

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт фундаментальной биологии и биотехнологии
Кафедра водных и наземных экосистем

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ М. И. Гладышев

подпись

« _____ » _____ 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Влияние препаратов гумуса на структурно-функциональный фенотип
корневого апекса пшеницы.

06.03.01 – Биология

Руководитель

подпись, дата

профессор, доктор
биологических
наук

Шишацкая Е.И.

Выпускник

подпись, дата

Авдеева А.А.

Красноярск 2018

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение..... | 4 |
| Глава 1.Обзор литературы..... | 6 |
| 1.1 Гуматы..... | 6 |
| 1.2 Гидропоника..... | 11 |
| 1.3 Зерновые культуры..... | 13 |
| 1.4 Пшеница..... | 15 |
| 1.5 Пограничные клетки..... | 17 |
| Глава 2. Материалы и методы исследования..... | 20 |
| Результаты..... | 20 |
| Заключение..... | 25 |
| Список литературы..... | 26 |

Реферат

Бакалаврская работа по теме «Влияние препаратов гумуса на структурно-функциональный фенотип корневого апекса пшеницы» содержит 28 страниц текстового документа, 6 иллюстраций, 24 использованных источника.

Цель работы: изучение влияния экстрактов торфа на процессы прорастания, развитие корня и формирование популяции пограничных клеток пшеницы *Triticum aestivum* в гидропонной культуре. В данной работе проведено исследование влияния экстрактов торфа крупных и мелких частиц на процессы прорастания клеток пшеницы *Triticum aestivum* в гидропонной культуре.

Введение.

Система корень включает различные типы клеток собственно корня и компоненты ризосфера, в том числе специализированные, так называемые "пограничные клетки". Пограничные клетки были выделены относительно недавно, причем обнаружили, что они значительно отличаются от клеток корневого апекса и корневой меристемы по составу белков и РНК. Пограничные клетки (bordercells) (ПК) представляют собой специфическую популяцию соматических метаболически активных клеток корневого апекса. ПК участвуют в регуляции различных типов функциональной активности корня [14, 15], в частности процессов корневой экскреции [10]. В гидропонной культуре пшеницы популяция ПК выявляется в корневом апексе уже в конце 1-х суток роста [1]. ПК включаются в формирование вокруг растущего корня проростков специфического молекулярного микроокружения, которое обладает как барьерными функциями, так и регуляторной активностью по отношению к самому растущему корню [3]. В связи с этим гидропонные культуры являются удобной экспериментальной моделью для изучения роли пограничных клеток в процессах адаптации корня к различным факторам среды. ПК играют важную роль в формировании химического и механического барьера, защищающего корневой апекс и его меристему от воздействия неблагоприятных факторов, в частности от инвазии различных патогенов. Этот барьер представляет собой гелевый чехол на поверхности корневого апекса.

Цель: изучение влияния экстрактов торфа на процессы прорастания, развитие корня и формирование популяции пограничных клеток пшеницы *Triticum aestivum* в гидропонной культуре

Задачи:

В гидропонной культуре *Triticum aestivum* на средах с различными концентрациями экстрактов торфа:

- определить активность прорастания семян;
- определить численность пограничных клеток в корневом апексе 2-дневных проростков;
- определить длину корня 2-дневных проростков.

Сравнить биологическую активность экстрактов торфа с мелкими и крупными частицами гуминовых кислот.

Глава 1. Обзор литературы

1.1. Гуматы

Одной из важнейших проблем современного сельского хозяйства является создание экологически чистых агротехнологий, не загрязняющих

окружающую среду и позволяющих получать качественную продукцию. Поэтому современные технологии должны включать применение экологически чистых биостимуляторов, которые не только повышают урожайность, но и улучшают качество и снижают себестоимость продукции [2, 4, 5].

Стимулирующий эффект гуминовых препаратов можно твердо считать установленным фактом, однако степень его проявления не всегда стабильна.

Гуминовые препараты положительно влияют на формирование урожая и его качество [1, 3, 6].

ГВ — природные органические соединения, составляющие от 50 до 90 % органического вещества торфа, углей, сапропелей и неживой материи почвенных и водных экосистем.

