

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ФИТОНЦИДОВ В БОРЬБЕ С БОЛЕЗНЯМИ РАСТЕНИЙ

Сажина М.А.

МБОУ «СШ № 7 с углубленным изучением отдельных предметов», 10 «Б» класс

Руководитель: Куимова О.К., МБОУ «СШ № 7 с углубленным изучением отдельных предметов»,
учитель химии высшей категории

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте VII Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науку» по ссылке: <https://school-science.ru/7/13/40287>.

В настоящее время проблемный вопрос о выращивании качественной сельскохозяйственной продукции остается открытым. Растения по-прежнему подвержены угрозе различных вредителей. Существует большое количество методов борьбы с ними, но не все они хорошо сказываются на здоровье самих растений. Для достижения цели необходимо рациональное сочетание эффективности используемых средств и их минимального вреда.

О фитонцидах слышаны многие. Данные вещества содержатся по большей мере в растениях и способны губительно действовать на патогенные микроорганизмы. По этой причине вопрос использования выделяющих фитонциды растений в борьбе с сельскохозяйственными вредителями является актуальным.

Данная работа стала результатом проведенного мною на собственном дачном участке исследования ряда сельскохозяйственных культур, высаженных изолированно, либо совместно с фитонцидогенными растениями.

Цель. Исследование эффективности применения природных фитонцидов в борьбе с болезнями растений.

Задачи:

1. Проанализировать литературные сведения о фитонцидах;
2. Вырастить на приусадебном участке овощи вместе с растениями, выделяющими фитонциды;
3. Понаблюдать за овощами, растущими с фитонцидами и без них;
4. Провести опыты, доказывающие свойства фитонцидов.

Гипотеза: фитонциды помогают бороться с сельскохозяйственными вредителями, но они должны применяться в определенных количествах и для строго определенных культур.

Литературный обзор

Общая характеристика фитонцидов

Фитонциды (от греч. Φυτόν – «растение» и лат. *caedo* – «убиваю») – биологически активные вещества, выделяемые в основном растениями. Они убивают или подавляют рост и развитие бактерий, микроскопических грибов, простейших, являясь природными антибиотиками.

История открытия и изучения фитонцидов

Впервые о фитонцидах заговорили с 1928 г. благодаря работам Б.П. Токина. Он первым провел опыты с кашицей из мякоти лука [6, с. 2], которые показали, насколько губительно она действует на инфузории, бактерии и грибки, и предложил термин «фитонциды». Позже ученые сделали выводы о свойствах этих веществ. В 1937 году Г. Молиш изучал аллелопатию (угнетающее влияние одних видов существ на другие путем химического воздействия естественными составляющими). А Грюммер, Винтер и Гродзинский рассматривали ее в лабораторных условиях и доказали, что угнетающее действие фитонцидов сильнее в естественной среде. Также Гродзинский рассматривал применение фитонцидогенных растений в фитодизайне (Приложение 3).

Состав и классификация фитонцидов

Ученые провели множество опытов, чтобы выяснить химическую природу фитонцидов. Некоторые из них полагают, что состав фитонцидов представлен одним веществом. Но позже было доказано, что фитонцид – это комплекс таких соединений летучего характера [6, с. 9], как гликозиды, терпены, флавоноиды [3, с. 12], катехины, антоцианы [8, с. 1; 7, с. 5], дубильные веще-

ства, составляющие друг с другом комбинации. В основе большинства летучих фитонцидов есть эфирные масла [6, с. 9]. Главный компонент эфирных масел бархатцев – оцитомен, остальную часть составляют апинен, сапинен, цитраль и т.д. Состав эфирного масла каледулы: флавоноиды, каротиноиды, линолевая, пальмитиновая, олеиновая, стеариновая и арахиновая кислоты.

Фракции фитонцидов можно разделить на летучие (фитонциды листьев дуба, эвкалипта, сосны), выделяемые в атмосферу, и нелетучие (соки чеснока и лука при комнатной температуре), которые растворены в тканевых жидкостях растений и являются двойным барьером на пути вредителей [6, с. 14].

