

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
( Н И У « Б е л Г У » )

ИНСТИТУТ ФАРМАЦИИ, ХИМИИ И БИОЛОГИИ

КАФЕДРА БИОЛОГИИ

**Аллелопатическое влияние сорняков на растения**

Выпускная квалификационная работа  
обучающейся по направлению подготовки 06.03.01. Биология  
очной формы обучения, группы 11001519  
Живиной Ольги Владимировны

Научный руководитель  
к. с-х н., доцент  
Глубшева Т.Н.

БЕЛГОРОД 2019

## Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Обзор литературы.....	5
1.1. Аллелопатическое взаимодействие растений .....	5
1.2. Прорастание семян.....	11
1.2.1. Фазы прорастания семян .....	12
1.2.2. Рост и развитие растений .....	16
Глава 2. Методы исследований, условия и их объекты .....	18
2.1. Морфобиологическая характеристика объектов исследования .....	18
2.2. Морфобиологическая характеристика аллелопатических агентов.....	20
2.2.1. Крапива двудомная ( <i>Urtica dioica L.</i> ).....	20
2.2.2. Полынь горькая ( <i>Artemisia absinthium L.</i> ).....	21
2.2.3. Лопух большой, репейник ( <i>Arctium lappa L.</i> ).....	22
2.3. Методики исследований.....	23
2.3.1. Методика изготовления настоев из сорных растений.....	25
2.3.2. Методика выращивания растений в вегетационных сосудах .....	26
2.3.3. Методика определения энергии прорастания .....	27
2.3.4. Методика исследования набухаемости семян.....	30
2.3.5. Методика проведения посева на селективные среды.....	32
Глава 3. Результаты исследований .....	35
3.1. Изучение набухаемости семян.....	35
3.2. Изучение энергии прорастания семян .....	38
3.3. Оценка вегетативного развития горчицы под влиянием различных настоев сорных трав .....	39
3.4. Микробиологическая оценка основных показателей настоев сорных трав .....	43
Заключение .....	45
Список использованных источников .....	47

## Введение

Аллелопатия – это наука о совместимости растений, влияние растений друг на друга в результате выделения ими в окружающую среду различных органических веществ в той или иной форме. Название "аллелопатия" возникло от греческих слов «*allelon*» - «взаимно» и «*patos*» - «воздействие».

Каждый вид растений обладает особым, свойственным ему обменом веществ. Так же они могут выделять различные вещества в окружающую среду. Такие выделения могут по-разному влиять на расположенные вблизи растения. На одни эти вещества могут действовать губительно, а на другие может оказать сильное положительное влияние. Такое химическое взаимодействие между растениями разных видов называют аллелопатией [44].

Как показывают многочисленные исследования, такие физиологически активные вещества свойственны совершенно всем видам растений, но имеют разные качества и силу действия. Биохимическими особенностями растений, в частности аллелопатией, занимались такие учёные, как Г.Грюммер, Э.Райса, М.А.Гродзинский, Назаренко и др.

Большое практическое значение имеют вопросы изучения аллелопатического влияния сорных растений на культурные. Сорные растения являются постоянными компонентами в агрофитоценозах [12]. Несмотря на то, что количество сорняков контролируется человеком средствами защиты культурных растений и различными агротехническими приемами, они в том или ином количестве присутствуют в посевах сельскохозяйственных культур, так как являются эволюционно сопутствующим продуктом практического земледелия.

Известно сильное угнетающее влияние сорных растений. Вместе с тем достаточно популярным является получение биологически активных настоев из крапивы, которые используются как биологические удобрения.

Объектом исследования являются сорные растения.

Предмет исследования – аллелопатическое воздействия сорных трав на культурные растения на разных этапах развития.

Целью работы является комплексное изучение аллелопатического влияния сорных растений на культурные

Достижение указанной цели возможно посредством решения следующих основных задач:

- изучение набухаемости семян горчицы белой (*Sinapis alba L.*) под влиянием настоев из сорных растений;
- оценка аллелопатического влияния сорных растений на начальные ростовые показатели;
- микробиологическая оценка основных показателей настоев;
- оценка вегетативного развития горчицы под влиянием настоев из различных сорных трав, и сравнение их действия по способу обработки.

Выпускная квалификационная работа изложена на 55 страницах. Она состоит из оглавления, введения, трех основных разделов, заключения. Список использованных источников насчитывает 65 наименования. В работе используются 7 таблиц и 16 рисунков.

## Глава 1. Обзор литературы

### 1.1. Аллелопатическое взаимодействие растений

Несмотря на то, что растения лишены подвижности, природа наделила их множеством приспособлений, которые помогают им выжить в условиях жестокой внутри- и межвидовой борьбы. К таким приспособлениям относят разнообразные органические вещества, которые растения могут выделять в воздух и в почву для самозащиты. Такие вещества не только играют важную роль в жизни растений, но и составляют суть аллелопатии – взаимного влияния растений друг на друга путем различных выделений в окружающую среду.

Выделяемые вещества не только защищают растение-донора от врагов, также они играют регулирующую роль в природе [65].

Аллелопатией, от греческого «*allelon*» – «взаимно» и «*pathos*» – «страдание», ученые называют характер взаимоотношений между растениями.

Явления аллелопатии были замечены уже в глубокой древности. Ученый Древнего Рима Плиний Старший отмечал в своих записках отрицательное воздействие капусты на виноградную лозу. Лоза уклонялась от гряды с капустой в противоположную сторону, становилась угнетенной, ухудшался вкус винограда, следовательно, и вина.

Вещества, выделяемые растениями-донорами в окружающую среду, бывают нескольких видов:

- водорастворимые и летучие;
- прижизненные и посмертные.

Прижизненные делятся на:

- активные, обусловленные нормальной жизнедеятельностью растений;
- пассивные, которые происходят в процессе гуттации – выделения листьями капельной жидкости и последующим вымыванием этих веществ осадками [57].

У таких деревьев как, например, конский каштан и липа, гуттация наблюдается в момент распускания почек.

Аллелопатическое значение гуттации заключается в том, что капли, которые появляются на листьях, стряхиваются ветром на почву, на листья, расположенные ниже, и высыхают или впитываются. В таких каплях находятся разнообразные вещества, среди которых можно выделить кальций, калий, натрий, магний, а также более сложные соединения, такие как аминокислоты, витамины. При попадании в почву, такие вещества значительно меняют ее свойства [1].

Многие из этих соединений воспринимаются человеком как запах, например, распускающиеся почки тополя, хвоя ели, кора черемухи имеют сильный характерный запах. Эти ароматические вещества не только выделяются в воздух и распространяются на близ стоящие растения, но и растворяются в дождевых каплях и росе, чтобы потом попасть на листья подлеска и подроста, на травы под пологом леса и, наконец, оказаться в почве.

Так же и вместе с опадом листьев в почву вносится большое количество различных соединений, обладающих разнообразным биологическим действием, начиная от минеральных солей вплоть до веществ, которые Джулиан Гексли в 1935 году назвал «наружными гормонами».

При разложении растительных остатков, в окружающую среду выделяется большое количество органических веществ, которые могут использоваться различными организмами в качестве пищи, но в то же время могут сильно влиять на весь биогеоценоз [21]. В частности, в опадах тополей, ясеня, конского каштана, глюкозиды быстро разрушаются, превращаясь в высокоактивные аглюконы, которые обуславливают значительную фитотоксичность опада этих растений.

Корневые выделения растений, которые в больших количествах поступают непосредственно в почву, содержат органические соединения различной природы, например, аминокислоты, витамины, органические кислоты. Среди этих веществ немало биологически активных, стимуляторов или ингибиторов

роста. Они через почву спокойно достигают корневых систем других растений, расположенных рядом, и способны оказывать на них определенное воздействие.

Порой такие вещества уникальны и выявляются лишь у какой-то одной породы. Так, в листьях и ветвях тисса обнаружен глюкозид двуметилового эфира флороглюцина таксикатина. Возможно, наличием именно этого глюкозида и обусловлена высокая устойчивость тисса к хвоегрызущим насекомым.

В аллелопатии все выделения растений играют важную роль, так как они совместно образуют своеобразную биохимическую защитную сферу вокруг продуцирующих их растений (рис. 1).

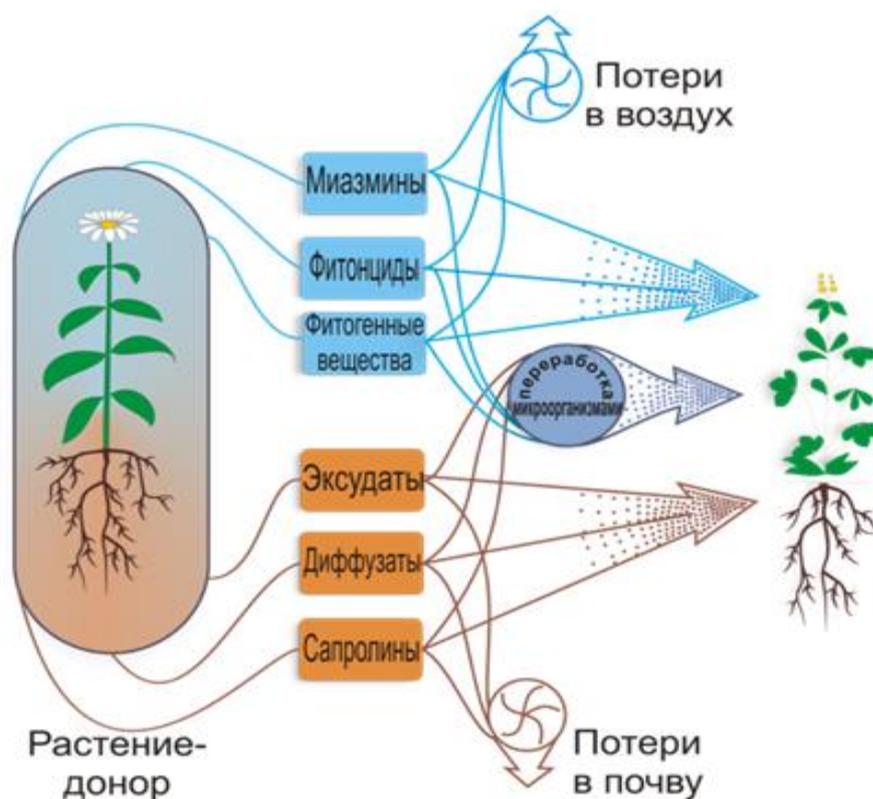


Рис. 1. Основные группы веществ, выделяемых растением-донором в окружающую среду

Рассматривая данную схему, следует учесть, что на ней изображено лишь одно направление действий: от растения-донора к растению-акцептору. На самом деле в любом фитоценозе каждое растение является одновременно

и донором, и акцептором. Так что схему следовало бы дополнить зеркальным отображением [7].

