

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт медицины, экологии и физической культуры
Экологический факультет
Кафедра биологии, экологии и природопользования

КУРСОВАЯ РАБОТА
по дисциплине:
«Современные методы биологического исследования»
на тему:
**«ВЛИЯНИЕ ФИТОНЦИДОВ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ
НА РАЗВИТИЕ ПЛЕСНЕВЫХ ГРИБОВ»**

Студентка
Филиппова А.С.
2 курс, направление подготовки
06.04.01 - Биология
(уровень магистратуры)

 05.12.2017
(подпись, дата)

отлично
(оценка)

Научный руководитель,
д.б.н., профессор кафедры
БЭиПП Саенко Ю.В.


(подпись, дата)
25.12.17

Ульяновск, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Обзор литературы	6
1.1. Интерес к изучению влияния фитонцидов на плесневые грибы сегодня...	6
1.2. Краткая история открытия фитонцидов	8
1.3 Классификация фитонцидов.....	9
1.4 Химическое строение фитонцидов.....	11
1.5 Основные грибы-возбудители сельскохозяйственных заболеваний, чувствительные к действию фитонцидов	14
1.6 Механизм воздействия фитонцидов	17
2 Материалы и методы исследования.....	18
2.1 Материал исследования	18
2.2 Методы исследования	18
3 Результаты и их обсуждение.....	19
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	23
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	25

ВВЕДЕНИЕ

Фитонциды (от греч. *phytón* — растение и лат. *caedo* — убиваю) — образуемые растениями биологически активные вещества, убивающие или подавляющие рост и развитие бактерий, микроскопических грибов, простейших [22, с. 5-21].

Фитонцидами называют все секретируемые растениями фракции летучих веществ, в том числе те, которые практически невозможно собрать в заметных количествах. Эти фитонциды называют также «нативными антимикробными веществами растений». Химическая природа фитонцидов не существенна для их функции, это может быть комплекс соединений — гликозидов, терпеноидов, дубящих веществ и др., т. н. вторичных метаболитов.

Защитная роль фитонцидов проявляется не только в уничтожении микроорганизмов, но и в подавлении их размножения, в отрицательном хемотаксисе подвижных форм микроорганизмов, в стимулировании жизнедеятельности микроорганизмов, являющихся антагонистами патогенных форм для данного растения, в отпугивании насекомых и т. п. [22, с. 5-21]

Используемые для профилактики и лечения человека и животных химиотерапевтические препараты и антибиотики часто создают в организме кислую среду, которая способствует не только сохранению активности спор, но и их развитию. В литературных источниках приводятся сведения об усилении токсического действия при одновременном поступлении в организм нескольких микотоксинов, причём токсический эффект достигается при наличии искомого микотоксина в дозах, незначительно превышающих ПДК каждого из них [26, с. 320].

Наиболее опасными продуцентами микотоксинов считаются плесневые грибы рода *Aspergillus* – афлатоксины (Bi, B2, Gi, G2) *Fusarium* (T-2 токсин,

зеараленон, vomitоксин), *Penicillium* (патулин, охратоксин) и многие другие [26, с. 320]. Например, в пыльце кукурузы, загрязненной токсическими штаммами грибов из родов *Fusarium* и *Aspergillus*, споры сохранялись в течение нескольких лет [19, с. 216].

Микроскопические грибы, как и высшие растения, способны выделять в процессе метаболизма летучие вещества, влияющие на формирование фитоценозов. Растения, как биологические системы, чувствительны к метаболитам некоторых микроскопических грибов. Установлено, что даже в небольших концентрациях афлатоксина, образуемые *Aspergillus flavus* Link. и *A. parasiticus* Speare, нарушают синтез хлорофилла, а в высоких подавляют прорастание семян и рост растений [26, с. 77-80, с. 320]. Действие летучих веществ микромицетов обнаружили Норстедт и Мак-Калла, изучив группу из 91 вида. У 14 видов на 50% и более выявлена способность снижения всхожести семян кукурузы, смоченных картофельным сусло-агаром, в котором выращивали *Penicillium urticae* Bainier [16, с. 383]. При этом выделяли токсин патулин, задерживающий рост кукурузы даже в почвенной культуре [8, с. 426-432]. Гриб *Helminthosporium sativum* Pammel, C.M. King. выделяет в среду токсин, способствующий слабому развитию всходов нескольких видов цветковых растений [35, р. 291–303].

Цель работы — на основе литературных источников изучить фитонцидов высших растений на плесневые грибы.

Задачи:

1) На основе литературных источников выявить спектр плесневых грибов-возбудителей сельскохозяйственных заболеваний, подверженных влиянию фитонцидов.