Гуминовые вещества образующиеся при разложении растительных и животных остатков под действием микроорганизмов и абиотических факторов среды, представляют собой макрокомпоненту органического вещества почвенных и водных экосистем, а также твердых горючих ископаемых [22].

Общепринятая классификация гуминовых веществ основана на различии в растворимости в кислотах и щелочах. Согласно этой классификации, гуминовые вещества подразделяют на три составляющие:

- Гумин — неизвлекаемый остаток, нерастворимый во всём диапазоне pH;
- Гуминовые кислоты — фракция, растворимая при pH>2;
- Фульвокислоты — фракция, растворимая во всём диапазоне pH [17] [18].

По данным вегетационных опытов [4, 10] гуминовые вещества оказывали влияние на генетический аппарат растений. Они стимулировали синтез ДНК в проростках, выращенных из обработанных семян. Повышалась урожайность и белковость зерна пшеницы, причём действие физиологически активных гуматов на родительские формы в первом поколении выражалось в увеличении энергии прорастания, всхожести, абсолютной массе семян и их количестве [10].

По данным [14, 15, 15] обработка семян озимой пшеницы и яровых культур раствором гумата натрия концентрацией 2,5% (10 л/т семян) с добавлением соответствующей нормы проправителя обеспечивала получение существенных прибавок зерна: озимой пшеницы 2,6 ц/га, ячменя 2,6 ц/га, овса 2,3 ц/га.

Проверка эффективности некорневых подкормок гуматом натрия с мочевиной показала, что прибавка урожая озимой пшеницы составляет в среднем 2-4 ц/га без предпосевной обработки семян и 4,9 ц/га с предварительной обработкой гуматом натрия. Содержание клейковины при этом повышалось на 3-3,5%. По их данным, лучшими сроками для опрыскивания растений озимой пшеницы являются осень (фаза кущения), ранняя весна, когда растения трогаются в рост и налив зерна; для яровой пшеницы, ячменя и овса фаза кущения и налив зерна; для кукурузы фаза 3-5 листочков и смыкания рядков.

Гуминовые вещества (ГС) оказывают значительное влияние на плодородие почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур в силу их уникальных физико-химических и биохимических свойств и играют жизненно важную роль в установлении биотических и абиотических взаимодействий внутри растительной ризосферы. Однако требуется всестороннее понимание способа действия и распределения ткани ГС, поскольку эти знания могут быть полезны для разработки передовых методов управления ризосферой. Эти вещества вызывают различные молекулярные процессы в растительных

клетках и могут усилить устойчивость растений к различным видам абиотических стрессов. HS проявляют свои эффекты в клетках посредством генетических, посттранскрипционных и посттрансляционных модификаций сигнальных сущностей, которые вызывают различные молекулярные, биохимические и физиологические процессы. Понимание таких фундаментальных механизмов обеспечит лучшую перспективу для определения сигналов и сигнальных перекрестных помех HS, которые опосредуют различные метаболические и гормональные сети, действующие в системах растений. HS - супрамолекулярные структуры гетерогенных молекул, включающие сахар, жирные кислоты, полипептиды, алифатические цепи и ароматические кольца, удерживаемые вместе гидрофобными взаимодействиями (такими как ван-дер-ваальс, π - π , ион-дипольный) и водородными связями. Растения, растущие в почвах с адекватным содержанием ГС, или те, которые подвержены лиственному спрею, состоящему из ГС, являются более здоровыми; эти растения хорошо справляются со стрессовыми условиями и обеспечивают высокие урожаи с улучшенным качеством питания.

Присутствие HS в почве стимулирует рост корней и побегов путем улучшения минерального питания под поверхностью почвы. Активность этих веществ можно оценить с точки зрения выхода и активного роста растений [23]. HS регулируют рост растений и ассимиляцию минералов посредством их дополнительных и потенциально разнообразных эффектов. Эти эффекты обычно классифицируются как прямые и косвенные . Деятельность ГС в первую очередь зависит от структурных особенностей, функциональных групп и их склонности к взаимодействию с неорганическими и органическими ионами и молекулами, находящимися в почвенном субстрате . Кроме того, HS в основном влияет на биодоступность биогенных веществ благодаря их способности образовывать комплексы с металлическими ионами, что повышает доступность микронутриентов (цинк, марганец, медь и железо); и макроэлементы (фосфор), и особенно когда эти питательные вещества в почве недостаточны . И наоборот, прямое действие HS связано с их локализованными целевыми и нецелевыми

эффектами на мембранах растительных клеток, которые могут инициировать биохимические и молекулярные процессы на посттранскрипционных уровнях в корнях и побегах [24]. Как правило, целевые эффекты ГС, как правило, усиливают поглощение макроэлементов и микронутриентов в растениях.