Летучие выделения листьев и тонкой коры делят на три типа:

- фитогенные – выделения неповрежденных органов;
- фитонциды – выделения поврежденных тканей;
- миазмины – выделения из отмерших, гниющих тканей.

Аллелопатия довольно детально изучена на примере травянистых растений. Что же касается древесных, то в силу их долголетия аллелопатические влияния одних пород на другие выявить сложнее. Вместе с тем древесные растения представляют особый интерес для изучения накопления колинов (от лат. *collide* – сталкивать враждебно) – органических веществ, которые выделяются высшими растениями и подавляют другие виды высших растений – так как по сравнению с травянистыми долго существуют на одном месте и образуют большую массу органических веществ, создавая более стойкую аллелопатическую обстановку.

Аллелопатическое взаимодействие растений и их влияние друг на друга подразделяется на химическое и физическое.

Физическое взаимодействие – это создание определённого микроклимата, например, для растений нижнего яруса. Более высокие растения могут образовывать под своими кронами затенение и повышенную влажность, что благоприятно сказывается на развитии нижних ярусов. В такой защите нуждаются салат и шпинат, так как они не любят сильного перегрева на солнце [20].

Под химическим взаимодействием подразумевается выделение надземными частями одних растений, например, пахучих веществ, которые для других растений могут являться защитой от вредителей.

Корневые же системы могут выделять в почву различные органические вещества, такие как сахара, органические кислоты, витамины, фенольные соединения, ферменты, гормоны. Фенольные соединения, связанные с аллелопатией, называют колинами. Их чрезмерное накопление в почве вызывает поч-

воутомление. Оно возникает там, где один и тот же вид растений долго выращивается на одном месте. Такую проблему возможно решить соблюдением правил севооборотов.

Аллелопатия, как и другие взаимоотношения растений, лежит в основе возникновения, развития и смены растительных группировок, а также играет важную роль в почвообразовании.

В различных растительных сообществах существуют взаимно полезные или просто не мешающие друг другу виды. Но при попадании в устоявшееся сообщество чужеродного растения, не типичного для данной местности, может начаться борьба. Семена заселившегося растения угнетаются и с трудом всходят или вовсе не могут прорасти, прибывая в состоянии покоя. Но если даже растение даст всходы оно погибнет, так как молодые побеги не выдерживают влияния непривычных для них соседей.

При исходе, если чужеродное растение все-таки смогло прорасти и укорениться, то уже оно начнет выделять в окружающую среду характерные для него вещества, тем самым вытесняя изначальных «хозяев». Возле такого растения будут появляться типичные именно для него растения, которые образуют участок нового сообщества [35]. Далее, разрастаясь, вероятнее всего, новое растительное сообщество вытеснит старое с его собственной территории.

Таким образом взаимодействовать между собой могут даже целые растительные сообщества, которые наступают и вытесняют друг друга. Такое взаимодействие может привести к глобальным изменениям, например, степь может смениться лесом, а по прошествии времени, лес может снова стать пустыней, если изменится климат.

Огромные площади заняты культурными сообществами – посевами, развитие которых направляется человеком. Несмотря на все усилия человека, природу изменить невозможно и в посевах существуют определенные взаимоотношения. Самым неблагоприятным для человека является разрастание сорных трав, которые могут нанести огромный ущерб культурным сообществам и человеку, снижая плодородность растений [32]. Но необходимо учитывать,

что есть и благоприятные исходы взаимодействия растений, например, такие как смешанные посевы.

В мировом растениеводстве одновременное выращивание двух или нескольких культур на одном поле применяется достаточно давно. Наиболее распространено смешанное выращивание бобовых культур со злаковыми. Производительность таких смесей не то что сравнима с одновидовыми посевами, а часто даже превосходит их.

Растения с высокой аллелопатической активностью легко внедряются в сообщества и подавляют другие виды. Поэтому очень важно здраво оценивать роль аллелопатии при создании смешанных посевов [47].

Существуют различные виды аллелопатического взаимодействия корней растений. Например, когда в почву попадают органические кислоты, выделяемые корнями одного растения, которые сигнализируют другому о своем присутствии. Такие сигналы предупреждает переплетение их корневых систем.

Другим видом аллелопатического взаимодействия корней растений – это благоприятное воздействие на корневые системы стоящих рядом растений. Такое благоприятное воздействие изучалось на примере кукурузы. С помощью меченых атомов было выявлено, что усвоенный в процессе фотосинтеза кукурузой углерод, уже через несколько часов обнаруживался в соседних бобовых растениях. Такой опыт показывает, что правильный подбор растений в смешанных посевах может очень хорошо сказываться на развитии растений и их качества. Корни растений в таких посевах переплетаются и образуют общий обмен веществ, благодаря которому растения могут влиять друг на друга химически, и способны изменять свой химический состав. Например, кукуруза, которая в смешанном посеве находится с бобовыми культурами, обогащается белком, что очень важно для кормления сельскохозяйственных животных [21].

По многочисленным исследованиям можно сделать выводы, что каждое

растение выделяет физиологически активные вещества, но у каждого вида растений свое собственное соотношение количества и качества таких веществ. Таким образом, каждое растение в течение своей жизни создает вокруг себя химическую защиту.

Взаимодействуя между собой, растения-доноры и растения-акцепторы перехватывают друг у друга пищу, воду, свет, но и в этом случае, химические выделения одного растения дают преимущества одному виду над другим, но не факт, что это сработает и в обратную сторону, так как питательные вещества, поглощаемые корнями растений из почвы, содержат корневые выделения других растений, которые могут ускорять или замедлять физиологические процессы.

Таким образом действуют выделения тополя на посеянный рядом овес. Произрастающие ближе всего к тополи растения совершенно угнетены, растения, идущие дальше, по возрастающей набирают высоту, до того момента, где идет полоса с наоборот, наиболее стимулированным овсом, чем на всем остальном поле. Такое явление часто наблюдается по краям лесополос из дуба, тополя, ивы – их выделения угнетают рост не только овса, но и подсолнечника, кукурузы, фасоли, древесных саженцев [31].

## **1.2. Прорастание семян**

Прорастание семян – это начальный этап онтогенеза растений, при котором происходит процесс перехода семян растений от состояния покоя к активной жизнедеятельности, в результате чего образуется росток. Для начала этого процесса семена должны быть живыми и попасть в благоприятные для них условия. А именно, при достаточной обеспеченности влагой, кислородом, температурой и при определенном освещении [43]. Для каждого вида семян эти условия сугубо индивидуальны. Семена набухают в воде, крахмал, жиры и белки распадаются на сахар, жирные кислоты и аминокислоты. Первым обычно прорастает корешок, следом прорастает гипокотиль или эпикотиль (у

разных растений).

Для начала прорастания семени необходимы питательные вещества, которые содержатся в эндосперме, семядолях и других частях зародыша, но они не могут быть использованы в сухом состоянии. Поэтому для начала развития растению необходима вода, чтобы питательные вещества находились в растворенном состоянии. При этом, набухать могут и мертвые семена, только в дальнейшем они не дадут ростков, а просто загниют.

Когда при прорастании семени ему не хватает кислорода, в зародыше происходит накапливание вредных для него веществ – молочной кислоты, этилового спирта, аммиака [45]. Так же кислород очень важен для развития растения, так как семя даже в сухом состоянии дышит, а в процессе набухания этот процесс идет еще сильнее из-за более активного обмена веществ.

При недостатке температуры снижается поступление воды в семена, а также нарушается соотношение различных регуляторов роста и снижается активация обмена веществ. Наиболее благоприятной температурой для прорастания большинства семян является  $+10^{\circ}\text{C}$ . В некоторых случаях семена не прорастают, даже находясь в благоприятных условиях. [50].

### **1.2.1. Фазы прорастания семян**

Семена с момента полной физиологической зрелости или после окончания периода послеуборочного дозревания биологически предназначены для дальнейшего развития, которое связано с процессом прорастания. Такое семя, находящееся в фазе покоя, готово в любой момент перейти к последующей фазе своего развития, если будут созданы необходимые условия.

Прорастанием называется совокупность физических и биохимических изменений, происходящих в семенах в процессе их перехода из состояния покоя к активной жизнедеятельности, которая заканчивается образованием проростка, то есть новообразования, способного расти и дать растение. Различают два понятия: процесс прорастания, если говорят о качественных изменениях

при прорастании, и период прорастания, если имеют в виду изменения во времени, то есть продолжительность тех или иных преобразований [58].

Период прорастания делится на несколько последовательных фаз. Каждой из них присуща определенная продолжительность, определенные биохимические и морфологические изменения, которые происходят в семени, а также определенные требования к условиям среды. Всего можно выделить пять фаз:

- водопоглощения;
- набухания, заканчивающегося наклеиванием;
- роста первичных корешков;
- развития ростка;
- становления проростка.

Первой фазой является фаза водопоглощения. Ее сущность заключается в том, что сухие семена, находящиеся в состоянии покоя, поглощают воду из воздуха или из какого-либо субстрата до наступления критической влажности, которая является строго определенной величиной для каждой культуры. Поступающую воду поглощают гидрофильные коллоиды семени, она включается в содержимое клетки, где связывается различными ее соединениями, и поэтому в семени не происходит заметной активизации биохимических процессов и не наблюдается никаких изменений в морфологии [2]. Поглощение воды может несколько повысить интенсивность дыхания семян, в 2–3 раза, но общий ее уровень остается очень низким.

В этой фазе сухие семена могут всасывать воду с колоссальной силой, достигающей многих десятков атмосфер, а у сорных растений – даже несколько сотен атмосфер. Семена всех культур способны пройти эту фазу путем поглощения воды из воздуха, если относительная влажность его будет выше 75 %. Основа фазы водопоглощения – физико-химическое явление, сорбция, но одновременно происходят и некоторые биохимические изменения, связанные с включением в конституцию клеток дополнительных молекул воды.

Продолжительность фазы зависит от состояния семян, температуры и влажности субстрата, с которым соприкасается семя. Естественно, что продолжительность фазы будет различна – довольно большая, если влага поступает из воздуха, или очень короткой, если семена находятся в воде. Однако в последнем случае, хотя общая влажность зерна достигает критической в течение всего нескольких часов (в зависимости от температуры и других факторов), но для равномерного насыщения клеток требуется еще некоторое время, и только после такого распределения влаги наступает вторая фаза.

Фаза набухания семян начинается с момента появления в семенах свободной влаги, которая активизирует жизнедеятельность клеток, переводит в активное состояние ферментную систему, ведет к перестройке коллоидов. Заканчивается фаза наклеванием [51].