2) На основе литературных данных установить механизм влияния фитонцидов на развитие плесневых грибов.

3) Определить влияние фитонцидов чеснока на развитие плесневых грибов.

1 Обзор литературы

1.1. Интерес к изучению влияния фитонцидов на плесневые грибы сегодня

В настоящее время в большинстве случаев антропогенная эволюция как форма адаптации диких видов приводит либо к вымиранию (нетолерантных видов), либо к существенным (вероятно, адаптивным) изменениям фенотипического состава популяции, обусловленным внутривидовым разнообразием [20, с. 579-589, 27, с. 77-80; 29, с. 181-191; 30, с. 279]. Известно, что современные мегаполисы представляют особые экосистемы, отличающиеся от природных, зональных биоценозов по климатическим, физико-химическим свойствам почв и атмосферы, структуре сообществ животных, растений, микроорганизмов, наличию большого числа сооружений из созданных человеком материалов, и способствуют сильному загрязнению внешней среды. В городах более теплый климат, а почвы по сравнению с фоновыми, особенно в северных и умеренных широтах, обогащенные органическим веществом, имеют более благоприятный температурный режим и нейтральную или слабощелочную среду.

В городах северных и умеренных широт возникают благоприятные условия для развития потенциально патогенных грибов. Их сравнительно высокая концентрация отмечается особенно в придорожных зонах как по числу видов, так и по их обилию [11, с. 4]. Вдоль магистралей в разные сезоны года и в разных средах (почва, воздух, снеговой покров) наблюдается множество грибов, имеющих в клеточной стенке темные пигменты (меланины). Известно, что темноокрашенные грибы устойчивы ко многим антропогенным воздействиям и известны как потенциальные патогены и аллергены.

Исследования сообществ микроскопических грибов на поверхности растений подтвердило, что их накопление связано с влиянием автотранспорта. Темноокрашенных плесеней становится больше, чем больше транспортная нагрузка [10, с. 189-196]. Появляются сообщения, что в городских почвах, в отличие от природных, грибы часто не формируют мицелий, а сохраняются в виде спор, накапливаются в приземных слоях и переносятся сами или с частицами пыли [12, с. 119-124].

Кроме того, некоторые виды металлов являются стимуляторами синтеза токсинов микромицетами. Цинк в концентрациях около 10 мкг/мл является эссенциальным элементом для синтеза афлатоксинов *Aspergillus parasiticus*. Синтез охратоксина А культурой *A. ochraceus* на ячмене усиливается в 9 раз при обогащении зерна цинком. В то же время молибден, ванадий, железо, медь, серебро, кадмий, ртуть и марганец при добавлении их в среду даже в низких концентрациях (до 25 мкг/мл) подавляли токсинообразование, а никель, кобальт и свинец существенно не влияли [26, с. 77-80, с. 320].

1.2. Краткая история открытия фитонцидов

Почти 90 лет назад Борис Петрович Токин обнаружил «удивительное явление» воздействия на расстоянии поврежденных растений на микроорганизмы. Так возникла проблема, разработка которой привела к созданию биологического учения о фитонцидах. Первые исследования проводились в лаборатории Московского зоопарка под руководством М.М. Завадовского, а уже в 1930 Токин сделал сообщение на VI съезде зоологов, анатомов и гистологов в Киеве (6-10 мая), в сентябре того же года — на II Международном конгрессе цитологов в Амстердаме, Голландия. В печати на русском языке впервые появились в 1931 году в сборнике «Труды лаборатории Московского зоопарка» [32, с 143-147].

Дальнейшие опыты показали, что летучие фракции — лишь первая линия химической обороны растения, а вторая, более мощная — тканевые соки. Так, смешивание тканевого сока лука, чеснока или хрена с суспензией бактерий вызывало быструю, нередко мгновенную гибель последних [25, с. 7].

В разные периоды вегетации растений их фитонциды различаются по количественному составу, от которого зависит эффективность их действия на другие организмы [4, с. 107-111; 16, с. 383]. Так, летом летучие выделения хвои ели убивают инфузорий в течение 5-7 минут, а в ноябре — через 1,5-2 часа. Листья черемухи, сорванные днём, оказывают более сильное фунгицидное действие, чем сорванные ночью, но летучие выделения «ночных» оказались токсичнее для дизентерийной палочки Шига, чем выделения «дневных» [1, с. 113-118]. В этом отношении интересны сведения о влиянии состава микроэлементов почв на фитонцидную активность растений. Установлено, что в процессе фотосинтеза с участием металлов синтезируются не только углеводы и белки, но и газообразные продукты с высокой степенью восстановленности,

которые входят в состав фитонцидов [2, с. 250; 3, с. 63-67].

