

Владимирская область  
Ковровский район  
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Крутовская основная общеобразовательная школа  
имени Г. С. Шпагина» Ковровского района

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ  
РАЗМНОЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР  
С ПОМОЩЬЮ МИКРОКЛОНИРОВАНИЯ  
ИЗ МЕРИСТЕМНЫХ ТКАНЕЙ  
ДЛЯ ВОЗРОЖДЕНИЯ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ  
ВО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Автор работы: Дурнева Анна Юрьевна,  
9 класс  
МБОУ «Крутовская ООШ имени Г. С. Шпагина»,  
адрес: 601969 Владимирская область,  
Ковровский район, пос. Нерехта, ул. Школьная, 2  
Руководитель: Путинцева Валентина Сергеевна,  
учитель биологии, руководитель школьного лесничества  
МБОУ «Крутовская ООШ имени Г. С. Шпагина»

**2021 г.**

## Оглавление

Введение	3
1. Обзор литературы	5
1.1. Краткая история исследования карельской березы	5
1.2. Ареал распространения карельской березы	5
1.3. Микрклональное размножение	6
1.4. Агротехника выращивания карельской березы	7
2. Материалы и методы исследования	9
3. Результаты исследования	10
3.1. Разведение карельской березы во Владимирской области искусственным путем	10
3.2. Выращивание карельской березы из микроклонов с открытой корневой системой меристемного размножения	10
3.3. Выращивание карельской березы из микроклонов с закрытой корневой системой меристемного размножения	14
Выводы	19
Заключение	20
Список литературы	21
Приложения	23
Приложение № 1	24
Приложение № 2	25
Приложение № 3	28
Приложение № 4	29
Приложение № 5 Рекомендации	32

## **Введение**

Лес во Владимирской области занимает более 50% территории и играет большую роль в жизни человека. Лесные насаждения способствуют улучшению окружающей среды. Лес является местом отдыха для жителей, дарит ему продукты питания - грибы, ягоды. Лес играет огромное значение в экономике области.

По породному составу в лесах Владимирской области первое место занимает сосна - 53%, второе - береза - 29%, далее расположены ель и осина - 8 и 7% соответственно. В них преобладают сосновые, еловые, смешанные сосново-еловые и производные от них березовые и березово-осиновые леса.

В 70-е годы прошлого века в сельских лесах Владимирской области были обнаружены небольшие участки редкой лесной породы деревьев – карельской березы. Впервые она была найдена в Ковровском районе в пойме р. Клязьмы.

В настоящее время официально зарегистрированы два участка: первый (в 1980 г. он был объявлен памятником природы регионального значения) располагается в правобережной пойме реки Клязьмы юго-восточнее д. Бельково (приложение № 2), второй – на левом берегу реки Клязьмы в устье реки Уводи южнее населённых пунктов Большие и Малые Всегодичи.

Карельская берёза является очень ценной древесной породой и пользуется неограниченным спросом. Древесина «карелки» отличается твёрдостью, прочностью во всех направлениях, колется с большим трудом, но при этом легко обрабатывается столярными и токарными инструментами. Она используется для отделки мебели в виде шпона, но чаще на изготовление художественных изделий и сувениров.

Из-за своей декоративной ценности карельская берёза очень активно истребляется в результате браконьерской деятельности. Её искусственное возобновление очень трудоёмко и проблематично. Поэтому карельская берёза является объектом не только исследовательской деятельности, но и природоохранных мероприятий, которые способствуют не только сохранению, но и восстановлению ее исходного ареала.

В связи с необходимостью сохранения естественных насаждений карельской березы в Ковровском районе Владимирской области, имеющих солидный возраст, и плохим состоянием отдельных экземпляров, возникла идея ее возрождения путем искусственного разведения из меристемных тканей.

### **Цель работы:**

Определить оптимальные условия выращивания посадочного материала березы карельской путем клонального микроразмножения для пополнения лесного фонда и озеленения населенных пунктов Владимирской области.

### **Задачи:**

1. Оценить развитие микроклонов карельской берёзы, полученных из материнских (маточных) растений разного географического происхождения и имеющих разную форму роста.

2. Изучить возможности размножения и динамику роста саженцев карельской берёзы, выращенных из микроклонов с открытой и закрытой корневой системой и высаженных на постоянные места произрастания с разной степенью

освещенности.

3. Изучить морфологические особенности саженцев, выращенных из микроклонов с открытой и закрытой корневой системой на площадках с разной степенью освещенности.

**Актуальность.**

Во-первых, сохранение карельской березы как единицы биологического разнообразия флоры Владимирской области.

Во-вторых, внедряемая в лесную отрасль биотехнология размножения древесных лесных культур, в том числе и карельской березы, путем микроклонирования способна не только сохранить, но и ускорить процесс создания их новых форм и гибридов.

**Новизна** работы состоит в том, что опыт по выращиванию древесных растений методом микроклонирования на примере карельской берёзы на территории Владимирской области проводится впервые.

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Краткая история исследования карельской березы

Первые упоминания о карельской березе встречаются в описаниях, сделанных в 1766 г. «лесным знателем» форстмейстером Фокелем, отправленным Екатериной I в леса северо-запада России.

В 1857 г. отечественный ученый К. Мерклин дал ей латинское название *Betula pendula Roth var. carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti [Соколов, 1950; Ермаков и др., 1990]. Ее исторически сложившееся название происходит от названия местности, где она впервые была обнаружена и использована для поделок мастерами-краснодеревщиками.

Систематические исследования карельской березы были начаты лишь в 20-м веке. К 1930-м годам довольно полно были описаны места ее произрастания в Финляндии и в России. Основоположником изучения карельской березы в нашей стране стал ученый-лесовод Н.О. Соколов. Большой вклад в изучение селекционно-генетических особенностей карельской березы и ее искусственное разведение в Республике Карелия внес к.с.-х.н. В. И. Ермаков. Научное руководство по созданию культур карельской березы в лесхозах республики осуществлялось профессором Московского лесотехнического института д.б.н. А. Я. Любавской.

В 1990-х годах в Институте леса Карельского научного центра РАН создана экспериментальная база по клональному микроразмножению карельской березы и начаты работы по внедрению новых биотехнологий в практику лесного хозяйства. В результате на базе лаборатории лесных биотехнологий (под руководством д.б.н. Л. В. Ветчинниковой) создана *in vitro* коллекция клонов редких растений семейства *Betulaceae*, в которую вошли около 100 генотипов карельской березы разного географического происхождения. В 2016 году коллекция получила официальный статус и является основой для выращивания посадочного материала карельской березы.

### 1.2. Ареал распространения карельской березы

Ареал карельской березы сформировался в процессе длительной эволюции представителей рода *Betula* L. исключительно в специфических природно-климатических условиях северо-запада континентальной Европы.

