

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра микробиологии и физиологии растений

**ВИДОВОЙ СОСТАВ МИКРООРГАНИЗМОВ ТРОФИЧЕСКОЙ ЦЕПИ: ЗЛА-
КОВЫЕ РАСТЕНИЯ – ТЛЯ**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 2 курса 241 группы

Направления подготовки магистратуры 06.04.01 Биология

Биологического факультета

Дымнич Антонины Сергеевны

Научный руководитель:

доцент, канд. биол. наук

Е. В. Глинская

Зав. кафедрой:

профессор, доктор биол. наук

С. А. Степанов

Саратов 2020

Введение

Актуальность темы. Растения занимают важное место в нашей жизни. Они не только являются основным источником кислорода, но и широко применяются в разных сферах человеческой деятельности, в частности – пищевой промышленности. В России главным продуктом питания населения является хлеб, его полезные свойства напрямую зависят от качества злаковых культур. Для изготовления хлеба и выпечки используют овес, ячмень, просо, пшеницу и рожь. Наиболее полезной считается рожь, и это обоснованно. В ней, помимо основных компонентов (углеводы, клетчатка, белки, вода и жиры), присутствует ряд витаминов. Это и фолиевая кислота (В9), биотин (Н), никотиновая кислота (РР, ниацин), ретинол (А), токоферол (Е), пантотеновая кислота (В5), тиамин (В1), пиридоксин (В6) и рибофлавин (В2) [1].

Рожь, в сравнении с другими сельскохозяйственными культурами, наиболее устойчива к морозам, сильным засухам, способна давать рентабельный урожай на малопродуктивных, песчаных и кислых почвах, хороша в севообороте благодаря своей способности «бороться» с сорняками. Но даже она не застрахована от паразитов и болезней, которые могут быть вызваны фитопатогенными микроорганизмами [2].

Уже известно, что микробные ассоциации играют важную роль в жизни растений. Они минерализуют органические вещества, делая доступными многие химические элементы, продуцируют стимуляторы роста, смягчают неблагоприятные воздействия среды, удаляют токсичные вещества из корневой зоны, обеспечивают экосистемы азотом (азотфиксаторы).

Но микроорганизмы способны оказывать и негативное воздействие на растения. Создавать анаэробные условия в переувлажненных почвах, продуцировать большое количество ядовитого для всего живого сероводорода, вызывать болезни (фитопатогены). Своевременное обнаружение возбудителей различных заболеваний растений и их локализация, повышение устойчивости к различным неблагоприятным факторам среды – это основная проблема сельского хозяйства [3].

Серьезный урон зерновым культурам наносят насекомые-вредители, которые могут быть переносчиками фитопатогенных агентов, или способствовать общему ослаблению растений, приводящему к их высокой подверженности различным заболеваниям.

Вредители зерновых культур – обширная и разнообразная группа. Более 130 видов насекомых вредят пшенице, ржи, ячменю и овсу в условиях России. Это всевозможные разновидности тлей, хлебных жуков, мух, пилильщиков. Не меньше вреда злакам причиняют галлицы, совки, трипсы, жужелицы, хрущи, хлебные блошки, клопы и пьявицы. Из многоядных вредителей ущерб зерновым могут наносить саранчовые, личинки жуков-шелкунов и чернотелок, гусеницы подгрызающих совок. Ущерб, причиняемый вредителями и болезнями растений, велик: мировые потери ежегодно составляют примерно 20 – 25 % потенциального мирового урожая продовольственных культур [2 – 4].

Вредители сельскохозяйственных растений – животные, повреждающие культурные растения или вызывающие их гибель. К ним относятся и тли. Они повреждают кормовые растения, уменьшают объем зеленой массы, что приводит к истощению, плохому плодоношению, преждевременному опадению листьев и образованию галлов, а так же другим видам поражения и деформации частей растений. В ряде случаев питание тлей заканчивается гибелью растения, которое может происходить за несколько сезонов [4].

