

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Лицей №2» г. Чебоксары
Чувашская Республика

Всероссийский юниорский лесной конкурс «Подрост» (за
сохранение природы и бережное отношение к лесным богатствам)

номинация «Экология лесных растений»

Исследование возможности черенкования некоторых хвойных растений на гидропонике

Работу выполнила:
Шаронова Юлия Владимировна,
ученица 10 класса,
МБОУ «Лицей №2»
г. Чебоксары Чувашской Республики

руководитель:
Тихонова Лариса Александровна,
учитель биологии
МБОУ «Лицей №2»
г. Чебоксары Чувашской Республики

Научный консультант:
Балясная Лариса Ивановна,
научный сотрудник Чебоксарского
филиала Главного ботанического сада
им. Н.В. Цицына РАН

Чувашская Республика - 2019 г.

Оглавление.

Введение.....	3
Глава 1. Обзор литературы.....	4
1.1. Хвойные растения в ландшафтном дизайне.....	4
1.2. Особенности вегетативного размножения хвойников.....	4
1.3. Преимущества гидропоники.....	5
1.4. Методы возобновления хвойных лесов в Чувашии.....	6
Глава 2. Методы и материалы.....	6
Методы исследований.....	6
Этапы работы.....	6
Обсуждение результатов. Результаты исследования.....	9
Выводы и рекомендации.....	12
Список литературы.....	15

Введение.

Вечнозеленые хвойные растения, представляют ценность для озеленения, но в связи с трудностью получения их семенного потомства перспективным является вегетативное размножение с выделением адаптированных биотипов для получения посадочного материала.

Актуальность нашего проекта - это выбор оптимально экономичного и малоэнергозатратного способа- гидропоника. Этот способ выращивания растений без почвы на искусственных питательных средах, в которых все необходимые элементы питания даются в легкоусвояемой форме, нужных соотношениях и концентрациях. **Мы предположили**, что с помощью метода гидропоники можно не только клонировать хвойные растения, но и экономно расходовать средства и время по сравнению с проращиванием хвойников традиционным методом с использованием песчано-грунтовой смеси.

Целью данной работы стало исследование преимуществ вегетативного размножения некоторых хвойников методом гидропоники по сравнению с твердым субстратом.

Для этого были поставлены следующие **задачи**:

1. Провести экспериментальные исследования по проращиванию хвойников методом гидропоники с использованием разных субстратов.
2. Оценить степень эффективности этого метода по сравнению с традиционным методом черенкования в твердом грунте.
3. Изучение характера роста черенковых саженцев.
4. Составление соответствующих рекомендаций по выращиванию посадочного материала исследованных хвойных интродуцентов.

Новизна работы. Подобная работа на базе ботанического сада проводится впервые. Но исследования подобного типа уже проводились на юге Средней Сибири, с помощью гидропонии были выращены можжевельник сибирский и можжевельник казацкий, в результате чего, эти растения были использованы для пополнения коллекции дендрария Сибирского государственного технологического университета и Ботанического сада им. Вс. М.Крутовского. (<http://my.krskstate.ru/docs/nationalparks/botaniceskijy-sad-imeni-vs-m-krutovskogo/>). В результате не определены условия черенкования некоторых хвойных в зависимости от агротехники выращивания на гидропонике и стимуляторов роста. Заложены основы математических моделей каллусов - и корнеобразования черенков. Изучен характер роста выращенных черенковых саженцев. Эти сведения дают

возможность специалистам ботанического сада продолжить работу по интродукции хвойных экзотов в условиях Чувашии.

Практическая значимость работы. Проведенные исследования выявили хорошо черенкуемые виды хвойников с высоким процентом укоренения, которые можно рекомендовать для любителей и специалистов ландшафтного дизайна. Полученные саженцы были использованы для пополнения коллекции хвойников дендрария Чебоксарского филиала Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина.

Экологический риск - отсутствие быстрых способов укоренения хвойников может затормозить использование хвойных интродуцентов в ландшафтном дизайне, а так же восстановление хвойных лесов, что скажется на биоразнообразии экосистем. Необходимо помнить, что самовозобновление хвойников в естественных условиях затруднено.

Сроки работы над проектом: апрель 2016 года – январь 2018 года.

Материалы работы: стимулятор роста, пластиковые стаканчики, удобрения, перлит.

Глава 1. Обзор литературы.

1.1. Хвойные растения в ландшафтном дизайне.