Изучение вопроса о расположении современного ареала карельской березы началось ещё в 20-х годах XX века. На протяжении всего ареала карельская берёза не образует лесов и встречается в древостоях лиственных пород в виде одиночных деревьев или небольших групп, преимущественно в хорошо освещенных местах и поэтому чаще обнаруживается на обочинах дорог, на опушках леса и на каменистых почвах (там, где плохо приживаются другие виды древесных растений). В одних популяциях количество сохранившихся растений карельской березы исчисляется единицами, а в других – несколькими десятками и редко сотнями, поэтому ресурсы ее весьма ограничены, а ареал является фрагментированным.

Было установлено, что карельская берёза встречается в Северной, а местами и в Центральной Европе.

Естественная популяция карельской берёзы в России сосредоточена на территории Республики Карелия, в Ленинградской, Псковской, Смоленской, Костромской, Калужской, Владимирской и некоторых др. областях (приложение № 1, рис. 1).

В силу ограниченности генетических ресурсов и низкого уровня естественного возобновления (семенное и порослевое размножение) карельская береза оказалась в последние годы под угрозой исчезновения.

### **1.3. Микрклональное размножение**

Со второй половины XX века учёные нашей страны стали уделять много времени вопросу искусственного воспроизведения карельской берёзы, позволяющему сохранить численность столь ценной древесной породы.

Среди них наиболее эффективным для воспроизводства трудноразмножаемых древесных растений является путь клонального микроразмножения в культуре тканей. В основе этого метода лежит способность вегетативных клеток высших растений дифференцироваться в целый организм (явление тотипотентности). Тотипотентная клетка содержит всю генетическую информацию, необходимую для роста и развития целого организма. Это означает, что при введении изолированных клеток *in vitro*, они способны под воздействием определенных гормонов и в соответствующих условиях культивирования давать начало бесчисленному множеству новых побегов, идентичных исходному.

Микрклональное размножение растений широко применяется в США, Голландии, Польше, Франции, Японии, Таиланде. В России также накоплен большой опыт по меристемному размножению различных видов растений. Практически во всех российских научно-исследовательских институтах и селекционных центрах созданы лаборатории для микрклонального размножения и оздоровления селекционного материала.

Относительно недавно меристемные технологии начали применяться крупными питомниками растений и сельхозпредприятиями.

Процесс клонального микроразмножения в культуре *in vitro* состоит из ряда последовательных этапов, каждый из которых имеет свои особенности.

Меристемным методом растения размножают в 4 этапа:

**1. Введение:** меристемные ткани отделяют от нужного экземпляра растения и помещают на специальные питательные среды в пробирки. Затем меристемные растения выдерживают в специальном шкафу в течение 20-40 дней при освещении до 14 ч. в сутки.

**2. Размножение:** через 1-1,5 месяца микрочеренки уже имеют размер горошины, у них образовались зачатки всех вегетативных органов растений. Подросшие микрочеренки делят на пять-семь частей, а «кусочки» (вновь полученные меристемные черенки) снова проращивают в пробирках в течение 20-30 дней.

**3. Укоренение и адаптация:** когда меристемные микрочеренки образуют достаточную корневую систему, их извлекают из пробирок и пересаживают в горшочки, заполненные легким торфом. Затем горшочки устанавливают в защищенную среду - достаточно использовать небольшую пластиковую трубку.

Через 4-6 недель микрочеренки привыкают к естественным условиям выращивания.

**4. Подращивание:** после укоренения и адаптации новые растения выращиваются при агротехнике, свойственной данной культуре, и могут быть высажены в теплицу, а затем и в открытый грунт.

На ранних стадиях вегетативного развития меристемные растения могут иметь некоторые различия во внешнем виде, но по мере роста они исчезают. Таким образом, полученные микроклональным способом растения наследуют все признаки, присущие данному сорту и вполне могут в дальнейшем размножаться обычным вегетативным или семенным способом.

Клональное микроразмножение имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными способами размножения:

- получение генетически однородного посадочного материала;
- освобождение растений от вирусов за счет использования меристемной культуры;
- высокий коэффициент размножения (105 - 106 - для травянистых, цветочных растений, 104 - 105 - для кустарниковых древесных растений и 104 - для хвойных);
- сокращение продолжительности селекционного процесса;
- ускорение перехода растений от ювенильной к репродуктивной фазе развития;
- размножение растений, трудно размножаемых традиционными способами;
- возможность проведения работ в течение всего года;
- возможность автоматизации процесса выращивания.

Одной из важных преимуществ этого метода является то, что данная биотехнология позволяет получать растения карельской березы с гарантированными признаками узорчатой текстуры древесины. Стерилизация тканей, вводимых в культуру, обеспечивает оздоровление растительного материала. В культуре тканей развитие растительной ткани можно поддерживать круглый год, что особенно важно для древесных листопадных растений, имеющих в цикле своего развития период покоя. Путем постоянного культивирования, создается коллекция генотипов карельской березы.

#### **1.4. Агротехника выращивания карельской берёзы**

Опыты по искусственному разведению берёзы карельской показали, что она не требовательна к почвам, но на лучших почвах не только быстрее растёт и раньше формирует признаки «карелистости». На формирование узорчатости древесины влияет также и достаточная освещённость.

Для выращивания селекционного материала А.Я. Любавская рекомендует следующую методику:

- выращивать сеянцы в теплице и в открытом грунте;
- изменить норму высева семян в сторону уменьшения (~ 1 г семян по чистому весу на 1 м<sup>2</sup> с учётом всхожести семян):
  - в закрытом грунте не более 1000 шт. всходов на 1 м<sup>2</sup>;
  - в открытом грунте – 1500 -2000 шт. всходов на 1 м<sup>2</sup>

- пикировать сеянцы с размещением 10x10 см:
- в открытом грунте для однолетних сеянцев;
- в закрытом грунте - при появлении первого ювенильного листа (модификация предложена в Карелии);

Пикировка позволяет максимально сохранить все растения и дать им возможность развиваться в одинаковых условиях.

Осенью выращенные в теплице сеянцы выкапывают (по вариантам скрещивания) и подразделяют по высоте на три фракции – самые высокие, средние и низкие.

Первую и вторую фракции можно использовать для посадки на постоянную площадь.

Сеянцы III фракции оставляют на доращивание, затем среди них отбирают наиболее интересные экземпляры. Среди сеянцев III фракции больше всего нестандартных, зачастую в естественных условиях нежизнеспособных особей.

Таким образом, в природных условиях карельская берёза размножается семенным путём и вегетативно, то есть с помощью поросли и изредка отводками. Но семенной и вегетативный способы размножения оказываются не очень эффективными для достижения необходимого уровня воспроизводства карельской берёзы. Поэтому на данный момент разрабатываются всё более новые и прогрессивные методы возобновления берёзы карельской.

