



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ И ФИЗИОЛОГИИ

**Изучение донорно-акцепторных отношений между
продуктивными побегами в кусте яровой пшеницы
сорта «Стрела»**

Выпускная квалификационная работа
по направлению 44.03.05 Педагогическое образование
Направленность программы бакалавриата
«Химия. Биология»

Проверка на объем заимствований:
90,54 % авторского текста

Работа Рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

«26» мая 2017 г.

И.о. зав. кафедрой Общей биологии и
физиологии
(название кафедры)

Байгужин П.А.

Выполнила:

Студентка группы ОФ-501/064-5-1
Унгаралиева Анаргуль Аманжоловна

Научный руководитель:

к.б.н., доцент

Третьякова Ирина Анатольевна

Челябинск
2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНЫХ ОТНОШЕНИЯХ В СИСТЕМЕ ЦЕЛОГО РАСТЕНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ.....	5
1.1 Общая характеристика доноров, поставляющих органические и минеральные вещества	5
1.1.1 Круговорот веществ в растительном организме	8
1.1.2 Изменение донорно-акцепторных отношений в онтогенезе яровой пшеницы	10
1.1.3 Донорно-акцепторные отношения у однодольных и двудольных растений.....	12
1.2 Донорно-акцепторные отношения у яровой пшеницы в вегетативный период развития.....	13
1.3 Донорно-акцепторные отношения у яровой пшеницы в генеративный период развития.....	18
ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНЫХ ОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ПРОДУКТИВНЫМИ ПОБЕГАМИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ...	20
2.1 Объект и методы исследования	20
2.2 Исследование взаимосвязи между главным и боковыми побегами методом удаления части побегов	22
ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ	26
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	32
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	35
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	40

ВВЕДЕНИЕ

Крупные успехи последних лет в области физиологии растений определили глубокий интерес исследователей к познанию закономерностей жизнедеятельности растений, раскрытию биохимических, молекулярных и генетических основ взаимосвязи сложных функций и механизмов их регуляции в системе целого организма.

Одним из важных вопросов является изучение взаимодействия различных элементов внутри одной целостной растительной системы, это изучалось на многих моделях: на травянистых, на кустарниковых, на древесных формах – разных уровней ветвления. Наибольший интерес представляет особенность строения куста хлебных злаков, с одной стороны это особый тип ветвления (кущение), с другой важная сельскохозяйственная культура, поэтому изучение этих механизмов позволит регулировать урожайность данной культуры.

На основании выше сказанного была определена тема выпускной квалификационной работы, целью которой явилось, изучение донорно-акцепторных отношений между побегами в растений яровой пшеницы в генеративный период развития.

Задачи:

1. Изучить взаимосвязь между главным и боковыми побегами в модели куста яровой пшеницы ГП+ 2БП;
2. Выявить влияние побегов в кусте яровой пшеницы на биологический урожай;
3. Выявить влияние удаления главного и боковых побегов на массу 1000 зерен.

Объект исследования: яровая пшеница сорта «Стрела».

Предмет исследования: связь между главным и боковыми побегами в кусте пшеницы.

Рабочая гипотеза: В генеративный период развития побеги яровой пшеницы приобретают достаточную автономность и взаимосвязь между ними является слабо выраженной.

ГЛАВА 1. ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНЫХ ОТНОШЕНИЯХ В СИСТЕМЕ ЦЕЛОГО РАСТЕНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

1.1. Общая характеристика доноров, поставляющих органические и минеральные вещества растению

Комплекс донорно-акцепторных взаимодействий составляет основу эндогенной регуляции фотосинтеза в системе целого растительного организма. Донорно-акцепторная система включает донор (source) и акцептор (sink), соединенные канализированными системами транспорта веществ и передачи информационных сигналов.

Согласно А.Т. Мокроносову [22], элементарная донорно-акцепторная единица объединяет следующие основные структурно-функциональные и регуляторные единицы. Донор ассимилятов – первичным донором является, как правило, зеленый лист. Акцептор – функции акцептора выполняют структурные зоны растения (аттрагирующие центры), способные ориентировать на себя поток ассимилятов.

Выделяют три основных типа аттрагирующих систем: а) ростовые зоны, связанные с активными ростовыми процессами (меристемы, зоны морфогенеза); б) запасающие центры, связанные с синтезом запасных соединений и отложением веществ в запас (семена, клубни, плоды и др.); в) метаболитные центры с интенсивным метаболизмом, сопряженным с поглощением веществ (корни) или вторичным метаболизмом. Аттрагирующий фактор неизвестной природы – определяет способность ориентировать на себя поток ассимилятов против концентрационного градиента. Транспорт ассимилятов из листа включает ближний транспорт, загрузки флоэмы, дальний (флоэмный) транспорт и разгрузку флоэмы. Главная транспортная форма – сахароза.

Система сигналов гормональной, электрофизиологической,

метаболической или осмотической природы, поступающих от акцептора к донору. Сигналы несут информацию о «запросе» аттрагирующего центра на ассимилянты и составляют основу обратной связи в эндогенной регуляции фотосинтеза.

Исполнительные механизмы эндогенной регуляции фотосинтеза. «Запрос», поступивший от акцептора, служит сигналом к изменению интенсивности фотосинтеза. Это достигается быстрой регуляцией активности ЭТЦ и ферментов углеродных циклов, – обеспечивающей поддержание фотосинтеза на необходимом уровне. Фонды ассимилятов выполняют резервную функцию поддерживают буферность и надежность донорно-акцепторной системы. Доноры и акцепторы ассимилятов образуют хорошо согласованную систему. Ведущая роль в ней принадлежит процессам эпигенеза, определяющим активность аттрагирующих центров [37].

Известно, что растения занимают две среды обитания – наземно-воздушную и подземную. Имеют два вида питания – минеральный и углеродный. Основными поставщиками веществ и минерального питания являются доноры – это листья, стебель, структурные элементы и листовые влагалища. В период прорастания зерновки акцепторами являются образующиеся органы проростка. У растения существует три типа растущей части: точка роста, место отложения веществ и место активно протекающих обменов веществ. Активность растущей части у растения определяется её потребностью в ассимилятах, что влияет на интенсивность фотосинтеза, направление транспорта и скорости ассимилятов. Аттрагирующий фактор в литературе часто выражается термином «арре» – призыв или «mand» – запрос. Существует две гипотезы, на тему природы «запроса» ассимилятов. Первая гипотеза говорит о том, что носителем является метаболит, направленный из точки роста к донору. Вторая гипотеза гласит о том, что от точки роста поступает биоэлектрический сигнал [11]. Такой сигнал поступив в лист вызывает транспорт ассимилянтов и увеличение

