



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЧГПУ»)

ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА БОТАНИКИ, ЭКОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ БИОЛОГИИ

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ НОРМ ПОЛИВА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ  
РАСТЕНИЯ ОГУРЦА СОРТА ЗОЗУЛЯ

Выпускная квалификационная работа  
по направлению 44.03.05 Педагогическое образование

код, направление

Направленность программы бакалавриата

« Химия. Биология »

Выполнил (а):  
Студент (ка) группы ОФ-501/064-5-1  
Пенькова Екатерина Олеговна

Работа рекомендована к защите  
рекомендована/не рекомендована

27 мая 2016г.

зав. кафедрой ботаники, экологии  
и методики обучения биологии

(название кафедры)

Уфимцева Г. А.

Научный руководитель:  
канд. пед. наук, доцент  
Третьякова И.А.

Челябинск  
2016

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. . . . .	3
ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА РАСТЕНИЙ. . . . .	5
ГЛАВА 2. ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЯ. . . . .	21
ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ . . . . .	29
3.1. Объекты исследования . . . . .	29
3.2. Схема опыта и методы исследования . . . . .	30
ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОГО ПОЧВЕННОГО УВЛАЖНЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЯ ОГУРЦА . . . . .	33
4.1. Влияние различного почвенного увлажнения на рост растения огурца. . . . .	33
4.2. Влияние различного почвенного увлажнения на урожай растения огурца. . . . .	36
ГЛАВА 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ШКОЛЕ НА УРОКАХ БИОЛОГИИ . . . . .	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . .	46
ВЫВОДЫ . . . . .	48
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	49
ПРИЛОЖЕНИЯ . . . . .	52

## ВВЕДЕНИЕ

Переход к рыночной экономике в настоящее время ставит перед производителями сельскохозяйственной продукции задачи: вырастить не только высокие и устойчивые урожаи, но и получить продукцию высокого качества с применением интенсивной технологии и ресурсосберегающими, экономичными методами. Эти задачи могут быть решены при непосредственном управлении ростом и развитием растений с использованием современных агроприемов и научных достижений. Одним из главных факторов, определяющих урожай сельскохозяйственных культур, является создание оптимального увлажнения почвы в зависимости от типа водного режима растения.

Одним из самых широко распространенных и массово потребляемых овощей является огурец. Поскольку урожай этой культуры в значительной степени определяется условиями внешней среды, в том числе и факторами влаги, оптимальное регулирование которых необходимо при решении задач, направленных на повышение урожая огурца. К числу таких задач относится в первую очередь выявление оптимальной влажности субстрата. Встречающаяся в литературе информация в подавляющем большинстве освещает вопросы промышленных технологий (орошаемых земель, капельного полива, гидропоники). На наш взгляд не меньший интерес данная проблема представляет для непромышленного сельского хозяйства в условиях теплиц и открытого грунта.

На основании вышесказанного была определена тема выпускной квалификационной работы, целью которой явилось *изучение влияния различных норм полива на рост и развитие растения огурца*. Для реализации поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Изучить научную литературу по проблеме исследования.

2. Изучить влияние различных норм полива на некоторые ростовые характеристики растения огурца сорта «Зозуля».
3. Изучить влияние различных норм полива на урожай растения огурца сорта «Зозуля»

В качестве объекта исследования было выбрано растение огурец сорта «Зозуля».

Предмет исследования - влияние различных норм полива.

Рабочая гипотеза заключалась в следующем: процент увлажнения почвы свыше 80 положительно скажется на урожае растения огурца.

## ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО РЕЖИМА РАСТЕНИЙ

Водный режим – последовательные изменения в поступлении, состоянии и содержании воды во внешней среде в виде влажности почвы и воздуха, уровня грунтовых вод и осадков. У растений в сухом климате выработались ритмы сезонного развития. У эфемеров – однолетних травянистых растениях, завершающих полный цикл развития за очень короткий и влажный период (2–6 недель) выработалась высокая скорость осуществления процессов жизнедеятельности, направленная на быстрое завершение жизненного цикла. Эфемероиды – многолетние травянистые растения, для которых характерна осеннее-весенне- зимняя вегетация. Могут задержать свое развитие при неблагоприятной влажности, пока она не станет оптимальной, или, как эфемеры, пройти весь цикл развития в короткие ранневесенние сроки (тюльпан, гиацинт, растения, которые используют влажный и светлый период до распускания листьев – пролеска). Терофиты – жизненная форма растений, переживающих неблагоприятный период в виде семян. К ним относятся однолетние травы, характерные для пустынь, полупустынь и южных степей; в лесной зоне – сорняки полей (василек). По отношению к влажности различают эвригигробионтные и стеногигробионтные организмы. Эвригигробионтные способны жить при различных колебаниях влажности, а стеногигробионты – при определенном значении [25]. Животные, в отличие от растений, имеют возможность активно отыскивать условия с оптимальной влажностью и обладают более совершенными механизмами регуляции водного обмена. Все наземные организмы по отношению к водному режиму подразделяются на 4 основные экологические группы:

1. *Гидрофиты* – растения, живущие в воде. Нередко эту группу подразделяют на 2: гидатофиты, полностью погруженные в воду, и собственно гидрофиты – растения, прикрепленные к субстрату, с выступающими над поверхностью воды верхними частями вегетативных побегов, соцветиями и цветками.
2. *Гигрофиты* – растения влажных местообитаний, не выносящие водного дефицита.
3. *Мезофиты* – растения умеренно- влажных, умеренно- теплых местообитаний с хорошим минеральным питанием. Они характеризуются ограниченной способностью к перенесению сухости атмосферы и почвы.
4. *Ксерофиты* – растения сухих местообитаний, выдерживающие значительный недостаток влаги и сохраняющие при этом нормальную жизнедеятельность.

Растения этих групп различаются своеобразием морфолого-анатомических признаков. [21; 23].

### ***Гидрофиты***

Это растения, плавающие в толще воды, не имеющие корней или со слабо развитой корневой системой, укрепляющей их в субстрате. Корневых волосков они не образуют, так как корни практически не участвуют в поглощении воды и минеральных веществ, абсорбция которых в значительной степени осуществляется всей поверхностью тела этих растений.

Подводные листья гидрофитов чаще всего длинные, тесьмовидные, как у валлиснерии, либо с пластинками, сильно рассеченными на тонкие, иногда почти нитевидные сегменты, как у урути, роголистника, пузырчатки, водных лютиков. Цельные листья имеют элодея, рдест. Рассеченность листьев увеличивает фотосинтезирующую и абсорбционную поверхность растений. У водяного ореха это достигается также метаморфозом придаточных корней, превращенных в сильно рассеченные ассимилирующие органы.

Листья гидрофитов тонкие, у элодеи они состоят лишь из двух слоев клеток. Эпидерма подводных листьев со слабо развитой кутикулой или без нее. Клетки содержат хлоропласты, поэтому эпидерма выполняет функции фотосинтезирующей ткани. Устьиц в ней нет и газообмен происходит непосредственно через тонкие оболочки клеток. В эпидерме некоторых растений образуются гидропоты – одиночные клетки или группы мелких клеток, богатых цитоплазматическим содержимым. Их извилистые стенки легко проницаемы для воды и растворенных в ней солей. Они служат для поглощения воды, а при необходимости – и для ее выделения. Листья и стебли гидрофитов имеют крупные воздухоносные полости, или камеры, разделенные 1–2-слойными перегородками, состоящими из хлорофиллоносных клеток.

Отсутствие хорошо развитой опорной системы объясняется плотностью воды, которая поддерживает тело растения в определенном положении, а также «плавучестью» органов, обусловленной содержанием воздуха в межклетниках и крупных полостях, объем которых составляет половину или более объема всего растения. Будучи вынутыми из воды, быстро высыхающие подводные листья гидрофитов обычно спадаются, но этого не происходит, если оболочки клеток инкрустированы минеральными веществами. Для водных растений характерна редукция проводящей системы, главным образом, ксилемы, так как проведение воды, поглощаемой всей поверхностью тела, для них не имеет значения. Элементы ксилемы в проводящих пучках немногочисленные или отсутствуют. Флоэма развита лучше, чем ксилема, но составляющие ее клетки мельче, чем у растений, обитающих на суше.

Таким образом, структурные особенности гидрофитов, имеющие приспособительное значение для жизни в воде, состоят в слабом развитии защитных, механических и проводящих тканей, а также наличии мощной воздухоносной системы, создающей своеобразную внутреннюю атмосферу в теле растения[21; 25].

### *Гигрофиты*

Гигрофиты – экологически разнородная группа растений, на строение которых оказывают влияние не только высокая влажность воздуха и почвы, но также температура и освещенность среды их обитания. В связи с этим гигрофиты делят на теневые и световые.

Теневые гигрофиты произрастают во влажных тенистых тропических и темнохвойных лесах зоны умеренного климата. Воздух в этих лесах насыщен водяными парами. Примером гигрофитов могут служить некоторые тропические папоротники, например, хименофиллум. Нежные тонкие листья некоторых из них, состоящие из одного или немногих слоев клеток, не переносят колебаний влажности. В средних широтах теневые гигрофиты представлены двулепестником альпийским, недотрогой обыкновенной, кислицей и другими растениями. Световые гигрофиты обитают на открытых хорошо освещенных местах с избыточным увлажнением почвы и достаточно высокой, хотя и подверженной колебаниям, влажностью воздуха. Чаще всего эти растения растут по берегам водоемов, в дельтах рек, в местах выхода грунтовых вод. К световым гигрофитам жарких стран относят рис, папирус, болотный кипарис, растения тропических мангровых лесов, занимающих затопляемые во время приливов морские побережья. В средних широтах из световых гигрофитов распространены калужница, белокрыльник, вахта, рогоз, болотные осоки. Общие для всех гигрофитов анатомические особенности состоят в наличии во всех их органах мощной системы воздухоносных межклетников и большой оводненности клеток. Корни гигрофитов расположены в поверхностных слоях почвы, обычно они слабо ветвятся, корневых волосков на них мало или нет совсем.

Листья гигрофитов имеют обычно крупные пластинки. Их эпидерма состоит из тонкостенных клеток, участвующих в фотосинтезе. Мезофилл немногослойный, преимущественно губчатый. У некоторых растений развит и столбчатый мезофилл, но в нем, как и в губчатом, много межклетников.



Устьица, расположенные на нижней стороне листовой пластинки, немногочисленные, они всегда открыты, и транспирация у этих растений почти равна физическому испарению. Из-за слабой устьичной регуляции испарения листья гигрофитов при понижении влажности быстро увядают. Многие гигрофиты имеют гидатоды разного строения, выделяющие воду при очень высокой влажности воздуха. У световых гигрофитов листовые пластинки плотнее и толще, чем у теневых, эпидерма состоит из более толстостенных клеток, кутикула лучше развита. Особую группу гигрофитов составляют некоторых хвощи (например, хвощ приречный) и ситники, в частности, ситник развесистый, у которых листья редуцированы, и функции фотосинтеза выполняют стебли. Между гигрофитами и гидрофитами нет существенных различий, равно как и между гигрофитами и мезофитами, приуроченными к условиям достаточного, но не избыточного увлажнения. Поэтому часто их рассматривают как промежуточную группу растений – гигромезофиты [21].

### ***Мезофиты***

Мезофиты произрастают при среднем достатке влаги и тепла на умеренно плодородных, хорошо аэрируемых почвах. Они представлены и древесными, и травянистыми растениями. В странах с умеренным климатом – это липа, береза, лещина, крушина, клевер, нивяник, сныть, ландыш, тимофеевка и другие. Среди них встречаются эфемероиды и эфемеры – однолетние, чаще всего степные и пустынные растения с очень коротким периодом вегетации, который начинается ранней весной и заканчивается до наступления жаркой погоды и засухи. К этому времени растения успевают образовать плоды и семена.

