

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Лицей №2» г. Чебоксары Чувашской Республики

Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды

Номинация «Ботаника и экология растений»

Комплексная оценка декоративности некоторых хвойных растений, черенкуемых на гидропонике

Автор работы:

Шаронова Юлия Владимировна, 11 класс,
МБОУ «Лицей №2»

г. Чебоксары Чувашской Республики

Научный 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
имени Н. В. Цицина РАН

2019 г.

Оглавление.

Введение.....	2
Глава 1. Обзор литературы.....	3
1.1. Хвойные растения в ландшафтном дизайне.....	3
1.2. Особенности вегетативного размножения хвойников.....	4
1.3. Преимущества гидропоники.....	4
Глава 2. Методы и материалы.....	5
Методы исследований.....	5
Этапы работы.....	5
Обсуждение результатов исследования.....	7
Выводы и рекомендации.....	13
Список литературы.....	15
Приложения 1,2.....	16

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 малозатратного способа – гидропоника, а также, комплексная оценка некоторых хвойных растений, выращенных на гидропонике. 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 растения высокой степени декоративности, 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 и установление их комплексной оценки декоративности.

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. Изучить характер роста черенковых саженцев.
4. Дать комплексную оценку декоративности некоторым хвойным, которых черенковали на гидропонике.
5. Составить соответствующие рекомендации по выращиванию посадочного материала исследованных хвойных интродуцентов – лесовосстановительных мероприятий.

Новизна работы. Подобная работа на базе ботанического сада проводится впервые. Но исследования подобного типа уже проводились на юге Средней Сибири, были выращены можжевельник сибирский и можжевельник казацкий, в результате чего, эти растения были использованы для пополнения коллекции дендрария СибГТУ и Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского. В результате неё 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.

Инновационностью является использование нескольких методов одновременно, чего раньше не практиковали.

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 – сентябрь 2019 года.

Место работы над проектом: Чебоксарский филиал Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина РАН

Глава 1. Обзор литературы.

1.1. Хвойные растения в ландшафтном дизайне.

Хвойные древесные породы на сегодняшний день являются едва ли не ведущим компонентом в ландшафтном дизайне. 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 особое значение имеет правильная заготовка черенков и уход за ними (Гомель, 1989). Способность хвойных растений к образованию корней у черенков определяется следующими факторами: вид растения, возраст, условия размножения, сезонное состояние растения, с которого заготавливаются черенки и другие. Длина черенков должна быть 8 - 12 см. 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 растет 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.

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).

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.
4. Методика комплексной оценки декоративности по Котеловой Н.В. Виноградовой О.Н.;

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

Предмет исследования: укоренение черенков некоторых хвойников методом гидропоники и дальнейшая оценка их декоративности.

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 [11]. Срезали черенки с верхушки растений, длина одного черенка составляла 10-12 сантиметров. Для срезки черенков использовали острый нож, чтобы получить косой и чистый срез, так как распушенные концы черенков плохо дают новые корни. После срезки черенки поместили в ведро с холодной водой, обработали стимулятором роста Root Juice BioBizz (Производитель Biobizz рекомендует дозировку 1—4 мл жидкого удобрения Root Juice на литр воды)

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. Далее проводили регулярные наблюдения за ростом и развитием корней, состоянием черенков, описывали результаты. Периодически черенки в гидропонной установке подпитывали питательным раствором, обрабатывали кислородом (барботировали) с помощью аквариумного фильтра, шланг от которого опускали в стакан большего размера, а также опрыскивали стимуляторами роста. Черенки в твердом субстрате требовали постоянного полива, рыхления, подкормки, которую проводили тем же раствором, который использовали в гидропонной установке.

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

9. 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.

10. 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.

11. В августе мы освободили черенки от веточек и хвоинок, обработали стимулятором роста RootJuice BioBizz и поддержали черенки в течение суток в 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 [11]. Гидропонное черенкование было заложено в теплице с водяным отоплением на личном приусадебном участке нашей семьи. Для проведения работы по пересадке черенков в твердый грунт снова воспользовались базой ботанического сада летом 2017 года.

