

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет
им. П.А.Столыпина»
ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»

Н.А. ПОПОЛЗУХИНА, А.А. БОЖКО, О.Ф. ХАМОВА,
П.В. ПОПОЛЗУХИН, А.Д. СЕЙТУАРОВА

**ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ ПРЕПАРАТОВ РИЗОАГРИН И АЗОРИЗИН НА
РАЗЛИЧНЫЕ СОРТА ОВСА ПОСЕВНОГО В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Монография

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом
ФГБОУ ВО Омский ГАУ
и ученым советом ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»
(протокол № 3 от 18.04.2022)

Омск - 2022

УДК 633.13:631.95
ББК 42.112+20.1
О931

Рецензенты:

Л.А. Кротова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Омский ГАУ
Н.Н. Шулико, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. сектором микробиологии ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»
Л.В. Кубрина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры биологии и биологического образования ФГБОУ ВО «ОмГПУ»

О931 Оценка действия препаратов Ризоагрин и Азоризин на различные сорта овса посевного в южной лесостепи Западной Сибири: монография / Н.А. Поползухина, А.А. Божко, О.Ф. Хамова [и др.]. – Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ», 2022. – 88 с.

ISBN 978-5-98559-026-5

В монографии представлены результаты исследований авторов, посвященных оценке действия препаратов Ризоагрин и Азоризин, способствующей реализации адаптивного потенциала овса посевного в агроэкологических условиях южной лесостепи Западной Сибири. Выявлено влияние биопрепаратов Ризоагрин и Азоризин на микробиологическую активность почвы в ризосфере культуры, фотосинтетическую активность, продуктивность и качество зерна овса посевного, выделены наиболее отзывчивые на инокуляцию сорта с естественной способностью к ассоциативной азотфиксации, высокими показателями фотосинтеза, продуктивности, адаптивные к условиям возделывания региона.

Монография предназначена для преподавателей, аспирантов, обучающихся ВУЗов, специалистов сельскохозяйственного производства, научных работников.

ISBN 978-5-98559-026-5

УДК 633.13:631.95

ББК 42.112+20.1

© Н.А. Поползухина, А.А. Божко,
О.Ф. Хамова, П.В. Поползухин,
А.Д. Сейтуарова, 2022
© ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2022
© ФГБНУ «Омский АНЦ», 2022

Содержание

Введение	4
1. Ассоциативная азотфиксация в агроценозах овса посевного	6
1.1 Народнохозяйственное значение овса как зерновой продовольственной культуры	6
1.2 Биологические особенности и агроэкологические условия выращивания овса	11
1.3 Роль азотного питания в росте, развитии и формировании овса посевного	18
1.4 Ассоциативная азотфиксация зерновых культур	22
1.5. Влияние бактериальных препаратов на хозяйственно-ценные признаки овса посевного и перспективы их использования	26
2. Биологическая активность почвы в ризосфере растений овса посевного при инокуляции семян ассоциативными diaзотрофами	30
3. Влияние биопрепаратов на рост, развитие и фотосинтетический потенциал растений овса посевного	35
3.1 Посевные качества семян	35
3.2 Полевая всхожесть семян и выживаемость растений овса	36
3.3 Продолжительность вегетационного и межфазных периодов	38
3.4 Фотосинтетический потенциал	40
4. Продуктивность и качество зерна овса посевного при действии биопрепаратов ассоциативных diaзотрофов	44
4.1 Урожайность зерна овса	44
4.2 Элементы структуры урожая	46
4.3 Качество зерна	47
Заключение	49
Библиографический список	51
Приложение	66

ВВЕДЕНИЕ

Возросший в последние годы интерес к микробиологической фиксации атмосферного азота в земледелии и растениеводстве, обусловлен главенствующей ролью процесса в азотном балансе биосферы Земли. Неоценимо значение биологического азота в повышении плодородия почв, увеличении урожая сельскохозяйственных культур и решении кормовой проблемы, его дешевизной в сравнении с техническим азотом, относительно небольшими затратами энергии на активизацию микроорганизмов, осуществляющих азотфиксацию и, наконец, его полной безвредностью для человека и окружающей среды (Базилинская, 1988; Кожемяков, Хотянович, 1997).

Роль различных групп азотфиксирующих микроорганизмов в азотном балансе почв изучена недостаточно. Хорошо известно значение клубеньковых бактерий, фиксирующих атмосферный азот в симбиозе с бобовыми растениями. Что же касается несимбиотических diaзотрофов, то долгое время считали, что их роль в пополнении почв биологическим азотом невелика. Однако в конце прошлого века благодаря появившимся новым методам изучения процесса азотфиксации, были проведены работы, свидетельствующие о повышенной активности азотфиксации в ризосфере небобовых растений (Волкогон, 1987).

Большинство исследований по ассоциативной азотфиксации было проведено на объектах тропической и субтропической зон, где климатические условия благоприятствуют протеканию данного процесса (Boddey, 1982; Döbereiner, 1978, 1989; Muller, 1995). В зоне умеренных широт исследования проведены в значительно меньших масштабах, их количество увеличилось лишь в последние десятилетия. Тем не менее, их результат однозначен – в ризосфере небобовых культур в зоне умеренного климата активность азотфиксации существенно превышает активность почв без растений (Васюк, 1989; Воробейников, 2001; Емцев, 1990; Rennie, 1983).

Реальная возможность максимально усиливать азотфиксацию на полях под зерновыми 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, с перспективой получения высокого,

экологически чистого, менее энергоемкого урожая зерновых лучшего качества.

Для повышения эффективности ассоциативной азотфиксации требуется, прежде всего, изучение экологических аспектов проблемы и факторов, влияющих на данный процесс. К ним относятся 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.) (Мишустин, 1970; Клевенская, 1979). Изменение характеристик любого из изучаемых факторов под воздействием различных агротехнических мероприятий приводит к торможению или стимулированию биологической фиксации азота в агроценозе. Для Сибирского региона это особенно актуально, так как своеобразие климатических условий, короткий вегетационный период и небольшой срок активной биологической жизни почвы приводит к более глубоким нежелательным изменениям свойств почвы при интенсивном сельскохозяйственном ее использовании (Гамзиков, 2013).

1. АССОЦИАТИВНАЯ АЗОТФИКСАЦИЯ В АГРАЦЕНОЗАХ ОВСА ПОСЕВНОГО

1.1 Народнохозяйственное значение овса как зерновой продовольственной культуры

Овес начали возделывать позднее, чем пшеницу и ячмень – во втором тысячелетии до нашей эры. Культурные сорта овса не имеют единого географического центра – их происхождение, как принято говорить, полифилетично. Н.И. Вавилов определил пять центров происхождения культурного овса: Средиземноморье, Эфиопия, Северная и Северо-Западная Европа, обширные просторы Азии от Закавказья до Китая и, наконец, сам Китай. По происхождению группу сортов овса посевного (*Avena sativa*) Вавилов Н.И. относил к четвёртому, закавказско-китайскому центру (Овес: история и ... URL: <https://shkolazhizni.ru>).

Отдельные высказывания о первоначальном сорном характере овса, постепенно превращавшегося в возделываемое растение, можно встретить в ряде сочинений, появившихся на заре нашей эры. Особенно ценны сообщения Плиния, указывающие на два типа овса: высевавшийся древними народами Европы для выпечки хлеба и "греческий" - высевавшийся в Малой Азии, главным образом в смеси с бобовыми, на корм скоту (Богачков, 1995).

Распространение овса в Европе шло с юга на север и с запада на восток. В Древней Руси, по летописи (997 г.), овес возделывали наряду с пшеницей и употребляли на корм лошадям и в пищу.

Для Америки овес – новая культура. Туземное население совершенно не знало овса. В Соединенные Штаты он завезен из Европы в самом начале XVII в. и получил там широкое распространение. Его возделывают в Канаде, на Аляске, в незначительном количестве в Мексике. В Южной Америке овес возделывают главным образом в Аргентине, а также в Чили, Бразилии, Уругвае. В Австралию овес, так же как и пшеница, был завезен с момента колонизации ее англичанами в конце XVIII в., примерно в это же время появился он в Новой Зеландии и на о-ве Тасмания (История культуры ... URL: <http://agro-portal.su>).

Разнообразные названия овса у народов, живших на северо-западе от Альп и на Кавказе, свидетельствуют о древнем происхождении культуры. Наиболее известны названия: латинское - *avena*, древнеславянское - *ovisu*, *ovesu*, *ovsa*, русское - овес. Русское название употребляют для этой культуры украинцы, белорусы, называя его также овес, молдаване - овэн.

Близкое обозначение дается и на языках других родственных славянских народностей (Названия овса ... URL: <http://agro-portal.su>).

В настоящее время овес - одна из важнейших зернофуражных культур мира и по сумме посевных площадей стоит на пятом месте после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя. Посевы его занимают свыше 25,5 млн га при средней урожайности 1,77 т/га. Размещение овса по континентам характеризует приуроченность его к зонам умеренного климата Европы и Северной Америки; значителен удельный вес его среди зернофуражных культур Австралии. Крайне малы посевы овса в странах Азии, Южной Америки и Африки, что связано со слабой жаростойкостью культуры. В общей сложности здесь возделывают 1,8 млн га, что составляет лишь 7 % мировых посевов. Значительные площади овса сосредоточены в Северной Америке (США, Канада) и в ряде европейских стран (Польша, Германия, Швеция, Испания, Франция, Финляндия). Широкий ареал культуры связан с богатством экотипов овса и их хорошей приспособленностью к условиям среды (Посевные площади ... URL: <http://agro-portal.su>).

Несмотря на это, за последние тридцать лет площади под овсом в мировом земледелии сократились в два раза, а валовой сбор зерна уменьшился на 27%. В большей мере на это повлияли соотношение цен и спрос на международном рынке, интенсификация земледелия (Рынок овса ... URL: <http://ab-centre.ru>).

В России овес высевают от северных границ возможного земледелия до южных субтропиков. Однако размещение его в различных природно-экономических зонах неодинаково. Основные посевы его сосредоточены в Нечерноземной зоне, на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке.

По стабильности урожая в большинстве зон России овес уступает ячменю, что связано не только с биологическими особенностями культуры, но и с различным уровнем агротехники. Овес, как правило, завершающая культура севооборота, поставленная в агротехническом отношении в худшие условия по сравнению с другими зерновыми культурами. Несмотря на это, во многих областях Северо-Западной зоны, Поволжья и Урала урожайность его бывает выше, чем ячменя и яровой пшеницы (Богачков, 1995).

Российская Федерация занимает первое место в мире по производству овса. Однако в последнее время в российском земледелии, так же, как и в мировом, наблюдается сокращение посевных площадей под этой культурой. Посевные площади овса в последние годы находятся на наиболее низких отметках за всю историю России, в то же время по

средней урожайности наблюдается некоторое увеличение посевов культуры. Так, если в начале 90-х она не превышала 15,2 ц/га, то за последние пять лет зафиксированный максимум составил 18,2 ц/га (Российский рынок овса ... URL: <http://ab-centre.ru>).

Цены на зерно овса в России в 2017 году достигли рекордных за последние годы отметок. Среднегодовая стоимость 1 тонны овса составила около 7000 рублей (Российский рынок овса ... URL: <http://ab-centre.ru>).

В 2015 году Омская область занимала 7-е место среди всех регионов России по посевным площадям (112,5 тыс. га) и по валовому сбору (172,3 тыс. тонн) овса (С/х Омской области ... URL: <http://ab-centre.ru>).

Широкое распространение овса связано с его разносторонним использованием. Зерно овса – незаменимый концентрированный корм для лошадей и особенно для молодняка всех видов и домашней птицы. Зеленая масса применяется на сочный корм, сено, силос, травяную муку, брикеты как в чистом виде, так и в смеси с бобовыми культурами. Хорошим кормом является и овсяная солома, которая по ценности незначительно уступает сену среднего качества. При совместных посевах с бобовыми культурами ценность овсяного корма увеличивается. В зерне возрастает содержание белка, повышается переваримость белка, жира, клетчатки и др. (Баталова, 1999).

По сравнению с другими зерновыми культурами зерно овса характеризуется рядом ценных свойств: повышенным содержанием и наилучшим соотношением в белке ряда незаменимых аминокислот, особенно лизина и триптофана, богатым составом витаминов (В1, В2) и минеральных веществ, а также хорошими энергетическими свойствами благодаря высокому содержанию жира. Самую высокую биологическую ценность из зерновых имеет белок овса, далее ржи, кукурузы, а самую низкую – пшеницы. Характерной особенностью зерна овса является высокое содержание жира (3-11%) – в 2-3 раза больше, чем у других зерновых. Килограмм зерна овса принято считать за кормовую единицу и сравнивать с ним по питательной ценности другие культуры. Весьма эффективно применение овса в составе комбикормов для всех сельскохозяйственных животных, где он является одним из основных компонентов (Технология возделывания овса ... URL: <http://biofile.ru>).

Из мировых сборов овса на пищевые цели идет 16-17 %, а в России только 9-12 %. Использование овса в пищевой промышленности (овсяная крупа, хлопья, мука, толокно и др.) связано с хорошей усвояемостью питательных веществ и витаминов, что делает его особенно ценным для

детского и диетического питания. Зёрна овса используют для производства овсяной крупы «геркулес» и особого овсяного кофе.

По ряду незаменимых аминокислот зерно овса значительно превосходит зерно ячменя и риса. В 100 г овсяных хлопьев содержится 0,9 г лецитина, 4 мг железа, 0,4 мг витамина В1, 4,2 мг витамина Е и 420 калорий; 139 г овсяных хлопьев составляют суточную потребность человека в железе, 17,5 г - в витамине В1. По содержанию белка, жира, фосфора и железа овсяная крупа значительно богаче манной, пшеничной и гречневой.

Из овса изготавливают также муку и толокно. Овсяную муку, ценную по химическому составу и не дающую клейковину при выпечке хлеба, добавляют к ржаной или пшеничной муке. В смеси с последней из нее изготавливают пользующееся большим спросом овсяное печенье и галеты. В Скандинавских странах и Шотландии овес широко применяют в хлебопечении. Небольшую часть овса используют в бродильной промышленности для получения спирта, главным образом в смеси с другими зерновыми культурами или картофелем (Использование овса ... URL: <http://agro-portal.su>).

Овес – хороший источник растворимой клетчатки, которая в отличие от нерастворимой клетчатки пшеницы и других зерновых культур частично усваивается организмом и способствует лучшему обмену веществ. С давних времен используют овес в медицине как высокопитательный и лечебный продукт. Отвар из зерен овса применяют при малокровии, туберкулезе, заболевании печени, горла и других болезнях. Зерно овса содержит полифенол, который снижает содержание холестерина в крови и способствует выведению сахаров, что особенно важно для больных диабетом. Овсяную муку используют в медицине для лечения некоторых заболеваний ног и в парфюмерной промышленности для производства лечебного мыла.

Высокими кормовыми качествами обладают также солома и мякина овса, которую используют для производства фурфурола и добавляют в рацион домашней птицы для предотвращения болезней. Само название *Avena* (овес) происходит от латинского слова *Avere*, что означает быть здоровым.

Представляет интерес использование овса и в качестве консерванта. "Овсяное молоко", приготовленное из муки овса, содержит вещества, препятствующие окислению жиров и масел, что предохраняет продукты от прогоркания. В Индии его добавляют в сливочное масло и маргарин, а также используют для лечения некоторых (Использование овса ... URL: <http://agro-portal.su>).

Проблемой современного мира является целиакия – генетически обусловленное хроническое заболевание, для которого характерна непереносимость белков глютена пшеницы, ржи и ячменя. Частота заболевания в различных регионах мира достигает 6 %. Этой болезни подвержено также до 10 % людей, болеющих сахарным диабетом первого типа. Основным методом лечения является пожизненная диета, при которой исключаются все продукты, в которых они встречаются. Одним из путей решения данной проблемы является использование овсяных продуктов, поскольку овес в отличие от пшеницы, ржи, ячменя и ряда других культур имеет в семенах второй запасной белок – глобулин. Больные целиакией могут употреблять овсяных продуктов из расчета 100 г сухого овса в день без каких-либо проблем. Отсутствие аллергенных свойств у овсяных продуктов позволяет расширять сортимент изделий, не имеющих противопоказаний при аглютеновой диете. Главное достоинство овсяных продуктов – лечебно-профилактические и функциональные свойства, возможность применения в питании как больных, так и здоровых людей. В ряде стран Европы и США приняты Национальные программы по овсу. По имеющимся в открытой печати данным, реализация такой программы в Финляндии, наряду с программой по ржи, при полной поддержке государства позволила увеличить продолжительность жизни населения на 10 лет. В Финляндии потребление овсяного цельнозернового хлеба в 40 раз выше, чем в других странах Европы (Баталова, 1999).

Особенности голозерного овса

Селекция голозерного овса проходила на протяжении всего XX века, было создано множество новых сортов. Однако в силу низкой, относительно сортов пленчатого овса, урожайности, отсутствия достаточной информации по биологии культуры, ее требованиям к технологии и условиям возделывания новые сорта голозерного овса не были востребованы в производстве, а исследования были прекращены (Васюкевич, 2009).

Одной из причин пониженной, по сравнению с пленчатыми генотипами, урожайности у голозерного овса является низкая масса 1000 зерен (26-30 г), в связи с отсутствием пленки.

В конце прошлого столетия, когда изменились социально-экономические условия сельскохозяйственного производства и повысились требования к качеству питания населения, спрос на безпленчатые сорта снова возрос. Голозерный овес стал востребован для производства продуктов детского, диетического, функционального

питания, а современные машинные технологии обеспечили создание благоприятных условий для получения достаточно высоких урожаев качественного зерна. Наряду с этим селекционным путем была повышена урожайность и качество зерна голозерного овса (Баталова, 2014).

Безусловным преимуществом голозерного овса является более высокое процентное содержание белка (до 20,2 % и более), масла (до 7 % и более), аминокислот (лизина и аргинина) по сравнению с плёнчатыми формами. Белок его имеет наибольшую биологическую ценность среди зерновых культур (Белкина, 2009).

Пленчатость важна в определении качества зерна, т.к. пленка имеет низкую питательную ценность. Снижение пленчатости – лучший способ повышения качества как продовольственного, так и фуражного зерна овса (Баталова, 2009).

Выход крупы из голозерных сортов овса составляет 99,2 %, а из плёнчатых только 71,5 %. Крупа и хлопья из голозерного овса имеют лучшие вкусовые качества по сравнению с таковыми у пленчатых сортов. Изготовление пищевых концентратов из овса голозерного упрощает процесс производства, увеличивает выход готовой продукции на 20-25 % и снижает ее себестоимость. Зерно имеет более высокую питательную и энергетическую ценность при использовании на кормовые цели (Баталова, 2014)

1.2 Биологические особенности и агроэкологические условия выращивания овса

Овес (*Avena L.*) – однолетнее, реже многолетнее, преимущественно самоопыляющееся растение, перекрестное опыление может достигать 2%. Растение овса состоит из корня, стебля, метелки и листьев.

Наряду с широко распространенным овсом посевным (*Avena sativa L.*), имеющим пленчатое зерно, возделывается и овес голозерных форм (*A. nuda L.*), имеющих зерно без пленки.

Овес представлен большим количеством видов, приблизительно 70, среди которых есть многолетние и однолетние виды. Из этого количества видов, только 11 имеют практическое значение, а в России, овес представлен 2 видами: Овес посевной (*Avena sativa*) и Овес византийский (*Avena visantius*).

Овес посевной имеет пленчатые и голозерные формы, у пленчатых форм в колоске имеется 2 или 3 цветка, редко 4, у голозерных форм может быть 7 цветков и более. Колоски безостые или остистые, ость может быть у нижнего (первого) зерна в колоске. При отделении колоска от веточки

метелки площадка излома прямая, почти перпендикулярная к длинной оси зерна. При отделении первого зерна от второго стерженек (ножка второго цветка) остается при первом зерне.

Овес византийский отличается от посевного овса наличием остей на всех зернах в колоске. При отделении колоска от веточки метелки площадка излома скошенная. Цветковая чешуя в нижней части опушенная. При отделении первого зерна от второго стерженек разламывается, и часть остается у первого зерна, часть – у второго (Биологические признаки ... URL: <http://agro-portal.su>).