Отряд (Homoptera) включает в себя большое число представителей равнокрылых насекомых. В мировой фауне известно более 30000 видов равнокрылых. Тли отличаются своей необычной биологией. В борьбе за существование они приобрели удивительные приспособления к условиям жизни. Им среди многих насекомых свойственно живорождение. При таком размножении численность тлей колоссально увеличивается с наступлением благоприятных условий температуры и влажности. В короткий срок растения покрываются многочисленными колониями тли.

Изучение микробиоценозов тлей – важный этап в разработке новых микробиологических методов ограничения численности насекомых [5].

Борьбу с вредителями люди ведут со времен зарождения земледелия, но насекомые отлично адаптируются к химикатам, поэтому приходится изобретать всё более совершенные методики защитных мероприятий. В системе защиты зерновых культур от вредителей предусматриваются биологические методы, представленные, в основном, мерами по сохранению и стимулированию природных энтомофагов. Сравнительно новый метод для этого направления – использование биопрепаратов, на основе микроорганизмов-антагонистов, действующих непосредственно на насекомого-вредителя [6].

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы являлось изучение микробных ассоциаций трофической цепи рожь (*Secale cereale* L., 1753) – злаковая тля (*Schizaphis graminum* Rondani, 1852).

Для решения указанной цели были определены следующие задачи.

1. Определить видовой состав, индекс встречаемости и количественные показатели ассоциативных микроорганизмов растений ржи сорта «Марусенька» и обыкновенной злаковой тли.
2. Изучить биологические свойства выделенных культур микроорганизмов.
3. Выявить наличие фитопатогенных и энтомопатогенных бактерий в исследуемых объектах.

Материал и методы исследования. Работа проводилась на базе кафедры микробиологии и физиологии растений Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского в период с 2017 г. по 2020 г.

Объектом исследования являлись растения ржи (*Secale cereale* L., 1753) сорта «Марусенька», собранные на полях ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» (Саратов, Россия), в периоды фенологических фаз данных злаков (выход в трубку, колошение, созревание, молочная спелость).

Также объектом исследования были насекомые-вредители (обыкновенная злаковая тля – *Schizaphis graminum* Rondani, 1852), собранные с данного сорта в периоды колошения и созревания растений.

Микробиологические исследования осуществляли стандартными методами, такими как посев поверхности растений, посев внутренней среды растений, посев ризосферы, тотальный посев насекомых, изучение биологической активности выделенных штаммов, идентификация выделенных штаммов, статистическая обработка результатов [7].

Структура и объем работы. Работа изложена на 61 странице, включает в себя введение, 3 главы, заключение, выводы, список использованных источников. Работа проиллюстрирована 8 рисунками и содержит 9 таблиц. Список использованных источников 104 наименований.

Научная новизна. Впервые изучены ассоциативные микроорганизмы пищевой цепи озимая рожь – обыкновенная злаковая тля. Выделено 13 родов бактерий: *Bacillus*, *Curtobacterium*, *Erwinia*, *Exiguobacterium*, *Kocuria*, *Kurthia*, *Listeria*, *Microbacterium*, *Micrococcus*, *Paracoccus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Xenorhabdus*. В растениях ржи и организме злаковой тли обнаружены микроорганизмы *Bacillus oleronius* и *Microbacterium lacticum*. Фитопатогенные микроорганизмы рода *Erwinia* и энтомопатогенные бактерии *Xenorhabdus luminescens* изолированы из озимой ржи, энтомопатогенные бактерии *Bacillus thuringiensis* – из злаковой тли.

Научная значимость. Проведенное комплексное исследование микробных ассоциаций растений озимой ржи и обыкновенной злаковой тли открывает перспективы использования изолированных видов бактерий в качестве биологических методов ограничения численности насекомых-вредителей сельскохозяйственных культур.

Положения, выносимые на защиту.