12. С сентября 2018 года по сентябрь 2019 года по Котеловой Н.В. и Виноградовой О.Н. [13] проводили комплексную оценку декоративности хвойных растений, полученных на гидропонике. Для оценки используется пятибалльная система. Используя шкалу [13], определяли степень декоративности (Д): $D_n = \sum B_o \cdot K_v$, где: D_n – декоративность в определенный месяц, например, D_1 – декоративность в январе; B_o – бальная оценка; K_v – коэффициент весомости признака. По суммам произведений в конце года выстроили графики, на которых хорошо видна изменчивость степени декоративности вида в течение года. Вычисления происходили путем умножения бальных оценок на коэффициент значимости, суммирования произведений и деления на 5 (число оцениваемых признаков декоративности).

Признак	Бальная оценка (Bo)					Кв
	1	2	3	4	5	
Архитек. кроны	Бесформенная крона, кривой ствол		Форма кроны не четко выражена, приближена к правильной		Форма кроны четко выражена, правильная	5
Хвоя	Одноцветная, тускло окрашенная		Пластинки листа имеют различную не ярко выраженную окраску		Яркая окраска	4
Плоды (шишки)	Малозаметные на фоне кроны		Контрастируют с цветным фоном кроны		Интенсивно окрашенные, контрастируют с фоном кроны	3
Окраска коры	Кора грязных цветов		Кора не ярких тонов		Кора ярких тонов	2
Оригинальность	Обычный вид растения		Растение оригинально по 2 оцениваемым признакам		Оригинально по 4 признакам	1

Обсуждение результатов. Результаты исследования.

1. Фиксировали время появления каллуса и придаточных корешков у черенков (результаты в табл. №1 и диаграмме №1 (Приложение 2)).

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

Признак	Виды растений			
	Туя западная	Можжевельник сибирский	Можжевельник казахский	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

Анализ результатов показывает высокую активность работы клеток можжевельника сибирского и обыкновенного. Меньшей активностью обладают клетки туи и можжевельника.

Таблица 2. Изменение длины первого придаточного корешка (мм)

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

2. Фиксировали изменение длины первого придаточного корешка с помощью штангенциркуля (результаты в табл. №2 и диаграмме №2 (Приложение 2)). Анализ результатов показывает, что активнее всего этот процесс происходит у можжевельника обыкновенного. Уровень изменения корешка почти одинаков у можжевельника казахского и у туи западной.

Таблица 3. Результаты визуальной оценки черенков на гидропонике

Промежуток времени появления до	Виды растений			
	Туя западная	Можжевельник сибирский	Можжевельник казахский	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.

3. Результаты визуальной оценки черенков, укореняющихся на гидропонике, показали наиболее высокие результаты у можжевельника обыкновенного (табл. №3), а на твердом субстрате у можжевельника обыкновенного и казацкого (табл. № 4).

Таблица 4. Результаты визуальной оценки черенков на твердом субстрате

Промежуток времени появления до	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

	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. Изменение длины главного и боковых побегов у пересаженных черенков второго года жизни приведены в (табл. 6 и диаграмма №3 (Приложение 2)) и (табл. 7 и диаграмма № 4 (Приложение 2)), где отражены средние показатели прироста всех черенков.

Таблица 6. 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

Таблица 7. 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

Анализируя результаты, мы можем наблюдать, что самые высокие показатели имеют побеги можжевельника казацкого и обыкновенного.

Таблица 8. Результаты оценки эффективности методов гидропоники и твердого субстрата

6. Сравнили эффективность использованных методов черенкования хвойников по двум параметрам, результаты занесли в таблицу 8.

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
Итого	1315 р	1265 р
2. Проведенные мероприятия:	Приготовление раствора, барботирование, регулярный полив	Подготовка смеси, рыхление, регулярный полив, прополка, подкормка

График 1. Оценка архитектоники кроны хвойных растений

Оценка архитектоники кроны хвойных приведена в (графике 1), где отражены результаты. Можжевельник обыкновенный и можжевельник казацкий имеют правильную форму кроны, четко выраженную.

