

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»

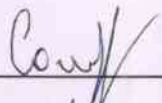
Направление подготовки 06.04.01 Биология
Магистерская программа Биохимия
Форма обучения очная

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

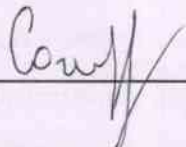
на тему:

**«ВЛИЯНИЕ ФИТОГОРМОНОВ И ИНГИБИТОРОВ РОСТА НА
ПРОЯВЛЕНИЕ ПОЛА У РАСТЕНИЙ ОГУРЦА»**

Студент  Носкова Виктория Сергеевна

Руководитель  Солдатов С.А.

Рецензент  Невитов М.Н.

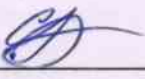
Нормоконтролер  Солдатов С.А.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 20.05.24 № 11)

Заведующий кафедрой  Карпова Г.А.

Работа защищена с отметкой отлично

(протокол заседания ГЭК от 20.06.24 № 6)

Секретарь ГЭК  Клыченков С.В.

Пенза, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	6
1.1. История развития научных представлений о половых различиях у растений	6
1.2. Характеристика однодомных растений.....	9
1.3. Биохимические основы диагностики пола.....	12
1.4. Представление о половых гормонах растений	12
1.5 Особенности биологии цветения огурца	18
1.6 Влияние фитогормонов и ингибиторов роста на проявление пола.....	22
1.6.1 Ауксины	22
1.6.2 Гиббереллины.....	24
1.6.3 Цитокинины.....	25
1.6.4 Абсцизовая кислота и ретарданты	26
1.6.5 Этилен.....	28
1.6.6 Салициловая кислота	29
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	31
2.1. Ботаническая характеристика огурца	31
2.2. Характеристика огурца сорта «Кустовой»	33
2.3 Характеристика сорта огурца «Пучковое очарование»	34
2.4 Характеристика сорта огурца «Забияка».....	36
2.5 Характеристика сорта огурца «Орфей».....	37
2.6. Методы исследования.....	39
2.7 Изучение влияния гиббереллиновой кислоты и брассинолида на огурцы в условиях открытого грунта.....	40
2.8 Изучение влияния этилена на рост и урожайность огурца.....	40
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	42
3.1. Действие фитогормонов на рост и развитие огурцов.....	42
3.2. Формирование генеративной сферы огурца и его урожайность.....	47

5.3. Влияние гиббереллиновой кислоты и брассинолида на растения огурца в условиях открытого грунта	51
3.4 Оценка влияния этилена на рост и плодовитость огурца	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
ВЫВОДЫ	60
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Пол – это совокупность признаков организма (морфологических, биохимических, физиологических), которые обеспечивают воспроизводство потомства и передачу наследственной информации следующим поколениям [12].

Одной из основных проблем нашего времени является половое размножение растений. Селекционеры видят 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.

Цель работы: изучить влияние фитогормонов и ингибиторов роста на проявление пола у растений огурца.

Для поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- изучить научную литературу по проблемам определения пола;

- исследовать влияние фитогормонов на проявление пола у растений огурца в условиях теплицы;
- исследовать влияние фитогормонов на проявление пола у растений огурца в условиях открытого грунта;
- изучить влияние ингибиторов роста на проявление пола у растений;
- определить влияние фитогормонов на урожайность огурца.

Практическая значимость: материалы данной работы могут быть использованы агрономами как для выращивания растений огурца, так и для дальнейшего изучения фитогормонов.

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 [37]. 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 Теофраста, 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 двуполые и раздельнополые.

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) [27].

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 [37].

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 пыли. 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 [12, 27, 36, 37].

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 [27, 28].

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 [28].

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 [18].

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 бурожелтого 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 полузонтчных (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) [18].

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 [18, 19].

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

Вначале 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 [27, 37].

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.

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 [37]. 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 придавал 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 [37].

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 [31]. 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 [5, 8, 9]. 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 [11, 12, 13].

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 [37]. 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 – прогестерон). Эстрогены, присутствующие в мужском организме, по-видимому, играют в нем активную роль, влияя на различные процессы внутриклеточной регуляции [27, 37]. 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 rubrum* были получены данные о положительном действии мужских и женских половых гормонов на сексуализацию растений. 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 [37].

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 [37]. 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 [14, 24, 25, 26], 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 [23], 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 [26]. 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 Особенности биологии цветения огурца

Огурцы, как и большинство бахчевых культур, дают отдельные мужские и женские цветки на одном и том же растении (рис. 1). С ботанической точки зрения, эти растения называются однодомными. У однодомных растений мужские цветки содержат тычинки, которые производят пыльцу, в то время как женские цветки имеют пестики, содержащие семяпочку. Напротив, растения, такие как помидоры и фасоль, дают «идеальные» цветки, у которых в одном цветке присутствуют как мужские, так и женские части [1, 2, 3, 4].



Рисунок 1. Мужские (слева) и женские (справа) цветки огурца

Должны присутствовать как мужские, так и женские структуры, чтобы пыльца с мужских цветков могла оплодотворить семяпочки женских цветков и дать жизнеспособные семена. Пыльца огурцов образуется в виде клейкой массы и не разносится ветром. Следовательно, опыление требует активности насекомых, которые переносят пыльцу с мужских цветков на женские, причем пчелы являются наиболее распространенными опылителями. Как только пыльца оседает на женском цветке, пыльцевые зерна прорастают и продвигаются вниз по пыльцевым трубкам, достигая семяпочек, где происходит оплодотворение [6].

По мере развития оплодотворенных семяпочек выделяются гормоны, которые стимулируют деление и разрастание плодовых клеток. Развитие плодов огурца обычно зависит от наличия достаточного количества оплодотворенных семян в развивающемся плоде. Без достаточного количества удобренных семян плоды либо погибают, либо приобретают деформированную форму.

В то время как огурцы дикорастущего типа и старые сорта огурцов однодомны, современные сорта огурцов могут иметь однодомный или гинекомастный характер цветения. В данном контексте термин

однодомный относится к наличию как мужских, так и женских цветков на одном и том же растении примерно в равном количестве. Однако у гинекологических растений огурца образуются только женские цветки. Растение огурца, на котором образуются в основном женские цветки, но есть несколько мужских, называется преимущественно женским [10].

Многие современные гибриды огурцов являются гинекомастными. Гинекомастные сорта дают большое количество женских цветков и имеют довольно продолжительный период цветения. Таким образом, они дают много плодов за относительно короткий промежуток времени. Этот концентрированный продукт для производства плодов хорошо работает в механических системах сбора урожая, которые собирают урожай только один раз, или в системах с несколькими сборщиками с небольшими периодами сбора урожая или необходимостью быстрой смены урожая. Напротив, периоды цветения однодомных сортов обычно более длительные [19]. В течение сезона однодомные сорта будут давать примерно одинаковое количество плодов с растения, но плодоношение будет происходить в течение более длительного периода времени и потребует нескольких сборов. Этот увеличенный период плодоношения может оказаться более подходящим для производителей, которые хотят обеспечить стабильное производство в течение более длительного периода для продажи на фермерских рынках или приусадебных участках.

Женские цветки гинекологических сортов все еще нуждаются в удобрении пылью мужских цветков, поэтому определенный процент однодомных растений необходимо высаживать вместе с гинекологическими растениями, чтобы они служили опылителями. Большинство семеноводческих компаний предлагают смеси семян огурцов, которые содержат от 85% до 90% однодомных семян и от 10% до 15% однодомных семян [39, 40]. Эти смеси обеспечивают оптимальное соотношение мужских и женских цветков в посадке, что приводит к хорошему уровню опыления и высокому урожаю плодов.

В дополнение к гинекологическим и однодомным сортам, существует также третий тип огурцов – партенокарпические сорта. В отличие от гинекологических и однодомных сортов, которым для получения плодов требуется опыление, партенокарпические сорта дают плоды без необходимости опыления.

Партенокарпические сорта бессемянны или почти бессемянны (рис. 2), и плоды развиваются в отсутствие оплодотворенных семян. Эти сорта могут давать семена при опылении. Поэтому партенокарпические сорта следует пространственно изолировать от других видов огурцов, чтобы сохранить плоды без косточек.