микрообубивающими свойствами. С полной гарантией, однако, исследователь найдёт мощные фитонциды, убивающие болезнетворных для чёрной смородины микробов, среди растений, далёких в биологическом смысле от смородины, среди фитонцидов отдалённых семейств.

Очень интересную и важную для практики работу провели ботаники-микробиологи Ф.В. Хетагурова и В.Г. Граменицкая [6, с. 28]. Хетагурова обратила внимание на то обстоятельство, что на здоровом растении встречаются только те виды бактерий, которые являются паразитами именно для данного вида растения [6, с. 12]. На корнях свёклы, репы и клубнях картофеля

Таблица 1

Влияние фитонцидов растений на вредоносный организм

Растение	Вредоносный организм
Пихта	коклюшная палочка
Сосна	палочка Коха (возбудитель туберкулеза), кишечная палочка
Береза, тополь обыкновенный	микроб золотистого стафилококка
Сахалинский тополь	бактерии брюшного тифа
Чеснок бульбочный	белый стафилококк, дизентерийная палочка
Хрен, лук, красный перец	многие виды простейших
Дуб	возбудитель дифтерии
Бархатцы	палочка Коха, возбудители брюшного тифа и дизентерии
Календула	палочка Коха, возбудители брюшного тифа и дизентерии

Действие фитонцидов на растительные организмы

Многие исследования показали, что разные растения неодинаково сосуществуют друг с другом. Так, аллелопатия проявляется в следующих парах: виноград и капуста; бобовые и лук, шпинат, чеснок; горох и помидоры; капуста и картофель; пастернак, хрен, сельдерей и капуста; картофель и дыни; горох и гладиолусы. Поэтому при посадке с/х культур не следует игнорировать данное явление [6, с.37].

Фитонциды лука убивают туберкулёзную палочку, но не убивают гораздо менее стойкую болезнетворную для самого лука микрофлору, приспособившуюся к нему в продолжение многих веков [6, с.7]. Если бороться с заразными болезнями, например, чёрной смородины, то рискованно использовать фитонциды этого или родственного растения, хотя они и обладают интересными

встречаются возбудители гнили – бактерии каратоворум и ароидеа, но их нельзя увидеть, например, на пшенице, и корни пшеницы не подвергаются разрушению этими бактериями. Хетагурова установила далее приспособленность определённых бактерий к определённым частям растений.

Исследования доказали мощное бактерицидное действие тормозящее рост и размножение влияние фитонцидов чеснока, лука, сосны и цитрусовых на многих болезнетворных для растений бактерий [6, с. 14]. Их противомикробная сущность оказалась не меньшей, чем такого яда, как сулема.

В работах Хетагуровой доказано, что бактерии, которые являются постоянными обитателями зелёных, надземных, частей растений, оказались более стойкими к летучим фитонцидам, чем бактерии, характерные для подземных частей. Учёная сделала вывод: находясь постоянно

на поверхности зелёных частей растений, определённые бактерии эволюционно приспособились не только к освещённости солнцем, но и к частым соприкосновениям с летучими фракциями фитонцидов растений [6, с. 20].

Р.М. Галачьян доказала, что протравливание семян помидоров фитонцидами чеснока и лука против бактериального рака значительно снижает заболевание помидоров в поле. О.А. Кротова и И.А. Маленкина обрабатывали плоды помидоров водно-луковым раствором. Лёжкость их повышалась в два раза, и снижался процент бактериальной и грибной гнили плодов.

Обширную работу провела микробиолог профессор К.И. Бельтюкова в Киеве. Более 20 лет занималась она использованием антибактериальных веществ высших растений и борьбе с бактериозами, то есть с болезнями растений, вызываемыми бактериями [6, с. 8].

Таким образом, кроме химических способов защиты растений от болезней в сельском хозяйстве стали активно применяться природные фитонциды (табл. 2).

Использование цветов для повышения качества выращиваемых с/х культур

Как известно, самая значимая функция цветов – привлечение на участок насекомых-опылителей, но некоторые из них способны и отпугнуть нежелательных гостей-вредителей и болезнетворные микроорганизмы [6, с. 19].

