

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет
физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая биология и биохимия»

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
Профили подготовки Биология. Химия
Форма обучения очная

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

**«ИЗУЧЕНИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОЛА У ОДНОДОМНЫХ РАСТЕНИЙ В
ПРОЦЕССЕ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
РАБОТЫ СО ШКОЛЬНИКАМИ»**

Студент  Носкова Виктория Сергеевна

Руководитель  Солдатов С.А.

Нормоконтролер  Клыченков С.В.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 09.06.22 № 12)

Заведующий кафедрой  Карпова Г.А.

Работа защищена с отметкой отлично

(протокол заседания ГЭК от 28.06.22 № 8)

Секретарь ГЭК  Клыченков С.В.

Пенза, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	5
1.1. История развития научных представлений о половых различиях у растений.....	5
1.2. Характеристика однодомных растений.....	8
1.3. Биохимические основы диагностики пола.....	11
1.4. Представление о половых гормонах растений	11
1.5. Влияние фитогормонов и ингибиторов роста на проявление пола....	18
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	23
2.1. Ботаническая характеристика огурца	23
2.2. Характеристика огурца сорта «Кустовой»	25
2.3. Методы исследования.....	26
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	28
3.1. Действие фитогормонов на рост и развитие огурцов.....	28
3.2. Оценка формирования генеративной сферы огурца и его урожайности	33
ГЛАВА 4. РЕАЛИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ СО ШКОЛЬНИКАМИ ПО БИОЛОГИИ	39
4.1. Организация учебно-исследовательской работы по биологии в общеобразовательной школе.....	39
4.2. Формы и методы организации учебно-исследовательской деятельности	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	49

ВВЕДЕНИЕ

Пол – это совокупность признаков организма (морфологических, биохимических, физиологических), которые обеспечивают воспроизводство потомства и передачу наследственной информации следующим поколениям [16].

Одной из основных проблем нашего времени является половое размножение растений. Селекционеры вкладывают в это огромные возможности, надежды и перспективы.

То, какой пол у растений, имеет большое значение для биологов, так как половые признаки вовлекаются в выполнение многих функций организма, помимо половой сферы.

У растений идет разделение полов на мужской, или тычиночный, и женский, или пестичный. Для того чтобы растения давали большее количество урожая, необходимо преобладание пестичных цветков, так как именно из них в дальнейшем формируются плоды.

В зависимости от того, где расположены мужские и женские цветки, выделяют однодомные и двудомные растения. Однодомными считаются те, у которых и мужские и женские цветки расположены на одном растении. Двудомными же являются те, у которых мужские и женские цветки располагают на разных растениях.

В своей работе все опыты и эксперименты мы проводили на огурцах. Огурец – однодомное и раздельнополое растение. Это говорит о том, что мужские и женские цветки расположены на одном растении. Максимальная урожайность достигается только в результате преобладания пестичных цветков, так как тычиночные являются пустоцветами.

В современной российской школе большинство знаний преподносятся в готовом виде, тем самым, не требуя от школьников поиска и структурирования информации.

Поэтому одной из главных задач современного учителя – дать школьнику возможность реализации себя в исследовательских работах, не уходя от школьного курса. Это поможет ученику лучше справляться со школьной программой, а так же научиться искать «нужную» информацию, подходящую по смыслу.

Одно из направлений современной биологии – изучение пола. Так как для того, чтобы изучить и определить пол растений не нужно специального оборудования, все манипуляции просты и понятны, а также очень интересны, можно сделать вывод о том, что данная тема актуальна для изучения школьниками.

Цель работы: изучить проявление пола у однодомных растений.

Для поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- изучить научную литературу по проблемам определения пола;
- рассмотреть влияние фитогормонов на проявление пола у однодомных растений;
- определить влияние фитогормонов на урожайность огурца;
- выявить особенности организации учебно-исследовательской деятельности на уроках биологии в общеобразовательной школе;
- выяснить актуальность темы в работе со школьниками.

Практическая значимость: материалы данной работы могут быть использованы учителями на уроках биологии.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. История развития научных представлений о половых различиях у растений

В настоящее время существует три типа размножения: половое, бесполое и вегетативное. Каждый тип по-своему уникален. Наиболее прогрессивным в настоящее время считается половое размножение. Это связано с тем, что в результате полового размножения образуется генетическое разнообразие, появляются растения, более приспособленные к условиям окружающей среды.

Если бы на Земле существовало только бесполое размножение, то она была бы заселена исключительно генетически различающимися организмами. Все изменения у особей происходили бы только в результате мутации в онтогенезе предыдущей особи. Это малоэффективная форма размножения, так как маловероятен процесс мутации. Появление полового размножения дало возможность двойственности наследования, то есть рекомбинации генов. Этот факт дает ускорение процесса эволюции.

Человек с годами накапливал и совершенствовал знания о растениях, и их половых различиях. В древности у финиковой пальмы различали женские и мужские экземпляры и даже применяли искусственное опыление между ними [2]. В течение многих веков основной загадкой считалась то, каким образом развивается новая жизнь. Люди издревле считали, что половым способом размножаются только животные и человек. Растения же считались обоеполыми. Аристотель говорил, что «у растений, лишенных способности двигаться и отыскивать особей другого пола, само разделение полов и совершение полового акта невозможно».

На протяжении не одного десятка лет люди отрицали тот факт, что растения могут размножаться половым путем и тем самым, иметь пол.

С XVII века ученые начали изучать более детально факт наличия пола у растений. Например, Я. Бобарт (1678 г., Англия), при изучении семейства гвоздичные отметил, что разные цветки, имея разное строение средней части, были со сходными лепестками. Так же он отметил, что репродуктивные части цветка находились на разных цветках – у одних цветков были только тычинки, у других – только пестики. Этот факт заинтересовал многие умы тех времен.

Бобарт проделал эксперимент: в своем саду, на большом расстоянии друг от друга, он посадил отдельно пестичные и тычиночные экземпляры. Но в одном месте, в крайнем углу, он высадил эти экземпляры вместе. Все дикорастущие растения с этой территории были удалены, чтобы предотвратить опыление ими. На такой эксперимент его натолкнула найденная аналогия с работами Геродота и Теофаста, которые изучали однополые пальмы.

Через определенное время Бобарт обнаружил, что пестичные экземпляры так и остались бесплодны, так как не было опыления. Но там, где были высажены и тычиночные и пестичные растения, была обнаружена пыльца, и соответственно вследствие растения дали семена.

По окончании эксперимента, был сделан вывод, что в первом случае оплодотворение не произошло потому, что не было мужской пыльцы. Чтобы закрепить этот факт, он провел искусственное опыление. Все прежние выводы были доказаны.

Бобарт внес большой вклад в науку, и именно основываясь на его работы, Джон Рей разделил растения на двуполых и раздельнополых.

Профессор ботаники Р. Камерариус (1665-1721 гг.) показал, что при изоляции двудомных растений наблюдается бесплодность женских форм. И. Кельрейтер (1733-1806 гг.), подтвердил факт полового размножения растений (опытами по гибридизации табака) [6].

Таким образом, можно утверждать, что именно в 80-х годах 17 века зародилась теория пола у цветка.

Но нельзя не упомянуть таких русских ученых, как А.П. Болотов (1738-1833 гг.), В. Белиов (1840 г.), Горожанкин (1880 г.) и др., которые внесли огромный вклад в учение о половых различиях растений. Их работы отличались стремлением использовать результаты исследований в практике. Большое значение имели исследования С.Г. Навашина (1898), который открыл двойное оплодотворение у семенных растений и объяснил его биологический смысл [33].

Многие ботаники были заинтересованы вопросом формирования пола у растений. Но из-за невозможности детального исследования растений, в те годы накопленная информация была лишь поверхностной и неполной.

Ч. Дарвин один из первых начал изучать сущность и значение полового процесса у растений. Дарвин показал, что все особенности бесконечно причудливых по строению и окраске цветов орхидей являются результатом изменчивости растительного организма, а также наследственности и естественного отбора, обеспечивших развитие у растений ряда приспособлений, направленными на то, чтобы пыльца доставлялась насекомыми к месту опыления. Дарвин показал, что у этой группы растений совершенно исключена возможность самооплодотворения.

В работах Дарвина: «Действие перекрестного опыления и самоопыления в растительном мире» и «О различных формах цветка у растений одного и того же вида», доказано, что самоопыление у растений опасно и вредно точно так же, как и близкородственные браки в животном мире.

На счету Дарвина не один десяток проведенных экспериментов. К примеру, он изучал перекрестное опыление и доказал, что цветки, которые оплодотворялись перекрестно, давали большее количество семян и были сильнее, чем цветки, оплодотворенные собственной пылью.

В ходе многочисленных опытов Дарвин сделал важное открытие – длинностолбчатая форма льна оказалась абсолютно стерильной в отношении своей собственной пыльцы. Открытие этого явления стало доказательством возникновения приспособлений у растений к непреодолимым препятствиям к самооплодотворению. «Всякое приспособление, клонящееся к тому, чтобы устранить возможность случайного самооплодотворения и обеспечить перекрестное оплодотворение, должно явиться предметом отбора» (Ч. Дарвин).

Таким образом, на основании уже существующих фактов и собственных работ Дарвин установил роль перекрестного опыления у растений, показал разнообразное приспособление растений к тому, чтобы избежать самоопыления и опыляться пылью других особей [4, 25].

Последствия самоопыления негативны. Поэтому в ходе эволюции растения стараются все быстрее отойти от него. Стоит отметить, что еще Ч. Дарвин говорил, что самоопыление хоть и негативно сказывается на размножении растений, но это не всегда так. С современной точки зрения, растениям требуется как самоопыление, так и перекрестное опыление. Почему? Ответ очевиден. Ведь при самоопылении растения в популяции увеличивается гомозиготность в популяции, а при перекрестном опылении – гетерозиготность. Самоопыление отстраняет и фиксирует в чистых линиях те положительные признаки, которые получились при перекрестном опылении. Но самоопыление невозможно, если в цветке имеется разделение полов. Оно привело к образованию разных половых типов цветковых растений [9].

1.2. Характеристика однодомных растений

Растительный мир нашей планеты огромен и разнообразен. Есть множество классификаций и систематик растений. Все растения мы можем классифицировать на однодомные, двудомные и многодомные.

Обоеполые цветки – имеют и тычинки, и пестики у одного цветка.

Однополые цветки – имеется или пестик (женские цветки), или тычинки (мужской цветок).

Однодомные растения – если на растении находятся и женские и мужские цветки. К примеру, огурец, арбуз.

Двудомные растения – женские и мужские цветки расположены на разных растениях. Это, например, крапива, инжир.

Многодомные растения – на одном экземпляре две разновидности соцветий (виноград, ясень). Стоит отметить, что плоды и семена образуются только из женских (пестичных) цветков [34].

Однодомные растения – это растения, которые характеризуются наличием на одной особи тычиночных и пестичных соцветий. Поскольку цветки обоих полов находятся «в одном доме», то такие растения получили название однодомные. У цветков некоторых растений нет сформированного околоцветника – они опыляются ветром и, иногда, насекомыми (энтомофилия). Многие растения самоопыляются – в этом случае опыление происходит в чаше одного цветка. Обычно пыльца попадает в лоно с других соцветий, которые находятся на этом же цветке. Это, в частности, негативно сказывается на свойствах семян.