## 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При проведении эксперимента были использованы следующие приемы и методы исследований и изучения:

**2.1.** Приобретение микроклонов карельской березы, полученных из меристемных клеток материнских растений карельской березы разной формы роста и географического происхождения в филиале Института БХН РАН (г. Пущино, Московская область) и укоренение их в теплице и на пришкольном участке Крутовской ООШ.

**2.2.** Агротехнические приемы и рекомендации по уходу за клонами карельской березы (Рекомендации филиала ИБХ РАН, г. Пущино).

**2.3.** Учет и наблюдения за ростом и развитием саженцев микроклонов карельской березы с разной корневой системой, высаженных на постоянные места произрастания, имеющих разную степень освещенности.

**Основными объектами** исследования являлись:

- микроклоны карельской березы К81, КС06, К76 и БКТ1 с открытой и закрытой корневыми системами, созданные в филиале учреждения РАН Института биорганической химии им. ак. М.М. Шемякина и Ю.А.Овчинникова (ИБХ) (г. Пущино, Московская область) из материнских (маточных) растений разной формы роста: лироствольная (К81), короткоствольная (КС06), высокоствольная (К76) и триплоидная (БКТ1) и различного географического происхождения: Республика Беларусь, Гомельская область (К81, КС06), Россия: Республика Карелия (К76) и Воронежская область (БКТ1).

**1-ый вариант:** микроклоны К81, КС06, К76 и БКТ1 с открытой корневой системой в количестве 21 экземпляра были получены в июне 2011 г.

**2-ой вариант:** микроклоны К81, КС06, К76 с закрытой корневой системой в количестве 102 экземпляров получены в июне 2014 г.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1 Разведение карельской березы во Владимирской области искусственным путем.

В 2010-2011 гг. членами школьного лесничества «Муравей» совместно со специалистами Ковровского лесничества была предпринята попытка размножения карельской березы семенным способом и вегетативно с использованием прикорневой поросли. Семена карельской березы были собраны лесниками с карельских берез местной флоры и предоставлены нам для размножения. Прикорневая поросль взята от отдельных экземпляров карельской березы при посещении естественной популяции на территории памятника природы «Карельская береза». Оба варианта эксперимента по размножению карельской березы оказались неудачными. Сеянцы карельской березы погибли на стадии всходов, прикорневая поросль при посадке на пришкольном участке не прижилась.

Так как в последнее десятилетие XX века в нашей стране активно началась пропаганда разведения трудно размножающихся древесных растений, к которым относится и карельская береза, с помощью микроклонирования из меристемных клеток нами был начат эксперимент по выращиванию карельской березы из микроклонов.

Эксперимент проходил в 2-х вариантах.

#### 3.2. Выращивание карельской березы из микроклонов с открытой корневой системой меристемного размножения.

В 1-ом варианте были использованы микроклоны с открытой корневой системой (1-ый вариант, 2011 г.). Для лучшей укореняемости микроклоны предварительно были высажены в теплицу, где растения опрыскивали водой и по необходимости поливали (рис. 3.1).



Рис. 3.1 Внешний вид растений клонов карельской березы с открытой корневой системой, произрастающих в теплице и высаженных на пришкольный участок в 2011 г.

В первые 1,5 месяца адаптации микроклонов произошёл отсев нежизнеспособных растений (табл. 3.1). 100%-ую выживаемость сохранили

растения клона К76 карельской березы с высокоствольной формой роста (рис. 3.2).

Таблица 3.1

**Выживаемость клонов карельской березы с открытой корневой системой при акклиматизации к местным условиям**

Название		Форма роста	Кол-во клонов, экз.		% клонов выживших
растения	клонов		посажен.	выжив.	
Карельская береза	К81	Лиро ствольная	7	4	57,1
	КС06	Коротко ствольная	7	3	43,0
	К76	Высоко ствольная	4	4	100
	БКТ1	Триплоидная	3	1	33,3

Этому есть логичное объяснение: так родиной материнского растения клона К76 является Карелия, расположенная на севере естественного ареала карельской березы (62° с.ш. и 34° в.д.), а территория, где проводится эксперимент – Крутовская ООШ, Владимирская область – расположена значительно южнее и восточнее (56° с.ш. и 42° в.д.) (приложение № 1, рис. 1).

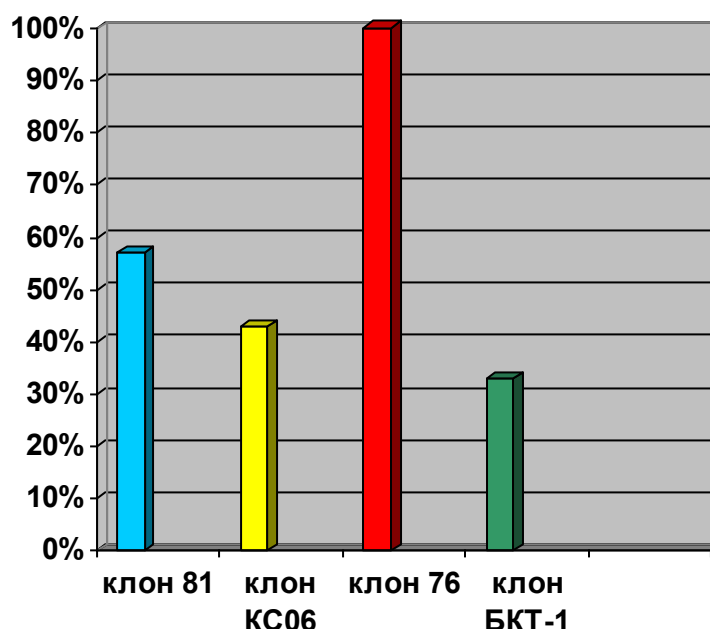


Рис. 3.2. Диаграмма выживаемости клонов К81, КС06, К76 и БКТ1 карельской березы с открытой корневой системой при акклиматизации к местным условиям

Труднее приживались растения клона БКТ1 карельской березы с триплоидным набором хромосом (33,3%), что затрудняло нормальное развитие клонов.

Приживаемость растений клонов К81 (лироствольная форма) и КС06 (короткоствольная) составила 57,1 и 43,0% соответственно. Родина материнских растений этих клонов расположена в Республике Беларусь, Гомельская области (51,5° с.ш. и 40° в.д.) и находится юго-западнее Владимирской области, природно-климатические условия которой являются мягче, чем в нашем регионе, что могло повлиять на приживаемость этих клонов.

Пересадка клонов К81, КС06, К76 и БКТ1 карельской березы из теплицы на пришкольный участок в открытый грунт в сентябре того же года прошла успешно, ни одно растение не погибло.

В мае 2013 г. саженцы клонов К81, КС06 и К76 карельской березы с открытой корневой системой были пересажены с пришкольного участка на постоянное место произрастания: - опушку леса и - в лес возле Крутовской ООШ. Выбранные участки леса представляли собой редкий, осветленный лесной массив, в который легко проникали солнечные лучи (приложение №2, №3).