Бархатцы в борьбе с болезнями растений.

Цветки, стебли и корни бархатцев источают особый аромат. Он витает в воздухе, а также распространяется в подземном слое. Выделяемые бархатцами фитонциды не переносят белокрылки, различные виды тли, грибки (особенно фузариоз), медведки, мыши, нематоды и некоторые виды вредоносных насекомых [1, с. 4].

Согласно данным различных источников рассаженные по периметру грядки с земляникой бархатцы надёжно защитят ягоду от долгоносика; лук и капусту – от нашествия луковой мухи, совки и капустной белянки, тли [4, с. 45].

Таблица 2

Применение фитонцидов в сельском хозяйстве

Защищаемое растение	Защищающее растение	Вредитель
Капуста	Мята, базилик	Белянка, крестоцветная блошка, минирующая моль
Земляника	Календула, чеснок, бархатцы	Нематода
Яблоня	Полынь, пижма	Яблоневая плодожорка
Картофель	Календула, бархатцы	Колорадский жук, проволочник
Морковь	Бархатцы, календула	Морковная муха, грибок бурой пятнистости, проволочник, тля
Смородина	Герань	Тля
Лук	Календула, бархатцы	Луковая муха, пектобактерии, нематода, тля

Фитонциды также имеют значение для животных и человека (Приложение 4).

Недаром Книга Токина называется «Целебные яды растений...», ведь фитонциды бывают ядовиты для человека [5, с. 37]. Нужно быть осторожными с багульником и ясенцом и, конечно, не забывать высказывание Парацельса: «Все – яд, все – лекарство; то и другое определяет доза»

Применение календулы при выращивании с/х культур

Календула – весьма неприхотливое растение, которое может прорасти как на клумбах, лесных полянах, лужайках, так и в домашних горшках, украшающих сад.

Календулу рекомендуют сажать вперемежку с картофелем, чтобы защитить посевы от колорадского жука [2, с. 3]. По со-

ветам садоводов календулу можно посеять между грядками с капустой, перцами, томатами, чтобы защитить урожай от клещей и нематод [2, с. 2]. Цветок, растущий рядом с клубникой, спасает последнюю от тли. Соседство календулы с астрами предупреждает развитие у них чёрной ножки. Фитонциды календулы подавляют спаржевую трещалку, гусениц бражника и многие виды тли.

Это растение, так же как и бархатцы, препятствует распространению грибковых заболеваний, оздоравливает почву.

Экспериментальная часть

Влияние фитонцидов календулы и бархатцев на выращивание с/х культур

Цель: доказать эффективность применения природных фитонцидов в борьбе с болезнями растений, выращиваемых на садово-огородном участке.

В качестве наиболее доступных и неприхотливых в выращивании растений, содержащих фитонциды, были выбраны календула и бархатцы.

С начала июля и до конца августа я вела наблюдения за четырьмя грядками с морковью и луком. По периметру двух из них были высажены календула и бархатцы.

Характеристика объектов исследования

Лук репчатый – сорт «Штутгартен Ризен»
 Морковь Нантская-4
 Бархатцы Тагегес
 Календула обыкновенная
 Морковь без цветов (Приложение 1, табл. 3)

21.05.2018 – посадка

15.07.18 – листья начали свертываться, так выглядит результат деятельности морковной тли.

12.08.18 – На многих листьях выступают желтоватые пятна – начальные симптомы бурой пятнистости

28.08.18 – Урожай собран, многие корнеплоды поражены проволочником, об этом свидетельствуют глубокие черные ходы в корнеплоде

Лук без цветов (Приложение 1, табл. 4)

14.05.2018 – Посадка.

15.07.18 – На зеленых частях лука возникли бело-желтые образования.

22.07.18 – На извлеченных луковичках сухая чешуя и часть сочных открытых чешуй повреждены. Это признак лукового бактериоза (вызывают его пектобактерии).

25.07.18 – Дальнейшее нарушение покровов зеленой части, то есть бело-желтые пятна, выглядит явно, как мозаика лука (переносчиками данного заболевания являются тля и нематода).