Опыление – перенос пыльцы с пыльника тычинки на рыльце пестика. В растительном мире существует 2 типа опыления: самоопыление (все происходит в одном цветке) и перекрестное опыление (между цветками).

Для однодомных растений, как говорилось выше, характерно опыление ветром или насекомыми (энтомофилия).

Однодомных растений очень много. Например, кукуруза, арбуз, тыква, лещина, орех, ольха, дуб, береза, грецкий орех. В стрессовых ситуациях двудомные растения могут реорганизовываться в однодомные.

Так иногда происходит с коноплей.

Грецкий орех – типичный представитель однодомных опыляемых ветром растений. Цветки грецкого ореха могут опыляться пчелами, но только мужские. Женские цветки пчелы игнорируют. Поэтому о какой-либо значимости опыления пчелами цветков ореха говорить сложно.

На одном и том же растении мужские и женские цветки распускаются с довольно большой разницей: иногда она достигает 15 дней. Как результат – происходит перекрестное опыление [17].

Лещина тоже относится к однодомным растениям. Мужские цветки у нее находятся в повисающих сережках, а женские – скрыты внутри почек и наружу показываются только малиновые рыльца. Опыление лещины происходит при помощи ветра. Лещина имеет односемянной орех бурого-желтого цвета: он окружен колокольчатой плюской из видоизмененных прицветников.

Семейство Крапивные (*Urticaceae*) в ходе эволюции подверглось редукции в строении органов и частей цветка. По строению цветки правильные, в полузонтичных (цимозных) клубочках или в головках, собранных часто в метельчатые, кистевидные, колосовидные или серёжчатые, чаще пазушные, реже верхушечные соцветия. Прицветники разрастающиеся или редуцированные. Околоцветник простой, чашечковидный, невзрачный, состоящий из 4 более или менее сросшихся или свободных листочков (редко из 2-3 или 5 листочков). У женских цветков околоцветник у плода разрастающийся.

Мужские цветки с 4 листочками околоцветника и 4 согнутыми тычинками. Они завернуты в бутоне внутри цветка, и при раскрытии с силой разгибаются и выбрасывают пыльцу из лопнувших пыльников.

Женские цветки имеют 4-5 листа околоцветника, гинецей из 2 плодолистиков. Завязь верхняя, одногнёздная, сидячая или на короткой ножке, рыльце одно, обычно сидячее (различной формы, от головчатого до линейного, кистевидное или перистое) [37].

Мужские соцветия, несколько торчащие, густо покрыты мелкими желтоватыми в момент цветения цветками. Женские цветки несут четыре листочка околоцветника, расположенные по два супротивно друг другу и плотно охватывающие завязь, наверху которой сидит пушистое разветвлённое рыльце [10].

Для многих крапива одинакова. Но биологи знают, что имеется ряд отличий. К примеру, есть крапива жгучая и крапива двудомная. Внешне схожи, но крапива жгучая – однодомное растение, то есть мужские и женские цветки находятся на одном растении.

1.3. Биохимические основы диагностики пола

В начале XX в. появилось большое число работ, посвященных сравнительному изучению биохимических особенностей мужских и женских растений и животных. Так, различия признаков пола у животных организмов объяснили функцией половых гормонов, вырабатываемых железами внутренней секреции, и связывали с изменением окислительно-восстановительной способности клеток и тканей. В этом направлении представляют также интерес исследования Е.О. Манойлова, который предложил использовать для диагностики пола цветные реакции, показывающие уровень окислительно-восстановительного потенциала ткани [21].

В своих опытах Е.О. Манойлов наблюдал, что кровь, взятая от женских особей человека или животных, обладает более высокой редуцирующей (восстановительной) способностью, чем кровь мужских особей. Первоначально Е.О. Манойлов предполагал, что химизм данной реакции зависит от присутствия в крови специфических половых гормонов. Позднее он пришел к выводу, что причину разной реакции следует искать в преобладании в крови мужских особей более легко окисляемых органических веществ, в различиях ферментативной

активности и содержании гемоглобина в крови женских и мужских организмов. В.И. Попов, а затем А.А. Шмидт и Н.О. Перевозская, М.А. Гальяло и др. показали, что различие крови женских и мужских особей связано с различиями в составе органических веществ белковой природы. Биохимические особенности особей разного пола были выявлены и у ряда двудомных растений. Вытяжки, приготовленные из разных частей женских растений, обладали более активной восстановительной способностью, чем вытяжки из мужских растений. Реакция Е.О. Манойлова была проверена О.И. Грюнбергом на многих видах растений и в большинстве случаев получили подтверждение. После опыта с цветками бегонии, лишенными хлорофилла, когда тычинки показали более высокую окислительную способность, а пестики – восстановительную, О.И. Грюнберг сделал заключение, что реакция у растений связана не с хлорофиллом, как считал первоначально Е.О. Манойлов, а, видимо, с веществами гормональной природы [11].

В дальнейшем проводились подобные исследования на высших растениях и на грибах. В них реакция Е.О. Манойлова подтвердилась на многих видах. Только 5-7% исследуемых видов растений не дали правильный ответ на реакцию Е.О. Манойлова. Эти и некоторые другие отрицательные результаты Корренс объясняет методическими неточностями проведения реакции Е.О. Манойлова и обращает внимание на количество вытяжки из растений и реактива [19]. Многие исследователи, анализируя реакцию Е.О. Манойлова, приходят к заключению, что результаты определяются не качественными, а количественными различиями в интенсивности отдельных биохимических процессов. Хотя реакция Е.О. Манойлова не стала универсальным приемом диагностики пола, она позволила сделать вывод о том, что ткани мужских организмов обладают более высокой интенсивностью окислительных процессов, а женских – более активной редуцирующей способностью.

А.Р. Кизель пишет, что наблюдения Е.О. Манойлова в их правильном освещении нашли подтверждение в многочисленных работах последующего времени. В частности, заключение о различии мужских и женских особей по уровню окислительно-восстановительного потенциала составило основу физико-химической теории сексуализации Жуайе-Ляверня. Согласно первому положению этой теории, клетки, развивающиеся в гинецей, обладают большей восстановительной способностью, чем клетки, из которых формируется андроцей. Жуайе-Лявернь предавал большое значение йодредуцирующим веществам – глутатиону и другим – в сексуализации организмов. Позднее в исследованиях Л.И. Джапаридзе на девяти видах растений было показано, что общее содержание йодредуцирующих веществ в листьях женских особей на 20% больше, чем в листьях мужских особей [12, 36].

Согласно второму положению теории Жуайе-Ляверня клетки женских растений более интенсивно накапливают жиры, липоиды и растворимые углеводы, а клетки мужских – азотистые соединения. Таким образом, характер обмена веществ в клетках указывает на направленность сексуализации у тех или иных организмов.

О.А. Вальтер и М.Ф. Лилиенштерн, исследуя изменения биохимических процессов в конусе стебля конопли с использованием гистохимических методов, пришли к выводу, что эмбриональная ткань конуса нарастания мужских растений имеет более высокую окислительную способность, а женских – восстановительную. Исходя из положений Жуайе-Ляверня, сдвиг признаков пола у растений при определенном режиме минерального питания Д.А. Сабинин также связывал с изменением окислительно-восстановительной системы клетки и с биохимизмом растений. В последнее время подробные исследования в этом плане были проведены Х.А. Маурини с сотрудниками [22]. Они показали взаимосвязь между сексуализацией и характером окислительно-

восстановительным потенциалом тканей генеративных органов, а мужская – с более высоким.

Таким образом, все эти данные позволяют говорить об определенной связи между проявлением пола и окислительно-восстановительным потенциалом тканей растений.

1.4. Представление о половых гормонах растений

Открытие половых гормонов животных и усиленное их изучение, которое началось после опубликования опытов Броун-Секара в 1889 г., весьма четко выявило их значение для животных организмов. Подробное изучение центров образования, распространения в теле животного и эффекта действия гормонов привело к тому, что многие явления в жизни животных организмов получили простое и ясное объяснение [10]. Наличие половых гормонов у животных организмов натолкнуло исследователей на мысль о возможности существования половых гормонов в растительных организмах.

Еще в 1925 г. Л.С. Берг предположил, что мужскому и женскому полу свойственны гормоны, являющиеся общими для высших растений и для высших животных организмов. Затем Леве и Спор указывали на наличие в частях цветков растений веществ, имеющих эстрогенную активность. Бутенандт и Якоби доказали их химическую идентичность с некоторыми стероидными гормонами. Было высказано предположение, что в переходе растений от вегетативного роста к цветению участвуют половые гормоны: у мужских растений – преимущественно мужской половой гормон, у женских растений – женский половой гормон и у растений однодомных видов – оба гормона [40].

У многих животных организмов дифференциация пола находится под контролем половых гормонов, образуемых гонадами. В мужском организме животных вырабатываются мужские половые гормоны –

андрогены. Они образуют группу стероидных гормонов во главе с тестостероном. Тестостерон и родственные ему нейтральные C_{19} -стероиды составляют также значительную часть набора стероидных гормонов, циркулирующих в женском организме [13]. Установлена также возможность превращения тестостерона в эстрогены.

В отличие от андрогенов женские половые гормоны – эстрогены не являются однородными соединениями, но разделяются на две группы, различающиеся по структуре и биологической функцией: эстрогены, гестагены, или прогестины (основной представитель – протестерон). Эстрогены, присутствующие в мужском организме, по-видимому, играют в нем активную роль, влияя на различные процессы внутриклеточной регуляции [35]. Таким образом, мужские и женские организмы обладают способностью к синтезу как андрогенов, так и эстрогенов, однако соотношение этих гормонов в них различно. У гермафродитных особей синтезируются и мужские, и женские половые гормоны.

Роль половых гормонов животных в физиологии растений усиленно изучалась многими исследователями, первый обзор по данному вопросу выявился в 1945 г. В ранних экспериментах с *Cannabis sativa* L. и *Mercurialis annua* не удалось обнаружить какого-либо влияния половых гормонов на дифференциацию пола у растений. Позднее, в опытах с *Melandrium tubrum* были получены данные о положительном действии мужских и женских половых гормонов на сексуализацию растений. [29] В экспериментах, в которых на декапитированные стебли (удалялись апексы с цветочными почками) наносилась ланолиновая паста с различными половыми гормонами в концентрации 0,0005-0,1%, были получены следующие результаты: эстрадиол, эстрон и эстрадиолбензоат вызывали эффект, усиливающий женскую сексуализацию растений, а тестостерон и тестостеронпропионат – мужскую. Положительное влияние половых гормонов животных на проявление пола было обнаружено в опытах со шпинатом и коноплей.

Есть данные, которые свидетельствуют об одинаковом действии мужских и женских половых гормонов животных на сексуализацию растений. Так, обработка растений огурцов 17- β -эстрадиолом или тестостероном приводила к феминизации растений. Таким образом, исследования, проведенные с целью выяснения действия половых гормонов животных на проявление пола у растений, показали, что в некоторых случаях мужские половые гормоны вызывали маскулитизацию, а женские половые гормоны – феминизацию растений.