В последующие 2013-2021 гг. вели наблюдения за ростом саженцев клонов карельской берёзы К81, КС06 и К76, отмечали ежегодный прирост (рис. 3.3 и 3.4) и следили за появлением признаков «карелистости» у развивающихся растений (табл.3.2 и 3.3).

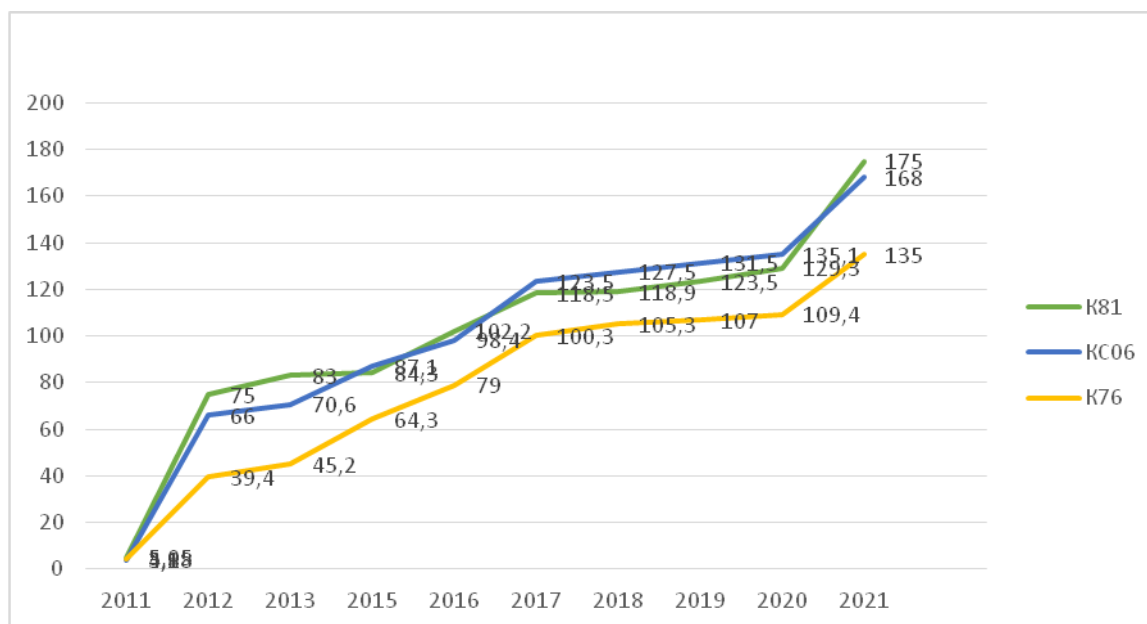


Рис. 3.3 График роста клонов К81, КС06, К76 карельской березы с открытой корневой системой, высаженных на опушку леса возле школы

Как видно из графиков роста саженцев клонов К81, КС06 и К76, выращиваемых на опушке леса (рис. 3.3) и в лесу (рис. 3.4) растения прижились, но ежегодный их прирост был незначителен (5,0-10,0 см), особенно

в лесу. Необходимо отметить, что клоны карельской березы с короткоствольной (КС06) и лироствольной (К81) формой роста опережают в росте растения карельской березы с высокоствольной формой роста (К76).

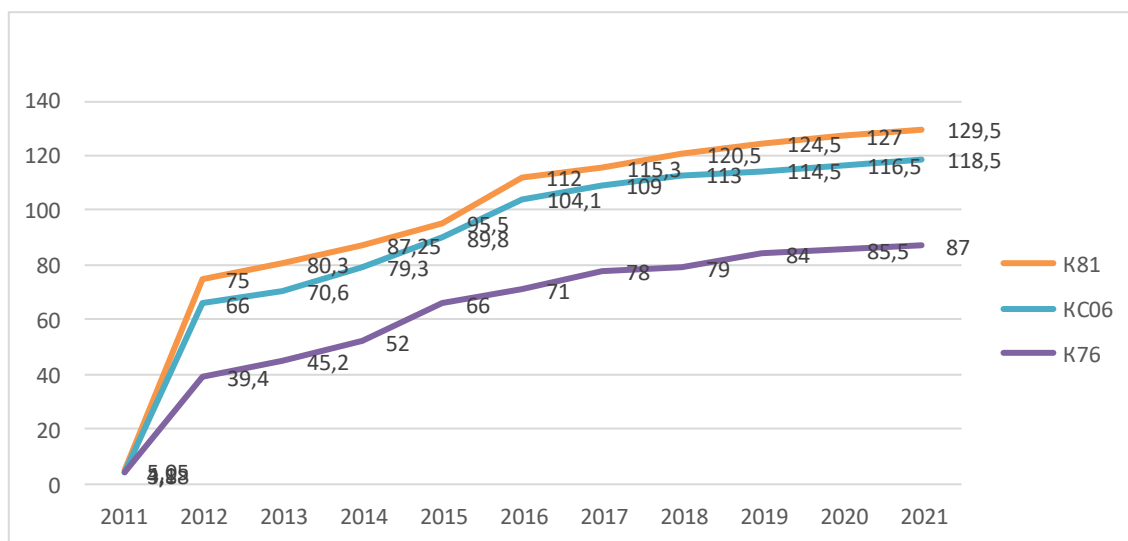


Рис. 3.4. График роста растений клонов К81, КС06, К76 карельской березы с открытой корневой системой, высаженных в лес возле школы

Наблюдения за проявлением внешних признаков «карелистости» у развивающихся саженцев клонов К81, КС06 и К76 на протяжении 10 лет продемонстрировали их скудость.

Таблица 3.2

**Морфологическая характеристика саженцев карельской березы, выращиваемых из микроклонов К81, КС06, и К76 с открытой корневой системой на опушке леса возле Крутовской школы**

Название клона	Количество саженцев, шт.						
	Всего	Средн. h, м	Окрас ствола			«Карели стость»	Сережки
			бел	белес	корич		
<b>2019 г.</b>							
К81	2	1,24	-	-	2	-	-
КС06	3	1,3	-	-	3	-	-
К76	3	1,07	-	-	3	-	-
<b>2020 г.</b>							
К81	2	1,3	-	-	2	-	-
КС06	3	1,37	-	-	3	1 бугорч	-
К76	3	1,09	-	1	2	-	-
<b>май, 2021 г.</b>							
К81	2	1,42	-	1	1	-	1 сережки
КС06	3	1,37	-	-	3	1 бугорч	-
К76	3	1.2	-	1	2	-	-
<b>сентябрь, 2021 г.</b>							

K81	2	1,75	-	1	1	-	-
KC06	3	1,68	-	-	3	1 бугорч	-
K76	3	1,3	-	1	2	-	-

Как видно из данных табл. 3.2 у растений клонов карельской березы, растущих на опушке леса, первые признаки «карелистости» были отмечены у клона KC06 в виде бугорчатости и клона K76 в виде белесости ствола только в 2020 г. В 2021 г. изменения появились и у растения клона K81 в виде белесости ствола и появления женских сережек.