05.08.2018 – Снятие урожая. На многих луковичках повреждены сухая и сочные открытые чешуи.

Морковь с цветами (Приложение 1, табл. 5)

17.05.2018 – Посев на ленте.

На протяжении наблюдений повреждений не обнаружено.

28.08.18 – Урожай собран, почти все экземпляры в отличном состоянии.

Лук с цветами с цветами (Приложение 1, табл. 6)

19.05.2018 – Посадка.

05.08.18 – На двух образцах выступили небольшие пятна.

08.08.2018 – Снятие урожая. Луковички больше, чем на другой грядке, гораздо менее поражены.

В ходе наблюдений было выявлено, что лук, растущий без бархатцев и календулы, был поражен тлей, нематодой и вредными бактериями. А морковь, также не защищаемая фитонцидами, пострадала от проволочника, тли и грибка бурой пятнистости. Фитонциды, находящиеся в надземных частях бархатцев и календулы, препятствовали развитию болезней, вызываемых насекомыми-вредителями.

Исследование влияния фитонцидов на жизнедеятельность гнилостных бактерий

Оборудование: скальпель, ступка, пестик, семена горчицы, луковичка, чеснок, спиртовая вытяжка бархатцев, листья герани, стерилизованные стеклянные стаканы, чашки Петри, сваренные яйца.

Ход работы: измельчили и растерли в ступке по отдельности исследуемые растения, кашку каждого вида поместили толстым слоем на дно стаканов, один стакан контрольный (эталон). Яйца подвесили на высоте 3–4 см от слоя кашицы. Закрыли стаканы чашками Петри. Стаканы оставили в лаборатории при комнатной температуре (см. Приложение 1, Экспериментальная часть, рис. 1–3).

Вывод. Лучше всего сохранились яйца в стаканах с бархатцами и геранью, хуже – с чесноком, очень плохо – с луком, горчицей и безо всего. Следовательно, фитонциды бархатцев и герани наиболее сильно подавляют жизнедеятельность гнилостных бактерий.

Таблица 3

Влияние фитонцидов на жизнедеятельность гнилостных бактерий

Срок хранения	Эталон (Э)	Образец №1 горчица	Образец №2 чеснок	Образец №3 лук	Образец №4 бархатцы	Образец №5 герань
1 сутки	На поверхности яйца появилась слизь	-	-	-	-	-
Трое суток	Мутная слизь по всему объекту, неприятный запах разложения	Желтоватая слизь в нижней части объекта	Небольшое количество слизи на боковой стороне объекта	Яйцо оплывает, желток осклизлый, слизь на объекте	Яйцо начало оплывать, есть слизь	Коричневые осклизлые образования на желтке
Шесть суток	Яйцо оплыло, вся поверхность в желтой слизи, места оранжевые вкрапления, запах усилился	Яйцо упало, так как ткани размягчились, поверхность яйца покрыта желтыми каплями слизи, Запах разложения	Яйцо упало, Кое-где желтые пятна, Неприятный запах	Яйцо почти упало, на поверхности немного желтых пятен, Желток подернулся серой пленкой	Яйцо висит на нити На яйце немного бесцветной слизи, Запаха почти нет	Яйцо висит, но немного оплыло, появились пятна желтой слизи на поверхности.

Влияние фитонцидов на скорость проращивания семян гороха

Оборудование: малые чашки Петри, большие чашки Петри, фильтровальная бумага, пластмассовые чашечки, листья и лепестки бархатцев, цветки календулы, измельченные листья герани, чеснок, луковица, семена гороха.

Ход работы: в чашки Петри малого размера на дно поместили обильно смоченную фильтровальную бумагу, чашечку с исследуемыми растениями, вокруг чашечки – семена гороха. Закрывали большими чашками Петри. Один стакан контрольный – без фитонцидных растений. Наблюдения велись в течение четырех дней (см. Приложение 1, Экспериментальная часть, рис. 4,5).