По данным специалистов, «хвойные задерживают пыль в 30 раз больше, чем осина, и в 12 раз больше березы, а фитонцидов выделяют в 2 раза больше, чем лиственные породы». Ввиду того, что хвойные в течение года выглядят одинаково, они безупречно подходят для маскировки неприглядных мест в саду и для создания уединенных уголков для отдыха (Александрова, 2008).

По данным соцопроса и анализа продаж онлайн-журнала Всаду.ру (2015г) <https://vsadu.ru/> , в ландшафтном дизайне наибольшей популярностью среди хвойных растений пользуются хвойные растения: туя западная (*Thuja occidentalis*), можжевельник казацкий (*Juniperus sabina*), можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*), кипарисовик Лоусона (*Chamaecyparis lawsoniana*), ель Глаука (*Picea pungens Glauca*), тис ягодный (*Taxus baccata*), пихта Фразера (*Abies fraseri*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*).

1.2 . Особенности вегетативного размножения хвойников.

Самым распространенным способом вегетативного размножения растений является черенкование. При этом важное значение имеет правильная заготовка черенков и уход за ними (Гомель, 1989).

Черенкование проводят либо весной до начала роста, либо летом в период интенсивного роста. Тогда большая часть черенков укореняется в первый год. При более

позднем черенковании в первый год появляется лишь каллусная ткань, а уже на следующий год – корни (Осипов, 2004).

Образование корней у черенков зависит от возраста маточных растений, с которых берут черенки. Чем моложе растения, тем быстрее и лучше укореняется черенок.

Растения нужно черенковать днём или вечером. Черенки следует срезать с верхушечных боковых побегов секатором или отрывать с «пяточкой». Затем черенки необходимо поместить в ведро с холодной водой и обработать стимуляторами роста (Аксёнова, 2011).

Чтобы ускорить процесс образования корней, и получить более мощную корневую систему, черенки растений перед посадкой следует обрабатывать стимуляторами роста, как индолилмасляная кислота, индолилуксусная кислота, нафтилуксусная кислота (Сергейчик, 1998).

1.3. Преимущества гидропоники.

Гидропоника как метод беспочвенного выращивания имеет множество преимуществ. Из-за того, что растение всегда получает необходимые вещества для нормальной жизнедеятельности в нужных количествах, оно растёт быстрее, чем при почвенном методе. Все питательные вещества расходуются растением, поэтому ничего не уходит в грунт. Корни растений, выращиваемых на гидропонике, не страдают от пересыхания или недостатка кислорода при переувлажнении. Также нет необходимости поливать растений каждый день, так как легче контролируется расход воды. В гидропонную установку (рис.1) необходимо вносить ограниченное количество воды. Вода поступает непосредственно через основание растения, вследствие чего расход жидкости для выращивания растений сокращается.

Не возникает проблемы недостатка удобрений или их передозировки. Также исчезает проблема почвенных вредителей и болезней, поэтому использование ядохимикатов сводится к минимуму.

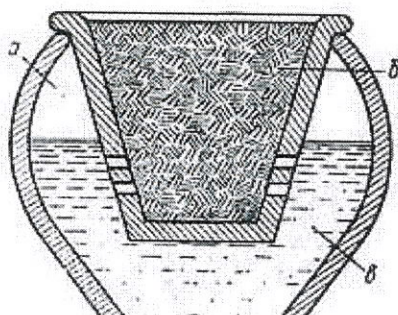


Рис. 1. Схема гидрогоршка для растений

Для выращивания растений методом гидропоники выбираются только лучшие маточные растения. Уменьшаются трудозатраты, так как рыхление и прополки как в почвенном методе исключены. (Тексье У., 2013).

1.4. Методы возобновления хвойных лесов в Чувашии.

Для восстановления хвойных лесов, пострадавших в лесных пожарах в Чувашии используются следующие методы. Во-первых, происходит вырубка погибших насаждений путём проведения санитарных рубок, затем проводятся лесовосстановительные мероприятия.. Для повышения биоразнообразия в восстанавливаемых лесах возможно использование саженцев обыкновенного можжевельника полученных методом гидропоники, высаживая их небольшими партиями в оптимальных для вида условиях. Прижившиеся саженцы в последующем станут точками для естественного расселения.

Глава 2. Методы и материалы.

Методы исследований.

1. Черенкование по Фирсову Г.А. и Орловой Л.В;
2. Приготовление питательного раствора для гидропоники по Уильяму Герикке;
3. Методика выращивания растений на гидропонике Бедриковской Н.П.