скорости фотосинтеза. Сила «запроса» решается скоростью и полнотой применения акцепторов, попадающих стабильных органических соединений. Основная часть стабильного углерода переходит в растении в виде безазотистых соединений, принимающего участие в обменах веществ в тканях. В текущее время установлено, что компонентом транспортирующем по флоэме является сахароза, в меньшей степени спирты и растворимые углероды. Большая часть стабильных органических соединений транспортируется из листа в другие органы. Основные транспортируемые по флоэме вещества: олигосахариды, сахароза, аминокислоты, амиды. Основным поставщиком углеводов растению, является побег и его части. Донором минеральных веществ – корневая система. Функция корневой системы заключается в поглощении минеральных веществ и в синтезе азотистых соединений. В ксилеме содержится катионы калия, кальция, натрия, а также анионы фосфаты, нитраты, сульфаты. В зависимости от вида растения, содержание азотистых соединений разное. У одних азот находится в форме нитратов, у других – в органике. У растений разных видов, содержание амидов в высоких количествах в ксилеме. Можно предположить, что в корнях есть специальный запасующий отдел в котором происходит отток азотосодержащих веществ в надземную часть растения. Метаболические процессы в растении затрагивают поглощение нитратов, при помощи ионного обмена. Восстановление азотистых соединений идет в листьях, а затем происходит поступление по восходящим токам из корня. Также по флоэме происходит перемещение малата и фиксация углекислого газа и воды. Затем малат отщепляется с образованием углекислой кислоты. Источником углекислой кислоты в корнях могут быть процессы дыхания. Гидроксил, помогает поглощению нитратов из внешней среды. Процессы синтеза азотистых соединений в корневой системе случается при поступлении сахаров во флоэму. Биологический синтез аминокислот в корневой системе случается за счет элементарной направленности транспортных процессов; сахарозы из центрального цилиндра, а нитратов – из питатель-

ной среды в кору. Интенсивному синтезу аминокислот в коре сопутствует высокий уровень нитратов и повышенная активность нитратредуктазы, а также глутаматдегидрогеназы и глутаматсинтетазы. Кору рассматривают, как зону обмена веществ корня, в которой происходит аккумуляция азотистых соединений. Функционирование органов, которые поглощают и синтезируют минеральные вещества, связано с обменом метаболитов. Таким образом, важным является связь между органами, по средству круговорота этих веществ в растений.

1.1.1 Круговорот веществ в растительном организме

Д.А. Сабинин предложил две группы передвижения минеральных веществ [30]:

- 1) повторное использование ионов кальция, железа, марганца, цинка, они являются малоактивными. При биохимических процессах все они направлены на превращение активных форм в инертные формы. Поэтому их меньше всего используют в повторном использовании в круговороте минеральных веществ;
- 2) соединения фосфора, серы, калия и азота. Активно участвуют в круговороте веществ и могут повторно использоваться. В круговороте веществ главную роль выполняет корневая система. Она зависит от снабжения фотосинтезирующими стабильными органическими соединениями. Способность поглощать зависит от притока к корням органических соединений, это говорит о тесной связи фотосинтеза, транспорта и поглощения минеральных веществ. Органические соединения нужны корневой системе для питания растения минеральными веществами и поглощения их из внешней среды. Для этой цели всасывающим клеткам корней необходим продукт метаболизма, с помощью которого происходит первичное подтверждение всасывающих ионов и их переход из корней в побег по ксилеме. Это становится доказательством, что существует в растении круговорот продуктов метаболизма, который проходит через корни и тесно связан с кругово-

ротом минеральных веществ. Углеводы, поступая в корневую систему, проходят ступенчатое превращение, через пируват происходит включение в окислительные превращения цикла трикарбоновых кислот, в итоге получают продукты метаболизма – акцепторы аммонийного азота, так же является субстратом для дыхания. При переработки ионов аммония в корнях происходит образование комплекса из амидов и аминокислот, среди которых большую часть занимает глутаминовая кислота, аланин и глутамин.

Азотистые соединения и другие вещества естественно являются материалом для построения высокомолекулярных компонентов протоплазмы, что обладает огромным значением для развивающегося органа. На равных условиях при синтезе органических веществ в клетках происходит безостановочно их распад. Продукты этого распада синтеза могут использоваться клеткой вторично, либо проходить путь совершая круговые обороты по растению в целом, при этом достигая какого-либо органа. Это говорит о их повторном использовании, то есть реутилизации.

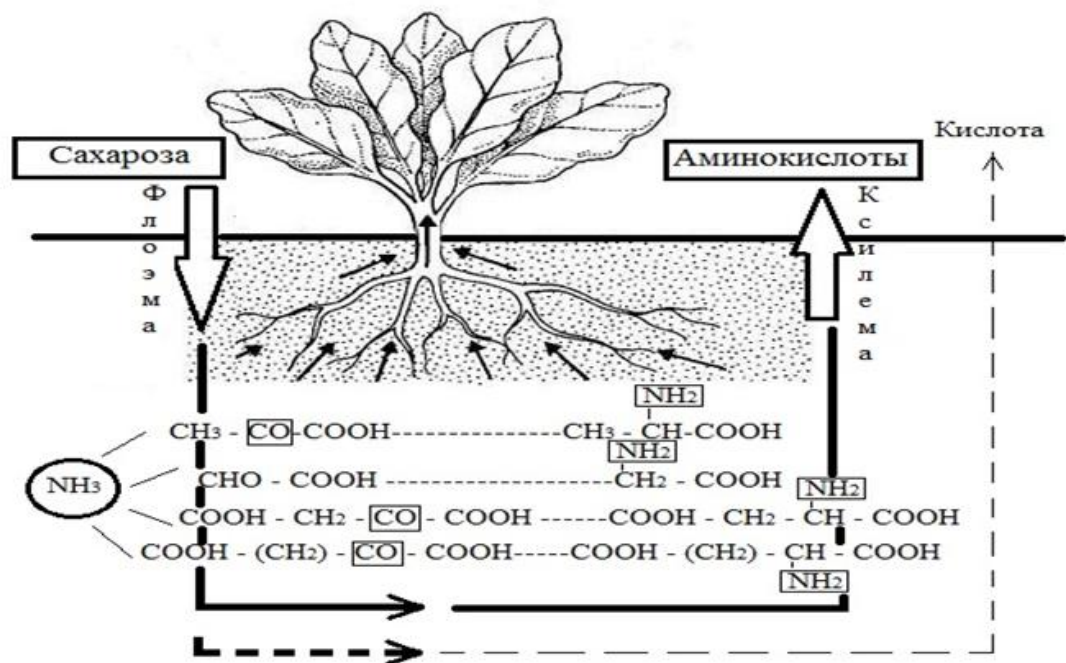


Рис. 1. Круговорот веществ в целом растении [34, с. 42]