Овес – самоопыляющееся растение. Цветение у него обычно закрытое, однако теплая солнечная погода с кратковременными дождями способствует обильному пыльцеобразованию и открытому цветению. Как цветение, так и созревание овса идет постепенно от верхних колосков метелки к нижним. Самое крупное и тяжеловесное зерно формируется в верхних колосках.

Овес – культура длинного дня. С продвижением на север вегетационный период его сокращается. Продолжительность вегетационного периода у возделываемых сортов овса колеблется в пределах 70-130 дней.

Овес кустится сильнее, чем пшеница, но слабее, чем ячмень. По сравнению с ними имеет более развитую корневую систему. На корнях овса большое количество корневых волосков, поверхность которых составляет более 90% поверхности всей корневой системы. Такие волоски обладают повышенной активностью, поэтому корневая система овса отличается высокой поглотительной способностью (Авдеев, 2008).

У овса растянутый критический период потребления элементов питания и влаги, который охватывает большую часть фаз выхода в трубку, выметывания и цветения. В процессе роста и развития растения овса проходят те же фазы и этапы органогенеза, что и другие зерновые культуры (Биологические признаки ... URL: <http://agro-portal.su>).

Фазы роста и развития:

1. Всходы;
2. Кущение;
3. Выход в трубку (стеблевание);
4. Выметывание метелки;
5. Цветение;
6. Созревание:
 - молочая спелость;
 - восковая спелость;
 - полная спелость.

Биологические особенности

Требования к теплу. Овес – сравнительно холодостойкая культура. Семена прорастают при 1-2°C, но для появления всходов необходима более высокая температура – 3-4°C. В период всходов и кущения оптимальная температура – 15-18°C. Всходы хорошо переносят кратковременные заморозки от -8 до -9°C. В более поздние фазы развития устойчивость к низким температурам снижается. Для цветения овса наиболее благоприятная температура воздуха – 18-20°C. В фазе молочной спелости зерна, овес более устойчив к низким температурам. Эта культура лучше переносит весеннюю засуху, чем ячмень и пшеница, благодаря быстроразвивающейся корневой системе, но сильнее страдает от летней засухи. Овес подвергается “захватам” и “запалам” при температуре – 38-40°C.

Сумма активных температур от всходов до созревания составляет для раннеспелых сортов – 1000-1500°C, для среднеспелых – 1350-1650°C и для позднеспелых – 1500-1800°C (Богачков, 1995).

Требования к влаге. Овес более влаголюбив, чем пшеница и ячмень. Пленчатое зерно для набухания требует 60% воды от массы зерна, что на 10-15% больше, чем у других культур. Транспирационный коэффициент = 400-600 ед. Овес особенно требователен к влаге в период от выхода растений в трубку до цветения (за 10-15 дней до выметывания). При ее нехватке происходит резкое снижение урожая, так как в это время начинается развитие генеративных органов. Высокие урожаи овес дает при выпадении осадков в первой половине лета, более поздние осадки вызывают подгон и затягивают созревание, из-за чего зерно не вызревает до наступления морозов (Богачков, 1995).

Требования к почвам. К почвам овес менее требователен, чем другие яровые культуры, что обусловлено хорошей развитой корневой системой и ее усваивающей способностью. Корневая система проникает на глубину до 120см., в ширину – до 80см. Овес может произрастать и давать хорошие урожаи на супесчаных, суглинистых, глинистых и торфяных почвах, благодаря мощной корневой системе. Овес хорошо растет на почвах с рН=5-6. Солонцеватые почвы для овса не пригодны (Васюкевич, 2005).

Требования к питанию. Для овса характерен длительный период поступления питательных веществ. Овес требователен к содержанию в почве азота, особенно в начальный период развития. Потребность в фосфоре также особенно высока на первых этапах развития до образования узловых корней, в дальнейшем растения потребляют фосфор более равномерно. Потребность в калийном питании одинакова в течение всей

вегетации. Овес к началу цветения потребляет: азота – 60%, калия – 30-45%, фосфора – 60% и кальция – 55%. В конце цветения поступление питательных веществ замедляется, а ко времени полной спелости зерна начинается отток их в почву. В период полной спелости преобладающая часть азота и фосфора сосредоточена в зерне, а калия – в соломе.

Из всех элементов питания для овса, как и для других злаков, наибольшее значение имеет азот. При недостатке его овес плохо растет и развивается. Азотные удобрения существенно повышают урожай овса и содержание белка в зерне. Однако азотные удобрения в высоких дозах при достаточном количестве влаги могут привести к сильному полеганию растений и снижению урожая. При недостатке азота в почве растения хуже развиваются, ослабевает процесс кущения, листья желтеют, затем краснеют и отмирают.

К недостатку фосфора овес особенно чувствителен в ранние периоды развития, когда у него слабо развита корневая система, а потребность в калии возрастает при больших урожаях в севооборотах, насыщенных многолетними травами и техническими культурами. Фосфор нужен растениям как элемент питания и для более полного усвоения азота, без которого задерживается синтез белков. Он способствует лучшему развитию корневой системы, генеративных органов, ускоряет созревание. При недостатке фосфора ослабевает общее развитие растений и задерживается цветение и созревание.

Максимальное поглощение калия происходит в период выхода в трубку – выметывания. Калий способствует синтезу белков. Он участвует в образовании углеводов, хлорофилла, каротина и других веществ, повышает зимостойкость растений. При его недостатке рост растений идет хуже, снижается кустистость, листья приобретают синевато-зеленую окраску с бронзовым оттенком, края их буреют и закручиваются.

Большую роль в питании растений играют кальций, особенно в углеводном обмене, и микроэлементы (марганец, бор, медь, молибден и др.) (Баталова, 2009).

Агротехника

Место в севообороте. Овес в севообороте обычно высевают заключительной культурой после других зерновых (озимые зерновые, идущие по удобренному чистому или занятому пару), но чаще после зернобобовых, озимой или яровой пшеницы, после пара. Хорошие предшественники – пропашные культуры, особенно картофель и кукуруза. В льносеющих районах получают высокие урожаи овса после льна, по

обороту пласта. Не рекомендуется размещать его два года подряд на одном и том же поле и после свеклы, так как это ведет к распространению общего вредителя – нематоды. В связи с малой чувствительностью овса к кислотности почвы, в Нечерноземной зоне с его посева начинают освоение болотных почв.

Сам овес из-за большого количества корневых остатков может быть неплохим предшественником для других культур. В условиях специализации севооборотов, когда насыщенность зерновыми культурами достигает – 65-70%, овес выполняет функции “санитарной” культуры, так как он обладает повышенной устойчивостью к корневым гнилям.

В смеси с однолетними бобовыми культурами, овес относится к числу лучших парозанимающих культур (Богачков, 1995).

Удобрения. Благодаря хорошо развитой корневой системе, овес очень эффективно использует плодородие почв и питательные вещества, оставшиеся от предшественника. Овес отзывчив на внесение минеральных удобрений, особенно азотных, и характеризуется более растянутым периодом потребления питательных веществ и слабым накоплением элементов минерального питания в начале вегетации. Особенно сильно влияет на урожайность и качество зерна внесение органических удобрений под предшествующую культуру. Вынос питательных веществ на формирование 1т зерна составляет: азота – 29-31%, фосфора – 10-12%, калия – 32-38%. Фосфорные и калийные удобрения вносят под основную обработку почвы, азотные – под предпосевную культивацию (50-60 %), остальную часть – в виде подкормки в период кущения – начала выхода в трубку. В районах недостаточного увлажнения азотные удобрения вносят полностью перед посевом под предпосевную культивацию. Овес хорошо отзывается на внесение органических и минеральных удобрений (Акимова, 2008).

Обработка почвы. Система обработки почвы под овес не отличается от системы обработки под другие яровые зерновые. Основную обработку почвы при размещении овса после стерневых предшественников проводят осенью. Она состоит из двух приемов: лущение стерни и вспашка. При размещении овса после пропашных культур проводят только вспашку.

На севере Нечерноземной зоны и в Сибири, где период от уборки предшествующей культуры до наступления устойчивых заморозков составляет менее одного месяца, лущение проводить нецелесообразно, сразу проводят вспашку.

Зяблевую вспашку проводят на глубину до 25см. На полях с опасностью ветровой эрозии, проводят безотвальную обработку на глубину 12-14см. В зимний период проводят снегозадержание.

Весенняя обработка почвы включает боронование зяби с целью сохранения влаги в почве и предпосевную культивацию. В районах избыточного увлажнения и в холодную дождливую весну боронование зяби не проводят, а выполняют лишь предпосевную культивацию. В районах недостаточного увлажнения на легких рыхлых почвах проводят прикатывание почвы перед посевом для равномерной заделки семян и появления дружных всходов (Богачков, 1995).

Подготовка семян. Для посева необходимо использовать семена лучших районированных сортов. Они должны быть отсортированными, достаточно крупными и выравненными. Это особенно важно для овса, так как он отличается растянутым цветением и формированием зерен в метелке.

Особенность подготовки семян овса к посеву заключается в разделении семян на крупную и мелкую фракции, которые значительно различаются между собой. Из крупных зерен овса развиваются более мощные растения, которые лучше кустятся и дают большие урожаи, чем растения, выращенные из крупных зерен.

Перед посевом, семена протравливают фунгицидами.

Посев проводят сеялками сплошного сева, семенами соответствующими 1-2 классу (Овес ... URL: <http://ruf-2.ru>).

Сроки посева. Для овса благоприятны ранние сроки посева. В европейской части России ранние сроки посева дают возможность избежать поражения всходов фузариозом и повреждения шведской мухой. Овес сеют при наступлении физической спелости почвы.

В более засушливых лесостепных и степных районах Сибири, овес целесообразно сеять в 3 декаде мая. Преимущество поздних сроков сева объясняется тем, что такие посевы эффективнее используют осадки второй половины лета, и овес меньше подвергается закукливанию.

Способы посева. Неравномерность размещения семян при посеве ведет к выпадению и полеганию растений на загущенных участках рядка, что отрицательно сказывается на урожае, выравненности и крупности зерна.

Норма высева. При перекрестном и узкорядном посеве норма высева увеличивается на 10-15%. Как в изреженных, так и в загущенных посевах снижается урожай и качество зерна. Изреженные посевы сильнее засоряются и повреждаются шведской мухой. Оптимальные нормы высева зависят от почвенно-климатических и агротехнических условий. В районах достаточного увлажнения, максимальный урожай можно получить при повышении нормы высева. В то же время излишнее загущение на богатых

азотом участках ведет к полеганию растений, особенно при достаточном увлажнении. При этом не только снижается урожай, но и ухудшается качество зерна.

Примерные нормы высева для Западной Сибири – 5-5,5 млн. всхожих семян/га.

Нормы высева уточняют в каждом хозяйстве, в зависимости от плодородия и засоренности почвы, срока и способа посева, предшественников, удобрений, погодных условий, особенностей сорта и других условий (Овес ... URL: <http://ruf-2.ru>).

Глубина заделки семян сильно влияет не только на полевую всхожесть семян, но и на последующее развитие растений. Учитывая высокую потребность семян овса во влаге в процессе набухания, их необходимо заделывать во влажный слой почвы. Поэтому в засушливых районах семена заделывают на большую глубину, чем в районах достаточного увлажнения. При выборе глубины заделки семян учитывают также гранулометрический состав, температуру и влажность почвы в период посева.

В областях Урала, Западной и Восточной Сибири, глубина заделки семян колеблется в пределах – 4-8см.

Мероприятия по уходу за посевом. Послепосевное прикатывание на легких и засушливых почвах кольчато-шпоровыми катками способствует лучшему контакту семян с почвой, появлению дружных всходов, более мощному развитию корневой системы. На засоренных однолетними и многолетними сорняками участках после посева поле обрабатывают гербицидами. При появлении почвенной корки до появления всходов следует провести боронование поперек посевов легкими боронами. Эта операция способствует уничтожению сорняков, разрушению корки и увеличению доступа воздуха к корням (Овес ... URL: <http://ruf-2.ru>).

Борьбу с вредителями, болезнями и сорняками при возделывании овса ведут комплексно в соответствии с зональными системами земледелия, сочетающими семеноводческие, агротехнические и химические меры. Агротехнический комплекс мероприятий включает в себя использование для посева устойчивых и выносливых сортов, правильное чередование культур в севообороте, сбалансированное внесение минеральных удобрений, высококачественную обработку почвы с тщательной заделкой растительных остатков, оптимальные сроки и нормы высева семян. Как дополнительные приемы борьбы используют химические методы с применением пестицидов при численности вредных объектов выше экономического порога вредоносности (Баталова, 2009).

К наиболее распространенным вредителям овса относятся овсяная шведская муха, злаковые тли, трипсы, хлебная пьявица, хлебная полосатая блоха, щелкуны (проволочники).

Из болезней на посевах овса наиболее распространены пыльная и твердая (покрытая) головни, корончатая и стеблевая ржавчины, корневые гнили, фузариоз, септориоз, красно-бурая пятнистость, вирус желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ).

Среди наиболее вредоносных сорняков в посевах овса можно выделить: многолетние корнеотпрысковые – бодяк полевой, осот полевой, вьюнок полевой; корневищные – пырей ползучий; зимующие – трехреберник (ромашка) непахучий; однолетние двудольные – пикульник обыкновенный, марь белая, горец вьюнковый; однолетние злаковые – овсюг, просо куриное, щетинники и др. Овес обладает относительно слабой конкурентной способностью по отношению к сорнякам. В связи с этим истребительные меры против отдельных групп сорняков целесообразно применять уже при слабой и средней засоренности полей (Милащенко, 1978).

Уборка урожая. В пределах метелки овес созревает неравномерно. Созревание начинается с верхних колосков метелки и с периферии и постепенно распространяется вниз и к центру метелки. Овес хуже дозревает в валках, поэтому при преждевременной уборке получается невыравненное по спелости зерно, а при перестое в первую очередь осыпаются крупные зерна. Убирают овес зерноуборочными комбайнами (Овес ... URL:<http://ruf-2.ru>).

1.3 Роль азотного питания в росте, развитии и формировании овса посевного

Для нормального роста и развития растениям необходимы тепло, вода, воздух, свет и питательные вещества. Все эти условия равноценны и практически незаменимы.

Питание – важнейший фактор жизни растений, хорошо поддающийся искусственному регулированию. Недостаточный или несвоевременный приток хотя бы одного из элементов резко снижает урожайность и качество возделываемой культуры.

В большинстве почв имеются все элементы питания, но далеко не всегда их хватает для формирования высокого урожая, так как очень часто они содержатся в почвах не в тех количествах, соотношениях и формах, которые нужны растениям.

Для нормального роста и развития растений необходимы десять элементов: углерод, кислород, водород, азот, фосфор, калий, кальций,

магний, сера и железо. Все они входят в состав растений в относительно больших количествах (от нескольких десятков до сотой доли процента). Поэтому их условно назвали макроэлементами (Мишустин, 1979).

Позднее было найдено, что растениям в очень малых количествах (меньше 0,001% от веса сухой массы) нужны и другие элементы: марганец, бор, молибден, медь, цинк и т. д., которые получили название микроэлементов.

Рост сельскохозяйственных культур чаще лимитируется недостатком в почве азота, чем какого-либо другого питательного элемента. Поэтому, в результате внесения в почву 1 кг азота ожидаемая прибавка урожая в условиях севооборота составляет 16 кг, 1 кг фосфора – 8 кг, 1 кг калия – 4 кг. На первоочередную потребность в азоте указывал в своих трудах С.П. Костычев (1926) сказав, что «азотное голодание является тем фактором, который преимущественно перед всеми остальными ограничивает развитие жизни на земле и задерживает размножение организмов».

Соединения азота составляют значительную часть общего выноса элементов питания растений. Например, содержание азота в начале роста овса равно 5 - 6 %, в фазу кущения при благоприятном питании в листьях содержится 4 - 5 % азота, а в фазу цветения 2,6 - 3,0 %. Азот встречается в растениях, как в органической, так и неорганической формах (Богачков, 1995).

Азот – важнейший элемент, входящий в простые и сложные белки, которые являются главной составной частью протоплазмы растительных клеток. Он также находится в составе нуклеиновых кислот (рибонуклеиновая — РНК и дезоксирибонуклеиновая – ДНК), играющих исключительно важную роль в обмене веществ в организме. Максимальная потребность в нём у овса наблюдается в период кущение – выметывание метелки. В период формирования и налива зерна культуры пополнение азотом происходит в основном за счёт внутренних резервов (листьев, стеблей). При недостатке азота в почве (азотное голодание) наблюдается светло-зелёная или желтовато-зеленая окраска листьев их потемнение и мелкие размеры, рост растений замедляется или приостанавливается. Пожелтение листа начинается у средней жилки, постепенно распространяясь на всю поверхность. Стебли и побеги становятся тонкими, овес слабо кустится (Гамзиков, 1981).

Большая часть органического азота растений представлена белками. Белки представляют собой главную составную часть протоплазмы. Действуя совместно, они синтезируют самих себя, и другие органические соединения в растении.

Белки клеток вегетативных частей растения считаются первично функциональными, так как многие из них представляют собой ферменты, и нуклеопротеиды, часть которых содержится в хромосомах. Таким образом, белки служат катализаторами и регуляторами обмена. Функциональные белки не являются стойкими веществами, а скорее существуют в состоянии постоянного изменения, то распадаясь, то образуясь снова. Аминокислотные звенья, служащие для их восстановления, могут быть сформированы заново или же получаются при гидролизе каких-либо других белков, например, запасных. Значительная часть белка в семенах сельскохозяйственных культур может классифицироваться как резервный, потому что во время прорастания он гидролизуется без переформирования, и, видимо, служит только источником аминокислот для создания других белков в проростке (Васюк, 1989).

Азот является компонентом хлорофилльных пигментов, которые придают растению его зеленую окраску. Поскольку хлорофилл необходим для фотосинтеза, можно говорить о том, что азот играет важную роль в фотосинтезе. Азот имеется в гормонах – органических веществах, оказывающих важное регулирующее влияние на обмен, даже если они присутствуют лишь в ничтожных количествах. Азот – составная часть носителя энергии дыхания – АТФ (Беляков, 1983).

В почве азот представлен в основном, четырьмя видами соединений: азот аммонийный (NH_4^+), азот нитратов (N-NO_3), органический азот белков (в виде еще не вполне распавшихся остатков растений и животных) и продуктов их расщепления – аминокислот, пептидов, аминов и амидов, а также азот гумуса (Корентков, 1986).

Данные, полученные методом стерильных культур растений, особенно классические исследования Д.Н. Прянишникова и его школы, показали, что неорганические формы азота (аммонийный и нитратный) несравненно лучше усваиваются растениями, чем органические (за исключением мочевины, аспарагина и глутамина, т. е. соединений, от которых легко отщепляется аммонийный азот). В природных условиях большое значение для питания растений азотом имеют почвенные микроорганизмы, которые минерализуют содержащийся в почве органический азот, превращая его, в конечном счете, в аммиак, являющийся тем исходным соединением, которое используют растения для синтеза аминокислот и белков. Содержание усваиваемых растением соединений азота в одной и той же почве подвергается значительным колебаниям в результате происходящих в почве биохимических процессов с участием бактерий. Основную часть азота на Земле составляет

молекулярный азот атмосферы (N_2). Его содержание $3,8 \cdot 10^{21}$ г или $3,8 \cdot 10^{15}$ т (в расчете на элементарный азот) и это количество не усваивается большинством высших растений. Однако существует большая группа почвенных микроорганизмов, способных ассимилировать азот атмосферы. Наиболее важными из них являются симбиотические и несимбиотические бактерии. Эти азотофиксаторы играют определенную роль в обогащении почвы связанным азотом, но этого количества недостаточно, чтобы обеспечить получение высоких урожаев (Карягин, 1986).