1. Микробные ассоциации растений озимой ржи и обыкновенной злаковой тли представлены сапрофитными бактериями.
2. Видовой состав и количественные показатели ассоциативных микроорганизмов озимой ржи зависят от фенофазы развития растений.
3. Микробоценозы растений озимой ржи и обыкновенной злаковой тли имеют общие виды бактерий.

Основное содержание работы

В главе «Основная часть» представлен анализ литературных данных о злаковых культурах, их систематическом положении, биологических и экологических особенностях, фенотипических фазах развития, о микроорганизмах-ассоциантах, обитающих на поверхности, внутри и прикорневой почве растений. Представлены сорта ржи Саратовской селекции, и злаковая тля, как вредитель сельскохозяйственных культур, переносчик возбудителей болезней растений, а так же основные методы борьбы с ней.

В главе «Результаты исследования» изложены экспериментально полученные данные о составе, количественных показателях, индексе встречаемости ассоциативных микроорганизмов, которые были выделены с поверхности, внутренней среды и ризосферы растений озимой ржи сорта «Марусенька» на разных фенофазах развития, и изолированные с обыкновенной злаковой тли. Представлены данные о биологических свойствах выделенных культур микроорганизмов, и наличии фитопатогенных и энтомопатогенных бактерий в исследуемых пробах растений и почвы, общие виды бактерий.

В ходе проведенных исследований из 120 образцов побегов, листьев и почвы было выделено 48 штаммов бактерий, которые были отнесены к 13 родам и 24 видам, из которых 12 – грамотрицательные палочек, 2 – грамположительные палочки, 5 – грамположительные споровые палочки и 5 – грамположительные кокки. При исследовании насекомых-вредителей злаковых культур из 20 образцов тли было выделено 14 штаммов бактерий, которые были отнесены к 3 родам и 8 видам. Все выделенные микроорганизмы грамположительные палочки, из которых 5 штаммов не образуют спор и 9 штаммов – образуют (споровые палочки).

В ходе работ с поверхности растений, методом отпечатка, выделены и идентифицированы с помощью Определителя бактерий Берджи 10 видов микроорганизмов, отнесенных к 7 родам (*Bacillus*, *Erwinia*, *Exiguobacterium*, *Kurthia*, *Listeria*, *Microbacterium* и *Staphylococcus*).

В фенологической фазе – выход в трубку – на поверхности растений озимой ржи сорта «Марусенька» встречаются такие виды как: *Bacillus oleronius* (0,2 КОЕ / см²), *Bacillus clausii* (0,4 КОЕ / см²), *Exiguobacterium aurantiacum* (0,3 КОЕ / см²), *Kurthia* sp. (0,1 КОЕ / см²), *Listeria grayi* (0,3 КОЕ / см²), *Microbacterium lacticum* (0,2 КОЕ / см²) и *Staphylococcus xylosus* (1,2 КОЕ / см²). На фенологической стадии – колошение – наблюдается некоторое количество видов: *Bacillus oleronius* (2,1 КОЕ / см²), *Erwinia cyripedii* (0,7 КОЕ / см²), *Erwinia stewartii* (0,6 КОЕ / см²) и *Staphylococcus xylosus* (3 КОЕ / см²). В фенофазу – созревание – обнаружены виды микроорганизмов: *Bacillus oleronius* (6 КОЕ / см²) и *Listeria grayi* (0,3 КОЕ / см²). На стадии молочной спелости растений обнаружен вид *Erwinia persicinus* в количестве 0,9 КОЕ / см² и с индексом встречаемости 90 %. Некоторые изолированные нами виды были обнаружены на нескольких изучаемых стадиях развития растений. Это виды – *Bacillus oleronius*, *Listeria grayi* и *Staphylococcus xylosus*.