Первые признаки «карелистости» у клонов карельской березы, росших на площадке в лесу, тоже появились в 2020 г.: у клонов KC06 (короткоствольная форма) и K76 (высокоствольная), в виде бугорчатости на поверхности ствола (табл. 3.3).

Таблица 3.3

**Морфологическая характеристика саженцев карельской березы, выращиваемых из микроклонов K81, KC06, и K76 с открытой корневой системой в лесу возле Крутовской школы**

Название клона	Количество саженцев, шт.						
	Всего	Средн. h, м	Окрас ствола			«Карели стость»	Сереж ки
			бел	белес	корич		
<b>2019 г.</b>							
K81	2	1,25	-	-	2	-	-
KC06	2	1,15	-	-	2	-	-
K76	1	0,84	-	-	1	-	-
<b>2020 г.</b>							
K81	2	1,27	-	-	2		-
KC06	2	1,17	-	-	2	1 бугор	-
K76	1	0,86	-	-	1	1 бугор	-
<b>май, 2021 г.</b>							
K81	2	1,29	-	-	2		-
KC06	2	1,2	-	-	2	1 бугор	-
K76	1	0,87	-	-	1	1 бугор	-
<b>сентябрь, 2021 г.</b>							
K81	2	1,32	-	-	2		-
KC06	2	1,22	-	-	2	1 бугор	-
K76	1	0,9	-	-	1	1 бугор	-

**3.3. Выращивание карельской березы из микроклонов с закрытой корневой системой меристемного размножения**

В 2014 г. эксперимент по искусственному выращиванию карельской березы из микроклонов, но только уже с закрытой корневой системой, был продолжен (2-ая партия клонов в количестве 102 экземпляров). Эти клоны были сразу высажены на пришкольный участок Крутовской ООШ в открытый грунт.

Лучшую приживаемость среди клонов К81, КС06 и К76 с закрытой корневой системой вновь, как и в 1-ой партии микроклонов с открытой корневой системой от 2011 г., показали растения клона К76 карельской березы высокоствольной формы роста (100%) (табл. 3.4 и рис. 3.5).

Таблица 3.4

**Адаптация клонов К81, КС06 и К76 с закрытой корневой системой к выращиванию в открытом грунте в вегетативный период 2014 г.**

Название клонов	Кол-во посажен. экз.	Средн высота, см	Кол-во прижив. экз.		% адаптированных
			Средн высота, см		
			Время наблюдений		
			июнь 2014	сентябрь 2014	
К81	45	4,4	36	7,4	80
КС06	27	9,5	26	10,6	96
К76	30	≤ 11,0	30	≈ 11,0	100

Высокая степень адаптации отмечена также у клонов КС06 и К81 – 80 и 96% соответственно. Можно предположить, что это произошло благодаря тому, что было проведено дополнительное укоренение микроклонов при микроклональном размножении.

При этом растения клона К81 показали почти 2-х-кратное увеличение в росте, тогда как растения клонов КС06 и особенно К76 не изменили свой рост.

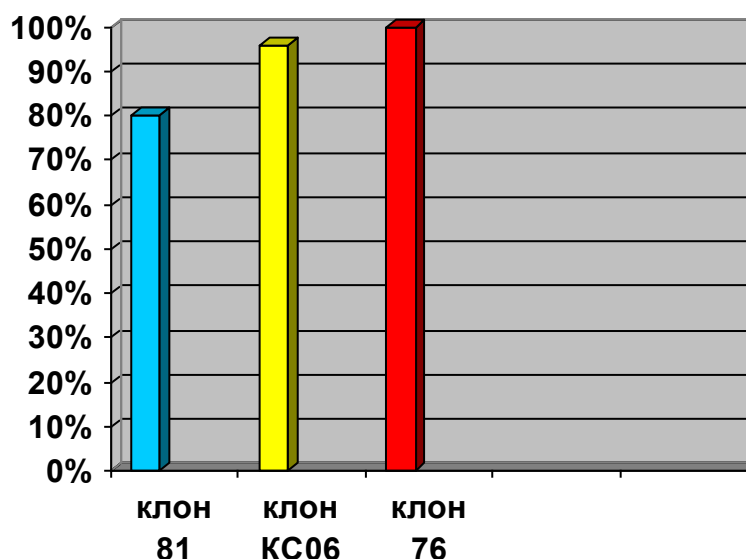


Рис. 3.5. Диаграмма выживаемости клонов К81, КС06 и К76 карельской берёзы с закрытой корневой системой при акклиматизации к местным условиям

В середине мая 2016 г., учтя недостаточность солнечного освещения при посадке клонов из 1-ой партии от 2011 г. в лес и на опушку леса, растения

клонов с закрытой корневой системой из 2-ой партии были высажены на открытую площадку, предоставленную администрацией пос. Иваново-Эсино в Ковровском районе Владимирской области.

Саженцы клонов были высажены рядами. Расстояние между рядами и между саженцами в рядах составляло 4 м. Всего было посажено 73 саженца. % прижившихся саженцев всех 3-х клонов был высоким и колебался в пределах 85-87 единиц.

Наблюдения за ростом и развитием саженцев клонов К81, КС06 и К76 с закрытой корневой системой в весенне-летний периоды 2016-2021 гг. продемонстрировали хороший прирост и отличное состояние (рис. 3.6).