Стероидные гормоны обнаружены не только у позвоночных и некоторых беспозвоночных животных, но и у растений. Женские половые гормоны – эстрон и эстриол были найдены в растительных тканях (). Эстрон обнаружен в плодах пальмы, в косточках фиников, в семенах яблок и граната, а эстриол – в соцветиях ивы. Андростантриол обнаружен в золотарнике Рэйлесса [23].

Выяснилось, что эстрогены, отсутствующие в растениях периллы в неиндуктных условиях длинного дня, появляются в зачаточных соцветиях в период их заложения у индуцированных коротким днем растений. Подобные результаты получены и в опытах с лебедой. Всего два коротких дня, индуцирующие цветение у лебеды, приводили к повышению содержания эстрогенов. Так, у проростков фасоли первоначально эстрогеноподобные соединения не выявляются, а затем, во время заложения цветков, они обнаруживаются и их содержание достигает максимума в периоды роста бутонов и формирования семян. Повышение уровня эндогенных эстрогенов совпало с увеличением числа пестичных цветков у огурцов [16]. У фасоли обнаружена ферментативная система, способная метаболизировать эстрогены, причем в листьях отмечался более высокий уровень эстрогенов, нежели в стеблях.

Гиббереллины, входящие в состав гормонов цветения, и некоторые другие фитогормоны очень близки по своему химическому строению к стероидным гормонам животных и имеют общие промежуточные

продукты биосинтеза. Гиббереллины имеют терпеноидное строение [8, 41], а в состав цитокининов входит терпеноидная единица C_5 . Если сравнить структурные формулы гиббереллинов с половыми гормонами животных, то можно увидеть, что их конфигурация ближе к андрогенам. Ни то ни другое соединение в отличие от эстрогенов не содержит ароматического кольца А. Интересно отметить, что холестерин, являющийся исходным соединением для образования всех стероидных гормонов животных, в том числе и половых, обнаружен и у многих цветковых растений. Большое количество холестерина выявлено в пыльце растений *Hynchoeris radicata*. У некоторых низших растений, как и у животных, происходит синтез стероидных гормонов из холестерина через прегненолон и прогестерон.

Хотя достоверных сведений о тождественности действия фитогормонов и половых гормонов животных пока нет, но есть данные, показывающие на определенную взаимосвязь между ними. Так, обработка растений эстрогенами вызывает повышение количества эндогенного цитокинина, но не влияет на содержание абсцизовой кислоты [14], и наоборот, кинетин увеличивает уровень эстрогенов в растениях фасоли, тогда как гиббереллин и абсцизовая кислота действуют в этом отношении противоположным образом. В действии гормонов растений и стероидных гормонов животных обнаруживается много общего. А именно, действие фитогормонов в организме растений и гормонов животных связывается с изменением активности ферментов и свойств цитоплазматических мембран, с синтезом нуклеиновых кислот и белков, с воздействием на геном [31]. Обнаружение большого числа стероидных соединений в растениях, а также их связь с процессами цветения и сходство со стероидными гормонами животных позволяют считать вполне вероятным существование половых гормонов у растений.

1.5. Влияние фитогормонов и ингибиторов роста на проявление пола

По мере того, как изучались фитогормоны, ученые обращали внимание не только на их влияние на рост, но и на изменения пола у растений. Так как факт влияния гормонов на сексуализацию животных уже доказан, ученые проверяли факт их влияния и в сексуализации растений. На данный момент времени уже имеется множество работ, доказывающих факт влияния регуляторов роста на проявление пола у однодомных растений с раздельнополыми цветками.

1. Ауксины или β -индолилуксусная кислота (ИУК).

ИУК – производное индола (C_8H_7N), получается из триптофана последовательным дезаминированием, декарбоксилированием и окисления его остатка. Сам триптофан может образовываться при распаде белков или в результате ряда реакций. Трансаминаза, декарбоксилаза α -кетокислоты, альдегиддегидрогеназа являются катализаторами, участвующие в синтезе ИУК.

Образуется ИУК в небольших объемах. В растениях количество ИУК переменено (1-100 мкг/кг сырой массы).

ИУК у высших растений синтезируется в:

1. верхушечной меристеме (малое количество) и прилегающих молодых листочках;
2. растущих зародышах;
3. семяпочках;
4. семядолях.

ИУК богаты запасующие ткани семян и пыльца. Он разрушается под действием УФ лучей (280 нм.)

Физиологическое действие. Ауксины – это эндогенные регуляторы роста. Их влияние на разного рода физиологические и биохимические процессы в растениях вполне доказаны.

Лайбаз и Криббер впервые рассмотрели влияние ауксина на сексуализацию растений в опытах с огурцами. При обработке листьев огурца ланолиновой пастой с нафтилуксусной кислотой (НУК), увеличивалось количество женских цветков.

Львова (1973 г.) утверждала, что только на этапах раннего онтогенеза, а это от цветковых меристем до образования чашелистиков у зачаточных цветков, НУК будет оказывать влияние на изменение пола [16]. Если растение обработать НУК на более поздних сроках, то она либо никаким образом не повлияет, либо вызовет активное разрастания и расчленение плодолистиков, изменение в микроспорогенезе и развитии тычинок.

Было доказано, что и другие синтетические аналоги ауксина действуют на проявление пола у растений. К примеру, при обработке огурца таким аналогом, как натриевая соль НУК, увеличивалось количество пестичных цветков на главном стебле и в 2 раза уменьшалось количество тычиночных.

ИУК в исследованиях суксуализации растений использовал Хеслоп-Харрисон. Но все оказалось неоднозначно, так как ИУК действовал не всегда. К примеру, в опытах с коноплей мужские растения под его влиянием преобразовывались в гермофродитные, а в опытах с проплеской и дремой луговой никаких изменений не было [28]. При обработке ИУК кукурузы и тыквенных растений повышался уровень женских цветков.

Опыты в условиях *in vitro* доказали, что при добавлении ИУК в питательную среду, цветочные почки огурца меняются с тычиночного на пестичные. И так же было отмечено, что мужские цветки более чувствительны к ИУК, чем женские.

На основании опытов с коноплей и тыквенными, Дж. и И. Хеслоп-Харрисоны, сделали вывод, что уровень ауксина в тканях, находящимся рядом с дифференцирующимися цветочными зачатками, влияет на проявление пола: высокий уровень способствует проявлению пестика, а

низкий – тычинок. Вывод был сделан небезосновательно. В опытах они увидели, что при искусственном повышении ауксина в момент дифференциации привело к проявлению женских цветков, хотя должны были появиться мужские [24].

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что ауксин влияет на увеличение количества именно женских цветков, однако сам механизм пока остается неясен. Дж. Хеслоп-Харрисон (1963 г.) выдвинул предположение, согласно которому ауксины при достижении определенного уровня в апексе активируют неактивную генетическую систему, тем самым сам ауксин выступает в роли пускового механизма. А.Г. Сидорский (1978 г.) говорил о том, что ауксины могут воздействовать на регуляцию углеводного обмена, тем самым влияя на пол. В своих предположениях он отталкивался от того, что именно высокий уровень ауксина и углеводов содержится в гермафродитных цветках дыни. У огурцов при снижении содержания редуцирующих сахаров увеличивается число мужских цветков.

2. Гиббереллины.

Гиббереллины, по своему действию, являются противоположностью ауксинов. Они в основном вызывают проявление мужского пола растений. Но на примере опытов мы можем говорить о действии на сексуализацию растений.

Первые опыты по влиянию гиббереллина на пол растений были проведены на конопле ученым Этолом. Согласно его исследованиям, если обработать растение в период дифференциации, женские цветки преобразовываются в интерсексов, мужские цветки остаются неизменны. Опыты М.С. Жукова, М.М. Сажко показали, что под действием гиббереллина на коноплю увеличивается количество мужских растений, а так же на женских растениях появляются мужские цветки [15].

После проведения опытов было отмечено, что растения конопли, обработанные гиббереллином, имели вытянутые соцветия. Мужские цветы были мелкие, имели меньшее количество пыльцы.

Большое влияние на сексуализацию растений гиббереллин оказывает на семейство Тыквенные. Ученые отмечали, что при обработке ГК растений огурца увеличивался процент образования мужских цветков. Они считают, что тычиночные цветки, обработанные гиббереллином, образуются не в результате изменения пестичных или обоеполых, а являются дополнительными, которые в обычных условиях не образуются.

Ученые высказывали всевозможные гипотезы о влиянии гиббереллина на пол растений. Были выдвинуты предположения, согласно которым ауксин и гиббереллин, находясь в верхушечных почках, вызывают приток веществ, которые образуются в листьях в определенных условиях и отвечают за пол растения [16]. Именно эти вещества они относили к тем, которые влияют на пол растения, а содержащиеся гиббереллины сопутствующим фактором.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что гиббереллин оказывает влияние на сексуализацию не у всех видов растений. В основном, он сдвигает процесс половой дифференциации в сторону мускулитизации. Этот вывод основан на увеличении биологической активности эндогенных гиббереллинов у мужских растений конопли, тыквенных.

Рост растения, сохранение (компетентность) апекса, сроки и методы обработки также оказывают влияние на проявление пола при действии гиббереллина.

3. Цитокинины.

В отличие от ауксинов и гиббереллинов, действие цитокининов на пол растений доказано мало. Действие цитокининов местное, и поэтому если он не нанесен в корни, влияние на пол доказать проблематично. Поэтому многие ученые обрабатывали им именно почки и побеги.

Неги и Олмо изучали влияние цитокинина на сексуализацию растений на разных сортах винограда. В течение 3 недель они выдерживали цветущие цветки мужских клонов в растворе 6-БАП. В результате мужские цветки превратились в полностью гермафродитные [16]. Ни ИУК, ни ГК не оказывали никакого действия на пол этих клонов. У этого вида в оптимальных условиях встречается небольшое количество гермафродитных цветков. Все дело в том, что формирование завязи прекращается и пестик остается недоразвитым. Это и отличает его от остальных. При применении цитокинина восстанавливается развитие пестика. Мур (1970 г.) считал, что проявление пола зависит и от генов, контролирующих пол, и от генов-модификаторов. Во втором случае действие гена можно изменить, применив цитокинин[27].

Цитокинин оказывает влияние на пол растений не только у винограда. Так, при опрыскивании пролески кинетином происходило изменение мужских цветков на женские почти у 45% растений. Но стоит отметить, что при использовании кинетина совместно с ауксинами или индолилуксусной кислотой, никаких действий на пол не происходит. Кинетин влияет на феминизацию гермафродитных цветков семейства Толстянковые [27]. Данные о действии цитокининов на формирование пола у семейства Тыквенные практически отсутствуют.

Данные, подтверждающие факт влияния цитокининов на сексуализацию растений малы. Но мы можем утверждать, что они, как и остальные фитогормоны, имеют влияние на проявление пола у растений.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Ботаническая характеристика огурца

Огурцы – представители семейства Тыквенных. Однолетние травянистые растения.

Корневая система, как у всех бахчевых культур, составляет приблизительно 2% от общего веса растения. Она состоит из главного, боковых и придаточных корней. Стоит также отметить, что огурцы обладают способностью к образованию дополнительных корней. Глубина залегания массы корней к концу вегетационного периода около 30 см.