Можно сделать вывод о том, что в фенологическую фазу – выход в трубку – наблюдается наибольшая обсемененность поверхности растений ржи сорта «Марусенька» такими видами бактерий как: *Bacillus oleronius*, *Exiguobacterium aurantiacum* и *Bacillus clausii* (с индексом встречаемости от 70 до 90 %). На стадии колошения наблюдается наибольшее количество микроорганизмов рода *Erwinia* с индексом встречаемости до 80 %. На стадии молочной спелости преобладает лишь один вид *Erwinia persicinus* с индексом встречаемости 90 %. *Bacillus oleronius* присутствует на стадиях выхода в трубку, колошения и созревания, со временем индекс встречаемости этого вида уменьшается, а его количественные показатели возрастают. Вид *Listeria grayi* обнаружен на стадиях: выход в трубку (ИВ 60 %) и созревание (ИВ 40 %). Вид *Staphylococcus xylosus* – на стадиях: выход в трубку (ИВ 50 %) и колошение (ИВ 30 %).

При исследовании внутренней среды растений ржи сорта «Марусенька» было выделено 10 видов бактерий, отнесенных к 5 родам (*Erwinia*, *Microbacterium*, *Paracoccus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*), где род *Erwinia* представлен наибольшим числом видов.

Из внутренней среды растений на стадии выхода в трубку изолированы виды микроорганизмов: *Microbacterium lacticum* (10^3 КОЕ / г, 60 %), *Pseudomonas facilis* (10^2 КОЕ / г, ИВ 30 %) и *Staphylococcus capitis* (10^3 КОЕ / г, ИВ 50 %). На стадии колошения были выделены – *Erwinia chrysanthemi*, *Erwinia cypripedii* и *Erwinia stewartii*. Преобладают *E. stewartii* (10^4 КОЕ / г, ИВ 100 %) и *E. chrysanthemi* (10^4 КОЕ / г, ИВ 80 %). На стадии созревания обнаружены – *Erwinia carotovora* (10^4 КОЕ / г, ИВ 70 %), *Erwinia rhapontici* (10^4 КОЕ / г, индекс встречаемости 30 %), *Paracoccus alcaliphillus* (10^4 КОЕ / г ИВ 50 %) и *Staphylococcus capitis* (10^3 КОЕ / г, индекс встречаемости 40 %). На стадии молочной спелости растений во внутренней среде ржи найден вид *Erwinia uredovora* (10^4 КОЕ / г, индекс встречаемости 50 %). Вид *Staphylococcus capitis* был изолирован дважды (стадии выход в трубку и созревание). Остальные виды, выделенные из эндосферы ржи сорта «Марусенька», на протяжении четырех изучаемых стадий не повторялись.

Видно, что во внутренней среде растения в период фенофазы – выход в трубку – преобладает вид *Microbacterium lacticum* (ИВ 60 %). В период колошения присутствуют микроорганизмы рода *Erwinia*, в особенности виды *E. stewartii* и *E. chrysanthemi*. В фазе созревания присутствуют другие виды из рода *Erwinia*, преимущественно вид *E. carotovora*. На этой стадии так же преобладают *Paracoccus alcaliphillus* (10^4 КОЕ / г) и *Staphylococcus capitis* (10^3 КОЕ / г).

При исследовании ризосферы растений ржи сорта «Марусенька» выделено 10 видов микроорганизмов, отнесенных к 7 родам (*Bacillus*, *Kocuria*, *Curtobacterium*, *Microbacterium*, *Staphylococcus*, *Xenorhabdus*), где род *Bacillus* преобладает по числу видов.

Наибольшая обсемененность почвы ризосферы наблюдалась в период колошения, и представлена, в основном, микроорганизмами рода *Bacillus*, а также представителями родов *Staphylococcus* и *Kocuria*. На стадии – выход в трубку – изолированы виды: *Curtobacterium flaccumfaciens*, *Microbacterium lacticum*, *Micrococcus* sp. На стадии созревания обнаружен энтомопатогенный вид *Xenorhabdus luminescens* в количестве 10^4 КОЕ / г и с индексом встречаемости

40 %. В фенофазе молочная спелость из ризосферы растений ржи сорта «Марусенька» были выделены представители рода *Bacillus*. В большем количестве преобладает вид *Bacillus weihenstephanensis* (10^7 КОЕ / г с индексом встречаемости 40 %). А вид *Bacillus okuhidensis* выделен в количестве 10^4 КОЕ / г, с индексом встречаемости 60 %, что значительно меньше, по сравнению со стадией колошения, где его показатели составили 10^7 КОЕ / г и ИВ до 100 %.