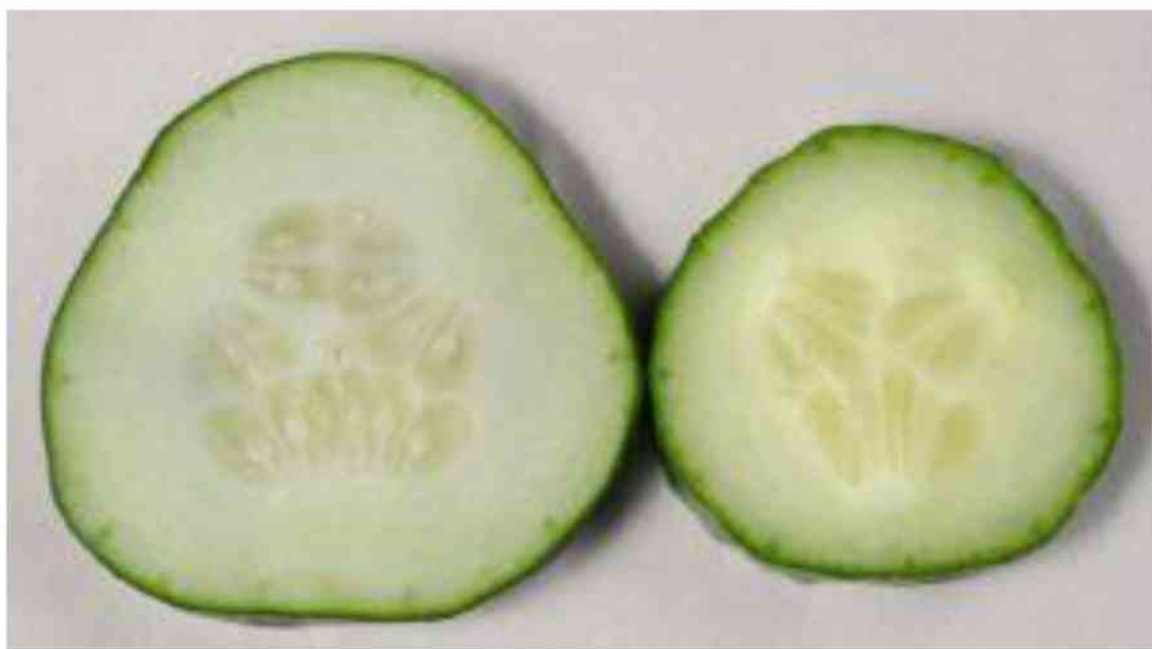


*Рисунок 2. Плоды огурцов с семенами (слева) и без косточек (справа).
Партенокарпические огурцы используются для получения плодов без
косточек*

Поскольку партенокарпические сорта не дают большого количества семян, даже при опылении, стоимость производства семян высока, и семена этих сортов обычно дороже семян других сортов.

1.6 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.

1.6.1 Ауксины

Ауксин, или β -индолилуксусная кислота (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 переменнo (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 присутствует в запасающих тканях семян и пыльцы. Она 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 [18, 19]. 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 действовала не всегда. К примеру, в опытах с коноплей мужские растения под ее влиянием преобразовывались в гермофродитные, а в опытах с проплеской и дремой луговой никаких изменений не было. 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, находящимися 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.

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.

1.6.2 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 неизменными. Опыты М.С. Жукова, М.М. Сажко показали, что под действием гиббереллина на коноплю увеличивается количество мужских растений, а также на женских растениях появляются мужские цветки [24, 26, 28].

После проведения опытов было отмечено, что растения конопля, 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 обоеполюх, а являются дополнительными, которые в обычных условиях не образуются [35, 36].

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 [25]. 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 конопля, тыквенных.

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

1.6.3 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 [17]. 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 [17].

Цитокинины оказывали 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. 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.

1.6.4 Абсцизовая кислота и ретарданты

Наряду с фитогормонами – стимуляторами в регуляции пола участвуют и фитогормоны – ингибиторы. Наиболее изученной в этом отношении является абсцизовая кислота (АБК), которая относится к числу природных регуляторов роста и развития растений. АБК по своему биологическому

действию в системе внутренней регуляции метаболизма клеток часто выступает в взаимодействии с гиббереллинами, ауксинами, цитокининами [26] а иногда как антагонист этих фитогормонов. Абсцизовая кислота участвует в регуляции пола у растений огурца через подавление активности гиббереллинов. В опытах обработка растений огурца раствором АБК стимулирует формирование женских цветков [25].

Помимо природных ингибиторов, на процесс дифференциации пола у растений оказывают действие различные синтетические ингибиторы – ретарданты и другие физиологически активные вещества. В отношении процессов роста и развития растений эффект ретарданта в большинстве случаев противоположен действию гиббереллинов. Обработка многих растений семейства *Cucurbitaceae* (в т.ч. и *Cucumis sativus*) растворами хлорхолинхлорида (ингибитора синтеза эндогенных гиббереллинов) вызывала значительное увеличение количества пестичных и уменьшение тычиночных цветков [27, 28].

Большое разнообразие сведений о механизмах регуляции проявления пола у растений огурца связано с тем, что фитогормоны и ингибиторы испытывались на растениях неоднократно, в разном возрасте и фазе развития и обработку их проводили в основном путём опрыскивания надземных частей растений. Кроме того, многие исследователи изучали действие регуляторов роста на пол растений при экзогенном их введении, не исследуя уровня содержания биологической активности эндогенных фитогормонов и ингибиторов. В конечном итоге, характер сексуализации определяется, по-видимому, балансом фитогормонов, складывающимся в растении. Обработка растений физиологически активными веществами (в том числе регуляторами роста) способна смещать этот баланс [16].

1.6.5 Этилен

Этилен находится в газообразной форме и участвует во многих жизненно важных морфофизиологических процессах, таких как тройная реакция при прорастании семян, развитии цветов, созревании плодов и запуск реакции растений на раздражители окружающей среды. Кроме того, этилен регулирует несколько связанных со стрессом биохимических реакций растений, подвергающихся абиотическому стрессу, таким как жара, засуха, похолодание, засоление, тяжелые металлы, заболачивание, затопление или затопленные условия. Например, тесная связь между высоким уровнем этилена и морозом, а также холодовым стрессом наблюдалась у *Arabidopsis* и *Medicago truncatula*, а регуляция гомеостаза этилена имеет решающее значение для устойчивости к субоптимальному температурному стрессу (охлаждению и замораживанию). Высокие уровни этилена способствуют устойчивости к солевому стрессу, как у солеустойчивых растений арабидопсиса. Избыточный продуцент этилена положительно действует при солевом стрессе, поддерживая гомеостаз Na^+/K^+ и выработку АФК. Более того, они играют решающую роль в изменении реакции растений на атаку патогенов, внешние механические повреждения, ультрафиолетовое излучение и дефицит питательных веществ. Сообщалось о биосинтезе и накоплении этилена во многих случаях в ответ на повреждение или механическую травму [16].

Биосинтез этилена, был количественно оценен в различных тканях растений, увядающих цветах и созревающих плодах у растений, подвергшихся абиотическому стрессу. Основной механизм биосинтеза этилена запускается S-аденозилметионином, который является предшественником этилена и обычно синтезируется в больших концентрациях в различных сельскохозяйственных культурах и фруктовых деревьях. Фермент, называемый синтазой 1-аминоциклопропан-1-карбоновой кислоты, катализирует первую цепную реакцию превращения

аденозилметионином в 1-аминоциклопропан-1-карбоновой кислоты и метилтиоаденозин, который впоследствии перерабатывается в L-метионин. Благодаря такой рециркуляции уровни L-метионина остаются неизменными даже тогда, когда биосинтез этилена находится на пике [26].

1.6.6 Салициловая кислота

Среди фенольных эндогенных регуляторов роста салициловая кислота является одним из наиболее важных регуляторов роста и характерна практически для всех видов растений, принадлежащих к разнообразным группам. Сообщалось, что концентрация салициловой кислоты составляет 1 мкг/г свежей биомассы риса, ячменя и сои. Выявлена их роль как регулятора целого ряда биохимических и физиологических процессов в растениях. Их помощь в индукции системной приобретенной устойчивости к различным патогенам широко изучалась у растений. Однако у растений, подвергающихся засолению и осмотическому стрессу, роль салициловой кислоты оставалась несколько неоднозначной у различных видов растений в зависимости от интенсивности и продолжительности осмотического стресса. Одновременно экзогенное применение салициловой кислоты ослабляло неблагоприятное воздействие засоления [16].

В 1960-х годах салициловая кислота синтезировали из коричной кислоты (СА) двумя путями биосинтеза. Один из путей включает боковую цепь СА, которая подвергается декарбоксилированию с образованием бензойной кислоты, которая затем подвергается 2-гидроксилированию, приводящему к синтезу салициловой кислоты в сельскохозяйственных культурах, включая табак и рис. Однако постулировалось, что некоторые другие ферменты, участвующие в этом пути, до сих пор неизвестны.

Второй путь биосинтеза салициловой кислоты включает СА, который подвергается 2-гидроксилированию, что приводит к образованию о-кумаровой кислоты, которая впоследствии декарбоксилируется для

биосинтеза салициловой кислоты. Фермент транс-циннамат-4-гидроксилат отвечает за катализирование этой реакции. Этот путь был впервые изучен на проростках гороха. Однако механизм, лежащий в основе этого пути, остается неясным [16].

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ 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 [1, 2, 3].

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. 3). 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. Партенокарпические формы огурцов образуют плоды без опыления.