Тем не менее, при наличии в почве достаточного количества растительных остатков, являющихся источником углерода для свободноживущих азотофиксаторов, вклад их в азотный баланс почвы весьма значительный и если сопоставить количество аммиачного и нитратного азота, попадающего в почву в результате небиологической «фиксации» азота – фотохимических процессов и электрических разрядов в атмосфере – с тем его количеством, которое вносится в почву благодаря его фиксации микроорганизмами, то становится совершенно очевидной исключительная важность последнего процесса. Действительно, исследования, проведенные в различных частях земного шара, показали, что количество связанного азота, попадающего в почву с атмосферными осадками, составляет от 1 до 30 кг на гектар в зависимости от видов деятельности человека. В условиях Сибири же с осадками в почву ежегодно поступает 2-11 кг/га азота в виде аммиака и нитратов (Емцев, 1990). За счёт несимбиотической азотофиксации по данным Г.П. Гамзикова (1981) в почве накапливается в среднем - 10 кг/га и более азота.

Наряду с процессами накопления минеральных форм азота в почвах происходят и их потери: вымывание нитратного азота осадками и дренажными водами при высоком увлажнении почвы, достигающее в среднем за год из пахотного слоя на тяжёлых почвах 7 кг, а на лёгких – 22 кг/га. В Западной Сибири величина этих потерь менее значительна – 5 кг/га. Кроме этого, значительная часть азота теряется в виде аммиака, молекулярного азота и закиси азота (N_2O). Потери газообразного азота происходит в результате денитрификации под влиянием анаэробных микроорганизмов-денитрификаторов, использующих для дыхания кислород нитратов. Процесс денитрификации идёт во всех почвах Западной Сибири, в результате чего теряется до 20 - 39 % азота (Гамзиков, 2013).

Запасы общего азота и его органических форм характеризуют потенциальное плодородие почв, но они не всегда служат определяющим фактором эффективного плодородия. Агрохимиков интересуют, прежде

всего, те формы почвенного азота, которые непосредственно потребляются растениями или могут быть использованы в течение вегетационного периода после перевода их в доступную форму. Главными источниками таких форм азота для питания растений служат содержащиеся в почве соли азотной кислоты и соли аммония, но количество образующихся при этом нитратов и аммония не всегда может удовлетворить потребность культурных растений в азоте. Поэтому недостаток азота в почве восполняют внесением в неё азотных минеральных или органических удобрений (Базилинская, 1978).

Процесс ферментативного восстановления нитратов, происходит в растениях благодаря окислению углеводов, и идет по следующей схеме:



Нитраты - > нитриты - > гипонитритгидроксиламин -> аммиак

Процесс идет через ряд промежуточных соединений и катализируется несколькими ферментами.

Весь сложный цикл образования азотистых веществ в растениях начинается, как показано, с аммиака, и распад их завершается его выделением. Это послужило основанием Д.Н. Прянишникову (1945) сказать, что «аммиак есть альфа и омега в обмене азотистых веществ у растений».

Процесс обмена азотистых веществ происходит в течение всей жизни овса, но характер и темпы этого процесса неодинаковы в разные фазы роста и развития. При прорастании семян белковые вещества распадаются с накоплением аспарагина, который используется для синтеза белков и других азотистых соединений во вновь образующихся органах растения. Содержание азота в растениях пшеницы зависит от содержания и форм его в почве (Гамзиков, 2013).

1.4 Ассоциативная азотфиксация зерновых культур

Биологическая фиксация азота атмосферы является проблемой, значение которой все возрастает и выходит далеко за рамки биологии и сельского хозяйства. Решение проблемы за счет широкого использования минеральных удобрений связано с глобальными нарушениями процессов круговорота основных биогенных элементов искусственных агроценозов. Рост производства минеральных удобрений увеличивает опасность загрязнения окружающей среды промежуточными продуктами трансформации минерального азота. Кроме того, энергозатраты на применение минеральных удобрений повышаются значительно быстрее по сравнению с ростом урожайности, поэтому внесение их в почву не всегда

экономически выгодно. Этим и объясняется значительный рост интереса в мире к биологическим источникам азота (Умаров, 1989).

Одним из возможных путей снижения расходования азотных удобрений, а также повышения коэффициента их использования является применение микробиологических препаратов, способствующих сохранению природных экологических систем и реализации потенциальной продуктивности растений за счет адаптивных свойств. Проблема поиска эффективных азотфиксаторов при всей ее сложности чрезвычайно актуальна. Прикорневая зона растений является наиболее благоприятной средой для размножения diaзотрофов (Завалин, 2001).

Биологическая фиксация азота – одна из кардинальных проблем современного земледелия и растениеводства, так как резкое сокращение применения минеральных и органических удобрений приводит к снижению продуктивности и ухудшению качества растениеводческой продукции, падению плодородия почвы. 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. Положительное влияние инокуляции на растение обусловлено не только улучшением азотного питания растений, при внедрении в их ризосферу diaзотрофов, но и воздействием микроорганизмов через физиологически активные вещества и микробиологический эффект (Виноградова, 2000)

После открытия способности азотфиксирующих микроорганизмов вступать в ассоциации с небобовыми растениями, во всем мире были начаты и стремительно развиваются исследования ассоциативной (несимбиотической) азотфиксации. Результаты недавних исследований показали, что инокуляция микробными препаратами может улучшать урожаи сельскохозяйственных культур, не вызывая значительных изменений естественной ризосферной микрофлоры (Алиев, 1988).

Были получены положительные результаты инокуляции различными видами микроорганизмов таких культур, как рис, сахарный тростник, картофель, пшеница, кукуруза (Воробьева, 2000).

При инокуляции колосовых культур ассоциативными diaзотрофами увеличение продуктивности обычно составляет 10-30%. У сортов, отзывчивых на обработку биопрепаратами, прибавка может достигать 40% (Базилинская, 1985).

Увеличение использования фиксированного diaзотрофными

бактериями биологического азота имеет особое значение для устранения дефицита азота в питании растений. Данный фактор способствует эффективному использованию земельных ресурсов, получению экологически и экономически обусловленного количества, и качества растениеводческой продукции, а также устойчивости агроландшафта и сохранению почвенного плодородия (Завалин, 2001).

В результате исследований установлено, что при использовании биопрепаратов необходимо учитывать генотипические особенности растений.

В последнее время показано, что возможно увеличение азотфиксации путем селекции не только у бобовых, но и у небобовых полевых культур.

Конкурентоспособными эту группу культур могут сделать наличие стабильно продуктивных, устойчивых к болезням, вредителям и неблагоприятным факторам среды сортов; улучшение качества; эффективное использование их средообразующего, в первую очередь симбиотического, потенциала и широкая популяризация (Садыков, 1989).

Целью селекции является усиление симбиотических связей растений с полезными почвенными организмами для мобилизации труднодоступных элементов питания, устойчивости к патогенам, адаптации к экологическим стрессам. В случае небобовых культур речь, прежде всего, идет об усилении азотфиксирующей способности. Высокая степень наследуемости симбиотических признаков и прямая связь между азотфиксирующей активностью и урожайностью растений свидетельствуют в пользу результативности оценки эффективности взаимодействия с микроорганизмами (Карягина, 1990).

В нашей стране ежегодно за счет азотфиксации на полях небобовых культур в почву поступает 4 млн т. азота, т.е. больше, чем на всех площадях, занятых бобовыми культурами (3,5 млн т.) (Умаров, 1985).

Для сравнения промышленность производит 9 млн т. азота в год. Принято считать, что 1 кг азота внесенный в почву, в среднем дает прибавку урожая, эквивалентную 10 кг зерна. Следовательно, валовая прибавка урожая от азотфиксирующих микроорганизмов на полях, занятых небобовыми культурами, соответствует 40 млн т. зерна в год, но в расчете на единицу площади эта азотфиксация слишком мала (5-20, иногда до 50 кг/га в год) для получения высоких урожаев небобовых. Возникает вопрос о возможности ее усиления (Мишустин, 1983).

Регулирование процесса азотфиксации зависит от особенностей взаимодействия растения и diazotroфа в конкретных почвенно-климатических условиях. При оптимальном сочетании биотических и

абиотических факторов количество ассоциативно фиксированного азота может достигать до 12-50 кг/га, а в неблагоприятных – снижаться практически до нуля. Поэтому поиск путей повышения эффективности азотфиксации при возделывании важнейшей продовольственной культуры – пшеницы будет способствовать, как повышению ее урожайности, так и снижению количества необходимого промышленного азота (Шотт, 2000).

Интенсивное изучение ассоциативной азотфиксации начиналось с работ доктора Джоан Доберейнер (J.Dobereiner), в 70-80-х годах нашего столетия, в Бразилии активизировались поиски азотфиксирующих микроорганизмов, обитающих на поверхности корневой системы диких и культурных злаков. Такие микроорганизмы, живущие в ассоциации с растением, называются ассоциативными азотфиксаторами. Число их видов велико, но благодаря работам доктора Дж. Доберейнер и ее последователей, в центре событий оказались микроорганизмы 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. В ассоциативные взаимоотношения вступают представители многих родов почвенных азотфиксирующих микроорганизмов не только *Azospirillum*, с которых и началось интенсивное изучение азотфиксации, но и давно всем известный *Azotobacter*, а также *Arthrobacter*, *Beijerinckia*, *Bacillus*, *Mycobacterium* и др. (Умаров, 1985).

В системе «почва – микроорганизмы – растения» основой физиолого-биохимического воздействия являются консорционные взаимодействия, а центральным фактором ризосферного эффекта служит метаболическая активность корня. За счет этой активности обитающие в прикорневой зоне микроорганизмы получают доступные источники питания (моносахара, органические кислоты, аминокислоты, белки, вещества фенольной природы, антибиотики, липиды и ряд других) (Кретович, 1972).

Этот энергетический субстрат легкодоступен для почвенных организмов и может поддерживать ассоциативную азотфиксацию на высоком уровне.

Взаимоотношения растительного организма и бактериальной клетки обуславливаются усилением азотфиксации в основные периоды роста в онтогенезе растений, а также возрастающей поглотительной способностью растущей корневой системы. Эти процессы приводят к быстрому оттоку азотсодержащих метаболитов бактериальных клеток, что, в свою очередь, активизирует деятельность нитрогеназы (Мишустин, 1985).

При изучении ассоциативной азотфиксации у небобовых растений были широко использованы идеи, методы, разработанные ранее при исследовании симбиоза у бобовых. Так в последние 2 — 3 десятилетия было установлено, что разные сорта по-разному отзываются на инокуляцию, а выявленные различия наследуются.

Исследований по ассоциативной азотфиксации в Сибири выполнено крайне мало. Наиболее известные из них это работы Шотта П. Р., Храмцова И.Ф., Хусаинова М. Б., Воронковой Н. А. и др.

1.5 Влияние бактериальных препаратов на хозяйственно-ценные признаки овса посевного и перспективы их использования

Одной из важнейших в земледелии является проблема активизации усвоения микроорганизмами атмосферного азота или биологическая азотфиксация. Повышение в земледелии вклада биологического азота создает условия для ограничения доз азотных удобрений, что благоприятно отражается на экономике народного хозяйства и окружающей среде.

В настоящее время большое внимание уделяется ассоциативным азотфиксаторам, которые развиваются в зоне корней многих видов небобовых растений и являются одним из источников биологического азота в природе. Работы в этом направлении исследований проводятся с середины 70-х годов, когда в тропических регионах Бразилии впервые обнаружили высокую нитрогенарную активность в ризосфере и ризоплане некоторых зерновых культур и трав и выделили новые активные штаммы азотфиксаторов – азоспириллы (Baldani, 1975; Dobereiner, 1978).

Повышенный интерес к ассоциативным микроорганизмам объясняется своеобразием их взаимоотношений с растениями, важной ролью в балансе азота природных биогеоценозов, а также перспективой использования в решении задач сельскохозяйственного производства.

Особого внимания заслуживают ассоциативные азотфиксирующие бактерии как возможные инокулянты сельскохозяйственных растений. Данные многих зарубежных исследователей свидетельствуют об увеличении урожая зерновых культур, возделываемых в Канаде, Бельгии, Индии, Бразилии и др. странах, при инокуляции азоспириллами. Прибавка урожая пшеницы в опытах составляла 19-37 %, увеличение содержания азота в надземной части растений от 20 до 51 %.

В нашей стране также получен ряд убедительных данных об эффективности предпосевной обработки семян злаковых и других

небобовых культур азотфиксирующими бактериями (Берестецкий, 1983; Патыка 1989; Чеботарь 1987, Умаров, 1985, 2001; Шотт, 2000).

Активные штаммы ассоциативных азотфиксаторов относятся к родам *Agrobacterium*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Enterobacter*, *Cromobacterium* и др.

Для решения прикладных аспектов ассоциативной азотфиксации необходимо всесторонне изучить условия, при которых внесенный штамм способен вступать в тесное взаимодействие с растениями, достигать доминирующего положения в зоне корней и проявлять положительное действие.

Установлено, что наряду со связыванием молекулярного азота азоспириллы оказывают влияние на растения и как продукты биологически активных соединений. Они образуют растактивирующие вещества фитогормональной природы, которые способствуют разветвлению корней, увеличению их поверхности, образованию корневых волосков. В результате этого происходит более активное использование питательных веществ, находящихся в почве – увеличение общего выноса азота растениями, а также усиление потребления корневой системой других элементов питания.

Кроме указанных свойств описана фунгистатическая активность азоспирилл, которая обусловлена их способностью продуцировать антибиотические вещества и играет важную роль во взаимоотношениях этих бактерий с высшим растением (Чумаков, 1982)

Следовательно, действие азоспириллы в ассоциации с растениями сводится к улучшению режима азотного питания растений, гормональному действию, приводящему к улучшению поглотительной способности корней и повышению степени использования растением элементов питания и повышению устойчивости растений к грибным заболеваниям. Что же касается других ассоциативных азотфиксаторов, пути их влияния на растения требуют дополнительного изучения.

Большого внимания заслуживает определение количества азота, фиксированного из атмосферы несимбиотическими бактериями в ассоциации с корнями различных растений. Величины связанного азота отличаются большой вариабельностью в зависимости от вида растений, типа почв, внесения удобрений и влияния других факторов.

По данным разных авторов в зоне умеренного климата продуктивность азотфиксации под зерновыми культурами колеблется от 68 до 40-50 кг/га за вегетационный период (Умаров, 1985, 2001). Для уточнения этих величин в конкретных почвенно-климатических условиях необходимо проведение исследований с использованием изотопного N и

ацетилен-этиленового методов измерения азотфиксирующей активности ассоциативных азотфиксаторов.

Для повышения эффективности ассоциативной азотфиксации необходимо разработать приемы, использование которых позволит существенно улучшить условия азотного питания злаковых, 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, кислотность, концентрация азота в атмосфере и др., а также агротехнические приемы (внесение минеральных удобрений – азотных, фосфорных, микроэлементов, определение их доз в зависимости от типа почв, вида растений и др.) (Базилинская, 1988).

Большого 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.

В ходе исследований Воробьевой Л. А. (2000), по инокуляции семян овса и ячменя ризоагрином и флавобактерином в Московской области были сделаны следующие выводы: эффективность инокуляции семян овса и ячменя определяется погодными условиями вегетационного периода, фоном удобренности и видом биопрепаратов. Наиболее устойчивое влияние ассоциативных диазотрофов на урожайность яровых зерновых культур проявляется в годы с достаточным количеством атмосферных осадков в период вегетации. В этих условиях Ризоагрин и Флавобактерин обеспечивают увеличение урожайности зерна овса и ячменя на 3-5 ц/га. При недостатке атмосферных осадков действие препаратов снижается, однако отмечается положительная роль бинарной инокуляции Ризоагрином и Флавобактерином (Воробьева, 2000).

В настоящее время исследованиями в Омской области показано, что инокуляция семян перед посевом препаратом ассоциативных азотфиксаторов Ризоагрин, достоверно повышает численность агрономически важных групп микроорганизмов, а также оказывает

положительное влияние в сочетании с применением минеральных удобрений на общую численность ризосферной микрофлоры (Воронкова и др., 2012).

Применение биопрепарата ассоциативных азотфиксирующих бактерий мобилин повысило продуктивность овса на 2,0-3,1 ц/га. Бактеризация семян культуры положительно повлияла на биологическую активность почвы: Общая численность определяемых групп микроорганизмов увеличилась (в среднем по фактору) на 20 % (Хамова, 2016).

Изучение биопрепарата Ризоагрин на сортах пшеницы показало, что инокуляция семян яровой мягкой пшеницы биопрепаратом ассоциативных азотфиксаторов способствовала увеличению численности отдельных групп микроорганизмов в ризосфере культуры. Так, 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 (Аужанова, Поползухина, 2014).

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

2. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ В РИЗОСФЕРЕ РАСТЕНИЙ ОВСА ПОСЕВНОГО ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН АССОЦИАТИВНЫМИ ДИАЗОТРОФАМИ

Исследованиями установлено, что режим увлажнения почвы является одним из определяющих факторов приживаемости азотфиксирующих бактерий на корнях растений (Белимов, 1994).

Весенние обследования опытного поля показали, что в 2015-2017 годах запасы продуктивной влаги перед посевом в пахотном (0–20 см) и метровом слоях по шкале увлажнения А.М. Ильина соответствовали градации «умеренно влажная» (таблица 1).

Таблица 1.

Запасы продуктивной влаги в почве перед посевом, мм

Слой почвы, см	Продуктивная влага		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.
0-20	23,4	25,7	42,1
0-100	162,8	131,5	140,2

Обеспеченность почвы нитратным азотом в слое 0-40 перед посевом, в соответствии с градацией А.Е. Кочергина (Кочергин, 1965), была низкой в 2015 году и средней в 2016 и 2017, что соответствует высокой и средней потребности в азотных удобрениях. Почва опытного участка в 2015-2017 годах характеризовалась высокой обеспеченностью растений подвижным фосфором и очень высокой – обменным калием (таблица 2).

Таблица 2.

Содержание основных элементов питания в почве перед посевом, мг/кг

Элементы питания	2015 г.	2016 г.	2017 г.
N-NO ₃	4,8	9,5	10,4
P ₂ O ₅	138,0	188,0	158,3
K ₂ O	258,0	326,0	331,2

Численность микрофлоры обладает динамичностью, которая наблюдается не только в течение вегетационного периода, но и небольших отрезков времени, что является следствием изменений гидротермических условий почвы, состояния растительного покрова и других факторов (Клевенская, 1979).

Динамика численности, как отдельных групп микроорганизмов, так и их общего количества во многом определяется совокупным влиянием

различных экологических факторов: типом почвы, влажностью и температурой почвы, степенью ее окультуренности, набором культур в севообороте. Увеличение биологической активности при внесении удобрений связано с поступлением в почву большого количества энергетического материала в виде листового опада, корне-поживных остатков растений (Мишустин, 1972).

Изучаемая почва характеризовалась высокой биогенностью. Результаты исследований численности микроорганизмов в почве ризосферы овса посевного представлены в таблице 3.

В результате исследований было установлено, что в 2015 году существовала тенденция к увеличению общего количества микроорганизмов в ризосфере сорта Орион при обработке Ризоагрином на 26,1 млн. КОЕ/г (16%) по отношению к контролю. Произошло это за счет увеличения численности бактерий, растущих на МПА на 12,9 млн. КОЕ/г (41%) и микроорганизмов, растущих на КАА на 15,7 млн. КОЕ/г (55%) по сравнению с контролем. Таким образом, в условиях 2015 года наиболее отзывчивым на инокуляцию являлся сорт Орион, а наиболее эффективным препаратом – Ризоагрин.

Аналогичные данные были получены в 2016 году. Увеличение по отношению к контролю количества микроорганизмов, участвующих в окислении восстановленных форм азота (нитрификаторов), наблюдалось в ризосфере сорта Орион на 0,41 тыс. КОЕ/г (27%) и 0,83 тыс. КОЕ/г (54%) при инокуляции Ризоагрином и Азоризином соответственно. Бактеризация семян сорта Орион Азоризином привела к повышению численности отдельных групп микроорганизмов ризосферы культуры: бактерий, растущих на МПА (25%), микроорганизмов, растущих на КАА (33%), олигонитрофилов (34%). Кроме того, увеличилось общее количество микроорганизмов по отношению к контролю – на 56,6 млн КОЕ/г (32%).

Таблица 3.