В фитонцидообразовании участвуют не только вегетативные органы растений: корни, корневища, луковицы, листья и стебли, но и генеративные органы – цветки и плоды [5, с. 120-121]. У многих видов растений лишь отдельные части цветка обладают фитонцидной активностью, сила которой зависит от видовой принадлежности растений и возраста цветка [6, с. 120-123]. Чаще всего эта роль принадлежит нектарникам – секреторным органам цветка, проявляющим высокую протистоцидность и бактерицидность. Ширина зоны угнетения бактерий или полного подавления их роста вокруг бумажного диска, смоченного нектаром *Rhinantlus grista galli*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Polemonium coeruleum*, *Scutellaria galericulata*, достигала 1-2 мм. Химический состав фитонцидов зависит от фазы развития цветка и его органов. Существует связь между процессом формирования цветков и состоянием газового режима, которая оказывает влияние непосредственно на состав эпифитной микрофлоры [17, с. 20; 18, с. 93].

1.3 Классификация фитонцидов

Классификация фитонцидов предпринималась многими исследователями, например Бениньи основывался на происхождении антибиотических веществ (фитонциды явнобрачных растений, тайнобрачных растений, лишайников, мхов и т. д.) [32, с. 143-147], однако эта классификация не имеет какого либо теоретического или практического значения. Рассмотрим классификацию, предложенную Б.П.Токиным (предложенную в таблице 1).

Таблица 1 — Классификация фитонцидов по Б. П. Токину

Бактерицидные, фунгицидные и протистоцидные фитонциды	Фитонциды, токсичные для насекомых, клещей и других макроорганизмов	Фитонциды, стимулирующие или тормозящие прорастание пыльцы, рост и развитие других растений
1) Воздушные фитонциды (летучие фракции фитонцидов)	1) Воздушные фитонциды (летучие фракции фитонцидов)	1) Воздушные фитонциды (летучие фракции фитонцидов)
2) Почвенные фитонциды (жидкости и летучие фракции, продуцируемые подземными частями растений)	2) Почвенные фитонциды (жидкости и летучие фракции, продуцируемые подземными частями растений)	2) Почвенные фитонциды (жидкости и летучие фракции, продуцируемые подземными частями растений)
Водные фитонциды (продуцируемые водными растениями)	Водные фитонциды (продуцируемые водными растениями)	Водные фитонциды (продуцируемые водными растениями)
Неэкстракторные фитонциды:	Экскреторные фитонциды:	
1) Нативно-активные	1) Летучие фракции	
2) Внеклеточные	2) Жидкости	

Однако в современной науке укоренилось название «фитонцидов» для высших растений и «антибиотиков» для бактерий и грибов, хотя правильной было бы называть естественные биологически активные вещества фитонцидами, а получаемые из них препараты — антибиотиками [22, с. 5-21].

1.4 Химическое строение фитонцидов

Фитонциды — это продукт очень сложного комплекса химических соединений. Известно, что полученные из растений вещества, обладающие антимикробными и иными биологическими свойствами, по химическому составу могут совпадать, но чаще не совпадают с нативными фитонцидами, т. к. являются лишь компонентами фитонцидного комплекса. Всякий фитонцид обладает антибиотическими свойствами, но не всякий антибиотик (препарат из фитонцидов низших и высших растений) идентичен фитонциду данного растения. Это объясняется тем, что при получении антибиотика извлекаются лишь отдельные компоненты комплекса химических веществ, а также тем, что в процессе обработки растения компоненты его фитонцидного комплекса могут изменяться [25, с. 28].

Различают летучие фракции фитонцидов, выделяемые надземными частями растений в атмосферу, подземными частями — в почву, а водными растениями — в воду. В протоплазме имеются неэкскреторные, практические нелетучие фитонциды, которые удаётся извлечь из живых или умерщвлённых клеток растений [24, с. 5-21].

С химической точки зрения, летучие фракции фитонцидов представляют собой комплекс легко испаряющихся и газообразных соединений. Среди них встречаются неорганические соединения типа синильной кислоты, аммиака. В составе летучих фитонцидов обнаружены низкомолекулярные предельные (метан, этан, пропан, бутан) и непредельные (этилен, пропилен, изобутилен, бутилен) углеводороды, летучие алифатические альдегиды, низкомолекулярные жирные кислоты и их эфиры, серосодержащие алифатические соединения, полиацетатные вещества, низкомолекулярные спирты (метанол, этанол и др.), терпеноиды, смолы и эфирные масла [13, с. 50].