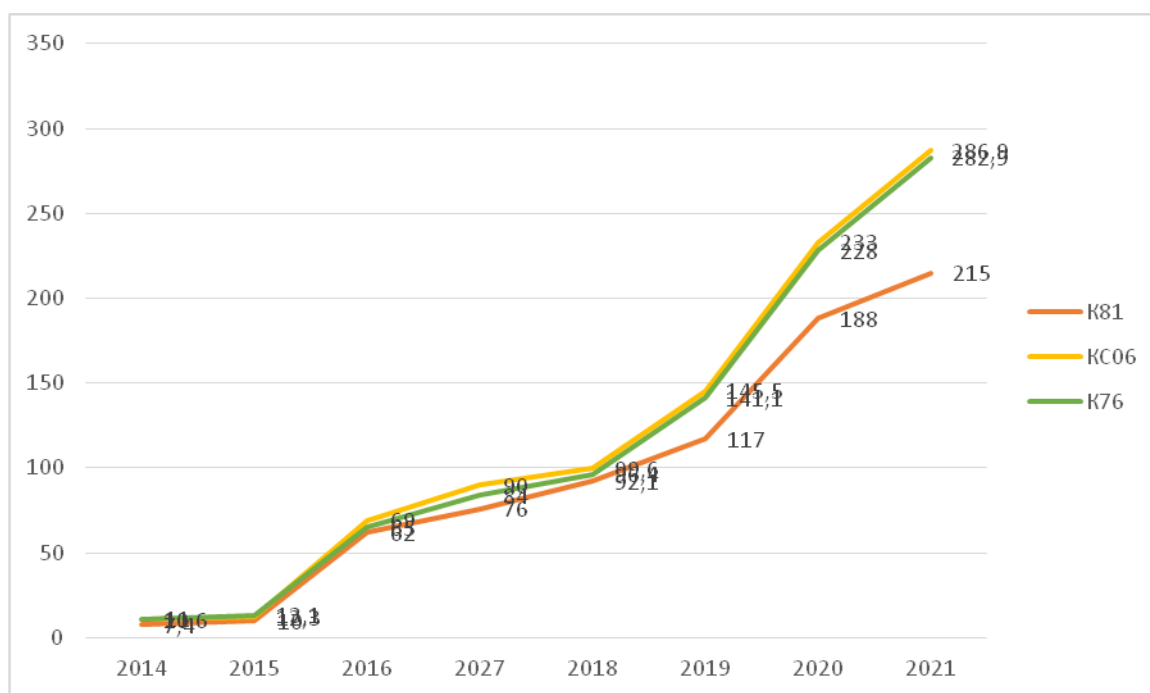


Рис. 3.6. График роста клонов К81, КС06, К76 карельской березы с закрытой корневой системой, высаженных на открытую площадку в пос. Иваново-Эсино в 2016 г.

Первые признаки «карелистости» среди клонов карельской берёзы были отмечены у растений с короткоствольной (КС06) и лироствольной (К81) формами роста уже через 3 года их развития в виде появления бугорчатости на стволиках и разделения основного ствола на толстые ветки (табл. 3.5).

Кроме того, у ряда саженцев клонов карельской березы наблюдалась некоторая белесость на коре в нижней части ствола. В последующие годы количество саженцев с признаками «карелистости» у всех клонов с разными формами роста только увеличивалось.

В вегетативный период 2021 г. у саженцев всех 3-х клонов было отмечено, что средний рост превышал 2,0 м; 3/4 саженцев имели стволы с белым цветом коры и у половины саженцев клонов КС06 и К76 образовались сережки: весной – женские, осенью - мужские (табл. 3.6), приложение № 4.

Таблица 3.5

**Морфологическая характеристика саженцев карельской березы,  
выращиваемых из микроклонов К81, КС06, и К76 с закрытой корневой  
системой на площадке пос. Иваново-Эсино**

Название клона	Количество саженцев, шт.						
	Всего	Средн. h, м	Окрас ствола			«Карели стость»	Сережки
			бел	белес	корич		
<b>2019 г.</b>							
К81	6	1,2	-	1	5	-	-
КС06	20	1,4	2	7	11	4 бугор	-
К76	20	1,45	-	8	12	-	-
<b>2020 г.</b>							
К81	6	1,9	2	3	2	1 бугор	-
КС06	20	2,3	9	9	2	8 бугор	-
К76	20	2,4	7	11	2	5 бугор	-
<b>июнь, 2021 г.</b>							
К81	6	2,45	1	4	1	2 бугор	-
КС06	20	2,4	10	8	2	6 бугор	6 женск
К76	20	2,3	14	4	2	7 бугор	2 женск
<b>сентябрь, 2021 г.</b>							
К81	6	2,15	5	-	1	3 бугор	-
КС06	18	2,5	15	2	1	11 бугор	4 мужск, 6 муж + жен
К76 г	20	2,7	16	2	2	5 бугор	9 мужск

Кроме того, у ряда саженцев клонов карельской березы наблюдалась некоторая белесость на коре в нижней части ствола. В последующие годы количество саженцев с признаками «карелистости» у всех клонов с разными формами роста только увеличивалось. В вегетативный период 2021 г. у саженцев всех 3-х клонов было отмечено, что средний рост превышал 2,0 м; 3/4 саженцев имели стволы с белым цветом коры и у половины саженцев клонов КС06 и К76 образовались сережки: весной – женские, осенью - мужские (табл. 3.6), приложение № 4.

Таблица 3.6

**Характеристика микроклонов и их саженцев, участвующих в эксперименте по возрождению карельской березы во Владимирской области путем микроклонального размножения**

Название клонов / форма роста	№ партии / корневая система клонов	Место и год посадки саженцев	Год наблюдений /возраст саженцев						
			2019 г. / 8 лет		2020 г. / 9 лет		2021 г. / 10 лет		
			Кол-во, шт.	h, м сред/мах	Кол-во, шт.	h, м сред/мах	Кол-во, шт.	h, м средн/мах	Форма роста саженцев
К81 / лирос	№ 1-ая (2011 г.) / Открытая	Лес у школы, 2013 г.,	2	1,25/ 1,26	2	1,27/ 1,28	2	1,29/ 1,3	1/2 раздвоение ствола
КС06 /корот			2	1,15/ 1,3	2	1,17/ 1,3	2	1,2/ 1,35	-
К76 / высок			1	0,84	1	0,86	1	0,9	-
К81 / лирос	№ 1-ая (2011 г.) / Открытая	Опушка леса, 2013 г.,	2	1,23/ 1,4	2	1,3/ 1,5	2	1,75/ 2,0	1/2 раздвоение ствола
КС06 /корот			3	1,3/ 1,6	3	1,35/ 1,6	3	1,7/ 2,2	1/2 раздвоение ствола
К76 / высок			3	1,1/ 1,5	3	1,1/ 1,5	3	1,35/ 1,75	-
			2019 г. / 5 лет		2020 г. / 6 лет		2021 г. / 7 лет		
К81 / лирос	№ 2-ая (2014 г.) / Закрытая	лошадка пос. Эсино, 2016 г.	6	1,2 /1,6	6	1,9 /3,0	6	2,15 /2,6	2/6 гнездов.
КС06 /корот			20	1,4 /2,5	20	2,3 /3,8	18	2,5 /4,1	1/18 гнездов.
К76 / высок			20	1,45 /2,43	20	2,4 /3,3	20	2,7 /3,7	2/20 гнездов.

## Выводы

1. Впервые на территории Владимирской области в школьном лесничестве «Муравей» при Крутовской ООШ начали эксперимент по выращиванию карельской берёзы методом микроклонального размножения из клонов с открытой (2011 г.) и закрытой (2014 г.) корневой системой разной формы роста: короткоствольная (КС06), лироствольная (К81) и высокоствольная (К76); полученных из материнских растений разного географического происхождения: Республика Беларусь, Гомельская область (К81 и КС06); Россия, Карелия (К76) и Воронежская область (БКТ1).