1.2. Гидропоника

Данный способ обусловлен на выращивании растений на искусственных средах, которые не имеют почвы. Питаются растения в данной культуре с помощью питательного раствора, который окружает корни. Гидропоника позволяет регулировать условия при выращивании растений т.е. создавать необходимый режим питания для корней, который может полностью обеспечивать потребности растений в питательных элементах. А в частности, концентрацию углекислого газа в воздухе, наиболее благоприятную для фотосинтеза, а так же возможно наилучшем способом регулировать температуру воздуха и корнеобитаемого пространства. Ещё важными свойствами в гидропонной культуре является – определенная создаваемая влажность воздуха, интенсивность и продолжительность освещения. Получение очень высоких урожаев, лучшего качества и за более короткий срок – это создание оптимальных условий для роста и развития растений [21].

Выращивание растений именно способом гидропоники менее трудоемко, чем в почвенной культуре, вода и питательные вещества расходуются экономнее. В данных условиях практически отпадает борьба с сорняками.

При выращивании гидропонным способом растение питается корнями не в почве, а во влажно-воздушной, сильно аэрируемой водной, или твёрдой, но пористой, влаго- и воздухоёмкой среде, которая способствует дыханию корней, и требует сравнительно частого (или постоянно-капельного) полива рабочим раствором минеральных солей, приготовленным по потребностям этого

растения. В качестве таких заменителей могут использоваться гравий, щебень, а также некоторые пористые материалы — керамзит, вермикулит и др.

Корневая система растений при выращивании их способом гидропоники развивается на твёрдых субстратах, не имеющих питательного значения, в воде или во влажном воздухе (аэропоника). Примером органического субстрата служит кокосовое волокно: это перемолотая скорлупа и лыко кокосового ореха — койр, из которой вымыты соли железа и магния. В естественной среде кокосовое волокно служит первоначальным грунтом для корней новорожденной пальмы. Кокосовое волокно легче воды, поэтому при поливе не утапливается как почвогрунт, а разбухает, наполняясь воздухом [21]. Каждое волокно содержит в своей толще большое количество пор и каналцев. Силой поверхностного натяжения каналцы заполняются рабочим раствором, но корневой волосок выпивает содержимое, прорастая рядом. Гладкая поверхность волокна позволяет корню свободно скользить от выпитой микропоры к следующей. Сетью микротрубочек кокосовое волокно распределяет воду и воздух по всему своему объёму. Волокно кокоса, как полностью рекультивируемый, экологически дружественный субстрат, используется на многих голландских гидропоник-фермах, при выращивании многолетних растений, например, роз.

Истощение и загрязнение земель ещё не очевидно, но нехватка воды уже остро чувствуется в некоторых регионах, например, в ОАЭ, Израиле, Кувейте. В этих регионах остро встаёт проблема орошения [21]. В настоящее время до 80 % всех овощей, зелени, фруктов, в Израиле выращивается гидропонным способом. Гидропоника — идеальное решение для жарких засушливых стран, так как при экономии воды в разы можно снимать множество урожаев за год.

При тепличном выращивании в северных широтах гидропоника также показывает отличные результаты, при наличии искусственного освещения[20].

Развитие гидропоники в России связано с возрастающим интересом к т. н. «малым фермерским хозяйствам», где на небольшой площади можно

выращивать зелень, овощи, цветочные и ягодные культуры. Всё большей популярностью пользуются модульные системы капельного полива. Они позволяют создать за короткий срок и при небольших затратах оросительную систему как для традиционного земельного выращивания, так и для гидропонных установок типа капельного полива. Набирает обороты технология прогрессивного растениеводства — выращивание съедобной зелени и овощей в закрытых помещениях [20].