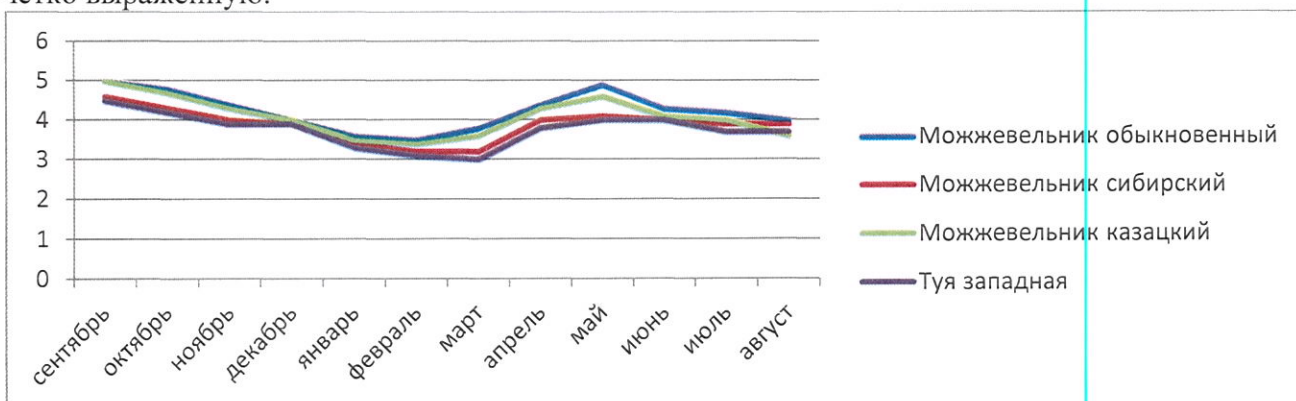


График 2. Оценка хвой хвойных растений

Оценка хвой хвойных растений представлена в (графике 2), где показаны результаты. Можжевельник обыкновенный и можжевельник казацкий имеют хвой яркой нетипичной окраски, в отличие от туи западной, имеющей одноцветные с обеих сторон хвой.

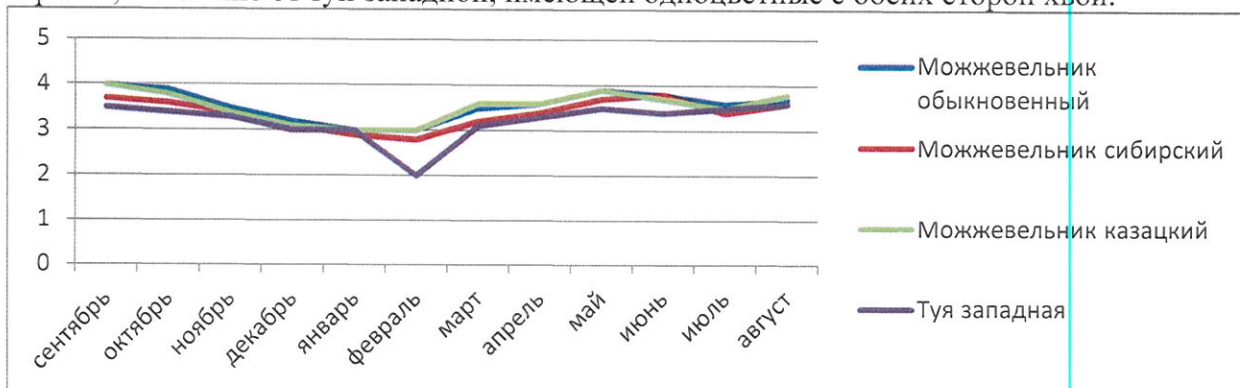


График 3. Оценка плодов (шишек) хвойных растений

Оценка шишек хвойных растений приведена в (графике 3), где представлены следующие результаты: можжевельник обыкновенный и можжевельник казацкий имеют красивые, интенсивно окрашенные и контрастирующие с общим цветовым фоном кроны, шишки.