2. Анализ развития клонов выявил, практически, 100%-ую выживаемость клонов К76 с высокоствольной формой роста в обоих вариантах эксперимента. Выживаемость клонов К81 и КС06 с лироствольной и короткоствольной формой роста была выше у клонов с закрытой корневой системой (80,0 и 96,0% соответственно), чем у клонов с открытой корневой системой (43,0 и 57,1% соответственно).

3. Сравнительный анализ среднего роста клонов с открытой (2011 г.) и закрытой (2014 г.) корневой системами меристемного размножения всех форм роста показал большую эффективность растений, выращенных на открытой площадке в пос. Иваново–Эсино ( $\geq 2,0$  м) через 7 лет размножения, и значительно меньшую у растений, выращенных в лесу ( $0,9 \div 1,3$  м) и на лесной опушке ( $1,3 \div 1,75$  м), через 10 лет.

4. Анализ развития растений карельской березы, выращиваемых методом микроклонирования из меристемных тканей, продемонстрировал эффективность современного метода биотехнологии. У растений клонов карельской березы с закрытой корневой системой, растущих на открытой площадке в пос. Эсино, уже на 3-ий год размножения появились признаки «карелистости». Поверхность стволов покрылась белой берестой, на поверхности стволов обнаружена бугорчатость, у микроклонов с короткоствольной формой роста отмечено разветвление основного ствола на крупные ветки; на 7-ой год выращивания на растениях образовались женские и мужские сережки.

### **Заключение**

За период проведения эксперимента, начатого в 2011 г. на пришкольном участке МБОУ «Крутовская ООШ им. Г.С. Шпагина», было установлено, что клоны карельской березы хорошо акклиматизируются к местным условиям, и их можно разводить на территории Владимирской области в целях сохранения биологического разнообразия местной флоры, для промышленного использования и как декоративный материал для озеленения населенных пунктов.

Результаты исследований последних 3-х лет (2019-2021 гг.) продемонстрировали надежность и эффективность использования микроклонов с закрытой корневой системой для размножения на открытых площадках с высокой степенью освещенности (пос. Иваново-Эсино).

Участок с саженцами микроклонов карельской березы, высаженных в 2016 г. на территории пос. Иваново-Эсино, в 2020 г. включен в Мемориальный комплекс «Погибшим воинам» к 75-летию ВОВ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ветчинникова Л.В. Карельская берёза и другие редкие представители рода *Betula* L. М: Наука, 2005.
2. Ветчинникова Л.В. Клональное микроразмножение селекционного материала берёзы карельской //научные основы селекции, древесных растений Севера. Петрозаводск, 1998.
3. Давыдова С.Н. Ионова Ю.Г. Петриченко Л.Н. Вахромеев И.В. Памятник природы «Карельская берёза» во Владимирской области//Материалы региональной научной конференции (12-13 октября 2007 г.) //Иваново, Из-во «Иваново», 2008.
4. Любавская А.Я. Карельская берёза - М. Лесная промышленность, 1978.
5. Маевский, П.Ф. Флора средней полосы Европейской части России. - 10-е изд. - М.: Творчество научных изданий КМК, 2006. - 600 с.
6. Красная книга Владимирской области. – Владимир: Транзит ИКС, 2010. - 400 с.: ил.
7. Паспорт на государственный памятник регионального значения «Карельская берёза».
8. Сборник нормативно-правовых документов по особо охраняемым природным территориям Владимирской области. Часть 2. / Сост. Г.В. Есякова, С.Н. Давыдова/ Владимир: Владимиринформэкоцентр, 2002. - 76 с.
9. Шестибратов К.А., Мирошников А.И. Перспективы использования технологий клонального микроразмножения в лесном хозяйстве для массового производства посадочного материала ценных генотипов древесных растений. Научно-практический журнал «Интеграл». 2007 г., № 1 (33), январь-февраль.
10. Шурова М.Л. Состояние насаждений карельской берёзы в Республике Карелия. /Структур. и функц. отклонения от нормал. роста и развития растений под воздейст. факторов среды: Мат. Междунар. Конфер., Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011, с. 305-310.
11. Богинская Л.А., Константинов А.В., Кулагин Д.В. Микрклональное размножение: просто о сложном. /Ж. Лесное и охотничье хозяйство, 2012, № 9. С. 5-9.
12. Микрклональное размножение растений.  
<https://microklon.ru/page/mikroklonalnoe-razmnozhenie-rastenij-2>
13. Андрохин В.Г., Солодухин Е.Д. Лесная хрестоматия. – М.: Лесн. пром-сть, 1988. - 399 с., ил.
14. Рекомендации по уходу за меристемными растениями.  
<https://microklon.ru/page/recomendacii-po-uhodu>
15. Давыдова С. Н., Вахромеев И.В., Петриченко Л.Н., Ионова Ю.Г., Карельская берёза (*Betula pendula* Roth. var. *Carelica*) во Владимирской области // Мат. Межрегион. Краев. Конферен. (24 апреля 2009 г.) / Деп. по кул. адм. Вл. обл., ГУК "Влад. обл. универ. науч. б-ка им. М. Горького", Союз краеведов Влад. обл.– Владимир, 2010. С. 323-328.

16. Роцца в банке. На Петрозаводской кухне клонируют карельскую березу. Л. Ветчинникова. 2017. <https://ptzgovorit.ru/shortread/berezovaya-roshcha-v-banke>.

17. Кашина М.С. Биотехнологические методы в селекции растений. <https://scienceforum.ru/2017/article/2017031286>

18. Машкина О.С., Табацкая Т.М. Длительное культивирование *in vitro* карельской березы и его влияние на цитогенетическую стабильность и проявление хозяйственно-ценных признаков//Вестник Воронежского Государ. Университета Сер. География. Геоэкология. - Воронеж, 2011. -№ 1.- С. 160-162.

19. Машкина О.С. и др. Карельская береза (*Betula pendula* Roth var. *carelica* Merkl.) как модель для изучения генетической и эпигенетической изменчивости при формировании узорчатой древесины. //Генетика. - 2011.- Т. , № 8 – С. 1073-1080.

20. Карельская береза: Биологические особенности и способы размножения. Уч.-методич. пособие /Л.В. Ветчинникова, А.Ф. Титов, Т.Ю. Кузнецова.- Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018 -51с.