1.1.2. Изменение донорно-акцепторных отношений в онтогенезе яровой пшеницы

Смена донорно-акцепторных отношений в вегетационный период у вегетативных и генеративных органов происходит различно. Они одинаковы на ранних этапах, являясь акцепторами, рост и развитие каждого органа происходит за счет поступления в них продуктов обмена из других органов или из тканей растения. В последующем акцепторная функция отдельных органов может незаметно гаснуть и изменяться на донорную. Перемены, случающиеся в побеге, в целом изучить сложно в связи со специализацией реализованных функций его близких частей. Потому изучим отдельно перемены донорно-акцепторных отношении у листа и стебля. Бесспорно, преимущественным донором фотоассимилятов является лист. На преждевременных этапах развития лист он является акцептором, отправляя стабильные органические вещества из листа, или из материнской запасующей ткани растения. Отправка стабильных органических веществ в лист снабжает на начальном этапе роста. Вывоз органических веществ происходит, по высказыванию А.Л.Курсанова, только при увеличении листа на $1/3$ или $1/2$. А.Т. Мокроносов говорит о вероятности оттока органических веществ из листа при результате в $16\text{--}31\%$ от наибольших значений поверхности листа. Максимальных значений при выходе органических веществ происходит у листов с поверхностью $70\text{--}100\%$ от допустимой [22]. Данная смена донорно-акцепторных отношений, вероятно, призвана тем, что молодые растущие клетки листьев полностью используют органические вещества на личные потребности и из-за чего продукты не обретают флоэмных окончаний. Иногда, может получиться, что молодые листья до некоторого возраста не рассматривают «запрос» на органические вещества от потребляющих.

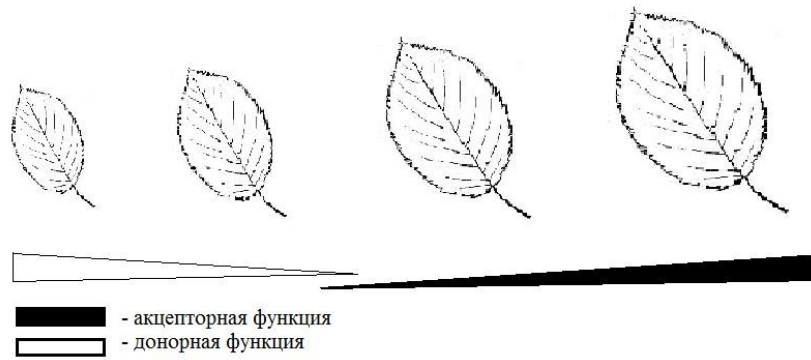


Рис. 2. Смена донорно-акцепторных состояний в онтогенезе листа [34, с. 54]

Ювенильные листья являются акцепторами особого рода, так как импортированные ими ассимиляты используются для построения дополнительного фотосинтетического аппарата и это обеспечивает возрастание фотосинтетической деятельности растения. По жизненной форме растения так же различают, изменения донорно-акцепторных связей стебля в онтогенезе у травянистой формы и древесно-кустарниковой.

У древесно-кустарников стебель состоит, из гетеротрофных клеток, которым необходимы минеральные вещества поступающие из листьев и корневой системы. Не мало важно, что в стебле находятся запасающая и меристематическая ткань, они обладают сильным аттрагирующими центрами. В то же время, определенную часть онтогенеза стебель у древесных форм – акцептор, но весной, при сокодвижении, импортирует минеральные вещества из запасающей ткани. У травянистых форм стебель, состоит из фотосинтезирующих клеток, и является донором ассимилятов, в том числе и при потери части листьев.

Корневая система на протяжении онтогенеза представляет собой сильный акцептор фотосинтетических ассимилятов и донор азотистых веществ. У однолетних растений акцепторная сила корневой системы прева-

лирует, чем у многолетних, это связано с тем, что у многолетних растений не только меристематическая ткань, но и запасаящая. Классическим акцептором пластических веществ, представляю собой генеративные органы. У генеративных органов есть фотосинтезирующие клетки, образованные продукты метаболизма, идут на рост и развитие собственного семени.

1.1.3. Донорно-акцепторные отношения у однодольных и двудольных растений

Различие донорно-акцепторных связей у однодольных и двудольных растений наблюдается уже на фазе прорастания семени. Семя двудольных растений представляет собой две семядоли, которая содержит запасные питательные вещества, и также выполняет фотосинтетическую функцию. В этом случае аттрагирующая функция будет направлена в сторону мощной корневой системы.

А.М. Киристаева занималась проблемой восходящих и нисходящих потоков минеральных веществ у хлопчатника [19]. Итогом работы явилось, что на процессы онтогенеза, необходим приток углеродных веществ к корневой системе, в которых начинается биологический синтез азотистых веществ, за счет азота из внешней среды, амиды и аминокислоты поступают в побег. В семядолях процесс оттока запасных веществ происходит не сразу, а проходит сложный круговорот в целом растений. Однодольным растениям характерен тип прорастания – подземный. Аттрагирующая сила побега сильнее, чем у корневой системы, поэтому миграция аминокислот, амидов и углеводов происходит, в большей степени по ксилеме.

В случае подземного прорастания главным аттрагирующим органом является – мезокотиль. Когда надземная часть проростка развивается, с этим и возрастает необходимость в продуктах метаболизма, так как главный аттрагирующий орган мезокотиль, это приводит к лучшему формированию фотосинтетического аппарата и питанию листьев. У однодольных и двудольных разворачивание настоящих листьев и ветвление побега проис-

ходит в одинаковое время. Листья переходят из акцепторов в доноры, снабжая при этом продуктами метаболизма другие органы. На начальном этапе боковые побеги представляю собой акцептор, который обеспечивает приток материнскому организму питательных веществ. После того, как у побега наблюдается собственное ветвление листьев, приток фотосинтетических ассимилятов ему уже не нужен, являясь при этом его источником. У двудольных растений наоборот, побег остается на протяжении всего онтогенеза связанным с материнским растением, при этом оставаясь без своей корневой системы. Образование придаточных корней происходит на 8–12 день, и через определенный промежуток времени они становятся практически автономны. В связи с этим, становится понятно, что донорно-акцепторная связь у однодольных намного сложнее, чем у двудольных. Так как побег у однодольных представляет собой отдельный самостоятельный орган, но сохраняет связь и с материнским органом.

1.2. Донорно-акцепторные отношения в вегетативный период развития яровой пшеницы

Донорно-акцепторные связь вырабатывается на ранних этапах развития, и изменяется в течение онтогенеза как между частями побега, так и в целом растении. У яровой пшеницы шесть фаз развития: латентный (семена в покое), вегетативный (всходы, кущение, выход в трубу (когда в листовых влагалищах начинают образовываться зачатки колосьев или метелок)), генеративный (колошение, цветение, созревание).