Из семян подорожника, повсеместно произрастающего в Сибири, изолирован фенольный гликозид, который соответствует по своей структуре известному соединению, называемому вербаскозидом, впервые выделенным из корней *Leucoseptrum japonicum* и листьев тайландского дерева *Barnetti acerri*. Изучение биологической активности гликозида показало, что вербаскозид обладает фунгистатическим действием по отношению к фитопатогенным грибам *Fusarium culmorum* (W.G.Srn.) Sacc., *Bipolaris sorokiniana* Sacc. и *Botrytis cinerea* Pers.. При этом низкие концентрации этого соединения вызывают у грибов морфологические изменения [15, с. 52-56]. Помимо непосредственного влияния вербаскозида на развитие микромицетов обнаружена его способность защищать проростки ячменя от грибной инфекции, что проявляется в снижении поражаемости корней грибом *Bipolaris sorokiniana*, а также в уменьшении интенсивности споруляции фитопатогена.

Таким образом, химия фитонцидов очень разнообразна, и этим объясняется специфичность действия разных видов растений на различные виды микроорганизмов. Механизм действия летучих фракций фитонцидов заключается в том, что они вызывают разнообразные изменения микробной клетки: подавляют дыхание, растворяют и разрушают поверхностные слои и составные части протоплазмы (ферменты и др.), что приводит к последующим нарушениям внутриклеточного метаболизма и гибели бактерии. Маленькие дозы способны только снижать проницаемость мембран, уменьшая, тем самым, интенсивность внутриклеточных обменных процессов и активность аэробного дыхания микробов [9, с. 162-163]. Фитонциды не позволяют микроорганизмам создать собственные механизмы защиты [23, с. 8-15].

Allium sativum L. — многолетнее травянистое растение; вид рода *Allium* семейства Amaryllidaceae подсемейства Alliioideae. Содержит в себе аллиин — производный сульфоксид от аминокислоты цистеина [14, с. 20-21]. При нарушении целостности клеточной стенки чеснока фермент аллииназа взаимодействует с аллином, образуя аллицин. Схема процесса дана на рисунке 1.



Рисунок 1 - Схема процесса перехода цистеина в аллиин и аллиина в аллицин под действием фермента аллииназы.

Аллицин гидрофобная липофильная молекула, обладающая множеством биологических активностей и легко проходящая через клеточные мембраны. Аллицин влияет на множество биологических процессов, в частности в достаточной дозе он оказывает цитотоксическое действие, приводя к клеточной смерти. В основе механизма действия аллицина лежит его способность взаимодействовать с тиоловыми группами белков, изменяя метаболические процессы в клетках. Генерация аллицина имеет биологическую целесообразность, являясь примитивным защитным механизмом растения (чеснока, лука и др. представителей семейства *Allium*) от микроорганизмов почвы: бактерий, грибов, червей и т.д. Более высокая эффективность аллицина по отношению к микроорганизмам объясняется наличием у теплокровных больших количеств глутатиона, нейтрализующего аллицин. Аллицин является прародителем большинства активных серосодержащих веществ чеснока и, таким образом, основное биологическое и фармакологическое действие чеснока начинается с образования аллицина [33, р. 2286-2287].

Основное свойство аллицина – антибиотическое, т.е. он является природным антибиотиком и активен в отношении очень широкого спектра бактерий, вирусов и грибов. В достаточной концентрации аллицин оказывает цитотоксическое действие на клетки патогенов, легко проходя клеточные

мембраны и, взаимодействуя с тиоловыми группами белков, изменяет метаболические процессы в клетках. Это действие обуславливает так же противораковую активность аллицина.

Основной недостаток аллицина – его короткое время жизни; попав в кровоток он исчезает в течение нескольких минут, однако это говорит о безвредности соединения для человека, сельскохозяйственных животных и растений. Аллицин применяют в сельском хозяйстве, в качестве кормовой добавки для увеличения аппетита и увеличения привеса животных, как заменитель антибиотиков, в качестве фунгицида и инсектицида растениеводстве [34, р. 1731-1737].

1.5 Основные грибы-возбудители сельскохозяйственных заболеваний, чувствительные к действию фитонцидов

Наиболее часто встречающиеся в европейской части России виды грибов возбудителей сельскохозяйственных заболеваний [31, с. 10-11]:

Род *Alternaria* (Альтернария)

Альтернрии – эпифиты, развивающиеся на растениях, широко представлены в природе, способные к сапротрофному образу жизни и хорошо сохраняющиеся в поверхностном слое почв в виде конидиеспор. Резервуаром альтернаний являются отмирающие растения и растительные остатки

Род *Botrytis* (Ботритис)

Ботритис это род анаморфотных грибов. Ботритис (также известный как серая гниль) принадлежит к группе гифомицетов и насчитывает около 30 различных видов. Это паразитическое растение, также может быть сапрофитом на сельскохозяйственных и лесных деревьях. Плесень выглядит как крепкие, темные, ветвящиеся кондиофору, несущие грозди бледных конидий (серый цвет в массе) на зубчиках из верхушечной ампул. Гриб часто встречается в жилище, растет на комнатных растениях.