Стебель в молодом возрасте прямостоячий, но после цветения – стелющийся и ветвящийся. Боковые побеги на главном стебле составляют плети, к примеру – плети первого порядка, от них отходят плети второго порядка и так далее. Длина и количество плетей зависят от условий выращивания и сорта огурца.

Листья огурцов имеют трех- и пятипалую пластинку, черешковые. Первый образовавшийся лист на растении всегда отличается от остальных, каждый последующий имеет более рассеченную форму и зазубрены. От сорта и условий выращивания также зависит величина и окрас листа.

В большинстве своем огурцы – однодомные раздельнополые растения, имеющие как мужские, так и женские цветки (рис. 1). В пазухах листьев в виде соцветий (щитков) расположены мужские цветки, женские – в других узлах по одному, реже несколько. Преобладают на растении мужские цветки, но есть выведенные формы огурцов с обоеполыми цветками [39]. Партенокарпические формы огурцов образуют плоды без опыления.

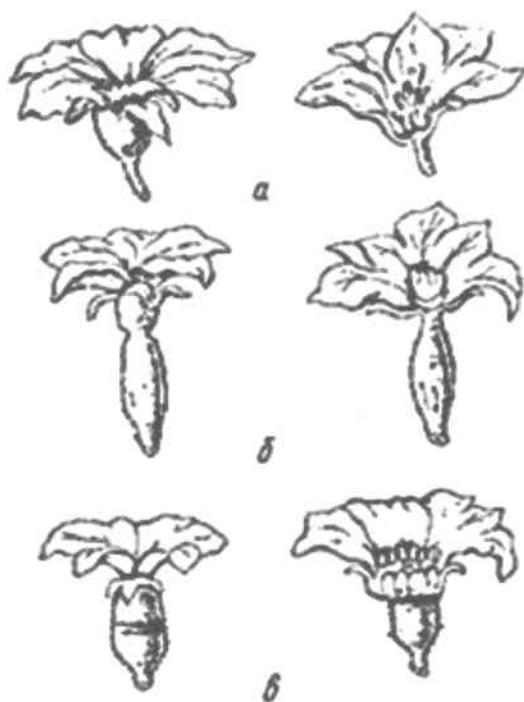


Рисунок 1. Цветки огурцов: а – мужские; б – женские; в – гермафродитные

Огурец – перекрестноопыляющееся растение. Пыльца у него липкая, комочкообразная, ветром не переносится. Опыление происходит только при участии насекомых.

Плод огурцов – ложная ягода (5-10 см.) с 3-5 семенными камерами. Употребление в пищу рекомендовано в незрелом виде.

Опушение – простое (каждый шипик состоит из волоска) и сложное (шаровидное основание у волоска). Поверхность плода может быть гладкой (простое опушение), мелкобугорчатой и крупнобугорчатой (сложное опушение). Окраска бывает черношипой и белошипой.

Кукурбитацин образуется при ненадлежащем хранении и неблагоприятных условиях, что приводит к горечи плода огурца.

Всходы огурцов появляются через 3-10 дней после сева. На 5-6 день после всхода семядоли появляется первый настоящий лист. Последующие листья образуются с промежутком в 2-3 дней. После появления 5-6 листьев

растение начинает зацветать. Семенная спелость наступает через 40-70 дней после цветения.

2.2. Характеристика огурца сорта «Кустовой»

Сорт «Кустовой» был выведен и зарегистрирован в 1980 году ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства».

Сорт пчелоопыляемый, поэтому предпочтительна высадка на открытом грунте для доступа насекомых – опылителей. Пленочные укрытия теплиц используются только на начальном этапе роста.

Урожайность зависит от ряда факторов: температуры, активности насекомых, погодных условий. Высадка сорта возможна как рассадой, так и прямым посевом в период с 10 мая по 10 июня. Температура почвы должна быть +15-20°C днем и от +8°C по ночам. При максимально благоприятных условиях возможна урожайность до 5-6 кг/м² плодов.

Сорт «Кустовой» отличается компактностью растения, не разрастается. Кроме того, «Кустовой» не требует постоянного пасынкования боковых побегов и формирования. Растения детерминантные, умеренно ветвистые, с короткими плетями и обильной листовой массой (пазухи листьев и междоузлия укорочены) [38].

Густота посадки – по схеме 70 x 30 см. Требования при выращивании просты: регулярный полив, применение удобрений, прополка, рыхление почвы. Кустовые формы неприхотливы, удобны в уходе.

Плоды короткие (9-12 см.), массой примерно 80-100 г. (рис. 2). По форме – удлинено-яйцевидные, с крупнобугорчатой поверхностью. Кожура темно-зеленая, не плотная, имеет редкое расположение бугорков. Срок хранения плодов – 3-5 дней.



Рисунок 2. Плоды огурцов сорта «Кустовой»

Сорт огурца «Кустовой» устойчив к таким заболеваниям, как оливковая пятнистость (кладоспориоз), мучнистая роса, бактериоз [30]. Также стоит отметить, что сорт вынослив при неблагоприятных погодных условиях, тенелюбив.

2.3. Методы исследования

Исследование по изучению влияния внешних факторов и фитогормонов на проявление пола у растений огурцов проводилось в теплице на базе ПГУПИ им. В.Г. Белинского на кафедре «Общая биология и биохимия».

Эксперимент был проведен в период октябрь-декабрь 2019 года.

Для огурца схема опыта была следующая:

1. контроль – обработка водой;
2. Опыт 1 – обработка гиббереллином, 25 мг/л;
3. Опыт 2 – обработка индолилуксусной кислотой, 50 мг/л;
4. Опыт 3 – обработка брассинолидом, 25 мг/л.

ИУК вначале разводили в 25 мл спирта, а затем доводили водой до нужной концентрации.

Опрыскивание растений фитогормонами происходило в фазу третьего листа.

В течение вегетационного периода проводили наблюдения за ростом (измерение высоты растений) и развитием растений. Отмечали:

1. появление первых всходов;
2. образование первого настоящего листа;
3. появление бутонов – начало цветения и массового увядания;
4. подсчитывали число тычиночных и пестичных цветков;
5. определяли урожай.

Во всей работе представлены среднеарифметические данные из четырех биологических повторностей.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Действие фитогормонов на рост и развитие огурцов

Эксперимент был начат 21 октября 2019 года на базе Педагогического института им. В.Г. Белинского. Горшки с высаженными семенами были выставлены в теплице 15 корпуса на кафедре «Общая биология и биохимия». Следует отметить, что теплица оснащена лампами с разными спектрами света, которые необходимы для оптимальных условий прорастания и жизни растений. Лампы переключаются автоматически и соблюдают последовательность спектров, которая была выставлена вручную. Первые проростки огурца были замечены уже на следующий день, 22 октября.

Опрыскивание растворами фитогормонов производилось 25 октября (рис. 3).



Рисунок 3. Проростки огурца в возрасте 4 дней (справа налево): контроль, гибберелловая кислота, индолилуксусная кислота, брассинолид

При оценке роста огурца можно сделать вывод, что усиление роста проростков наблюдалось в опытах с ГК и ИУК. Стоит отметить, что только в варианте с проростками, опрыснутыми ИУК, наблюдался рост в сторону опрыскивания.

На 15 ноября было отмечено увядание некоторых растений (рис. 4). В опыте с брассинолидом из 4 растений – 2 погибло. В опытах с индолилуксусной кислотой – 1 погибло. По 17 декабря (окончание опытов) увядание растений были не замечено.



Рисунок 4. Проростки огурца в возрасте 25 дней (справа налево): контроль, гибберелловая кислота, индолилуксусная кислота, брассинолид

В ходе эксперимента было установлено, что фитогормоны, в частности ЦТК, ГК, брассинолид, оказывают большое влияние на рост огурца. Чтобы это доказать, каждую неделю проводилось измерение роста побега в длину (табл. 1; рис.5).

Таблица 1 – Влияние фитогормонов на рост огурца

Опыт	Средняя длина основного побега, см							
	25.10	1.11	8.11	15.11	22.11	29.11	6.12	13.12
Контроль (вода)	14	21	26	35	41	49	54	62
ИУК	16	25	37	49	58	70	78	83
ГК	17	29	40	52	67	79	84	89
Брассинолид	15	20	29	37	47	54	62	76

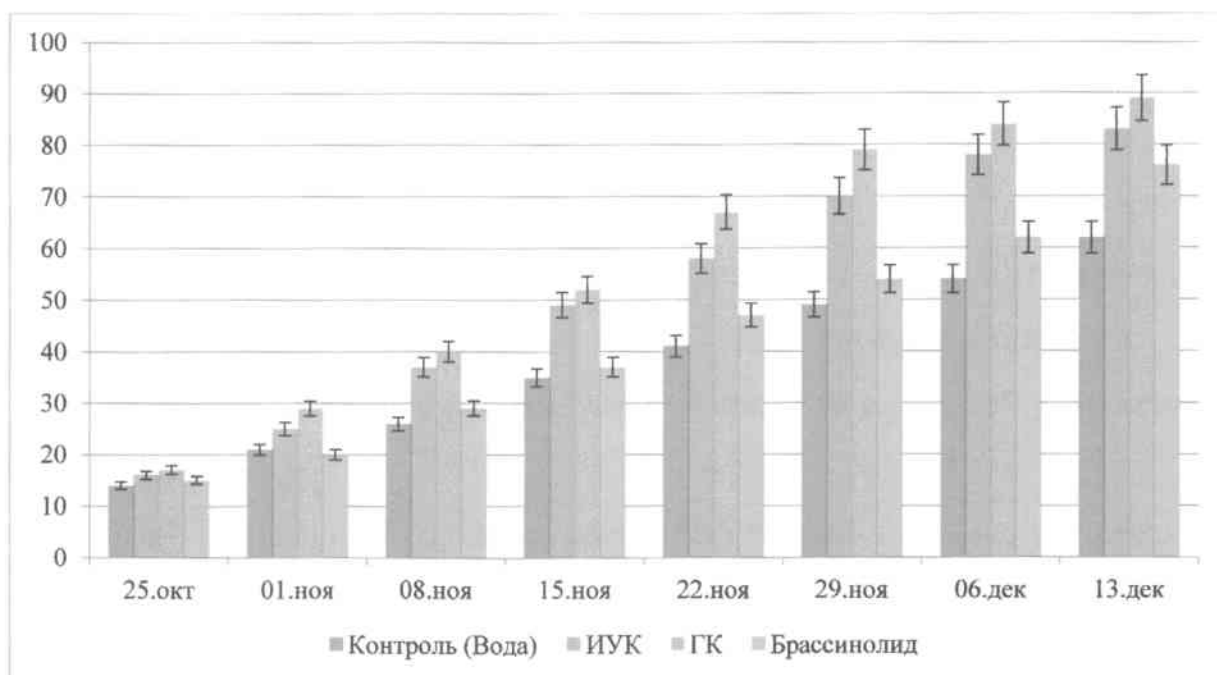


Рисунок 5. Влияние фитогормонов на рост огурца, см

Исходя из данных в таблице 1 и рисунку мы можем сделать вывод, что гибберелин стимулирует рост побега в длину. К концу онтогенеза при обработке гиббереллинов его высота была выше контроля на 27 см. Стоит отметить, что увеличение зеленой массы так же было замечено при обработке гиббереллином.