Становление донорно-акцепторных отношений в фазу прорастания семян.

В латентный период метаболизм у семени приостановлен. В вегетационный период происходит набухание зерновки, проклевание и формируется первичная корневая система, образовавшийся надземный побег покрыт колеоптилем. На данном этапе гетеротрофный тип питания, так как еще сохраняются питательные вещества в семядолях, которые представле-

ны в виде, как низкомолекулярных так и макромолекулярных соединений, представляя два фонда запасяющих веществ.

Первый фонд представлен липидами и полимерными соединениями. Второй фонд – низкомолекулярные вещества, например аминокислоты и сахара. В растениях разных видов запасные вещества распределяются в семени, неравномерно. В границах семени состав запасных веществ также различен. Например, у зерновки пшеницы содержание белка представлено, как в эндосперме так и в зародыше. В эндосперме находится крахмал, а в зародыше витамины, жиры и минеральные вещества. На ранних этапах для роста и развития проростка пшеницы, запасных веществ находящихся в зародыше в полнее достаточно. На стадии набухания, происходит поступление воды в семенную кожуру семени, таким образом влияя на процессы метаболизма.

Для процессов метаболизма необходимые вещества берутся из II фонда, которые представляют собой субстрат процесса дыхания, происходит выработка АТФ, необходимая для транспорта и метаболизма веществ. В работах В.А. Александровской и И.В. Мосолова, говорится об дефицитном количестве веществ II фонда [16]. Лаг-период у семени наблюдается на этапе расходования низкомолекулярных веществ в процессе дыхания. Вторичная активация обменных процессов совпало с начальным гидролизом полимера I фонда. Таким образом, при увеличении содержания свободных аминокислот в прорастающем семени, падает содержание белков в запасяющих органах, используемые для биологического синтеза белков, необходимых для органов проростка.

С.Ф. Измайлов, в своих исследованиях, утверждал, что в запасяющих тканях, регуляция распада белков, осуществляется осевыми органами зародыша, при их удалении замедляется гидролиз [16]. Таким образом, преобладающая роль отводится гормонам, которые осуществляют регуляцию процессов распада веществ I фонда.

Осевые органы зародыша пшеницы осуществляют регуляцию процессов распада низкомолекулярных и высокомолекулярных веществ, а также обеспечен необходимым запасом питательных веществ. Корневая система проростка регулируется как условиями внешней среды, так и зародышем и питательными веществами семени. Первичная корневая система создает необходимые питательные вещества для зародыша, а зерновка снабжает пластическими веществами, так как случается перестройка связи между донорами и акцепторами.

Затем наблюдается рост почки, которая заканчивается конусом нарастания. Вегетационный период начинается стадией всходов, когда происходит раскрытие первого листа, по средствам стимулирующей деятельности эпикотилия, который вызывает деятельность вставочной меристемы междоузлия и выносит верхушечную почку на поверхность. Благодаря запасным веществам находящимся в семени и размером зерновки, происходит развитие первого листа. Так же благодаря внешним факторам, в частности свету, происходит синтез пигментов, хлорофилла и ферментов в листе. Побег может перейти с гетеротрофного типа питания к смешанному, из за создания фотосинтетических ассимилятов, но также может уйти в корень или на рост второго листа.

Б.Е. Кравцова, считает, что после того как появился второй лист, растение может перейти от смешанного типа питания к автотрофному. Следовательно, в фазу входов случается смена донорно-акцепторных связей, так как обусловлена сменой типов питания, сначала гетеротрофный, затем смешанный и автотрофный [23].

Развитие донорно-акцепторных отношений от пазы всходов до фазы колошения.

Для развития зародыша поставщиком пластического вещества является семя. После уже формируются две донорные системы, первая представлена обеспечением проростка питательными веществами, а другая фотосинтетическими ассимилятами.

После появления 3 листьев, начинается другая фаза – кущение. Кущение – это форма ветвления побега, при котором боковые побеги формируются только в нижней части материнского побега и быстро укореняются. У злаков тип ветвления – подземный. В пазухе листа формируется почка при хороших внешних условиях, после чего из этих почек появляются побеги. Благодаря трем листьям и хорошо развитой корневой системе, происходит обеспечение закладки пазушной почки. Фаза выхода в трубу происходит одновременно с появлением побегов над поверхностью почвы. Формируется узел кущения, из развивающихся материнских и побегов второго порядка, может образовываться и второй узел. В следствие развития побега второго порядка из пазушной почки, но это происходит редко. Развитие четвертого листа происходит одновременно с появлением на поверхности земли побега кущения.

Побег кущения может образовывать до 4–7 метамеров, при благоприятных условиях. Численность метамеров у побегов первого и третьего порядка уменьшается на один, а у четвертого – на два, происходит из-за выпадение базального узла.

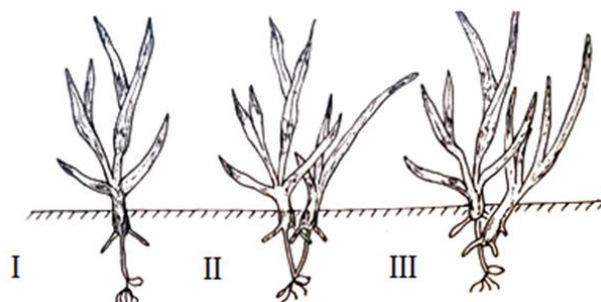


Рис. 3. Наиболее распространенные типы кущения пшеницы: I – растение с одним узлом кущения; II – растение с узлами кущения на главном и колеоптильном побеге; III – растения с двумя узлами кущения на главном побеге; второй узел образовался в результате разрастания одного из подземных [34, с. 72].

В следствие этого, побеги проходят этап органогенеза быстрее, что обуславливает начало формирования колоса.

Происходит морфологическое повторение развития боковых побегов, также как и развитие материнских, также идет смена типов питания. На фазе кущения, снабжение боковых побегов идет за счет главного побега. Связь между побегами реализуется за счет узла кущения, это сложный орган, который осуществляет распределение оттоков метаболитов к побегам.

Образовавшаяся листовая поверхность, направляет поток ассимилятов из главного во второй боковой побег. В работах И.В. Красовской и В.А. Кумакова, представлены сроки роста боковой почки и сформированности самостоятельно функционирующих органов [17]. В течение этого срока главный побег становится донором органических веществ для боковых. Главный побег снабжает органическими веществами боковые побеги, очень долго, так как у боковых побегов узел корня развивается после образования листовой пластины.