Объект исследования: коллекция хвойных растений в дендрарии Чебоксарского филиала Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина.

Предмет исследования: укоренение черенков некоторых хвойников методом гидропоники.

Этапы работы.

1. Выбрали маточные растения трех-четырёхлетнего возраста для черенкования 4 видов голосеменных:

- Туя западная (*Thuja occidentalis*) (рис. 2);
- Можжевельник сибирский (*Juniperus sibirica*) (рис.3);
- Можжевельник казацкий (*Juniperus sabina*)(рис.4);
- Можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*) (рис.5).

Эти хвойные растения обладают высокой морозостойкостью, выносливостью, неприхотливы к условиям почв, отличаются высокой скоростью образования придаточных корней [3].

2. Черенковали растения стандартным методом (Фирсов, Орлова, 2008). Срезали черенки с верхушки растений, длина одного черенка составляла 10-12 сантиметров. После срезки черенки поместили в ведро с холодной водой, обработали стимулятором роста

3. Root Juice BioBizz (Производитель Biobizz рекомендует дозировку 1—4 мл жидкого удобрения Root Juice на литр воды, содержит гуминовые кислоты и фульвокислоты).



Рис.2. Туя западная



Рис. 3. Можжевельник сибирский



Рис. 4. Можжевельник казацкий



Рис. 5. Можжевельник обыкновенный

4. Далее собрали гидропонную установку, предварительно закупив плотные пластиковые стаканы разной величины, из расчета по 2 шт. на каждый черенок, и перлит. Во внутреннем горшке, меньшем по размеру, проделали отверстия в дне и стенках, для активного взаимодействия корней с гидропонным раствором.

На дно внутреннего горшка мы выложили дренаж из перлита, дающий возможность корням дышать. В качестве верхнего слоя использовали заранее заготовленный мох-сфагнум, который хорошо удерживает влагу. Такой субстрат легко пропускает воздух и раствор, хорошо смачивается раствором, не вступает в химические реакции с растворенными веществами, не препятствует развитию корневой системы и удерживает растение в вертикальном положении.

5. Мы подготовили питательный раствор для черенков по рецепту Герикке. Для этого растворяли в воде химические соли, содержащие макроэлементы (азот, фосфор, калий, магний, кальций, серу) и микроэлементы (бор, медь, цинк). Концентрация питательного раствора составляла 1-5 г минеральной соли на 1 л воды. Воду для раствора брали дистиллированную, без примесей.

Каждую соль растворяли отдельно в небольшой посуде, затем сливали в один общий сосуд, предназначенный для питательного раствора.

6. В большой горшок гидропонной установки налили подготовленный питательный раствор, покрывающий примерно четверть высоты стакана и высадили

черенки в субстрат меньшего стакана под углом 60 градусов, с заглублением в 5 сантиметров. Каждый черенок в свой стакан.

7. Таким образом, по 10 черенков каждого вида было высажено в гидропонный субстрат и такое же количество в специальную песчаную смесь, рекомендованную для хвойных растений и закупленную в магазине «Мегастрой» в пластиковые стаканчики большего размера.

8. Далее проводили регулярные наблюдения за ростом и развитием корней, состоянием черенков, описывали результаты.

9. По окончании эксперимента по выращиванию черенков методом гидропоники и на твердом субстрате, составили финансовый отчет для оценки экономической эффективности каждого опыта.

10. Оставили укоренённые черенки в тепличных условиях Чебоксарского филиала Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина до следующего года, чтобы дать возможность корневой системе разрастись и окрепнуть. В течение этого времени черенки продолжали подкармливать и барботировать в гидропонных установках, а в грунте только подкармливать.

11. Весной 2017 года обследовали черенки в очередной раз перед пересадкой в твердый грунт. Результаты обследования показали, что черенки в гидропонной установке тронулись в рост, за интенсивностью которого вели наблюдение.

12. В августе мы освободили черенки от веточек и хвоинок на высоту 1-1,5 см от основания, обработали стимулятором роста RootJuice BioBizz и подержали черенки в течение суток в слабом растворе марганцевокислого калия. Затем пересадили в смесь из торфа и песка в равных частях. Накрыли пленкой и убрали от прямых солнечных лучей. Для поддержания оптимальной влажности воздуха постоянно опрыскивали саженцы, не допуская переувлажнения. Провели еще один этап наблюдений. **Место работы над проектом:** Черенкование маточных экземпляров было проведено на базе Чебоксарского филиала Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина РАН в апреле 2016 года в период массового набухания почек с учетом всех рекомендаций по Г.А.Фирсову и Л.В.Орловой (Хвойные в Санкт-Петербурге, 2008). Гидропонное черенкование было заложено в теплице с водяным отоплением на личном приусадебном участке нашей семьи. Для проведения работы по пересадки черенков в твердый грунт снова воспользовались базой ботанического сада летом 2017 года.