1.3. Зерновые культуры

Зерновые культуры — важнейшая в хозяйственной деятельности человека группа возделываемых растений, дающих зерно, основной продукт питания человека, сырьё для многих отраслей промышленности и корма для сельскохозяйственных животных.

Зерновые культуры подразделяются на хлебные и зернобобовые.

Зерно хлебных зерновых культур содержит много углеводов (60—80 % на сухое вещество), белков (7—20 % на сухое вещество), ферменты, витамины группы В (B_1 , B_2 , B_6), РР и провитамин А, чем и определяется высокая питательность его для человека и ценность для кормового использования. Зерно бобовых зерновых культуры богато белком (в среднем 20—40% на сухое вещество), зерно некоторых видов (например, соя) богато жиром. [22]

Основными зерновыми культурами на мировом рынке являются пшеница, ячмень, овес, кукуруза, рис, гречиха и горох. На кукурузу, пшеницу и рис в 2003 году приходилось 43 % всех потребляемых в мире пищевых калорий.

Хлебные зерновые культуры выращивают на всех континентах нашей планеты. Северные и южные границы их ареала совпадают с границами земледелия. Среди хлебных зерновых культур наиболее распространены пшеница, рис (особенно в странах

Азии), кукуруза (наибольшие площади в Северной Америке), рожь (главным образом в Европе), овёс (в Северной Америке и Европе), ячмень (в Европе, Азии, Северной Америке), просо и сорго (в Азии). В 1970 году мировая посевная площадь хлебных зерновых культур составляла 694 млн га, в том числе пшеницы 209,8 млн га, риса 134,6 млн га, кукурузы более 107,3 млн га; мировой валовой сбор зерна их 1196 млн т. Урожайность хлебных зерновых культур сильно колеблется (в ц/га): например, урожай риса в Индии 17—20, Японии более 50, Испании 58—62; пшеницы в Индии 11—12, ГДР 35—37, США 20—21 [13].

В СССР в 1971 году хлебными зерновыми культурами было занято 110,8 млн га, в том числе (в млн га) пшеницей 64, рожью 9,5, овсом 9,6, ячменём 21,6, рисом 0,4, кукурузой 3,3, просом 2,4; валовой сбор зерна их 172,66 млн т, средний урожай (1970) 15,6 ц/га (в Молдавии 29,3, Литве 24,5, на Украине 23,4).

В 2008 году в России было собрано 108 млн тонн зерновых культур, это крупнейший урожай с 1990 года. По итогам 2015 года было собрано 104,8 млн тонн зерновых.

По типу развития и продолжительности вегетации хлебные зерновые культуры делятся на озимые и яровые культуры.

1.4. Пшеница

Род травянистых, в основном однолетних, растений семейства Злаки, или Мятликовые (*Poaceae*), ведущая зерновая культура во многих странах, в том числе и России. Получаемая из зёрен пшеницы мука идёт на выпекание хлеба, изготовление макаронных и кондитерских изделий. Пшеница также используется как кормовая культура, входит в некоторые рецепты приготовления пива и водки. Урожайность мягкой пшеницы в

странах Европейского союза составляет 55 ц/га (5,5 т/га, или 550 т/км²), средняя урожайность в мире 22,5 ц/га. Максимальная урожайность до 98 ц/га (9,8 т/га, или 980 т/км²). Рекордная урожайность в среднем по России — 32,2 ц/га (2017). Пшеница первенствует среди других зерновых культур, её доля на российском рынке зерна в 2012 году — 44 % [9].

Однолетние травянистые растения 30—150 см высотой. Стебли прямостоячие, полые или выполненные. Влагалища почти до основания расщеплённые, на верхушке обычно с ланцетными ушками; язычки 0,5—2 (3) мм длиной, перепончатые, обычно голые. Листья 3—15 (20) мм шириной, обычно плоские, линейные или широколинейные, голые или волосистые, шероховатые. Корневая система мочковатая.

Общее соцветие — прямой, линейный, продолговатый или яйцевидный, сложный колос длиной от 3 до 15 см, с не распадающейся или распадающейся при плодах на членники осью. Колоски одиночные, расположены на оси колосьев двумя правильными продольными рядами, сидячие, все одинаковые, 9—17 мм длины, с (2) 3—5 тесно сближенными цветками, из которых верхний обычно недоразвит; ось колоска очень коротковолосистая, без сочленений, с короткими нижними членниками и более длинным самым верхним членником [19].