Род *Fusarium* (Фузарий)

Грибы рода *Fusarium* широко распространены в природе. Фузарии сохраняются в почве, на растительных остатках, частично в самих растениях в виде мицелия, хламидоспор или в виде перитеций (при наличии сумчатой стадии). Конидии фузарий могут переноситься водой, насекомыми и по воздуху (ветром) [21, с. 395-398]. Сочетание необходимой температуры и влажности обуславливает массовое развитие этих микромицетов. На проталинах и сразу же после схода снега можно наблюдать на почве крупные беловато-розовые колонии фузариев, которые быстро начинают плодоносить и при появлении молодой травы начинают своё активное развитие на растениях [6, с. 120-121].

Род *Penicillium* (Пеницилл)

Пенициллы по праву занимают первое место по распространению среди гифомицетов. Естественный резервуар их — почва, причем они, будучи в большинстве видов космополитами, в отличие от аспергиллов, приурочены больше к почвам северных широт.

Как и аспергиллы, они наиболее часто обнаруживаются в виде плесневых налетов, состоящих в основном из конидиеносцев с конидиями, на самых разных субстратах, главным образом растительного происхождения. Представители этого рода были обнаружены одновременно с аспергиллами

благодаря их в общем сходной экологии, широкому распространению и морфологическому сходству.

Мицелий пенициллов в общих чертах не отличается от мицелия аспергиллов. Он бесцветный, многоклетный, ветвящийся. Основное различие между этими двумя близкими родами заключается в строении конидиального аппарата. У пенициллов он более разнообразен и представляет собой в верхней части кисточку различной степени сложности (отсюда его синоним «кистевик»). На основе строения кисточки и некоторых других признаков (морфологических и культуральных) в пределах рода установлены секции, подсекции и серии.

Род *Pitium* (Питиум)

Питиевые грибы занимают промежуточное положение между водными сапрофитами из семейства сапролегниевых и высокоспециализированными паразитами высших наземных растений из семейства пероноспоровых. Это семейство очень важно для понимания хода эволюции у грибов. На его примере можно наблюдать, каким образом грибы расстались с водной средой и перешли к наземному образу жизни. Поэтому рассмотрение функциональной морфологии этих грибов, их физиологии и экологии представляет большой интерес.

Будучи переходным, это семейство, включающее всего несколько родов, необычайно широко распространено

1.6 Механизм воздействия фитонцидов

По словам первого советского исследователя фитонцидов Б.П.Токина

«Ядовито ли данное вещество или безвредно для той или иной бактерии, протозоа, грибка или иных организмов, зависит от того, вступает ли в какие-либо реакции это вещество с веществами организма, затрагивают ли эти реакции жизненно важные органы и отправления, например дыхание [25, с. 28]».

Механизм действия летучих фитонцидов заключается в том, что они вызывают разнообразные изменения микробной клетки: подавляют дыхание, растворяют и разрушают поверхностные слои и составные части протоплазмы (ферменты и др.). Фитонциды не позволяют микроорганизмам создавать собственные механизмы защиты. Существенно, что при этом генетический аппарат микроорганизмов не изменяется, то есть фитонциды не обладают мутагенными свойствами. Следовательно, широкое использование растительных выделений не способствует селекции видоизмененных, устойчивых форм бактерий. Способность летучих биологически активных веществ растений убивать и подавлять рост и развитие микроорганизмов воздуха, обусловлена химическим составом этих веществ. От него зависит во многом специфичность действия определенных видов растений на различные микроорганизмы. Наряду с растениями, летучие выделения которых обладают выраженными фитонцидными свойствами, имеются растения, летучие выделения которых оказывают лечебный эффект на организм человека, как например мирт обыкновенный, кофейное дерево, лимон и другие цитрусовые [25, с. 28].

2 Материалы и методы исследования

2.1 Материал исследования

Для практического исследования были отобраны сорта чеснока с различным содержанием фитонцидного вещества аллинина в различных частях растения (зубчиках, стеблях, бульбочках).

2.2 Методы исследования

Изучение влияния фитонцидов чеснока на развитие плесневого гриба проводили путем посева культуры гриба на агаризованную среду Чапека. Определение агрессивности изолятов *Fusarium* spp. проводили путем измерения скорости линейного роста инфекционного пятна.