Обсуждение результатов. Результаты исследования.

1. Показатели времени появления каллуса и развития придаточных корешков у черенков на гидропонике приведено в таблице 1, а средние показатели отражены на диаграмме 1.

Таблица 1. Время появления каллуса и придаточных корешков (дни).

Признак	Виды растений			
	Туя западная	Можжевельник сибирский	Можжевельник казацкий	Можжевельник обыкновенный
Появление каллуса	12-23	27-35	15-22	26-37
1 прид. корешка	21-36	42-56	19-34	34-49
2 прид. корешок	34-49	53-65	32-48	47-61
5 придат. корешок	47-62	61-74	44-58	60-76
10 прид. корешок	60-75	72-88	58-73	74-91

Наименьшее время, необходимое для появления 10 придаточных корешков и каллуса, характерно для можжевельника казацкого, следующим, с отставанием в несколько дней идет туя западная. Позднее появляются корешки и каллус у можжевельника сибирского (с отрывов в 10-12 дней) и последний вид это можжевельник обыкновенный, ему необходимо около 3 месяцев.

2. Средние показатели изменения длины первого придаточного корешка у черенков на гидропонике приведены в таблице 2 и отражены на графике 1. Измерение проводили с помощью штангенциркуля через стенки 1 стакана, чтобы не повредить развивающиеся корни, поэтому величины указаны с погрешностями.

Таблица 2. Изменение длины первого придаточного корешка (мм).

Время появления	Виды растений			
	Туя западная	Можжевельник сибирский	Можжевельник казацкий	Можжевельник обыкновенный
На 10 день появления	0,3	0,1	0,5	0,1
На 20 день появления	0,5	0,4	1,0	0,6
На 30 день появления	3,3	2,5	2,6	3,1
Через 61 день	7,1	5,9	7,5	8,7
Через 92 дня	12	9	12,8	18

Первые 30 дней прорастания первичного придаточного корешка лидирует туя западная, а отстает можжевельник сибирский (с разрывом в 0.8мм), после 62 дней результаты меняются: самый длинный корешок у можжевельника обыкновенного. После 92 дней или 3 месяцев результат виден окончательно: длина первого придаточного корешка у

можжевельника обычного- 18 мм, в то время, как у можжевельника сибирского-12.8 мм, с небольшим отрывом - туя западная- 12мм, и самый короткий придаточный корешок у можжевельника сибирского.

3. Результаты визуальной оценки морфометрических показателей черенков, культивируемых и на жидком, и на твердом субстрате приведены в таблице 3 и 4. Измерения побегов проводили штангенциркулем.

Таблица 3. Результаты визуальной оценки черенков на гидропонике.

Промежуток времени до появления	Виды растений			
	Туя западная	Можжевельник сибирский	Можжевельник казацкий	Можжевельник обыкновенный
Через 10 дней	Без изменений	Без изменений	Без изменений	Без изменений
Через 20 дней	Без изменений	Без изменений	Без изменений	Без изменений
Через 30 дней	У 3 черенков появился прирост боковых побегов	Без изменений	Без изменений	У 7 черенков появился прирост побегов
Через 60 дней	У 4 черенков увеличилась длина центрального побега от 5 до 7,2 мм. У всех черенков появился прирост боковых побегов	У 5 черенков появился прирост боковых побегов.	У 3 черенков появился прирост побегов	У 6 черенков появился прирост центрального побега от 3 до 4,1 мм. У 9 – прирост боковых побегов.

Таблица 4. Результаты визуальной оценки черенков на твердом субстрате.

Промежуток времени до появления	Виды растений			
	Туя западная	Можжевельник сибирский	Можжевельник казацкий	Можжевельник обыкновенный
Через 5 дней	3 черенка приобрели более светлую окраску, значит разрушается хлорофилл	2 черенка теряют хвою	1 черенок теряет хвою	Без изменений
Через 10 дней	У 5 черенков кончики побегов стали желтыми	4 черенка теряют хвою	3 черенка теряют хвою	2 черенка теряют хвою
Через 30 дней	У всех черенков кончики побегов стали желтыми, некоторые начали подсыхать	Все черенки теряют хвою	Все черенки теряют хвою	7 черенков теряют хвою
Через 60 дней	3 черенка погибли	5 черенков погибли	Черенки массово теряют хвою	Черенки массово теряют хвою

4. Для оценки развития корневой системы у черенков на твердом субстрате через 3 месяца после постановки эксперимента, выжившие побеги осторожно освободили от почвы, промыли, провели визуальную оценку и измерение придаточных корней. Результаты занесли в таблицу 5.