Сущность процесса набухания заключается в том, что молекулы воды проникают в среду высокомолекулярных соединений и раздвигают отдельные звенья в цепи их молекул. В процессе набухания семян оболочки их приобретают эластичность, а само семя увеличивается в объеме.

Этот процесс связан со сложнейшими биохимическими изменениями и составляет единое звено в цепи жизни семян. Хотя набухание наблюдается и у мертвых семян, но при этом характер химических изменений бывает иной: ферменты теряют свою активность и согласованность воздействий, в семенах происходит только распад веществ и полностью отсутствует синтез новых соединений.

Живые семена каждой культуры могут поглотить только определенное количество воды, присущее данному виду, хотя известные отклонения, связанные со спецификой сортов, всегда бывают. Объем семян тоже увеличивается только до определенной величины, характерной для того или иного вида.

Процесс набухания семян, так же, как и водопоглощение, может характеризоваться двумя показателями:

1) степенью набухания – это количество воды в граммах, поглощенное семенами в фазе набухания в пересчете на 1 г сухого вещества;

2) числом набухания – количество воды в миллилитрах, которое поглощается 1 мл сухого вещества семени.

Прирост веса в результате поглощения воды и прирост объема нарастают неодинаковыми темпами – обычно увеличение объема идет быстрее, и оно скорее заканчивается, чем прирост веса.

Фаза набухания заканчивается поглощением определенного количества воды, которое обеспечивает протекание всех жизненных процессов, связанных с прорастанием. В зависимости от химического состава семян и их природы требуется разное количество воды для наклеивания семян [52].

Таким образом, общее количество воды, необходимое для прорастания, является величиной довольно постоянной для семян отдельных растений, но темп ее поглощения и сопутствующих явлений, присущих набуханию, сильно колеблется в зависимости от природы семени и условий внешней среды.

Набухание прекращается или вследствие полного насыщения клеток, или из-за наступления равновесия между поступлением воды в семена и диффузией растворимых веществ из него.

Для нормального протекания этой фазы требуется определенная температура, влажность и кислород. При подсыхании наклюнувшихся семян возможно возвращение в предыдущую фазу, исходную.

Фаза роста первичных корешков начинается с момента деления клеток первичного корешка, но морфологически ее можно зафиксировать несколько позже – при появлении над оболочкой семени первичного корешка. В этой фазе, кроме роста корешков, происходит новая качественная перестройка биохимических процессов, подготавливающая условия для возможности роста ростка. Заканчивается фаза готовностью семени к развитию ростка.

Для большинства культур еще возможно прекращение прорастания семян на этой фазе и возвращение их в исходное состояние (состояние покоя), хотя для некоторых культур такой переход связан уже с нарушением физиологии и морфологии прорастания [13].

Морфология прорастающего семени. Первым видимым морфологическим признаком прорастания семян является наклевание, а затем появление корешка. Корешок растет в длину благодаря тому, что у него на конце происходит бурное деление клеток, которые образуют ростовую зону корешка, а сам кончик корешка прикрывается корневым чехликом – утолщением разной формы, выполняющим защитные функции.

Как только развивающийся корешок достигает семенной кожуры (к этому времени она размягчается), он разрывает ее вблизи микропиле и выходит наружу. Известно, что в покоящихся семенах ферменты, ауксины и витамины находятся в связанной форме, а с поступлением воды начинается их переход в физиологически активное состояние. Поэтому в прорастающем семени возрастает содержание витаминов, а также холина, органических кислот и некоторых других веществ. Количество этих веществ увеличивается не только вследствие освобождения их из связанной формы, но и благодаря биосинтезу [37].

### **1.2.2. Рост и развитие растений**

Развитие растений – последовательные качественные изменения структуры и функций, возникающие в процессе онтогенеза и ведущие в конечном счёте к воспроизведению себя в потомстве. Рост растений локализуется в зонах роста и складывается из процессов деления клеток, последующего их увеличения и дифференцировки, обеспечивающей специализацию тканей.

Процессы деления и начального роста сосредоточены в образовательных тканях – меристемах. В зависимости от расположения меристем различают верхушечный рост (в длину, за счёт верхушечной меристемы побега и корня), боковой (в толщину стебля за счёт камбия) и вставочный, или интеркалярный (в длину побега, за счёт вставочных меристем в узлах стебля). К меристеме прилегает зона объёмного роста и дифференцировки клеток [63]. Зона деления клеток составляет у побега и корня несколько мм, а зона объёмного

их роста может достигать 10 – 15 см.

Важным свойством роста является ритмичность. Существуют ритмы, следующие за изменениями внешних условий – длины дня, температуры воздуха, влажности почвы и т.д. (экзогенные), и контролируемые внутренними факторами (эндогенные). Отсутствие видимого роста называется покоем растений, во время которого сохраняется скрытая меристематическая активность и идут процессы морфогенеза. Покой – это проявление сезонной ритмичности роста растений. Для осуществления ростовых процессов зоны роста должны непрерывно снабжаться питательными веществами и фитогормонами [40].

Процессы роста растений тесно связаны с их развитием и органообразовательными процессами, или морфогенезом. Фазы развития растений проходят или независимо от внешних условий – под действием внутренних факторов (автономное развитие), или нуждаются в индуцирующем влиянии определенных условий внешней среды.

Для успешного роста и развития растений необходимы тепло, вода, свет, элементы питания. Для каждого вида существуют свои минимальные и максимальные температуры, длина дня и другие показатели. Большое значение имеют условия освещения и спектральный состав света. Необходимым условием нормального роста и развития растений является снабжение их элементами корневого питания и обеспеченность водой. Между различными органами растения существует взаимовлияние (коррелятивная связь), обеспечивающее гармоничный рост и развитие растения в целом [54].

## Глава 2. Методы исследований, условия и их объекты

### 2.1. Морфобиологическая характеристика объектов исследования

Горчица (*Sinapis*) – это однолетнее растение, принадлежащее к семейству крестоцветных (*Cruciferae*). В культуре известны 3 вида горчицы: горчица белая (*Sinapis alba L.*), горчица сарептская (*Brassica juncea Czeru*) и горчица черная (*Brassica nigra Koch*). Наиболее распространены для выращивания первые две культуры.

Также горчицу называют медоносным и масличным растением, так как в ее семенах содержится 25-39% масла, которое играет важную роль в различных отраслях промышленности, таких как консервная, хлебопекарная, фармацевтическая, текстильная. Так же ее используют в качестве кормовой культуры. Горчичное масло отличается высокими вкусовыми достоинствами. Кроме жирного масла, семена горчицы белой содержат эфирные масла (0,1–1,1%), которые используются в парфюмерной промышленности [41]. В состав горчицы входят много полезных для здоровья человека веществ, таких как:

- аминокислоты;
- витамины А, В, С, Е;
- минералы (калий, кальций, фосфор, медь, йод);
- растительные белки;
- синальбин;
- эфирные масла.

Благодаря тому, какой комплекс полезных веществ содержится в горчице, ее используют и в медицине для профилактики таких заболеваний как склероз, ревматизм, а также для улучшения работы сердечно-сосудистой системы и для нормализации работы желудочно-кишечного тракта [10].

Растения горчицы благоприятно влияют на структуру почвы. Благодаря способности корней растворять труднорастворимые питательные вещества в доступные для других формы, а также перемещать их из глубоких слоев почвы в верхние, способствует использованию горчицы как сидерата. Так, например,

осенью, после убора всего урожая рассеивают семена горчицы и оставляют на зиму. Если семена успели прорасти, то их скашивают и вместе с ней вспахивают весь участок земли, в результате чего, почва настолько насыщается нитратным азотом (более 100 кг/га), что не требует азотной подкормки [45]. Подобные мероприятия приравниваются к внесению 20 т органики на 1 га.

В силу этих особенностей горчица служит прекрасным сидератом, а также хорошим предшественником озимой пшеницы и других зерновых. Так, при запашке зеленого удобрения горчицы белой в севооборот, насыщенный зерновыми культурами, ежегодно положительный баланс азота увеличивался на 2,8 кг/га.

Благодаря короткому вегетационному периоду горчицы, ее возделывают и как зеленую кормовую культуру. Также горчицу очень часто используют в смешанных посевах с различными бобовыми. Возделывание горчицы в смеси с другими культурами повышает урожай не только зеленой массы, но и семян. В смешанных посевах с горчицей её компоненты меньше повреждаются вредителями, чем в монопосевах [3].

Родиной горчицы белой является Средиземноморье, откуда она распространилась почти по всей Европе, Америке и попала как заносное растение в Сибирь, Северную Африку, Индию, Китай. В России ее разводят с середины XVIII в. в основном во влажных районах Нечерноземной зоны РФ.

Стебель горчицы белой прямостоячий, покрыт жесткими волосками, сильно разветвленный, высотой 25–80 см. Нижние листья лировидно-перисто-надрезанные, черешковые, верхние листья на более коротких черешках продольно-линейные, все жестковолосистые, реже почти голые. Цветки желтые с сильным медовым запахом, собраны в многоцветковое кистевидное соцветие по 25–100 цветков. Опыляется перекрестно, встречается и самоопыление. Плод горчицы белой имеет форму прямого или изогнутого стручка длиной 2–4 см, с мелкими круглыми семенами светло-желтого цвета, который покрыт жесткими оттопыренными волосками. После созревания стручки обычно не растрескиваются [7].

Вегетационный период у горчицы белой составляет 65–90 дней. Всходы появляются на 6–7 день после посева. Цветение – через 30–40 дней после всходов. Прорастает при температуре 1–2°С, а в фазе всходов переносит не только кратковременные заморозки, но и длительное похолодание.

Горчица белая чрезвычайно чувствительна к изменению длины дня и температуры во время прохождения световой стадии. При попадании горчицы белой в условия уменьшения количества осадков, при большей температуре воздуха и при большей длине дня, продолжительность фазы цветения горчицы белой сокращается.

Горчица белая может выращиваться на бедных подзолистых почвах, так как корневая система у неё с высокой усвояющей способностью [9]. Лучшими почвами для горчицы белой являются легкие и средние суглинки. Глинистые почвы непригодны из-за большой их склонности к образованию почвенной корки. Непригодны также и песчаные почвы из-за сухости верхнего слоя и бедного плодородия. Плохо переносит засоленные почвы.

## **2.2. Морфобиологическая характеристика аллелопатических агентов**

### **2.2.1. Крапива двудомная (*Urtica dioica L.*)**

Крапива двудомная является многолетним травянистым растением. Имеет прямостоячий четырехгранный стебель высотой 50–170 см, покрытый стрекательными и нежесткими волосками. Оболочки волосков окремневевшие, хрупкие, поэтому из сломанного волоска вытекают муравьиная кислота и гистамин. Листья сердцевидной формы, супротивные, длинночерешковые, длиной 7–14 см, шириной 2–4 см, заостренные, зубчатые, с загнутыми к верхушке большими зубцами, темно-зеленого цвета.