Таблица 4

Влияние фитонцидов на скорость проращивания семян гороха

Срок хранения	Эталон	Горчица	Чеснок	Лук	Герань	Бархатцы	Календула
1 сутки	Семена набухли	Семена набухли	Семена набухли	Семена набухли	Семена набухли	Семена набухли	Семена набухли
Двое суток	Появилось 5 ростков	Проросла 1 горошина	Появилось 3 маленьких ростка	Появился 1 очень маленький росток	Проросла 1 горошина	Ни один росток не появился	Проросло 4 горошины
Трое суток	Появилось еще 2 ростка, более ранние удлинились	Росток вырос, проросла еще 1 горошина	Проросли 3 горошины, ростки выросли	Росток удлинился, появился еще 1 росток	Росток удлинился	Ростков по-прежнему нет	Появился еще 1 росток
Четверо суток	Всего проросло 9 горошин, максимально длинный росток – 4 см	Горчица заплесневела, всего проросло 7 горошин, максимальная длина ростка – 3 см	Чеснок заплесневел, проросло 10 горошин, самый длинный росток – 7 см	Лук заплесневел. Проросло 11 горошин, Самый длинный росток – 6 см	Герань потемнела и заплесневела, проросло 5 горошин, максимальная длина ростка – 5 см	Нет ростков	Проросла еще 1 горошина, всего 8 ростков, максимальная длина ростка – 2,5 см

Вывод: при сравнении количества проросших горошин я выяснила, что фитонциды лука и чеснока ускоряют процесс прорастания семян, календула нейтральна, герань и горчица замедляют, а бархатцы вообще вызывают гибель семян.

Влияние фитонцидов на активность сенной палочки и инфузории туфельки

Оборудование: микроскоп, предметные стекла, культура инфузории и сенной палочки, фитонцидные вытяжки чеснока, лука, бархатцев, герани, горчицы, пипетки, секундомер

Ход работы: на предметное стекло помещаем каплю культуры сенной палочки и инфузории, затем добавляем каплю фитонцидной вытяжки и наблюдаем за активностью организмов, фиксируя время гибели, т.е. отсутствия движения (см. Приложение 1, Экспериментальная часть, рис. 6).

ляем по 2 капли 1%-го раствора ванилина в концентрированной серной кислоте (Приложение 1, рис. 10). Наблюдаем появление красно-оранжевого окрашивания в вытяжке бархатцев, что доказывает в ней наличие катехинов (см. Приложение 2, Словарь терминов) Во всех остальных образцах видим легкое помутнение.

В пробирки помещаем по 1 мл каждой фитонцидной вытяжки, добавляем по 3 капли 10%-го раствора гидроксида натрия и нагреваем до кипения. Затем содержимое пробирок охлаждаем и разбавляем двойным объемом воды (Приложение 1, рис. 11). Наблюдаем: сильное изменение цвета и муть в вытяжке бархатцев, легкое пожелтение и мутная взвесь – герань, легкая муть – лук, белое помутнение – чеснок. Появление мути доказывает наличие в данных вытяжках кумаринов (см. Приложение 2, Словарь терминов).

Таблица 9

Влияние фитонцидов на активность сенной палочки и инфузории туфельки

Фитонцидные вытяжки						
Герань	Горчица (свежая вытяжка)	Лук	Чеснок	Бархатцы	Календула	Горчица (настоявшаяся)
3 мин	10 с	1 мин 30 с	1 мин 17 с	0,2 с	1 мин 24 с	2 с

Вывод: фитонциды бархатцев почти моментально убивают данные микроорганизмы, настоявшаяся вытяжка горчицы также быстро провоцирует их гибель, в отличие от свежей вытяжки и других растений.

Определение химической природы фитонцидов

В пробирки помещаем по несколько капель каждой фитонцидной вытяжки, добавляем по 1 капле 10%-го раствора серной кислоты (см. Приложение 1, рис. 7). Наблюдается изменение цвета вытяжек бархатцев и герани, возможно, это признак наличия в них танинов (см. Приложение 2, Словарь терминов).

