

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт фундаментальной биологии и биотехнологии
институт
Кафедра водных и наземных экосистем
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ М. И. Гладышев
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

06.04.02.10

**Исследование биологически-активных свойств щирицы
запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.)**

тема

Научный руководитель	_____	<u>профессор, д.б.н.</u>	Н. А. Гаевский
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		А. С. Айвазян
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

1) Введение.....	3
2) Обзор литературы.....	4
3) Объекты и методика.....	16
4) Результаты и обсуждение.....	21
5) Заключение.....	28
6) Список литературы.....	29

1. Введение

В связи с увеличением роста числа населения Земли, встаёт вопрос об обеспечении пищевыми ресурсами. Одним из способов решения проблемы являются попытки увеличить урожайность культурных растений путём подавления роста сорных видов. Насколько выгодно применять гербициды, было изучено путём проведения опытов. Имея информацию о воздействии ингибирующих рост веществ на растения, можно выработать стратегию по регуляции этих внутренних процессов.

Гербициды – это химические или натуральные вещества, подавляющие развитие, рост и укоренение растений. Они способны встраиваться в биохимические процессы растения, образуя соединения с высокой токсичностью. Полученные вещества передвигаются по сосудистой системе растений вместе с питательными веществами и продуктами обмена, вызывая общее отравление (деформацию листьев и стебля, постепенное угнетение роста, хрупкость органов и нарушение стерильности).

В данном эксперименте использовались водяные вытяжки щирицы. Цель работы – было исследование биологически-активных свойств

Щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.)

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1) получение водных экстрактов из различных органов щирицы (листья, стебель, цветки, корни).

2) исследовать спектральные свойства экстрактов в ультрафиолетовом, видимом и ближнем инфракрасном диапазонах.

3) определить биологическую активность экстрактов из щирицы на тестовом культурном растении – овсяница луговая (*Festuca pratensis*).

Работа выполнена на кафедре водных и наземных экосистем Сибирского Федерального Университета.

2. Обзор литературы

Перед началом эксперимента, были проведен поиск, перевод и анализ статей с ключевыми словами «*Amaranthus retroflexus*», являющегося предметом исследования, заключающиеся во всестороннем изучении состава веществ и внутренних процессов растения, а также их непосредственного взаимодействия с находящимися в естественной близости аналогичными растительными представителями.

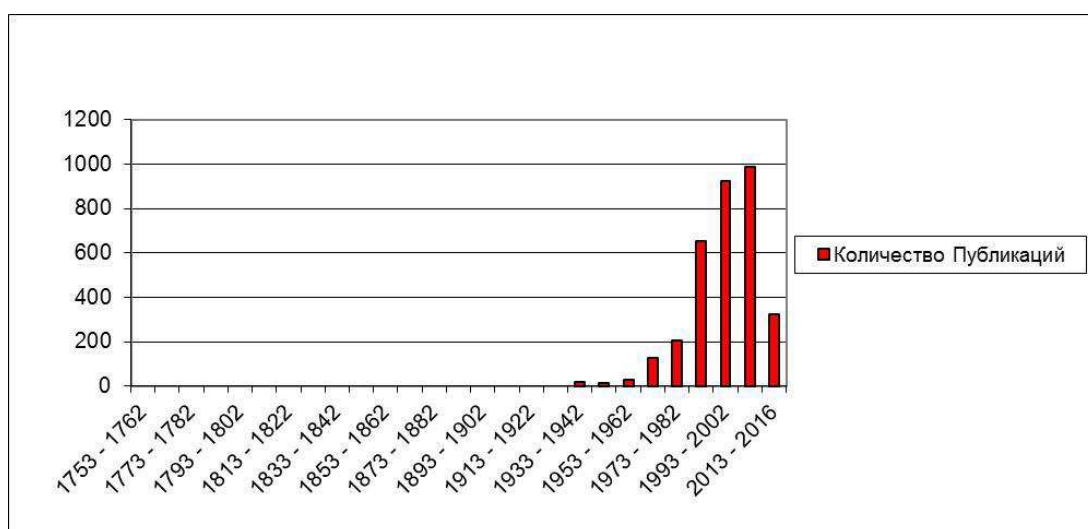


Рисунок 1. Количество опубликованных статей по теме «*Amaranthus retroflexus*» в международных базах данных.