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли на ПК, используя пакет прикладных программ Open Office.

3 Результаты и их обсуждение

Видовой состав микрофлоры непостоянен, он подвержен изменениям в связи с естественной миграцией патогенов и хозяйственной деятельностью человека. В патогенезе чеснока в исследовании участвовали возбудители смешанных гнилей - это *Fusarium spp.*, *Alternaria tenuissima*, *Penicillium spp.*, *Botrytis cepa* и *Pitium spp.*. Однако основу патогенного комплекса везде составляют *Fusarium spp.*, а *Alternaria tenuissima* и возбудители голубой плесени - *Penicillium spp.* Таким образом, стало известно, что фузариоз на сегодняшний день - наиболее распространенное и вредоносное заболевание чеснока озимого.

Результаты исследований (представленные в таблице 2) показали, что зубки, стебель и бульбочки поражаются целым комплексом возбудителей: *Fusarium spp.*, *Alternaria tenuissima*, *Botrytis cepa* и *Penicillium spp.*

Таблица 2 — Сравнительная оценка поражённости растений
чеснока озимого.

№ обра зца	Зубки				Стебель				Бульбочки			
	Fursa rium	Alte mari a	Botr ytis	Penic illiu m	Fursa rium	Alte mari a	Botr ytis	Penic illiu m	Fursa rium	Alte mari a	Botr ytis	Penic illiu m
1	+++		+	+	+++				+		++	
2	+++	+			++	+			++		++	
3	+++				+++				++	+	++	
4	+++				++				+		++	
5	+++				+++	++					+++	
6	+++			+	+++						++	+
7	+++			+	+++	++					++	
8	++	+	+	+	++	+			++		+	+
9	+++				+++	+			+		+++	
10	+++				+++	+				+	++	+

Примечание: степень поражения:

+++ - сильное

++ - среднее

+ - слабое.

Анализ образцов показал, что *Fusarium* spp. в большей степени поражает зубки и стебли, в меньшей - бульбочки. Для последних было характерно в основном наличие такого заболевания как *Botrytis*, которое практически не встречалось на зубках и стеблях исследуемых растений. Кроме серой гнили на бульбочках были также зафиксированы *Fusarium*, *Alternaria* и *Penicillium*.

Таким образом, можем сказать, что на растениях чеснока в большей степени распространен фузариоз. Это объясняется тем, что данные грибы чрезвычайно пластичны. Обладая изменчивостью и высокой адаптивностью, грибы рода *Fusarium* трудноискоренимы, несмотря на применение химических средств борьбы с ними.

Известно, что значительная часть биологической активности чеснока связана с содержанием в зубках аллицина, который образуется при повреждении тканей зубка. В результате наших исследований было установлено, что существует прямая положительная корреляция ($r=+0,89$) между степенью поражения сортообразца чеснока озимого и уровнем содержания аллицина в нем. Чем больше была концентрация аллицина, тем выше устойчивость образца. Так, при помещении в лунку на среде Чапека в чашки Петри кашицы чеснока первого сорта, с высоким содержанием аллицина образовывал стерильную зону (результаты в таблице 3).

Грибы рода *Fusarium*, выделенные с моркови, фасоли и огурца, не росли в этой чашке, и только фузариум с чеснока образовывал колонии гриба, но диаметром не более 20 мм, дальнейшему разрастанию мицелия препятствовала образовавшаяся стерильная зона.

Сорта с более низким содержанием аллицина (сорта 3, 4, 5) не образовывали стерильной зоны, вследствие чего в чашке росли все грибы рода *Fusarium*, посеянные на среду.

Таблица 3 — Влияние содержания аланина в образцах чеснока озимого на устойчивость к фузариозу.

Вариант опыта	Содержание аллицина, %	Диаметр стерильной зоны, мм	Диаметр колоний возбудителя <i>F. oxisporum</i> , мм
Контроль — среда Чапека	—	Отсутствует	Колонии гриба по всей поверхности чашки
Сорт 1	2,23±0,25	8,2±0,21	18±0,01
Сорт 2	2,04±0,02	3,5±0,02	28±0,09
Сорт 3	1,96±0,02	Отсутствует	75±0,21
Сорт 4	1,88±0,11	Отсутствует	70±0,25
Сорт 4	1,82±0,01	Отсутствует	80±0,31

Таким образом, экспериментальное заражение образцов подтвердило эффективность влияния фитонцидов высшего растения на микромицеты а также обнаружило прямую зависимость устойчивости высшего растения от количества вещества-фитонцида.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе литературных источников был выявлен спектр плесневых грибов-возбудителей сельскохозяйственных заболеваний, подверженных влиянию фитонцидов: *Fusarium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Botrytis*, *Pitium*.