Типичные мезофиты имеют хорошо развитые корневые системы, проникающие в почву на разную глубину в зависимости от ее влажности. Проводящие и механические ткани находятся обычно в оптимальных соотношениях, обеспечивая нормальный транспорт веществ и прочность ве-

гетативных органов. Мезофилл может быть однородным и дифференцированным на столбчатый и губчатый. В зависимости от освещенности листья мезофитов приобретают световую или теневую структуру. Эти растения очень пластичны, и в разных по влажности местообитаниях в их строении проявляются черты либо гигрофитов, либо ксерофитов. Поэтому гигро-, мезо- и ксерофиты связаны между собой многочисленными переходными формами [21].

### ***Ксерофиты***

Ксерофиты представляют собой морфологически и физиологически разнородную группу растений, приуроченных к сухим местообитаниям и способных переносить почвенную и атмосферную засуху. Это, главным образом растения пустынь, полупустынь, сухих степей, саванн и субтропиков, испытывающих недостаток осадков в течение продолжительных периодов времени. В странах с умеренным климатом они растут на открытых солнечных местах. Сведение баланса между поступлением и расходом воды у ксерофитов достигается регулированием самого процесса поглощения воды корневой системой и регулированием транспирации с помощью устьиц [21].

Среди ксерофитов различают 2 хорошо разграниченные группы: склерофиты и суккуленты.

### **Склерофиты**

Типичные представители склерофитов – верблюжья колючка и саксаул – имеют корневые системы, проникающие до уровня грунтовых вод на глубину 30 м и более. Для многих склерофитов характерна двухъярусная корневая система. У фисташки настоящей корни верхнего яруса, пронизывающие почву до глубины 80–100 см, активно поглощают воду весной, а корни нижнего яруса, достигающие глубины 1,5–2 и более метров, снабжают растение водой во вторую половину вегетационного периода, когда поверхностные горизонты почвы уже высыхают. Корни некоторых

ксерофитов, например, таволги шестилепестной, образуют корневые шишки, запасующие воду. Когда воды в почве много, она быстро передвигается из поглощающих ее корней в листья, которые активно ее испаряют.

Расход воды на транспирацию у таких растений гораздо больше, чем у мезофитов, но и недостаток воды они переносят лучше их. Живые клетки склерофитов имеют высокое осмотическое давление, достигающее 40–100 атм., в то время как у мезофитов оно обычно не превышает 20–25 атм. При хорошем водоснабжении оводненность тканей склерофитов в 1,5–2 раза меньше, чем у мезофитов. При ухудшении водообеспечения оводненность их тканей остается практически на том же уровне, а у мезофитов существенно снижается. Однако, длительного обезвоживания склерофиты не выдерживают. Таким образом, основное различие между мезофитами и склерофитами состоит в способности последних активно добывать воду, обеспечивая ею ткани в наиболее сухое время года. Среди склерофитов есть и растения с поверхностными корневыми системами. В засуху они сокращают транспирацию и хорошо переносят обезвоживание и перегрев.

Листья у склерофитов обычно мельче, чем у мезофитов, у некоторых растений, например, у дрока, они сильно редуцированы, и функцию фотосинтеза выполняет стебель.

Наличие на листовых пластинках мощно развитой кутикулы, поверх которой часто образуется мощный восковой налет, значительная толщина стенок эпидермальных клеток, присутствие у некоторых растений одревесневающей гиподермы, сильное развитие механической ткани – склеренхимы и очень плотная сеть жилок обуславливают их твердость и жесткость. Обильное опушение, характерное для многих растений, защищает живые ткани от чрезмерной инсоляции и перегрева. Листья имеют очень много устьиц, обычно расположенных на нижней стороне пластинки. Часто они погружены в мезофилл или находятся на дне особых полостей – *крипт*, как у олеандра, у которого внутри крипт образуются волоски. У ковыля, типчака и других злаков устьица развиваются на верхней стороне линейных

листовых пластинок, которые в сухую погоду скручиваются в трубочку, и верхняя эпидерма с устьицами оказывается внутри нее. Во всех этих случаях окружающий устьица воздух бывает насыщен водяными парами. В связи с этим даже в самые жаркие часы суток устьичные щели открыты и фотосинтез не прекращается. По числу устьиц и протяженности жилок на единицу поверхности листовой пластинки склерофиты значительно превосходят мезофиты. Мощное развитие механических тканей характерно не только для листьев, но и осевых органов склерофитов.

### Суккуленты

Суккуленты отличаются от склерофитов способностью накапливать большие запасы воды и поэтому имеют очень высокую оводненность (до 95–98 %) тканей. Накопление воды связывают с особым типом обмена веществ, при котором образуется много пентоз, увеличивающих водоудерживающую способность клетки. Осмотическое давление у суккулентов обычно не превышает 2–3 атм.

Корневые системы у этих растений поверхностные, поглощающие воду только из верхних слоев почвы, после выпадения осадков. Используют они влагу из туманов и росу. В сильную засуху корни этих растений нередко отмирают, но после дождей быстро образуются новые корни.

По локализации запаса воды суккуленты делят на 2 морфологических группы: стеблевые и листовые.

У стеблевых суккулентов листья редуцированы, как у кактусов, некоторых видов молочая, стапелии, и функции фотосинтеза выполняет стебель, под эпидермой которого расположена хлоренхима. Большую часть стебля составляет водозапасающая паренхима.

Листовые суккуленты, к которым принадлежат агавы, алое, молодило, очиток и другие растения, запасают воду в толстых и сочных листьях. Эпидерма у этих растений покрыта толстой кутикулой и восковым налетом. Мезофилл слабо или совсем не дифференцирован на столбчатый и губчатый. Внутренняя часть листа состоит из тонкостенных бесцветных

клеток, содержащих воду и слизь. Мелкие многочисленные проводящие пучки располагаются под наружной, хлорофиллоносной зоной, но нередко и в бесцветной внутренней ткани. У некоторых суккулентов механических тканей мало, но в листьях агавы и других представителей семейства агавовых, в том числе у дазилириона, мощные склеренхимные тяжи армируют проводящие пучки или топографически не связаны с ними. Суккуленты имеют мало устьиц. Днем они обычно закрыты, и вода удаляется из растения непосредственно через основные клетки эпидермы.

Низкая транспирация и слабое развитие фотосинтезирующей ткани – основные причины очень медленного роста суккулентов.

Типичные ксерофиты произрастают, главным образом, в теплых странах. В странах с холодным климатом тоже встречаются растения, имеющие ксероморфные черты. Эти растения называют *психрофитами*. В течение какого-то периода времени они существуют в условиях так называемой физиологической сухости, когда вода из-за низкой температуры среды недоступна для растений. К психрофитам принадлежат хвойные растения, имеющие мелкие, узкие, часто игольчатые листья. Их жесткость объясняется наличием толстой кутикулы, толстостенных клеток эпидермы, одревесневающей гиподермы. Растения, обитающие в холодных и сухих условиях высокогорья, в тундре, называют *криофитами*. Они приспособлены к разреженности воздуха, сильной инсоляции и очень низкому содержанию в воздухе углекислого газа.

В субальпийском и альпийском поясах гор нередко встречаются подушкообразные формы растений. Они характеризуются слабым апикальным ростом побегов, но очень интенсивным их ветвлением, приводящим к образованию плотного скопления побегов, напоминающего подушку, поверхность которой покрыта мелкими листьями. Большая скученность побегов способствует их защите от ветра и созданию внутри куста благоприятных теплового и водного режимов [21].

### ***Передвижение воды по растению***

Вода, поступившая в клетки корня под влиянием разности водных потенциалов, которые возникают благодаря транспирации и корневого давления, передвигается до проводящих элементов ксилемы. Согласно современным представлениям, вода в корневой системе может перемещаться в радиальном направлении тремя путями: апопластическим, симпластическим, трансмембранным. Еще в 1932 г. немецкий физиолог Э. Мюнх высказал мнение о существовании в корневой системе двух относительно независимых друг от друга объемов, по которым передвигается вода, – апопласта и симпласта. При транспорте по апопласту вода передвигается по клеточным стенкам, не проходя через мембраны. При симпластном транспорте вода проникает в клетку через полупроницаемую мембрану и далее перемещается по протопластам клеток, которые соединены между собой многочисленными плазмодесмами. При трансмембранном транспорте вода перетекает через клетки и при этом проходит, по крайней мере, две плазматические мембраны. В последнее время много внимания уделяется аквапоринам – мембранным белкам, образующим в мембранах специализированные водные каналы и определяющим проницаемость для воды. Эксперименты показали, что передвижение воды по коре корня идет главным образом по апопласту, где она встречает меньшее сопротивление, и лишь частично по симпласту (С. Френч). Апопластный путь прерывается в эндодерме в связи с наличием поясков Каспари. Вместе с тем в апикальной части суберинизация отсутствует, поэтому вода легко проникает через эндодерму. Кроме того, в суберинизированных частях корня вода может проходить через пропускные клетки [32].

Это показывает, что для транспорта в сосуды ксилемы, вода должна пройти через полупроницаемую мембрану клеток эндодермы. Таким образом, доказывается наличие как бы осмометра, у которого полупроницаемая мембрана расположена в клетках эндодермы. Вода устремляется через эту мембрану. В сторону меньшего (более

отрицательного) водного потенциала. Далее вода поступает в сосуды ксилемы. По вопросу о причинах, вызывающих секрецию воды в сосуды ксилемы, имеются различные суждения. Согласно гипотезе Крафтса, это следствие выброса солей в сосуды ксилемы, в результате чего там создается повышенная их концентрация, и водный потенциал становится более отрицательным. Предполагается, что в результате активного поступления соли накапливаются в клетках корня. Однако интенсивность дыхания в клетках, окружающих сосуды ксилемы (перицикл), очень низкая, и они не удерживают соли, которые благодаря этому десорбируются в сосуды [32].

Транспорт воды в корне зависит от интенсивности процесса дыхания. При помещении растений в условия, тормозящие дыхание корней (низкая температура, анаэробия или наличие дыхательных ядов), они транспортируют меньше воды. Существует предположение, что это может быть связано с инактивированием аквапоринов. Торможение транспорта воды в корнях в аэробных условиях, возможно, объясняет факт завядания растений в переувлажненной почве. Дальнейшее передвижение воды идет по сосудистой системе корня, стебля и листа. Проводящие элементы ксилемы состоят из сосудов и трахеид. Опыты с кольцеванием показали, что восходящий ток воды по растению движется в основном по ксилеме. В проводящих элементах ксилемы вода встречает незначительное сопротивление, что, естественно, облегчает передвижение воды на большие расстояния. Правда, некоторое количество воды передвигается и вне сосудистой системы. Однако по сравнению с ксилемой сопротивление движению воды других тканей значительно больше. Это приводит к тому, что вне ксилемы движется всего от 1 до 10% общего потока воды. Из сосудов стебля вода попадает в сосуды листа. Вода движется из стебля через черешок или листовое влагалище в лист. В листовой пластинке водопроводящие сосуды расположены в жилках. Жилки, постепенно разветвляясь, становятся все более мелкими. Чем гуще сеть жилок, тем меньшее сопротивление встречает вода при передвижении к клеткам мезофилла листа. Именно

поэтому густота жилкования листа считается одним из важнейших признаков ксероморфной структуры – отличительной чертой растений, устойчивых к засухе.