В пробирки помещаем по 1 мл каждой фитонцидной вытяжки, добавляем по 3 капли раствора хлорида бария. Наблюдаем появление белого мелкого осадка в образце вытяжки лука и чеснока. Такой же результат наблюдается и при добавлении раствора нитрата серебра к чесночной и луковой вытяжкам (Приложение 1, рис. 8,9). Это доказывает наличие в них аллицина (см. Приложение 2, Словарь терминов).

В пробирки помещаем по несколько капель каждой фитонцидной вытяжки, добав-

несколько капель каждой фитонцидной вытяжки нанесли на предметное стекло и при комнатной температуре досуха выпарили. Сухой остаток на предметном стекле растворили в 1 капле раствора соляной кислоты (Приложение 1, рис. 12–16). Наблюдали помутнение в вытяжках бархатцев и чеснока, что указывает на наличие в них алкалоидов или других азотсодержащих органических веществ основного характера (см. Приложение 2, Словарь терминов).

Выводы

1. Фитонциды действительно способны подавлять жизнедеятельность бактерий, различных грибков и даже более крупных паразитов, как проволочник, тем самым защищая другие растения от их угрозы. Это явно наблюдалось на дачном участке и при искусственном внедрении фитонцидных вытяжек в культуры бактерий.

2. В результате эксперимента выяснилось, что из перечня исследуемых растений самые «смертоносные» фитонциды оказались у бархатцев. Они практически моментально убивали сенную палочку. И в опыте с яйцами лучше всего сохранился экзemplяр, находящийся в стакане с бархатцами.

3. Опыт с проращиванием семян гороха выявил и обратную сторону действия фитонцидов. Бархатцы не дали прорасти ни одной горошине, а горчица и герань сильно замедлили процесс их развития. Зато лук и чеснок наоборот позволили горошинам быстрее созреть.

Таким образом, гипотеза об эффективном, но разумном и селективном использовании фитонцидов в сельском хозяйстве подтвердилась.

Список литературы

1. Антонов Е.Д. Борьба с сельскохозяйственными вредителями // Полезная информация для садовода. – 2011. – №8.

2. Календула как источник фитонцидов // <http://tsvetovodstvo.com> (дата обращения: 13.05.2018).

3. Карабанов И.А. Флавоноиды в мире растений. – Минск: Ураджай, 1981.

4. Корнилов В.Г., Духанова А.М., Арутюнов Г.Л. Растения охраняют растения. – Л.: Ленинград, 1989.

5. Справочник по лекарственным растениям // Большой информационный архив. – URL: http://big-archive.ru/medicine/guide_to_medicinal_plants/ (дата обращения: 25.08.2018).

6. Токин Б.П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах. – Л.: Лениздат, 1967.

7. Чуб В. Для чего нужны антоцианы // Цветоводство. – 2008. – №6.

8. Шоева О.Ю. Антоцианы: секреты цвета // Химия и жизнь. – 2013. – №1.

9. www.hij.ru (дата обращения: 07.06.2018).

Приложение

Экспериментальная часть и особенности воздействия фитонцидов

Таблица 1

Фитонциды и опасные микроорганизмы

Растение	Вредоносный организм
Пихта	Коклюшная палочка
Сосна	Палочка коха (возбудитель туберкулеза), кишечная палочка
Береза, тополь обыкновенный	Микроб золотистого стафилококка
Сахалинский тополь	Бактерии брюшного тифа
Чеснок бульбочный	Белый стафилококк, дизентерийная палочка
Хрен, лук, красный перец	Многие виды простейших
Дуб	Возбудитель дифтерии

Таблица 2

Растения, защищающие другие растения

Защищаемое растение	Защищающее растение	Вредитель
Капуста	Мята, базилик	Белянка, крестоцветная блошка, минирующая моль
Земляника	Календула, чеснок, бархатцы	Нематода
Яблоня	Полынь, пижма	Яблоневая плодожорка
Картофель	Календула, бархатцы	Колорадский жук, проволочник
Морковь	Бархатцы, календула	Морковная муха, грибок бурой пятнистости, проволочник, тля
Смородина	Герань	Тля
Лук	Календула, бархатцы	Луковая муха, пектобактерии, нематода, тля