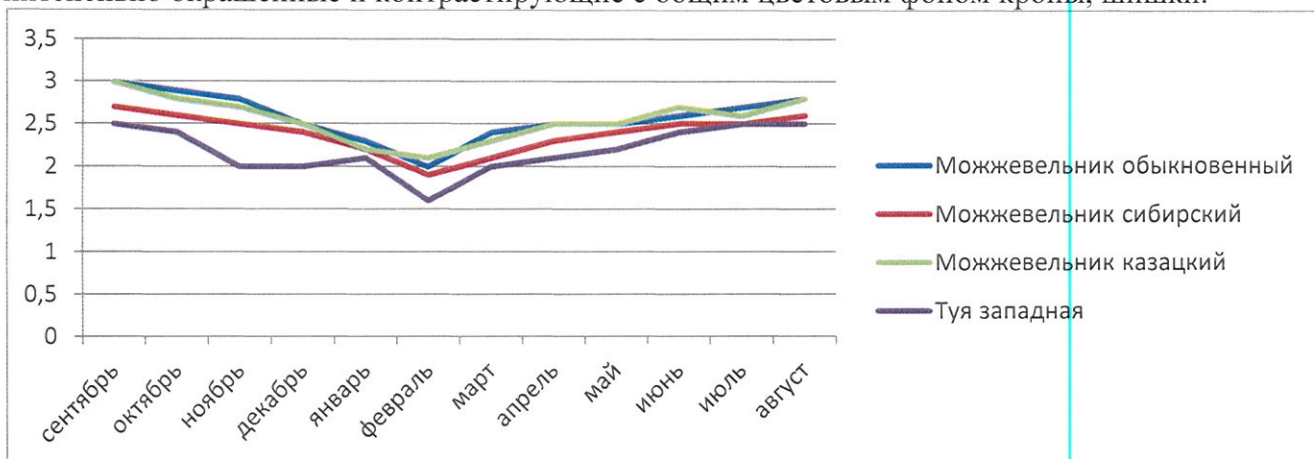


График 4. Оценка окраски коры хвойных растений

Оценка окраски коры хвойных растений показана в (графике 4), где представлены результаты: можжевельник обыкновенный и можжевельник казацкий имеют кору чистых ярких тонов, по сравнению с корой туи западной и можжевельника сибирского, обладающих корой грязных оттенков.

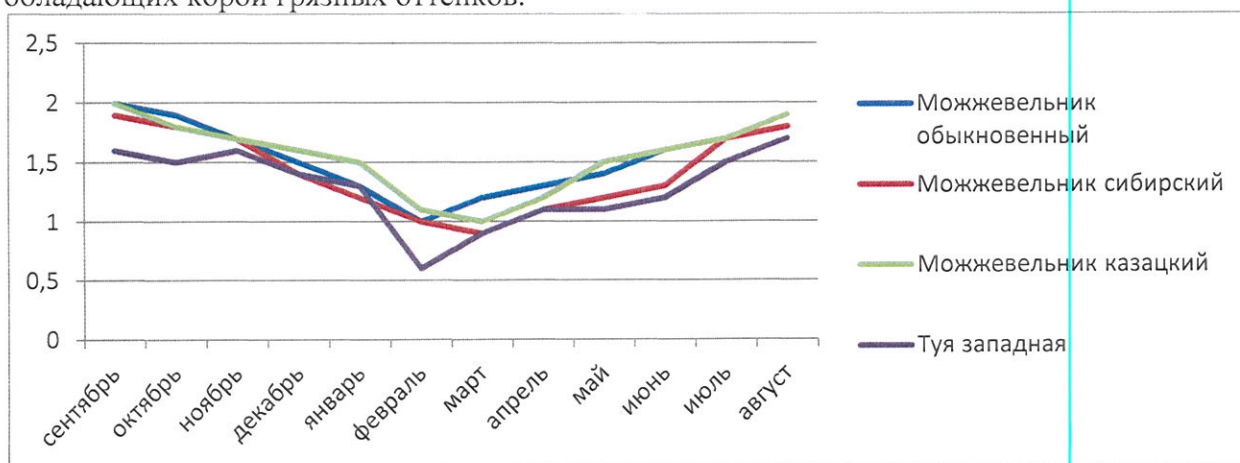


График 5. Оценка оригинальности хвойных растений

Оценка оригинальности хвойных растений показывает (график 5), что высокой оригинальностью по оцениваемым признакам имеет можжевельник обыкновенный и можжевельник казацкий.