Иногда мелких ответвлений жилок листа так много, что они подводят воду почти к каждой клетке. Вся вода в клетке находится в равновесном состоянии. Иначе говоря, в смысле насыщенности водой имеется равновесие между вакуолью, цитоплазмой и клеточной оболочкой, их водные потенциалы равны. В связи с этим, как только в силу процесса транспирации возникает ненасыщенность водой клеточных стенок паренхимных клеток, она сейчас же передается внутрь клетки, водный потенциал которой падает. Вода передвигается от клетки к клетке благодаря градиенту водного потенциала. По-видимому, передвижение воды от клетки к клетке в листовой паренхиме идет не по симпласту, а в основном по клеточным стенкам, где сопротивление значительно меньше. По сосудам вода движется благодаря создающемуся в силу транспирации градиенту водного потенциала, градиенту свободной энергии (от системы с большей свободой энергии к системе с меньшей). Можно привести примерное распределение водных потенциалов, которое и вызывает передвижение воды: водный потенциал почвы (– 0,5 бар), корня (– 2 бар), стебля (– 5 бар), листьев (– 15 бар), воздуха при относительной влажности 50% (– 1000 бар). [32]

Однако получены экспериментальные данные, которые не позволяют рассматривать силу транспирации как единственную, обуславливающую восходящий ток воды по растению. Так, показано, что восходящий ток воды может осуществляться и при отсутствии транспирации. К этому же выводу приводят опыты, показывающие ритмическое секретирование устьичными клетками жидкой воды, а также зависимость передвижения воды от эндогенной энергии, поставляемых процессом дыхания. Это позволяет считать, что движущая сила транспорта воды в растении является суммой двух весьма различных по своей природе составляющих, условно названных метаболической и осмотической. Осмотическая составляющая представлена



в корнях сугубо осмотическими явлениями, в стебле и листьях – гидростатической тягой, создаваемой градиентом водного потенциала в системе почва – растение – атмосфера. Согласно имеющимся экспериментальным данным, в формировании метаболической составляющей непосредственное участие принимают контрактильные системы паренхимных клеток (т. е. белки цитоскелета). Они могут играть роль сфинктеров, регулирующих просветы водных каналов (открывание–закрывание) в плазмодесмах. Благодаря их работе индуцируются ритмические микроколебания внутриклеточного (внутрисимпластного) гидростатического давления, которые внешне выражаются в короткопериодных (1–3 мин) автоколебаниях поступления воды в клетку (симпласт, ткань, орган) и водоотдачи (т. е. микропульсациях). Принципиально важное значение имеет факт противофазное автоколебаний водопоглощения и водоотдачи. Это свидетельствует о том, что процесс транспорта воды состоит из двух последовательных, ритмично чередующихся, относительно самостоятельных, хотя и тесно взаимосвязанных фаз: фазы сокращения, во время которой вода выделяется (выталкивается, секретировается) и последующей фазы расслабления, во время которой вода поглощается.

Выделение воды вызывает падение тургора и водного потенциала в целом, создавая предпосылку для поглощения следующей порции воды, вновь приводящего к возрастанию водного потенциала вплоть до того, что он из отрицательного становится положительным. После этого происходит новое сокращение. Именно фаза сокращения происходит с участием контрактильных систем и требует затраты энергии. Таким образом, вода поглощается и выделяется по градиенту водного потенциала, а не против него, транспорт воды в термодинамическом понимании является пассивным. Возникающие за счет ритмической деятельности внутриклеточного сократительного аппарата микроколебания гидростатического давления паренхимных клеток являются механизмом, создающим локальные

градиенты водного потенциала на пути водного тока и тем самым регулирующим скорость этого тока. Именно благодаря этому формируется метаболическая составляющая движущей силы транспорта воды в растении, играющая решающую роль в общей системе эндогенной регуляции. Под влиянием ингибиторов контрактильных систем или окислительного фосфорилирования (т. е. при нарушении энергоснабжения) противофазность исчезает, автоколебания затухают и транспорт воды тормозится (В.Н. Жолкевич)[32].

### *Поступление воды в клетку растений.*

Растительная клетка поглощает воду по законам осмоса. Осмос наблюдается при наличии двух систем с различной концентрацией веществ, когда они сообщаются с помощью полупроницаемой мембраны. В этом случае по законам термодинамики выравнивание концентраций происходит за счет вещества, для которого мембрана проницаема.

При рассмотрении систем с различной концентрацией осмотически активных веществ (рис. 1) следует, что выравнивание концентраций в сис-

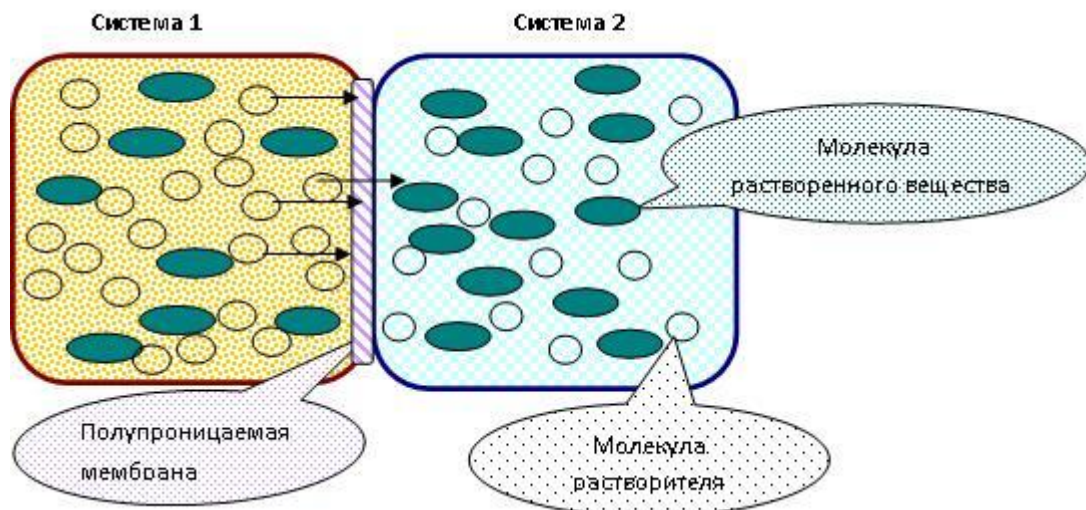


Рис. 1 Поглощение воды растительной клеткой по законам осмоса.[34].

теме 1 и 2 возможно только за счет перемещение воды. В системе 1 концентрация воды выше, поэтому поток воды направлен от системы 1 к системе 2. По достижении равновесия реальный поток будет равен нулю.

Растительную клетку можно рассматривать как осмотическую систему (рис. 2.) Клеточная стенка, окружающая клетку, обладает определенной эластичностью и может растягиваться. В вакуоли накапливаются растворимые в воде вещества (сахара, органические кислоты, соли), которые обладают осмотической активностью. Тонoplast и плазмалемма выполняют в данной системе функцию полупроницаемой мембраны, поскольку эти

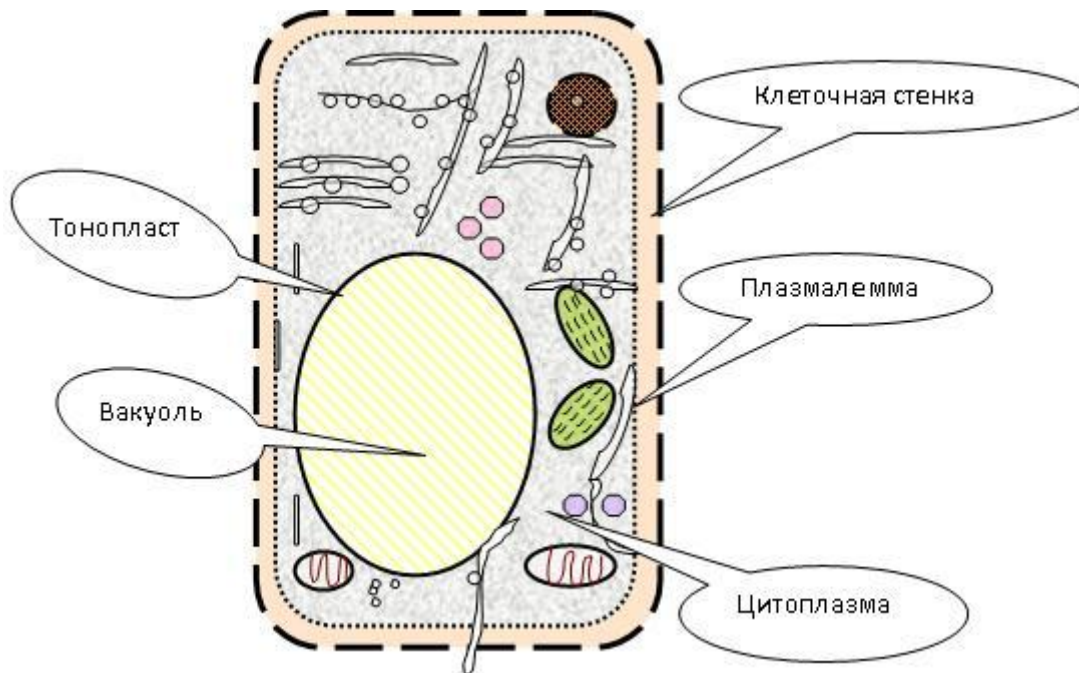


Рис.2 Растительная клетка как осмотическая система [34].

структуры избирательно проницаемы, и вода проходит через них значительно легче, чем вещества, растворенные в клеточном соке и цитоплазме.

В связи с этим, если клетка попадает в окружающую среду, где концентрация осмотически активных веществ будет меньше по сравнению с концентрацией внутри клетки (или клетка помещена в воду), вода по законам осмоса должна поступать внутрь клетки. Возможность молекул воды перемещаться из одного места в другое измеряется водным потенциалом ( $\Psi_w$ ). По законам термодинамики вода всегда движется из области с более высоким водным потенциалом в область с более низким потенциалом. Вода

всегда поступает в сторону более отрицательного водного потенциала: от той системы, где энергия больше, к той системе, где энергия меньше. Вода в клетку может поступать также за счет сил набухания. Белки и другие вещества, входящие в состав клетки, имея положительно и отрицательно заряженные группы, притягивают диполи воды. К набуханию способны клеточная стенка, имеющая в своем составе гемицеллюлозы и пектиновые вещества, цитоплазма, в которой высокомолекулярные полярные соединения составляют около 80% сухой массы. Вода проникает в набухающую структуру путем диффузии, движение воды идет по градиенту концентрации. Силу набухания обозначают термином матричный потенциал ( $\Psi_{\text{матр.}}$ ). Он зависит от наличия высокомолекулярных компонентов клетки. Матричный потенциал всегда отрицательный. Большое значение  $\Psi_{\text{матр.}}$  имеет при поглощении воды структурами, в которых отсутствуют вакуоли (семенами, клетками меристем) [25].

## **ГЛАВА 2. ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЯ**

Вода является составной частью каждого растительного организма, каждого его органа и универсальным растворителем. Она растворяет питательные вещества почвогрунта, в результате они становятся доступными для растений. В овощах, выращиваемых в теплицах, содержится значительное количество воды: в огурцах 96–98%, томатах – 93,8%, перце – 91–92,4%, баклажанах – 93,2%, луке на перо – 88,2%, салате кочанном – 95,7%. Содержание воды изменяется в зависимости от условий выращивания и закономерно меняется в течение суток. Высокое содержание воды обеспечивает тургорное состояние растений. Вода, входящая во все ткани организма, способствует стабилизации температуры растений, служит строительным материалом, растворителем и переносчиком минеральных солей из почвы в растение. Водобмен растения состоит из передвижения и распределения поглощенной воды и испарения – транспирации. Основная роль транспирации состоит в обеспечении нормальной работы листового аппарата, как органа фотосинтеза. От соотношения количества воды, которое растение получает, и количества воды, которое организм за тот же период времени расходует, зависит водный баланс растения. Для поддержания баланса необходимо, чтобы испарение воды через листья компенсировалось поглощением ее корнями растений. При нарушении баланса (если испарение значительно превосходит поступление воды через корни) возникает «водный дефицит», в результате которого ткани растений (в первую очередь листья) подвядают. Коэффициент транспирации (интенсивность расхода воды на образование единицы сухого вещества) у овощных культур различный как в

течение суток, так и на разных этапах онтогенеза. Количество потребляемой ими воды очень высокое. Так, на образование 1 г сухого вещества огурцы расходуют 713 г. Молодое растение огурца (сорт Зозуля) расходует в 1 мин на транспирацию 1,15–2,56 г/дм<sup>2</sup>, растения более старшего возраста – значительно меньше – 0,36–0,97 г/дм<sup>2</sup>. Водный баланс растений зависит от многих внешних и внутренних факторов. У высших растений органом поглощения воды в основном являются корни. Отсюда огромное влияние на водообмен растений оказывают физико-химические свойства почвы, за счет которой удовлетворяется основная часть расходуемой растением воды [4].