Колосковые чешуи обычно 6—15 (редко 25—32) мм длиной, продолговатые или яйцевидные, кожистые, реже перепончатые, вздутие, неравносторонние, вверху неравнобоко усечённые, голые или коротковолосистые, с (3) 5—11 (13) жилками, из которых 1—2 жилки значительно более развиты и выступающие в виде более-менее крылатых килей, на верхушке с 1—2 зубцами, из которых более крупный иногда переходит в прямую ость до 5 см длиной.

Нижние цветковые чешуи 7—14 (реже 15—20) мм длиной, от яйцевидных до продолговатых, кожистые, гладкие, шероховатые или

коротковолосистые, с 7—11 (15) жилками, без киля, на верхушке переходящие в зубец или ость до 18 см длиной; каллус очень короткий, тупой. [21]

Верхние цветковые чешуи обычно немного короче нижних, по более-менее крылатым килям очень короткореснитчатые; цветковые плёнки в числе 2, обычно цельные, по краю реснитчатые.

Тычинок 3, с пыльниками 2—4,5 мм длиной. Зерновки 5—10 мм длиной, свободные, толстые, наверху слегка волосистые, овальные или продолговатые, глубоко желобчатые. Крахмальные зёрна простые.

Хромосомы крупные; основное число хромосом равно 7.

Пшеница мягкая используется как хлебный злак для приготовления хлебобулочных изделий, а также для производства солода (пшеничного пива). Побочным продуктом молотьбы являются пшеничные отруби, которые используются в животноводстве как корм для скота или же употребляются в пищу.

Небольшое количество мягкой и твёрдой пшеницы используют для промышленного производства крахмала. Другие злаки имеют более важное в этом отношении значение, к примеру, 80 % крахмала получают из кукурузы, а пшеничных крахмал составляет лишь 9 %. Пшеница, содержащая 70 % крахмала, больше подходит для промышленного применения, чем пшеница с 60 % крахмала. Кроме того, пшеницу используют для производства биоэтанола.

1.5. Пограничные клетки

Пограничные клетки (bordercells) (ПК) представляют собой специфическую популяцию соматических метаболически активных клеток корневого апекса. ПК участвуют в регуляции различных типов функциональной активности корня [15, 16], в частности процессов корневой экскреции [10]. В гидропонной культуре пшеницы популяция ПК выявляется в корневом апексе уже в конце

1-х суток роста [1]. ПК включаются в формирование вокруг растущего корня проростков специфического молекулярного микроокружения, которое обладает как барьерными функциями, так и регуляторной активностью по отношению к самому растущему корню [3]. В связи с этим гидропонные культуры являются удобной экспериментальной моделью для изучения роли пограничных клеток в процессах адаптации корня к различным факторам среды. ПК играют важную роль в формировании химического и механического барьера, защищающего корневой апекс и его меристему от воздействия неблагоприятных факторов, в частности от инвазии различных патогенов. Этот барьер представляет собой гелевый чехол на поверхности корневого апекса.

1. Система "корень(микроокружение" начинает формироваться на самых ранних этапах прорастания (в течение первых суток). ПК являются составной частью этой системы: у пшеницы уже в первые сутки роста в гелевом чехле апекса выявляется от 30 до 40 ПК.
2. Популяция ПК гетерогенна по морфологии и состоит из одиночных клеток и клеточных агрегатов, клетки имеют округлую и удлиненную форму. Популяция ПК в зависимости от локализации может быть разделена на две субпопуляции: первая состоит из клеток, свободно располагающихся в гелевом чехле апекса, не связанных с поверхностью корневого чехлика (выявляются на цитологических препаратах корня); их число достигает 30-40 клеток на корень. Вторая субпопуляция - это ПК, лежащие на поверхности корневого апекса, освобождающиеся при препартивном отмывании; их число достигает 80-90 клеток на корень.
3. Не выявлено прямой зависимости между скоростью роста корня и числом ПК в первые сутки после начала прорастания [7].
4. Пограничные клетки могут играть важную роль в формировании микроокружения корня, обеспечивая его защиту от токсических соединений [3].