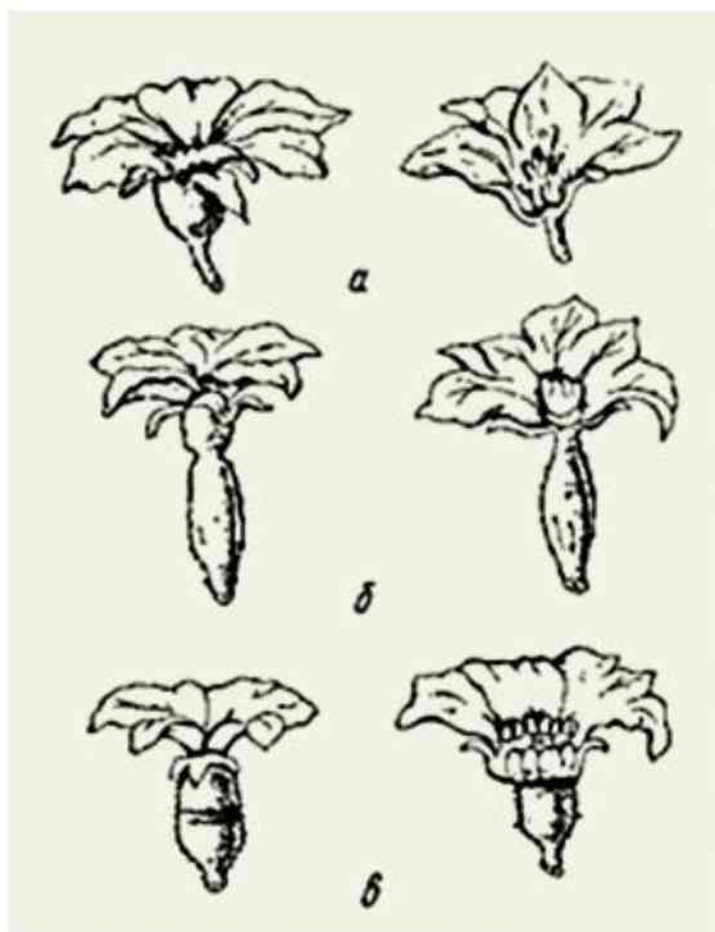


Рисунок 3. Цветки огурцов: а – мужские; б – женские; в – гермафродитные

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) [4].

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. 4). По форме – удлиненно-яйцевидные, с крупнобугорчатой поверхностью. Кожура темно-зеленая, не плотная, имеет редкое расположение бугорков. Срок хранения плодов – 3-5 дней.



Рисунок 4. 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 Характеристика сорта огурца «Пучковое очарование»

Сорт «Пучковое очарование» был допущен к использованию в 2018 году. Разработан авторами Качайником В.Г., Гулькиным М.Н., Пушилиным О.Н., Головкин Г.В. из ООО «Агрофирма Аэлита». Сорт относится к партенокарпическим огурцам.

Сорт «Пучковое очарование» можно выращивать как в открытом грунте, так и в теплице. Предпочтительнее высевать следует в конце мая до середины июня. Посадка в открытом грунте по схеме 50 на 30 см, в теплице два растения на 1 м² [4].

Для посадки необходимо солнечное место. Сорт требует регулярного полива и прикорма. Также следует обрабатывать растения от болезней и вредителей.

Огурцы данного сорта имеют долгий период плодоношения, поэтому урожай возможен до холодов. Зрелость растения достигается на 43 день после всхода.

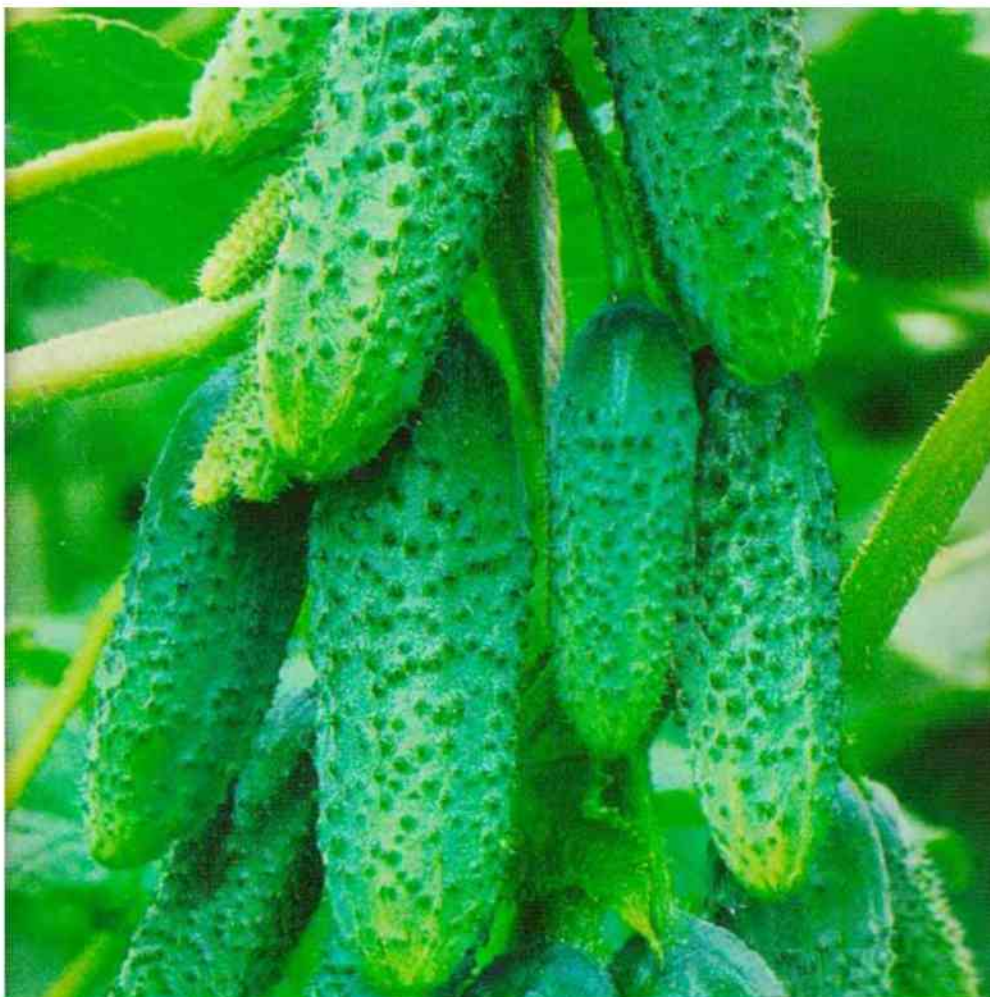


Рисунок 5. Плоды огурцов сорта «Пучковое очарование»

Тип роста – индетерминантный. Листья среднего размера, зеленые. Сильное ветвление. В узле преимущественно женские цветки, по 3-4 штуки

на одном узле [4]. Плоды цилиндрические, около 12 см., масса до 100 грамм. Зеленцов в пучке до 10 штук. (рис. 5).

Урожайность высокая, до 16,0 кг на один квадратный метр.

2.4 Характеристика сорта огурца «Забияка»

Сорт «Забияка» разработан в 2006 году Кононовым А.Н., Красниковым Л.Г. Характеризуется прекрасными товарными качествами, такими как высокая устойчивость к заболеваниям, возможностью выращивания в условиях пониженной освещенности и низких температур.

Сорт подходит для высевания как в открытый грунт, так и в теплицы. Растения предпочитают воздухопроницаемую и суглинистую почву.

Зрелость растения наступает на 45 день после всхода. Имеет долгий период плодоношения, до заморозков [1].

Огурцы теневыносливы, но предпочтительнее высадка на солнечной местности. Полив в вечернее время теплой водой. Грунт должен быть увлажнен равномерно, не стоит допускать перелива и закисания почвы. Подкормку осуществлять предпочтительнее 3 раза удобрениями полными минералов с преобладанием азота.

Сорт индетерминантный. Листья крупные, темно-зеленого цвета. Ветвление среднее.

В одном узле может образовываться до нескольких пучковых цветков женского типа, а зеленцов до 6 штук.

Плоды цилиндрические, с крупными буграми. Крупные: около 10 см в длину и до 100 грамм в весе (рис.6).



Рисунок 6. Плоды огурцов сорта «Забияка»

Растения устойчивы к перепадам температур, корневой гнили, кладоспориозу, мучнистой росе и ложной мучнистой росе [4].

2.5 Характеристика сорта огурца «Орфей»

Сорт «Орфей» является одним из популярных сортов благодаря своим товарным характеристикам. Был выведен в работу в 2001 году. Является самоопыляемым и партенокарпическим.

Выращивание возможно в теплицах и в условиях открытого грунта. Для получения высокой урожайности необходима воздухопроницаемая почва.

Полив – после захода солнца теплой водой. Подкормка – 3 раза.

Зрелость достигается на 51 день после всхода. Листья средние, гладкие, зеленые. Цветы преимущественно женского типа, до 3 в каждом узле. Сорт имеет сильное ветвление и индетерминантный [4].

Плоды крупные: до 12 см в длину и до 120 грамм массой. Цилиндрические с мелкобугорчатой поверхностью (рис. 7).