**Расход воды** – транспирация – у высших растений осуществляется в основном через листья. В условиях защищенного грунта растения развивают мощный листовой аппарат, который обуславливает большой расход воды и повышенную потребность в ней. Для нормального течения всех жизненно важных процессов необходимо, чтобы растение не испытывало недостатка (или избытка) влаги как в почве, так и в воздухе. Чем ниже относительная влажность воздуха, тем сильнее идет процесс транспирации, тем интенсивнее корни потребляют влагу из почвы. Кроме того, осмотическое давление почвенного раствора должно быть ниже осмотического давления клеток корней (6 атм.), а в листьях, наоборот, выше – 10–15 атм. Эта разница в осмотическом давлении корней и листового аппарата создает мощную всасывающую силу, благодаря которой вода поднимается по восходящему току к листовому аппарату. Фактор влаги взаимосвязан с другими основными факторами – светом и температурой. Только регулируя в комплексе эти необходимые условия жизни тепличных растений, можно добиться высоких стабильных урожаев [2].

**Влажность воздуха.** Различные культуры по-разному относятся к влажности воздуха, и оптимумы в различные фазы их развития также неодинаковы. Повышенная требовательность к высокой относительной влажности воздуха у огурцов – 85–95%, перца – 60–65% и др. У всех культур в рассадном периоде оптимальная влажность воздуха значительно ниже: у

огурцов, баклажанов, сельдерея и др. – 70–75%; салата, редиса, укропа, шпината – 60–70% (в период формирования продуктивных элементов – 75–85%); для томатов и перца постоянно – 60–65%. Однако при оптимальной влажности должны соблюдаться оптимальные температуры. В противном случае нарушается нормальный рост и развитие растений: при низкой влажности и высокой температуре воздуха усиливается процесс транспирации и может возникнуть дефицит влажности, создаются благоприятные условия для развития болезней и вредителей. При повышении температуры на 5°С относительная влажность падает с 76% до 54%. При высокой влажности и пониженной температуре транспирация снижается, в листьях нарушается нормальный ход физиологических процессов и процесс опыления, стимулируется развитие различной микрофлоры, растения заболевают белой гнилью, мучнистой росой, бурой пятнистостью и др. На ограждающих поверхностях (стекле, пленке и др.) образуется «капель» – продукт конденсата, который также способствует заболеванию растений и ухудшает освещенность помещения.

**Влажность почвы.** Значительное влияние на процессы водообмена в растениях оказывает влажность почвы. В различные периоды жизни растений она также неодинакова. Наибольшая потребность растений во влаге в период прорастания семян и в рассадный период (до 90–95% наименьшей влагоемкости (НВ)), а также в фазу плодообразования и плодоношения. При высоких температурах и освещенности наблюдается потребность растений в более высокой влажности почвы. Так, в жаркие месяцы зимне-весеннего оборота (с апреля по июль в седьмой световой зоне) влажность почвы необходимо поддерживать в пределах: до плодоношения – 75–80%, в период плодоношения – 80–85%. В прохладный период осенне-зимнего оборота влажность почвы можно снижать до 65% НВ. В опытах Е.Г. Мининой (1952) у огурцов, выращенных в условиях повышенной влажности, отношение числа тычиночных цветков к пестичным уменьшается в 10 раз по сравнению с растениями, находящимися при пониженной влажности. У огурцов,

выращенных в полиэтиленовых теплицах, где относительная влажность воздуха составляла 96–100%, а почвы 80% от полной ее влагоемкости, наблюдалось появление значительного количества гермафродитных цветков, массовое израстание завязей и образование женских цветков на усиках. Влажность почвы 60–80% от полной влагоемкости способствовала проявлению однодомности у конопля. Таким образом, выяснилось, что повышенная влажность субстрата и атмосферы является фактором, способствующим заложению и дифференциации женских цветков и формированию женских растений у двудомных видов.

При недостатке воды в почве нарушается нормальный рост и развитие растений, при избытке влаги в почве растения страдают (и даже погибают) из-за кислородного голодания корневой системы; развивается корневая гниль. Поэтому влажность почвы должна согласовываться с условиями температуры, освещенности и потребностью растений на определенном этапе развития. Особенно чувствительны к нарушению оптимального водного режима огурцы. Оптимум влажности воздуха и почвы создается за счет вегетационных поливов, увлажнения воздуха опрыскиванием растений, дорожек внутри теплиц. При разработке схем поливов должны учитываться биологические особенности выращиваемых культур и специфика отдельных географических зон. Необходимо учитывать тот факт, что своевременное удовлетворение потребностей растения в питании и водоснабжении гарантирует гармоничное их развитие. При избытке влаги в воздухе необходимо провести вентиляцию помещения, повысить температуру воздуха, сократить число и норму поливов. Для повышения влажности воздуха, наоборот, необходимо проводить опрыскивание растений, дорожек, тепловых приборов и стеклянной кровли, а также увеличить число поливов. Оптимальную влажность воздуха в теплице можно создать только при сочетании правильных поливов и увлажнения воздуха с своевременной вентиляцией. Соответственно и оптимальная влажность почвы создается за счет своевременных поливов, рыхлении, вентиляции. Растения за время



вегетации используют воду по-разному: огурцы и томаты в первый период вегетации (до цветения) лучше развиваются при умеренной влаге, а в дальнейшем требуют влажности почвы до 80%, для длинноплодных партенокарпических огурцов – 85–90% НВ. В январе (при низкой освещенности) после высадки рассады влажность почвы необходимо поддерживать на уровне 65–70% НВ. В зимне-весеннем обороте влажность почвы под огурцами поддерживают до плодоношения на уровне 75–100% НВ, а относительную влажность воздуха – до 80–85%; в период плодоношения соответственно – 85–100 и 85–95%. В осенне-зимнем обороте влажность почвы – 80–100% НВ, относительная влажность воздуха – 80–90%. Влажность почвы под томатами в зимне-весеннем обороте следует поддерживать на уровне 80–100% НВ (томаты поливают реже, но обильнее, чем огурцы); в осенне-зимнем обороте (в начале) влажность почвы 80–100% НВ, а затем частоту поливов и поливную норму сокращают. Недостаток влаги при высокой температуре вызывает у томатов и перца заболевание вершинной гнилью. Для тепличных овощей (огурцов, томатов, перца и др.) большое значение имеет температура поливной воды. Совершенно недопустим полив холодной водой, так как растения при этом заболевают прикорневой гнилью, а в жаркую погоду от внезапного охлаждения у них возникает физиологический шок. Температура поливной воды должна быть не ниже 23–25°С, то есть подогретой. Поливать надо очень аккуратно, не допуская размыва гряд и загрязнения нижних листьев, шлангами, небольшой струей, избегая переувлажнения. Кроме шлангового полива в современных комбинатах применяют дождевание, подпочвенное орошение (томатов), капельный полив. Проходят экспериментальную проверку еще два вида полива – импульсный и струйный. Самый распространенный способ – дождевание, который одновременно увлажняет растения, снижая температуру листьев и испарение, устраняет перегрев растений. Способ дождевания и капельный полив считаются технически наиболее совершенными. Дождевальная установка, как правило, используется и для

минеральных подкормок, работает автоматически – по команде датчиков влажности. Норма полива при дождевании – 7,5 л/м<sup>2</sup> в сутки, а при подпочвенном поливе максимальная доза в жаркие дни летом – 15–22 л/м<sup>2</sup>, в более прохладные дни она сокращается и в ноябре–декабре составляет всего 5 л/м<sup>2</sup>. Для полива в сооружениях защищенного грунта используют воду из водопровода, из чистых рек, озер и прудов, из артезианских скважин (если вода в этих скважинах не засолена). Вода должна иметь pH 6–6,5. Если водопроводная вода имеет щелочную реакцию (pH выше 8), то ее подкисляют серной кислотой – на 180 л воды одна чайная ложка кислоты. Кислоту добавляют в воду очень осторожно, соблюдая правила безопасности (в резиновых перчатках и фартуке). В поливной воде не должно содержаться вредных примесей, которые отрицательно воздействуют на растения. К ним относятся: Cl (не более 160 мг/л), натрий не более 180, SO<sub>4</sub> – 350, F– 0,6 мг/л; pH – не более 7,4; вес сухого остатка – не более 1130–1160 мг/л, жесткость воды – 27–35 мг/л [21;23].

Лучшее время для полива растений в теплицах в хорошую погоду – утренние часы (летом в 6–7 ч); при поливе утром вода более полно используется растением, а днем, испаряясь, обеспечивает достаточную влажность воздуха [19].

Определение сроков полива. Многочисленные исследования показали, что более надежными показателями потребности растений в воде являются физиологическое состояние самого растения, сосущая сила листьев, концентрация и осмотическое давление клеточного сока и другие. Установить срок полива огурцов или томатов можно по концентрации клеточного сока с помощью полевого или лабораторного рефрактометра. Полив огурцов в период плодоношения нужно проводить в 10–11 ч утра при концентрации сока (взятого из черешка пятого–седьмого листа) – 7–7,5%; томатов – при 10%. Чаще на практике для определения сроков полива используется визуальный метод. При недостатке влаги листья огурцов темнеют и становятся хрупкими, при избытке – бледно-зелеными. Листья

томатов также имеют темно-зеленую окраску и сильную опушенность при недостатке влаги и бледно-зеленую при ее избытке. Другой ориентировочный способ определения срока полива – определение влажности почвы на ощупь, разработанный профессором С. В. Астаповым. Берут горсть земли с глубины 15–20 см на огурцах и 25–30 см на томатах и сжимают ее в руке. По прочности кома судят о влажности почвы [28].

**Норма полива.** В теплицах расход воды увеличивается за счет искусственного обогрева и высокой солнечной инсоляции – усиливается процесс транспирации воды растениями и почвой. Восполняется дефицит влаги путем поливов и опрыскивания растений. В жаркую солнечную погоду необходимы частые и обильные поливы, в прохладный период и зимой поливы сокращаются. Норма полива зависит от времени года (температуры окружающей среды), культуры, возраста растений, освещенности и водно-физических свойств почвы. Поливные нормы рассчитывают в литрах на квадратный метр или в кубометрах на 1 га. Основной метод – это нормирование полива дождеванием, т. е. применение уровня предполивной влажности почвы 65–75% НВ (для огурцов и томатов). В период плодоношения влажность почвы для огурцов составляет в солнечную погоду 85–95%, в пасмурную – 75–85% НВ, для томатов – 75–85% НВ. Нижний предел влажности, на основе которого рассчитывают режим полива, принимают выше предполивной на 2–4% НВ для огурцов и на 8–12% для томатов.