Влияние сорта и инокуляции семян овса посевного на численность микроорганизмов в ризосфере культуры

Вариант	Бактерии, растущие на МПА, млн КОЕ/г				Микроорганизмы, растущие на КАА, млн КОЕ/г				Олигонитрофилы, млн КОЕ/г			
	1*	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Орион К**	31,2	31,3	34,2	32,2	28,7	35,3	29,8	31,3	102,9	110,3	119,6	110,9
Орион Р	44,1	33,6	39,3	39,0	44,4	27,9	32,9	35,1	100,4	112,3	137,8	116,8
Орион А	21,4	39,0	34,2	31,5	31,1	46,9	34,0	37,3	49,0	147,6	170,1	122,2
В ср. по сорту	32,2	34,6	35,9	34,2	34,7	36,7	32,2	34,6	84,1	123,4	142,5	116,6
Сиб. гол. К	48,2	45,4	28,4	40,7	33,5	41,2	18,7	31,1	119,9	187,7	133,8	147,1
Сиб. гол. Р	29,9	35,3	38,4	34,5	29,1	36,2	30,7	32,0	87,0	103,2	116,9	102,4
Сиб. гол. А	29,1	38,3	41,4	36,3	34,9	28,7	27,6	30,4	77,9	83,7	165,4	109,0
В ср. по сорту	35,7	39,7	36,1	37,2	32,5	35,4	25,7	31,2	94,9	124,9	138,7	119,5
НСР _{0,5}	7,6			5,6	7,4			5,2	36,5			28,9
Вариант	Нитрификаторы, тыс. КОЕ/г				Грибы, тыс. КОЕ/г				Общее количество микроорганизмов, млн КОЕ/г			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Орион К	4,0	1,5	1,0	2,2	87,0	24,2	34,4	48,5	162,8	176,9	183,6	174,4
Орион Р	3,7	2,0	1,3	2,3	48,0	32,6	42,4	41,0	188,9	173,9	210,1	191,0
Орион А	2,1	2,4	1,5	2,0	37,7	28,6	37,5	34,6	101,5	233,5	238,3	191,1
В ср. по сорту	3,3	2,0	1,3	2,2	57,6	28,5	38,1	41,4	151,1	194,8	210,7	185,5
Сиб. гол. К	2,2	1,7	1,4	1,8	85,6	55,7	71,6	71,0	201,7	274,4	181	219,0
Сиб. гол. Р	2,6	2,0	1,4	2,0	43,1	46,0	109,1	66,1	146,1	174,7	186,1	169,0
Сиб. гол. А	2,3	1,5	1,3	1,7	89,5	30,1	128,5	82,7	141,9	150,6	234,6	175,7
В ср. по сорту	2,4	1,7	1,4	1,8	72,7	43,9	103,1	73,3	163,2	199,9	200,6	187,9
НСР _{0,5}	0,29			0,25	28,3			24,6	41,2			34,7

Примечание. *1– 2015 год, 2–2016 год, 3– 2017 год, 4– в среднем за 3 года;

** К – контроль, Р – Ризоагрин, А– Азоризин

Гидротермические условия вегетационного периода 2017 года, в частности средние месячные температуры, близкие к многолетним данным и выпадение достаточного количества осадков в период основных для роста и развития растений овса посевного фаз, привели к благоприятным условиям для роста как растений в целом, так и биологической активности в ризосфере культуры. Превышением численности по отношению к контролю характеризовались все группы изучаемых микроорганизмов. Наиболее эффективным биопрепаратом в 2017 году был азоризин, обработка которым способствовала увеличению общего количества микроорганизмов в ризосфере на 54,7 млн КОЕ/г (30%) у сорта Орион и на 53,6 млн КОЕ/г (30%) у сорта Сибирский голозерный. Количество сапрофитных бактерий, определяемых на мясо-пептонномагаре (МПА) на фоне с инокуляцией, было выше в ризосфере сорта Сибирский голозерный на 10,0 млн КОЕ/г (35%) и 13,0 млн КОЕ/г (46%) при бактеризации Ризоагрином и Азоризином соответственно. Этот же сорт выделился по численности микроорганизмов, использующих минеральные соединения азота на КАА, с превышением над контролем на 12,0 млн КОЕ/г. (64%) и 8,9 млн КОЕ/г. (48%) соответственно. Численность олигонитрофилов, фиксирующих атмосферный азот, увеличилась при обработке семян сортов Орион и Сибирский голозерный Азоризином на 50,5 млн КОЕ/г (42%) и 31,6 млн КОЕ/г (24%) соответственно. Наибольшее превышение количества микроорганизмов, участвующих в окислении восстановленных форм азота (нитрифицирующих бактерий), наблюдалось в ризосфере сорта Орион, превышение по этому показателю в сравнении с контролем составило 0,30 тыс. КОЕ/г (27 %) и 0,49 тыс. КОЕ/г (54 %) при инокуляции Ризоагрином и Азоризином соответственно. Аналогичным образом для микроскопических почвенных грибов повышение численности по отношению к контролю составило 37,5 тыс. КОЕ/г (52 %) и 56,9 тыс. КОЕ/г (79%) в ризосфере сорта Сибирский голозерный.

В целом за три года исследований у сорта Орион отмечалась тенденция к увеличению общего количества микроорганизмов ризосферы при обработке Ризоагрином на 16,5 млн КОЕ/г (9%) и на 16,7 млн КОЕ/г (10%) при бактеризации семян Азоризином. Похожие тенденции прослеживались и по отдельным группам микроорганизмов ризосферы: бактерий, растущих на МПА - на 6,8 млн КОЕ/г (21%) при обработке семян Ризоагрином; микроорганизмов, растущих на КАА – на 3,8 млн КОЕ/г (12%) и на 6,1 млн КОЕ/г (19%) при инокуляции

Ризоагрином и Азоризином соответственно; а также олигонитрофилов – на 5,9 млн КОЕ/г (5%) и на 11,3 млн КОЕ/г (10%) соответственно. Отрицательной на обработку была реакция голозерного сорта овса Омский голозерный 1, у которого обработка препаратами способствовала снижению либо равному с контролем количеству большинства групп микроорганизмов.

Следует отметить также динамику численности микроорганизмов по годам исследований. Так общее количество микроорганизмов ризосферы культуры в среднем по сортам от 2015 до 2017 года увеличилось на 48,5 млн КОЕ/г (31%), а в ризосфере сорта Орион на фоне инокуляции Азоризином – на 136,8 млн КОЕ/г (135%). Превышение численности над контролем при бактеризации семян овса в 2015 году было отмечено у двух групп почвенных микроорганизмов (растущих на МПА и КАА), а в 2017 году у всех изучаемых групп. Связано это как с гидротермическими условиями в годы исследований, так и с содержанием питательных веществ в почве. Нами установлено существование сильной положительной корреляционной связи между общей численностью микроорганизмов и содержанием нитратного азота ($r=0,99\pm 0,01$) и обменного калия ($r=0,99\pm 0,1$) в почве.

Статистическая обработка результатов исследований показала наличие зависимости урожайности овса посевного от численности отдельных групп микроорганизмов ризосферы. Сильную положительную корреляционную связь с урожайностью в ризосфере овса посевного имели численность микроорганизмов, растущих на КАА ($r=0,80\pm 0,30$), закрепляющих азот в минеральной форме и нитрификаторов ($r=0,69\pm 0,36$), обеспечивающих поступление доступного растениям азота. Также наблюдалась сильная отрицательная корреляционная зависимость между урожайностью и количеством микроскопических почвенных грибов ($r=-0,84\pm 0,27$), среди которых много патогенных видов, негативно влияющих на рост и развитие растений. Кроме того, на протяжении трех лет исследований прослеживалась положительная корреляционная связь слабой и средней степени между урожайностью овса и численностью общего количества микроорганизмов в ризосфере культуры ($r=0,30 - 0,54$).

3. ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ РАСТЕНИЙ ОВСА ПОСЕВНОГО

3.1 Посевные качества семян

Посевные качества – это совокупность показателей качества семян, характеризующих их пригодность для посева, к ним относятся сила роста, энергия прорастания, лабораторная всхожесть, влажность, чистота, масса 1000 зерен и др.

Посевные качества семян, наряду с другими экологическими факторами, влияют на полевую всхожесть, рост развитие и выживаемость растений.

В наших исследованиях было изучено 3 показателя: энергия прорастания, лабораторная всхожесть, масса 1000 зерен. Результаты исследований представлены в таблице 4.

Для опытов отбирались семена, которые по всем установленным показателям отвечали нормативам и считались кондиционными, т. е. пригодными к посеву.

Таблица 4.

Посевные качества семян сортов овса посевного,
в среднем за 2015-2017 гг.

Сорт	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Масса 1000 зерен, г
Орион	78	96	35,7
Мутика 4021	76	94	35,3
Иртыш 23	77	95	38,4
Сибирский голозерный	72	91	30,5
ТР 12-115	78	96	32,0

Из таблицы видно, что в среднем за годы исследований семена сортов Орион и ТР 12-115 обладали наибольшими значениями энергии прорастания (78%) и лабораторной всхожести (96%). Наименьшие значения по этим показателям у сорта Сибирский голозерный- 72% и 91% соответственно. Наибольшая масса 1000 зерен отмечалась у сорта Иртыш 23 (38,4г), наименьшая у сорта Сибирский голозерный (30,5г).

3.2 Полевая всхожесть семян и выживаемость растений

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

На полевую всхожесть и выживаемость изучаемых сортов существенное влияние оказывали почвенно-климатические условия. Данные по полевой всхожести представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Полевая всхожесть растений овса посевного,
в среднем за 2015-2017гг, %

Сорт	Контроль	Ризоагрин	± к контролю	Азоризин	± к контролю
Орион	79,3	79,7	0,3	85,3	6,0*
Мутика 4021	77,7	81,3	3,7*	77,0	-0,7
Иртыш 23	73,3	75,3	2,0	81,0	7,7*
Сибирский голозерный	69,0	65,7	-3,3	66,0	-3,0
ТР12-115	71,0	73,7	2,7	69,0	-2,0
В среднем	74,1	75,1	1,1	75,7	1,6
НСР _{0,5}	3,4				

* достоверно при $P=0,05$

На протяжении трех лет исследований прослеживалась сильная положительная корреляционная связь между полевой всхожестью растений овса и запасами продуктивной влаги в метровом слое почвы ($r = 0,97$), осадками ($r = 0,80$). Так в 2015 году сложились наиболее благоприятные условия, и показатель полевой всхожести в среднем по сортам составил 77%. При этом прибавкой к контролю отметились сорта Орион (+11%) и Иртыш 23 (+7%) при инокуляции азоризином (Приложение Ё).

Обработка семян Азоризином в 2016 году, так же хорошо сказались на данном показателе у сортов Иртыш 23 (+7%) и ТР12-115(+6%) (Приложение Ё).

В 2017 году с прибавкой к контролю по показателю полевой всхожести отметились уже 4 сорта: Мутика 4021(+8%), Иртыш 23 (+5%), ТР12-115 (+8%) при инокуляции Ризоагрином и Орион (+9%), Иртыш 23(+9%) при обработке Азоризином. Увеличению показателя способствовали гидротермические условия года (Приложение Ё).

В среднем за три года исследований по полевой всхожести наибольшей прибавкой к контролю отметились сорта Орион (+ 6,0%), Иртыш 23 (+ 7,7%), обработанные Азоризином и сорт Мутика 4021, инокулированный Ризоагрином (+ 3,7%). Тенденции к повышению процента полевой всхожести при обработке семян Ризоагрином отмечены у сортов Иртыш 23(+2,0%) и ТР12-115(+2,7%).

На выживаемость растений в большей мере оказывали влияние генотип, почвенно-климатические условия, биотические факторы (болезни и вредители). Данные по выживаемости растений представлены в таблице 6.

Таблица 6.

Выживаемость растений овса посевного, в среднем за 2015-2017гг, %

Сорт	Контроль	Ризоагрин	± к контролю	Азоризин	± к контролю
Орион	82,0	85,7	3,7*	84,7	2,7
Мутика 4021	85,7	84,7	-1,0	90,0	4,3*
Иртыш 23	85,3	86,0	0,7	87,0	1,7
Сибирский голозерный	78,7	80,0	1,3	75,3	-3,3
ТР12-115	76,0	77,7	1,7	80,0	4,0*
В среднем	81,5	82,8	1,3	83,4	1,9
НСР _{0,5}	3,6				

*достоверно при P=0,05

В 2015 году показатель выживаемости растений овса в среднем по сортам составил 84%. С прибавкой к контролю выделились сорта Орион (+8 и +5%) и Иртыш 23 (+8 и +11%) при инокуляции Ризоагрином и Азоризином соответственно (Приложение Ж).

В 2016 году обилие осадков, неблагоприятные метеорологические явления и болезни привели к снижению выживаемости растений в среднем до 75,7%. В этот год прибавкой к контролю отметились сорт Мутика 4021(+7%), инокулированный Азоризином и TP12-115 (+5 и 8%), обработанный Ризоагрином и Азоризином соответственно (Приложение Ж).

В 2017 году предпосевная обработка семян овса ассоциативными diaзотрофами привела к увеличению выживаемости растений сортов Орион (+5%) и Сибирский голозерный (+7%) при инокуляции Ризоагрином, и Мутика 4021(+4%) и TP12-115 (+6%) при обработке Азоризином (Прилож. Ж). Благоприятные метеорологические условия года способствовали увеличению выживаемости в среднем до 87,8%.

В среднем за годы исследований показатель выживаемости растений составил 82,6 %. Инокуляция биопрепаратами благоприятно повлияла на данный показатель и способствовала его увеличению у сорта Орион (+3,7%), инокулированного Ризоагрином и сортов Мутика 4021(+4,3%) и TP12-115 (+4,0%), обработанных Азоризином.

3.3 Продолжительность вегетационного и межфазных периодов

В процессе роста и развития овса происходят качественные изменения, которые характеризуются появлением новых органов и морфологических признаков, сменой физиологических фаз. В зависимости от фазы развития культура предъявляет разные требования к факторам внешней среды. Упущенные возможности в проявлении роста в предыдущей фазе даже при самых благоприятных условиях в последующем наверстать невозможно ввиду ограниченности периода развития.

Продолжительность вегетационного периода является одним из основных показателей дифференцированной оценки условий формирования урожая. В течение трех лет исследований нами велись фенологические наблюдения в период всей вегетации растений овса. В опытах фиксировались даты и продолжительность наступления основных фаз развития овса по каждому варианту. Данные по продолжительности вегетационного и межфазных периодов в среднем за 3 года исследований представлены в таблице 7.

Таблица 7.

Продолжительность вегетационного и межфазных периодов
овса посевного, в среднем за 2015-2017 гг., суток

Сорт	Продолжительность, суток						
	Посев- всходы	Всходы – кущение	Кущение – выход в трубку	Выход в трубку – колошение	Колошение – восковая спелость	Длина вегетаци онного периода	± к контро лю
Орион, К*	7,3	7,7	15,3	16,0	35,0	81,3	-
Орион, Р	7,3	7,7	15,0	16,0	34,3	80,3	-1,0
Орион, А	7,3	7,7	15,0	16,3	34,3	80,7	-0,7
Мутика 4021, К	8,0	9,0	17,0	20,7	38,3	93,0	-
Мутика 4021, Р	8,0	9,0	17,0	20,7	38,3	93,0	0,0
Мутика 4021, А	8,0	8,7	16,7	20,7	38,0	92,0	-1,0
Иртыш 23, К	7,3	7,7	14,7	16,3	35,3	81,3	-
Иртыш 23, Р	7,3	7,7	14,7	15,7	35,0	80,3	-1,0
Иртыш 23, А	7,3	7,7	14,7	16,0	35,0	80,7	-0,7
Сибирский голозерный, К	8,0	8,3	17,0	18,3	36,7	88,3	-
Сибирский голозерный, Р	8,0	8,3	17,0	18,3	36,7	88,3	0,0
Сибирский голозерный, А	8,0	8,3	17,0	18,7	36,7	88,7	0,3
ТР 12-115, К	7,3	8,0	15,0	16,3	34,3	81,0	-
ТР 12-115, Р	7,3	8,0	15,0	16,3	34,3	81,0	0,0
ТР 12-115, А	7,3	8,0	15,0	16,3	34,3	81,0	0,0
В среднем	7,6	8,1	15,7	17,5	35,8	84,7	-

К-контроль, Р-Ризоагрин, А-Азоризин

Средняя продолжительность вегетационного периода в 2015 году составила 80,2 суток и стала самой низкой за годы исследований. Это было обусловлено благоприятными гидротермическими условиями в

период вегетации растений. Наибольшей продолжительностью вегетационного периода характеризовался сорт Мутика 4021(91сут.), а наименьшей - сорт Орион (74 сут.). Обработка препаратами способствовала сокращению периода вегетации от 1 (Орион, Сибирский голозерный) до 3 суток (Иртыш 23) (Приложение З).

В 2016 году средняя продолжительность вегетационного периода у сортов овса увеличилась на 4,8 суток и составила 85 суток. Наибольшая продолжительность вегетационного периода – у сорта Мутика 4021 (92 сут.); наименьшая – у сорта Орион (81 сут.). Вегетационный период овса в среднем по сортам составил 85 суток. Предпосевная обработка препаратами способствовала сокращению (Сибирский голозерный), либо увеличению (Иртыш 23) вегетационного периода не более, чем на 1 сутки (Приложение И).

Низкие среднесуточные температуры воздуха в начальные периоды развития растений овса привели к увеличению средней продолжительности вегетационного периода в 2017 году до 89 суток. Наибольшая продолжительность вегетационного периода была отмечена у сорта Мутика 4021 (96 сут.), наименьшая у сорта Иртыш 23 (83 сут.). Инокуляция семян ассоциативными diaзотрофами привела к сокращению периода вегетации от 1 (Иртыш 23) до 2 суток (Орион, Мутика 4021) (Приложение К).

Средняя продолжительность вегетационных периодов за 3 года исследований составила 84,7 суток. Наибольшая продолжительность наблюдалась у сорта Мутика 4021(93сут.), наименьшая у сортов Орион и Иртыш 23 (80,3 сут.).

Тенденция к сокращению продолжительности, как межфазных периодов, так и вегетационного периода в целом была отмечена у сортов Орион (-1сут.) и Иртыш 23 (-1сут.) при инокуляции Ризоагрином и у сортов Орион(-0,7сут.), Мутика 4021 (-1сут.) и Иртыш23(-0,7сут.) при обработке Азорином.

3.4 Фотосинтетический потенциал

Показателем, характеризующим мощность ассимиляционного аппарата, а также дающим представление о потенциальных возможностях растений создавать урожай, 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 влияет на продуктивность растений и на количество микроорганизмов в их ризосфере. От его величины зависит количество выделившихся корневых выделений (корневых экссудатов) и отмерших частей корня (корневого опада), которыми питаются почвенные микроорганизмы, в том числе ассоциативные diaзотрофы. Выделения из корней могут составлять от 5 до 30% от вещества, образованного в ходе фотосинтеза (Кузнецов, 2012).

В ходе исследований фотосинтетический потенциал 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.

В 2015 году увеличение фотосинтетического потенциала после обработки биопрепаратами наблюдалось у сортов Орион (+35 и +79 см²·сут.) и Мутика 4021 (+75 и +58 см²·сут.), инокулированных Ризоагрином и Азоризином соответственно. Среднее значение этого показателя по сортам составило 1466см²·сут (Приложение Л).

В 2016 году наибольшее увеличение фотосинтетического потенциала в сравнении с контролем отмечено у сортов Орион (+48 и +62 см²·сут.) и Мутика 4021 (+43 и +77 см²·сут.), инокулированных Ризоагрином и Азоризином соответственно. Среднее значение этого показателя по сортам составило 1482см²·сут (Приложение М).

В 2017 году среднее значение фотосинтетического потенциала за вегетацию было наибольшим за годы исследований и составило 1518см²·сут. При инокуляции значения данного показателя повысились у 4 сортов: Орион, Мутика 4021, Сибирский голозерный, ТР 12-115(Приложение Н). Высокие показатели объясняются благоприятными гидротермическими условиями в период вегетации, в том числе равномерным распределением осадков в течение межфазных периодов.