## **Приложения**

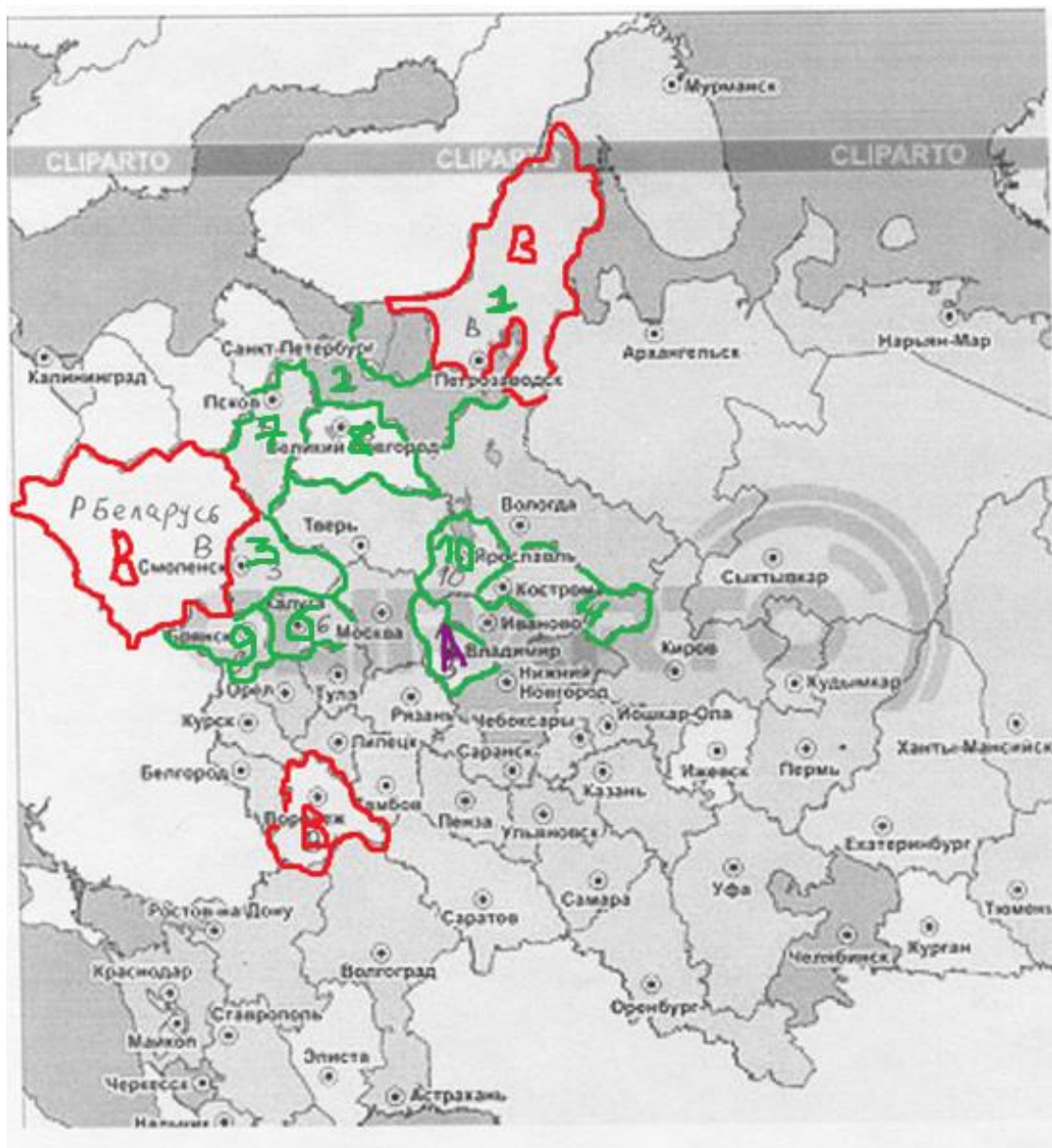


Рис. 1. Карта-схема ареала карельской березы в РФ: Республика Карелия (1), Ленинградская (2), Смоленская (3), Костромская (4), Владимирская (5), Калужская (6), Псковская (7), Новгородская (8), Брянская (9), Ярославская (10) области.

А – место проведения эксперимента: Владимирская область;

В – место произрастания материнских (маточных) растений клонов карельской березы: клоны К81 и КС06 из Республики Беларусь, клон К76 из Республики Карелия, клон БКТ1 из Воронежской области.



Рис. 2. Памятник природы регионального значения «Карельская береза» в Ковровском районе Владимирской области возле д. Бельково.



Рис. 3. Карельская береза на территории памятника природы регионального значения в Ковровском районе Владимирской области.

**Разные формы карельской берёзы, растущих на территории  
памятника природы**



Рис. 4. Карельская береза с короткоствольной формой роста.



Рис. 5. Карельская береза с высокоствольной формой роста.



Рис. 6. Карельская береза с гнездовой формы роста.

**Саженцы микроклонов карельской березы**



Рис. 7. Саженец клона карельской березы с открытой корневой системой меристемного размножения, высаженный в лес возле Крутовской ООШ (сентябрь 2020 г.).



Рис. 8. Саженец клона карельской березы с открытой корневой системой меристемного размножения, высаженный на опушку леса возле Крутовской ООШ (сентябрь 2020 г.).



Рис. 9. Саженец высокоствольной формы роста, клона карельской березы с закрытой корневой системой меристемного размножения, растущий на открытом участке пос. Иваново-Эсино (сентябрь 2020 г.).



Рис. 10. Саженец короткоствольной формы роста, клона карельской березы с открытой корневой системой меристемного размножения, растущий на открытом участке пос. Иваново-Эсино (сентябрь 2020 г.).



Рис. 11. Разветвление основного ствола у саженца клона карельской березы, растущей на открытом участке пос. Иваново-Эсино.

### Рекомендации от лесничества

ГКУ ВО «Ковровское лесничество» в сотрудничестве работает со школьным лесничеством «Муравей» на базе МБОУ «Крутовская ООШ имени Г. С. Шпагина».

На базе школьного лесничества удастся привлечь детей к научно-исследовательской деятельности в лесном хозяйстве. Научно-исследовательская деятельность школьного лесничества имеет перспективное значение и важно для возрождения и расширения ареала произрастания карельской березы на территории Ковровского района. В Ковровском районе на территории памятника природы «Карельская береза» количество карельской березы осталось незначительно. Рекомендуем продолжать научно-исследовательскую работу по внедрению новых биотехнологических методов по выращиванию карельской березы и других лесных культур.

В ходе работы выявляются обучающиеся, которые проявляют большой интерес к лесному хозяйству, выбирают профессию, связанную с этой отраслью.

На Всероссийской конференции работников школьных лесничеств, один из актуальных вопросов – подготовка кадров лесного хозяйства, которые так необходимы сегодня.

Рекомендуем продолжить совместную работу, потому что только через совместную деятельность идет развитие экологической культуры, вовлечение в практическую деятельность по охране, защите, восстановлению лесных богатств с использованием новых технологий.

Благодаря работе школьного лесничества дети на протяжении ряда лет принимают участие в акциях, конкурсах: Конкурс на лучшее школьное лесничество, акции «Сад памяти», «Чистый лес», «75 лет Победы».

Директор ГКУ ВО  
«Ковровское лесничество»



Пасека Г.Н.