Соцветия крапивы однополые, находятся в пазухах, представляют собой колосовидную метелку с цветочками зеленоватого оттенка [18]. Чашечковидный околоцветник покрыт многочисленными волосками и рассечен на 4 сегмента. Цветки в соцветиях на одних растениях только мужские с 4 тычинками,

на других – только женские.

Всходит в апреле – мае. Цветет с первого года жизни в июне – сентябре. Плодоносит с июля до поздней осени.

Плод – орешек зеленовато-серого или серовато-коричневого цвета. Форма – яйцевидно-стиснутая. Размер – длина 1,25–1,75, ширина 0,75–1, толщина 0,25 мм. Масса 1000 орешков – 0,2–0,25 г.

Недозрелые семена не всходят. Всходы из семян и побеги с корневищными почками появляются в апреле – мае.

Максимальная плодовитость – до 1000 орешков. Глубина прорастания – не более 1,5–2 см.

Растет на полях и пастбищах, в садах, на огородах, у дорог, жилья. Распространена повсюду – в Европе, Китае, на Индийском субконтиненте, в Австралии, Африке и Северной Америке.

Листья крапивы имеют богатый поливитаминный состав. Они содержат аскорбиновую кислоту, витамин К, пантотеновую кислоту; каротиноиды, дубильные и белковые вещества, Р-кумаровую, муравьиную, феруловую органические кислоты, азотистые вещества, аминокислоты, незаменимые аминокислоты, а также аспарагиновую; ацетилхолин, гистамин, хлорофилл (2–5%), холин, фитонциды, камедь, соли железа, кремния и другие вещества.

### **2.2.2. Полынь горькая (*Artemisia absinthium L.*)**

Полынь горькая – многолетнее травянистое растение высотой от 60 до 150 см. Стебель прямостоячий, при основании деревянистый, в верхней части ветвистый.

Листья очередные, от перисто-раздельных до линейных. Прикорневые листья на длинных черешках, нижние стеблевые – на более коротких черешках, перисто-рассеченные, средние листья с короткими черешками, дважды перисто-рассеченные, верхние листья почти сидячие, перистые.

Листья и стебли серовато-серебристого цвета, густоопушенные. Цветки

мелкие, собраны в шаровидные корзинки, расположены на коротких веточках, которые в свою очередь образуют метельчатые соцветия [23]. В каждой корзинке около 80 желтых трубчатых цветков. Плоды - бурые семянки длиной около 1 мм.

Размножается семенами. Цветет с июня по сентябрь. Плод – семянка, семена веретенообразные, размером  $1,25-2 \times 0,2-0,35 \times 0,2-0,3$  мм.

Репродуктивная способность – до 150 тыс. семян на одном растении. Сохраняет жизнеспособность в почве до 5 лет. Период покоя – до 6 месяцев. Прорастает в пределах температур  $2-24^{\circ}\text{C}$ .

Лестницы из семян и побеги от корневых почек появляются с глубины 2–3 см в апреле-июне. Цветоносный стебель образуется на второй год жизни.

Распространена повсеместно. Засоряют посевы всех полевых культур, встречающихся в садах, на обочинах дорог.

Трава полыни горькой содержит 0,5–2% эфирного масла, составными частями которого являются: туйон, кадинен, фелландрен, пинен, b-кариофиллен, бизаболон. Эфирное масло зелено-синего цвета, в больших количествах ядовито из-за наличия в нем туйона.

Также полынь горькая содержит в своем составе аскорбиновую кислоту, органические кислоты (яблочная, уксусная, янтарная), дубильные и другие вещества. В корнях содержится инулин.

### **2.2.3. Лопух большой, репейник (*Arctium lappa L.*)**

Многолетнее или двулетнее травянистое растение, принадлежащее к семейству Астровые (*Asteraceae*).

Лопух большой достигает высоты от 60 до 120 см, но бывают экземпляры до 3 м высотой. Растение имеет сильное опушение, особенно корзинок. Стебель прямостоячий, от него отходит много прямостоящих и оттопыренных ветвей. Стебель и ветви покрыты многочисленными сосочковидными волосками с примесью железок.

Корневая система лопуха большого стержневая, веретеновидная. Корень мясистый, стержневой и длиной достигает до 60 см.

Листья черешковые, постепенно уменьшающиеся к верхушке стебля. К стеблю они крепятся на длинных черешках, по форме широко сердцевидно-войлочные, цельнокрайние [24]. Снизу листья имеют серовато-войлочное опушение, усеяны многочисленными желтоватыми железками. Самые крупные листья – прикорневые, до 50 см в длину и в ширину.

Цветки лопуха образуют шаровидные корзинки темно-пурпурного цвета. Каждый цветок трубчатый. Цветет лопух большой в июне – июле.

Плоды – семянки длиной 6–6,5 мм и шириной около 2,5 мм. По форме узко-обратнояйцевидные.

Лекарственное значение имеют все части растения, но больше всего – корни.

В растении обнаружены следующие полезные вещества: слизи, ситостерин, инулин, эфирное масло, жирное масло, состоящее из стеариновой и пальмитиновой кислот, дубильные вещества, горечи, минеральные элементы и витамины (в особенности, витамин С).

### 2.3. Методики исследований

Для выполнения задач, поставленных темой выпускной квалификационной работы, была составлена следующая схема проведения опытов (рис.2).

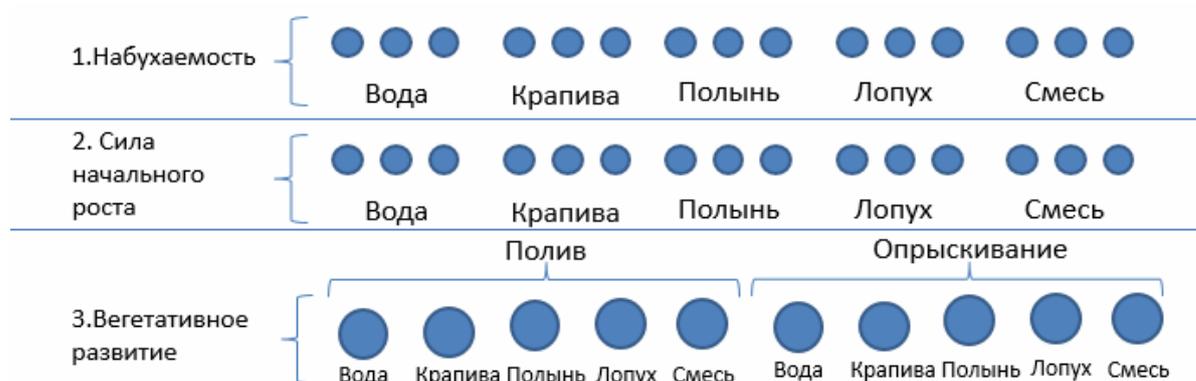


Рис. 2. Схема проведения опытов

Аллелопатическими агентами являются:

- крапива;
- полынь;
- лопух;
- смесь из крапивы, лопуха и полыни.

Аллелопатическим тестером в опыте является горчица белая (*Sinapis alba L.*).

Все агенты были предварительно собраны и высушены по правилам подготовки сырья для проведения опытов. Семена тестера были закуплены и отобраны наиболее лучшие образцы [28]. Предварительно, для каждого опыта было отсчитано определенное количество семян и взвешано на лабораторных весах, для наибольшей точности опыта.

Для проведения микробиологического посева настоев на селективные среды использовалась следующая схема проведения разбавлений настоев для произведения посева (рис. 3).

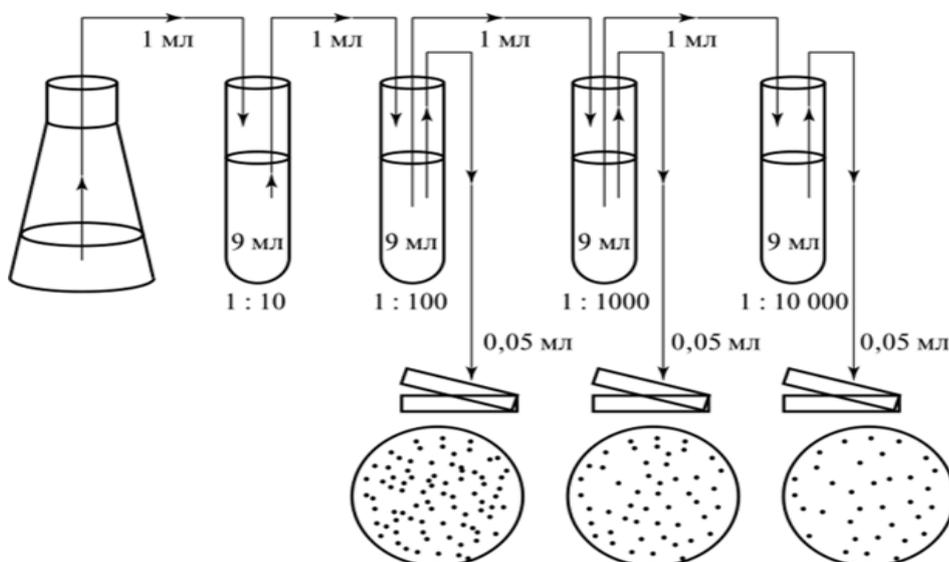


Рис. 3. Схема приготовления разведений для произведения посевов

Чашки Петри со специальными селективными средами, необходимыми для проведения посева, были заблаговременно закуплены и хранились в определенных условиях в лаборатории.

### 2.3.1. Методика изготовления настоев из сорных растений

В органическом земледелии широко применяются жидкие удобрения – настои из различных растений. Они могут содержать калий и азот, легко и быстро усваиваются садово-огородными культурами и поэтому весьма эффективны в качестве подкормок в период вегетации. Такие удобрения используются для прикорневой подкормки и для опрыскивания (внекорневая подкормка). Причем при уплотненных посадках внекорневая подкормка – иногда единственная возможность внести удобрение. Опрыскивания необходимо повторять каждые две–три недели, но при этом надо использовать менее концентрированный раствор, чем при прикорневом внесении удобрения в почву.

Довольно распространенным и известным является жидкое удобрение из свежей крапивы, которую собирают весной и летом до цветения. Керамический или пластмассовый сосуд заполняется измельченной крапивой, после заливают водой и накрывают сеткой или крышкой с небольшими отверстиями, чтобы туда не попали мелкие животные. Сосуд ставится в теплое место и один – два раза в день массу необходимо хорошо перемешивать.