При исследовании насекомых-вредителей, собранных с озимой ржи сорта «Марусенька» (на стадиях колошения и созревания), было изолировано 8 видов бактерий, которые были отнесены к 3 родам (*Microbacterium*, *Listeria* и *Bacillus*). Нами было выделено значительное количество микроорганизмов рода *Bacillus* с индексом встречаемости до 80 %. На стадии созревания растений в тле преобладают микроорганизмы видов *Bacillus thuringiensis* и *Microbacterium lacticum* (ИВ до 60 %). Обнаружен энтомопатогенный вид *Bacillus thuringiensis* (10^3 КОЕ в пробе с ИВ 60 %).

В работе было показано соотношение родов микробной ассоциации ржи сорта «Марусенька» и микробной ассоциации злаковой тли, по количеству представленных в ней видов. Так же, показаны индексы общности видового состава бактерий растений ржи на разных фенологических стадиях развития.

На поверхности ржи сорта «Марусенька» индекс общности между микроорганизмами-ассоциантами, выделенными с растений на стадиях колошения и выхода в трубку, составляет 20 %, на стадиях созревания и выхода в трубку – 20 %, на стадиях созревания и колошения – 10 %.

Во внутренней среде растений на протяжении всех исследуемых нами фенологических стадий ни один вид, который мы изолировали, не обнаружен дважды (все виды, выделенные из эндосферы ржи, были различны).

Виды бактерий ризосферы растений ржи сорта «Марусенька», изолированные на стадиях колошения и молочной спелости, имеют индекс общности 10 %. Изолированные виды в других группах сравнения не повторялись.

Индекс общности видового состава микробных ассоциаций озимой ржи и злаковой тли был рассчитан из совокупности всех найденных нами видов, не

учитывая, что насекомые были собраны только с двух фенологических фаз развития злаков (колошение и созревание). Тогда как виды, изолированные с растений были приурочены к четырем фазам (выход в трубку, колошение, созревание, молочная спелость).

Индекс общности видового состава микроорганизмов тли и эндосферы растений, тли и ризосферы растений составляет по 3,57 %. Между группой сравнения тля – экзосфера растений индекс общности составляет 7,14 %. А между экзосферой – ризосферой растений и экзосферой – эндосферой растений индекс общности по 10,71 %.

В ходе исследования обнаружилось, что некоторые виды микроорганизмов ассоциированы как с растениями, так и с насекомыми-вредителями. Вид *Bacillus oleronius* наблюдался на поверхности растений в периоды выход в трубку, колошение и созревание, а в злаковой тле – на стадии, приуроченной к колошению озимой ржи. Вид *Microbacterium lacticum* изолирован на стадии – выход в трубку с поверхности растений, внутренней среды и прикорневой почвы, а из насекомых, собранных с озимой ржи на стадии созревания растений.

При изучении биологических свойств выделенных бактерий с растений ржи сорта «Марусенька» использовались различные тесты для выявления той или иной активности штаммов. Изоляты в большей степени обладают каталазной активностью (79 %). 83 % изолированных штаммов обладают оксидазной активностью. Многие способны к редукции нитратов (67 %), и больше половины – к фиксации азота (54 %) и образованию ацетоина при ферментации глюкозы (54 %), а так же – к утилизации цитрата (63 %). Незначительная часть способна образовывать из пептона аммиак (NH_3) и сероводород (H_2S) – 4 и 25 % соответственно. Большинство гидролизуют желатин (96 %), казеин (67 %) и крахмал (67 %), т.е. обладают протеолитическими свойствами.