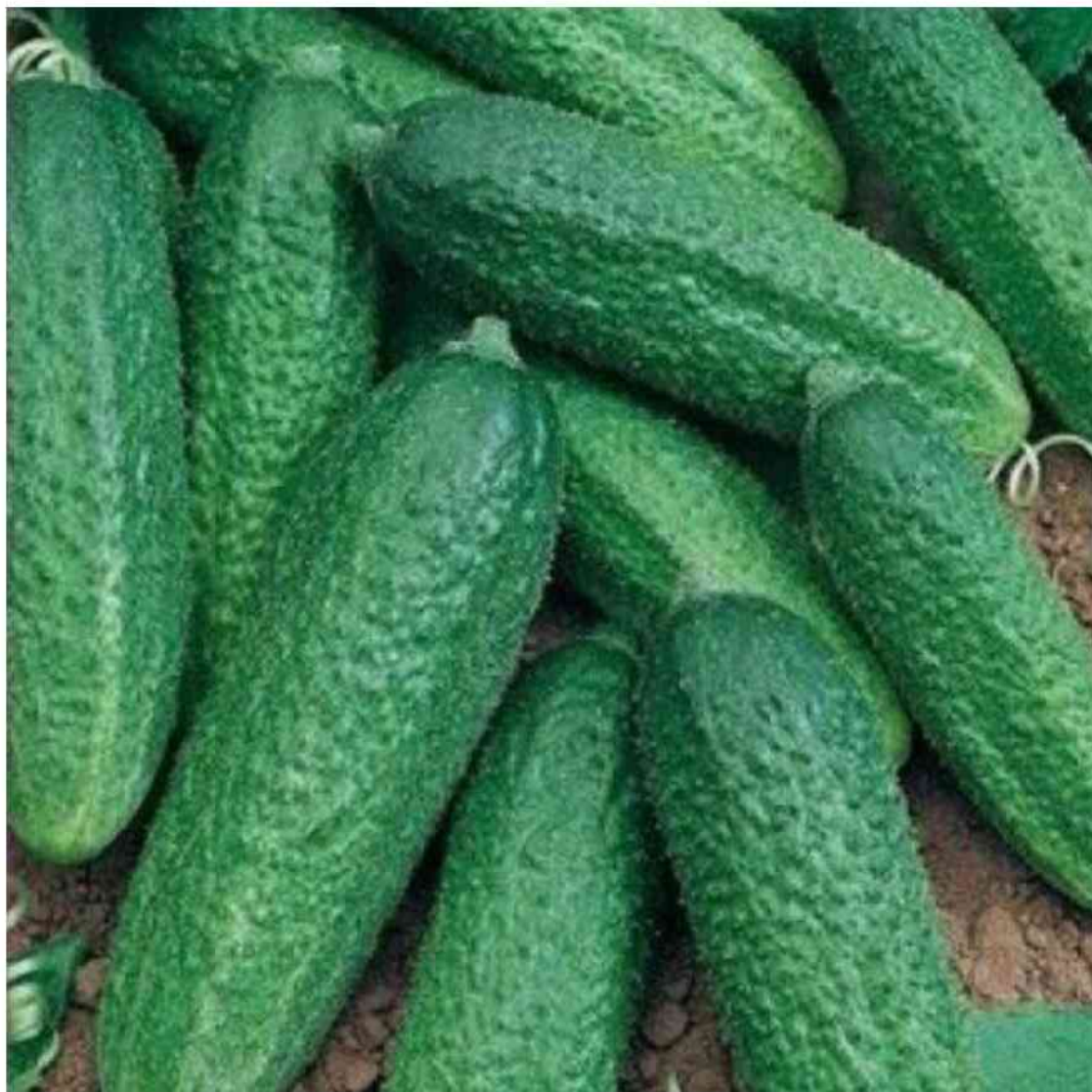


Рисунок 7. Плоды огурцов сорта «Орфей»

Растения устойчивы к погодным условиям, различным заболеваниям и вредителям

2.6. Методы исследования

Исследование по изучению влияния внешних факторов и фитогормонов на проявление пола у растений огурцов проводилось в теплице на базе ПГУ ПИ 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 средние арифметические данные из четырех биологических повторностей.

2.7 Изучение влияния гиббереллиновой кислоты и брассинолида на огурцы в условиях открытого грунта

В сравнении с исследованиями, проведенными на базе кафедры «Общая биология и биохимия» ПГПУ им. В.Г. Белинского был проведен опыт на открытом грунте.

Исследование проводилось в Пензенской области, р. п. Колышлей в период июнь-июль 2023 года.

Схемы опрыскивания для сорта огурца «Кустовой» были следующие:

1. Контроль – обработка водой;
2. Обработка брассинолидом, 25 мг/л;
3. Обработка гиббереллином, 25 мг/л.

Все дозировки были идентичны с дозировками опытов в теплицах.

Опрыскивание было проведено в фазу третьего листа при помощи ручного опрыскивателя.

Стоит отметить, что высадка осуществлялась на месте того же предшественника – огурца. Севооборота не было. В почву вносился перегной 3-мя годами ранее. Это говорит о том, что место высадки – не благоприятное для выращивания. Эта информация также будет учитываться при обработке результате опытов.

2.8 Изучение влияния этилена на рост и урожайность огурца

Этрел, соединение, выделяющее этилен, изменяет особенности роста и цветения однодомных огурцов. Некоторые из наиболее поразительных изменений включают уменьшение длины междоузлия и уменьшение количества тычиночных цветков с увеличением количества пестичных цветков, образующихся в более ранних узлах вдоль мужского стебля. Сообщалось об очень небольшом количестве работ о воздействии Этрела на обоеполые линии. Применение Этрела к андромонодомному сорту

индуцировало развитие пестичных цветков. Полученные в результате пестичные цветки имели удлиненные плоды в отличие от круглых плодов.

Завязывание плодов и производство семян у обоеполюх линий традиционно было затруднено. Завязи обоеполюх цветков короткие, толстые, округлые и способны давать плоды, в которых всего на 25% больше семян, чем в пестичных цветках. Первой целью этого эксперимента было определить, можно ли использовать Этрел для увеличения длины завязи, плодов и урожайности семян. Второй целью этого эксперимента было выяснить, позволит ли обработка этиленом раскрыть их генетический потенциал по ряду характеристик плодов и качества.

Этрел (Эсфон) используется в виде 4-х% раствора. За расчетную единицу площади посева брали 1 сотку.

Этрел, объемом 1 литр разбавили в 25 литрах воды. Таким образом, был приготовлен рабочий раствор для опрыскивания растений. Обработка проводилась ручным опрыскивателем.

В работе использовались огурцы сорта «Кустовой», «Пучковое очарование», «Забияка», «Орфей».

Варианты опыта:

1. Контроль – обработка водой;
2. Обработка этрелом 150 л/га (1 раз);
3. Обработка этрелом 150 л/га (2 раза);
4. Обработка этрелом 250 л/га (1 раз);
5. Обработка этрелом 250 л/га (2 раза);

Первая обработка проводилась на стадии появления настоящих листьев, и, при необходимости, через неделю проводилась вторая обработка. Были собраны данные о высоте растения через 20 дней после первого применения Этрела – длине плода, ширине плода, цвете и текстуре кожицы.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Действие фитогормонов на рост и развитие огурцов

Эксперимент был начат 21 октября 2022 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. 8).



Рисунок 8. 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. 9). В опыте с брассинолидом из 4 растений – 2 погибло. В опытах с индолилуксусной кислотой – 1 погибло. До 17 декабря (окончание опытов) увядание растений были не замечено.



Рисунок 9. 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.10).