2.1 Аллелопатическая активность растений, включая щирицу запрокинутую.

Растения служат возобновляемым источником природных химических соединений. Дикие виды, в том числе лекарственные травы, обычно содержат гораздо более высокие уровни некоторых химических веществ, чем культурные растения. Некоторые из видов имеют аллелопатическую активность, проверенную через их выдержки. Аллелопатический эффект заключается в возможности растений подавлять жизнедеятельность других видов через выделение химических соединений [11].

Таким же свойством обладают и сорные растения. В Иордании проводятся специальные исследования аллелопатической активности

лекарственных растений против видов сорняков. *Amaranthus retroflexus* и *Chenopodium murale* являются достаточно сильными конкурентами овощей и полевых культур. Некоторые виды лекарственных растений специально выращиваются для борьбы с ними [11].

Было показано, что добавление в почву биологических остатков Подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.), полученного из растений, выращенных при различных режимах питания в теплице и поле, значительно ингибирует прорастание семян *Amaranthus retroflexus* L. Обнаружено, что прорастание семян более тесно коррелирует при наличии фенолосодержащих соединений. Это наблюдение подтвердило гипотезу о том, что экологически индуцированные изменения фенольных соединений в растениях могут модифицировать аллелопатические взаимодействия [23].

Помимо всего, присутствие двух растений, производящих гербициды, способно синергично усилить их обоюдное аллелопатическое действие. Данное свойство выгодно применять при воздействии на растения с неопознанным уровнем реакции на ингибиторы роста. Усиленный аллелопатический эффект позволит существенно сократить затраты синтетических гербицидов и экономических ресурсов для выращивания культурных сортов [26].

2.2 Идентификация метаболитов с антиоксидантными свойствами в листьях овощных видов щирицы.

Щирица (род *Amaranthus*) используется населением многих стран мира как зерновая, овощная и лекарственная культура. На африканском континенте листья овощных видов щирицы служат дополнительным источником полноценного белка, сбалансированного по незаменимым аминокислотам [20].

Препараты из растений щирицы широко применяются в фитомедицине. В организме человека они выполняют регуляторные, защитные функции и

уменьшают риск развития хронических заболеваний, вызванных свободнорадикальным окислением [20].

Детальное изучение состава метаболитов щирицы с антиоксидантными свойствами и широким спектром биологической активности необходимо для разработки функциональных продуктов и напитков на основе его листьев. Овощные виды щирицы также считаются ценной лекарственной культурой из-за высокого содержания бетацианинов, аскорбиновой кислоты, фенольных соединений и антиоксидантов иной природы [2].

В настоящий момент в листьях у овощной щирицы сорта «Валентина» идентифицировано 37 метаболитов с антиоксидантными свойствами, относящихся к разным классам соединений. Это расширяет возможности применения листьев щирицы для создания функциональных продуктов, проявляющих антистрессовую активность [2].

2.3 Радиомодифицирующее действие лиофилизата щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.) на физиологические и биохимические характеристики проростков пшеницы.

Изучение радиомодифицирующего действия различных биологически активных веществ, получаемых из растений, является одной из приоритетных задач радиобиологических исследований. Радиомодификация – искусственное ослабление или усиление радиочувствительности биологических объектов. Ослабление радиочувствительности организма особенно важно при разработке средств противолучевой защиты в чрезвычайных ситуациях, а также при лучевой терапии злокачественных опухолей. Для управления радиочувствительностью используют различные радиомодифицирующие агенты. В настоящее время ведется широкий поиск средств, позволяющих изменить повреждающие эффекты ионизирующего излучения в опухолях и нормальных тканях. К этим средствам относятся радиомодификаторы – различные физические и химические факторы, способные изменять радиочувствительность клеток тканей организма. [16]

Малоизученной в этом отношении является щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), широко распространенное дикорастущее растение, имеющее большой потенциал для использования в разных областях медицинского, пищевого и сельскохозяйственного направлений. Щирица богата белками, углеводами, имеет высокую семенную продуктивность. В биомассе щирицы содержится вещество амарантин, относящееся к алкалоидам – беталаинам, который является природным водорастворимым антиоксидантом. Растение содержит флавоноиды – как рутин и кверцетин. В листьях *A. retroflexus* отмечено высокое содержание биогенного хорошо усвояемого кальция [5].