Наиболее высокий урожай партенокарпических огурцов достигается в первый период вегетации при 14–15 поливах с 3,4–3,9 л/м<sup>2</sup>, дозой 48–58 л/м<sup>2</sup>, во второй – 510–534 л/м<sup>2</sup>, 99–106 поливов нормой 5,1–5 л/м<sup>2</sup>. Всего за вегетацию расход воды составляет 558–592 л/м<sup>2</sup>. Расход воды на получение 1 кг плодов огурцов составляет 19–21 л, а урожай достигает 27–30 кг/м<sup>2</sup>. Оптимальная влажность воздуха для томатов переходного оборота – 65–70%. Избыток влаги способствует распространению грибковых заболеваний, недостаток – иссушает пыльцу. В теплые месяцы теплицы проветриваются

для снижения излишних температур и влажности воздуха; в холодное время вентиляция проводится только днем и короткое время. В зимние месяцы при недостатке освещенности и низких температурах наружного воздуха влажность снижают путем полива растений не дождеванием, а из шлангов. До плодоношения влажность почвы поддерживается на уровне 70–75%, в период плодоношения – 80–85%. Все работы, связанные с увлажнением воздуха (поливы, подкормки, химические обработки), проводятся с таким расчетом, чтобы растения к ночи были сухими. Как правило, в жаркую солнечную погоду количество поливов и поливные нормы увеличиваются за счет интенсивной транспирации растениями и испарения с поверхности почвогрунта. Известно, что чем ниже относительная влажность воздуха (воздух «сухой»), тем интенсивнее идет процесс транспирации у растений, тем с большей силой вода из растений выделяется в окружающую среду. И тем активнее идет поглощение воды растением из почвы, чтобы обеспечить все жизненно важные процессы, происходящие в растительных тканях, а также, чтобы снизить температуру растений. Уровень влажности, как воздуха, так и почвы обратно пропорционален температуре – с повышением температуры уменьшается влажность; высокая влажность воздуха и почвы наблюдается в холодные месяцы года.

## ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 3.1. Объекты исследования

В качестве объекта исследования были выбраны растения огурца (*Cucumis sativus* L.), сорта «Зозуля».



Рис. 3 Растение огурца сорта «Зозуля».

#### Характеристика изучаемого объекта

Огурцы относятся к травянистым однолетним растениям семейства тыквенных. Растения имеют стержневую корневую систему и ветвящийся стебель. Листья растения огурца имеют очередное расположение, листовые пластинки цельные, лопастные пятиугольной формы. В пазухах каждого листа, начиная с третьего и выше, образуются усики, побеги, цветки, придаточные корни. Это светолюбивое растение короткого дня.

Огурцы – однодомные, как правило, с раздельнопольными цветками и являются типичными перекрестноопыляющимися растениями. Цветки

образуются в пазухах листьев. На главном побеге обычно больше мужских цветков, они размещаются по 5–7 штук в виде соцветия, получившего название пучок или щиток. На боковых петлях расположенных дальше от оси I порядка, больше женских цветков, которые крупнее мужских и преимущественно одиночные. Соотношение мужских и женских цветков – сортовой признак, но он может изменяться в зависимости от внешних условий и приемов агротехники.

Огурец Зозуля имеет цилиндрические слабо бугорчатые плоды темно-зеленого цвета. На поверхности кожицы можно проследить рисунок, в виде бледных белых полос. Урожайность сорта «Зозуля» составляет порядка 10–12 килограммов с одного квадратного метра. Плоды обладают довольно высокими вкусовыми качествами и подходят для многих видов переработки. При благоприятных условиях всходы появляются на 5–7 сутки после посева, первый настоящий лист на 5–6 сутки после появления всходов. Через 8–10 суток после первого образуется второй лист. Цветение начинается через 30–40 суток после появления всходов. Гибрид раннеспелый – первые зеленцы можно собирать примерно через 46–48 дней после прорастания семян.

### **3.2. Схема опыта и методы исследования.**

Исследования проводились в остекленных теплицах садового участка, который находится в поселке «Березка» озеро Кум-Куль. Основные несущие конструкции состоят из металла. Перекрытие теплиц стеклянное, угол наклона стекла 45 градусов. В торцах теплиц имеется вход для обслуживания теплицы и проветривания.

По литературным данным оптимальные условия влажности почвы для роста и развития растения огурец составил 75 % от ее полной влагоемкости .

В соответствии с этим были произведены расчеты норм полива для поддержания данной влажности почвы. В конкретных условиях опыта это составило 8,3 л/м<sup>2</sup>. Соответственно поддержание уровня пониженной влажности – 60% от полной влагоемкости норма полива составила 6,7 л/м<sup>2</sup>.

Для повышенной увлажненности 90% показатель составил 10 л/м<sup>2</sup>. В дальнейшем для удобства характеристик вариантов опыта мы используем понятие не норма полива, а процент увлажнения почвы от ее полной влагоемкости.

### ***Схема опыта***

Эксперимент проводился в трехкратной биологической повторности. Контрольный вариант опыта на схеме обозначен красным цветом, условия повышенной влажности зеленым цветом, соответственно условия пониженной влажности синим цветом (Рис. 4).

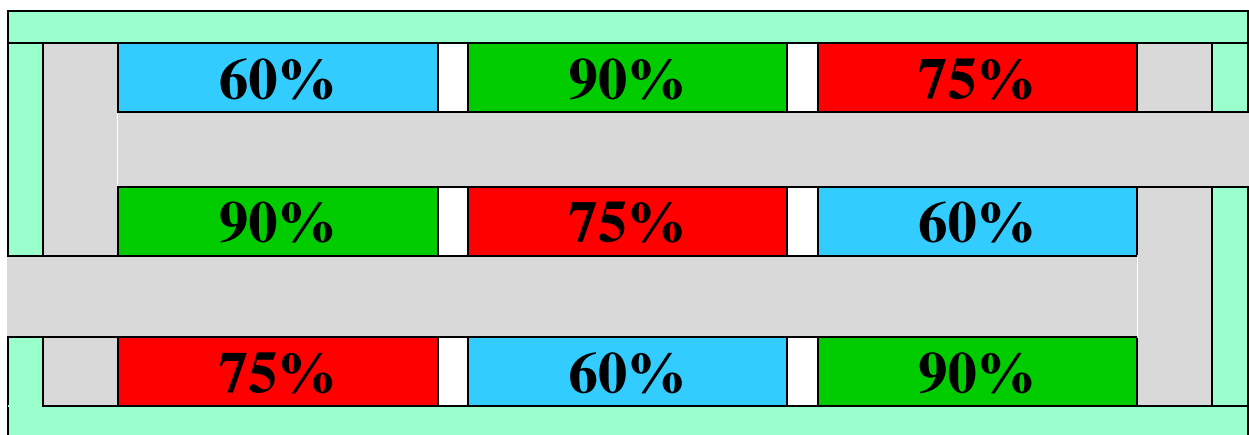


Рис. 4 Схема опыта.

Посев производили наклюнувшимися семенами 10 шт. на грядку. Полив производился в вечернее время в соответствии с выбранной схемой опыта. Каждые 2 недели брали образцы почвы для определения ее увлажнения и последующей корректировки объема воды для полива.

Для анализа ростовых процессов были выбраны следующие показатели:

- площадь листовой пластинки
- длина плети
- сухая масса побега

### ***Методы исследования***

Для анализа экспериментальных данных использовались следующие методы:

- линейный метод для определения длины плети;
- весовой метод для определения площади листовой поверхности и урожая плодов;
- статистический метод (однофазный дисперсионный анализ) для подтверждения достоверности результатов.



## **ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОГО ПОЧВЕННОГО УВЛАЖНЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЯ ОГУРЦА**

### **4.1. Влияние различного почвенного увлажнения на рост растения огурца.**

Вопрос о природе факторов, регулирующих ход индивидуального развития растений привлекает внимание ученых на протяжении многих десятилетий. К числу важнейших проявлений жизнедеятельности растительных организмов относятся процессы роста и развития. При благоприятных внешних условиях формируются нормальные типичные растения. Отклонения же от нормы в ту или другую сторону безусловно скажется на данных процессах, так как они являются взаимосвязанными и взаимообусловленными. Снижение ростовых параметров повлечет за собой неизменное снижение урожайности растений и наоборот создание благоприятных условий для роста позволит растению наиболее полно реализовать явление самовоспроизведения.

Одной из важных характеристик роста растений является накопление ими сухой массы. Для ее определения растения фиксировали при 105°C в течение 30 минут, а затем высушивали до воздушно-сухой массы.

Заметные изменения в варианте опыта с 90% увлажнением почвы можно отметить с переходом растений в генеративную фазу развития. Наибольший показатель был отмечен в фазе плодоношения (рис 4.). Это может быть связано с тем, что в период формирования роста и созревания плодов усиливается запрос на ассимиляты. В вегетативных органах усиливается процесс фотосинтеза, что в конечном итоге приводит к

увеличению количества ассимилятов, не только в плодах, но и в вегетативных органах. В варианте с повышенным увлажнением почвы, в сравнении с контрольным увлажнением в генеративный период сухая масса превышала массу контрольных растений

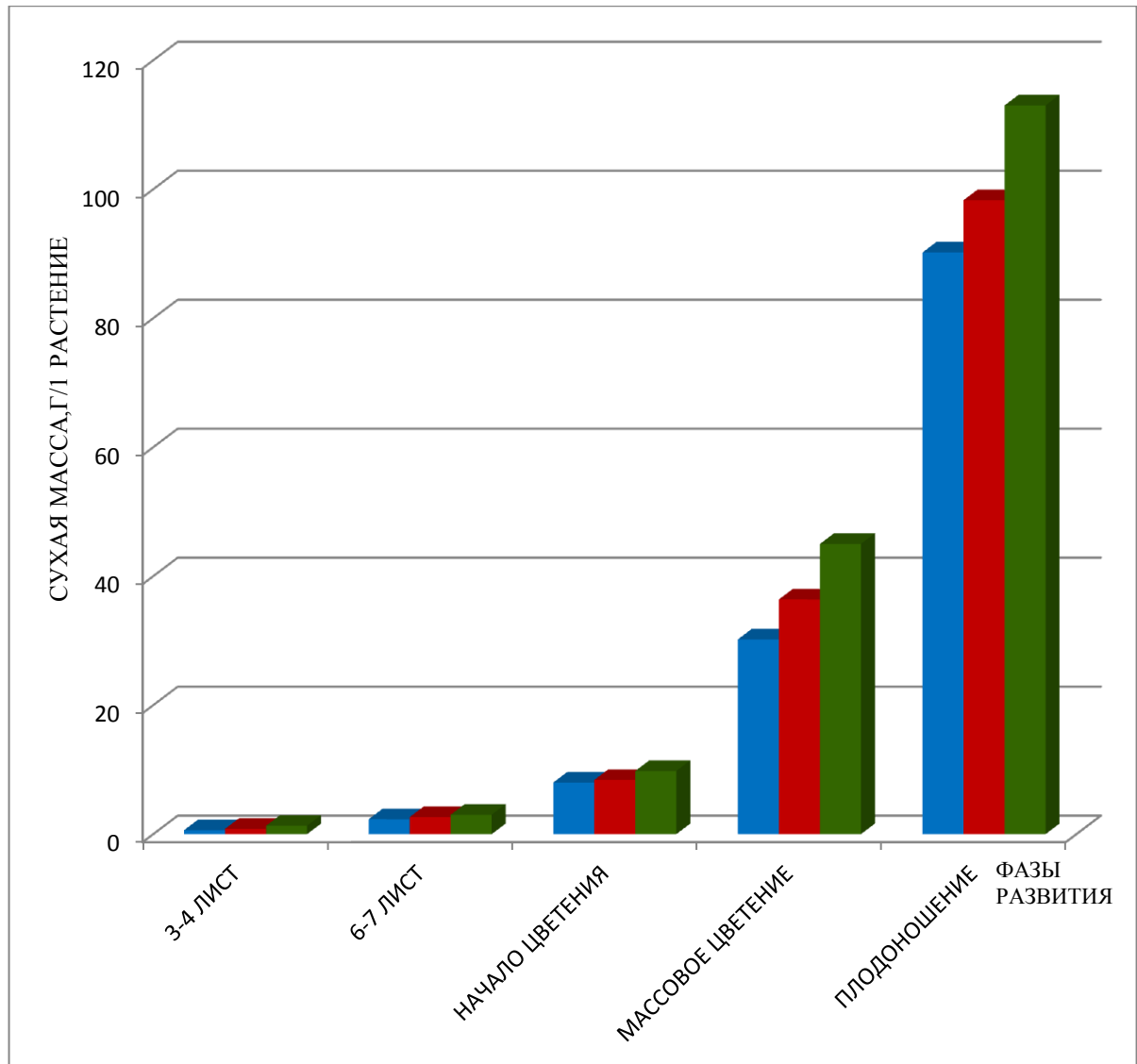


Рис. 4 Влияние различных норм полива на накопление сухой массы

на 114–123%. Наименьшее значение было выявлено в варианте с пониженным увлажнением.