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

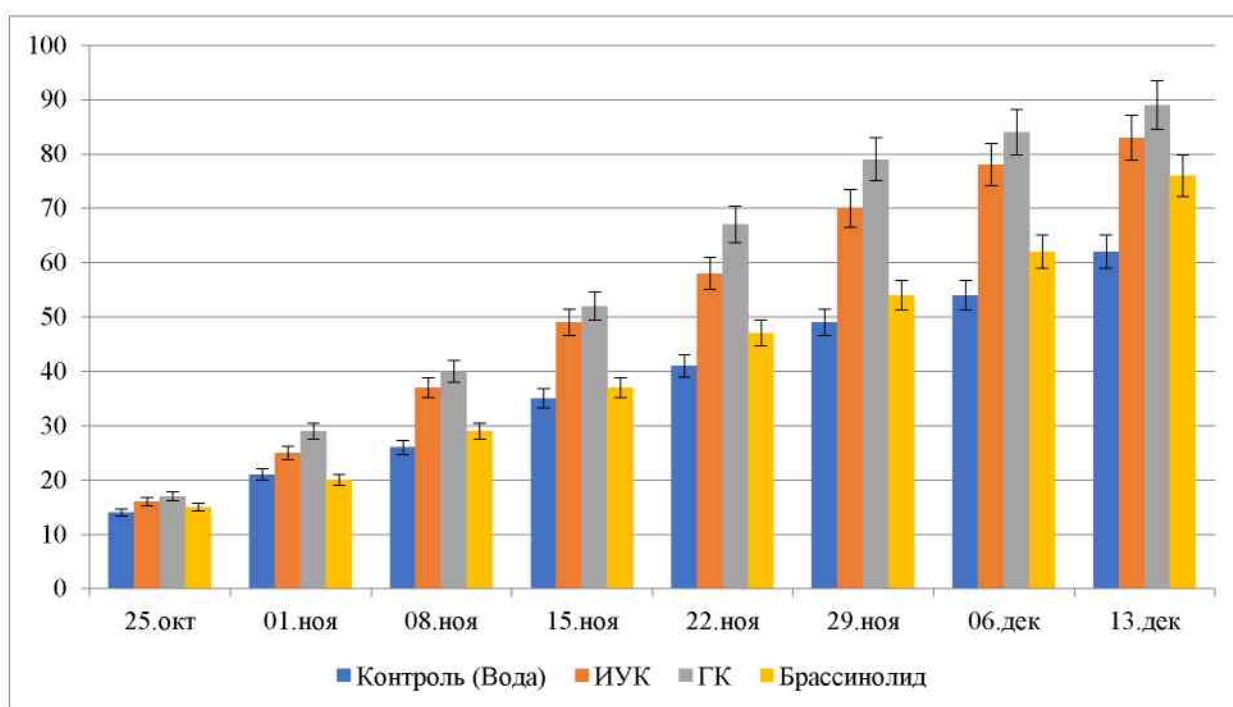


Рисунок 10. Влияние фитогормонов на рост огурца, см

Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что гибберелин стимулирует рост побега в длину. К концу онтогенеза при обработке гиббереллинов высота растений была выше контрольного показателя на 27 см. Стоит отметить, что при обработке гиббереллином так же было замечено увеличение зеленой массы растений.

Немного иначе обстоят дела с ИУК. Разница высоте растений с контролем у них также была значительная – 21 см. Увеличение зеленой массы при этом не наблюдалось. Листья с течением времени приобретали желтоватый оттенок.

Брассинолид, хотя и является стимулятором роста растений, показал самый наименьший показатель прироста. Разница с контролем составила всего 14 см. Возможно, причиной послужили примеси в фитогормоне или неверно подобранная дозировка.

Для выяснения причины гибели растений провели замеры интенсивности освещения при помощи люксметра. Так как в теплице установлены светодиодные лампы с возможностью изменения и настройки спектра света, и почти не проникал естественный свет, было проведено измерение интенсивности света при каждом спектре. Получены следующие данные:

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.

Данные лучи солнечного спектра были выбраны для опыта, так как известно, что хлорофилл поглощает лучи красно-оранжевые и сине-фиолетовые и отражает зеленые.

Для нормального развития растений необходима интенсивность света от 10000 лкс и выше. Родиной огурца является Индия, где оно растет как лиана. Поэтому огурцы могут переносить затенение и загущенные посевы. По данным люксметра можно сделать вывод, что пожелтение листьев и частичное увядание проростков могли быть следствием нехватки света.

17 декабря был произведен подсчет цветков и завязей у растений огурца (рис. 11).

Было выявлено, что раньше всего бутонизация началась у растений, которые опрыснули 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 11. Проростки огурца в возрасте 55 дней (справа налево): контроль, гибберелловая кислота, индолилуксусная кислота, брассинолид

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

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.

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.

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

3.2. Формирование генеративной сферы огурца и его урожайность

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. 12).

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. 13).

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. 14).

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.

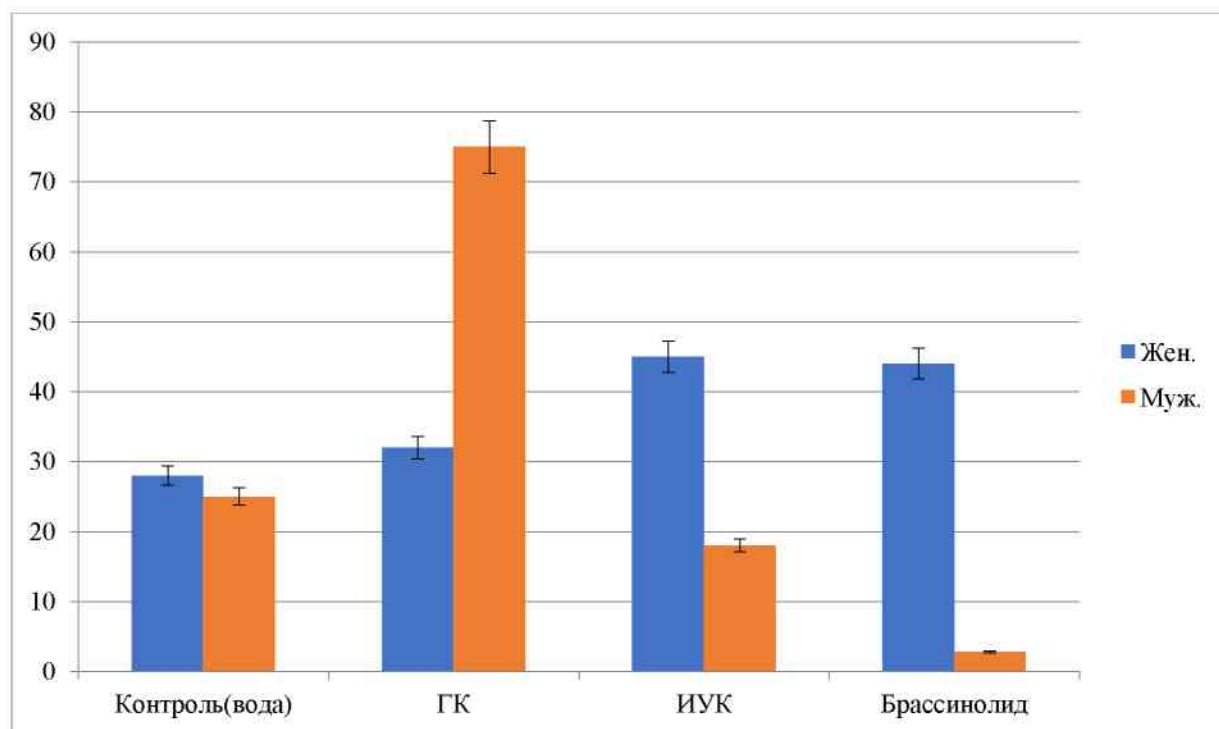


Рисунок 12. Количество цветков в начале цветения (в шт.)

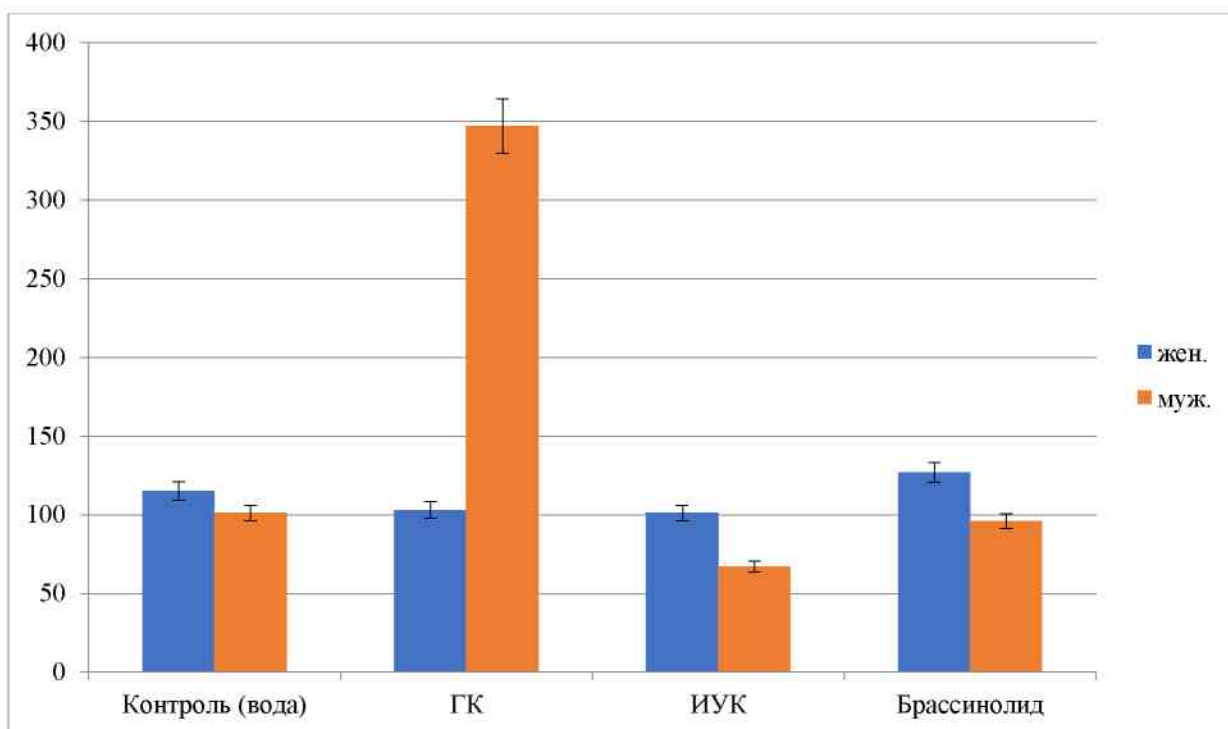


Рисунок 13. Количество цветков при массовом цветении (в шт.)