2.4 Биологическое экранирование *Amaranthus retroflexus* L. (*Amaranthaceae*).

Растения уникальны в своей способности производить массу различных вторичных метаболитов. Многие из них имеют лекарственные или токсические свойства. Много веков, листья и семена видов щирицы, таких как *A. Retroflexus*, были источниками пищи для коренных жителей Северной и Южной Америки, Азии, Африке и Европе. В северном Иране листья красного сорняка потребляют в супах. Это растение не было исследовано на токсичность до сих пор. Есть вероятность, что это растение может быть токсично для человека. Случаев отравления в ветеринарных отчётах не наблюдалось [14].

Токсическое влияние растения связано с нефротоксичностью. Прием внутрь *A. retroflexus* приводит к токсическому нефрозу у свиней и крупного рогатого скота. Острая почечная недостаточность и периренальный отёк также отмечены у лошадей и овец. На микроскопическом уровне, происходит некроз проксимального и дистального канальцев. Нефротоксические повреждения могут привести к повреждению клеток [14].

Для оценки токсичности применялись лабораторные методы. Для анализа использовались выращенные клетки на монослое с целью определить

начальные процессы некроза под воздействием токсиканта. Цитотоксическая активность различных экстрактов или препаратов оценивалась по снижению продуктивности митохондрий. Сами клетки были взяты из бычьей почки [14].

2.5 Исследование химического состава *Amaranthus retroflexus* L. (Amaranthaceae).

В настоящее время пришло понимание, что лекарственные растения имеют огромное значение, и не могут быть заменены синтетическими лекарственными препаратами. Химический состав лекарственных растений не ограничивается одним-двумя классами биологически активных веществ, а представляет собой их совокупность, сочетание которых является индивидуальным для каждого отдельного растения и определяет его фармакологическую активность. В связи с многообразием веществ, содержащихся в лекарственных растениях, их действие на организм более разностороннее, чем действие любого лекарства. Многие лекарственные растения являются одновременно и пищевыми. В последние годы в России активно проводятся мероприятия по изучению дикорастущих лекарственных растений, которые позиционировались как сорные [15].

Щирица – одна из древнейших зерновых культур, интерес к которой в настоящее время велик во всем мире благодаря накоплению в семенах высококачественного белка и сквалена [4].

На территории России встречается 15 видов амарантовых, но наиболее распространён амарант запрокинутый, или щирица обыкновенная (*Amaranthus retroflexus*). Данное растение известно как сорное с одной стороны, и как одна из лучших кормовых культур – с другой. Добавка амарантовых в рационы домашних животных оказывает стимулирующее влияние на процессы белкового метаболизма [15].

По данным ряда авторов, надземная часть растений рода амарант, в том числе – у щирицы, содержит в своем составе 4-6% калия, до 15% белка, 6-

10% пектина и др. В листьях обнаружены аскорбиновая кислота до 120 мг%, каротиноиды – до 9 мг%, полифенолы – до 5,4% в том числе флавоноиды – до 2,8%, витамины А, В, С, алкалоид амарантин, кальций, фосфор и микроэлементы [6]. Выявлено, что в листьях *Amaranthus retroflexus* содержится 18 жирных кислот, из которых 9 – насыщенные и 9 – ненасыщенные. Основная ненасыщенная жирная кислота в исследуемом растении – линоленовая кислота, а насыщенная – пальмитиновая кислота [30]. Амарантин обладает адаптогенными и стресс-корректорными свойствами. Он растворим в воде, повышает устойчивость к раковым и вирусным заболеваниям [29].

2.6 Исследование потенциальной способности *Amaranthus retroflexus* L. к фиторемедиации загрязнённых тяжёлыми металлами почв.