Немного иначе обстоят дела с ИУК. Разница с контролем у них также высока – 21 см. Увеличение зеленой массы не наблюдалось. Листья с течением времени приобретали желтоватый оттенок.

Брассинолид, хотя и является стимулятором роста растений, показал самый наименьший показатель. Разница с контролем составила всего 14

см. Возможно, причиной послужили примеси в фитогормоне или неверно подобранная дозировка.

Для выяснения причины гибели растений был проведен опыт при помощи люксметра. Так как в теплице установлен датчик изменения спектра света, и почти не проникал естественный свет, был измерен каждый спектр.

1. Синий спектр – 2500 лкс;
2. Красный спектр – 3600 лкс;
3. Желтый спектр – 3400 лкс;
4. Зеленый спектр – 2900 лкс;
5. Белый спектр – 3100 лкс.

По данным люксметра можно сделать вывод, что пожелтение листьев и увядание проростков могли быть следствием нехватки света.

17 декабря был произведен подсчет цветков и завязей у растений огурцов (рис. 6).

Было выявлено, что раньше всего бутонизация началась у растений, опрыснутых гибберелловой кислотой. У контроля бутонизация не началась. Всего во всех 4 опытах – 244 бутона. В процентном соотношении: контроль – 0%, гибберелловая кислота – 43,8%, ИУК – 25,8%, брассинолид – 30,3%. Наибольший процент бутонизации имеют растения, обработанные гибберелловой кислотой.

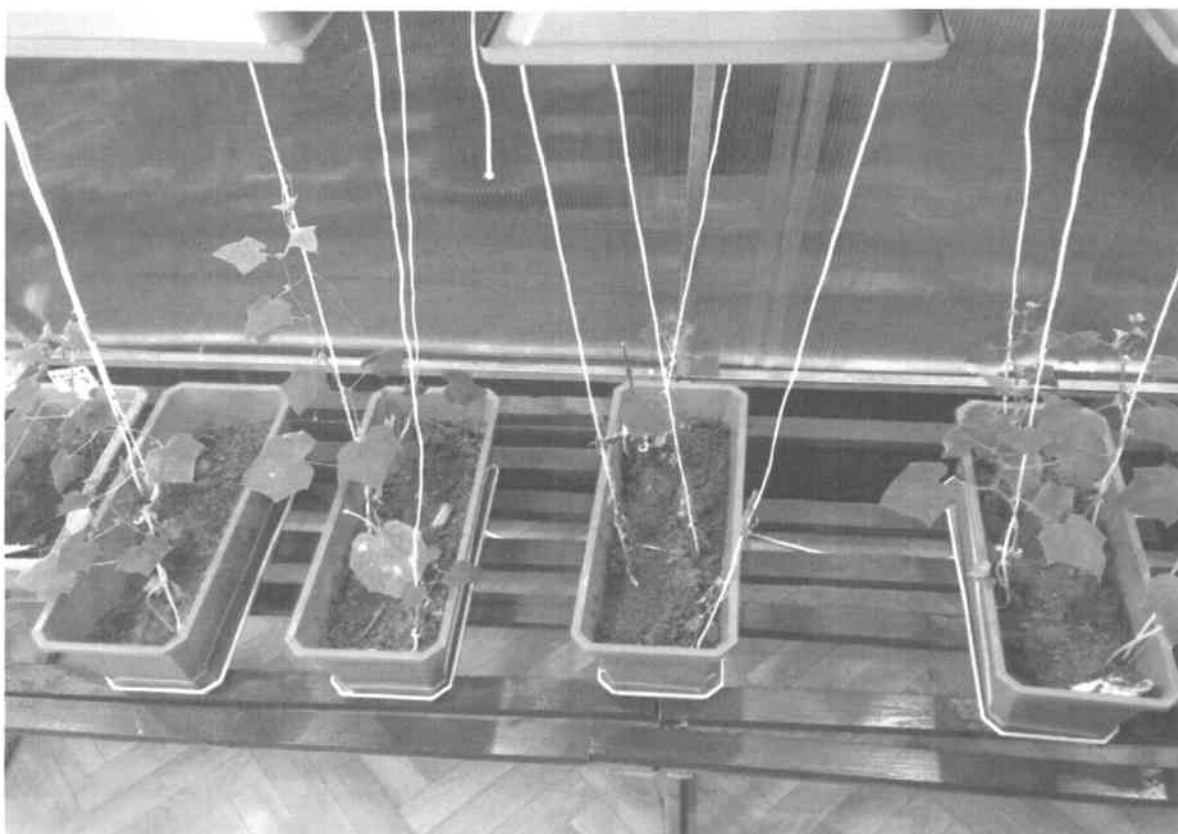


Рисунок 6. Проростки огурца в возрасте 55 дней (справа налево): контроль, гибберелловая кислота, индолилуксусная кислота, брассинолид

Напомним, что опрыскивание растений фитогормонами проводилось в фазе образования третьего листа. Исходя из таблицы 2, можно сказать, что фитогормоны влияют не только на рост растений, но и на бутонизацию и образование цветков.

Таблица 2 – Фенологические наблюдения за растениями огурца

Варианты опыта	Начало бутонизации	Начало цветения	Среднее количество бутонов, шт.
Контроль (вода)	15.12.19	24.12.19	51
Гибберелловая кислота	6.12.19	13.12.19	107
Индолилуксусная кислота	10.12.19	17.12.19	63
Брассинолид	12.12.19	16.12.19	74

По данным из таблицы 2, обработка фитогормонами ускоряет появление генеративных органов по сравнению с контролем. Большой эффективностью обладают гиббереллины и брассинолид. При воздействии этих фитогормонов появление бутонов было раньше на 9 и 11 дней соответственно. Так же они способствовали ускорению цветения и увеличенному количеству бутонов.

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что фитогормоны влияют на рост растений и способствуют раннему цветению. Наиболее эффективными в нашем случае оказались гиббереллин и брассинолид.

3.2. Оценка формирования генеративной сферы огурца и его урожайности

Анализируя то, каким образом влияют фитогормоны на развитие огурца, можно отметить, что наиболее сильное воздействие оказывают гиббереллин и брассинолид. При их влиянии отмечено увеличение количества цветков. Но ГК оказался эффективнее на 80%. (табл. 3; рис. 7).

На остальных фазах цветения прослеживается та же тенденция. Если мы обратим внимание на опыты с гиббереллином и брассинолидом, то при массовом цветении их эффективность увеличивается на 209% и 103%. Чуть меньшее увеличение наблюдается у ИУК – 78%. В конце цветения наблюдается та же ситуация (рис 8).

Для нас важную роль играет то, какие именно цветки образуются после опрыскивания. Наиболее важное значение имеет образование женских цветков, так как именно они в дальнейшем образуют плоды. В нашем случае, в опыте с контролем на всех фазах происходит почти равное образование и мужских и женских цветков. При обработке ГК образование мужских цветков в 3,5 раза выше, чем женских. ИУК и брассинолид нам более интересны, ведь именно в этих опытах женских

цветков образуется больше. Разнополые растения образуются на всех фазах (рис. 9).

Таблица 3 – Влияние фитогормонов на соотношение цветков в разные фазы развития растений (среднее число на 4-х растениях)

Опыт	Фазы развития								
	Начало цветения			Массовое цветение			Конец цветения		
	шт.		изм-е отн-но контр., %	шт.		изм-е отн-но контр., %	шт.		изм-е отн-но контр., %
	♀	♂		♀	♂		♀	♂	
Контроль (вода)	28	25	-	115	101	-	51	43	-
Гибберелловая кислота	32	75	201	103	347	209	45	132	188
Индолилуксусная кислота	45	18	118	101	67	78	62	43	112
Брассинолид	44	20	121	127	96	103	82	56	147

Исходя из данных, представленных в таблице 3, мы можем сделать вывод о том, что брассинолид и ИУК стимулируют плодоношение.

Гиббереллин дает наибольшее образование цветков, по сравнению с другими фитогормонами. Но их роль мала, так как в большинстве своем происходит образование мужских цветков, а они пустоцветы.

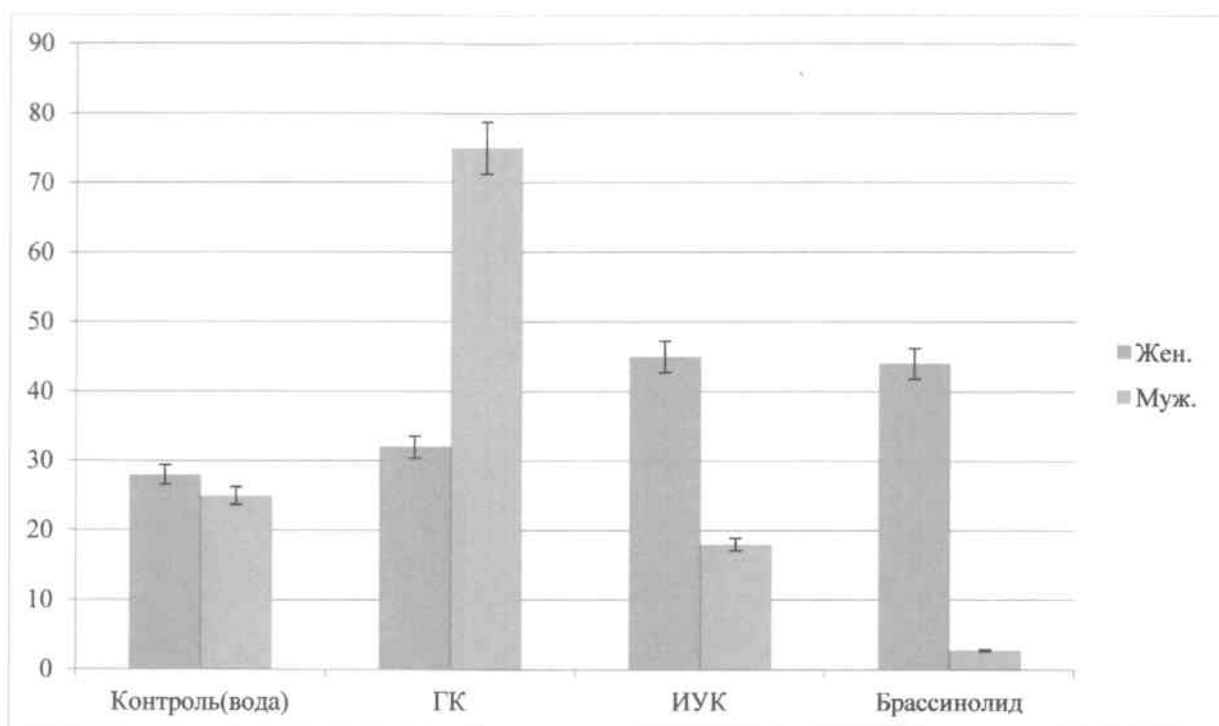


Рисунок 7. Количество цветков в начале цветения (в шт.)