Вскоре трава начинает разлагаться, о чем свидетельствует сильный запах. Через 1,5–2 недели, когда настоем приобретет темную окраску и перестанет пениться, будет значить что настоем готов. На солнце процесс брожения идет быстрее (рис. 4).



Рис. 4. Процесс получения настоя и конечный продукт

Для внесения в почву используют раствор, разведенный в 10 раз (на 9 частей воды – 1 часть настоя). Предварительного процеживания такой настой не требует. А для внекорневой подкормки его надо процедить и непосредственно перед употреблением развести в 20 раз. Такой настой из крапивы оказывает благоприятное действие на огородные культуры. Большинство овощных и декоративных культур хорошо реагируют на такое жидкое удобрение.

В течение полевого сезона для исследований был произведен сбор зеленой массы крапивы, полыни и лопуха, после чего ее высушили. Для приготовления настоя использовалась надземная часть сорных растений. Исходя из методических указаний, для получения необходимой концентрации настоя была рассчитана необходимая масса измельченных сушеных растений и количество воды.

### **2.3.2. Методика выращивания растений в вегетационных сосудах**

Для вегетационных опытов применяются специальные цинковые или из оцинкованного железа сосуды. При отсутствии необходимости точного определения влажности почвы в течение эксперимента, допускаются сосуды и из других материалов. В нашем опыте были использованы одинаковые пластиковые сосуды высотой 20 см и диаметром 15 см.

Далее следует этап набивки сосудов почвой. Каждый сосуд набивается одинаковым количеством подготовленной для опыта почвы. Это очень важный этап при закладке вегетационного опыта, так как если набить сосуд рыхло, то в дальнейшем почва может просесть и оборвать корни растений. При слишком плотной набивке почвы, затрудняется доступ кислорода [60]. Набивку лучше всего делать рукой, так как рука чувствует плотность почвы. По краям сосуда почва уплотняется сильнее, чтобы при высыхании она не отставала от стенок сосуда.

Отобрав для опыта семена и проверив их всхожесть и энергию прорастания, приступают к их посеву.

Для посева лучше всего брать уже немного наклюнувшиеся семена, которые необходимо распределить равномерно по почве и на определенную глубину, для чего применяют специальные маркеры из картона. Такие маркеры представляют собой круг по диаметру сосуда с отверстиями для раскладки семян. Для высадки семян на желаемую глубину используют стеклянную палочку уже диаметра отверстий в картонном маркере, сужающуюся к концу и по длине соответствующей необходимой глубине посева семян.

Подготовив все материалы, приступают к самому посеву. На уплотненную почву в сосуде необходимо положить маркер, палочкой делают углубления. Затем маркер убирается и в образовавшиеся углубления, пинцетом, помещаются пророщенные семена, после чего их засыпают землей.

Количество посаженных семян должно быть больше, чем предусматривается в опыте, так как на этапе проростков необходимо проредить растения и оставить наиболее одинаковые и развитые проростки. Для получения достоверных данных необходимо производить посев в один день.

При дальнейшем развитии растений необходимо вести наблюдение и ухаживать за ними. Уход за растениями состоит в уничтожении сорняков по мере их появления, в регулярном поливе и опрыскивании растений по массе, в рыхлении почвы, а также в перестановке сосудов для равномерного освещения всех растений.

### **2.3.3. Методика определения энергии прорастания**

Энергия прорастания семян характеризует одновременность прорастания и представляет собой процент нормально проросших семян.

Для проращивания отбирают три пробы по 100 семян в каждой. Семена проращивают в чашках Петри на фильтровальной бумаге, которую нарезают по размерам посуды, укладывают на дно и увлажняют.

Предварительно нарезанную по размерам посуды фильтровальную бумагу стерилизуют в сушильном шкафу при температуре 130<sup>0</sup>С в течение 1

часа. После она выкладывается на дно чашек и увлажняется до полной влагоемкости, опуская в воду, и давая стечь избытку влаги [30]. Семена равномерно раскладывают. На каждой чашке подписывают название образца, дату учета энергии прорастания и, закрыв крышками, помещают в термостат (рис. 5).

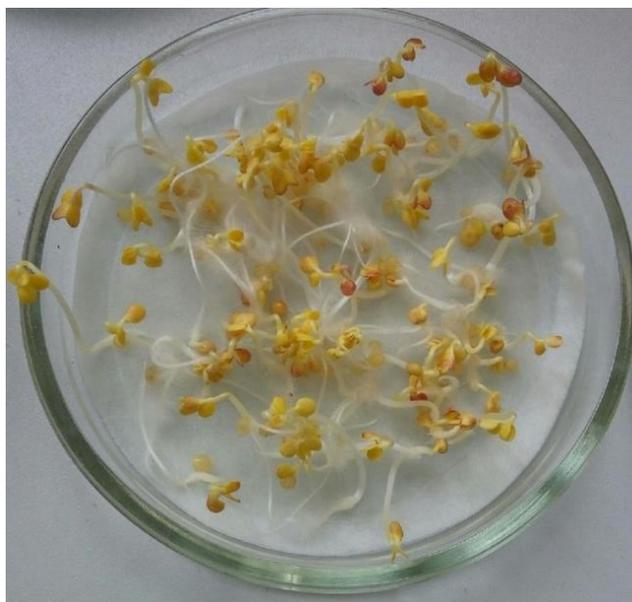


Рис. 5. Трехдневные проростки *S. alba* действием настоя *A. absinthium*

При определении лабораторной всхожести необходимо соблюдать условия:

- дезинфицировать посуду путем промывки раствором марганцево-кислого калия и стерилизовать в сушильном шкафу при температуре 130<sup>0</sup>С, промывать термостат перед началом проращивания семян;
- поддерживать требуемую температуру в термостате, для чего необходимо проверять ее в течение суток три раза;
- проверять состояние увлажненность фильтровальной бумаги.

Учет проросших семян для определения энергии прорастания проводят в сроки, определенные для каждой культуры. Отдельно подсчитывают нормально проросшие, набухшие, твердые, загнившие и ненормально проросшие семена. К числу нормально проросших относят семена, имеющие здоровый

вид, хорошо развитый главный зародышевый корень, размером более длины семени и сформировавшийся росток.

К невсхожим семенам относят:

- загнившие семена с мягким разложившимся эндоспермом, с загнившим или почерневшим зародышем, с загнившими краями;
- твердые семена, которые остались не набухшими и не изменили внешнего вида;
- семена с уродливыми корнями или ростками;
- семена без корней при наличии ростка.

Далее вычисляют процент всхожести семян по каждой пробе, устанавливают достоверность результатов анализа проб семян, рассчитывают процент энергии прорастания семян [6]. Всхожесть вычисляют в процентах как среднее результатов повторностей с учетом допустимых отклонений (табл. 1).

Таблица 1

Допустимые отклонения энергии прорастания от среднего значения

Две повторности		Четыре повторности	
Энергия прорастания, %	Допускаемые отклонения, ±%	Энергия прорастания, %	Допускаемые отклонения, ±%
100,0-99,0	2	100,0-98,0	2
98,9-97,0	3	97,9-95,0	3
96,9-95,0	4	94,9-90,0	4
94,9-92,0	5	89,9-85,0	5
91,9-88,0	6	84,9-80,0	5,5
87,9-83,0	7	79,9-70,0	6
82,9-76,0	8	69,9-60,0	6,5
75,9-65,0	9	59,9-50,0	7
64,9-35,0	10		

При отклонении выше допускаемого результата двух проб анализ повторяют. Если при повторном проращивании семян за пределы допускаемых отклонений выходят результаты анализа двух проб, то энергию прорастания вычисляют как среднее арифметическое двух определений.

#### 2.3.4. Методика исследования набухаемости семян

Исследование набухаемости семян горчицы в настое сорных растений в различных условиях проводилось в лабораторных условиях. Семена горчицы белой (*Sinapis alba* L.) отбирались по 100 штук, взвешивались на лабораторных весах, помещались в стеклянный мерный стакан, а затем заливались 10 мл полученного настоя (рис. 6).

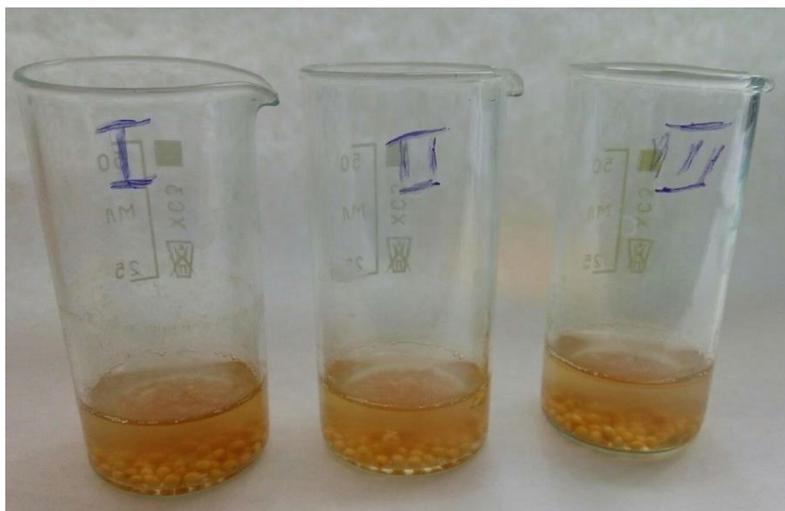


Рис. 6. Процесс измерения набухаемости семян *S. alba* действием настоя *A. Absinthium*

Всего было проведено по три повторности опыта с каждым видом настоя (крапивой, полынью, лопухом, смесью этих трав).

Семена находились в настое 24 часа. Затем были просушены их фильтровальной бумагой и взвешены на лабораторных весах [17].

Статистическая обработка проводилась разностным методом в несколько этапов:

- вычисление средних арифметических значений по повторениям;
- вычисление разности между опытными вариантами и контролем (d) и определение средней арифметической этих разностей ( $\bar{d}$ );
- произведение расчета отклонения между каждой разностью и средним значением ( $d - \bar{d}$ );
- возведение полученных отклонений в квадрат ( $(d - \bar{d})^2$ );
- расчет суммы квадратов отклонения  $\sum(d - \bar{d})^2$ ;
- вычисление среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(d - \bar{d})^2}{(n - 1)}} \quad (2.1)$$

где  $(n - 1)$  – число степеней свободы

- расчет ошибки репрезентативности разностей средних арифметических ( $m_d$ ) по формуле (2.2);

$$m_d = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.2)$$

где  $n$  – объем выборки.

- вычисление критерия Стьюдента  $t_d$  по формуле (2.3).

$$t_d = \frac{|x_2 - x_1|}{m_d} \quad (2.3)$$

где  $x_2 - x_1$  – средние арифметические опыта и контроля соответственно.