Глобальная индустриализация привела к высвобождению в биосферу больших количеств токсичных элементов, в том числе тяжёлых металлов. Даже при влиянии на их формообразование, они не деградируют впоследствии. Один из эффективных методов очистки окружающей среды – биоремедиация, осуществляющаяся в процессе биологической детоксикации веществ. Фиторемедиация – технология, использующая для этой цели растения [18].

Термин «фиторемедиация» используется с 1991 года для публикации различных тематических исследований, где растения были использованы для восстановления после различных загрязнений. Из широкой категории загрязнителей, главным образом на подавление рекультивации растений влияет кадмий. На нём проводилось сравнение способов восстановления его ионов с фиторемедиацией. Фиторемедиация покрывает различные механизмы, необходимые для снижения токсичности кадмия [18].

Огромный потенциал детоксикации имеют растения, способные к сверхаккумуляции металлов и поглощающие корнями значительное его

количество в целях предотвращения его элюации в почве и грунтовых водах.

Для растений-аккумуляторов сформулированы следующие условия:

- 1) Отсутствие географических предпочтений.
- 2) Быстрый рост.
- 3) Высокая биопродуктивность.
- 4) Способность образовывать продукцию комплексного применения.
- 5) Сильная и обильная корневая система.
- 6) Способность к гипераккумуляции металлов.
- 7) Высокая толерантность к металлам.
- 8) Быстрый транспорт металлов в собираемые части растения.

Щирица обладает большинством из этих признаков, что и предоставляет ей позицию для использования в фиторемедиации [17].

2.7 Применение перспективного природного стимулятора роста 4-гидроксифенэтилового спирта для улучшения качества посевного материала и продуктивности щирицы.

Щирица как ценная пищевая культура популярен в странах Европы, однако его интродукция в России затруднительна. Причина заключается в особенностях онтогенеза: через месяц после всхода, растение вступает в фазу «скрытого роста», не увеличивая своей фитомассы, лишь развивая корневую систему. Во время данного процесса щирица чувствительна к факторам внешней среды, что зачастую приводит к его заглушению другими сорняками [19].

Проблему можно решить, применяя стимуляторы роста, в частности, 4-гидроксифенэтиловый спирт, выделенный из среды пурпурной фотосинтетической культивируемой бактерии *Rhodospirium rubrum*. Установлено, что вещество в значительной степени стимулирует синтез амарантина в изолированных проростках щирицы и, соответственно, может применяться на полноценном растении [19].

Цитокинины способны регулировать прорастание и созревание семян, стимулировать рост и ускорять развитие растений, повышать содержание белка и активность фотосинтетического аппарата. В совокупности, повышется продуктивность и биомасса растений [19].

2.8 Гербицидная сопротивляемость щирицы Пальмера (*Amaranthus palmeri* S. Wats.)

Щирица (*Amaranthus palmeri* S. Wats.), произрастает на юго-западе Соединенных Штатов и входит в род летних амарантов, которые включает около 75 видов по всему миру. Листья и семена щирицы Пальмера являлись важным источником пищи во многих индейских племенах. Человеческая деятельность в 20-ом столетии привела к транспортировке техники и расширению сельского хозяйства, что предоставило возможность распространению щирицы Пальмера к северным Соединенным Штатам, и изначально он был отмечен за своим первоначально местообитанием внутри Вирджинии в 1915 году [21].

Растения щирицы Пальмера, выращенные в сухих условиях, могут содержать высокий уровень нитратов, вредных для потребления животными [21]. Если жвачные станут потреблять избыточное количество нитратов, они будут аккумулироваться в сычуге. Тогда, ионы нитрита начнут абсорбироваться в кровь. Они легко встраются в гемоглобин, образуя метамоглобин, лишая его возможности транспортировать кислород к тканям, что приводит к гипоксии [12].

В ежегодном обзоре Южного научного общества в 1989 году, растение было отмечено как хлопковый сорняк в южных Штатах, и хотя в 1995 году щирица Пальмера была перечислена как засоритель хлопка только в 2 южных Штатах (Северная и Южная Каролина), к 2009 году он был оценен как самый вредоносный сорняк в девяти Южных Штатах и второй по вредности сорняк

для сои. К 2014 году, щирица стала одним из самых сложных и экономически значимых сорняков для кукурузы, хлопка и сои в США [21].