Одной из важных ростовых характеристик, влияющих на продуктивность растений является площадь фотоассимилирующей поверхности. Поэтому для анализа влияния различного увлажнения почвы на

рост и урожай растений огурца была измерена площадь листовой поверхности растений.

Анализируя данный показатель можно отметить, что увеличение данного параметра наблюдается только в варианте с повышенным увлажнением почвы и на разных этапах онтогенеза в среднем составили 110–120% по сравнению с другими вариантами (рис. 5).

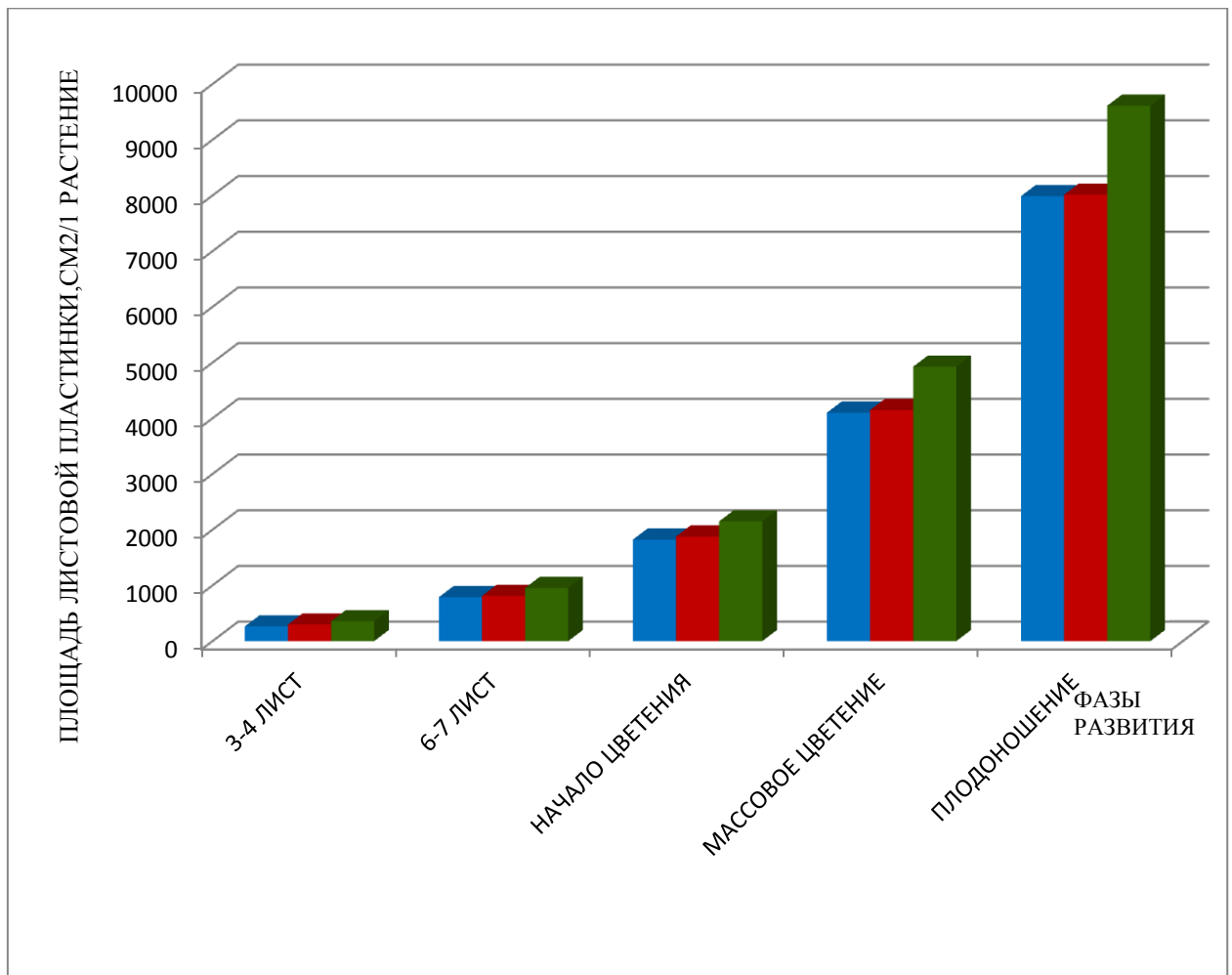


Рис. 5 Влияние различных норм полива на площадь листовой пластинки.

Такая же картина наблюдается при сравнении длины плети. В контроле она составила 1,85 м, в варианте с пониженным процентом увлажнением 1,74 м, с повышенным увлажнением 2,05 м. (Рис.6)

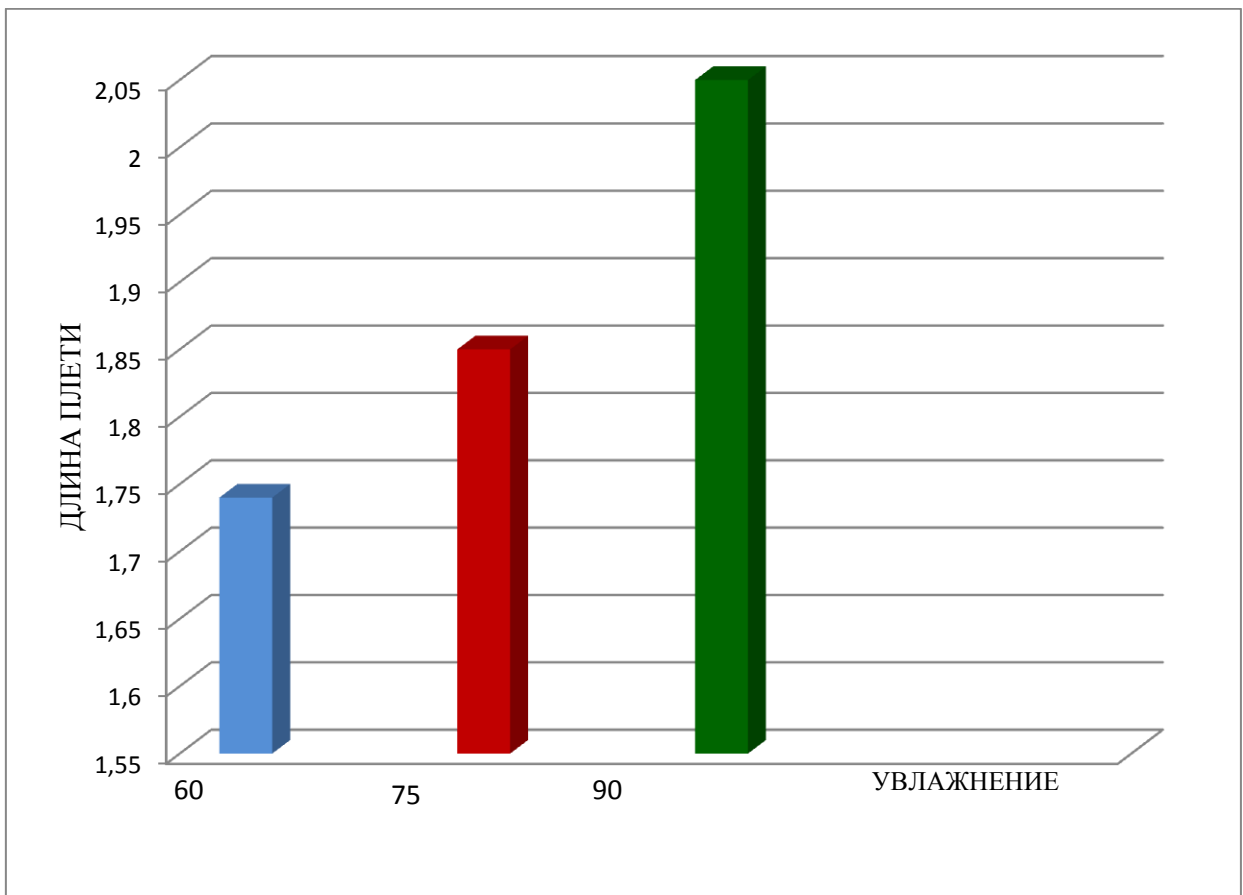


Рис. 6 Влияние различных норм полива на длину плети.

Можно предположить, что зафиксированные изменения были вызваны более активным поступлением воды в клетку из за возрастающей разницы осмотического потенциала между почвенным раствором и почвенным соком, и как следствие усиление роста растяжением.

#### **4.2. Влияние различного почвенного увлажнения на урожай растения огурца.**

Процесс роста и развития является генетически детерминированным признаком, в этой связи следовало ожидать, что в варианте опыта с увлажнением 90% показатели урожайности будут выше в сравнении с другими вариантами опыта, что нашло свое отражение при анализе урожая (Рис.7,8).