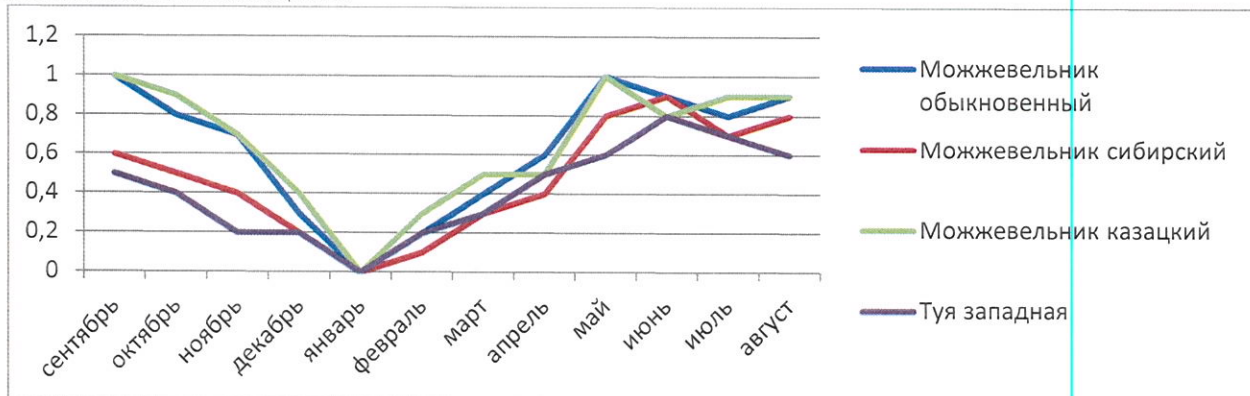


График 6. Комплексная оценка декоративности хвойных растений

Комплексная оценка декоративности хвойных приведена в (графике 1 и в графике 1 (Приложение 3)), где отражены основные результаты. Наиболее высокой степенью декоративности обладает можжевельник обыкновенный и можжевельник казацкий.