С.П. Смелов утверждал, что происходит отставание развития подземных боковых побегов от надземных [22]. Доказательством является морфогенетические закономерности отдельного метамера. После того, как боковой побег обзавелся собственной корневой системой и листьями, он автономен, может осуществлять обмен продуктами метаболизма с главным. Но и есть другая сторона, некоторые ученые считают, что после перехода бокового побега к автономности, взаимодействие между побегами прерываются. В фазу выхода в трубку, заканчивается закладка листьев, происходит рост в длину, формируется генеративный орган – колос. Много точек зрения существует по поводу влияния на боковые почки, главного побега, известны две: первая считает, что на рост влияет гормон ауксин, другая считает, что это обусловлено торможением развития из-за потребления пластических веществ верхушкой. Рост стебля обусловлен вставочной меристемой, эту фазу называют – стеблевание. Таким образом, каждый орган в начале развития является акцептором, а потом переходит в роль донора метаболитов или в самостоятельный орган.

1.3. Донорно-акцепторные отношения у яровой пшеницы в генеративный период развития

Начало генеративного периода, обусловлено фазами колошения и цветения, на этом этапе завершается процесс формирования колоса, и образование зиготы, рост зерновки, затем фаза полной спелости.

В фазу цветения происходит перестройка биохимических процессов, отток метаболитов уже осуществляется к репродуктивным органам.

Для налива зерновки, принимают участие листовые влагалища, листья разных ярусов, стебель, структурные элементы колоса, которые снабжают её углеводами. Главным поставщиком метаболитов являются – верхние листья. Органические вещества, которые образуются в колосе, никуда не отходят, а используются на месте. Л.К. Мамонова, Ф.А. Полимбетова считают, что налив зерновки идет за счет колоса [20]. В результате налива зерновки, отток метаболитов происходит к колосу, в следствие чего метаболиты не поступают в корневую систему, из-за этого в генеративный период возникает конкуренция органов за метаболиты, между корневой системой и колосом. Зерновка снабжается как ресурсами вегетативных частей растения, так и пластическими веществами. При неблагоприятных условиях запасные вещества откладываются в стебле. Следовательно, стебель выполняет депонирующую функцию.

В период кущения развитие боковых побегов идет быстрее, чем главного, однако они все равно отстают в развитии, из-за того что главный побег понижает рост вегетативной части. У пшеницы выделяют вегетативные и генеративные побеги. Органические вещества, которые накопились в вегетативных переходят в продуктивные побеги, через узел кущения. Прекращается обмен продуктами метаболизма, из за того, что каждый имеет сформированную собственную зерновку – мощный акцептор, отток метаболитов может происходить, но скорее пойдет к главному побегу.

В практике сельского хозяйства при выведении высокопродуктивных сортов необходимо учитывать не только вклад продуктивных побегов ку-

щения в количественную характеристику хозяйственного урожая, но и выявить их роль в процессе его формирования, а также создать модель, у которой донорные возможности фотосинтетической системы будут соответствовать аттрагирующей емкости запасующих органов. Таким образом, большая часть рассмотренных работ по изучению донорно-акцепторных отношений у яровой пшеницы связана с поиском взаимосвязей между вегетативными и генеративными органами в пределах главного побега. В значительной степени меньше ясности в вопросах изучения донорно-акцепторных отношений между генеративными (продуктивными) побегами в пределах целого растения яровой пшеницы особенно важным это представляется для целей диагностики хозяйственно полезного урожая злаковых культур. До сих пор мы рассматривали формирование донорно-акцепторных отношений у отдельного побега между его частями. С биологической точки зрения представляется важным рассмотреть взаимосвязь между побегами в кусте хлебных злаков в онтогенезе растения.

ГЛАВА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНЫХ ОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ПРОДУКТИВНЫМИ ПОБЕГАМИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

2.1 Объект и методы исследования

От посева до созревания семян, растение проходит последовательные периоды, или фазы развития. У злаков шесть фаз: всходы, кущение, выход в трубу (когда в листовых влагалищах начинают образовываться зачатки колосьев или метелок), колошение (выметывание), цветение, созревание. При неблагоприятных условиях не все фазы проявляются.

Период созревания зерновых включает три фазы спелости зерна: молочную, восковую и полную. Во время молочной фазы растения, за исключением нижних листьев, имеют зеленую окраску, зерно содержит молочного цвета жидкость. Во время восковой спелости растения, за исключением нескольких верхних листьев, имеют желтую окраску, зерно – восковидную консистенцию и свободно режется ногтем. При полной спелости все растения имеют желтый вид и твердое зерно.

Наш интерес вызывает, связь побегов в кусте пшеницы в генеративный период, когда побеги должны быть явно автономны. Для подтверждения данного факта, необходимо вывести систему из равновесия, это можно осуществить благодаря удалению одного или двух побегов.

Цель исследования: изучение донорно-акцепторных отношений между побегами в растений яровой пшеницы в генеративный период развития.

Задачи:

1. Изучить взаимосвязь между главным и боковыми побегами в модели куста яровой пшеницы ГП+2БП;
2. Выявить влияние удаления побегов в кусте пшеницы на биологический урожай;

3. Выявить влияние удаления главного и боковых побегов на массу 1000 зерен.

Объектом исследования выбрано растение пшеница сорта «Стрела», районированное для Челябинской области.



Рис. 4 Яровая пшеница сорта «Стрела»

Сорт выведен на Красноуфимской селекционной станции. Разновидность мильтурум. Колос красный, безостный, зерно красное. Сорт средне-спелый. Особую ценность представляет комплексный иммунитет сорта, то есть устойчивость его против наиболее вредоносных заболеваний: устойчив к полеганию, к поражению головней, среднеустойчив к бурой ржавчине. Сорт в степной зоне дает урожай до 6 ц/га. Высокие мукомольные, крупяные качества и хорошая урожайность.

Проводили эксперимент в степной зоне Брединского района, Челябинской области в 2016 году.

Для решения поставленных нами задач, был проведен полевой опыт.

Для реализации цели, проверки взаимоотношении в генеративный период была выбрана модель пшеницы содержащая 3 побега (главный и 2 боковых) для изучения их влияния друг на друга использовали хирургический метод:

- удаление главного побега;
- удаление боковых побегов.

Опыт проводился в четырехкратной биологической повторности. Растения высаживались при норме 4,5 млн всхожих семян на га. Полевой опыт занимал площадь в 6 га. В каждой из зон были выбраны растения, которые соответствовали выбранной модели, т.е. имели главный и 2 боковых побега, макетировались. Уборку производили в фазу полной спелости зерна, с каждого участка брала по 25 растений с 4 опытных площадок, каждый вариант собирался в отдельный сноп и в течение 1 семестра, проводился анализ массы урожая.