Таблица 8.

Фотосинтетический потенциал листьев растений овса
посевного, см²·сут., в среднем за 2015-2017 гг.

Сорт	Межфазный период				За вегетационный период	± к контролю
	всходы - кущение	кущение - выход в трубку	выход в трубку - выметывание метелки	выметывание метелки-молочная спелость		
Орион, К*	72	349	562	381	1364	-
Орион, Р	78	359	586	403	1426	62
Орион, А	75	360	597	403	1436	72
Мутика 4021, К	79	367	690	501	1637	-
Мутика 4021, Р	79	374	719	519	1691	54
Мутика 4021, А	77	377	738	524	1717	80
Иртыш 23, К	76	354	636	431	1497	-
Иртыш 23, Р	81	349	607	419	1457	-40
Иртыш 23, А	80	355	628	428	1491	-7
Сибирский голозерный, К	71	339	575	433	1418	-
Сибирский голозерный, Р	73	347	580	432	1431	13
Сибирский голозерный, А	70	337	592	434	1434	16
ТР 12-115, К	79	357	608	408	1452	-
ТР 12-115, Р	78	348	599	419	1443	-9
ТР 12-115, А	78	353	607	399	1437	-15
В среднем, К	76	353	614	431	1474	-
В среднем, Р	78	355	618	438	1490	16
В среднем, А	76	357	633	438	1503	29
В среднем	76	355	622	436	1489	
НСР _{0,5} по фактору И**	34					
НСР _{0,5} по фактору С	85					

К*-контроль, Р-Ризоагрин, А-Азоризин; И**- инокуляция, С-сорт

По данным таблицы 8 видно, что в среднем за 3 года наибольшее увеличение фотосинтетического потенциала в сравнении с контролем отмечено у сортов Орион (+62 и +72 см²·сут.) и Мутика 4021 (+54 и +80 см²·сут.), инокулированных Ризоагрином и Азоризином соответственно. Наиболее высокие показатели фотосинтетического потенциала у растений овса отмечались в межфазный период «выход в трубку – выметывание метелки» (622см²·сут.), чему способствовала наибольшая площадь листовой поверхности. В годы исследований средний показатель фотосинтетического потенциала за вегетационные периоды составил 1489 см²·сут. Кроме того, выявлена сильная положительная корреляционная связь фотосинтетического потенциала с содержанием в почве азота ($r = 0,83$) и общим количеством микроорганизмов в ризосфере растений ($r = 0,84$).

4. ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОВСА ПОСЕВНОГО ПРИ ДЕЙСТВИИ БИОПРЕПАРАТОВ

4.1 Урожайность зерна овса

Главный путь увеличения производства зерна – повышение урожайности. Урожайность – это один из показателей, характеризующих хозяйственную ценность сортов. Это, прежде всего, интегральный показатель, объективно ранжирующий сорта по устойчивости к отрицательным абиотическим и биотическим факторам, прежде всего к засухе. Уровень урожайности культур определяет в конечном итоге эффективность применения того или иного агротехнического приема.

Исследованиями установлено, что урожайность зерна овса посевного наряду с изучаемыми факторами определялась погодными условиями, складывающимися в течение вегетационного периода.

В 2015 году благоприятные погодные условия в период вегетации способствовали получению высоких урожаев зерна исследуемых сортов овса посевного. Средний показатель составил 3,55 т/га. Сорт Иртыш 23 отличился наибольшей урожайностью (4,8 т/га) и прибавкой к контролю – 1,11 и 0,59 т/га при инокуляции Ризоагрином и Азоризином соответственно. Кроме того, бактериализация семян биопрепаратами привела к повышению урожайности у сортов: Орион (0,47 и 0,68 т/га), Мутика 4021 (0,32 т/га), ТР12-115 (0,28 т/га) (Приложение О).

Неблагоприятные метеорологические явления и гидро-термические условия в 2016 году привели к полеганию растений и увеличению заболеваемости. Вследствие этого наблюдалось снижение урожайности зерна в среднем до 2,59 т/га. Инокуляция Ризоагрином оказало положительное действие на урожайность сорта Орион (0,25 т/га), Азоризином – на сорт Мутика 4021 (0,63 т/га) (Приложение О).

Высокий показатель урожайности овса в среднем по сортам в 2017 году (3,44 т/га), в основном стал следствием равномерного выпадения осадков в течение всего вегетационного периода и наиболее высоким за годы исследований содержанием нитратного азота (10,4 мг/кг) в пахотном слое почвы (Таблица 3, Приложение Б). Благоприятные условия роста и развития культуры привели к повышению эффективности применения биопрепаратов ассоциативных diaзотрофов. Предпосевная бактериализация семян Ризоагрином увеличила урожайность по отношению к контролю у

сортов Орион (1,1 т/га), Мутика 4021(0,92 т/га), ТР12-115(0,32 т/га). Превышением к контролю отметились сорта Орион (0,92 т/га), Мутика 4021(1,74 т/га) и Сибирский голозерный (0,82 т/га) при инокуляции Азоризином (Приложение О).

В годы исследований средняя урожайность сортов, не обработанных биопрепаратами, составила 3,05 т/га, урожайность сортов, обработанных Ризоагрином – 3,24 т/га, Азоризином – 3,29 т/га. (таблица 9).

Таблица 9.

Урожайность зерна сортов овса посевного, в среднем за 2015-2017 гг., в т/га

Сорт	Контроль	Ризоагрин	± к контролю	Азоризин	± к контролю
Орион	2,60	3,21	0,61	3,11	0,51
Мутика 4021	3,69	4,04	0,35	4,43	0,75
Иртыш 23	3,98	3,90	-0,08	4,22	0,24
Сибирский голозерный	2,42	2,21	-0,21	2,29	-0,13
ТР12-115	2,58	2,84	0,26	2,41	-0,17
В среднем по сортам	3,05	3,24	0,19	3,29	0,24
НСР _{0,5} В*			0,25		
НСР _{0,5} С			0,31		

По фактору: В- инокуляции, С- сорта*

Если сравнивать между собой сорта обработанные препаратами и контроль, то можно сказать, что достоверную прибавку к контролю показали сорта Орион (0,61 и 0,51 т/га), Мутика 4021 (0,35 и 0,75 т/га) и ТР12-115 (0,26 т/га) при инокуляции семян Ризоагрином и Азоризином соответственно. Тенденция к повышению урожайности при обработке биопрепаратами наблюдается у сорта Иртыш 23 (0,24 т/га).

Установлено существование сильных положительных корреляционных связей между урожайностью зерна овса и полевой всхожестью ($r=0,89$), выживаемостью растений($r=0,92$).

Дисперсионный анализ полученных данных показал, что на урожайность наибольшее влияние оказал генотип сорта – 55,5% и условия года - 22,4% (рисунок 2).

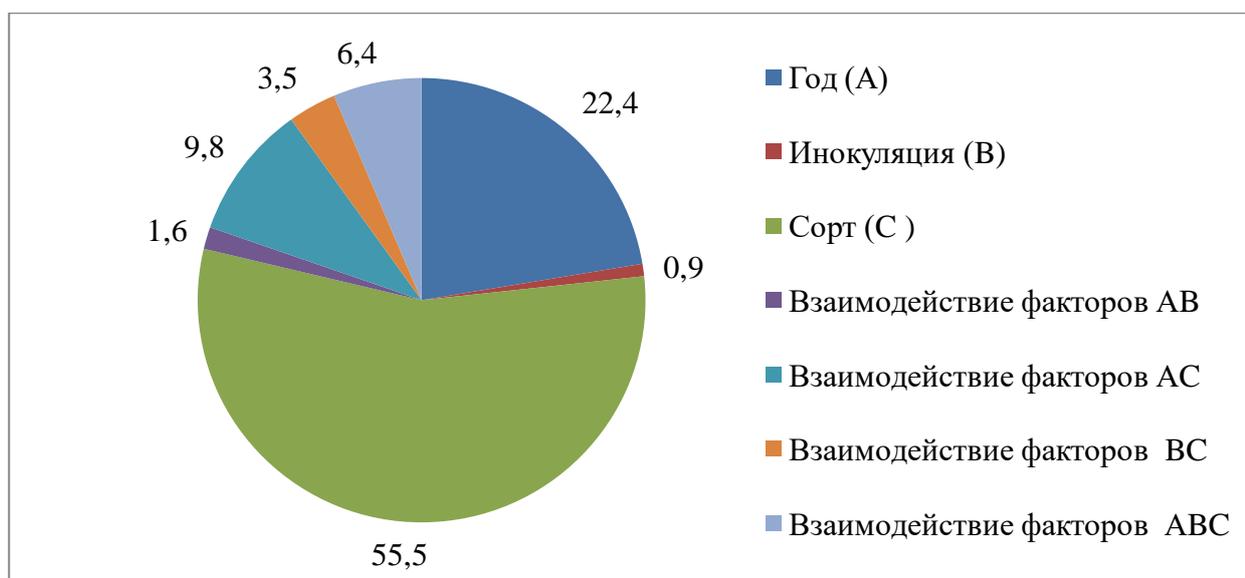


Рисунок 2. Доля влияния факторов на урожайность овса посевного, %, в 2015-2017 гг.

4.2 Элементы структуры урожая

Изучение структуры урожайности сельскохозяйственных культур дает возможность выделить те элементы, которые главенствуют в определении урожайности в конкретных почвенно-климатических условиях. При правильной технологии возделывания овес может давать 4-5 т/га и более. Такую продуктивность растений можно получить при обеспечении их оптимальным соотношением необходимых факторов и агротехнических приемов. В настоящее время в условиях производства возделываемые сорта овса не реализуют генетически заложенную в них потенциально возможную урожайность.

При изучении урожайности зерна необходимо рассмотреть динамику каждого из элементов продуктивности овса, которые участвует в формировании урожайности культуры. Основные элементы урожайности овса представлены в таблице 10.

Таблица 10.

Элементы структуры урожая овса посевного, в среднем за 2015-2017 гг.

Сорта	Высота растения, см	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Метелка			m 1000 зерен, г
				Кол-во цветков	Кол-во зерен	Масса зерен	
Орион, К*	97,8	1,85	1,75	18,5	27,5	0,94	34,0
Орион, Р	104,0	1,97	1,74	20,8	32,2	1,11	36,1
Орион, А	102,5	1,79	1,54	18,9	29,5	0,96	31,3
Мутика 4021, К	112,3	1,66	1,45	23,8	27,2	1,09	37,2

Сорта	Высота растения, см	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Метелка			m 1000 зерен, г
				Кол-во цветков	Кол-во зерен	Масса зерен	
Мутика 4021,Р	116,0	2,05	1,71	21,0	30,3	1,10	39,0
Мутика 4021, А	110,5	1,73	1,46	19,4	29,6	1,15	37,2
Иртыш 23,К	108,0	1,49	1,17	16,4	25,6	1,13	42,9
Иртыш 23,Р	112,5	1,83	1,42	18,5	27,8	1,21	43,0
Иртыш 23, А	103,7	1,70	1,43	16,9	26,3	1,16	41,8
Сибирский Голозерный, К	115,8	1,70	1,40	17,2	29,7	0,96	32,7
Сибирский Голозерный, Р	112,0	1,68	1,36	15,7	26,0	0,87	32,6
Сибирский Голозерный, А	114,2	1,55	1,12	16,3	24,0	0,84	32,4
ТР 12-115, К	106,5	1,61	1,32	18,0	25,0	0,85	32,7
ТР 12-115, Р	112,2	1,86	1,56	18,4	23,7	0,75	32,4
ТР 12-115, А	108,3	1,82	1,45	20,5	23,2	0,70	32,3
В среднем по сортам	110,0	1,77	1,46	18,5	26,9	0,98	35,7
НСР _{0,5} V**	2,0	0,26		0,39	0,41	0,17	0,46
НСР _{0,5} С	6,8	0,35		0,54	0,57	0,23	0,65

К-контроль, Р-Ризоагрин, А-Азоризин*

*По фактору: V**- инокуляции, С- сорта*

По результатам исследований можно сделать вывод о том, что бактеризация семян положительно влияла на величину отдельных элементов структуры урожая. Предпосевная обработка семян овса Ризоагрином способствовала повышению в сравнении с контролем пяти элементов структуры у сортов Орион, Мутика 4021, 4-х элементов у сорта Иртыш 23 и 2-х у линии ТР 12-115. Инокуляция семян культуры Азоризином повысила 3 показателя структуры урожая у сортов Орион, Иртыш 23 и 2 показателя у ТР 12-115.

4.3 Качество зерна

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 (Богачков, 1995). Основные показатели качества зерна овса приведены в табл. 11.

Таблица 11.

Качество зерна овса посевного, в среднем за 2015-2017 гг.

Сорта	Белок, %	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Пленчатость, %	Выход крупы, %
Орион, К	10,52	32,80	430	28,39	58,25
Орион, Р	10,77	31,65	398	31,78	57,60
Орион, А	10,06	29,95	384	31,69	57,58
Мутика 4021, К	10,02	32,85	424	31,29	51,83
Мутика 4021, Р	10,12	32,40	414	34,57	54,96
Мутика 4021, А	10,60	34,10	418	34,06	54,25
Иртыш 23,К	10,38	38,85	465	29,92	57,98
Иртыш 23, Р	9,86	39,80	470	29,61	58,61
Иртыш 23, А	11,32	39,50	480	28,78	60,68
Сибирский голозерный, К	13,46	33,15	507	13,19	68,13
Сибирский голозерный, Р	14,08	31,60	560	13,00	69,11
Сибирский голозерный, А	12,77	30,55	493	13,18	67,75
ТР 12-115, К	14,31	29,10	523	5,09	70,73
ТР 12-115, Р	15,07	28,75	521	4,85	73,69
ТР 12-115, А	13,79	28,55	519	5,54	73,45
В среднем	11,81	32,91	467	22,33	62,31
НСР _{0,5} V**	0,29	0,33	1,5	0,36	0,33
НСР _{0,5} С	0,42	0,55	6,7	0,68	0,59

К*-контроль, Р-ризоагрин, А-азоризин

По фактору: V** - инокуляции, С - сорта

Обработка биопрепаратами привела к увеличению отдельных показателей качества зерна овса у всех исследуемых сортов. С прибавкой к контролю по наибольшему количеству показателей выделились сорта Мутика 4021 (% белка, масса 1000 зерен, пленчатость, выход крупы) и Иртыш 23 (% белка, натура, выход крупы) при обработке Азоризином. Инокуляция Ризоагрином также способствовала повышению показателей качества у сорта Сибирский голозерный (% белка, натура, выход крупы).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования по оценке действия предпосевной инокуляции семян различных сортов овса препаратами Ризоагрин и Азоризин, проведенные в условиях южной лесостепи Западной Сибири, выявили положительное влияние агроприема на увеличение как общего количества микроорганизмов, так и численности отдельных групп в ризосфере овса посевного. У сорта Орион отмечалась тенденция повышения общего количества микроорганизмов при обработке Ризоагрином на 16,5 млн. КОЕ/г (9%) к контролю и на 16,7 млн. КОЕ/г (10%) в сравнении с контролем при бактеризации семян Азоризином. Похожая тенденция прослеживались и по отдельным группам микроорганизмов ризосферы: бактерий, растущих на МПА - на 6,8 млн КОЕ/г (21%) при обработке семян Ризоагрином; микроорганизмов, растущих на КАА - на 3,8 млн КОЕ/г (12%) и на 6,1 млн КОЕ/г (19%) при инокуляции Ризоагрином и Азоризином соответственно; а также олигонитрофилов - на 5,9 млн КОЕ/г (5%) и на 11,3 млн КОЕ/г (10%) соответственно. Отрицательной на обработку семян биопрепаратами была реакция голозерного сорта овса Омский голозерный 1 по количеству большинства групп микроорганизмов.

Корреляционный анализ результатов исследований позволил установить наличие сильной положительной связи между общей численностью микроорганизмов и содержанием нитратного азота ($r=0,99\pm 0,01$) и обменного калия ($r=0,99\pm 0,1$) в почве. Кроме того, была выявлена зависимость урожайности овса посевного от численности отдельных групп микроорганизмов, растущих на КАА ($r=0,80\pm 0,30$), закрепляющих азот в минеральной форме и нитрификаторов ($r=0,69\pm 0,36$), обеспечивающих поступление доступного растениям азота. В то же время наблюдалась сильная отрицательная связь между урожайностью зерна овса и количеством микроскопических почвенных грибов ($r=-0,84\pm 0,27$), среди которых много патогенных видов, негативно влияющих на рост и развитие растений. На протяжении трех лет исследований прослеживалась положительная корреляционная связь от низкой до средней степени между урожайностью овса и численностью общего количества микроорганизмов в ризосфере культуры ($r=0,30 - 0,54$).

Инокуляция биопрепаратами положительно сказалась на полевой всхожести семян и выживаемости растений овса. Наибольшей прибавкой к контролю по этому показателю выделились сорта Орион и Иртыш 23, обработанные Азоризином (6,0 и 7,7% соответственно) и

сорт Мутика 4021, инокулированный Ризоагрином (+3,7%). Бактеризация семян способствовала повышению процента выживаемости растений у сорта Орион, инокулированного Ризоагрином (+3,7%) и сортов Мутика 4021 и ТР12-115 обработанных Азоризином (+4,3 и 4,0% соответственно).

За годы исследований наблюдалась тенденция к сокращению продолжительности, как межфазных, так и вегетационного периодов в целом у сортов Орион (-1 сут.) и Иртыш 23 при инокуляции Ризоагрином и у сортов Орион (-0,7 сут.), Мутика 4021 (-1 сут.) и Иртыш 23 (-0,7 сут.) при обработке Азоризином.

Инокуляция ассоциативными diaзотрофами благоприятно сказалась на фотосинтетическом потенциале растений овса. Наибольшее увеличение этого показателя в сравнении с контролем отмечено у сортов Орион (+62 и +72 см² сут) и Мутика 4021 (+54 и +80 см²·сут), инокулированных Ризоагрином и Азоризином соответственно.

Бактеризация семян сортов овса способствовала повышению урожайности зерна у сортов Орион (на 0,61 и 0,51 т/га), Мутика 4021 (на 0,35 и 0,75 т/га) и ТР12-115 (0,26 т/га) при инокуляции семян Ризоагрином и Азоризином соответственно. Дисперсионный анализ данных трехфакторного опыта показал, что изменчивость урожайности в зависимости от изучаемых факторов в наибольшей степени определялась генотипом сорта – 55,5% и условиями года – 22,4%.

Предпосевная обработка семян овса Ризоагрином привела к превышению над контролем 5 элементов структуры у сортов Орион, Мутика 4021, 4-х элементов у сорта Иртыш 23 и 2-х у линии ТР 12-115. Инокуляция Азоризином повысила значения 3 показателей структуры урожая у сортов Орион, Иртыш 23 и 2 показателей у линии ТР 12-115.

При обработке Азоризином в наибольшей степени по отношению к контролю повысилось содержание белка, масса 1000 зерен, пленчатость, выход крупы у сортов Мутика 4021, Иртыш 23. Инокуляция Ризоагрином также способствовала повышению качества зерна у сорта Сибирский голозерный (% белка, натура, выход крупы).