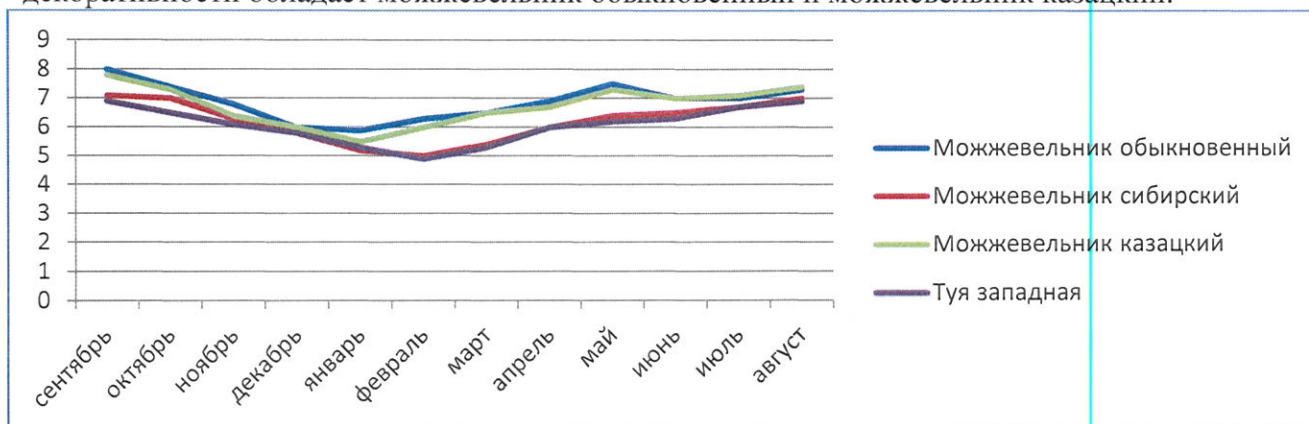
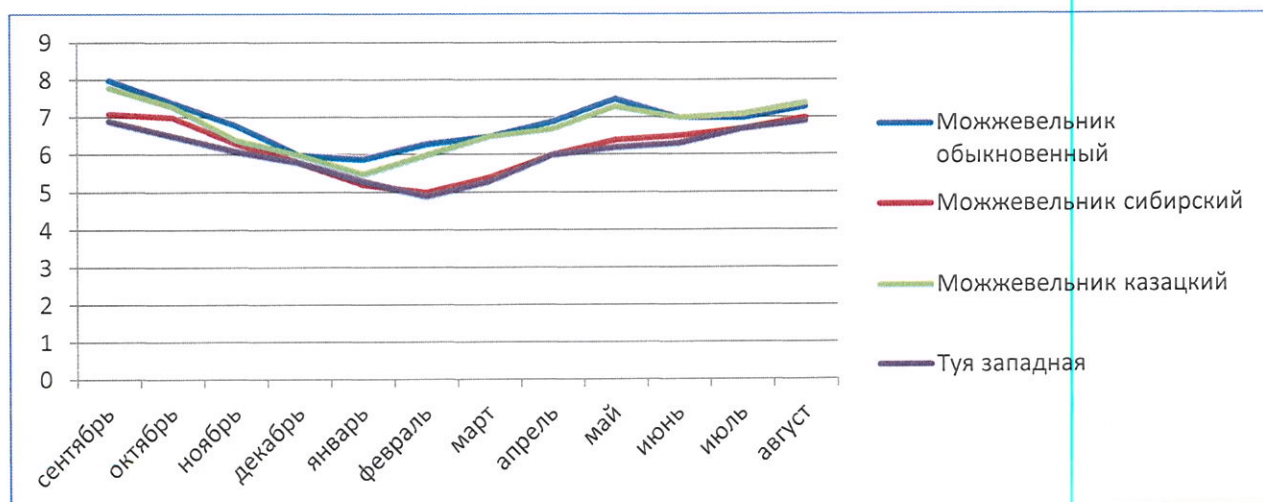


График 1. Комплексная оценка декоративности хвойных

Комплексная оценка декоративности хвойных приведена в (графике 1 и в графике 1 (Приложение 3)), где отражены основные результаты. Наиболее высокой степенью декоративности обладает можжевельник обыкновенный и можжевельник казацкий.



Выводы и рекомендации.

1. Анализ результатов проведенных исследований подтвердил предположения о преимуществе метода гидропоники некоторых хвойных. Высокая степень декоративности полученных саженцев, строгая регуляция режима питания растений, отсутствие почвенных вредителей и болезней, контролируемость расхода воды, отсутствие процесса пересыхания или недостатка кислорода при переувлажнении, регулируемость дозировки удобрений экспериментально имеют существенные отличия по сравнению с культивированием черенков на твердом субстрате. Результаты метода гидропоники значительно выше по всем показателям.
 2. Черенки, укоренённые на гидропонике и пересаженные в почву, успешно прижились, но имеется некоторая разница между исследуемыми видами, лучше всего прижились можжевельник обыкновенный и можжевельник казацкий, поэтому целесообразнее применять при посадке именно эти виды хвойных растений.
 3. Сравнительная характеристика метода гидропоники и черенкования на твердом субстрате не имеет существенной разницы и экономической эффективности в затратах на расходные материалы, но существенно отличается по трудоёмкости. В крупномасштабном использовании этих методов традиционное черенкование требует больше времени, рабочих рук и серьёзных навыков.
 4. Комплексная оценка декоративности хвойных, которые черенковали на гидропонике, показала высокие результаты. Причем, имеется некоторая разница между исследуемыми видами, высокой степенью декоративности обладает можжевельник обыкновенный и можжевельник казацкий, поэтому целесообразнее применять в ландшафтном дизайне именно эти виды.
 5. В итоге мы предлагаем расширить границы применения метода гидропоники при черенковании некоторых хвойных и планируем продолжить подобные исследования.
- Теоретическая значимость:** приведенных данных в научных трудах и работах не значится. Соответственно, исследовательская работа, проведенная впервые, дает возможность проводить дальнейшие опыты в данной области.
- Практическая значимость работы:** полученные саженцы были использованы для пополнения коллекции хвойников дендрария Чебоксарского филиала Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина.
- Мы выражаем огромную благодарность Балясной Ларисе Ивановне, научному сотруднику Чебоксарского филиала Главного ботанического сада имени Н. В. Цицина РАН, как научному консультанту нашего проекта.