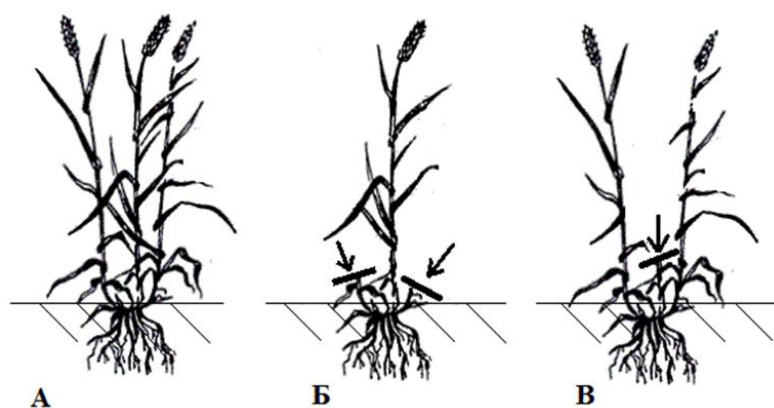


Рис. 5 Схема полевого опыта

- А – контроль;
- Б – удаление (на) боковых побегах;
- В – удаление (на) главном побеге;
- ↘ – удаление побега.

В эксперименте определяли массу органов каждого растения.

Обработка результатов осуществлялась нахождением средней величины с использованием программы «Microsoft Office Excel».

2.2 Исследование взаимосвязи между главным и боковыми побегами методом удаления части побегов

Одним из важных периодов развития растения пшеницы является – генеративный период. Когда происходит налив зерновок у колоса, и проявляется основная кормовая ценность, данной культуры.

Это зависит как от внешних, так и внутренних факторов. Связь между побегами в кусте растения пшеницы имеет теоретическое и практическое значение. В связи с этим, нами была осуществлена попытка изучения связи между главным и боковым побегом, методом удаления части побега в фазу цветения.

Проведенный опыт привел к следующим данным.

В результате удаления боковых побегов можно констатировать, что общая масса главного побега составило 131% по отношению к контролю, в то время как удаление главного побега составило 1БП на 66%, 2БП на 74% массы боковых побегов по отношению к контролю (рис.6).

Данные результаты показывают, что взаимосвязь между ГП и БП остается пусть менее значительно, чем на ранних этапах, при чем ГП доминирует. Можно предположить, что ГП часть ассимилятов отдает, это может происходить через корневую систему, отток идет от главного, а в узле кушения переформируется между двумя боковыми побегами.

Общий вклад внесли как побеги, так и сама соломина, и масса листа. Не менее важным является и изменение массы генеративных органов, что показано на рис. 7.

При удалении боковых побегов сухая масса колоса в главном побеге увеличилась на 0,36 г по сравнению с опытным вариантом, а во втором опыте уменьшилась незначительно сухая масса колоса в 1БП на 0,04 г, 2БП на 0,02 г, что находится в пределах ошибки. Можно сделать вывод, что когда убраны боковые побеги масса за счет зерна резко увеличивается.

Участие структурных элементов в формировании зерновки колоса невелико, в связи с ограничением деятельности во времени.

Влияние удаления главного или боковых побегов на массу зерна

Вариант опыта	побег		побег		побег	
	главный		первый боковой		второй боковой	
	г.	%	г.	%	г.	%
Контроль	35,900	100	27,523	100	26,382	100
Удаление главного побега	–	–	25,100	91,19	21,674	82,15
Удаление боковых побегов	46,428	129,32	–	–	–	–

Качественным показателем урожая пшеницы является масса 1000 зерен. Масса 1000 зерен – сравнительно устойчивый элемент структуры урожая яровой пшеницы. Масса зерен на главном побеге всегда является большей, чем на боковых побегах, это связано с возрастными особенностями побегов.

Урожайность зерна в среднем по анализируемому сорту, при удалении главного побега в фазу начала цветения привело к уменьшению массы 1000 зерен у первого бокового побега 9%, второго бокового побега на 21% по сравнению с контролем. Удаление боковых побегов привело к росту массы зерен на 29 %. В данном случае явно наблюдается донорная сила колоса, поэтому налив зерна наблюдается у варианта с удалением боковых побегов, где вся сила отдается главным побегом – колосу.

В монографиях Вадима Андреевича Кумакова, подробно описано взаимодействие между побегами в вегетативный период развития [17], что позволяет сказать о сильном взаимодействии на ранних этапах, пока боковые побеги не имеют корневой системы, не смотря на то, что в данном случае они относительно автономны, такая взаимосвязь, осталась в меньшей степени, но она проявляется.

Таким образом, проведенный опыт выявил, что для изучения донорно-акцепторных отношений, необходимо брать модель растения главный побег и два боковых, так как он удобен в анализе процессов.

Сильнейшим донором в кусте яровой пшеницы является колос, а акцепторами листья и корень. Побеги у злаковых культур выполняют две функции:

- сохраняют связь с материнским растением;
- на определенном этапе онтогенеза они становятся, автономны.

В период вегетации злаковые культуры проходят фазы развития, которые у пшеницы весьма интересны и сложны.

ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ

Основная идея обновления основного общего образования в Российской Федерации заключается в его профилизации. При этом в 8–9 классах образование должно стать более дифференцированным и индивидуализированным. В рамках создания специальной и систематической подготовки обучающихся, помимо использования особых форм и методов урочной работы, практикуются различные внеурочные работы. Внеурочная работа – это внеклассная работа, являющаяся частью учебно-воспитательного процесса в учреждениях, организующая свободное время обучающихся. 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 [9].

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) [11].

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 обучающихся, содействуют развитию практических умений, предусмотренных программой;
- способствуют применению теоретических знаний на практике [3].

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 составление 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 обучающиеся должны иметь навыки гербаризации, коллекционирования, фиксации результатов наблюдений, т.е. должны быть готовы к их выполнению. Сбор должен производиться по заданиям: листья светолюбивых или теневыносливых

пород; листья с растений одного вида, выросших на свету и в тени т.п. Обучающимся 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 [10].

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 [9].

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 [3].

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

Фенологические наблюдения – это наблюдения за сезонными проявлениями природы, за стадиями развития растений и животных. Проводятся также метеорологические наблюдения (показания барометра, термометра, флюгера; осадки, облачность).

Значение фенонаблюдений:

1. развитие наблюдательности, познавательного интереса;
2. развитие исследовательских умений. Среди основных требований, предъявляемых к фенонаблюдениям, следует отметить: регулярную и систематическую регистрацию всех явлений, имеющих сезонный характер; выбор только хорошо известных обучающимся и типичных для данной местности объектов фенонаблюдений: знакомство обучающихся не только с объектами, но и с фенофазами их развития; тщательную, точную запись и фиксацию результатов наблюдений.

К способам обработки фенологических данных относят:

- составление и заполнение календаря природы; составление фенологического древа: «стволом» будут являться даты наблюдений, а «кроной» – происходящие в природе события («ветка» – это стадия развития какого-либо объекта или этап жизнедеятельности: прилет грачей, набухание почек тополя и т.д.);
- ведение дневника фенологических наблюдений [9].