Полученные после расчетов значения t-критерия Стьюдента ( $t_d$ ) сравниваются с его стандартными значениями ( $t_{st}$ ). Для лабораторного опыта значимыми являются различия при 0,990. О существенности различий принято утверждать при выполнении условия:  $t_d \geq t_{st}$ .

Таблица 2

Значение t (критерия Стьюдента) для малых выборок [22]

Число степеней свободы $\nu$	Уровень доверительной вероятности (P)				
	0,900	0,950	0,980	0,990	0,999
1	6,31	12,71	31,82	63,66	636,62
2	2,92	4,30	6,96	9,92	31,60
3	2,35	3,18	4,54	5,84	12,92
4	2,13	2,78	3,75	4,60	8,61
5	2,02	2,57	3,36	4,03	6,87
6	1,94	2,45	3,14	3,71	5,96
7	1,89	2,36	3,00	3,50	5,41
8	1,86	2,31	2,90	3,36	5,04

### 2.3.5. Методика проведения посева на селективные среды

При посеве или пересеве бактериальной культуры на различные типы питательной среды, материалами могут служить пересеваемые культуры бактерий, различные выделения животных и человека, вода, почва, продукты питания. Разведенный в воде, жидкий материал для посева берут пипеткой, если материал засевают в большом или точно отмеряемом объеме (рис. 7)



Рис. 7. Проведение посева 20% растворов настоев на селективные среды

Все манипуляции при проведении посева и выделения микробных культур производят над пламенем горелки. Также при посевах на питательные среды часто используется бактериальная петля, которая перед началом посева прокаливается в пламени горелки. Прокаленная петля обязательно остужается перед тем, как взять материал. Для этого при пересеве с чашек Петри прикасаются к поверхности питательной среды, свободной от микробного роста. Понять, что петля достаточно остужена, можно по отсутствию шипения конденсационной жидкости, а также остуженная петля не плавит агар, что очень важно для правильного взятия материала. После окончания посева петлю прожигают повторно для уничтожения находящейся на ней микробной культуры или инфицированного микроорганизмами материала.

После проведения посева на чашках Петри со стороны дна надписывают название засеянного материала, ставят номер анализа и дату посева.

Для посева на твердые питательные среды, чашки Петри держат в левой руке. Дно чашки с одной стороны придерживают I и II пальцами, а с другой стороны – IV и V пальцами. Далее, проведя все манипуляции с забором материала для посева, крышку приоткрывают, чтобы в образовавшуюся щель свободно проходили петля или пипетка, фиксируют I и II пальцами (рис. 8).

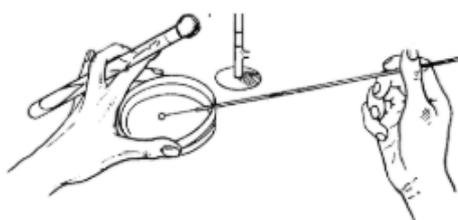


Рис. 8. Посев на плотную питательную среду в чашки Петри

Небольшое количество исследуемого материала распределяют петлей по всей чашке Петри. Бактериальную петлю кладут плашмя на среду, чтобы не поцарапать ее поверхность, и проводят штрихи по всей поверхности. Штрихи, наносимые петлей должны максимально близко располагаться друг

к другу для того, чтобы увеличить общую засеваемую площадь. Затем петлю прожигают, чтобы уничтожить избыток находящегося на ней материала.

При проведении посева пипеткой, в нее набирают точно отмеренное одинаковое количество разбавленной взвеси, и приоткрыв чашку Петри над пламенем горелки, штрихами распределить взвесь по всей площади засеваемой поверхности. После проведения всех манипуляций рабочее место обрабатывается, все металлические инструменты прокаливаются, неметаллические – обрабатываются в дезинфицирующем растворе [5].

После проведения посевов Чашки Петри ставят в термостат при определенных условиях:

1. на ОМЧ при температуре 35<sup>0</sup>С в течение 3 суток;
2. на грибковое заражение при температуре 25<sup>0</sup>С в течение 5 суток;
3. на *E. coli* в течение 3 суток при температуре 35<sup>0</sup>С.

По истечении указанного времени чашки Петри достают и производят подсчёт колоний (рис. 9).

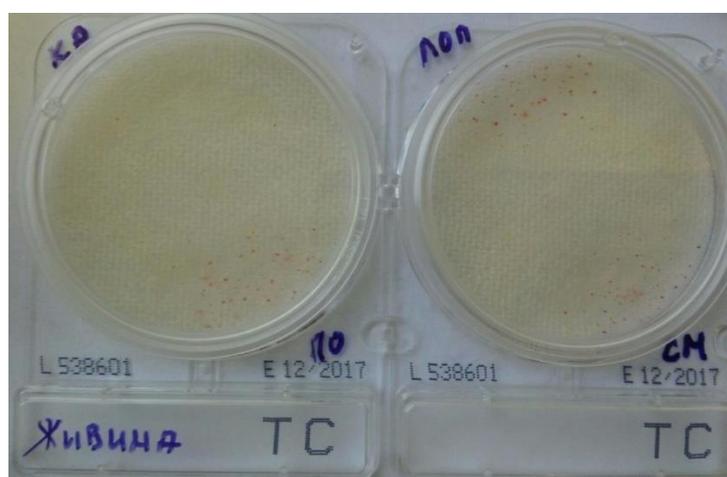


Рис. 9. Чашки Петри на общую микробную обсемененность через 3 суток

По завершению работы необходимо помнить, что посев микроорганизмов на питательные среды приводит к резкому возрастанию их численности. В таких высоких концентрациях любой микроорганизм потенциально опасен, поэтому для предотвращения заражений микробные культуры необходимо утилизировать соответствующими безопасными методами [48].

## Глава 3. Результаты исследований

### 3.1. Изучение набухаемости семян

Набухаемость семян горчицы белой была проведена по методике Гродзинского А.М. Для проверки были взяты настои с концентрацией 5%. В химические стаканы погрузили, предварительно взвешенные, семена горчицы в количестве 100 штук. После их залили настоем и при комнатной температуре оставили на 24 часа. Спустя сутки было произведено повторное взвешивание

При проведении исследования было выявлено, что все настои, в разной степени, оказывают стимулирующее действие. При проведении этого исследования использовались настои в соотношении разбавления 1:20 (5% раствор). Наиболее стимулирующее действие оказывает настой смеси сорных растений (рис. 10).



Рис. 10. Изучение набухаемости под действием настоев из сорных трав

Полученные массы набухших семян были переведены в процент набухаемости. Далее по полученным данным производились дальнейшие вычисления. Была проведена статистическая обработка, по каждому виду настоя, разностным методом (табл. 3).

Таблица 3

Статистическая обработка набухаемости семян горчицы в настое крапивы  
двудомной

№	Набухаемость		$d$	$d - \bar{d}$	$(d - \bar{d})^2$
	Контроль (H <sub>2</sub> O)	Настой крапивы			
1	105,2632	114,2857	9,0225	-1,3219	1,7475
2	103,5714	114,5455	10,9741	0,6296	0,3964
3	103,5088	114,5455	11,0367	0,6922	0,4792
	104,1145	114,4589	$\bar{d} = 10,3444$	0	$\sum = 2,6232$
$m_d = 0,6612$		(1)			
$t = 15,6446$		(2)			

Статистическая обработка разностным методом показывает, что критерий Стьюдента фактический между контролем и 20% настоем из надземной части крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) составляет 15,64462, что больше  $t_{0,998} = 5,96$ , следовательно, мы можем говорить о достоверном повышении набухаемости семян горчицы под влиянием крапивы.

Таблица 4

Статистическая обработка набухаемости семян горчицы в 20% настое  
полыни горькой

№	Набухаемость		$d$	$d - \bar{d}$	$(d - \bar{d})^2$
	Контроль (H <sub>2</sub> O)	Настой полыни			
1	105,2632	119,6429	14,3797	0,1253	0,0157
2	103,5714	114,0351	10,4637	-3,7907	14,3694
3	103,5088	121,4286	17,9198	3,6654	13,4351
	104,1145	118,3689	$\bar{d}$	0	$\sum = 27,8203$
$m_d = 2,1533$		(1)			
$t = 6,6197$		(2)			

Статистическая обработка разностным методом (табл. 4) показывает, что критерий Стьюдента фактический между контролем и 20% настоем из надземной части полыни горькой (*Artemisia absinthium L.*) составляет 6,619786, что больше  $t_{0,998}=5,96$ , следовательно, мы можем говорить о достоверном повышении набухаемости семян горчицы под влиянием настоя полыни. Значит, полынь обладает аллелопатически стимулирующим действием на водопоглощение.

Таблица 5

Статистическая обработка набухаемости семян горчицы в 20% настое лопуха большого (*Arctium lappa L.*)

№	Набухаемость		$d$	$d - \bar{d}$	$(d - \bar{d})^2$
	Контроль (H <sub>2</sub> O)	Настой лопуха			
1	105,2632	132,7273	27,4641	4,0028	16,0224
2	103,5714	123,2143	19,6429	-3,8184	14,5802
3	103,5088	126,7858	23,2769	-0,1844	0,0340
	104,1145	127,5758	$\bar{d} = 23,4613$	0	$\sum = 30,6365$
$m_d = 2,2596$		(1)			
$t = 10,3826$		(2)			

Статистическая обработка разностным методом (табл. 5) показывает, что критерий Стьюдента фактический между контролем и 20% настоем из надземной части лопуха большого (*Arctium lappa L.*) составляет 10,38263, больше  $t_{0,998}=5,96$ , следовательно, мы можем говорить о достоверном повышении набухаемости семян горчицы под влиянием настоя лопуха. Значит, лопух обладает аллелопатически стимулирующим действием на водопоглощение.

В среднем водопоглощение в контроле – 104%, а в опыте 127,5%, что говорит о том, что в присутствии настоя лопуха набухаемость семян горчицы повышается на 26,5%.

Таблица 6

Статистическая обработка набухаемости семян горчицы в 20% настое смеси сорных трав

№	Набухаемость		$d$	$d - \bar{d}$	$(d - \bar{d})^2$
	Контроль (H <sub>2</sub> O)	Настой смеси			
1	105,2632	135,7143	30,4511	-0,919	0,8445
2	103,5714	132,1429	28,5715	-2,7986	7,8321
3	103,5088	138,5965	35,0877	3,7176	13,8205
	104,1145	135,4846	$\bar{d} = 31,3701$	0	$\sum = 22,4972$
$m_d = 1,9363$		(1)			
$t = 16,2004$		(2)			

Статистическая обработка разностным методом (табл. 6) показывает, что критерий Стьюдента фактический между контролем и 20% настоем из надземных частей полыни, крапивы и лопуха составляет 16,20043, что больше  $t_{0,998} = 5,96$ , следовательно, мы можем говорить о достоверном повышении набухаемости семян горчицы под влиянием настоя из смеси сорных трав.