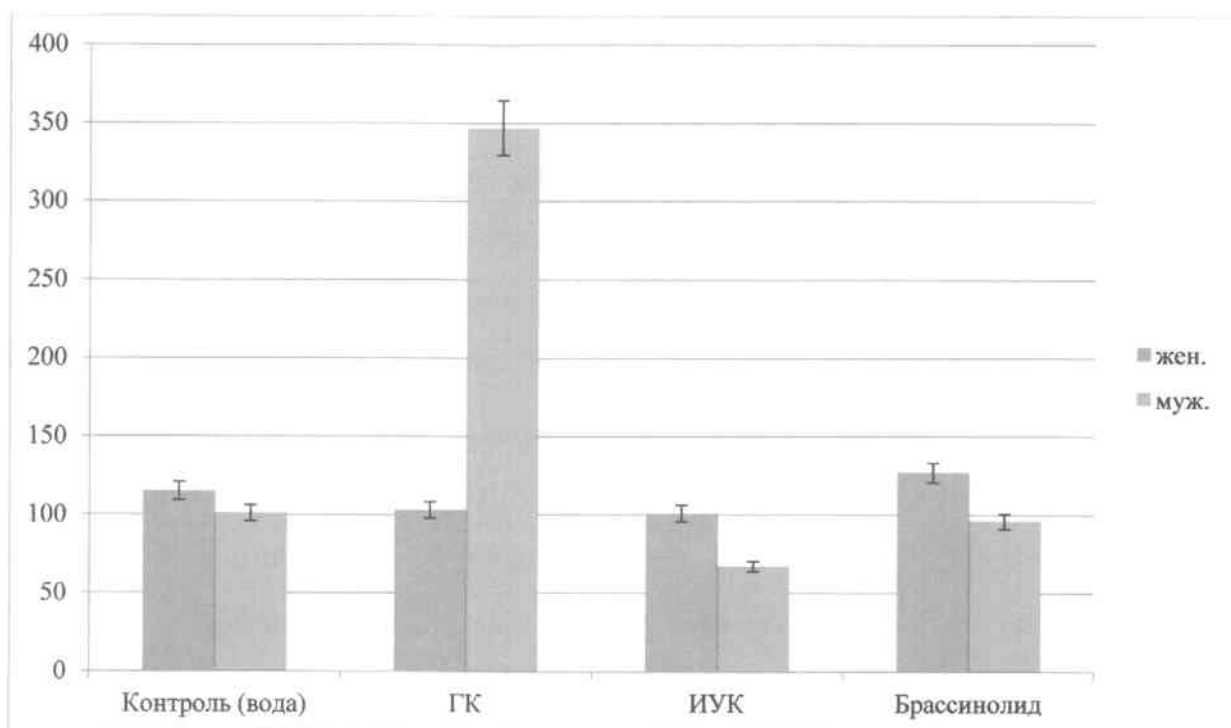


Рисунок 8. Количество цветков при массовом цветении (в шт.)

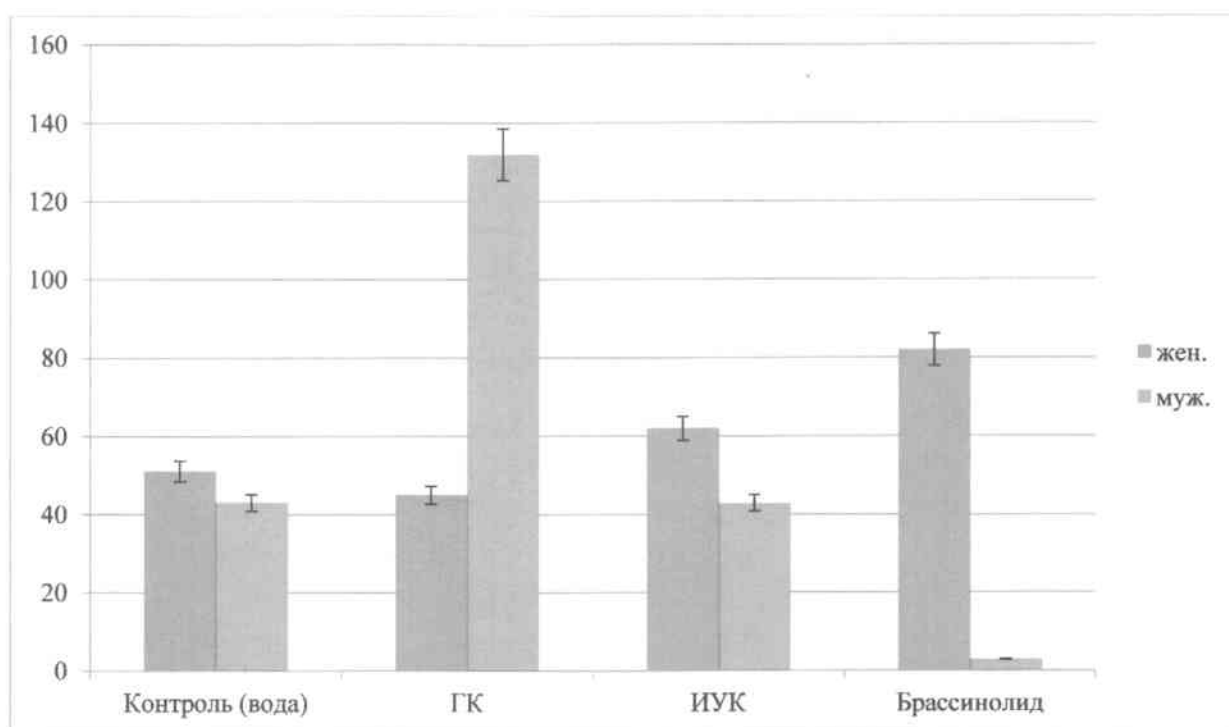


Рисунок 9. Количество цветков в конце цветения (в шт.)

Рассмотрим влияние фитогормонов на плодоношение огурцов при взаимодействии фитогормонов.

Как было отмечено раньше, именно ИУК и брассинолид способствуют образованию женских цветков, поэтому именно в этих опытах количество плодов должно быть выше, чем в опытах с контролем и гиббереллином. Это связано с тем, что именно женские цветки в последующем образуют плоды. Мужские же являются пустоцветами.

Самый наибольший процент урожайности у брассинолида – 142% по сравнению с контролем. Наименьший % у ГК. Это связано с тем, что он увеличивает образование мужских цветков. Несмотря на это, масса урожая получилась на 31% больше, чем при обработке водой. (табл. 4, рис. 10).

Таблица 4 – Влияние фитогормонов на продуктивность огурца (среднее арифметическое с 4 растений)

Опыт	Масса урожая, г	Разница с контролем, %
Контроль (вода)	1130	-
ГК	1480	31
ИУК	2060	82
Брассинолид	2740	142

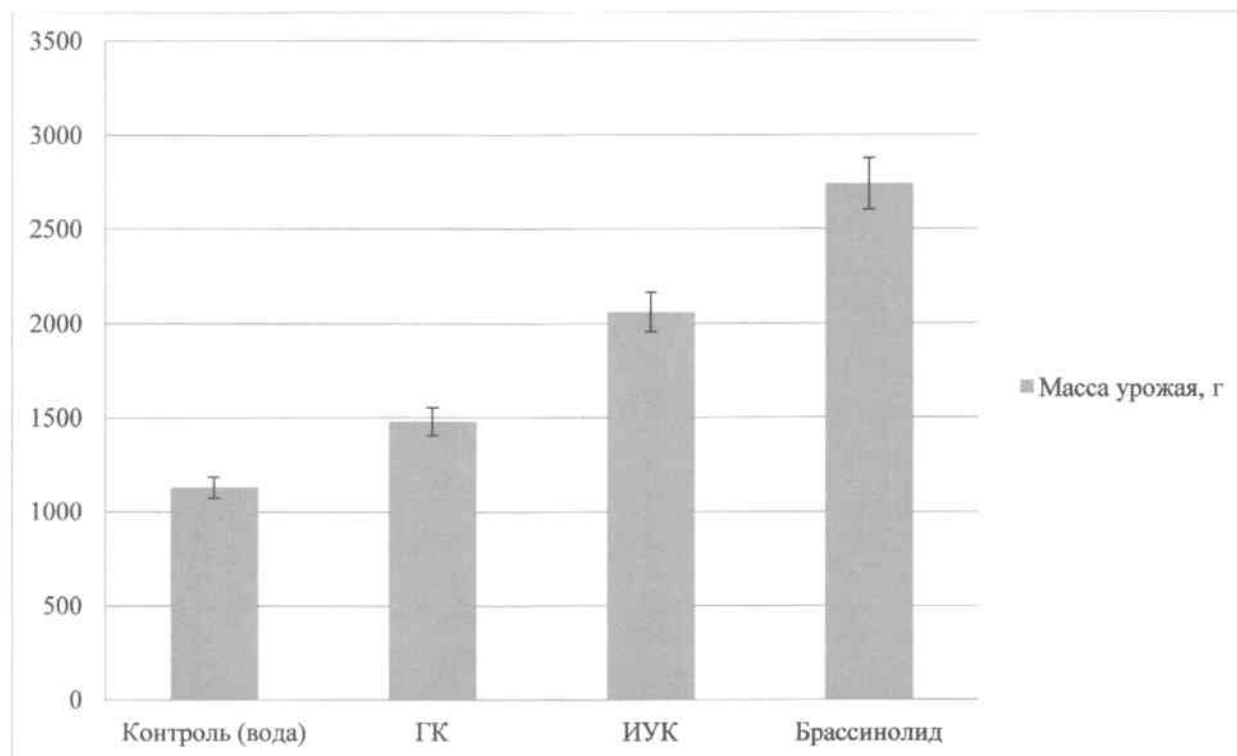


Рисунок 10. Влияние фитогормонов на продуктивность огурца, г

Таким образом, можно сделать выводы, что фитогормоны положительно влияют как на рост и развития огурца, так и на плодоношение. Если проводить сравнение с водой во всех опытах, можно сделать общий вывод о том, что уровень урожайности в контроле значительно ниже, чем при опрыскивании фитогормонами, в нашем случае ГК, ИУК, брассинолид. Наибольшее влияние на цветение огурца оказывает ГК и брассинолид, немного ниже ИУК. Но при образовании плодов основной акцент идет на брассинолид, так как при обработке появляются наибольшее количество женских цветков.

Работа «Изучение проявления пола у однодомных растений в процессе организации научно-исследовательской работы со школьниками» была представлена на Международном конкурсе исследовательских работ для студентов и учащихся образовательных учреждений в области биологических, химических и медицинских наук, где занята 1 место (I степень). Это подчеркивает актуальность темы и ее основных направлений.