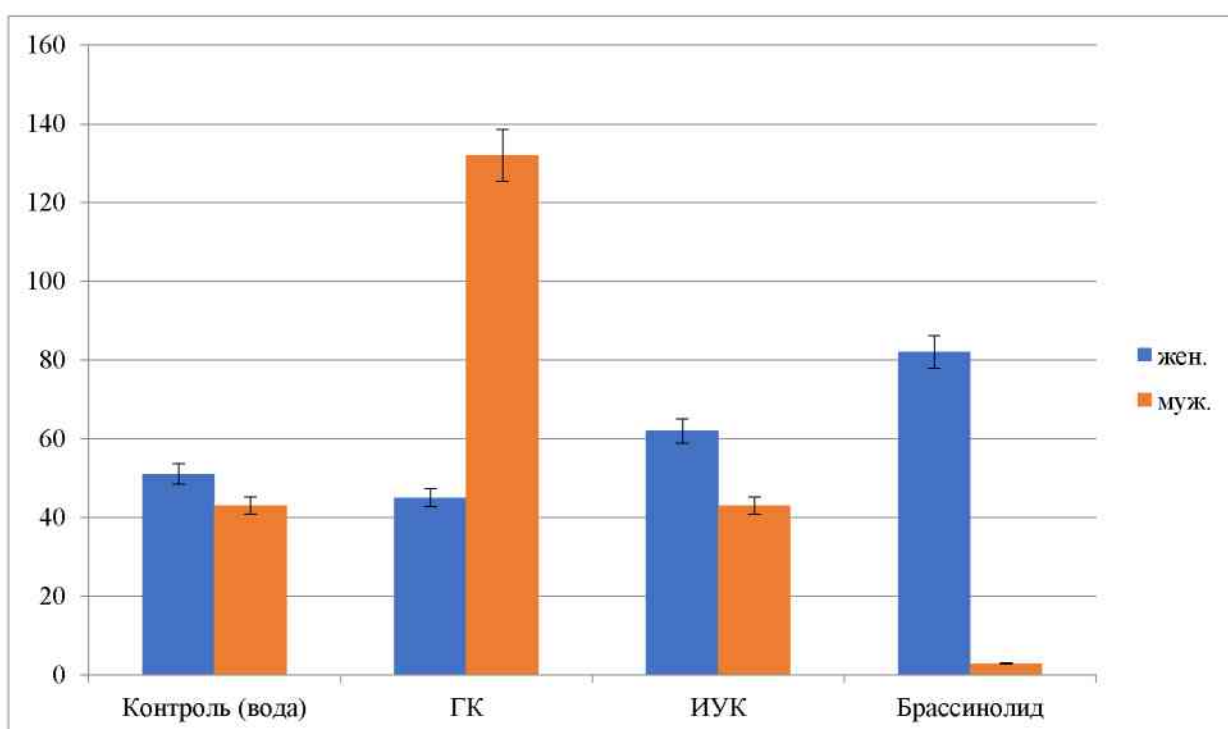


Рисунок 14. Количество цветков в конце цветения (в шт.)

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. 15).

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

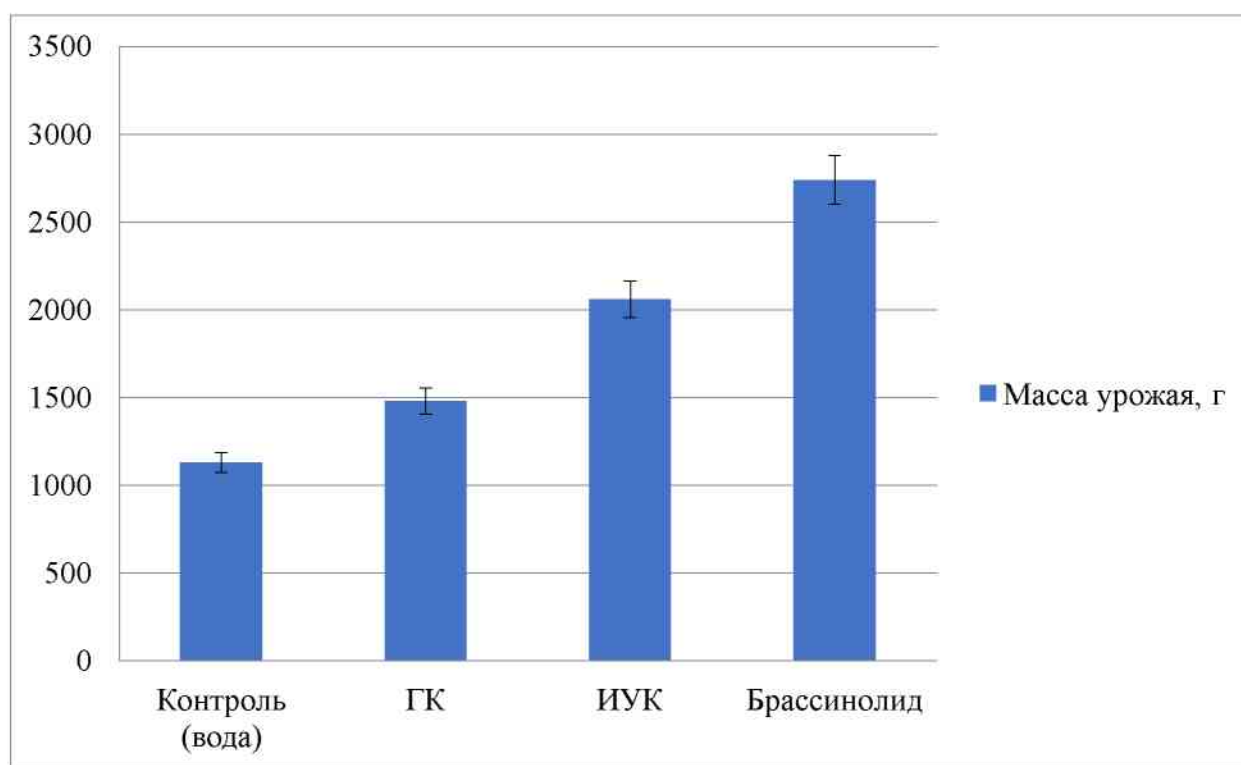


Рисунок 15. Влияние фитогормонов на продуктивность огурца, г

Таким образом, можно сделать выводы, что фитогормоны положительно влияют как на рост и развитие огурца, так и на плодоношение. Если проводить сравнение опытных вариантов с контролем, то можно сделать общий вывод о том, что уровень урожайности в контроле значительно ниже, чем при опрыскивании фитогормонами, в нашем случае ГК, ИУК, брассинолидом. 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.

5.3. Влияние гиббереллиновой кислоты и брассинолида на растения огурца в условиях открытого грунта

Эксперимент на базе открытого грунта был выполнен в Пензенской области, р.п. Колышлей. Высевание семян проводилось 3 июня 2023 г. К этому времени почва достаточно прогрелась. Семена – сухие, высевались на 2-3 см в глубину и 15 см друг от друга. В качестве мульчи использовался торф. 8 июня были замечены первые проростки.

На базе третьего настоящего листа, 11 июня, проводилось прореживания растений и опрыскивание растворами фитогормонов.

В открытом грунте у растений огурца была достаточно низкая всхожесть (около 25% от общего объема высадки). Возможно, повлияли резкие перепады температур. Гибели растений на ранних этапах развития не наблюдалось.



Рисунок 16. Сверху – опыт с брассинолидом, внизу – опыт с ГК в возрасте 29 дней

На начальных этапах развития наблюдался равномерный рост растений до момента опрыскивания (рис. 16). Далее рост был более активен в случае с ГК, что также наблюдали в опытах в теплице. Каждую неделю проводились замеры высоты растений (табл. 5, рис. 17).