Опытническая работа обучающихся

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 знания обучающихся 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 [3].

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 обучающихся: разделение на звенья и выбор звеньевого; контроль над ходом работы со стороны учителя; сформировать у обучающихся 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 обучающимся 8–9 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 обучающимися при изучении биологии ранее [11].

Организация данного вида деятельности реализуется в следующей логической последовательности: в начале - вводная теоретическая установка учителя, затем – исследовательская работа обучающихся и в заключение – предоставление результатов исследовательской деятельности. Исследовательская деятельность обучающихся среднего звена в курсе изучения биологии направлена на развитие у обучающихся навыков самостоятельной работы, постановки эксперимента, наблюдений, обработки результатов, умения делать выводы, т.е. позволяет обучающимся овладеть алгоритмом исследовательской работы. Использование проблемного подхода в обучении позволяет не передавать знания

обучающемуся 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 донорно-акцепторных отношений в кусте яровой пшеницы [11].

Примерная тема исследовательской работы: «Влияние удаления главного или боковых побегов на рост и развитие растения пшеница».

План работы:

1. изучить литературные источники по данной теме;
2. изучить биологические особенности изучаемого объекта;
3. ознакомиться с технологиями выращивания растения пшеница, методами возделывания исследуемых растений, а также сбора данных наблюдении;
4. анализировать полученные данные в связи с заявленной темой;
5. сделать выводы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Генеративный период развития является очень важным этапом в жизни растений. Именно в этот период растение реализует свои потенциал в создании хозяйственно-ценной части урожая. Его реализация зависит от многих факторов как внешних, так и внутренних, одним из которых являются донорно-акцепторные отношения. Детальное выяснение взаимосвязей между разновозрастными побегами у хлебных злаков имеет как теоретическое, так и практическое значение.

Информация, предоставленная в литературных источниках, освещает в основном аспекты промышленного сельского хозяйства. На этом основании была выбрана тема работы и сформулирована гипотеза, отражающая актуальность данного вопроса. Объектом для исследования было выбрано растение пшеницы сорта «Стрела», так как данный сорт является часто используемым в сельском хозяйстве и адаптированным к условиям Уральского региона. После анализа научной литературы был описан механизм донорно-акцепторных связей, разработана схема опыта и проведен непосредственно сам эксперимент.

Полученные данные позволили сделать выводы о влиянии удаления главного или боковых побегов:

1. В генеративный период развития сохраняются донорно-акцепторные связи между побегами в кусте яровой пшеницы.
2. Боковые продуктивные побеги снижают сухую массу практически во всех органах главного побега.
3. Удаление боковых побегов привело к увеличению массы 1000 зерен на 20%.

Важным составляющим квалификационной работы является методический аспект. В данном разделе особое внимание уделяется внеурочной деятельности обучающихся, что является неотъемлемой ча-

стью 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.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бабенко, В.И. Особенности взаимосвязи вегетативных и генеративных органов у озимой пшеницы [Текст] / В.И. Бабенко // Вестник с.-х. науки – 1985. – № 4. – С. 67–73.
2. Бельдия, Е.В. Донорно-акцепторные характеристики разных ярусов главного побега ячменя [Текст] / Е.В. Бельдия // Проблемы современной биологии: труды 19 научной конференции молодых ученых биологического факультета МГУ. / МГУ. – М.: 1988. – С. 190–194.
3. Воронцов, А.Б. Сборник проектных задач [Текст] / А.Б. Воронцов. – М.: Изд-во Просвещение, 2012. – 134 с.
4. Голубь, Г.Б. Основы проектной деятельности: Рабочая тетрадь для 8-9 класса [Текст] / Г.Б. Голубь. – Самара.: Изд-во «Учебная литература», 2009. – 67 с.
5. Гуляев, Б.И. Фотосинтез и потенциальная продуктивность сельскохозяйственных культур [Текст] / Б.И. Гуляев // Физиология и биохимия культурных растений. – 1979. – № 6. – С. 527–536.
6. Добрынин, Г.М. Некоторые вопросы биологии злаков [Текст] / Г.М. Добрынин. – М.: Изд-во Наука, 1994. – 252 с.
7. Добрынин, Г.М. Рост и формирование хлебных и кормовых злаков [Текст] / Г.М. Добрынин. – Л.: Изд-во Колос, 1998. – 273 с.
8. Епонешникова, Н.М. Обмен ассимилятами между побегами пшеницы [Текст] / Н.М. Епонешникова. – Саратов.: Изд-во Наука, 1982. – 14–15 с.
9. Заграничная, Н.А. Основы проектной и исследовательской деятельности [Текст] / Н.А. Заграничная. – М.: Изд-во ИНФРА-М, 2012. – 44 с.
10. Заграничная, Н.А. Дневник проектной и исследовательской деятельности [Текст] / Н.А. Заграничная. – М.: Изд-во ИНФРА-М, 2012. – 28 с.

11. Заграничная, Н.А. Проектная деятельность в школе: учимся работать индивидуально и в команде [Текст] / Н.А. Заграничная. – М.: Изд-во Интеллект-Центр, 2013. – 196 с.
12. Кандауров, В.И. Активность отдельных органов пшеницы в период формирования и налива зерна [Текст] / В.И. Кандауров // Сельскохозяйственная биология. – 1970. – № 1. – С. 12–15.
13. Климашевская, Н.Ф. Изменение донорно-акцепторных отношений растений пшеницы в связи с эволюцией его структуры [Текст] / Н.Ф. Климашевская // Вестник с-х. науки. – 1986. – № 5. – С. 50–58.
14. Козлечков, Г.А. Закон пропорциональной зависимости числа зерновок и их совокупной массы колоса побега пшеницы от величины его вегетативной массы [Текст] / Г.А. Козлечков // Известия Оренбург. гос. агр. ун-та. – 2015. – № 2. – С. 25–29.
15. Кондратьев, М.Н. Физиологические аспекты формирования белкового комплекса зерна злаковых культур [Текст] / М.Н. Кондратьев // Агрохимия. – 1981. – № 2. – С. 136–145.
16. Коновалов, Ю.Б. Формирование продуктивности колоса яровой пшеницы и ячменя [Текст] / Ю.Б. Коновалов. – М.: Изд-во Колос, 1999. – 176 с.
17. Кумаков, В.А. Некоторые физиологические особенности сортов яровой пшеницы саратовской селекции [Текст] / В.А. Кумаков. – Саратов.: Изд-во Колос, 1968. – 154–155 с.
18. Кумаков, В.А. Физиология яровой пшеницы [Текст] / В.А. Кумаков. – Саратов: Изд-во Колос, 1980. – 207 с.
19. Кумаков, В.А. Физиология формирования урожая яровой пшеницы и проблемы селекции Физиологические аспекты формирования белкового комплекса зерна злаковых культур [Текст] / В.А. Кумаков // Биология растений. – 1998. – № 5. – С. 3–19.