Видовой состав микрофлоры непостоянен, он подвержен изменениям в связи с естественной миграцией патогенов и хозяйственной деятельностью человека. В патогенезе чеснока в исследовании участвовали возбудители смешанных гнилей - это *Fusarium spp.*, *Alternaria tenuissima*, *Penicillium spp.*, *Botrytis cepa* и *Pitium spp.*. Однако основу патогенного комплекса везде составляют *Fusarium spp.*, а *Alternaria tenuissima* и возбудители голубой плесени - *Penicillium spp.* Таким образом, стало известно, что фузариоз на сегодняшний день - наиболее распространенное и вредоносное заболевание чеснока озимого.

На основе литературных данных был установлен механизм влияния фитонцидов на развитие плесневых грибов. Большая часть изученных биологически активных веществ фитонцидов имели природу летучих химических соединений. Проникая сквозь клеточную стенку плесневого гриба эти вещества вызывали остановку важнейших клеточных процессов, таких как клеточное дыхание и органогенез. Эти изменения становились несовместимы с нормальной жизнедеятельностью клетки гриба и вызывали её угнетение, торможение роста и гибель. Таким образом защитная роль фитонцидов проявляется не только в уничтожении микроорганизмов, но и в подавлении их размножения,

Было определено влияние фитонцидов чеснока на развитие плесневых грибов. Активное вещество фитонцида – аллицин – в различных концентрациях оказывал различное угнетающее воздействие на культуру плесени. В малых количествах аллицин тормозил нормальное развитие плесневого гриба. В незначительно больших количествах аллицин не позволял плесневому грибу развиваться, формируя стерильную зону в чашке Петри. Таким образом повышенное содержание аланина усиливает фитонцидные свойства растения, тогда как пониженное содержание аланина ослабляет фитонцидные свойства растения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Борзова, З.А. Отношение фитонцидов к *Phytothra infestans* // Фитонциды: сб. тр. – Томск, 1944. – С. 113–118.
2. Вернадский, В.И. Биохимические очерки (1922-19320).– М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. – С. 250
3. Власюк, П.А. Об избирательном накоплении металлов и фитонцидов в растениях / П.А. Власюк, Г.В. Поруцкий // Фитонциды в народном хозяйстве. – Киев: Наук. думка, 1964. – С. 63–67.
4. Голубинский, И.Н. Фитонцидная активность листьев в зависимости от возраста и местоположения их на растении фитонцидоносителя // Фитонциды в народном хозяйстве. – Киев: Наук. думка, 1964. – С. 107–111.
5. Горленко, С.В. Фитонцидная активность корневых выделений растений // Фитонциды: экспериментальные исследования, вопросы теории и практики. – Киев: Наук. думка, 1975. – С. 120–121
6. Горленко, С.В. Фунгицидные свойства фитонцидов некоторых цветочных растений // Фитонциды, их биологическая роль и значение для медицины в народном хозяйстве. – Киев: Наук. думка, 1967. – С.120–123.
7. Кулешова, Е.С. Выделение антибиотических веществ из разных сортов ячменя и исследование их биологического действия: автореф. дис. ... канд биологических наук. Орёл: Орловский государственный аграрный университет, 2014.
8. Литвинов, М.А. Почвенные дейтеромицеты / М.А. Литвинов, Л.Л. Великанов // Мир растений: в 7 т. – Т.2. Грибы / под ред. М.В. Горленко. – 2-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1991. – С. 426–432.
9. Макаручук Н.М. Фитонцидные свойства композиций летучих веществ