Регистрационный номер 15112107
Приказ № 201101 от 20 ноября 2021 года

ДИПЛОМ | DIPLOMA

I степени | 1st degree | 1 место
награждается | awarded to

Носкова Виктория Сергеевна

студент 5 курса (бакалавриат), факультет физико-математических и естественных наук,
Пензенский государственный университет

победитель конкурса "15.11.2021 — Международный конкурс исследовательских работ для студентов и учащихся образовательных учреждений в области биологических, химических и медицинских наук - <http://students.interclover.ru/bio/biochem.html>", проводимого 15 ноября 2021 года по инициативе проекта Intercllover.ru, г. Нижний Новгород

Название проекта: курсовая работа/курсовая проект "Проявление пола у растений"
Наименование: научный эксперимент
Научное направление: Биологические науки
Подкатегория научного направления: Физиология и биохимия растений
Степень достижения: студенты образовательных учреждений ВО (бакалавриат)
Форма участия: дистанционное участие
Научный руководитель: Солдатов Сергей Александрович, доцент, кандидат биологических наук, доцент кафедры "Общая биология и биохимия", Пензенский государственный университет

  
КРАСНОВА Н.А. | KRASNOVA N. | original document | КАНАЕВА Ю.О. | KANAEVA YU.
руководитель НОС | зам. руководителя НОС
"Профессиональная наука" | "Профессиональная наука",
председатель конкурсного жюри | секретарь конкурсного жюри | Deputy
Head of the "Professional Science" | Head of the "Professional Science",
Chairman of the Competition Jury | Secretary of the Jury

interclover.ru | 2021 | Нижний Новгород

Рисунок 11. Диплом I степени за победу на Международном конкурсе исследовательских работ для студентов и учащихся образовательных учреждений в области биологических, химических и медицинских наук

ГЛАВА 4. РЕАЛИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ СО ШКОЛЬНИКАМИ ПО БИОЛОГИИ

4.1. Организация учебно-исследовательской работы по биологии в общеобразовательной школе

В настоящее время усовершенствование школьного курса естественно – научного направления ведет к тому, чтобы увеличить количество учебного времени на научно-исследовательскую работу. Делается это для развития у учащихся самостоятельности, ответственности, укрепления навыков поиска и обработки информации. Но привлечь школьников к исследовательской деятельности на данном этапе модернизации является проблемой.

В большинстве своем научно-исследовательская работа проводится по инициативе учителя. Ведь именно он является организатором исследований и экспериментов, а также нацелен и ответственен за результат [7].

Причины, по которым учащийся отказывается заниматься исследовательской работой – множество. Но можно выбрать основные:

1. новый, неизведанный для школьника, вид деятельности;
2. работа во внеурочное время;
3. конкуренция;
4. защита перед публикой;
5. отсутствие эрудирования при защите.

Для того, чтобы школьники имели повышенный интерес к работе с проектами, необходимо обеспечить некую мотивацию в виде:

1. системы поощрений как материальных, так и не материальных;
2. помощь, контроль со стороны профильного учителя за работой учащихся.

Все мотивации в большинстве своем зависят не только от учителя, но и от самой школы, традиций. Можно выделить ряд общих рекомендаций:

1. необходимо изучить учащихся, их интересы и пожелания, и выбрать именно ту стезю, в которой им будет более интересно;
2. учащиеся сами должны формулировать и решать проблемы научного и практического характера исследовательской работы;
3. исследовательские работы могут быть коллективные, поскольку некоторым школьникам комфортнее быть и изучать что-либо коллективно;
4. тема научно – исследовательской работы должна совмещать в себе и пожелание школьника и его возможности;
5. у учеников должна быть возможность оценки и критики работ;
6. важно совместить внешние и внутренние мотивации учащихся, так как «сверхмотивирование» может привести к пагубным последствиям и бесполезной активности в работе [3].

Основным звеном во время научно-исследовательской работы является учитель. Именно ему дается роль помощника, коллеги, который помогает решать ряд вопросов, добывает нужную информацию и делится знаниями. Во время научной работы учитель и ученик находятся в тесной взаимосвязи. Учитель помогает в постановке целей и задач, корректирует наблюдения, помогает в обработке нужной информации, в формулировании гипотезы, в составлении плана работы [5]. Именно учитель дает первые азы и учит, как правильно отбирать, корректировать, анализировать и применять найденную информацию в исследовательской работе. Важно отметить, что основной задачей учителя является донесение своих знаний для достижения целей и задач исследования.

Перед учащимся после выбора темы исследовательской работы стоит ряд задач:

1. написание учебной программы с целью, задачами, методами исследования, и содержанием работы;
2. написание теории, составить порядок исследований и приблизительный перечень литературы;
3. организовать научно-методическую помощь привлекаемых специалистов в различных областях знаний с целью придания исследовательским работам практической и теоретической значимости [3].

Исследовательская работа может быть так же использована в качестве отработки пропущенного материала. Исследовательская работа позволят учителю выстроить с учащимися бесконфликтные отношения, а также отойти от рутинных, скучных уроков к новой, интересной, творческой работе.

Начинать привлекать детей к научно-исследовательской работе рекомендовано уже с пятых классов. Такие работы можно применять для знакомства с исследовательской деятельностью. Основная задача – замотивировать детей для работы. Можно показывать работы старшеклассников, мотивировать успехами в исследовательской деятельности.

Привлечение к работе – первостепенная задача. Стоит заметить, что выбор той или иной темы может в этом помочь. Исследование, решение вопроса или проблемы в ходе работы – основной фактор интереса ребенка. Учитель всегда должен учитывать мнение учащегося в выборе темы. Но не стоит забывать, что темы и методы исследований не должны превышать его психолого-физиологические возможности.

Исследовательская работа имеет следующую структуру: мотив, проблема, цель, задачи, методы и способы, план действия, результаты, рефлексия. В результате мы получаем продукт, доказывающий или опровергающий ту или иную истину.

4.2. Формы и методы организации учебно-исследовательской деятельности

Наиболее распространенными формами исследований в школьной практике являются экспресс-исследования и долговременные исследования.

Экспресс-исследования используются, когда необходимо за короткий срок произвести исследование по предложенной педагогом теме. В основном, на практике, экспресс-исследования используются при работе группами. При чем, в одной группе должна быть и одаренные дети, и те, кто к этой категории не относится. Долговременные исследования могут проводиться как индивидуально, так и группами. Предполагается работа во внеурочное время.

Исследовательская деятельность затратна по времени. Она требует отдачи не только от ученика, но и от его наставника, то есть учителя. Для правильного и полного написания работы требуются материалы, оборудование, информационные источники информации. Поэтому правильнее ее проводить в параллель со школьным курсом. К примеру, умение ставить цели, формулировать задачи, гипотезы, делать правильные выводы и презентовать свою работу может понадобиться не только при исследовательской деятельности, но также и в школьной жизни, на уроках различных предметов [7].

Экспресс-исследования очень интересны детям, и дают возможность привлечь учащихся в процесс. Начиная с 5-6 классов дети только начинают вовлекаться в программу и справляться с данной формой исследований им проще. С 7 класса учащимся предлагается иная форма исследований и отчетности – реферат. Информация в данном виде отчетности должна быть полной, объемной и структурированной.

При поиске информации для рефератов, школьник учится добывать, структурировать, обрабатывать информацию как интернет – ресурсов, так

как и библиотек. Основной задачей школьника является правильно изложить материал и преподнести его в подобающем виде, при этом правильно и грамотно оформив текстовый документ.

Реферат дает возможность школьнику показать себя, углубиться в изучение конкретного вопроса, тем самым более детально разобраться в теме. Ученик учится быть самостоятельным, ответственным, организованным и целеустремленным. Если защита реферата подразумевает публичное выступление, школьник нарабатывает азы ораторского мастерства и учится выступать на публику.

Следующей формой исследовательской деятельности можно считать проведение учебного эксперимента [20].

Эксперимент в школьном курсе возможен с 6 класса. Он подразумевает как лабораторные, так и практические работы. В ходе работ ученик учится работать как самостоятельно, так и по группам, получает новую информацию, учится соблюдать поставленный план и инструкции, правильно оформлять свои наблюдения и делать соответствующие выводы.

В 6 классе в ходе лабораторных работ ученики учатся работать с микроскопом. У каждого на столе стоит световой микроскоп. Учитель демонстрирует микропрепараты с помощью цифрового микроскопа. Учебный эксперимент один из ведущих методов обучения.

Исследования-соревнования на уроках также эффективны.

Например, соревнование на составление лучшего кроссворда. Проводить можно на любой теме и в любом классе. При составлении кроссворда учащиеся изучают, анализируют информацию. Их внимание становится избирательным. Этот метод учит учащихся рационально использовать научную литературу и лучше помогает запомнить учебный материал [1].

Урок-презентация, урок – дискуссия, урок – семинар, урок – зачет, урок – ролевая игра, урок – конференция являются нетрадиционными уроками школьного курса.

Урок-презентация относится к наглядному способу передачи информации. В презентации можно использовать текст, рисунки, схемы, видео, таблицы, звуковое сопровождение. Этот урок подойдет в том случае, если нам будет необходимо показать то, что мы не сможем ощутить и увидеть на практике. Презентация лучше усваивается и запоминается в основном у школьников с лучше развитой зрительной памятью.

Урок – дискуссия позволит учащимся высказать свою точку зрения по определенным вопросам. Главный на уроке – учитель, и именно он должен направить дискуссию в нужное направление.

Урок – семинар представляет собой самостоятельную подготовку по заданной теме и обсуждение ее на уроке. При подготовке, учащийся учится анализировать и структурировать информацию и лучше усваивает материал.

Урок – зачет используется для проверки знаний учащихся.

На уроке – конференции учащиеся учатся публично выступать.

Урок – зачет используется для проверки знаний учащихся. Ставится зачет, если учащийся правильно ответил на все вопросы.

Домашние задания так же могут носить исследовательский характер: наблюдение за живой и неживой природой, описание чего-либо по плану, опыты в домашних условиях.

В курсе биологии имеются и задания, которые даются в конце учебного года на лето. В основном, они необходимы для изучения курса биологии последующего учебного года. К примеру:

1. Составление гербария (разные формы листьев, разные виды жилкования и др.);

2. Составление коллекций (коллекция насекомых, бабочек, раковин моллюсков и т.д.).

Исследовательская работа может быть организована на всех этапах обучения любого предмета. Некоторые темы исследований могут охватывать несколько предметов.

В курсе старших классов проектно-исследовательская деятельность в обучении предполагает введение общих и частных методов научного познания на всех его этапах. Это неотъемлемая часть профилизации обучения.

Внеурочная деятельность играет важную роль в исследовательской деятельности. В классах старшего звена можно организовать научное общество для того, чтобы учащиеся вовлекались в научно-исследовательскую деятельность и приобретали исследовательские умения и навыки.

Научное общество – внеурочный вид занятости, и проводиться должен после уроков. Каждое научное общество должно иметь свой график и план работы, намеченные планы и цели. Итог работы соответствующий – олимпиада, конференция, и др.

Справиться с экспериментальной частью проекта учащемуся помогут теоретические основы экспресс-исследований, практические навыки экспериментальных работ. Однако, для выполнения учебного проекта одного урока недостаточно [18].

Для того, чтобы правильно выполнить исследовательскую работу, необходимо выполнить определенные этапы:

I этап. Подготовительный

1. Поиск проблемы – тема, наиболее интересная для изучения;
2. Название работы, определение темы исследовательской работы;
3. Актуальность работы – почему именно эта тема была выбрана в целях исследования;

4. Цель и задачи исследовательской работы;
5. Пути решения проблемы;
6. Составление плана работы для реализации исследовательской работы совместно с учителем.

