: инновации, проблемы, перспективы», (27–29 марта 2013 г.) – Омск: Омский гос. аграр. ун-т им. П.А.Столыпина, 2013. – С. 243-247.

6. **Аужанова А. Д.** Влияние ассоциативных diaзотрофов на микробиологическую активность почвы, показатели фотосинтеза и урожайность яровой мягкой пшеницы / А. Д. Аужанова, А. М. Стрелецкий // Творческое наследие В. И. Вернадского в трудах молодых ученых и студентов: сб. материалов научно-практич. конф., посвященной 150-летию со дня рождения В. И. Вернадского. – Омск: Вариант-Омск, 2013. – С. 30-38.

7. **Аужанова А. Д.** Действие биопрепарата на основе ассоциативных diaзотрофов на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы / А. Д. Аужанова, Н. А. Поползухина // Материалы II междунар. конф. «Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса»: Сб. научн. тр. ГНУ СНИИЖК, Ставрополь, 2013. – том 3 – вып. 6. – С. 28-33.

8. Божко А. А. Биологическая активность почвы и урожайность яровой мягкой пшеницы под действием ассоциативных diaзотрофов / А. А. Божко, **А. Д. Аужанова**, Н. А. Поползухина // Эколого-экономич. эффективность на совр. этапе Западно-Сибирского региона: материалы V Междунар. научно-практич. конф. (Омск, 24 апреля 2014 года): в 2 ч. Ч. 2. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2014. – С. 34-57.

9. Поползухина Н. А. Использование биопрепаратов для повышения микробиологической активности почвы и продуктивности агроценозов яровой пшеницы / Н. А. Поползухина, **А. Д. Аужанова** // Актуальные вопросы образования и науки: теоретические и методические аспекты: сб. науч. тр. по материалам Междунар. научно-практич. конф. – Тамбов: Усом, 2014. – С. 111-113.

10. **Аужанова А. Д.** Ассоциативная азотфиксация как фактор ресурсосбережения и повышения продуктивности яровой мягкой пшеницы / А. Д. Аужанова, Н. А. Поползухина, А. М. Стрелецкий, А. А. Божко // Проблемы научно-технологической модернизации сельского хозяйства: производство, менеджмент, экономика: сб. тр. Междунар. науч.-практич. конф. обучающихся в магистратуре (19 декабря 2014 г.). – Омск: Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П. А. Столыпина, 2014. – С. 10-14.

11. Стрелецкий А. М. Использование биопрепаратов ассоциативных diaзотрофов для адаптивности и повышения продуктивности зерновых культур / А. М. Стрелецкий, Н. А. Поползухина, **А. Д. Аужанова** // Проблемы научно-технологической модернизации сельского хозяйства: производство, менеджмент, экономика: сб. тр. Междунар. науч.-практич. конф. обучающихся в магистратуре (19 декабря 2014 г.). – Омск: Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П. А. Столыпина, 2014. – С. 85-87.