Большинство мер, связанных с попытками искоренения сорняка при использовании гербицидов показали сравнительно низкую эффективность, что может быть объяснено наличием в растении сходных гербицидных комплексов [21].

2.9 Изменения в хлорофилле, рибулозо-бисфосфате карбоксилазе-оксигеназе, содержании глицина бетаина, фотосинтезе и транспирации в щирице трёхцветной при соляном стрессе.

Влияние солевого стресса на растения – одна из самых серьёзных проблем, связанных с сельским хозяйством в засушливых и полузасушливых районах [22].

Солёность воды и водных ресурсов в целом уменьшает рост корня и его побегов. Для адаптации к таким стрессам необходимо участие органических растворенных веществ, таких как аминокислоты и сахара. Было предположено, что они играют важную роль как осмопротекторы, противодействующие токсическому действию ионам Na и Cl в побегах многих видов растений [22].

Бетаин Глицин – осмотически активное соединение, накапливаемое в щирице трёхцветной. Когда А. триколор был выращен в условиях солевого стресса (300 мм NaCl), содержание бетаина в листьях, как правило, увеличивалось. Сведений о временном цикле бетаина при его накоплении после солевого стресса или после сброса солёности накоплено мало. Подробная прогрессия изменений в содержании углерода, процессах фотосинтеза и транспирации из-за стресса NaCl у растений щирицы также существенно не наблюдаются. Скорость фотосинтетической ассимиляции CO₂, как правило, снижается в ответ на засоление, и это уменьшение отчасти связано с уменьшенной устьичной проводимости. В отличие от этого, неустыичное ингибирование фотосинтеза, вызванное прямым воздействием

NaCl на фотосинтетический аппарат независимо от устьичного закрытия, также было обнаружено у нескольких других видов растения [22].

2.10 Влияние однолетних сорняков и щирицы на глюфозинат-устойчивый хлопок.

Глуфозинат является ингибитором синтеза аминокислот, который убивает растения, ингибируя глутаминсинтетазу, фермент, катализирующий превращение глутаминовой кислоты и аммиака в глутамин. Ингибирование глутаминсинтетазы приводит к быстрому накоплению аммиака и глиоксилата внутри растения, которые приводят к повреждению структуры хлоропластов, уменьшению и окончательному прекращению фотосинтеза и, в конечном счёте, некрозу тканей [24].

Совсем недавно глюфосинат был зарегистрирован в трансгенной, глюфосинат-устойчивой культуре. Хлопок, коммерциализированный в 2004, был создан путём введения гена гриба *Streptomyces viridochromogenes*, который кодирует фосфинотрицин ацетилтрансферазу. Этот фермент преобразует активную часть молекулы гербицида, L-фосфинотрицин, в нетоксическую ацетилированную форму, N-ацетил-L-фосфинотрицин [24].

Трансформированный хлопок имеет отличную переносимость глюфосината, обычного неселективного гербицида, применяемый до сих пор. Глюфосинат контролирует многие однолетние сорняки, когда примененные своевременно, однако, контроль многолетних трав наподобие видов щирицы, может быть нетривиальным, особенно в неидеальных условиях выращивания [24].

Щирица – один из самых проблемных сорняков для хлопка на юго-востоке США, и его численность увеличилась в разы в последние годы. В 2005 году щирица Палмера вошла в число двух самых вредоносных сорняков в Грузии, Миссури, Теннесси, Северной и Южной Каролине [24].

2.11 Физиологическая реакция Фасоли азиатской (*Vigna radiata* L.) на водный дефицит в союзе с Щирицей (*Amaranthus caudatus* L.).