Глава 2. Материалы и методы исследования

В экспериментах использовали зерно пшеницы *Tríticumaestívum*. Зерно промывали в течении 5-6 часов под проточной водой и замачивали на 24 часа в дистиллированной воде при комнатной температуре. Проклюнувшиеся зерновки раскладывали по чашкам Петри (50 зерновок в чашку).



Рисунок – 1. Зерно пшеницы. Фото Авдеева А.А.

Экстракты торфа с мелкими и крупными частицами гуминовых кислот разводили дистиллированной водой в соотношении 1:1000, 1:500, 1:250 и вносили по 10 мл в чашки Петри .рН среды составило 6,5. Что рассматривается как нейтральная среда.

В контрольном варианте в чашки вносили 10 мл дистиллированной воды.

Зерно проращивали при комнатной температуре в условиях круглосуточной освещённости.

Через двое суток подсчитывали количество проросших зерновок и определяли длину главного корня 2-дневных проростков. Для определения количества пограничных клеток в корневом апексе, корни фиксировали в 2,5% глутаровом альдегиде, 1 ч при комнатной температуре. Перед работой корни отмывали от фиксатора дистиллированной водой, окрашивали 0,1% трипановым синим. Под световым микроскопом в корневом апексе подсчитывали количество пограничных клеток.



Рис.2. 1-дневные проростки пшеницы. Фото Авдеевой А.А.



Рис.3. 2-дневные проростки пшеницы. Фото Авдеевой А.А.

Материал собирали в двух экспериментальных повторностях, с тремя биологическими повторами для каждой экспериментальной точки.

Полученные результаты обрабатывали стандартными статистическими методами.

Глава 3. Результаты

Внесение экстрактов торфа в исследованных концентрациях не влияло на активность прорастания зерновок пшеницы в гидропонной культуре по сравнению с контрольным вариантом (дистиллированная вода). (диаграмма. 1).

[изъято 5 страниц]

Заключение

1. В исследованных концентрациях экстракты торфа с мелкими и крупными частицами гуминовых кислот не влияли на активность прорастания зерновок пшеницы.

2. Экстракты торфа с мелкими и крупными частицами гуминовых кислот не увеличивали активность роста корней проростков пшеницы.

3. Численность пограничных клеток в корневом апексе увеличивалась у двухдневных проростков при культивировании на среде с экстрактами торфа с мелкими и крупными частицами гуминовых кислот (разведение 1:500)

Список литературы

1. Алексахин, Р.М., Ратников, А.Н., Санжарова, Н.И., Жигарева, Т.Л. Поведение радионуклидов в системе почва-растение и ведение растениеводства на подвергшихся радиоактивному загрязнению территориях// Р.М. Алексахин и д.р./ Изд-во Вестник РАСХН, Москва 1996. - с. 17-19.
2. Баскаков, Ю.А. Новые синтетические регуляторы роста растений и гербициды// Ю.А. Баскаков/ Изд-во Журнал Всесоюзногохимического общества, Москва 1978.- т. № 2 с.28.
3. Баталкин, Г.А., Кочанов, М.М., Махно, Л.Ф. Проницаемость мембран для некоторых веществ гуминовой природы и их вклад в физиологическую активность препарата гумата натрия// Г.А. Баталкин и д.р./ Изд-во В сборнике «Теория действия физиологически активных веществ», Днепропетровск 1983.- с. 117-121.
4. Баталкин, Г.А., Галушко, А.М. и др. О природе действующего начала физиологически активных гуминовых кислот// Г.А. Баталкин/ Изд-во Труды международного симпозиума IV и II Комиссия МТО «Торф, его свойства и перспективы применения», Минск 1982.- с. 115-117.
5. Бобырь, Л.Ф. Влияние физиологически активных ГВ на фотосинтетические процессы у растений// Л.Ф. Бобырь/Изд-во Авторская диссертация кандидата биологических наук. Кишинёв, Москва 1984.- с. 24.
6. Бобырь, Л.Ф., Епишина, Л.А. О связи между окислительно-восстановительным состоянием гуминовых веществ и их биологической активностью// Л.Ф. Бобырь/Изд-во В книге «Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения»,Днепропетровск 1980.-Т. VII, с. 357.
7. Божков А.И., Кузнецова Ю.А., Мензянова Н.Г. Взаимосвязь интенсивности роста корней пшеницы с их экскреторной активностью и

количеством пограничных клеток // Физиология растений. 2007. Т. 54. С. 111-118.