Полученные результаты позволили рекомендовать сорта овса посевного Орион, Мутика 4021 и линии ТР 12-115, как наиболее отзывчивые на инокуляцию. Как Ризоагрин, так и Азоризин являются эффективными биопрепаратами для предпосевной инокуляции семян овса посевного в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдул С.Д. Использование ассоциативных ризобактерий в улучшении плодородия почв и питания растений / С.Д. Абдул, А.П. Кожемяков // *Агрохимия*. – 2007. – № 1. – С. 57–61
2. Авдеев М.А. Приемы повышения урожайности и качества зерна овса в Среднем Поволжье / М.А. Авдеев // *Повышение эффективности растениеводства и животноводства — путь к рентабельному производству*. – Казань, 2008.–С. 57–58.
3. *Агроклиматические ресурсы Омской области*. – Л.: Гидрометеиздат, 1971.– 250 с.
4. *Агроклиматический справочник по Омской области*. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 228 с.
5. *Агрометеорологические бюллетени по Омской области*. – Омск: Омский гидрометеоцентр. – 2015–2017 гг.
6. *Агроэкология: учебник* / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 2000. – 639 с.
7. Акимова О.В. Физиолого-биохимические особенности формирования продуктивности и качества зерна голозерных и пленчатых сортов овса в условиях южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 2008. – 161 с.
8. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л. Н.Александрова. – Л.: Наука. Лен.отд-ние, 1980. – 286 с.
9. Алиев С.А. Азотфиксация и физиологическая активность органического вещества почв / С.А. Алиев. – Новосибирск, 1988. – 145 с.
10. Андреева Т.Ф. Фотосинтез и азотный обмен растений / Т.Ф. Андреева // *Физиология фотосинтеза*. – М.: Наука, 1982. – С. 89–104.
11. 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.
12. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 325 с.
13. Аристовская Т.В. Большой практикум по микробиологии / Т.В.Аристовская, М.Е. Владимирская, М.М. Голлербах.–М., "Высшая школа", 1962.– 490 с.
14. 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.- практ. конф. обучающихся в магистратуре. – Омск: Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П. А. Столыпина, 2014. – С. 10–14.
15. Аужанова А.Д. Влияние ассоциативных диазотрофов 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. – Омск: Вариант-Омск, 2013. – С. 30–38.
16. Аужанова А.Д. Действие биопрепарата на основе ассоциативных диазотрофов 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. науч. тр. ГНУ СНИИЖК, Ставрополь, 2013. – Том 3, вып. 6. – С. 28–33.
17. Аужанова А.Д. Оценка действия абиотических факторов и биопрепарата ризоагрин на микробиологическую активность почвы, адаптивность и продуктивность яровой мягкой пшеницы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Омск, 2015. – 19 с.
18. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология. – М.: Изд-во ин. лит., 1959. – 478 с.
19. Базилинская М.В. Ассоциативная азотфиксация злаковыми культурами: обзорная информация / М.В. Базилинская. – М.: ВИНТИ, 1988. – 44 с.
20. Базилинская М.В. Использование биологического азота в земледелии / М.В. Базилинская. – М.: Агропромиздат, 1985. – 53 с.
21. Баталова Г.А. Овес как продовольственная культура // Интродукция сельскохозяйственных растений и ее значение для сельского хозяйства Северо-Востока России. – Киров, 1999. – С. 101–108.
22. Баталова Г.А. Овес. Технология возделывания и селекция / Г.А. Баталова – Киров, 2000. – С. 108–110.
23. Баталова Г.А. Перспективная ресурсосберегающая технология производства овса: методические рекомендации / Г.А. Баталова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 60 с.
24. Баталова Г.А. Перспективы и результаты селекции голозерного овса / Г.А. Баталова // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2014. - №2. – С. 64–69.

25. 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.
26. Белимов А.А. Приживаемость и эффективность корневых diaзотрофов при инокуляции ячменя в зависимости от температуры и влажности почвы / А.А. Белимов, О.Ф. Хамова, С.М. Поставская [и др.] // Микробиология. – 1994. – Т.63, вып. 5. – С. 900-908.
27. 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.
28. Богачков В.И. О селекции овса в Западной Сибири / В.И. Богачков, Н.Г. Смищук // Селекция и семеноводство.–1995.- № 1.–15 с
29. Богачков В.И. Селекция овса в Западной Сибири/ В.И. Богачков // Экспресс информация Координационного Совета по заданию 0.51.1787 Всесоюзный селекционно-генетический институт.–Одесса, 1974.-Вып. 3.– С. 63–68.
30. Божко А.А. Биологическая активность ризосферы овса посевного (*Hordeumvulgare*L.) при инокуляции семян ассоциативными diaзотрофами / А.А. Божко, Н.А. Поползухина, О.Ф. Хамова, П.В. Поползухин, А.Д. Сейтуарова и др. //Проблемы агрохимии и экологии, 2019. - №2.- С.60-62.
31. 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.
32. Васюкевич С.В. Генетико-селекционное изучение исходного материала овса в условиях южной лесостепи Омской области: автореф. дис.... к. с.-х. наук. – Омск, 2005. – 141 с.
33. Васюкевич С.В. Результаты селекции голозерного овса в Сиб-НИИСХ на продуктивность и крупность зерна / С.В. Васюкевич, Н.Г. Смищук, Т.И. Гордиевских//Достижения науки и техники АПК. –2009. -№ 4. - С. 25–27.
34. 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.
35. Виноградский С.Н. Микробиология почвы. Проблемы и методы. – М.: Изд- во АН СССР, 1952. – 792 с.

36. Войнова-Райкова, Ж. Микроорганизмы и плодородие / Ж. Войнова-Райкова, В. Ранков, Г. Ампова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 120 с.
37. Волкогон В.В. Приемы регулирования активности ассоциативной азотфиксации / В.В. Волкогон // Бюллетень / Ин-т с.-х. микробиологии. – Чернигов, 1997. – С. 17–19.
38. Волкогон В.В. Ассоциативная азотфиксация в корневой зоне представителей семейства злаковых: автореф. ... дис. ... канд. биол. наук. – Киев, 1987. – С. 10–11.
39. 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.
40. Воробьева Л.А. Влияние удобрений и diaзотрофных препаратов на урожай и качество зерна овса и ячменя в дерново-подзолистой песчаной почве: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 2000. – 19 с.
41. Воронкова Н.А. Агроэкологические аспекты применения бактериальных удобрений на черноземных почвах Западной Сибири / Н.А. Воронкова, А.И. Черемисин, О.Ф. Хамова // Сельскохозяйственные науки. – 2012. – № 6. – С. 3–7.
42. Воронкова Н.А. Биологические ресурсы сохранения плодородия черноземов и повышения продуктивности агроценозов в южной лесостепной зоне Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Омск, 2011. – 36 с.
43. Воронкова Н.А. Роль приемов биологизации земледелия в воспроизводстве почвенного плодородия и продуктивности сельскохозяйственных культур / Н.А. Воронкова // Биологические источники элементов минерального питания растений. III Сибирские агрохимические Прянишниковские чтения: материалы Междунар. науч. конф. (Омск 12-16 июля 2005 г.). – Новосибирск, 2006. – С. 196–201.
44. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах / Г. П. Гамзиков; РАСХН, Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2013. – 790 с.
45. Гамзиков Г.П. Азот в земледелии Западной Сибири / Г.П. Гамзиков. – М.: Наука, 1981. – 267 с.
46. Гамзиков Г.П. Баланс азота удобрений в системе почва-растение / Г. П. Гамзиков, Г. И. Кострик // Круговорот и баланс азота в системе почва-удобрение-растение-вода. – М.: Наука. 1979. – С. 100–104.
47. Гамзиков Г.П. Значение биологических источников в питании

- полевых культур и поддержании плодородия почв / Г.П. Гамзиков // Биологические источники элементов минерального питания растений: материалы Междунар. науч. конф. сиб. агрохим. Прянишниковских чтений. – Новосибирск, 2006. – С. 9–24.
48. 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.
49. ГОСТ 12038 – 84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Издания. Международный стандартный книжный номер. Использование и издательское оформление. – М.: Стандартинформ, 2011. – 30 с.
50. 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.
51. Градобоев Н.Д. Почвы Омской области / Н.Д. Градобоев, В.М. Прудникова, И.С. Сметанин. – Омск, 1960. - 372 с.
52. 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.
53. Дедов А.В. Воспроизводство плодородия черноземов в севообороте / А.В. Дедов, Н.И. Придворев, В.В. Верзилин // Земледелие. – 2003. – №4. – С. 5–7.
54. Демченко М.М. Ризосферные микроорганизмы в системе почва-растение / М.М. Демченко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2008. – Т.3, №11. – С.15–18.
55. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 45 с.
56. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
57. Емцев В.Т. Почвенная биотехнология: микробиологические факторы продуктивности сельскохозяйственных растений / В.Т. Емцев // Микроорганизмы, их роль в плодородии почвы и охрана окружающей среды. – М., 1985. – С. 3–15.

58. Емцев В.Т. Об эффективности азотфиксирующего ассоциативного симбиоза у небобовых растений / В.Т. Емцев, М.И. Чумаков // Почвоведение. – 1990. – №11. – С. 116–126.
59. Еськов А.И. Биологические ресурсы воспроизводства плодородия почв / А. И. Еськов // Бюллетень ВНИИА. – 2001. – №114. – С. 84–85.
60. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А.Завалин. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.
61. 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.
62. Завалин А.А. Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии. / А.А. Завалин. – М.: РАСХН, 2000. – 81 с.
63. Захаров И.С. Развитие микрофлоры, образование и накопление гуминовой кислоты в почве при разложении растительных остатков и связь этих процессов с повышением урожая кукурузы // Роль микроорганизмов в питании растений и повышении эффективности удобрений. – Л., 1965. – С. 37–42.
64. Звягинцев Д.Г. Биология почв / Д.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – М.: МГУ, 2005. – 445 с.
65. Звягинцев Д.Г. Растения как центры формирования бактериальных сообществ / Д.Г. Звягинцев, Т.Г. Добровольская, Л.В. Лысак // Журн. общ. биол. – 1993. – С. 183–200.
66. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей / Д.Г. Звягинцев // Почвоведение. – 1978. – № 6. – С.48–52.
67. 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: материалы зональной школы-семинара. – Л., 1982. – С.21.
68. 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 $^{15}\text{N}_2$ в исследованиях по земледелию. – М.: Колос, 1973. – С. 55–62.
69. Каретин Л.Н. Лугово-черноземные почвы / Л.Н. Каретин. – Новосибирск: Кн. изд-во, 1982. – 321 с.
70. 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.
71. Карягина Л.А. Микробиологические основы повышения плодородия почв /Л.А. Карягина. – Минск: Наука и техника, 1983. – 180 с.
72. Киракосян А.В. Влияние рН среды на азотфиксацию экологических форм *Azotobacterchroococcum* / А.В. Киракосян, Л.Г. Ананян, Ж.С. Мелконян // Вопросы микробиологии. – Ереван: Изд-во АН Армянской ССР. – 1966. – Вып.3. – С. 13–23.
73. Кирюшин В.И. Изменение содержания гумуса и азота в почвах черноземной зоны в результате их сельскохозяйственном использовании / В.И. Кирюшин, Н.И. Лебедева // Особенности формирования и использования почв Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 180-190.
74. Клевенская И.Л. Микробные ассоциации почв ряда биогеоценозов Барабинской низменности / И.Л. Клевенская, Н.И. Гантимурава // Микробные ассоциации и их функционирование в почвах Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1979. – С. 22–60.
75. Климашевский Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений /Э.Л. Климашевский. – М.: Агропромиздат, 1991. – 415 с.
76. Ковалев Р.В. Общая характеристика почвенного покрова Западной Сибири / Р.В.Ковалев, С.С.Трофимов // Агрохимическая характеристика почв СССР. Западная Сибирь. – М, 1968. – С. 5–31.
77. Кожемяков А.П. Перспективы применения биопрепаратов комплексного действия в сельском хозяйстве / А.П. Кожемяков, А.В. Хотянович // Бюллетень /ВИУА. – 1997. – № 110. – С. 4–5.
78. 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.
79. Колмаков Ю.В. Преимущества голозерных сортов ячменя и овса / Ю.В. Колмаков, Н.И. Аниськов, С.В. Васюкевич // Сельское хозяйство Сибири. -2007. № 8-9. – С. 5.
80. 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.
81. Кононов А.С. Физиология процесса азотфиксации и фотосинтез в гетерогенном посеве / А.С. Кононов // Физиология и биохимия растений: бюл./ Брянское отд-ние РБО. – 2013. – № 1 (1). – С. 42–50.
82. Костычев С.П. Исследования по биодинамике почв / С.П.

- Костычев // Труды отдела сельскохозяйственной микробиологии. – Л., 1926. – С. 1-3.
83. Кочегарова Н.Ф. Формы азота и азотный режим черноземов Омской области: автореф. дис. ...канд. биол. наук. – Омск, 1976. – 18 с.
84. Кочергин А.Е. Условия питания зерновых культур азотом, фосфором и калием и применение удобрений на черноземах Западной Сибири: автореф. дис. ...д-ра с.-х. наук: 01.06.04 / Кочергин А.Е. – М., 1965. – 40 с.
85. Кравченко Л.В. Влияние корневых выделений на рост и продуктивность ассоциативных азотфиксаторов / Л.В. Кравченко // Бюллетень/ ВНИИСХМ. – 1985. – № 42. – С. 19–29.
86. Красильников Н.А. Микроорганизмы и высшие растения / Н.А. Красильников. – М., 1958. – 198с.
87. Кудеяров В.Н. Оценки размеров несимбиотической азотфиксации в почве методом баланса / В. Н. Кудеяров, Т. В. Кузнецова // Почвоведение. – 1990. – №11. – С. 79–89.
88. 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.
89. Кунакова А.М. Взаимодействие ассоциативных ризобактерий с растениями при различных агроэкологических условиях автореф. ... дис. ...канд. биол. наук. / Кунаков А.М. – Санкт-Петербург, 1998. – 18 с.
90. Лукин С.А. Азоспириллы и ассоциативная азотфиксация небобовых культур в практике сельского хозяйства / С. А. Лукин, П. А. Кожевин, Д. Г. Звягинцев // Сельскохозяйственная биология. – 1987. – № 1. – С. 51–58.
91. Лукманов А.А. Биологизация земледелия–дешевый источник повышения плодородия почв / А.А. Лукманов, Р.Р. Гайров, Л.З. Каримова // Агрехимический вестник. – 2015. – Т.2, №.2. – С. 6–9.
92. Макроносов А.Т. Фотосинтез. Физиологические и биохимические аспекты / А.Т. Макроносов, В.Ф. Гавриленко.- М.: Изд-во МГУ, 1992. – 320 с.
93. Маштаков С.М. Активность ферментов и интенсивность дыхания как показатели биологической активности почвы / С.М. Маштаков, Т.Н. Кулаковская, С.М.Гольдина // Доклады Академии наук СССР. – 1954. – Т. ХСVIII, № 1. – С.141-144.
94. 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.
95. Методы почвенной микробиологии и биохимии/ под ред. Д.Г. Звягинцева. – М., 1991. – 304 с.
96. Милащенко Н.З. Борьба с сорняками на полях Сибири / Н.З. Милащенко. – Омск, 1978. – 133 с.
97. Мирчинк Т.Г. Почвенная микробиология / Т.Г. Мирчинк. – М., 1976. – 206 с.
98. Михайловская Н.А. Эффективность *Azospirillum brasilense* на многолетних травах / Н.А. Михайловская, Л.Н. Лученок, Л. А. Юрко // Аховараслін. – 2002. – № 3. – С. 8–10.
99. Мишустин Е.Н. Азотный баланс в зонах СССР / Е.Н. Мишустин // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985. – С.3–11.
100. Мишустин Е.Н. Микробные земледобрительные препараты и их эффективность/ Е.Н. Мишустин // Микробиология на службе сельского хозяйства. – М., 1970. – С. 117–134.
101. Мишустин Е.Н. Пути улучшения азотного баланса пахотных почв СССР и выполнение продовольственной программы / Е.Н. Мишустин // Известия АН СССР. Серия биология. – 1983. – №3. – С. 325–345.
102. Мишустин Е.Н. Роль бобовых культур и свободноживущих азотфиксирующих микроорганизмов в азотном балансе земледелия / Е.Н. Мишустин, Н.И. Черепков // Круговорот и баланс азота в системе почва-удобрение-растение-вода. – М.: Наука, 1979. – С. 9–18.
103. Мишустин, Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия/ Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1972. – 344 с.
104. 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.
105. Мищенко Л.Н. Почвы Западной Сибири: учеб. пособие / Л.Н. Мищенко, А.Л. Мельников. – Омск: ОмГАУ, 2007. – 248 с.
106. Мищенко Л.Н. Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование: учеб. пособие / Л.Н. Мищенко. – Омск: ОмСХИ, 1991. – 164 с.
107. Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями / отв. ред. В.В. Игнатов. – М.: Наука, 2005. – 262 с.
108. 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.
- 109.Мошкова М.В. Влияние растений на активность азотфиксации в ризосфере / М.В. Мошкова, М.М. Умаров // Почвоведение. – 1979. – № 6. – С. 110–113.
- 110.Муха В.Д. О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов/ В.Д.Муха //Сб. науч. трудов /Харьковский СХИ.– Харьков, 1980. – Т. 273. – С. 13–16.
- 111.Назарюк В.М. Баланс и трансформация азота в агроэкосистемах/ В.М. Назарюк. –Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 257 с.
- 112.Наумкин В.Н. Биологизация систем земледелия /В.Н. Наумкин // Достижения науки и техники АПК. – 1998. – №4. – С. 35–38.
- 113.Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А. А. Ничипорович. – М.: Изд-во АН ССР, 1956. – 93 с.
- 114.Ничипорович А.А. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах / А.А.Ничипорович. – М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1969. – С. 50-57.
- 115.Павлова В.Ф. Влияние *Agrobacteriumradiobacter* на фосфорное питание растений / В.Ф. Павлова, О.И. Горская // Бюллетень/ ВНИИСХ микробиологии. – 1987. – № 47. – С. 26–27.
- 116.Парахин Н.В. Растительно-микробные взаимодействия как фактор энергосбережения в растениеводстве / Н.В.Парахин, С.Н. Петрова // Вестник Орел ГАУ. – 2012. – № 3 (36). – С. 2–7.
- 117.Пасынков А.В. Применение ризоагрина на зерновых культурах в Кировской области / А.В.Пасынков // Бюллетень/ ВИУА. – 1997. – № 110. – С. 8.
- 118.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.
- 119.Патыка В.Ф. Микроорганизмы и биологическое земледелие/ В.Ф. Патыка // Микробиологический журнал. – 1993. – Т. 55, № 3. – С. 95–102.
- 120.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.
- 121.Помазкина Л.В. Азот, его превращение и баланс в почвах Средней Сибири: автореф. дис. ...д-ра биол. наук/ Помазкина Л.В. – Новосибирск, 1989. – 36 с.

- 122.Поползухина Н.А. Биологические препараты в повышении адаптивности и продуктивности зерновых и зернобобовых культур. / П.В. Поползухин, А.Д. Сейтуарова, А.А. Божко [и др.] // IV Междунар. конф. AGRITECH-IV - 2020: Агробизнес, экологический инжиниринг и биотехнологии, 18-20 ноября 2020 г. - Красноярск, 2020 г.
- 123.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. науч.-практ. конф. – Тамбов: Усом, 2014. – С. 111-113.
- 124.Поползухина Н.А. Использование diaзотрофной бактериализации для повышения урожайности и качества зерна зерновых и зернобобовых культур / Н.А. Поползухина, П.В. Поползухин, О.Ф. Хамова [и др.] // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность - 2019, 23 - 26 сентября 2019 года Российская Федерация, г. Севастополь: материалы междунар. науч.-практ. конф. - Севастополь, 2019. - С. 1310-1315.
- 125.Пошон Ж. Почвенная микробиология / Ж. Пошон, Г. Баржак. – М., 1960. – 224 с.
- 126.Ратнер Е.И. Питание растений и жизнедеятельность их корневых систем. – М., 1958. – 104 с.
- 127.Редькина Т. В. Механизм положительного влияния бактерий рода *Azospirillum* на высшие растения / Т.В. Редькина // Биологический азот в сельском хозяйстве СССР. – М., 1989. – С. 132–141.
- 128.Садыков Б.Ф. Азотфиксирующая активность и продукция молекулярного водорода у почвенных diaзотрофов / Б.Ф. Садыков // Сельскохозяйственная биология. – 1987. – № 6. – С. 33–35.
- 129.Садыков Б.Ф. Биологическая азотфиксация в агроценозах / Б.Ф. Садыков – Уфа: БНЦ УрОАН, 1989. – 109 с.
- 130.Самцевич С.А. Взаимоотношения микроорганизмов почвы и высших растений / С.А. Самцевич // Микроорганизмы почвы и растение. – Минск, 1972. – С. 3–67.
- 131.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.-практ. конф. – Омск: Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ

им. П. А. Столыпина, 2014. – С. 85–87.