Фасоль Азиатская (*Vigna radiata* L.) из семейства *Fabaceae* отличается высоким содержанием белка, кальция, фосфора и некоторых витаминов, и является одним из относительно устойчивых к дефициту воды растений. Водный стресс – наиболее важный ограничивающий фактор для роста растений и продуктивности сельскохозяйственных культур, особенно в засушливых регионах. Доказано накопление в растениях осмолитов, таких как пролин, во время водяного стресса. Накопление пролина в растительных клетках, подвергающихся воздействию водного или солевого стресса, является широко распространенным явлением и часто считается вовлеченным в механизмы устойчивости к стрессу, хотя его точная роль продолжает оставаться спорной. Водный стресс приводит к значительному снижению содержания хлорофилла. Плотность растений неизменно связана с урожайностью: чем больше растение выдерживает определенный предел, тем выше ожидаемая урожайность [25].

Фермеры применяют в среднем в два раза больше требуемой к потреблению влаги культур на каждом уровне орошения. Это вредно для сельскохозяйственных культур и замедляет их рост с последующей урожайностью. Фермеры сталкиваются с проблемой точного определения необходимых водных затрат на посеы [25].

Щирица (*Amaranthus spp.*) считается одним из самых питательных овощей в западной Кении и часто выращивается в смесях с другими культурами. Скрещивание щирицы с соей с использованием двойных рядов показало потенциал для повышения содержания белка и β -каротина, а также улучшение питания и снижение экономического риска, поскольку развитая корневая система щирицы увеличивает пропускную способность почвы, не позволяя влаге задерживаться. Таким образом, фасоль можно выращивать с щирицей для повышения эффективности использования ограниченных ресурсов [25].

2.12 Видовая и фазовая чувствительность сорняков к гербицидам.

На Украине на 70–75 % посевных площадей сельскохозяйственных культур используются для испытаний по борьбе с сорняками. Условием эффективного применения гербицидов является знание особенностей широкого спектра сорных растений и, что очень важно, их фазовой устойчивости. Его значимость можно продемонстрировать на примере широко распространенных в посевах всех сельскохозяйственных культур и на необрабатываемых землях степных зон Украины видов щирицы [28].

При большой плотности щирицы (*Amaranthus retroflexus*) в условиях достаточного увлажнения присутствуют также другие виды щирицы. Против них широко используются послевсходовые листовые гербициды, эффективность которых зависит от степени чувствительности к ним сорных видов, которая, помимо прочих условий, предопределяется строением, площадью и углом наклона листовых пластинок, характером их поверхности, опушением или наличием воскового налета, расположением точек роста, характером адсорбции, инактивации, детоксикации гербицида. Причем, чем в более поздние фазы развития сорняков проводится обработка, тем в большей степени ослабевает чувствительность растений к препаратам [28].

5. Заключение

В ходе изучения биологической активности экстрактов щиряцы из листьев, стебля, цветков и корня, были получены следующие результаты:

1) Качественные различия компонентов экстрактов незначительны. Проявляется слабое поглощение хлорофилла в экстракте листьев. У листьев и цветков наблюдается повышение поглощения световых волн в ультрафиолетовом спектре.

2) При поливе овсяницы экстрактом листьев, наблюдается стимулирующий эффект в значениях роста без значительного влияния на массу с первого полива. Полив экстрактом стебля оказывает преимущественное стимулирование роста и массы, ингибирование начинается с третьего полива. У цветочного экстракта наблюдается ингибирование массы со второго полива, роста – с первого. При действии экстракта корня, ингибирование массы начинается с первого полива, в значениях роста с первого полива происходит ингибирование и завершается стимуляцией с третьего, вероятно по причине снижения эффекта экстракта. Стимулирующий эффект наряду с ингибирующим может быть объяснён повышением толерантности растений к гербицидам и различным состав питательных веществ и подавляющих рост веществ в разных частях щиряцы.

3) Наибольшее содержание хлорофилла наблюдается при использовании экстрактов листьев в двукратном или трёхкратном поливе, стебля в однократном, цветков в однократном и корня в двукратном. Наименьшее – при двукратном и трёхкратном поливе экстрактом стебля и двукратном поливе экстрактом корня. Наименьшее ингибирование наблюдается при поливе водой при сравнении со всеми экстрактами. Наибольшее различие соотношения содержания хлорофиллов и каротиноидов наблюдается в растениях, выращенных на экстрактах цветков и корня, общее содержание веществ – наибольшее при использовании экстрактов листьев и стебля, наименьшее – при использовании экстракта цветков.