### 3.2. Изучение энергии прорастания семян

Расчет энергии прорастания был произведен по ГОСТу 12038-84. Проращивание было произведено в чашках Петри на смоченной раствором фильтровальной бумаге. В течение трёх суток, чашки Петри находились в термостате с температурой 23<sup>0</sup>С. Затем произведен подсчет числа нормально проросших семян.

При проведении оценки аллелопатического влияния настоев из сорняков на энергию прорастания, было выявлено, что настой крапивы в 5% концентрации оказывает угнетающее действие на горчицу. Лопух и полынь практически

не влияют на начальный рост, а смесь из трав оказывает сильное стимулирующее воздействие (рис. 11).



Рис. 11. Оценка аллелопатического влияния сорняков на начальные ростовые показатели

### 3.3. Оценка вегетативного развития горчицы под влиянием различных настоев сорных трав

Вегетативное развитие оценивалось по высоте растений. В вегетационные сосуды был произведен посев семян горчицы белой. Каждый день проводился полив и опрыскивание растений настоями сорных трав с концентрациями 10% и 5% соответственно.

При оценке вегетативного развития по высоте растений были получены средние значения высоты горчицы на ранних этапах вегетативного развития (10 дней с момента прорастания). Как можно заметить, при поливе настоем крапивы с концентрацией 10% отмечается стимулирующее действие на рост горчицы, сходное влияние оказывает лопух. Полынь не оказывает особого влияния. Смесь же оказывает угнетающее действие (рис. 12).



Рис. 12. Высота горчицы, находящейся под влиянием полива настоями из сорняков

При исследовании влияния на высоту растений опрыскивания настоями, была получена совершенно другая картина. При опрыскивании настоями с концентрацией 5% настои полыни и смеси оказывают большее стимулирующее действие. Настои крапивы и лопуха практически не оказывают влияния на высоту растений (рис. 13)



Рис. 13. Высота горчицы, находящейся под влиянием опрыскивания настоями из сорняков

По завершению опыта были произведены основные замеры каждого растения. А именно: длина побега, длина корня и количество листьев.

По средним показаниям длины побегов горчицы белой можно сделать выводы о влиянии различных настоев сорных трав на развитие культурного растения. Так, еще раз подтверждается то, что внесение путем опрыскивания настоя смеси сорных трав наиболее благоприятно сказывается на развитии горчицы белой.

В ходе исследования, по причинам, которые так и не удалось установить, в вегетационном сосуде, в котором происходило внесение настоя крапивы путем опрыскивания, произошло заболачивание почвы, в следствии чего все растения погибли. После первых замеченных признаках увядания растений и заболачивания почвы, вегетационный сосуд с ними был изолирован от других и помещен в идентичные условия. Далее опыт продолжался по установленной схеме, однако спустя 2-3 недели, растения были безвозвратно утеряны.

Условия для всех опытных групп были одинаковыми. Особенности выращивания культурных растений в вегетационных сосудах были соблюдены. Так как в опытах с одной и той же культурой был использован один и тот же настой, только разведенный в разных пропорциях, говорить о порче настоя невозможно. Проанализировав все факторы, можно предполагать лишь о том, что при внесении настоя крапивы путем опрыскивания пагубно влияет на жизнедеятельность культурного растения и приводит к его увяданию и заражению почвы, в которой они произрастают.

Сравнивая высоту растений на ранних этапах развития, и высоту на более поздних этапах, можно сделать вывод о том, что на взрослые растения внесение настоев из сорных трав не столь сильно сказывается, в отличии от влияния настоев на более ранние этапы развития растений. В некоторых случаях можно даже говорить об угнетающем воздействии на ростовые показатели, в таком случае, как в опыте с лопухом. Полив настоем лопуха негативно сказывается на рост и развитие горчицы, так как высота растений в среднем на 5 см меньше в сравнении с контролем (рис. 14).



Рис. 14. Средняя длина побегов горчицы по завершению эксперимента

Сравнивая начальные и более поздние этапы развития горчицы под влиянием опрыскивания настоями, можно заметить схожую положительную картину относительно контроля (рис. 15). Растения под влиянием настоев полыни и лопуха на 15% превосходят контрольную группу, а смесь сорняков выше контрольной группы на 39%.



Рис. 15. Средняя длина побегов горчицы по завершению эксперимента

На протяжении всего эксперимента с выращиванием горчицы в вегетационных сосудах были сделаны фотографии, отображающие различные этапы развития растения (рис. 16).



Рис. 16. Этапы развития горчицы белой

Исходя из достаточно бурного развития и достижения максимальных значений по высоте растений (в среднем на 8 см выше относительно контроля на более поздних этапах, и в среднем на 1,5 см на начальных этапах развития), исходя из наибольшего процента набухания что говорит о том, что настой из смеси сорных трав обладает аллелопатически стимулирующим действием на водопоглощение, были сделаны выводы о наилучшем росте горчицы под влиянием опрыскивания настоем из смеси сорных трав

#### **3.4. Микробиологическая оценка основных показателей настоев сорных трав**

Для получения основных микробиологических показателей были использованы чашки Петри с селективными питательными средами. Настои про-

верялись на наличие грибков, *E. coli*, а также на общую микробную обсемененность.

На питательные среды был произведен посев настоев в шестом разбавлении. После посева чашки Петри на ОМЧ были поставлены в термостат при температуре 35<sup>0</sup>С на 3 суток. На грибковое заражение при температуре 25<sup>0</sup>С на 5 суток. На *E. coli* на 3 суток при температуре 35<sup>0</sup>С, после чего был произведен подсчет колоний.

Высев на селективные среды показал, что общее микробное число ОМЧ находится в пределах 10\*10<sup>7</sup>. Преобладает *E. coli*. Полностью отсутствует грибковое заражение, такое как дрожжи и плесневые грибы (табл. 7).

Таблица 7

## Микробиологическая оценка основных показателей настоев

	УМ	ЕС	ТС
Крапива	–	12,2*10 <sup>7</sup>	0,8*10 <sup>7</sup>
Полынь	–	2,7*10 <sup>7</sup>	7,2*10 <sup>7</sup>
Лопух	–	0,5*10 <sup>7</sup>	7,6*10 <sup>7</sup>
Смесь	–	3*10 <sup>7</sup>	5,2*10 <sup>7</sup>

Примечание:

УМ – дрожжи, плесени

ЕС – *E. coli*

ТС – общая микробная обсемененность

Есть предположение, что некоторые вещества экстрактов растений отрицательно влияет на их рост, что положительно сказывается на развитии самих растений.

## Заключение

По результатам исследований настои из сорных трав оказывают различную степень влияния на набухаемость, энергию прорастания и вегетативное развитие аллелопатического тестера – горчицы белой (*Urtica dioica L.*).

При проверке на набухаемость использовались настои в разбавлении 1:20 (5% раствор). Как показало исследование наиболее стимулирующее действие на набухаемость семян оказывает настой смеси сорных трав. Значит, смесь обладает аллелопатически стимулирующим действием на водопоглощение.

При оценке аллелопатического влияния сорных растений на начальные ростовые показатели были также использованы настои в разбавлении 1:20 (5% раствор). Было выявлено, что настой крапивы оказывает угнетающее действие на горчицу. Лопух практически не влияет на начальный рост, а полынь и смесь из трав оказывает сильное стимулирующее воздействие, особенно смесь.

При оценке вегетативного развития горчицы использовались настои в разбавлении 1:20 (5% раствор) для опрыскивания, и в разбавлении 1:10 (10% раствор) для прикорневого внесения.

На начальных этапах развития при опрыскивании настоями, полынь и смесь оказывают большее стимулирующее действие. Настои крапивы и лопуха практически не оказывают влияния на высоту растений. На более поздних этапах под влиянием настоев полыни и лопуха растения на 15% превосходят контрольную группу, а группа, поливаемая смесью сорняков выше контрольной группы на 39%.

На начальных этапах развития горчицы при поливе настоями крапивы отмечается стимулирующее действие на ее рост, сходное влияние оказывает лопух. Полынь не оказывает особого влияния. Смесь же оказывает угнетающее действие. На более поздних этапах развития настои начинают оказывать угнетающее действие.

Можно говорить о преимуществе внесения удобрения в соотношении 1:20 (5% раствор) с помощью опрыскивания. А также, можно отметить наиболее стимулирующее действие у настоя смеси сорных трав.

Микробиологическая оценка основных показателей настоев показала, что общее микробное число ОМЧ находится в пределах  $10 \cdot 10^7$ . Преобладает *E. coli*. Полностью отсутствует грибковое заражение, такое как дрожжи и плесневые грибы. Вероятнее всего, некоторые вещества экстрактов растений ингибируют развитие грибкового заражения, что положительно сказывается на развитии самих растений.

Выводы:

1. Наиболее сильный положительный аллелопатический эффект на набухаемость, энергию прорастания и вегетативное развитие оказывает настой смеси сорных растений.
2. Наиболее эффективной концентрацией настоя смеси сорных растений является 5% раствор (разбавление 1:20).
3. Тестовая культура, горчица белая, обработанная настоем смеси сорных трав с концентрацией 5% имела набухаемость на 31,4% больше, чем в контроле. Энергия прорастания на 21,6%, а длина побегов на 39% превосходят контроль.

### Список использованных источников

1. Андреев Н. Г., Андреев Л. Н. Основы агрономии и ботаники. М.: Колос, 2004. 487 с.
2. Байджанов Т. Р. Биохимические изменения в семенах при сушке и хранении // Сельское хозяйство Туркменистана. 1995. № 1. С. 61–70.
3. Безгоднов А. В., Ахметханов В. Ф., Аплаева А. Д. Способ выращивания вики посевной на зерно в бинарных посевах с яровым рапсом и горчицей белой // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 2 (22). С. 73–79.
4. Бекузарова С. А., Буянкин В. И., Дулаев Т. А. Снижение сорной растительности биологическим методом // Тобольск научный – 2017. Материалы XVI Всероссийской научно–практической конференции. 2017. С. 19–21.
5. Блукет Н. А., Емцев В. Т. Ботаника с основами физиологии растений и микробиологии. М.: Колос, 2004. 560 с.
6. Боме Н. А., Королев К. П., Петрова А. А. Современные технологии изучения и сохранения генетических ресурсов: учеб. пособие. Тюмень: ТГУ, 2017. 48 с.
7. Бублик Б. А. Меланжевый огород. Киев: Клуб Органического Земледелия, 2009. 100 с.
8. Бухаров А. Ф., Балеев Д. Н. Имитация покоя семян горчицы (*Brassica juncea*) с помощью аллелопатического фактора и влияние температуры на выход из этого состояния // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 6. С. 35–37.
9. Велкова Н. И., Наумкин В. П. Горчица белая – медоносная культура. Орел. 2015. 184 с.
10. Велкова Н. И., Наумкин В. П. Использование горчицы белой и продуктов ее переработки в питании, медицине и косметике. Орел. 2014. 154 с.
11. Власенко Н. Г. Основные методологические принципы формирования современных систем защиты растений // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 4. С. 25–29.