132. Стрелецкий А.М. Эффективность препаратов ассоциативных азотфиксаторов при инокуляции семян различных сортов ячменя в условиях юга Западной Сибири / А.М. Стрелецкий, О.Ф. Хамова, Н.Н. Шулико, П.В. Поползухин // Плодородие. - 2018. - № 4 (103). - С.49-53.

133. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – М.: Колос, 1993. – 175 с.

134. Тимирязев К.А. Растение – сфинкс (1885) / К.А.Тимирязев // Избранные сочинения. – М.: Сельхозгиз, 1948. – Т.1. – С. 22–34.

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

136. Тихомирова Л.Д. Биологический метод определения плодородия почвы / Л.Д. Тихомирова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1973. – №5. – С. 15-18.

137. Тихонович И.А. Микробиологические аспекты плодородия почвы и проблемы устойчивого земледелия / И.А. Тихонович, Ю.В. Круглов // Плодородие. – 2001. – № 5 (32). – С. 9–12.

138. Толочкина С.А. Изменение микробиологической активности почв в условиях интенсивного земледелия / С.А. Толочкина, А.Т. Шуткина // Микробиологические аспекты охраны почвенного покрова / АН ССР Молдовы. – Кишинев, 1990. – С. 55–69.

139. Тюрин И.В. Органическое вещество почв и его роль в плодородии / И. В.Тюрин. – М., 1965. – 316 с.

140. 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.

141. Умаров М.М. Ассоциативная азотфиксация в биогеоценозах // Почвенные микроорганизмы как компонент биогеоценоза. – М.: Наука, 1985. – С. 205–213.

142. 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.

143. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть / М.А. Федин. – М., 1985. – 267 с.

- 144.Хамова О.Ф. Влияние антропогенных факторов на биологическую активность чернозема выщелоченного юга Западной Сибири / О.Ф.Хамова // Природа, природопользование и природообустройство Омского Прииртышья: материалы III обл. науч.-практ. конф. – Омск: Курьер, 2001. – С. 167–169.
- 145.Хамова О.Ф. Численность микроорганизмов ризосферы ячменя при длительном применении минеральных удобрений, соломы и инокуляции семян ассоциативными diaзотрофами / О.Ф. Хамова, Н.Н. Шулико, Е.В. Тукмачева // Омский научный вестник. – 2015. – №1 (138). – С. 127–131.
146. Хамова О.Ф. Влияние бактериальных препаратов на биологическую активность чернозема выщелоченного и урожайность зерновых культур / О.Ф. Хамова, Е.Н. Ледовский, Е.В. Тукмачева, Н.Н. Шулико // Вестник Омского ГАУ. –2016. – №3 (23). – С. 44-49.
- 147.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.
- 148.Чумаков М.И. Новый ассоциативный diaзотроф *Agrobacterium radiobacter* из ризосферы пшеницы / М.И. Чумаков, В.В. Горбань, Л.А. Ковлер // Микробиология. – 1992. – Т.61, №1. – С. 92–102.
- 149.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.
- 150.Шабаев В.П. Роль биологического азота в системе «почва-растение» при внесении ризосферных микроорганизмов: автореф. дис. ...д-ра биол. наук. – М., 2004. – 45 с.
- 151.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.
- 152.Шотт П.Р. Роль атмосферного азота в питании сельскохозяйственных культур / П.Р. Шотт, П.А. Литвинцев // Почвенно-агрохимические исследования в Сибири: сб. науч. тр.– Барнаул: Изд-во АГАУ, 2000. – Вып.5. - С.3– 7.
- 153.Шотт П.Р. Фиксация атмосферного азота в однолетних агроценозах / П.Р. Шотт. - Барнаул: Азбука, 2007. - 170 с.
- 154.Эффективность diaзотрофной бактериализации на яровой мягкой

пшенице: монография / Сейтуарова А.Д., Н.А. Поползухина, О.Ф. Хамова, П.В. Поползухин. - Омск: Омсбланкиздат, 2019. - 193 с.

155.Юсова О.А. Формирование урожайности и качества зерна в зависимости от фотосинтетической активности в условиях южной лесостепи Западной Сибири / О.А. Юсова, С.В. Васюкевич, Ю.В. Фризен // Селекция сельскохозяйственных растений на устойчивость к абиотическим и биотическим стрессорам: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Омск, 2016. – С.244–249.

156.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

157.Balandreau J. Microbiology of the association / J. Balandreau // Canad. J. Microbiol. – 1983. – Vol. 29. – P. 851–859.

158.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.

159.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.

160.Boddey R.M. Association of *Azospirillum* and other diazotrophs with tropical gramineae / R.M. Boddey, J. Döbereiner // 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.

161.Dart P.J. Nitrogen fixation associated with non- legumes in agriculture // Plant and Soil. – 1986. – Vol. 90. – P. 303–334.

162.Döbereiner J. Nitrogen fixation in grass-bacteria association in tropics /J. Döbereiner // Isotop. biol. dinitrogen fixation proc.–Viena, 1978. - P. 51-69.

163.Döbereiner J. Recent advances in associations of diazotrophs with plant roots /J. Döbereiner // Interrelationships Between Microorganisms and Plants Soil: Proc. Int. Symp. (Ziblice, June 22-27, 1987).– Praha, 1989. - P. 229-242.

164.Muller S.H. Nitrogen fixation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by mineral nitrogen supply at different growth stages / S.H. Muller, P. A.A. Pereira // Plant and Soil. 1995. - Vol. 177, № 1. - P. 55-61.

165.Okon Y. *Azospirillum* as a potential inoculant for agriculture / Y. Okon // Trends in Biotechnology. 1985. - Vol. 130, № 8. - P. 223-228.

166.Postgate J. Nitrogen fixation / J. Postgate. — Inst. Biol. Stud. Biol., 1978.– P.657–671.

167. Popolzuhina NA Biological Products to Improve the Adaptability and Productivity of Grain and Leguminous Crops / NA Popolzuhina, PV Popolzuhin, AD Seituarova, AA Bojko, AS Kiselev and IG Kadermas // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 666, International science and technology conference "Earth science" 8 - 10 December 2020, Vladivostok, Russian Federation. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 666 (2021) 062022.
168. Rennie R.J. Techniques for quantifying N₂-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.
169. Renny R.J. Potential use of induced mutation to improve symbioses of crop plants with N₂-Fixing bacteria / R.J. Renny // Induced mutational tool in plant breeding. – Vienna: IAEA, 1981. – P. 293–321.
170. <http://www.биотехнологии-агро.рф>
171. <http://www.ab-centre.ru>
172. <http://agro-portal.su>
173. <http://arriam.ru>
174. <http://biofile.ru>
175. <http://www.biotalab.ru>
176. <http://myzooplanet.ru>
177. <http://neznaniya.net>
178. <http://ruf-2.ru>
179. <https://shkolazhizni.ru>
180. <http://www.uralregion.com>

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение А

Температурный режим вегетационных периодов 2015-2017 гг. по декадам, °С
(ГМС Омск – Степная)

Месяц	Декада	Год			Среднемного- летнее значение
		2015	2016	2017	
Май	I	14,5	8,8	10,8	9,9
	II	14,1	11,9	12,7	12,5
	III	13,2	17,2	15,4	14,1
	Среднее	13,9	12,6	13,1	12,2
Отклонение от нормы		1,7	0,4	0,9	-
Июнь	I	20,3	17,3	17,0	15,8
	II	19,4	18,6	21,8	18,3
	III	20,2	18,8	21,4	19,0
	Среднее	20,0	18,2	20,1	17,7
Отклонение от нормы		2,3	0,5	2,4	-
Июль	I	16,5	19,6	18,1	19,8
	II	20,7	20,9	17,0	19,7
	III	18,4	18,8	20,2	18,8
	Среднее	18,5	19,8	18,5	19,4
Отклонение от нормы		-0,9	0,4	-0,9	-
Август	I	16,7	19,7	19,7	17,8
	II	17,7	20,9	14,5	16,9
	III	12,1	17,2	20,2	14,5
	Среднее	15,6	19,3	18,2	16,4
Отклонение от нормы		-0,9	2,9	1,8	-

Количество выпавших осадков за вегетационные периоды 2015-2017 гг. по декадам, мм (ГМС Омск – Степная)

Месяц	Декада	Год			Среднего- летнее значение
		2015	2016	2017	
Май	I	10	1,7	7,3	10
	II	15	2,4	7,4	10
	III	19	1,3	12,5	14
	Сумма	44	5,4	27,2	34
% от нормы		129,4	15,9	80,0	-
Июнь	I	18	0,6	29,6	15
	II	41	40,3	1,0	16
	III	0	55,3	0,9	22
	Сумма	59	96,2	31,5	53
% от нормы		111,3	181,5	59,4	-
Июль	I	29	15,7	11,6	21
	II	1	19,6	32,5	21
	III	24	73,6	27,3	24
	Сумма	54	108,9	71,4	66
% от нормы		81,8	165,0	108,2	-
Август	I	8	0	10,1	19
	II	33	9,0	0	16
	III	28	7,3	3,7	17
	Сумма	69	16,3	13,8	52
% от нормы		132,7	31,3	26,5	-

Численность микроорганизмов в ризосфере овса посевного в 1 г. абсолютно-сухой почвы, 2015 г.

Вариант	Бактерии, растущие на МПА, млн КОЕ/г			Микроорганизмы, растущие на КАА, млн КОЕ/г			Олигонитрофилы, млн КОЕ/г		
	1*	2	3	1	2	3	1	2	3
Орион К**	39,6	22,7	31,2	22,8	34,6	28,7	93	112,7	102,9
Орион Р	54,4	33,7	44,1	33,3	55,4	44,4	82	118,8	100,4
Орион А	17,5	25,3	21,4	13,6	48,5	31,1	16,7	81,2	49
В ср. по сорту	37,2	27,2	32,2	23,2	46,2	34,7	63,9	104,2	84,1
Сиб. гол. К	70,9	25,5	48,2	38,6	28,4	33,5	175,8	64	119,9
Сиб. гол. Р	35,1	24,7	29,9	17,9	40,3	29,1	48,2	125,8	87
Сиб. гол. А	32,7	25,5	29,1	19,3	50,4	34,9	67,5	88,2	77,9
В ср. по сорту	46,2	25,2	35,7	25,3	39,7	32,5	97,2	92,7	94,9
В ср. по сортам	41,7	26,2	34,0	24,3	42,9	33,6	80,5	98,5	89,5
Вариант	Нитрификаторы, тыс. КОЕ/г			Грибы, тыс. КОЕ/г			Общее количество микроорганизмов, млн КОЕ/г		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Орион К	7,07	0,86	4	116,3	57,6	87	155,5	170,1	162,8
Орион Р	4,09	3,34	3,7	45,5	50,5	48	169,7	208	188,9
Орион А	3,06	1,21	2,1	27,8	47,6	37,7	47,8	155,1	101,5
В ср. по сорту	4,74	1,80	3,27	63,2	51,9	57,6	124,3	177,7	151,1
Сиб. гол. К	3,82	0,6	2,2	52,2	118,9	85,6	285,4	118	201,7
Сиб. гол. Р	4,2	0,95	2,6	36,3	49,8	43,1	101,2	190,9	146,1
Сиб. гол. А	3,46	1,09	2,3	52,2	126,8	89,5	119,6	164,1	141,9
В ср. по сорту	3,83	0,88	2,37	46,9	98,5	72,7	168,7	157,7	163,2
В ср. по сортам	4,28	1,34	2,82	55,1	75,2	65,2	146,5	167,7	157,2

*1-вымётывание метёлки, 2- налив зерна, 3 – в среднем за вегетацию;

**К – контроль, Р – Ризоагрин, А– Азоризин.

Численность микроорганизмов в ризосфере овса посевного в 1 г. абсолютно-сухой почвы, 2016 г.

Вариант	Бактерии, растущие на МПА, млн КОЕ/г				Микроорганизмы, растущие на КАА, млн КОЕ/г				Олигонитрофилы, млн КОЕ/г			
	1*	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Орион К**	34,8	35,0	24,1	31,3	55,2	37,5	13,2	35,3	148,2	84,4	98,2	110,3
Орион Р	34,3	32,7	33,8	33,6	40,8	25,2	17,8	27,9	203,4	64,7	68,9	112,3
Орион А	44,5	36,7	35,7	39,0	67,4	54,9	18,4	46,9	195,8	173,3	73,8	147,6
В ср. по сорту	37,9	34,8	31,2	34,6	54,5	39,2	16,5	36,7	182,5	107,5	80,3	123,4
Сиб. гол. К	50,8	49,1	36,3	45,4	42,4	58,7	23,4	41,2	254,8	138,4	170,4	187,7
Сиб. гол. Р	34,3	48,3	23,4	35,3	34,9	60,1	13,6	36,2	158,2	132,1	19,2	103,2
Сиб. гол. А	47,7	43,4	23,7	38,3	37,4	36,8	12,2	28,7	132,8	78,8	39,5	83,7
В ср. по сорту	44,3	46,9	27,8	39,7	38,0	51,9	16,3	35,4	181,9	116,3	76,4	124,9
В ср. по сортам	41,1	40,9	29,5	37,2	46,2	45,5	16,4	36,0	182,2	111,9	78,3	124,1

Вариант	Нитрификаторы, тыс. КОЕ/г				Грибы, тыс. КОЕ/г				Общее количество микроорганизмов, млн КОЕ/г			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Орион К	2,32	1,51	0,80	1,54	42,4	19,6	10,7	24,2	238,2	156,9	135,5	176,9
Орион Р	2,82	1,43	1,61	1,95	35,6	38,2	24	32,6	278,5	122,6	120,5	173,9
Орион А	2,79	1,62	2,70	2,37	48,8	21,2	15,7	28,6	307,8	264,9	127,9	233,5
В ср. по сорту	2,64	1,52	1,70	1,95	42,3	26,3	16,8	28,5	274,8	181,5	128,0	194,8
Сиб. гол. К	1,30	1,39	2,46	1,72	29,6	122,5	14,9	55,7	347,6	245,9	229,7	274,4
Сиб. гол. Р	1,10	1,27	3,50	1,96	48,1	43,5	46,3	46	227,4	240,5	56,2	174,7
Сиб. гол. А	1,31	1,22	2,00	1,51	43,5	19,3	30,1	30,1	217,5	159	75,4	150,6
В ср. по сорту	1,24	1,29	2,65	1,73	40,4	61,8	30,4	43,9	264,2	215,1	120,4	199,9
В ср. по сортам	1,94	1,41	2,18	1,84	41,3	44,1	23,6	36,2	269,5	198,3	124,2	197,3

*1- выход в трубку, 2- вымётывание метёлки, 3- налив зерна, 4 - в среднем за вегетацию;

**К – контроль, Р – Ризоагрин, А– Азоризин.

Численность микроорганизмов в ризосфере овса посевного в 1 г. абсолютно-сухой почвы, 2017 г.

Вариант	Бактерии, растущие на МПА, млн КОЕ/г				Микроорганизмы, растущие на КАА, млн КОЕ/г				Олигонитрофилы, млн КОЕ/г			
	1*	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Орион К**	22,3	51,5	28,7	34,2	12,3	39,4	37,7	29,8	51,3	153,1	154,4	119,6
Орион Р	25,1	50,9	42,0	39,3	17,4	47,4	34,0	32,9	66,0	116,0	231,5	137,8
Орион А	20,7	44,4	37,4	34,2	16,3	49,0	36,6	34	56,4	203,2	250,8	170,1
В ср. по сорту	22,7	48,9	36,0	35,9	15,3	45,3	36,1	32,2	57,9	157,4	212,2	142,5
Сиб. гол. К	20,3	36,2	28,8	28,4	15,4	24,8	15,9	18,7	62,9	208,6	129,8	133,8
Сиб. гол. Р	21,5	57,8	35,9	38,4	16,2	36,9	38,9	30,7	58,3	167,9	124,6	116,9
Сиб. гол. А	19,0	67,4	37,9	41,4	18,9	41,8	22,4	27,6	71,2	273,7	151,4	165,4
В ср. по сорту	20,3	53,8	34,2	36,1	16,8	34,5	25,7	25,7	64,1	216,7	135,3	138,7
В ср. по сортам	21,5	51,4	35,1	36,0	16,1	39,9	30,9	29,0	61,0	187,1	173,8	140,6
Вариант	Нитрификаторы, тыс. КОЕ/г				Грибы, тыс. КОЕ/г				Общее количество микроорганизмов, млн КОЕ/г			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Орион К	22,2	56,3	24,8	34,4	1,36	1,10	0,58	1,01	85,9	244,1	220,8	183,6
Орион Р	29,9	50,4	46,8	42,4	1,67	1,49	0,78	1,31	108,5	214,4	307,5	210,1
Орион А	31,3	39,2	42,0	37,5	1,18	2,94	0,39	1,50	93,4	296,6	324,8	238,3
В ср. по сорту	27,8	48,6	37,9	38,1	1,40	1,84	0,58	1,27	95,9	251,7	284,4	210,7
Сиб. гол. К	26,1	109,2	79,5	71,6	1,77	2,20	0,17	1,38	98,6	269,7	174,6	181,0
Сиб. гол. Р	31,2	170,9	125,1	109,1	1,33	2,29	0,68	1,43	96,0	262,8	199,5	186,1
Сиб. гол. А	37,0	185,0	163,4	128,5	1,59	1,8	0,57	1,32	109,1	383,1	211,7	234,6
В ср. по сорту	31,4	155,0	122,7	103,1	1,56	2,10	0,47	1,38	101,2	305,2	195,3	200,6
В ср. по сортам	29,6	101,8	80,3	70,6	1,48	1,97	0,53	1,33	98,6	278,5	239,8	205,6

*1- выход в трубку, 2- вымётывание метёлки, 3- налив зерна, 4 - в среднем за вегетацию;

**К – контроль, Р – Ризоагрин, А– Азоризин.

Посевные качества семян сортов овса посевного

Сорт	Энергия прорастания,%			Лабораторная всхожесть,%			Масса1000 зерен, г		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Орион	81	74	78	98	95	94	36,5	33,0	37,7
Мутика 4021	75	78	74	97	92	93	39,4	31,1	35,3
Иртыш 23	76	77	79	97	94	95	41,2	37,4	36,5
Сибирский голозерный	62	82	71	94	91	89	31,9	28,9	30,7
ТР 12-115	79	80	76	97	95	95	32,8	31,7	31,5
В среднем за 2015- 2017 гг.	74	78	75	97	93	93	36,4	32,4	34,3

Полевая всхожесть растений овса посевного, %

Сорт	2015 г.	± к контрол ю	2016 г.	± к контролю	2017 г.	± к контролю
Орион К*	80	-	78	-	80	-
Орион Р	83	3	73	-5	83	3
Орион А	91	11	76	-2	89	9
Мутика 4021 К	81	-	77	-	75	-
Мутика 4021Р	82	1	79	2	83	8
Мутика 4021 А	84	3	74	-3	73	-2
Иртыш 23 К	79	-	72	-	69	-
Иртыш 23Р	82	3	70	-2	74	5
Иртыш 23А	86	7	79	7	78	9
Сибирский голозерный К	68	-	76	-	63	-
Сибирский голозерныйР	66	-2	72	-4	59	-4
Сибирский голозерный А	57	-11	75	-1	66	3
ТР 12-115К	75	-	62	-	76	-
ТР 12-115 Р	77	2	60	-2	84	8
ТР 12-115А	67	-8	68	6	72	-4
В среднем по вариантам	77,2	-	72,7	-	74,9	-
НСР _{0,5} В**	5,5		5,1		4,8	
НСР _{0,5} С	8,5		7,3		7,9	

К*-контроль, Р-Ризоагрин, А-Азоризин;
По фактору: В**- инокуляции, С – сорта

Выживаемость растений овса посевного, %

Сорт	2015 г.	± к контрол ю	2016 г.	± к контролю	2017 г.	± к контролю
Орион К*	84	-	70	-	92	-
Орион Р	92	8	68	-2	97	5
Орион А	89	5	71	1	94	2
Мутика 4021 К	86	-	77	-	94	-
Мутика 4021Р	82	-4	77	0	95	1
Мутика 4021 А	88	2	84	7	98	4
Иртыш 23 К	80	-	81	-	95	-
Иртыш 23Р	88	8	79	-2	91	-4
Иртыш 23А	91	11	79	-2	91	-4
Сибирский голозерный К	83	-	79	-	74	-
Сибирский голозерныйР	84	1	75	-4	81	7
Сибирский голозерный А	77	-6	73	-6	76	2
ТР 12-115К	80	-	70	-	78	-
ТР 12-115 Р	81	1	75	5	77	-1
ТР 12-115А	78	-2	78	8	84	6
В среднем по вариантам	84,2	-	75,7	-	87,8	-
НСР _{0,5} В**	4,4		4,1		3,9	
НСР _{0,5} С	7,8		8,1		7,3	

К*-контроль, Р-ризоагрин, А-азоризин;
По фактору: В**- инокуляции, С – сорта

Продолжительность вегетационного и межфазных периодов
овса посевного, 2015г.