8. Булли, В.А., Антонова, АЛ., Олейник, Н.А.. Исследование биологической активности гуматов на сельскохозяйственных культурах// В.А. Булли/ Изд-во Журнал «Химия в сельском хозяйстве», Днепропетровск 1994.- Т. № 5, с.369.

9. Гончаров Н. П., Кондратенко Е. Я. Происхождение, доместикация и эволюция пшениц // Информационный вестник ВОГиС : журнал. — 2008. — Т. 12, № 1/2. — С. 159—179.

10. Горовая, А.И., Хмызина, И.В. Влияние гуминовых препаратов на репарацию гамма индуцированных однонитевых разрывов ДНК// А.И. Горовая/ Изд-во Межвузовский сборник научных трудов Кишинёвского с/х института, Кишинев 1987.- с. 76-79.

11. Горовая, А.И. Роль физиологически активных веществ гумусовой природы в адаптации растений к ионизирующей радиации и пестицидам// А.И. Горовая/ Изд-во реферат диссертации доктора биологических наук, Минск 1984.- с. 45.

12. Горовая, А.И. Роль физиологически активных веществ гумусовой природы в повышении устойчивости растений к действию пестицидов// А.И. Горовая/ Изд-во Биологические науки, Москва 1988.- Т. №7, ст. 15-17.

13. Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — Л.: Колос, 1971. — 752 с.

14. Комиссаров, И.Д., Логинов, Л.Ф. Химическая природа и молекулярное строение гуминовых кислот. Химия гуминовых кислот: их роль в природе и перспективы использования в народном хозяйстве// И.Д. Комиссаров/ Изд-во Тезисы доклад зональной научно-технической конференции, Тюмень 1981.- с. 4.

15. Комиссаров, И.Д., Логинов, Л.Ф. Молекулярная структура и реакционная способность гуминовых кислот// И.Д. Комиссаров/ Издательство МГУ, Москва 1967.- с. 18.

16. Полиметов, Ф.А., Богданова, Е.Д., Омарова, Э.И. Действие регуляторов роста на продуктивность пшеницы// Ф.А. Полиметов и д.р./ Изд-во Алма-Ата, Москва 1978.- с. 149.
17. Попов, А.И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование// А.И. Попов/ Изд-во С. Петербург 2004.- с. 248.
18. Ратников, А.Н., Жигарева, Т.Л., Попова, Г.И., Корнеев, Н.А, Духанин, Ю.А. Эффективность гумата натрия на овощных культурах в условиях радиоактивного загрязнения почвы// А.Н. Ратников и д.р./ Изд-во Всероссийский НИИ сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Днепропетровск 1991.-с.43-46.
19. Шелепов В. В. и др. Пшеница: история, морфология, биология, селекция. — Мироновка, 2009.
20. Ялиев, Э.А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах// Э.А. Ялиев/ Изд-во Алма-Ата, Киев 1985.- с. 160.
21. Sitton, Dov. Development of Limited Water Resources: Historical and Technological Aspects// Israeli Ministry of Foreign Affairs, 2003.
22. Tislev, M.E. Use of humic substances//Belgorod 1978.- c39.
23. Van Oosten M. J., Pepe O., De Pascale S., Silletti S., Maggio A. (2017). The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 32-37
24. Zandonadi D. B., Santos M. P., Caixeta L. S., Marinho E. B., Peres L. E. P., Façanha A. R., et al. (2016). Plant proton pumps as markers of biostimulant action. *Sci. Agric.* 24–28.

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение

высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт фундаментальной биологии и биотехнологии

Кафедра водных и наземных экосистем

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

М. И. Гладышев

подпись

« 18 » июня 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Влияние препаратов гумуса на структурно-функциональный
фенотип корневого апекса пшеницы.

06.03.01 – Биология

Руководитель

Елена

профессор, доктор
биологических
наук

Шишацкая Е.И.

подпись, дата 18.06.17

Выпускник

Андрей

Авдеева А.А.

подпись, дата

Красноярск 2018