12. Глубшева Т. Н., Воробьева О. В. Аллелопатическое влияние настоя некоторых сорных растений на набухаемость семян горчицы // Вестник научных конференций. 2016. № 3–5 (7). С. 22–25.

13. Глубшева Т. Н., Ткаченко И. К. Аллелопатическое влияние настоя бархатцев на набухание семян горчицы // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2011. С. 352–354.

14. Горлов С. Л., Трубина В. С. Реализация потенциальной семенной продуктивности завязи горчицы сарептской (*Brassica juncea L.*) При свободном цветении и самоопылении // Масличные культуры. Научно–технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2011. № 1 (146–147). С. 52–54.

15. Горлов С. Л., Трубина В. С. Эффективность самоопыления в селекции озимой горчицы сарептской (*Brassica juncea L.*) // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2009. № 1 (140). С. 124–127.

16. Гринин А. Л., Коршунов И. А., Холодова В. П., Кузнецов В. В. Сравнительный анализ физиологических механизмов солеустойчивости различных сортов горчицы // Вестник РУДН, серия Агротомия и животноводство. 2010. № 1. С. 27–38.

17. Гродзинский А. М. Аллелопатия растений и почвоутомление: Избранные труды К.: Наук. думка, 1991. 432 с.

18. Губанов И. А. Луговые травянистые растения. Биология и охрана. Справочник. М.: Агропромиздат, 1990. 183 с.

19. Гудзь В. П., Иванюк Н. Ф., Карпенко Е. Ю. Аллелопатия в агроценозе культурных растений и сорняков // Роль науки в развитии АПК Сборник материалов научно–практической конференции агрономического факультета Пензенской ГСХА. 2005. С. 31–39.

20. Давлетбердина И. Б., Арслангазина С. А., Абдуллин И. Н. Аллелопатическое влияние семян высших растений друг на друга // Наука: прошлое,

настоящее, будущее. Международная научно-практическая конференция. 2015. С. 22–24.

21. Демина О. С., Ларикова Ю. С., Кондратьев М. Н. Эффект корневых выделений культурных растений на рост сорных видов // Природа. 2018. № 1. С. 59–64.

22. Дорошенко Т. Н., Захарчук Н. В., Рязанова Л. Г. Адаптивный потенциал плодовых растений юга России Монография. Краснодар. 2010. 131 с.

23. Еленевский А. Г. Растения Белгородский области (конспект флоры). Москва. 2004. 120 с.

24. Еленевский А. Г., Соловьева М. П. Ботаника, систематика высших, или наземных, растений. 3-е изд. Москва: Академия, 2004. 432 с.

25. Жуйков А. Г. Зависимость базисных посевных кондиций разных видов горчицы от условий и режимов складского хранения в условиях юга украины // Международное научное издание Современные фундаментальные и прикладные исследования. 2014. № 1 (12). С. 9–13.

26. Жуйков А. Г. Приемы повышения качества комбайновой уборки горчицы // Научная жизнь. 2014. № 4. С. 28–33.

27. Замятина Н. Г. Горчица бывает разной // Наука и жизнь. 2003. № 10. С. 100–103.

28. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений. Казань: КГУ, 1989. 147с.

29. Иванцова Е. А. Вредители горчицы сарептской // Зерно. 2012. С. 115–120.

30. Карпин В. И., Переправо Н. И. Методика определения силы роста семян кормовых культур. М.: Изд-во РГАУ – МСХА. 2012. 16 с.

31. Карпова Л. В., Кошеляев В. В. Семеноводство полевых культур: учебное пособие. Пенза: РИО ПГАУ. 2017. 277 с.

32. Карпова Л. В., Кошеляев В. В. Семеноводство: учебное пособие. Пенза: РИО ПГСХА. 2015. 294 с.

33. Корнилов И. И. Зависимость продуктивности товарных семян горчицы сарептской от их физико-технологических свойств // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2007. № 3. С. 11–13.
34. Коровкин О. А. Ботаника: учебник. М.: КНОРУС. 2016. 434 с.
35. Культиасов И. М. Экология растений. М.: МГУ, 2007. 380 с.
36. Кушнир А. С., Шатрыкин А. А. Особенности технологии возделывания горчицы сизой на семена // Научно–агрономический журнал. 2013. Т. 1. № 1–1 (92). С. 27–29.
37. Лукашевич Н. П. Основы ботаники, агрономии и кормопроизводства. Практикум: учебное пособие. Минск: ИВЦ Минфина, 2010. 432 с.
38. Лукомец В. М., Зеленцов С. В., Кривошлыков К. М. Перспективы и Резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации // Масличные культуры. Научно–технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015. Вып. 4 (164). С. 81–102.
39. Медведев Г. А., Михальков Д. Е., Екатериничева Н. Г. Горчица. Монография. Волгоград: Волгоградский ГАУ. 2012. 152 с.
40. Мосова, В. В., Улитина М. В. влияние водных вытяжек из сорных растений на прорастание семян // Молодежная наука 2016: технологии, инновации. Материалы Всероссийской научно–практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова. 2016. С. 68–70.
41. Мякиньюков А. Г. особенности химического состава семян и масла горчицы сарептской [оценка сортов] // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. 2004. № 2. С. 731.
42. Наумкин В. П., Велкова Н. И. Возделывание горчицы белой (*Sinapis alba* L.) в условиях ЦЧР. Монография. Орел: ОрелГАУ. 2009. 308 с.
43. Николаева М. Г. Справочник по проращиванию покоящихся семян / под ред. М. Г. Николаевой, М. В. Разумовой, В. Н. Гладковой. Л.: Наука, 1985. 348 с.

44. Оразова Э. А. Аллелопатия и ее значение // Инновационные технологии научного развития (сборник статей международной научно-практической конференции): в 5 частях. 2017. С. 31–33.
45. Осик Н. С., Шведов И. В., Шишков Г. З. Особенности химического состава семян и масла горчицы сарептской // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2000. № 4. С. 20–23.
46. Панасюга А. П., Саскевич П. А., Кажарский В. Р. Влияние морфорегуляторов на продуктивность горчицы белой // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 1. С. 33–37.
47. Панова М. Б. Влияние регуляторов роста на рост, развитие, плодоношение и качество урожая пшеницы. М. 2007. С.176.
48. Прозоркина Н.В., Рубашкина Л.А. Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии. Ростов-на-Дону: "Феникс". 2002. – С. 135.
49. Проценко Е. П., Неведров Н. П. Способность к фитоэкстракции цинка горчицей сарептской *Brassica juncea L.* при разных уровнях загрязнения черноземной и серой лесной почвы // Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета. 2013. № 1 (25).
50. Работнов Т. А. Фитоценология 3–е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ. 1992. 352 с.
51. Рогачева С. М., Каменец А. Ф., Шилова Н. А. Влияние растворимых соединений марганца на высшие растения и оценка фитоэкстракционной способности растений // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 18. № 5 (3). 2016. С. 484–488.
52. Рудник-Иващенко О. И., Михальская Л. Н., Швартау В. В. Особенности накопления неорганических элементов в семенах горчицы белой (*Sinapis alba L.*) и горчицы черной (*Brassica nigra L.*) // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2016. № 4. С. 71–75.
53. Русакова Г. Г., Демьянов А. В. и др. Новая технология переработки семян горчицы Волгоград: Волгоградский ГАУ. 2015. 124 с.

54. Свиркова С. В., Балаганский П. В. Влияние техногенных растворов на рост и развитие растений // Вестник Кемеровского государственного университета. 2015. № 1 (61). Т. 4. С. 32–37.

55. Стаценко А. П. Аллелопатия и урожайность сельскохозяйственных культур // проблемы села сегодня и завтра. Сборник материалов научно-практической конференции. Пензенская государственная сельскохозяйственная академия; Приволжский Дом знаний. 1996. С. 63–64.

56. Струков Г. И., Лебедев В. Н. Морфофизиологические особенности процессов прорастания горчицы и редьки при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями // Герценовские чтения. Материалы межвузовской конференции молодых ученых. Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, факультет биологии. 2017. С. 32–33.

57. Трегубов О. Д., Тайсаев Т. Т. Введение в геохимию аллелопатии на примере тундровых фитоценозов Вестник САФУ Вестник САФУ // Серия: Естественные науки. 2012. С. 28–40.

58. Трубина В. С., Горлов С. Л. Результаты селекционной работы по горчице и рыжику во ВНИИМК // Повышение эффективности селекции, семеноводства и технологии возделывания рапса и других масличных капустных культур сборник научных докладов на международном координационном совещании по рапсу. 2016. С. 29–36.

59. Трубина В. С., Горлов С. Л., Сердюк О. А., Шипиевская Е. Ю. Экологическое испытание сортов горчицы сарептской в различных агроклиматических условиях // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых. Ответственный за выпуск: А.Г. Кощаев. 2016. С. 708–709.

60. Тутаюк В. Х. Анатомия и морфология растений. Москва: Высш. шк. 2006. 317 с.

61. Улитина М. В., Черкашин А. Г. Влияние культурных и сорных растений в агрофитоценозах // Молодежная наука 2017: технологии и инновации Материалы Всероссийской научно-практической конференции. ФГБОУ ВО

«Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова». 2017. С. 78–81.

62. Цандекова О. Л., Уфимцев В. И. Аллелопатическое влияние *Acer negundo L.* на ферментативную активность почвы в естественных растительных сообществах // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (161). С. 56–61.

63. Чуянова Г. И., Колосова С. В. Влияние экстрактов растений на рост и развитие сельскохозяйственных культур // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий Сборник II Всероссийской (национальной) научной конференции. Новосибирский государственный аграрный университет. 2017. С. 156–161.

64. Шамсутдинов З. Ш., Шамсутдинова Э. З., Нидюлин В. Н. и др. Методические рекомендации по оценке адаптивного потенциала аридных кормовых / Угрешская Типография. 2018. 20 с.

65. Ямбакова М., Долгирева С., Суворова Т. Аллелопатия и почвоутомление // Студенческая наука и XXI век. 2008. № 5. С. 7–11.