Личный вклад в решение избранной проблемы. Все эксперименты и работы, описанные в ходе исследования, были проведены при непосредственном участии автора. Получение нами результаты исследования можем с полным обоснованием рекомендовать в дальнейшем при укоренении хвойных растений на гидропонике, а также в лесовосстановительных мероприятиях и в ландшафтном дизайне.

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. сельскохоз. 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.Тексье У. Гидропоника для всех. Все о садоводстве на дому. -Р.:HydroScope, 2013. - 296с.
11. Фирсов Г.А., Орлова Л.В. Хвойные в Санкт-Петербурге. - СПб.: Росток, 2008.- 336
12. Чернышов М.П. Хвойные породы в озеленении Центральной России. - Москва: Колос, 2007.- 328с.
13. Котелова Н.В., Виноградова О.Н. Оценка декоративности деревьев и кустарников по сезонам года // Физиология и селекция растений и озеленение городов. М.: МЛТИ, 1974. С.37-44.

Приложение 1. Результаты исследования.

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



Диаграмма 2. Изменение длины первого придаточного корешка (мм)

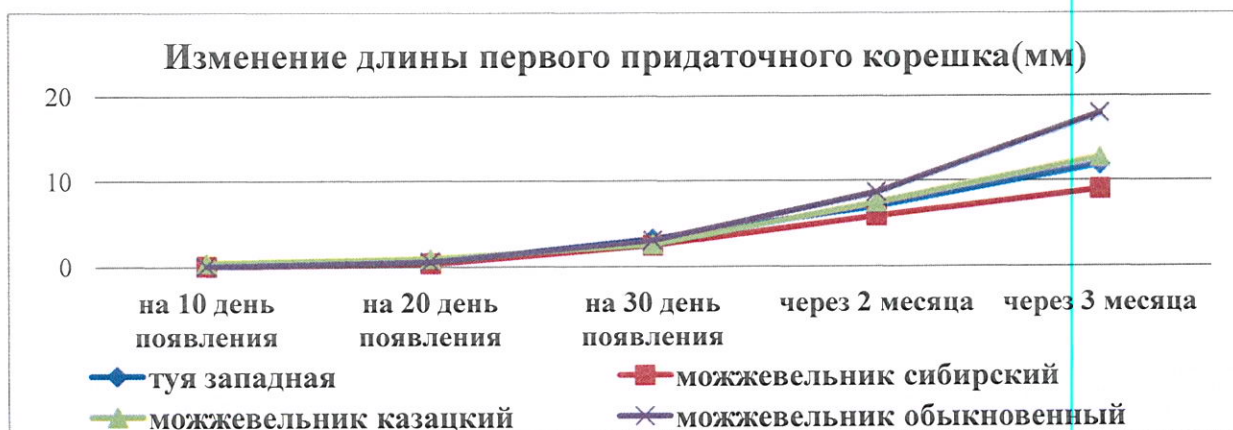


Диаграмма 3. Изменение длины главного побега (в см)