Таблица 5 – Влияние фитогормонов на рост огурца в условиях открытого грунта

Опыт	Средняя длина основного побега, см						
	29.07	6.07	13.07	19.07	28.07	09.08	15.08
Контроль (вода)	15	19	27	40	47	51	56
ГК	20	31	43	56	71	77	86
Брассинолид	23	27	30	35	46	51	64

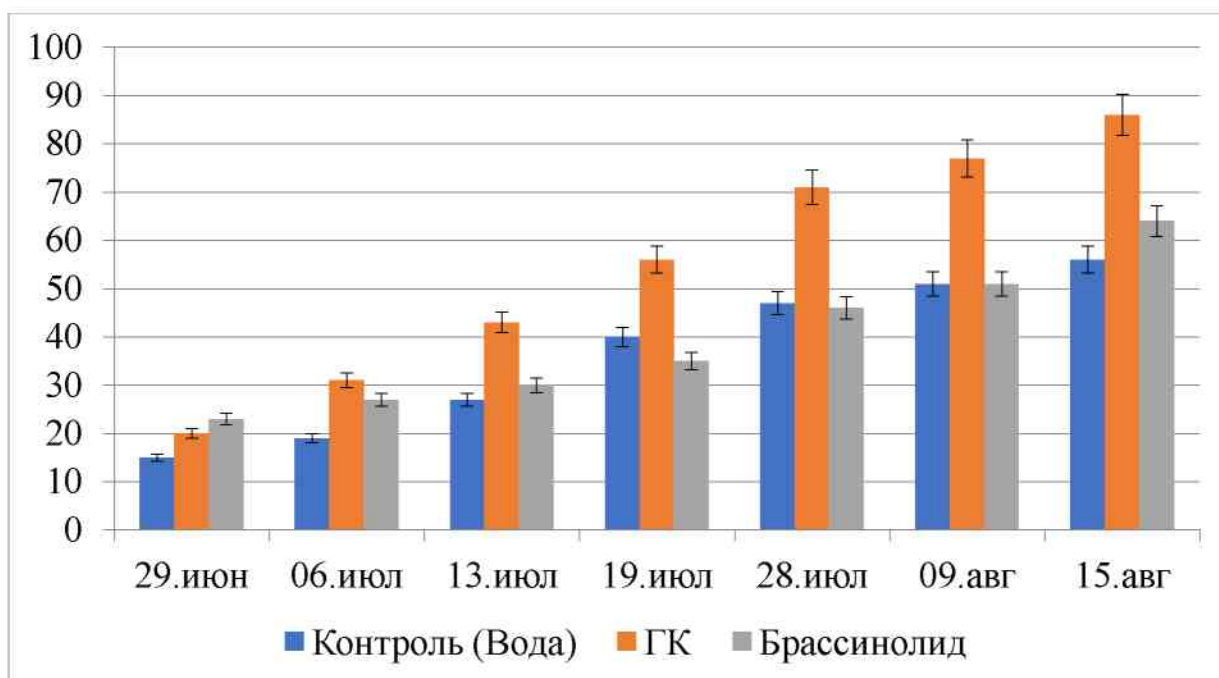


Рисунок 17. Влияние фитогормонов на рост огурца в условиях открытого грунта

По внешним данным особых отличий не наблюдалось, также до момента опрыскивания. Все растения имели зеленую равномерную окраску, с удовлетворительным ростом. После опрыскивания увеличение зеленой массы наблюдалось в опытах с ГК более явно. Стоит отметить, что именно в опыте с ГК в теплице, у растений наблюдались схожие изменения. ГК показал разницу с контролем в 30 см.

Опыт с брассинолидом выявил схожие показатели с опытами в теплице. По сравнению с контролем зеленая масса была увеличена, а рост на момент окончания онтогенеза был выше контроля на 22 см.

Раннее цветение наблюдалось в опытах и с ГК, и брассинолидом. На момент подсчета цветков и завязей (14 июля) у контрольных растений контроль не было бутонизации. (рис.18, табл. 6).

Таблица 6 – Фенологические наблюдения за растениями огурца в условиях открытого грунта

Варианты опыта	Начало бутонизации	Начало цветения	Среднее количество бутонов, шт.
Контроль (вода)	17.07.2023	24.07.2023	67
Гибберелловая кислота	7.07.2023	10.07.2023	97
Брассинолид	12.07.2023	14.07.2023	103



Рисунок 18. Растения огурца в опыте контроля 14 июля

Стоит отметить, что в сравнении с опытами в теплице, начало цветения на открытом грунте начинается быстрее. Возможно, это связано с естественными условиями выращивания.

Количество бутонов у растений больше, чем в теплице. Контроль показал результат выше на 24%, брассинолид на 28%. Наименьший процент

бутонизации имеют растения, обработанные ГК. Он оказался ниже на 10%. (табл. 6.).

Так как ГК – это фитогормон, влияющий в основном на маскулинизацию растений, при обработке им образуется большее количество мужских цветков. Как говорилось раньше: мужские цветки – пустоцветы. Очень скудная на питательные вещества почва, обработка ГК и резкие перепады температуры могли поспособствовать увеличению образования мужских цветков тем самым уменьшить образование бутонов.

3.4 Оценка влияния этилена на рост и плодовитость огурца

Целью эксперимента было выяснить, как влияет Эстрел (этилен) на всхожесть, маскулинизацию и плодовитость огурца. В нашей работе использовалось четыре сорта: «Кустовой», «Пучковое очарование», «Забияка», «Орфей».

Использовали необработанный контроль плюс четыре обработки этрелом: 150 л/га применяли один раз (1 раз), 150 л/га применяли дважды (2 раза), 250 л/га (1 раз) и 250 г/га (2 раза). Первая обработка проводилась на третьей стадии появления настоящих листьев, и, при необходимости, через неделю проводилась вторая обработка. Каждую комбинацию обработки линии повторяли четыре раза. Были собраны данные о высоте растения через 20 дней после первого применения Этрела, длине плода, цвете и текстуре кожицы.

Пыльники не появлялись на растениях, обработанных Этрелом при 150 л/га (2 повторения) и 250 л/га (2 повторения), но иногда появлялись на растениях, обработанных 250 л/га (1 повторение). Все обработки Этрелом снижали высоту растения за счет уменьшения длины междоузлия (табл. 7). Обработка 250 л/га (2 повторения) не рекомендуется из-за сильной задержки роста.

Длина плодов была увеличена по сравнению с необработанным контролем для линий «Забияка», «Орфей» и «Кустовой». Самый длинный плод, развившийся на растении, обработанном Эстрелом «Кустовой», был на 8,06 см выше среднего значения без обработки для этой линии; в то время как самый длинный плод из обработанной линии «Забияка» был на 6,25 см выше среднего значения без обработки. Линия «Пучковое очарование», у которой были самые длинные плоды без обработки, не отреагировала на удлинение плодов. Существенных изменений в ширине плодов не произошло, и общая реакция на размер плодов заключалась в увеличении соотношения высота/длина

У двух из четырех линий Этрел вызвал поразительное изменение текстуры и цвета кожицы. На плодах «Орфея» и «Пучкового очарования» обычно было много шипов и бородавок на пятнисто-желтом фоне. Все обработки этиленом уменьшили количество шипов и бородавок на этих плодах и вызвали изменение цвета кожуры на темно-зеленый. Обработка этиленом линий «Пучковое очарование» и «Забияка» не привела к изменению цвета и текстуры, и на всех плодах появились бородавки и желтоватая кожица.

Урожайность семян всех линий была значительно увеличена за счет трех самых высоких обработок этиленом (150л/га (2 повтор), 250 л/га (1 повтор), 250 л/га (2 повтор)). К сожалению, многие плоды с растений 250 л/га (1 повтор) и 250 л/га (2 повтор) были грушевидной формы из-за недостаточного опыления.

У линии «Кустовой» наблюдалось большее увеличение длины плодов при обработке Этрелом, чем у «Забияки».

Применение этилена к этим четырем линиям привело ко многим одновременным фенотипическим изменениям, предполагающим, что на развитие пыльников, форму плодов, цвет и текстуру кожицы может влиять один и тот же эндогенный гормон (рис. 19).

Таблица 7 – Влияние Этрела на длину плода у 4 гермафродитных линий огурцов

Обработка этиленом	Длина плода (см)			
	«Кустовой»	«Пучковое очарование»	«Забияка»	«Орфей»
Контроль	9,0	12,1	7,0	5,8
150 л/га (1х)	11,9	12,1	10,1	7,9
150 л/га (2х)	12,9	10,9	12,0	11,1
250 л/га (1х)	16,4	12,0	11,0	9,8
250 л/га (2 х)	13,7	11,0	12,4	11,1