Используя индикаторные тесты со средами Гисса на полученных штаммах, выявили способность микроорганизмов к образованию кислоты из различных углеводов (сахаролитические свойства). В большей степени полученные микроорганизмы способны использовать глюкозу (87 %) и мальтозу (58 %).

Очень незначительная часть изолированных культур способна использовать лактозу (8 %). В основном, полученные бактерии хорошо используют маннит (58 %), сахарозу (50 %) и арабинозу (50 %). Некоторые способны образовывать кислоту из ксилозы (33 %) и сорбита (33 %).

Изучили устойчивость штаммов к различным условиям среды. Культивировали при критических показателях температуры (10 °С и 43 °С), различных рН среды (5, 9, 10), концентрациях солей (NaCl) в среде от 2 до 15 %, наблюдали рост в анаэробных условиях.

71 % выделенных штаммов не выдерживают низких температур (10 °С), а при повышении температуре 43 °С, только 58 % культур способны к росту.

Факультативные анаэробы и облигатные аэробы приставлены в равной степени. Диапазон рН от 5 до 10 является допустимым для роста культур на плотных питательных средах. Низкая концентрация NaCl в питательной среде (2 %) является оптимальной для культивирования выделенных штаммов. С повышением концентрации до 15 % наблюдается угнетение роста, следовательно, среди полученных видов бактерий нет галлофилов.

В работе представлены результаты, полученные при изучении биохимической, сахаролитической активности штаммов, изолированных из злаковой тли, а так же – изучение их устойчивости к различным физико-химическим факторам. Все выделенные из тли штаммы-ассоцианты приурочены к двум фенофазам озимой ржи сорта «Марусенька» (колошение и созревание). Изоляты проявляют каталазную активность, и 64 % ассоциантов – оксидазную. Все способны к редукции нитратов, к фиксации азота, к гидролизу крахмала и гидролизу желатины. Так же видно, что изолированные микроорганизмы не способны образовывать аммиак (NH₃) и сероводород (H₂S) из пептона. Полученные штаммы не обладают способностью к гидролизации казеина, но все гидролизуют крахмал и желатин. Ассоцианты злаковой тли обладают хорошими сахаролитическими свойствами. Все спользуют сорбит, 86 % изолированных культур используют глюкозу и лактозу, в меньшей степени микроорганизмы образуют кислоту из сахарозы (29 %) и маннита (29 %). Некоторые используют кси-

лозу (21 %). Небольшое число видов может использовать арабинозу и мальтозу (7 %). Выделенные штаммы не устойчивы к повышенным температурам (45 °С), кислой среде (рН = 5) и засоленной среде (15 % NaCl).

В ходе исследования на поверхности растений и во внутренней среде растений ржи сорта «Марусенька» обнаружены фитопатогенные микроорганизмы рода *Erwinia*, которые могут вызывать различные болезни растений. К примеру, *E. rhapontici* вызывает порозовение зерна злаков, бобовых культур и масличного рапса. *E. stewartii* вызывает бактериоз листьев кукурузы. *E. uredovora* вызывает сердцевинную гниль у растений хлопчатника, ананаса, риса и сахарного тростника [101].

Особый интерес представляют энтомопатогенные микроорганизмы, выделенные из прикорневой почвы растений – *Xenorhabdus luminescens*, которые являются смертельным патогеном насекомых [102]. И энтомопатогенные микроорганизмы – *Bacillus thuringiensis*, изолированные из тли, которую собрали в период фазы созревания растений ржи.

Проведенное комплексное изучение микробных ассоциаций растений ржи сорта «Марусенька» открывает перспективы использования данного вида в качестве биологических методов борьбы с насекомыми-вредителями злаковых культур.

Выводы

1. Бактерии 13 родов (*Bacillus*, *Curtobacterium*, *Erwinia*, *Exiguobacterium*, *Kocuria*, *Kurthia*, *Listeria*, *Microbacterium*, *Micrococcus*, *Paracoccus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Xenorhabdus*) выделены из побегов и ризосферы озимой ржи. Количественные показатели варьируют в диапазоне $10^2 - 10^8$ КОЕ / г, индекс встречаемости – от 20 до 100 % в разные фенологические фазы развития растений.