20. Миллер, М.С. Влияние кушения на формирование колоса яровой пшеницы [Текст] / М.С. Миллер // Записки Ленинградского СХИ . – 1988. – № 5. – С. 81–95.
21. Миллер, М.С. Влияние боковых побегов на формирование колоса у яровой пшеницы [Текст] / М.С. Миллер // Доклады АН СССР . – 1988. – № 6. – С. 1151–1154.
22. Мокроносов, А.Т. Фотосинтетическая функция в системе целого растения [Текст] / А.Т. Мокроносов. – М.: Изд-во Наука, 1972. – 355–362 с.
23. Ниловская, Н.Т. Зависимость ассимиляции нитратов растений пшеницы от уровня азотного питания и условий среды [Текст] / Н.Т. Ниловская // Российская с-х наука. – 2015. – № 1. – С. 10–12.
24. Ничипорович, А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений [Текст] / А.А. Ничипорович. – М.: Изд-во Наука, 1998. – 7–33 с.
25. Овчинников, Н.Н. Закономерности онтогенеза однолетних культурных злаков [Текст] / Н.Н. Овчинников. – М.: Изд-во Наука, 1998. – 184 с.
26. Похлебаев, С.М. Образно - знаковые модели к курсу «Физиология растений» [рисунок] / С.М. Похлебаев, И.А. Третьякова // Отв. ред. Л.М. Бочкова. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2006. – 147 с.
27. Роньжина, Е.С. Донорно-акцепторные отношения и участие цитокининов в регуляции транспорта и распределения органических веществ в растениях [Текст] / Е.С. Роньжина // Физиология растений: в 41 т. – М. 1994. Т. 41. – С. 448–459.
28. Серебрякова, Т.И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков [Текст] / Т.И. Серебрякова. – М.: Изд-во Наука, 2001. – 360 с.

29. Серегина, И.Ф. Продуктивность, фотосинтетическая деятельность и донорно - акцепторные отношения растений яровой пшеницы при применении силиката калия [Текст] /И.Ф. Серегина// Агрохимия. – 2014. – №4. – С. 60–69.
30. Соколова, С.В. Функциональные отношения клеток корней и тканей в проводящей системе растений [Текст] / С.В. Соколова // Физиология растений: в 25 т. – М. 1980. Т. 5. – С. 986–1004.
31. Ткачевский, И.А. Фотосинтез пшеницы [Текст] / И.А. Ткачевский. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 298–362 с.
32. Третьякова, И.А. Сборник лабораторно–практических заданий по физиологии растений [Текст] / И.А. Третьякова. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2006. – 142 с.
33. Третьякова, И.А. Донорно-акцепторные отношения в системе целого растения яровой пшеницы.: дис. ... канд. биол. наук / Третьякова Ирина Анатольевна; МСХА им. К.А. Тимирязева.– М., 2001. – 166 с.
34. Третьякова, И.А. Донорно-акцепторные отношения в системе целого растения яровой пшеницы: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Третьякова И.А.; МСХА им. К.А. Тимирязева. – М., 2001. – 34 с.
35. Третьякова, С.В. Сборник программ. Исследовательская и проектная деятельность. Социальная деятельность. Профессиональная ориентация. Здоровый и безопасный образ жизни. Основная школа [Текст] / С.В. Третьякова. – М.: Изд-во Просвещение, 2014. – 96 с.
36. Фризен, Ю.В. Интенсивность накопления пластических веществ и для реутилизации веществ яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири [Текст] / Ю.В. Фризен // Вестник Омск.гос. агр. ун-та. – 2013. – № 3. – С. 15–19.
37. Чемикосова, С.Б. Исследование роли транспорта ассимилятов в регуляции фотосинтеза и продуктивности пшеницы в генеративный период [Текст] / С.Б. Чемикосова. – Казань: Изд-во Колос, 2006. – 172 с.

38. Чиков, В.И. Влияние удаления части колоса или листьев на транспорт ассимилятов и фотосинтетическую продуктивность яровой пшеницы [Текст] / В.И. Чиков // Физиология растений: в 39 т. – М. 1984. Т. 31. – С. 475–481.
39. Шевелуха, В.С. Рост растений и его регуляция в онтогенеза [Текст] / В.С. Шевелуха. – М.: Изд-во Колос, 1999. – 594 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Однофакторный дисперсионный анализ

«Влияние удаления главного или боковых побегов на массу побега растения пшеницы»

Группы	Счет	Сум- ма	Сред- нее	Диспер- сия
ГП	100	28,74	0,2874	0,0039931 7
1БП	100	24,12	0,2412	0,0011783 4
2БП	100	19,23	0,1923	0,0009795 1

Дисперсионный анализ

Источник вариации	SS	df	MS	F	P- Значение	F критиче- ское
Между группами	0,4523 2	2	0,22616	110,30414 1	1,49676E- 36	3,02615336 9
Внутри групп	0,6089 5	297	0,00205			
Итого	1,0612 7	299				

Группы	Счет	Сум- ма	Сред- нее	Диспер- сия
1БП	100	25,12	0,2512	0,0011783 4
2БП	100	23,23	0,2323	0,0009795 1

Дисперсионный анализ

Источник вариации	SS	df	MS	F	P- Значение	F критиче- ское
Между группами	0,1195 6	1	0,11956	110,81454 6	7,27091E- 21	3,88885275 3
Внутри групп	0,2136 3	198	0,00108			
Итого	0,3331 9	199				

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Однофакторный дисперсионный анализ
«Влияние удаления главного или боковых побегов на массу
колоса растения пшеницы»

Группы	Счет	Сум- ма	Сред- нее	Диспер- сия
ГП	100	1,52	0,0152	0,0012361 7
1БП	100	1,44	0,0144	0,0013483 4
2БП	100	1,38	0,0138	0,0006695 1

Дисперсионный анализ

Источник вариации	SS	df	MS	F	P- Значение	F критиче- ское
Между группами	0,2322 0,0795	2	0,22616	310,30414 1	3,50E-36	7,02615336 9
Внутри групп	1	297	0,00205			
Итого	4,0612 7	299				

Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия
1БП	100	1,43	0,0143	0,00117834
2БП	100	1,36	0,0136	0,00097951

Дисперсионный анализ

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критиче- ское
Между группами	0,45232	2	0,22616	340,304141	3,50E-36	5,026153369
Внутри групп	0,60895	198	0,00205			

Итого	7,06127	199
-------	---------	-----

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