6. Список использованных источников

1. Слепцов И.В., Воронов И.В., Поскачина Е.Р., Журавская А.Н. // Разработка биопрепаратов «Ллиофлекс» и «Ллиофлекс-М» на основе вегетативных частей *Amaranthus retroflexus* L. и оценка их радиопротекторного действия при остром Гамма-облучении, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, [elibrary], УДК 582.663:633.11:577.3.
2. М.С. Гинс, В.К. Гинс, С.М. Мотылёва, И.М. Куликов, С.М. Медведев, В.Ф. Пивоваров, М.Е. Мертвещева // Идентификация метаболитов с антиоксидантными свойствами в листьях овощного Амаранта, Сельскохозяйственная Биология, 2017, том 52, 5, с. 1030-1040.
3. И.В. Слепцов, И.В. Воронов, А.Н. Журавская, Е.Р. Поскачина // Выделение и идентификация бетациановых пигментов из *Beta vulgaris* и *Amaranthus retroflexus*, Химия растительного сырья. 2015. №3. С. 111-115.
4. Л.А. Дейнека, В.И. Дейнека, И.А. Гостищев, В.Н. Сорокопудов, А.А. Сиротин // Определение сквалена в семенах некоторых растений семейства *Amaranthaceae*, Химия растительного сырья. 2008. №4. С. 69–74..
5. А.Н. Журавская, И.В. Воронов, Е.Р. Поскачина, И.В. Слепцов // Радиомодифицирующее действие лиофилизата Щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.) на физиологические и биохимические характеристики проростков пшеницы, Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод. – М.: Изд-во СЭВ, 1977. – 175 с.
6. Поскачина Е.Р., Воронов И.В., Журавская А.Н. // Разработка новых биотехнологических продуктов сельскохозяйственного назначения на основе физиологически активных веществ из биомассы *Amaranthus*

retroflexus L., Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения РАН, г. Якутск, [elibrary], «УДК 582.663:(606:631.1).

7. M. Yarnia, M.B. Khorshidi Benam and E. Farajzadeh Memari Tabrizi // Allelopathic effects of sorghum extracts on *Amaranthus retroflexus* seed germination and growth, Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.7 (3&4): 770-774. 2009, [www.world-food.net].

8. University of Kentucky // Grain Amaranth, [http://www.ca.uky.edu/smallflocks/Feed_ingredients/Grains.html].

9. Department of Agriculture, Forestry and Fisheries // Amaranthus, [http://www.snakeriver.org/wscpr/LinraryDocs/Amaranth.pdf.].

10. Sean Froyd, PhD // Best Ways to Get Rid of Pigweed, [http://www.GETRIDOFTHINGS.COM].

11. Qasem, J.R. // Allelopathic effects of selected medicinal plants on *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium murale*, 2002 [https://www.researchgate.net/publication/273446239].

12. Aslani, M. R. and Vojdani, M. // Nitrate intoxication due to ingestion of pigweed red-root (*Amaranthus retroflexus*) in cattle, Iranian Journal of Veterinary Research, University of Shiraz, Vol. 8, No. 4, Ser. No. 21, 2007.

13. Susan E. Weaver and Edward L. McWilliams'z // The biology of canadian weeds, [www.nrcresearchpress.com].

14. Jamileh Salar Amoli, Parisa Sadighara, Abbas Barin, Azam Yazdani, Saeed Satari // Biological screening of *Amaranthus retroflexus* L. (*Amaranthaceae*), Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy 19(2B): 617-620, Abr./Jun. 2009.

15. Сошникова О.В., Яцюк В.Я., 2010 // Исследование химического состава *Amaranthus retroflexus* L. (*Amaranthaceae*), [elibrary], УДК 615.322:634.741.07.

16. А.Н. Журавская, И.В.Воронов, Е.Р. Поскачина, И.В. Слепцов // Радиомодифицирующее действие лиофилизата щирицы запрокинутой

(*Amaranthus retroflexus* L.) на физиологические и биохимические характеристики проростков пшеницы, [elibrary], УДК 582.663:633.11:577.3.