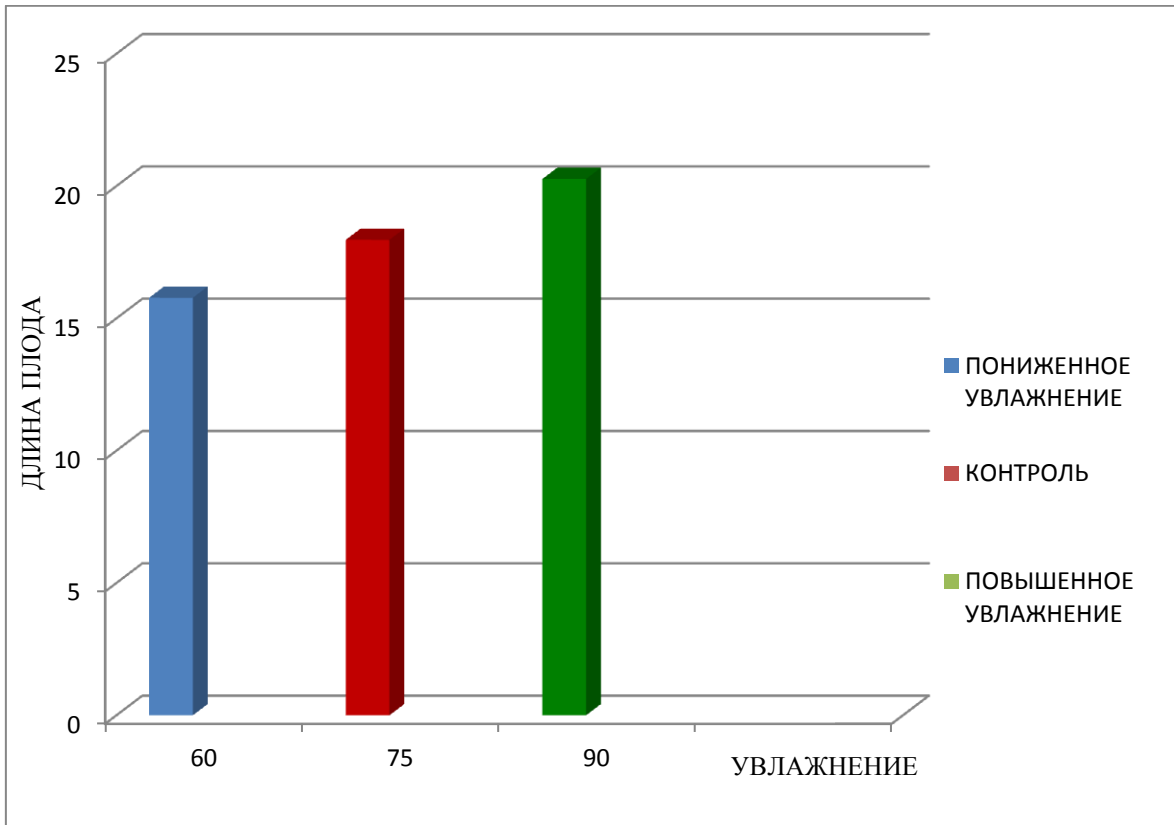


Рис. 7 Влияние различных норм полива на длину плода

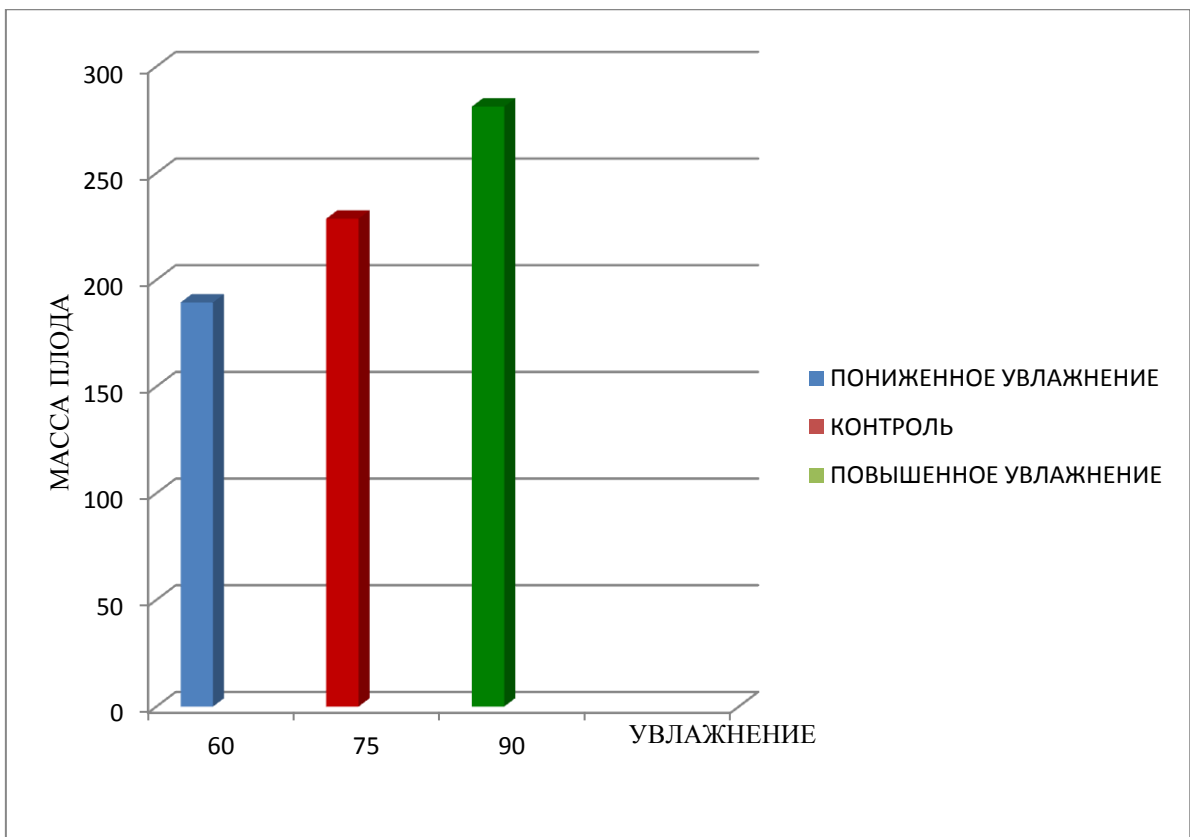


Рис.8 Влияние различных норм полива на массу плода.

Плоды растений были крупнее и следовательно масса плодов с 1 растения так же была выше и составила почти на 20 % больше в сравнении с контролем.

Для подтверждения влияния различных норм полива на рост и развитие растения огурца использовался однофазный дисперсионный анализ, который доказал что различные нормы полива, как статистический фактор значимы. (Приложение 1.).

Таким образом, влияние водного дефицита на показатели роста и развития растения огурца выражается в снижении интенсивности фотосинтеза, и как следствие уменьшении площади листовой пластины, но за счет условий достаточного освещения этот показатель выравнивается. В условиях водного дефицита уменьшились показатели длины плети растения, длины и веса плода и сроки созревания плода.

## **ГЛАВА 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ШКОЛЕ НА УРОКАХ БИОЛОГИИ**

Основная идея обновления среднего общего образования в Российской Федерации заключается в его профилизации. При этом в 10–11 классах образование должно стать более дифференцированным и индивидуализированным. В рамках создания системы специализированной подготовки в старших классах общеобразовательной школы (профильные классы), помимо использования особых форм и методов урочной работы, практикуются различные внеурочные работы. Внеурочная работа – внеклассная работа составная часть учебно-воспитательного процесса в школе, одна из форм организации свободного времени учащихся.

Внеурочная деятельность является частью учебно-воспитательного процесса по биологии, она ориентирована на расширение и углубление базовых умений и знаний, на развитие способностей, познавательного интереса, на приобщение к исследовательской работе, на организацию социальной деятельности школьников в пределах своего края.

Требования современных образовательных программ подразумевают активную самостоятельную деятельность школьников по освоению содержания. Биология, как учебный предмет обладает богатейшими возможностями для этого. Изучая раздел «Растения», школьники могут включаться в исследовательскую деятельность в природе, на пришкольном участке, лаборатории. При этом у них не только повышается интерес к предмету (личностные результаты обучения), но также формируются умения наблюдать за растениями, сравнивать полученные результаты с образцом, определять растения, ставить опыт, выявлять причинно-следственные связи биологических явлений (предметные результаты обучения).

Внеурочная работа – это такая форма организации учебной деятельности для выполнения обязательных, связанных с предметом, работ

по индивидуальным или групповым заданиям. К ним относятся фенологические наблюдения, летние задания, опыты в кабинете и на пришкольном участке, работа с дополнительной литературой.

Признаками внеурочной деятельности являются:

1. Непосредственная связь заданий с программным материалом;
2. Обязательное участие школьников в работе над заданиями;
3. Использование полученных результатов на последующих уроках;
4. Оценка работы школьника.

Значение внеурочной работы по биологии:

- Расширяют рамки изучения предмета, формируют познавательный интерес;
- Способствуют развитию самостоятельности как качества личности;
- Формируют исследовательские умения учащихся, содействуют развитию практических умений, предусмотренных программой;
- Способствуют применению теоретических знаний на практике.

Виды внеурочных работ исследовательского характера:

#### ***Летние задания по биологии.***

В школах дают задания по наблюдениям в природе, которые помогают выяснить явления из области экологии, морфологии и систематики, предполагающие составлению гербариев и коллекций. Выполнение преимущественно летом и поэтому называются летними заданиями.

Этот вид внеурочной работы является обязательным для выполнения и выделен в школьной программе разделов «Растения» и «Животные». Летние задания предполагают наблюдения над живыми объектами, сбор коллекций, гербария, определение растений и животных. Поэтому учащиеся должны иметь навыки гербаризации, коллекционирования, фиксации результатов наблюдений, т.е. должны быть готовы к их выполнению.

Сбор должен производиться по заданиям: листья светлюбивых или теневыносливых пород; листья с растений одного вида, выросших на свету и в тени и т.п. Учащимся следует обозначить, что важно не количество взятых объектов, а качественное выполнение задания: собрать, что нужно в



ограниченном количестве (1–2 экземпляра), правильно засушить и прикрепить с указанием места и времени сбора.

Значение летних заданий:

1. Возможность проведения наблюдений за растениями и животными в естественных условиях с целью накопления фактов, необходимых для усвоения закономерностей.
2. Знакомство с флорой и фауной родного края, т.е. реализация краеведческого принципа в обучении биологии.
3. Практическое применение теоретических знаний, приобретенных на уроках биологии.
4. Выработка и совершенствование умений и навыков по сбору коллекций животных и гербаризации растений.
5. Изготовление наглядных пособий для кабинета биологии.

При выборе и раздаче летних заданий учитель должен учитывать следующие методические условия:

- тщательно продумать систему заданий для каждого класса;
- строго индивидуализировать задания ученикам, увлекающимся биологией;
- не нарушать принципа добровольности при выборе заданий: предложить учащимся десять различных заданий, 3–4 из которых – для обязательного исполнения;
- дать инструктаж к выполнению и показать образец лучшей работы (указать сроки выполнения различных видов заданий, предложить для сбора и наблюдения только известные виды, задания не должны требовать сложного оборудования);
- перед выполнением задания познакомить учеников с охраняемыми видами, чтобы исключить их случайный сбор.

Выполненные летние задания принимаются учителем осенью, поэтому необходимо подведение итогов, которое можно провести в виде выставки экспонатов и фотографий.



### ***Опытническая работа учащихся***

Постановка опытов на пришкольном участке также является обязательной частью школьной программы. Организация опытнической работы должна соответствовать следующим требованиям:

- научность – опыт не должен противоречить требованиям норм агротехники и биологии вида;
- целесообразность – опыт должен быть практически полезным;
- доступность – опыт должен соответствовать уровню знаний учащихся в данный момент;
- выполнимость – опыт должен быть практически выполнимым (наличие соответствующих площадей, посадочного материала, системы полива и т.д.);
- достоверность – тщательное обдумывание и учет всех условий опыта, в том числе тех, которые не зависят от человека: особенности почвы, ее структура, засоренность, влажность и т.п. Важным условием для соблюдения достоверности является вариативность размещения повторностей на участке.

Проведение опытов на пришкольном участке должно соответствовать программе полевого опыта, которая подразумевает составление отчета. Оформление отчета: на титульном листе записывают тему опыта, наименование организации, состав опытного звена и год проведения опыта.

В программу и отчет по проведению опыта входят следующие элементы:

- Цель опыта;
- Название культуры, ее сорт;
- Схема опыта;
- Гипотеза опыта (предполагаемый результат);
- Биологические сведения о выбранной для постановки опыта культуре;
- Агротехника возделывания;
- Характеристика опытного участка (рельеф, почва, механический состав почвы, глубина пахотного слоя, уровень грунтовых вод, засоренность);

- План опыта с указанием местоположения опытной делянки на участке, сторон света, числа повторностей;
- Схема наблюдений;
- Выводы.

Методические условия проведения опытнической работы.

1. Выбор земельного участка и тщательное исследование почвы.
2. Наличие двух или трехкратной повторности и соблюдение в целях достоверности всех тех условий, по которым контроль и опыт не отличаются.
3. Одинаковый посадочный материал и одинаковые агротехнические мероприятия.
4. Ведение наблюдений за ходом опыта и контроля, учет и уборка урожая.
5. Организация учащихся: разделение на звенья и выбор звеньевого; контроль над ходом работы со стороны учителя; сформированность у учащихся ряда практических умений: составление плана опыта, проведение необходимых агротехнических мероприятий, правильная фиксация результатов.