2. Бактерии 3 родов (*Bacillus*, *Listeria* и *Microbacterium*) изолированы из обыкновенной злаковой тли, паразитирующей на растениях озимой ржи. Количественные показатели варьируются в диапазоне $10^2 - 10^4$ КОЕ / в пробе, индекс встречаемости – от 20 до 80 %.

3. Индекс общности видового состава микроорганизмов тли и эндосферы растений, тли и ризосферы растений составляет 3,57 %, а тли и поверхности растений – 7,14 %. Микроорганизмы *Bacillus oleronius* и *Microbacterium lacticum* обнаружены как в растениях ржи, так и в организмах злаковой тли.

4. Протеолитические свойства выявлены у 100 % штаммов бактерий, изолированных из растений озимой ржи и обыкновенной злаковой тли, сахаролитические свойства – у 89 % выделенных штаммов. Ассоциативные микроорганизмы способны к росту на питательных средах с добавлением 2 – 10 % NaCl и в диапазоне pH 5 – 10.

5. Патогенные для растений и насекомых бактерии выделены из озимой ржи и обитающей на ней обыкновенной злаковой тли. Фитопатогенные микроорганизмы рода *Erwinia* ($10^2 - 10^4$ КОЕ / г, ИВ от 30 до 100 %) изолированы с поверхности и из внутренней среды растений ржи, энтомопатогенные бактерии *Xenorhabdus luminescens* (10^4 КОЕ / г, индекс встречаемости 30 %) – из ризосферы растений, энтомопатогенные бактерии *Bacillus thuringiensis* (10^3 КОЕ / в пробе, индекс встречаемости 60 %) выделены из злаковой тли.

Список использованных источников

1. Жученко, А. А. Рожь – важнейшая продовольственная и кормовая культура России / А. А. Жученко // Агропродовольственная политика. – 2012. – № 3. – С. 14-21.
2. Сортвые признаки озимой ржи [Электронный ресурс] URL: http://studbooks.net/1034561/agropromyshlennost/sortovye_priznaki_ozimoy#73 (дата обращения: 10.03.2018). Загл. с экрана.
3. Добровольская, Т. Г. Структура бактериальных сообществ почв / Т. Г. Добровольская. – М. : Наука, 2002. – 282 с.
4. Захваткин, Ю. А. Курс общей энтомологии / Ю. А. Захваткин. – М. : Колос, 2001. – 374 с.
5. Добронравова, М. В. Фитосанитарное состояние и защита озимой пшеницы от сосущих вредителей в Центральном Предкавказье / М. В. Добронравова, Н. Н. Глазунова // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – С. 425-426.
6. Ващенко, И. М. Биологические основы сельского хозяйства / И. М. Ващенко. – М. : Академия, 2004. – 544 с.
7. Практикум по микробиологии: уч. пособие для студентов вузов / А. И. Нетрусов [и др.] / под ред. А. И. Нетрусова. – М. : Академия, 2005. – 604 с.
8. Пересыпкин, В. Ф. Сельскохозяйственная фитопатология / В. Ф. Пересыпкин, 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1989. – 408 с.
9. Voemare, N. E. DNA Relatedness between *Xenorhabdus* spp. (Enterobacteriaceae), Symbiotic Bacteria of Entomopathogenic Nematodes, and a Proposal to Transfer *Xenorhabdus luminescens* to a New Genus, *Photorhabdus* gen. Nov / N. E. Voemare, R. J. Akhurst, Mourant R. G. // International Journal of Systematic Bacteriology: journal. – 1993. – Vol. 43, no. 2. – P. 249
10. *Bacillus thuringiensis* crystal proteins that target nematode / J.-Z. Wei [et al.] // PNAS. – 2003. – Vol. 100, #5 – P. 2760-2765.