Таблица 5. Результаты оценки развития корневой системы у черенков на твердом субстрате.

Промежуток времени до появления	Виды растений			
	Туя западная	Можжевельник сибирский	Можжевельник казацкий	Можжевельник обыкновенный
Кол-во черенков	7	5	6	8
Результат развития корневой системы	На всех имеются точки образования каллуса, у 3 есть немногочисленные корни от 1 до 3 мм длиной	На всех имеются точки образования каллуса, у 2 есть немногочисленные корни от 0,5 до 2,3 мм длиной	На всех имеются точки образования каллуса, у всех есть корни от 1,5 до 4,3 мм	На всех имеются точки образования каллуса и корни от 0,5 до 3,8 мм длиной

5. Сравнили эффективность использованных методов черенкования хвойников, результаты занесли в таблицу 6.

Таблица 6. Результаты оценки эффективности методов гидропоники и твердого субстрата.

Параметры сравнения	Метод гидропоники	Метод твердого субстрата
1. Финансовые затраты:		
стимуляторы роста	1065 р	1065 р
Стаканчики	80 шт = 80 р	40 шт = 40 р
Удобрения	-	-
Перлит	1 уп = 170 р (10 л)	-
мох-сфагнум	-	-
твердый субстрат	-	2уп = 160 р
дис.вода		
Итого	1315 р	1265 р
2. Проведенные мероприятия:	Приготовление раствора	Подготовка смеси
	Барботирование	Рыхление
	Регулярный полив	Регулярный полив
		Прополка
		Подкормка

6. Изменение длины главного побега у пересаженных черенков второго года жизни приведены в таблице 7 и на диаграмме 2, где отражены средние показатели прироста всех черенков. Анализируя результаты, мы можем наблюдать, что самые высокие показатели имеют побеги можжевельника казацкого и обыкновенного.

Таблица 7. Изменение длины главного побега (в см).

Промежуток времени	Виды растений			
	Туя западная	Можжевельник сибирский	Можжевельник казацкий	Можжевельник обыкновенный
10 дней	0,04 см	0,05 см	0,1 см	0,1 см
20 дней	0,1 см	0,2 см	0,3 см	0,2 см
30 дней	0,3 см	0,4 см	0,7 см	0,5 см
60 дней	0,8 см	0,9 см	1 см	0,9 см
90 дней	1 см	1,1 см	1,5 см	1,1 см

Первые 30 дней самый длинный побег был у можжевельника казацкого, следом, можжевельник сибирский, а на равне были туя и можжевельник сибирский. Через 30 дней длина главного побега можжевельника обыкновенного и сибирского уравнилась. Через 90 дней с большим отрывом можжевельник казацкий вырос на 1.5 м. Следом за ним можжевельник сибирский и обыкновенный- 1.1м, последний- туя западная- 1м.

7. Изменение средних показателей длины боковых побегов представлено в таблице 8 и на диаграмме 4. Результаты аналогичны предыдущим.

Таблица 8. Изменение длины боковых побегов (в см).

Промежуток времени	Виды растений			
	Туя западная	Можжевельник сибирский	Можжевельник казацкий	Можжевельник обыкновенный
10 дней	0,05 см	0,05 см	0,15 см	0,1 см
20 дней	0,1 см	0,15 см	0,3 см	0,2 см
30 дней	0,2 см	0,3 см	0,6 см	0,5 см
60 дней	0,5 см	0,6 см	0,9 см	0,7 см
90 дней	0,7 см	0,9 см	1,1 см	1 см

По всей продолжительности времени лидировал можжевельник казацкий, его боковые побеги достигли 1,1м, с не большим отставанием- можжевельник обыкновенный 1м, можжевельник сибирский – 0,9м и туя западная =0,7м.

Выводы и рекомендации.

1. Время появления каллуса и придаточных корешков показывает высокую активность работы клеток можжевельника сибирского и обыкновенного. Но больших отличий между видами не наблюдается.

2. Изменение длины первого придаточного корешка активнее происходит у можжевельника обыкновенного.