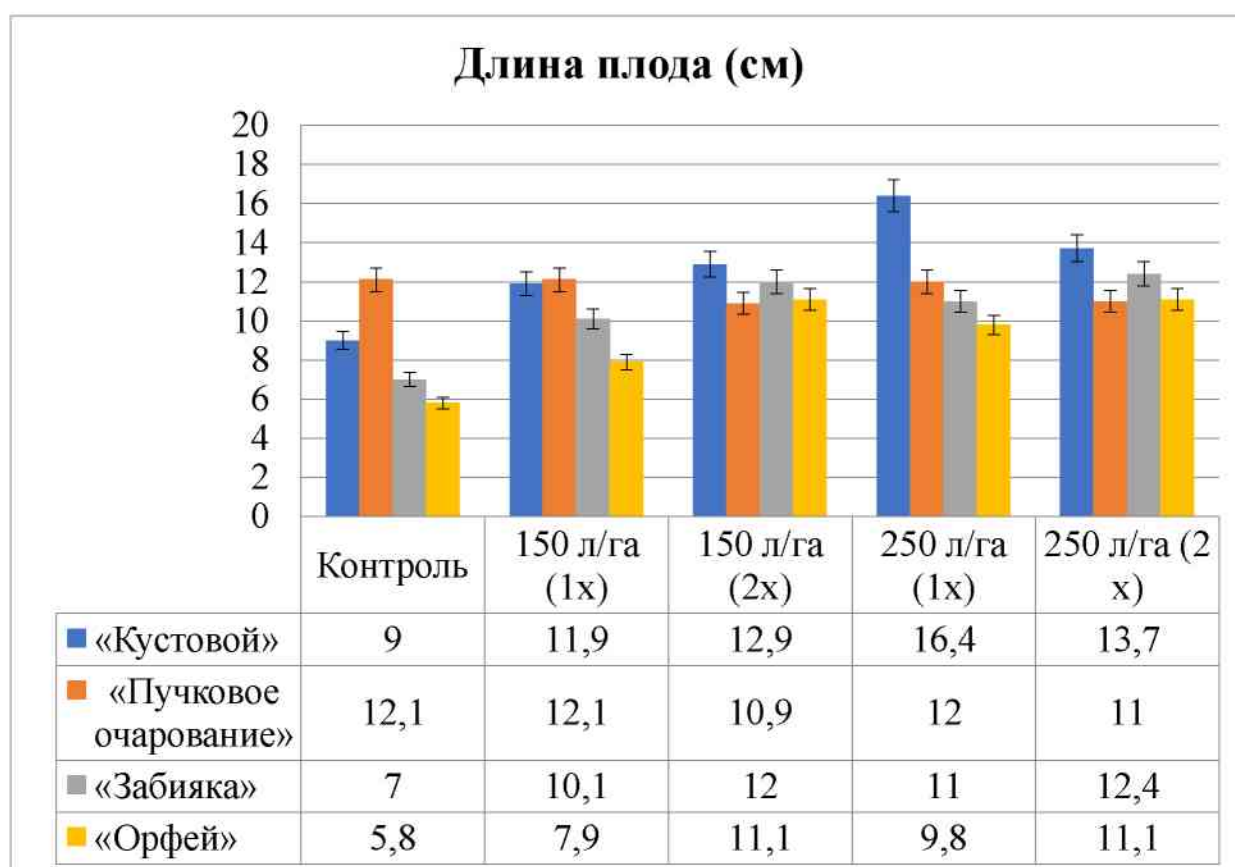


Рисунок 19. Измерение длины плода для всех типов растений

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, 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.

В эксперименте на открытом грунте было доказано, что брассинолид оказывает влияние на сексуализацию и маскулинизацию как в условиях открытого грунта, так и в теплице. Наименьший показатель бутонизации показал ГК, тем самым доказав, что влияние в большей степени гиббереллиновая кислота оказывает на маскулинизацию, образуя больше мужских цветков.

Применение этилена к четырем линиям («Кустовой», «Пучковое очарование», «Забияка», «Орфей», привело ко многим одновременным фенотипическим изменениям, предполагающим, что на развитие пыльников, форму плодов, цвет и текстуру кожицы может влиять один и тот же эндогенный гормон. Наивысший результат по высоте растений при

обработке Этрелом показал контроль в каждом из сортов. Длина завязи у сорта «Кустовой» была выше при обработке 250 л/га, «Пучковое очарование» 150 л/га, «Забияка» 250 л/га (2-х кратная обработка), «Орфей» 250 л/га (2-х кратная обработка). Длина плода наивысшей оказалась у сорта «Кустовой» при однократной обработке 250 л/га.

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».

ВЫВОДЫ

1. Фитогормоны ускоряют бутонизацию и формирование цветов (наибольшее влияние оказывает гиббереллиновая кислота).
2. Гиббереллин оказывает большое влияние на апикальный рост растения, способствует увеличению зеленой массы растения.
3. Гиббереллиновая кислота увеличивается количество мужских цветков (пустоцветов).
4. ИУК стимулирует рост растений.
5. Брассинолид увеличивает проявление женских цветков и способствует увеличению урожая соответственно.
6. Этрел влияет на развитие пыльников, форму плодов, цвет и текстуру кожицы.
7. Этрел увеличивает урожайность огурцов в условиях открытого грунта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов В.К. Климат и культура огурца. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 142с.
2. Андреев В.М. Схема посева огурцов // С.-х. Казахстана. 1964. Н.5. С.3-14.
3. Бабич В.А. Влияние удобрений и густоты стояния растений на урожайность и количества ранних огурцов // Тр. ВНИИ удобрений и агропочвоведения. 1980. С. 120-123.
4. Боос Г.В. О классификации огурца по прикладной // Тр. ботанике, генетике и селекции. 1959. Т. 32. Вып. 3. С. 80-86.
5. Веселов Д.С., Веселов С.Ю., Высоцкая Л.Б., Кудоярова Г.Р., Фархутдинов Р.Г. Гормоны растений: регуляция концентрации, связь с ростом и водным обменом. М.: Наука, 2007.
6. Габаев С.Г. Огурцы. М.: Сельскохозгиз., 1932. 212 с.
7. Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Большой практикум по фотосинтезу: учебное пособие для студентов вузов. М.: Академия, 2003.
8. Гамбург К.З., Кулаева О.Н. Регуляторы роста растений. М.: Колос, 1979. С. 20-31., 35., 54-66., 79., 86-87., 90., 94-96., 157-158.
9. Гамбург К.З. Фитогормоны и клетки. М.: Наука, 1970. С. 103.
10. Галченко Н.И. Гибриды огурцов, не требующие пчелоопыления // Картофель и овощи. 1961. С. 16-19.
11. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений. Том 2. Москва, 1986.
12. Джаперидзе Л.И. Пол у растений. Тбилиси: Мецниереба, 1965. Ч. 2. 302 с.
13. Иванов В.Б. Клеточные основы роста растений. М.: Наука, 1982. 201 с.
14. Кефили В.И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. М.: Наука, 1974. 254с.

15. Кефели В.И. Рост растений. М.: Колос, 1973.
16. Кузнецов Вл.В. Физиология растений: учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2005.
17. Кулаева О.Н. Цитокинины, их структура и функция. М.: Наука, 1973 159 с.
18. Львова И.Н. Пол у растений. М.: Изд-во МГУ, 1976. 52 с.
19. Львов И.Н., Сакович И.С. Биологический контроль за развитием и ростом огурца // Биологический контроль в сельском хозяйстве. М.: Изд-во МГУ, 1963. С. 113-119.
20. Мещеров Э.Т. Об изменении соотношения мужских, женских и обоеполых цветков у огурцов // Вестник сельскохозяйственной науки. 1961. С. 74-78.
21. Мещеров Э.Т. Изменчивость пола растений у огурца и ее значение в селекции // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1962. Т.35. Вып.1. С.58-65.
22. Минина Е.Г. Смещение пола у растений воздействием факторов внешней среды. АН СССР. М., 1952., 92 с.
23. Муромцев Г.С. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений. М.: Агропромиздат, 1987.
24. Муромцев Г.С., Агнестикова Н.В. Гиббереллины. М.: Наука, 1984. 199 с.
25. Полевой В.В. Физиология и биохимия действия ауксина и гиббереллина. Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1970.
26. Полевой В.В. Фитогормоны: Учеб. пособие. Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1982. 253 с.
27. 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.

28. Пыженков В.И. Выраженность пола у однодомных, частично двудомных и однополых форм огурца (*Cucumis sativus* L.). // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л., 1972. Т.48. Вып. 2. С. 174-183
29. Рахимбаев И.Р., Соломина В.Ф. Природные цитокинины растений: распространение и физиологические функции. // В кн.: 54 Фитогормоны – регуляторы роста растений / Под ред. Н.В. Цицина. М.: 1980. С. 10-22.
30. Робертс Е.Г. Жизнеспособность семян. Перевод с английского Н.А. Емельяновой. М.: Колос. 1978. 120 с.
31. Сабина Д.А. Минеральное питание растений. М.: Изд-во АН СССР, 1940. 140 с.
32. Титов А.Ф., Таланова В.В. Устойчивость растений и фитогормоны. Петрозаводск: Изд-во Карельского научного центра РАН, 2009.
33. Холодный Н.Г. Фитогормоны: (Очерки по физиологии гормональных явлений в растительном организме). Киев: Изд-во АН СССР, 1939.
34. 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 с.
35. Хрянин В.Н. Влияние гиббереллина на дифференциацию стеблевых апексов конопли. Докл. АН СССР, 1977.
36. Хрянин В.Н. Роль фитогормонов в дифференциации пола у растений // Физиология растений. 2002. Т. 49. С. 599-615.
37. Чайлахян М.Х., Хрянин В.Н. Пол растений и его гормональная регуляция. М.: Наука, 1982. 52с.
38. Юлдашева Л.М. Исходный материал для получения короткоплодных партенокарпических гибридов огурца: Автореф. Дис... канд. С.-х. Наук. Л., 1972. 22с.

39. Юрина О.В. Селекция огурца на устойчивость к болезням // Тр. по прикл. Ботанике, генетике и селекции. 1979. Т. 64. Вып. 1. С.97-99.
40. Якимович А.Д., Шереметевский И.В. Огурцы. М., Сельхозгиз, 1937. 210с.