К одной из основных форм внеурочной деятельности школьников, обучающихся в профильных школах и классах, относят научно-исследовательскую работу.

Научно-исследовательская работа адресована учащимся 10–11 классов проявляющих интерес к биологии и наиболее актуальна в условиях обучения на естественнонаучном профиле школы повышенного уровня образования. Работа опирается на знания и умения, полученные учащимися при изучении биологии ранее.

Организация данного вида деятельности реализуется в следующей логической последовательности: в начале – вводная теоретическая установка учителя, затем – исследовательская работа учащихся и в заключение – предоставление результатов исследовательской деятельности.

Исследовательская деятельность учащихся среднего и старшего звена в курсе изучения биологии направлена на развитие у учащихся навыков

самостоятельной работы, постановки эксперимента, наблюдений, обработки результатов, умения делать выводы, т.е. позволяет учащимся овладеть алгоритмом исследовательской работы. Использование проблемного подхода в обучении позволяет не передавать знания учащемуся в готовом виде, а научить его получить их в процессе учебной деятельности.

В рамках данного научного исследования можно организовать научно–исследовательскую работу школьников, в которой продолжится изучение различных норм полива растения огурца и соответственное влияние на рост и развитие растения огурца при различных нормах полива.

Примерная тема исследовательской работы: «Влияние различных норм полива на рост и развитие растения огурца».

План работы:

1. Изучить литературные источники по данной теме;
2. Изучить биологические особенности изучаемого объекта;
3. Ознакомиться с технологиями выращивания растения огурца, методами увлажнения исследуемых растений, а также сбора данных наблюдений;
4. Анализировать полученные данные в связи с заявленной темой;
5. Сделать выводы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Урожай культуры огурца в значительной степени зависит от влияния внешних факторов, в том числе и от увлажненности почвы. Информация, представленная в литературных источниках, освещает в основном аспекты промышленного сельского хозяйства. Не меньший интерес представляет данная проблема и для непромышленного сельского хозяйства. На этом основании была выбрана тема работы и сформулирована гипотеза, отражающая актуальность данного вопроса. Объектом для исследования было выбрано растение огурца сорта «Зозуля», так как данный сорт является часто используемым в сельском хозяйстве и адаптированным к условиям Уральского региона. После анализа научной литературы были проведены перерасчеты различных норм полива на процент увлажнения субстрата, разработана схема опыта и проведен непосредственно сам эксперимент.

Полученные данные позволили сделать ряд выводов о влиянии различных норм полива на рост и развитие растения огурца сорта «Зозуля». Влияние пониженной увлажненности на показатели роста и развития растения огурца выражается в снижении интенсивности фотосинтеза, и как следствие уменьшении площади листовой пластины, но за счет условий достаточного освещения этот показатель выравнивается. В условиях недостаточного почвенного увлажнения уменьшились показатели длины плети растения, длины и веса плода и сроки созревания плода. Если влажность почвы превышает полевую влагоемкость, то избыточная влага, не смотря на ее доступность, оказывается малодоступной для растений из-за недостатка кислорода. В условиях повышенного почвенного увлажнения показатели роста и развития растения не достигали отрицательных критических пределов, скорее благоприятно сказывались на урожае огурца сорта «Зозуля», что доказывает правильность выдвинутой гипотезы.

Важным составляющим квалификационной работы является методический аспект. В данном разделе особое внимание уделяется внеурочной деятельности обучающихся, что является неотъемлемой частью современного образования по новому Федеральному Государственному Образовательному Стандарту. В разделе «Использование материалов исследования на уроках биологии» отражена сущность внеурочной работы школьников и представлены различные варианты внеурочной работы. Требования современных образовательных программ подразумевают активную самостоятельную деятельность школьников по освоению содержания. Биология, как учебный предмет обладает богатейшими возможностями для этого. В ходе выполнения была описана возможность использования материалов исследования на уроках биологии, предложена примерная тема исследовательской работы, разработан примерный план выполнения работы.

## ВЫВОДЫ

1. Условия недостаточного увлажнения неоднозначно сказались на ростовых параметрах растения огурца: длина плети уменьшилась до 94% по отношению к контролю, а площадь листовых пластинок осталась на уровне контроля.
2. Влияние различных норм полива на сухую массу растений огурца сорта «Зозуля» отмечается в генеративный период развития.
3. Регуляция влажности почвы (90% НВ) через норму полива 10,0 л/м<sup>2</sup> привела к увеличению биологического и хозяйственного урожая растений огурца сорта «Зозуля».
4. Условия повышенного почвенного увлажнения (90% НВ) привели к повышению урожайности растения огурца сорта «Зозуля» на 23%.



**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Артамонов В.И. Занимательная физиология растений [Текст] / В.И. Артамонов – М.: Агропромиздат, 1991. – 336 с.
2. Алехина Н.Д. Физиология растений [Текст] / Н. Д. Алехина, Ю.В. Балнокин, В.Ф. Гавриленко, под ред. И.П. Ермакова–М.: "Academia", 2005. – 640 с.
3. Белик В.Ф. Огурцы [Текст] / В.Ф. Белик – М.: Изд. дом «Сельская новь», 2001. – 64 с.
4. Биологический энциклопедический словарь / гл. ред. М.С. Гиляров. – М.: Сов. энциклопедия, 1986. – 831 с.
5. Болотских А.С Огурцы [Текст] / А.С. Болотских – «Фолио», 2002. –287 с.
6. Боос Г.В. Овощные культуры в закрытом грунте [Текст] / Г.В. Боос – Л.: Колос, 1972. – 196 с.
7. Брызгалов В.А. Справочник по овощеводству [Текст] / В.А. Брызгалов 2-е изд., – Л: Колос,1982,–511 с.
8. Васильева М.З. Методика преподавания биологии: учебно-методический комплекс. [Текст] /М.З. Васильева. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008. – 138 с.
9. Ващенко С.Ф. Овощеводство защищенного грунта [Текст] / С.Ф. Ващенко. М: –Колос, 1974. 352 с.
10. Воскресенская Н.П. Фотосинтез и спектральный состав света [Текст] / Н.П. Воскресенская. – М.: Наука, 1965. – 309 с.
11. Гавриш С.Ф. Гибрид огурца F<sub>1</sub> Кураж, технология выращивания партенокарпического гибрида [Текст] / С.Ф. Гавриш, В.Г. Король, А.Е. Портянкин, В.Н. Юваров–НИ НИИОЗГ, 2001. – 152 с.
12. Гиль Л.С. Современное овощеводство закрытого и открытого грунта [Текст] / А.М. Васильев, А.И. Пашковский, Л.Т. Сулима.– М.: Рута, 2007. – 468 с.
13. Голикова Т.В. Обучение учащихся приемам логического мышления на

- уроках биологии. [Текст] / Т.В. Голикова – 2-е изд. Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2013. – 68 с.
14. Голикова Т.В. Методика обучения биологии [Текст] / Т.В. Голикова, Е.А. Галкина, В.М. Пакулова. – Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2013. – 68 с.
  15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов–М.: Колос, 1979. – 416 с.
  16. Кефели В.И. Рост растений [Текст] / В.И. Кефели – М.: Колос, 1973. – 120 с.
  17. Коротцева И.Б. Огурцы. Сорты, посадка, уход. [Текст] / И.Б. Коротцева – М.: Кладезь-Букс, 2012. – 63 с.
  18. Куперман Ф.М. Биология развития культурных растений [Текст] / Ф.М. Куперман – М.: Высшая школа, 1982. – 343 с.
  19. Лебедева А.Т. Огурцы. Советы профессионалов. [Текст] / А.Т. Лебедева – «Фитон +», 2008. – 160 с.
  20. Левина Р.Е. Морфология и экология плодов [Текст] / Р.Е. Левина –Л.: Наука, 1987 – 160 с.
  21. Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений [Текст] / Л.И. Лотова – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 528 с.
  22. Львова И.Н. Биологический контроль за развитием и ростом растений дыни. Биологический контроль в сельском хозяйстве [Текст] / И.Н. Львова, С.Г. Баханова – М.: Изд-во МГУ, 1962. – 39 с.
  23. Медведев С.С. Физиология растений [Текст] / С.С. Медведев – Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004. – 336 с.
  24. Пильщикова Н.В. Физиология растений с основами микробиологии [Текст] / Н.В. Пильщикова – М.: Мир, 2009. – 184 с.
  25. Полевой В.В. Физиология растений [Текст] / В.В. Полевой – М.: Высшая школа, 1970. – 464 с.
  26. Сабинин Д.С. Физиология развития растений [Текст] / Д.С. Сабинин – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 196 с.

27. Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений [Текст] / И. Г. Серебряков. – М.: 1952. – 391 с.
28. Сказкин Ф.Д. Влияние избыточного увлажнения почвы на ход формирования репродуктивных органов и урожая яровых хлебных злаков. – В кн.: Вопросы водного режима растений при недостаточном и избыточном увлажнении почвы [Текст] / Ф.Д. Сказкин, А.З. Александрова, Н.Н. Репина. – Л.: 1968. 232 с.
29. Тараканов Г.И. Овощеводство защищенного грунта [Текст] / Г.И. Тараканов, Н.В. Борисов, В.В. Климов. – М.: Колос, 1982. – 303 с.
30. Третьяков Н.Н. Практикум по физиологии растений [Текст] / Н.Н. Третьяков, Л.А. Паничкин, М.Н. Кондратьев, – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: КолосС, 2003. – 288 с.
31. Филипцова Г.Г. Основы биохимии растений [Текст] / Г.Г. Филипцова, И.И. Смолич – Мн: БГУ, 2004. – 136 с.
32. Якушкина Н.И. Физиология растений [Текст] / Н.И. Якушкина – М.: Просвещение, 1993. – 335 с.
33. Якушкина Н.И. Сопровождение по программе Регуляторы роста растений: Тез. Докл. [Текст] / Н.И. Якушкина, А.М Сивцова, А.А. Тарасенко. – М., 2011. – 24 с.
34. <http://fizrast.ru/vodniy-obmen/obshaya-harakteristika/postuplenie-vody-v-kletku.html>

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1.

**Однофакторный дисперсионный анализ «Влияние различных норм полива на массу плода».**

Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	32,194	9	3,577111	0,597103	0,78459	2,392814
Внутри групп	119,8155	20	5,990777			
Итого	152,0095	29				

Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	244,6288	9	27,18098	1,219796	0,337167	2,392814
Внутри групп	445,6641	20	22,28321			
Итого	690,2929	29				

Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	60,31688	9	6,701876	0,525026	0,839344	2,392814
Внутри групп	255,2971	20	12,76485			
Итого	315,6139	29				

Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	120416,7	29	4152,299	303,5392	4,94E-55	1,656383
Внутри групп	820,7767	60	13,67961			
Итого	121237,5	89				

$F > F_{\text{критическая}}$  – означает, что фактор статистически значим.

### Однофакторный дисперсионный анализ «Влияние различных норм полива на длину плода».

Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	29,60176	9	3,289085	1,043643	0,441732	2,392814
Внутри групп	63,03087	20	3,151543			
Итого	92,63263	29				

Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	5,727603	9	0,6364	0,847475	0,583416	2,392814
Внутри групп	15,01873	20	0,750937			
Итого	20,74634	29				

Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	2,372963	9	0,263663	1,573854	0,190322	2,392814
Внутри групп	3,350533	20	0,167527			
Итого	5,723497	29				

Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Между группами	414,7701	29	14,30242	10,5423	1,79E-14	1,656383
Внутри групп	81,40013	60	1,356669			
Итого	496,1702	89				

$F > F_{\text{критическая}}$  – означает, что фактор статистически значим.