3. Наиболее высокие результаты визуальной оценки морфометрических показателей черенков на гидропонике имеет можжевельник обыкновенный.

4. Более высокие результаты развития корневой системы у черенков на твердом субстрате имеют можжевельник обыкновенный и казацкий.

6. Черенки 2 года можжевельника казацкого и можжевельника обыкновенного показали наиболее высокие результаты развития и центрального, и боковых побегов при пересадке на постоянное место.

7. Все черенки, выращенные на гидропонике, которые пересадили в почву, успешно прижились. Это доказывает эффективность применения метода гидропоники для выращивания хвойных растений.

8. Анализ литературы по теме исследования показал, что метод гидропоники хвойных имеет множество преимуществ: строгая регуляция режима питания растений, отсутствие почвенных вредителей и болезней, контролируемость расхода воды, отсутствие процесса пересыхания или недостатка кислорода при переувлажнении, регулируемость дозировки удобрений.

9. Экспериментальное исследование культивирования черенков на гидропонике и с использованием твердого субстрата имеет существенные различия. Результаты гидропоники значительно выше.

10. Экономическая оценка экспериментов не имеет большой разницы, финансовые затраты приблизительно одинаковы

11. При правильной пересадке на постоянное место черенки исследованных хвойных растений дают 100 % - ую приживаемость и прирост побегов, что говорит о высокой эффективности метода.

. В результате всего вышесказанного мы предлагаем следующее:

- При гидропонике сравнительно небольшие затраты обеспечивают высокий экономический эффект, так как затраты на проведение работы полностью оправданы. Трудоемкость культивирования черенков тоже уменьшается. Соответственно метод гидропоники хорошо подходит для выращивания и посадки хвойников и их использования в ландшафтном дизайне и при восстановлении хвойных лесов в больших масштабах, т.к. растения, клонированные с помощью гидропоники, гораздо более жизнеспособны, чем клонированные в обычной почве. Поэтому уход за ними минимален.

- Целесообразно использовать следующие виды хвойных: можжевельник обыкновенный и казацкий, так как они отличаются высокой скоростью образования придаточных корней, прироста боковых корней и центрального корня, а также главного и боковых побегов.

- При этом надо отметить, что мы использовали только некоторые виды ростовых стимуляторов. Возможно, другие комбинации препаратов для приготовления субстратов позволят быстрее укореняться и остальным видам хвойных растений.

В заключении хотелось бы отметить, что именно неправильное черенкование и клонирование является причиной неудач при посадке хвойных растений на участке. Клонирование хвойников на гидропонике практически снимает эту проблему, помогая в кратчайшие сроки вырастить здоровые и красивые растения, которые украсят участок и сделают воздух на нем насыщенным кислородом и чистым. Укоренение хвойников — еще одно достижение гидропонного метода выращивания лесов и декоративных растений, которое поможет решить массу проблем.

Список литературы.

1. Аксёнова Н.А., Фролова Л.А. Деревья и кустарники для любительского садоводства и озеленения - М.: Изд-во МГУ, 1989. - 160 с.
2. Александрова М.С. Хвойные растения в вашем саду - М.: Фитон, 2000. –120с.
3. Вахмистров Д.Б. Растения без почвы - Москва: Рипол Классик, 2013.-118с.
4. Квачев Г.С. Минеральное питание растений // Наука и техника в городском хозяйстве. Выпуск 14. - Киев: Будивельник, 1970. – 49 с.
5. Мельников И.В. Комнатные растения. Вредители и как с ними бороться. – М.: Московский рабочий, 2017. – 32 с.
6. Осипов В.Е. Туя- М.: Лесная промышленность, 1988. – 72с.
7. Работа в школьных лесничествах (Методические рекомендации). - Гомель, 1989. – 84с.
8. Руденко, О.А. Черенкование хвойных видов семейства Cupressaceae на гидропонике: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. сельскохозяйств. наук (06.03.01); Сиб. Гос. техн. ун. – Красноярск, 2002.-178 с.
9. Сергейчик С.А. Экологическая физиология хвойных пород Беларуси в техногенной среде. - Мн.: Бел. Наука, 1998.-198с.
10. Фирсов Г.А., Орлова Л.В. Хвойные в Санкт-Петербурге. - СПб.: Росток, 2008.- 336
11. Чернышов М.П. Хвойные породы в озеленении Центральной России. - Москва: Колос, 2007.- 328с.
12. 10.Тексье У. Гидропоника для всех. Все о садоводстве на дому. –Р.:HydroScore, 2013. – 296с.