Сорт	Продолжительность, суток						
	Посев- всходы	Всходы – кущение	Кущение – выход в трубку	Выход в трубку – колошение	Колошение- восковая спелость	Длина вегетацио- нного периода	± к контро- лю
Орион, К*	6	7	14	14	34	75	-
Орион, Р	6	7	14	14	33	74	-1
Орион, А	6	7	14	14	33	74	-1
Мутика 4021, К	6	8	16	22	39	91	-
Мутика 4021, Р	6	8	16	22	39	91	0
Мутика 4021, А	6	8	16	22	39	91	0
Иртыш 23, К	6	7	14	15	36	78	-
Иртыш 23, Р	6	7	14	14	34	75	-3
Иртыш 23, А	6	7	14	14	34	75	-3
Сибирский голозерный, К	6	7	16	19	37	85	-
Сибирский голозерный, Р	6	7	16	18	37	84	-1
Сибирский голозерный, А	6	7	16	19	37	85	0
ТР 12-115, К	6	7	14	14	34	75	-
ТР 12-115, Р	6	7	14	14	34	75	0
ТР 12-115, А	6	7	14	14	34	75	0
В среднем	6	7,2	14,8	16,6	35,6	80,2	-

К*-контроль, Р-Ризоагрин, А-Азоризин

Продолжительность вегетационного и межфазных периодов овса посевного,
2016 г.

Сорт	Продолжительность, суток						
	Посев- всходы	Всходы – кущение	Кущение – выход в трубку	Выход в трубку – колошение	Колошение- восковая спелость	Длина вегетацио- нного периода	± к контро- лю
Орион, К*	6	7	16	17	35	81	-
Орион, Р	6	7	16	17	35	81	0
Орион, А	6	7	16	17	35	81	0
Мутика 4021, К	7	8	19	20	38	92	-
Мутика 4021, Р	7	8	19	20	38	92	0
Мутика 4021, А	7	8	19	20	37	91	-1
Иртыш 23, К	6	7	16	17	36	82	-
Иртыш 23, Р	6	7	16	17	37	83	1
Иртыш 23, А	6	7	16	17	37	83	1
Сибирский голозерный, К	7	8	18	18	37	88	-
Сибирский голозерный, Р	7	8	18	19	37	89	1
Сибирский голозерный, А	7	8	18	19	37	89	1
ТР 12-115, К	6	7	16	17	35	81	-
ТР 12-115, Р	6	7	16	17	35	81	0
ТР 12-115, А	6	7	16	17	35	81	0
В среднем	6,4	7,4	17,0	17,9	36,3	85,0	-

К*-контроль, Р-ризоагрин, А-азоризин

Продолжительность вегетационного и межфазных периодов овса посевного,
2017 г.

Сорт	Продолжительность, суток						
	Посев- всходы	Всходы – кущение	Кущение –выход в трубку	Выход в трубку – колошение	Колошение- восковая спелость	Длина вегетацио- нного периода	± к контро- лю
Орион, К*	10	9	16	17	36	88	-
Орион, Р	10	9	15	17	35	86	-2
Орион, А	10	9	15	18	35	87	-1
Мутика 4021, К	11	11	16	20	38	96	-
Мутика 4021, Р	11	11	16	20	38	96	0
Мутика 4021, А	11	10	15	20	38	94	-2
Иртыш 23,К	10	9	14	17	34	84	-
Иртыш 23, Р	10	9	14	16	34	83	-1
Иртыш 23, А	10	9	14	17	34	84	0
Сибирский голозерный, К	11	10	17	18	36	92	-
Сибирский голозерный, Р	11	10	17	18	36	92	0
Сибирский голозерный, А	11	10	17	18	36	92	0
ТР 12-115, К	10	10	15	18	34	87	-
ТР 12-115, Р	10	10	15	18	34	87	0
ТР 12-115, А	10	10	15	18	34	87	0
В среднем	10,4	9,7	15,4	18,0	35,5	89,0	-

К*-контроль, Р-ризоагрин, А-азоризин

Фотосинтетический потенциал листьев растений овса посевного, см²·сут., 2015г.

Сорт	Межфазный период				За вегетационный период
	всходы - кущение	кущение - выход в трубку	выход в трубку - выметывание метелки	выметывание метелки-молочная спелость	
Орион, К*	90	365	511	374	1340
Орион, Р	92	371	523	389	1375
Орион, А	93	377	545	404	1419
Мутика 4021, К	95	393	636	501	1625
Мутика 4021, Р	98	398	677	527	1700
Мутика 4021, А	95	409	681	498	1683
Иртыш 23, К	94	362	576	406	1438
Иртыш 23, Р	96	361	559	416	1432
Иртыш 23, А	92	372	568	418	1450
Сибирский голозерный, К	90	358	563	443	1454
Сибирский голозерный, Р	90	354	566	425	1435
Сибирский голозерный, А	91	351	559	417	1418
ТР 12-115, К	93	369	559	402	1423
ТР 12-115, Р	94	363	530	420	1407
ТР 12-115, А	91	361	543	396	1391
В среднем	93	371	573	429	1466

К*-контроль, Р-Ризоагрин, А-Азоризин

Фотосинтетический потенциал листьев растений овса посевного, см²·сут.,
2016 г.

Сорт	Межфазный период				За вегетационный период
	всходы - кущение	кущение - выход в трубку	выход в трубку - выметывание метелки	выметывание метелки-молочная спелость	
Орион, К*	69	351	545	377	1342
Орион, Р	77	365	569	379	1390
Орион, А	71	367	571	395	1404
Мутика 4021, К	82	383	672	501	1638
Мутика 4021, Р	78	388	703	512	1681
Мутика 4021, А	80	394	714	527	1715
Иртыш 23, К	84	372	622	424	1502
Иртыш 23, Р	89	351	595	416	1451
Иртыш 23, А	89	362	604	418	1473
Сибирский голозерный, К	71	344	579	440	1434
Сибирский голозерный, Р	75	364	583	435	1457
Сибирский голозерный, А	70	351	603	437	1461
ТР 12-115, К	83	363	595	428	1469
ТР 12-115, Р	80	353	556	410	1399
ТР 12-115, А	81	368	569	401	1419
В среднем	79	365	605	433	1482

К*-контроль, Р-Ризоагрин, А-Азоризин

Фотосинтетический потенциал листьев растений овса посевного, см²·сут.,
2017 г.

Сорт	Межфазный период				За вегетационный период
	всходы - кущение	кущение - выход в трубку	выход в трубку - выметыван ие метелки	выметывание метелки- молочная спелость	
Орион, К	58	332	629	391	1410
Орион, Р	64	341	667	442	1514
Орион, А	61	337	675	411	1484
Мутика 4021, К	60	324	762	501	1647
Мутика 4021, Р	62	335	778	517	1692
Мутика 4021, А	57	329	820	547	1753
Иртыш 23,К	51	328	710	463	1552
Иртыш 23, Р	58	336	668	426	1488
Иртыш 23, А	58	330	713	448	1549
Сибирский голозерный, К	52	315	583	416	1366
Сибирский голозерный, Р	55	322	590	435	1402
Сибирский голозерный, А	50	310	615	447	1422
ТР 12-115, К	62	339	670	394	1465
ТР 12-115, Р	59	327	711	426	1523
ТР 12-115, А	61	331	708	401	1501
В среднем	58	329	687	444	1518

К-контроль, Р-Ризоагрин, А-Азоризин

Урожайность зерна сортов овса посевного, 2015-2017 гг., в т/га

Сорт	2015 г.	± к контролю	2016 г.	± к контролю	2017 г.	± к контролю
Орион К*	3,10	-	1,78	-	2,92	-
Орион Р	3,57	0,47	2,03	0,25	4,02	1,10
Орион А	3,78	0,68	1,71	-0,07	3,84	0,92
Мутика 4021	3,90	-	3,20	-	3,96	-
Мутика 4021Р	4,22	0,32	3,01	-0,19	4,88	0,92
Мутика 4021	3,79	-0,11	3,83	0,63	5,70	1,74
Иртыш 23 К	3,69	-	3,58		4,67	
Иртыш 23Р	4,28	0,59	3,50	-0,08	3,92	-0,75
Иртыш 23А	4,80	1,11	3,64	0,06	4,21	-0,46
Сибирский голозерный К	3,43	-	2,42	-	1,41	-
Сибирский голозерныйР	3,17	-0,26	1,93	-0,49	1,53	0,12
Сибирский голозерный А	2,81	-0,62	1,80	-0,62	2,23	0,82
ТР 12-115К	2,82	-	2,11	-	2,82	-
ТР 12-115 Р	3,10	0,28	2,29	0,18	3,14	0,32
ТР 12-115А	2,84	0,02	2,00	-0,11	2,40	-0,42
В среднем по вариантам	3,55	-	2,59	-	3,44	-
НСР _{0,5} В**	0,24		0,21		0,28	
НСР _{0,5} С	0,34		0,29		0,37	

К*-контроль, Р-Ризоагрин, А-Азоризин;
По фактору: В**- инокуляции, С- сорт

Элементы структуры урожая овса посевного, 2015 г.

Сорта	Высота растения, см	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Метелка			m 1000 зерен, г
				Кол-во цветков	Кол-во зерен	Масса зерен	
Орион,К*	95,0	1,41	1,30	20,3	27,5	0,84	30,6
Орион,Р	101,5	1,37	1,11	21,0	28,6	0,99	36,8
Орион, А	102,0	1,51	1,09	19,5	26,9	0,91	31,0
Мутика 4021, К	112,0	1,58	1,08	24,3	20,6	0,68	28,9
Мутика 4021,Р	127,0	2,68	1,93	22,9	34,4	1,04	30,3
Мутика 4021, А	108,0	1,66	1,05	15,6	29,0	0,91	30,4
Иртыш 23,К	109,5	1,40	1,07	16,3	28,6	1,17	41,4
Иртыш 23,Р	113,5	1,90	1,33	18,3	28,8	1,22	42,4
Иртыш 23, А	103,0	1,50	1,24	17,3	29,3	1,28	41,6
Сиб. Гол.,К	119,5	1,69	1,31	20,2	26,8	0,81	30,3
Сиб. Гол.,Р	112,0	1,65	1,23	19,5	23,3	0,73	31,2
Сиб. Гол.,А	115,0	1,63	1,07	20,0	19,2	0,56	28,9
ТР 12-115, К	108,0	1,45	1,17	19,1	20,1	0,63	29,8
ТР 12-115, Р	114,0	1,71	1,33	19,8	20,4	0,61	29,5
ТР 12-115, А	110,0	1,54	1,20	20,3	18,9	0,59	30,9
В среднем	111,8	1,68	1,24	19,4	25,1	0,86	32,8

К*-контроль, Р-Ризоагрин, А-Азоризин

Элементы структуры урожая овса посевного, 2016 г.

Сорта	Высота растения, см	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Метелка			m 1000 зерен, г
				Кол-во цветков	Кол-во зерен	Масса зерен	
Орион,К*	100,0	1,44	1,37	21,8	28,0	1,04	37,1
Орион,Р	105,0	1,38	1,36	24,6	36,0	1,23	37,1
Орион, А	103,0	1,41	1,39	23,5	33,2	1,14	33,5
Мутика 4021, К	110,0	1,51	1,49	28,8	29,6	1,19	37,9
Мутика 4021,Р	110,0	1,46	1,41	26,2	34,3	1,18	38,4
Мутика 4021, А	105,5	1,42	1,39	25,5	31,2	1,24	35,7
Иртыш 23,К	105,0	1,60	1,27	19,3	27,6	1,07	31,7
Иртыш 23,Р	110,5	1,75	1,43	21,3	30,1	1,11	33,7
Иртыш 23, А	105,0	1,88	1,54	20,3	25,7	1,08	36,6
Сиб. Гол.,К	115,0	1,4	1,33	17,5	28,5	0,96	35,1
Сиб. Гол.,Р	112,0	1,36	1,09	15,7	26,3	0,92	32,3
Сиб. Гол.,А	112,0	1,27	1,02	14,4	20,1	0,83	33,6
ТР 12-115, К	102,0	1,65	1,37	20,1	29,4	0,99	31,8
ТР 12-115, Р	111,0	1,81	1,58	21,9	29,4	0,87	31,5
ТР 12-115, А	107,5	1,94	1,61	24,4	26,9	0,75	33,9
В среднем	108,3	1,57	1,38	21,5	28,6	1,03	34,3

К*-контроль, Р-Ризоагрин, А-Азоризин

Элементы структуры урожая овса посевного, 2017 г.

Сорта	Высота растения, см	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Метелка			т 1000 зерен, г
				Кол-во цветков	Кол-во зерен	Масса зерен	
Орион, К*	98,5	2,67	2,59	13,5	27,1	0,93	34,32
Орион, Р	105,5	3,17	2,74	16,9	31,9	1,10	34,48
Орион, А	102,5	2,44	2,14	13,7	28,4	0,84	29,58
Мутика 4021, К	115,0	1,90	1,77	18,3	31,3	1,40	44,73
Мутика 4021, Р	111,0	2,00	1,78	14,0	22,2	1,07	48,20
Мутика 4021, А	118,0	2,11	1,95	17,0	28,5	1,30	45,61
Иртыш 23, К	109,5	1,48	1,18	13,5	20,5	1,14	55,61
Иртыш 23, Р	113,5	1,84	1,51	15,9	24,4	1,29	52,87
Иртыш 23, А	103,0	1,71	1,52	13,2	24,0	1,13	47,08
Сиб. Гол., К	113,0	2,00	1,57	13,8	33,9	1,11	32,74
Сиб. Гол., Р	112,0	2,03	1,77	12,0	28,4	0,97	34,15
Сиб. Гол., А	115,5	1,75	1,28	14,4	32,8	1,14	34,76
ТР 12-115, К	109,5	1,74	1,43	14,7	25,4	0,93	36,61
ТР 12-115, Р	111,5	2,05	1,77	13,4	21,2	0,77	36,32
ТР 12-115, А	107,5	1,97	1,53	16,7	23,9	0,77	32,22
В среднем	109,7	2,06	1,77	14,7	26,9	1,06	39,95

К*-контроль, Р-Ризоагрин, А-Азоризин

Качество зерна овса посевного, 2015 г.

Сорта	Белок,%	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Пленчатость, %	Выход крупы, %
Орион, К	10,03	31,3	440	29,0	60,3
Орион, Р	10,54	29,7	384	36,0	58,5
Орион, А	10,54	29,3	364	36,2	59,9
Мутика 4021, К	11,17	31,3	414	33,6	51,6
Мутика 4021, Р	10,83	30,7	394	40,4	53,9
Мутика 4021, А	10,83	30,4	386	40,2	52,4
Иртыш 23,К	10,15	37,9	460	33,3	56,9
Иртыш 23, Р	10,94	38,3	464	31,5	58,4
Иртыш 23, А	10,83	38,9	488	30,2	60,6
Сибирский голозерный, К	14,14	32,7	514	9,7	70,6
Сибирский голозерный, Р	14,54	30,7	626	12,3	71,8
Сибирский голозерный, А	12,43	29,1	486	15,4	69,5
ТР 12-115, К	15,62	29,0	534	4,3	71,6
ТР 12-115, Р	15,73	28,7	528	4,6	75,0
ТР 12-115, А	13,79	27,4	515	4,7	74,2
В среднем	12,14	31,69	466,47	24,09	63,01

К*-контроль, Р-Ризоагрин, А-Азоризин

Качество зерна овса посевного, 2016 г.

Сорта	Белок, %	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Пленчатость, %	Выход крупы, %
Орион, К	11,00	34,3	420	27,78	56,19
Орион, Р	11,00	33,6	412	27,55	56,70
Орион, А	9,58	30,6	404	27,18	55,25
Мутика 4021, К	8,86	34,4	434	28,97	52,06
Мутика 4021, Р	9,40	34,1	434	28,74	56,02
Мутика 4021, А	10,37	37,8	450	27,91	56,10
Иртыш 23,К	10,60	39,8	470	26,54	59,05
Иртыш 23, Р	8,78	41,3	476	27,72	58,81
Иртыш 23, А	11,80	40,1	472	27,36	60,75
Сибирский голозерный, К	12,77	33,6	500	16,67	65,66
Сибирский голозерный, Р	13,62	32,5	494	13,69	66,42
Сибирский голозерный, А	13,11	32,0	500	10,96	66,00
ТР 12-115, К	13,00	29,2	512	5,88	69,85
ТР 12-115, Р	14,40	28,8	514	5,09	72,37
ТР 12-115, А	13,79	29,7	522	6,38	72,69
В среднем	11,47	34,12	467,60	20,56	61,59

К*-контроль, Р-Ризоагрин, А-Азоризин

Качество зерна овса посевного, 2017 г.

Сорта	Белок, %	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Пленчатость, %	Выход крупы, %
Орион, К	10,43	35,5	476	25,4	58,58
Орион, Р	9,98	34,0	503	26,1	61,52
Орион, А	11,12	34,3	492	25,6	61,94
Мутика 4021, К	10,77	38,5	492	28,0	56,29
Мутика 4021, Р	10,37	37,8	508	28,0	57,21
Мутика 4021, А	11,23	37,0	493	28,1	57,53
Иртыш 23,К	11,57	41,0	518	28,4	61,40
Иртыш 23, Р	11,00	39,2	513	26,2	61,14
Иртыш 23, А	10,83	39,3	521	27,2	60,74
Сибирский голозерный, К	14,59	28,5	608	3,1	76,60
Сибирский голозерный, Р	15,50	27,1	609	1,3	77,24
Сибирский голозерный, А	14,19	28,7	608	1,3	76,00
ТР 12-115, К	18,57	30,8	580	7,0	74,50
ТР 12-115, Р	14,42	30,2	577	6,5	73,47
ТР 12-115, А	13,96	30,1	560	6,4	70,42
В среднем	12,57	34,1	537	17,9	65,64

К*-контроль, Р-Ризоагрин, А-Азоризин

Сведения об авторах

Поползухина Нина Алексеевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры экологии, природопользования и биологии ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 8 (3812) 65-46-27, popolzuxinana@mail.ru.

Божко Андрей Александрович, аспирант кафедры экологии, природопользования и биологии ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 8()bozko13@mail.ru

Хамова Ольга Федоровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», 8(3812)-77-69-90, sibniiskh@bk.ru.

Поползухин Павел Вавилович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», 8(3812) 77-46-27, sibniiskh@bk.ru.

Сейтуарова Асаргуль Дюсембаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, природопользования и биологии ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 8(950)7910300, asargusha@mail.ru.

ПОПОЛЗУХИНА Нина Алексеевна
БОЖКО Андрей Александрович
ХАМОВА Ольга Федоровна
ПОПОЛЗУХИН Павел Вавилович
СЕЙТУАРОВА Асаргуль Дюсембаевна

**ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ ПРЕПАРАТОВ РИЗОАГРИН
И АЗОРИЗИН НА РАЗЛИЧНЫЕ СОРТА ОВСА ПОСЕВНОГО
В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Монография

Подписано в печать . Формат 60\84\16

Бумага офсетная. Печать оперативная.

Печ.л 5,5. Гарнитура «Times New Roman»

Тираж экз.

Отпечатано в типографии ИП Макшеевой Е.А.
г. Омск, ул. Долгирева, 126, тел.: 89083194462