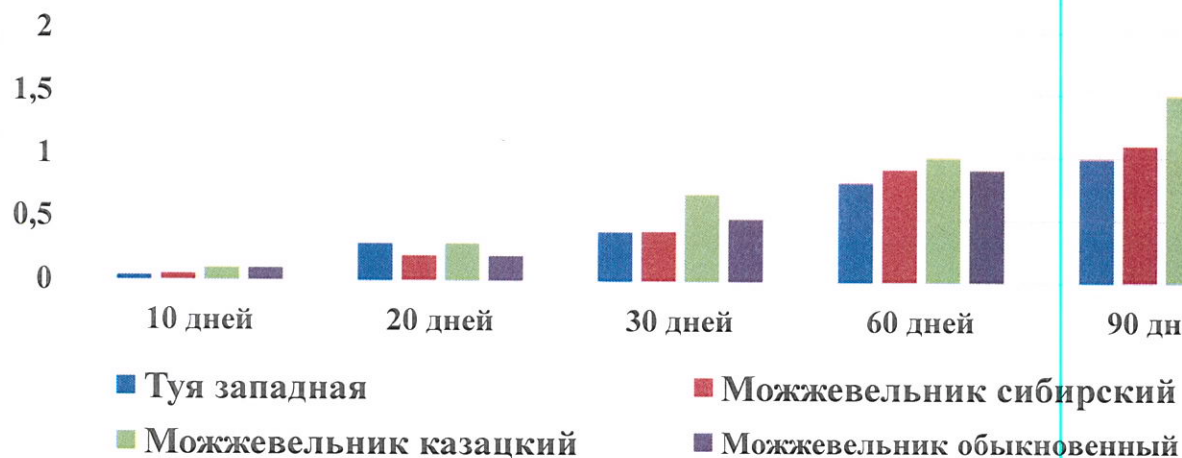
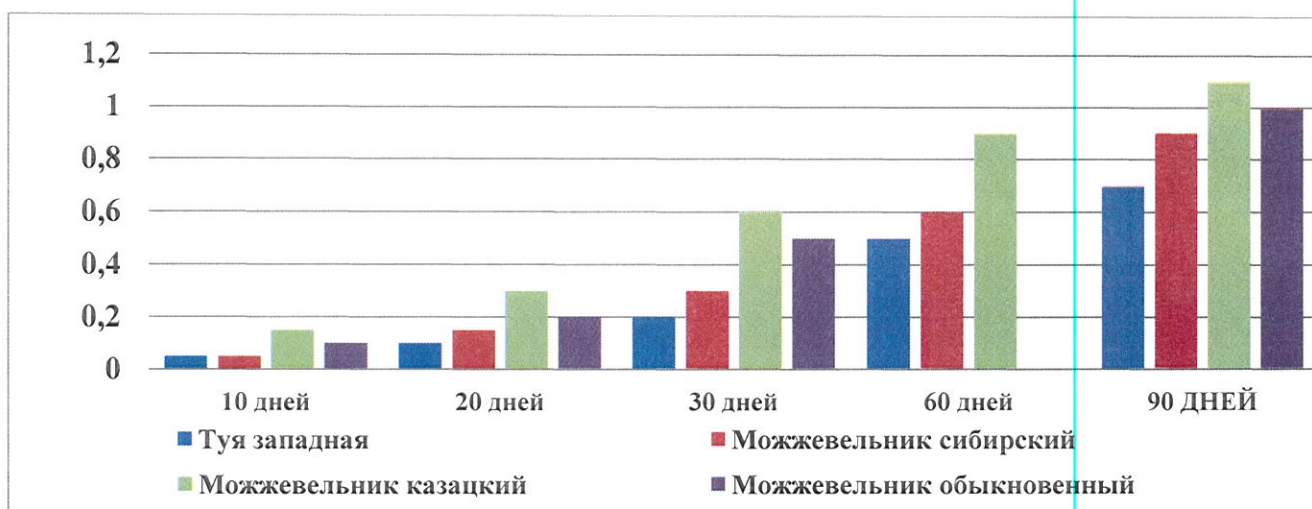


Диаграмма 4. Изменение длины боковых побегов (в см)



Приложение 2. Комплексная оценка декоративности хвойных