- высших растений / Н.М. Макаrchук, Я.С. Лещинская, А.Ф. Лебеда и др. // V республиканская конференция по проблемам аллелопатии. — Киев, 1982.-С. 162-163.
- 10.Марфенина, О.Е. Микроскопические грибы как показатель техногенного загрязнения почв тяжёлыми металлами // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. — М.: Наука, 1987. — С. 189–196.
- 11.Марфенина, О.Е. Опасные плесени в окружающей среде. — М.: Природа России (национальный портал), 2002. — С. 4.
- 12.Марфенина, О.Е. Особенности комплексов микроскопических грибов урбанизированных территорий / О.Е. Марфенина, Н.М. Каравайко, А.Е. Иванова // Микробиология. — 1996. — Т.65, № 1. — С. 119–124.
- 13.Мецлер Д. Биохимия, тт. 1–3. М., 1980. — С. 50.
- 14.Мухаммед, А.А. Исследование гипополипидемических свойств веществ природного происхождения на основе чеснока, растительных масел и пищевых волокон: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Москва: Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, 2014.
- 15.Никонорова, А.К. Антигрибная активность фенольного гликозида вербаскозида, выделенного из семян подорожника / А.К. Никонорова, Ц.А. Егорова, Т.Г. Галкина, [и др.] // Микология и фитопатология. — 2009, Т. 43, вып.1. — С. 52–56.
- 16.Райс, Э. Аллелопатия пер. с англ. под ред. А.М. Гродзинского. — М.: Мир, 1978. — С. 383.
- 17.Санадзе, Г.А. Выделения растениями летучих органических веществ: Автореф. дис.... канд. биол. наук.— Тбилиси, 1959. — С. 20.
- 18.Санадзе, Г.А. Выделение растениями летучих органических веществ.— Тбилиси: Изд-во АН Груз. ССР.— 1961. — С. 93.
- 19.Саркисов, А.Х. Микотоксикозы (Грибные отравления). — М.: Гос. изд-во Сельскохоз. лит-ры, 1954. — С. 216.

- 20.Северцев, А.С. Внутривидовое разнообразие как причина эволюционной стабильности // Журнал общей биологии. – 1990. – Т. 51, № 5. – С. 579–589.
- 21.Степанова, М.Ю. Род Фузарий (*Fusarium*) // Мир растений: в 7 т. – Т.2. Грибы / под ред. М.В. Горленко.–2-е изд. перераб.– М.: Просвещение, 1991. – С. 395–398.
- 22.Токин, Б.П. О роли фитонцидов в природе // Фитонциды, их роль в природе. – Л.: Изд-во Ленингр.ун-та, 1957. – С. 5 – 21.
- 23.Токин, Б.П. Физико-биохимические основы взаимного влияния растений в фитоценозе. // М.: Наука, 1966. - С. 8-15.
- 24.Токин, Б.П. Фитонциды как экологическая и эволюционная проблема / Б.П. Токин // Фитонциды : роль в биогеоценозах, значение для медицины : материалы VIII совещ. Киев, 1981. - С. 5-12.
- 25.Токин, Б.П. Целебные яды растений// Повесть о фитонцидах. Изд. 3-е, испр. и доп.– Л.: Изд-во Ленингр.ун-та, 1980.— С. 28.
- 26.Тутельян, В.А. Микотоксины: медицинские и биологические аспекты / В.А. Тутельян, Л.В Кравченко. – М.: Медицина, 1985. – С. 77-80, С. 320.
- 27.Файззулин, А.И. Антропогенные воздействия – микроэволюционный фактор? // В мире научных открытий, 2010, № 4 (10), ч. 1. – С. 77 – 80.
- 28.Чекрыга, Г.П. Экологические факторы формирования микробиоты и способы её регулирования в продуктах медоносных пчёл: автореф. дис. ... д-ра. биологических наук. Краснообск: Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции, 2014.
- 29.Шварц, С.С. Теоретические основы глобального экологического прогнозирования // Всесторонний анализ окружающей природной среды. / тр. II Сов. Америк. симп.– Л.: Гидрометеиздат, 1976. – С. 181–191.
- 30.Шварц, С.С. Экологические закономерности эволюции. – М.: Наука, 1980. – С. 279.

- 31.Шестакова, К.С. Селекционно-иммунологическая характеристика устойчивости чеснока озимого (*Allium Sativum* L.) к фузариозной гнили: автореф. дис. ... канд. сель.-хоз. Наук. Москва: Российская академия сельскохозяйственных наук, 2009.
- 32.Эфирные масла и клеточное деление. // Труды по динамике развития. Продолжение. (Труды Лаборатории экспериментальной биологии Московского зоопарка. Т 6) - М.: Медгиз, 1931. – С. 143-147.
- 33.Ankri, S; Miron, T; Rabinkov, A; Wilchek, M; Mirelman, D// Allicin from garlic strongly inhibits cysteine proteinases and cytopathic effects of *Entamoeba histolytica* —Antimicrobial Agents And Chemotherapy, Volume:41, Page:2286-2288, Year:1997.
- 34.Coppi, A; Cabinian, M; Mirelman, D; Sinnis, P //Antimalarial activity of allicin, a biologically active compound from garlic cloves — Antimicrobial Agents And Chemotherapy, Volume:50, Page:1731-1737, Year:2006.
- 35.Ludvig, R.A., Toxin production by *Helminthosporium sativum* P.K. and B. and its significance in disease development, *Gan. J Bot*, 35, P. 291–303.