II этап. Планирование исследовательской работы

1. Определение источников информации;
2. Определение способа поиска, систематизации и анализа информации;
3. Выбор формы отчётности (фотографии исследований, текстовое описание работы, диаграммы, презентации, аудио- и видеозаписи и др.);
4. Критерии оценки хода эксперимента, исследования, полученного результата исследовательской работы (исследовательского проекта);

III этап. Исследование (процесс исследования, эксперимента)

1. Сбор необходимой информации для исследования;
2. Проведение интервью, опросов, наблюдений, экспериментов, опытов, исследовательских работ;
3. Соблюдение техники безопасности!

IV этап. Выводы

1. Анализ полученных информации;
2. Экономико-экологическое обоснование работы (затратно, экономически выгодно, экологично ли выполнение исследовательской работы);
3. Формулирование вывода – были ли достигнуты поставленные цели и задачи.

V этап. Отчет и защита исследовательской работы (проекта)

1. Оформление и подготовка представление результатов работы: защита в виде устного отчета, устный отчет с демонстрацией, письменный отчет и краткая устная защита с презентацией;

2. Проведение защиты исследовательской работы (проекты) и ее обсуждение

VI этап. Оценка процесса и результатов проекта

1. Участие в оценке исследовательской работы путем коллективного обсуждения и самооценки [18].

Для достижения поставленных целей обучающиеся используют следующие методы: научный метод, описательный, сравнительный, исторический и экспериментальный [15].

Научный метод подразумевает применение приёмов и операций, которые используются при построении системы научного знания.

Описательный метод наиболее простой и древний. Он подразумевает наблюдение за исследуемым объектом.

Сравнительный метод позволяет сравнить объекты и выявить сходство и отличия по массе критериев.

Исторический метод дает возможность сопоставить факты, которые получены ранее с теми, что имеются сейчас.

Для того чтобы разнообразить образовательный процесс и получить хорошую усвояемость, достаточно применять разнообразные методы и формы ведения урока. Это позволит повысить интерес учащихся к данному предмету.

Исследовательская деятельность позволит сформировать в учащемся качества, которые потребуются ему как в высших учебных заведениях, независимо от профессии, так и в жизни

Учебное исследование становится возможным, когда сам учитель будет готов к этому уровню работы, тогда он сможет организовывать позволяет изучать то или иное явление с помощью опыта [42].

Постепенное освоение исследовательского подхода к темам, к работе, требующей настойчивости в накоплении знаний и умений, может стать дорогой к творческому труду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При изучении влияния фитогормонов на проявление пола у растений было установлено, что они влияют и на процесс роста огурца. Так, в ходе эксперимента было доказано, что гиббереллин оказывает большое влияние на апикальный рост растения (на 27 см. выше контроля), а также способствует увеличению зеленой массы растения. ИУК также стимулирует рост растений и при её воздействии осевой побег оказался выше контроля на 21 см. Но увеличения зеленой массы замечено не было. Чуть меньше влияние на рост оказывает брассинолид.

Все фитогормоны играют большую роль в ускорении бутонизации и формировании цветов. Как и в первом случае, наибольшее влияние оказывает гиббереллиновая кислота.

Помимо более раннего появления цветков, фитогормоны увеличивают их количество. А также влияют на сексуализацию. Так, было доказано, что при воздействии только водой, соотношение мужских и женских цветков было практически одинаковое. При воздействии гиббереллином соотношение сдвинулось в пользу мужских цветков, а в случаях с ИУК и брассинолидом – женских.

Формирование урожая прямо зависело от того, каких цветков больше – мужских или женских. В ходе экспериментов замечено, что большее количество женских цветков было в опыте с использованием брассинолида. Количество урожая в этом опыте также было выше, чем в остальных. Таким образом, экспериментально мы доказали важную роль фитогормонов на рост и развитие растений, и самое главное на половую дифференциацию цветков сорта огурца «Кустовой».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреевская Е.Г. Исследовательская и проектная деятельность в экологическом образовании // Дидактические материалы для учителя. 2014. № 6. С. 52-59.
2. Гладкая Е.С. Методика использования современных компьютерных технологий обучения в преподавании общей биологии учащимся 9 классов общеобразовательной школы: дис. ... канд. пед. наук. Челябинск, 2006. 224 с.
3. Городилина Т.В. Проектная деятельность как метод развития самосознания и коммуникативных компетенций учащихся в информационной среде в системе ФГОС // Стандарты и Мониторинг в образовании. 2014. № 6. С. 55-78.
4. Дмитриева О.С. Роль мультимедийных презентаций на уроках биологии // Биология в школе. 2012. № 5. С. 63-71.
5. Ефремова Е.А. К вопросу об образовательных технологиях профессионального самоопределения учащихся // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2013. № 2. С. 14-25.
6. Зайцева Л.С. Проектно-исследовательская деятельность учащихся в экологическом воспитании. М.: Материалы Всероссийской научно-исследовательских работ в школе и ВУЗе, 2013. 145 с.
7. Кильпатрик В.Х. Метод проектов. Д.: Брокгауз – Ефрон, 2010. 43 с.
8. Кильчевский А.В. Взаимодействие генотипа и среды в селекции овощных растений // Современные проблемы генетики и селекции. Минск, 1995. 33 с.
9. Кожанова Т.Н. Исходный материал для селекции огурца на устойчивость к мучнистой росе // Научно-техн. бюл. ВИР. Ленинград, 1988. Вып. 181. С. 59-60.

10. Кожанова Т.Н. Генофонд огурца и его использование в селекции короткоплодных партенокарпических гибридов // Гетерозис сельскохозяйственных растений (материалы докладов международного симпозиума). М., 1997. С. 117-118.

11. Козинер Э.П. Некоторые физиологические особенности гетерозиса у огурца: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. М., 1967. 18 с.

12. Конарев В.Г. Природа гетерозиса и возможности его прогнозирования // С.-х. биология. Сер. Биология растений. М., 1991. № 3. С. 3-11.

13. Конюшко В.С. Методика обучения биологии // Наука и образование. 2014. № 5. С. 7-15.

14. Кулаева О.Н. Цитокинины, их структура и функция. М.: Наука, 1973. 159 с.

15. Левченко А.Л. Методика профильного обучения биологии в старших классах общеобразовательной школы: дисс. ... канд. пед. наук. Санкт-Петербург, 2007. 227 с.

16. Львова И.Н. Пол у растений. М.: Изд-во МГУ, 1976. 52 с.

17. Мансурова Л.И., Акимов В.И. и др. Овощеводство защищенного грунта. Самара, 1997. 150 с.

18. Марина А.В., Соломин В.П. Школьное биологическое образование: проблемы и пути их решения: учебное пособие к курсу методики преподавания биологии. Санкт-Петербург: НИИ Химии СПбГУ, 2011. 132 с.

19. Марков В.М. Овощеводство /Изд-е 2-е, перераб. М.: Колос, 1974. 512 с.

20. Матяш Н.В. Инновационные педагогические технологии и проектное обучение. М.: Академия, 2012. 412 с.

21. Медведев А.В., Медведева Н.И. Селекция огурцов на устойчивость к болезням // Сб. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. Том 65. Ленинград, 1979. Вып. 3. С. 27-33.

22. Медведев А.В., Медведева Н.И. Исходный материал для селекции огурца на устойчивость к бактериозу и пероноспорозу // Сб. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. Том 32. Ленинград, 1983. С. 142-149.

23. Муромцев Г.С., Агнистикова Н.В. Гиббереллины. М.: Наука, 1984. 199 с.

24. Полевой В.В. Фитогормоны: Учеб. пособие. Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1982. 253 с.

25. Пономарёв А.Н., Демьянова Е.И. Разделение полов как приспособление к перекрёстному опылению // Жизнь растений. В 6-ти т. / под ред. А.Л. Тахтаджяна. М.: Просвещение, 1980. Т. 5. Ч. 1. Цветковые растения. С. 56-57.

26. Пыженков В.И. Взаимодействие генов, контролирующих различные типы проявления пола у огурца (*Cucumis sativus* L.) II Научно-техн. бюл. ВИР. Ленинград, 1987. Вып. 170. С. 42-47.

27. Пыженков В.И. Полиморфизм огурца (*Cucumis sativus* L.) по типу пола растений и эволюция // Сб. науч. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. Том 124. Ленинград, 1989. С. 73-78.

28. 135. Пыженков В.И. Некоторые закономерности наследования и эволюции пола цветковых растений на примере огурца (*Cucumis sativus* L.) // Научно-техн. бюл. ВИР. Санкт-Петербург, 1991. Вып. 216. С. 59-62.

29. Пыженков В.И., Гогина И.Г. Гермафродитноцветковые формы огурца и основные направления их селекционного использования // Сб. науч. тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. Том 118. ВИР, 1988. С. 47-54.

30. Сабинин Д.А. Минеральное питание растений / Д. А. Сабинин. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 306 с.

31. Серков В.А. Влияние регуляторов роста на проявление пола и формирование комплекса хозяйственно полезных признаков растений однодомной конопли / В.А. Серков, В.Н. Хрянин, Л.В. Климова // Известия

высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2015. № 3(11). С. 42-53

32. Сутулова В.И. Влияние регуляторов роста на анатомические и органо-образовательные процессы разных половых форм цветка огурца: Автореф. дис. . канд. биол. наук. Изд-во Московского ун-та, 1983. 23 с.

33. Сутулова В.И., Львова И.Н. Применение морфофизиологических показателей для оценки воздействия гиббереллина и этрела на огурец // Вестник Московского университета. Изд-во Московского ун-та, 1987. Серия 16. № 3. С. 43-47.

34. Тараканов Г.И. Биологические особенности овощных растений и некоторые проблемы селекции // Методы комплексной оценки продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных растений. М., 1994 (1995). 48 с.

35. Тараканов Г.И., Мухин В.Д., Шуин К.А. и др. Овощеводство / Под ред. Г.И. Тараканова, В.Д. Мухина. М.: Колос, 1993. 511 с.

36. Тараканов Г.И., Сироткина Э.Л. О культуре партенокарпического огурца // Картофель и овощи. М., 1971. №8. С. 32-34.

37. Тахтаджян А.Л. Происхождение покрытосеменных растений / Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1961. 133 с.

38. Хржановский В.Г. Курс общей ботаники (цитология, гистология, органография, размножение): Учебник для сельхоз. вузов. Часть 1. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1982. С. 285-384.

39. Хрянин В.Н. Роль фитогормонов в дифференциации пола у растений // Физиология растений. 2002. Т. 49. С. 599-615.

40. Хрянин В.Н. Эволюция путей половой дифференциации у растений / В.Н. Хрянин // Физиология растений. 2002. Т. 49. № 6. С.945-952

41. Чайлахян М.Х., Хрянин В.Н. Пол растений и его гормональная регуляция. М.: Наука, 1982. 52с.

42. Ядрышникова Л.Г. Проектно-исследовательская деятельность обучающихся на уроках биологии [Электронный ресурс]. URL: http://samoch2012.ucoz.ru>issledovaniya_na...biologii.docx (Дата обращения 05.05.2022).