17. Д.И. Башмаков, Е.Д.В. Аль-Харбави, Д.Д. Башмакова, А.С. Лукаткин // Исследование потенциальной способности *Amaranthus retroflexus* L. к фиторемедиации загрязнённых тяжёлыми металлами почв, Известия Уфимского научного центра РАН. 2017. № 3(1). С. 29-35.

18. Pooja Mahajan and Jyotsna Kaushal // Role of Phytoremediation in Reducing Cadmium Toxicity in Soil and Water, Hindawi Journal of Toxicology Volume 2018, Article ID 4864365, 16 pages [https://doi.org/10.1155/2018/4864365].

19. Е.П. Иванова, Л.Л. Кириллова, Л.Д. Смолыгина, О.П. Сердюк // Применение перспективного природного стимулятора роста 4-гидроксифенэтилового спирта для улучшения качества посевного материала и продуктивности растений Амаранта, [elibrary], УДК 635.3:574.45:631.8:577.175.14.

20. М.С. Гинс, В.К. Гинс, С.М. Мотылева, И.М. Куликов, С.М. Медведев, В.Ф. Пивоваров, М.Е. Мертвищева // Идентификация метаболитов с антиоксидантными свойствами в листьях овощного амаранта (*Amaranthus tricolor* L.), Сельскохозяйственная биология, 2017, том 52, 5, с. 1030-1040.

21. Parminder S. Chahal, Jatinder S. Aulakh, M.Jugulam and Amit J. Jhala // Гербицидная сопротивляемость Амаранта пальмера (*Amaranthus palmeri* S. Wats.), [http://dx.doi.org/10.5772/61512].

22. Y. Wang & N. Nii // Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress, [https://doi.org/10.1080/14620316.2000.11511297].

23. Anthony B. Hall, Udo Blum and Roger C. Fites // Stress modification of allelopathy of *Helianthus annuus* L. Debris on seedling biomass production of *Amaranthus retroflexus* L.1, *Journal of Chemical Ecology*, Vol. 9, No. 8, 1983.

24. Andrew P. Gardner, Alan C. York, David L. Jordan, and David W. Monks // Weed science, Management of Annual Grasses and *Amaranthus* spp. in Glufosinate-resistant Cotton, The Cotton Foundation, 2006, [<http://journal.cotton.org>].
25. Alireza Pirzad, Somayeh Farshbaf-Jafari // Physiological Response of Mung-bean (*Vigna radiate* L.) to Water Deficit at 1 Intercropping System with Amaranth (*Amaranthus caudatus* L.), [<http://www.researchgate.net>].
26. James J. Ferguson, Bala Rathinasabathi and Carlene A. Chase // Allelopathy: How Plants Suppress Other Plants, [<http://edis.ifas.ufl.edu>].
27. Willem Malten // Rethinking a Weed: the Truth about Amaranth, [<http://ourworld.unu.edu/en/rethinking-a-weed-the-truth-about-amaranth>].
28. О.Н. Курдюкова, Е.П. Тыщук // Видовая и фазовая чувствительность сорняков к гербицидам, [elibrary], УДК 632.51.
29. И.В. Воронов, Е.Р. Поскачина // Применение травяной муки из щирицы запрокинутой для выращивания и откорма поросят-отъёмшей, [elibrary], УДК 577:582.663:636.084.1:636.4.
30. И.В. Слепцов, Е.С. Хлебный, А.Н. Журавская // Липиды, жирные кислоты и флавоноиды в листьях *Amaranthus retroflexus*, произрастающего в условиях центральной Якутии, Химия растительного сырья, 2017. №3. С. 77–84., [elibrary], УДК 581.144.4+ 543.544.

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

« 25 » июля 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

06.03.01.10 – Биоэкология

Исследование биологически активных свойств щирицы запрокинутой
(*Amaranthus retroflexus* L.)

Научный руководитель



проф., д.б.н. Гаевский Н. А.

Выпускник



ББФ-03Б Айвазян А. С.

Красноярск 2019 г.