

Федеральное государственное казенное общеобразовательное учреждение  
«Петрозаводское президентское кадетское училище»

## **Изучение роста и развития хвойных растений**

Выполнил: Беляков Георгий,

кадет 10 класса

ФГКОУ «Петрозаводское ПКУ»

Руководители:

Игнатенко Роман Викторович, к.б.н.,

и.о. руководителя лаборатории

биотехнологии растений КарНЦ РАН,

старший научный сотрудник;

педагог дополнительного образования

ФГКОУ «Петрозаводское ПКУ»

Маркова Татьяна Владимировна,

преподаватель биологии

ФГКОУ «Петрозаводское ПКУ»

## Оглавление

Введение .....	3
Глава 1. Биология и экология объектов исследования .....	4
Глава 2. Методы исследования .....	15
Глава 3. Результаты эксперимента .....	16
Заключение .....	21
Список литературы .....	22

## **Введение**

В последнее время отмечается резкое сокращение лесных массивов на Северо-Западе России, в первую очередь, хвойных растений, таких, как ель и сосна. Эти породы деревьев играют огромную роль в строительстве, промышленном производстве, народной медицине, химической промышленности и др., поэтому изучение их возобновления чрезвычайно актуально и своевременно.

**Цель:** изучение роста и развития ели обыкновенной, ели голубой, сосны обыкновенной, сосны кедровой.

### **Задачи:**

1. оценить всхожесть семян ели обыкновенной, ели голубой, сосны обыкновенной, сосны кедровой;
2. определить энергию прорастания семян ели обыкновенной, ели голубой, сосны обыкновенной, сосны кедровой;
3. изучить начальный этап роста ели обыкновенной и ели голубой в искусственных условиях;
4. создать электронную базу данных.

**Объекты исследования** – семена и проростки растений ели обыкновенной, ели голубой, сосны обыкновенной, сосны кедровой.

**Предмет исследования** – всхожесть семян проростков ели обыкновенной, ели голубой, сосны обыкновенной, сосны кедровой.

## Глава 1. Биология и экология объектов исследования

### 1.1. Характеристика хвойных

Хвойные – самая многочисленная и наиболее распространенная группа среди современных голосеменных (Жизнь..., 1978, Большая советская..., 2004). В настоящее время насчитывают 7 семейств, около 55 родов и не менее 560 видов хвойных. На обширных пространствах Северной Евразии и Северной Америки они образуют леса, часто представляющие собой чистые насаждения лишь одного вида. В южном полушарии они наиболее обильны в умеренных областях Новой Зеландии, Австралии и в Южной Америке. Большинство эндемичных родов хвойных и все древние реликтовые роды сосредоточены вдоль бассейна Тихого океана, особенно в Юго-Восточном и Центральном Китае, на Тайване, в Японии, Новой Каледонии, Тасмании, Тихоокеанской Северной Америке и в Южном Чили, а также в Новой Зеландии, Восточной Австралии и Новой Гвинее. Это объясняется тем, что климатические условия в области Тихого океана подверглись наименьшим изменениям после мезозоя, когда хвойные достигли максимального своего развития.

Среди хвойных встречаются деревья и деревца самых разных размеров и облика (Жизнь..., 1978, Лукомец, 2010). Встречаются все переходы от гигантских деревьев к карликовым формам. Если по гигантским своим размерам первое место занимает секвойя, то среди карликовых хвойных первенство, несомненно, принадлежит новозеландскому дакридиуму рыхлолистному (*Dacrydium laxifolium*) (Жизнь..., 1978, Кищенко, 2010).

#### Семейство сосновые

Сосновые – вечнозеленые или, реже, листопадные деревья, иногда стелющиеся кустарники. Игловидные, чешуевидные, реже узколанцетные листья их могут быть различных размеров - от крошечных у пихты белокорой (*Abies nephrolepis*) и ели Глена (*Picea glehnii*) до сильно вытянутых, достигающих у некоторых сосен 30 (сосна канарская - *Pinus canadensis*) или даже 45 см (сосна болотная - *P. palustris*). Держатся листья на дереве от 2 до 7

лет и лишь у лиственницы и лжелиственницы ежегодно опадают на зиму. Отмирая, они могут оставить на побеге метку - небольшой плоский рубец (у пихты) или маленький выступ коры в виде подушечки (у ели).

У таких сосновых, как тсуга, ель, пихта, все побеги одинаковые, а листья на них сидят спирально поодиночке. У других родов, например, у сосны, лиственницы, кедра, кроме обычных, не ограниченных в росте побегов (ауксибластов), имеются короткие боковые побеги (брахибласты), листья на которых могут размещаться по одному или пучками, по 2-50 в каждом. Длинные побеги покрыты многочисленными, быстро засыхающими чешуе - видными листьями. У лиственницы, кедра и лжелиственницы они несут и зеленые листья. Короткие побеги возникают в пазухах чешуевидных листьев на удлинённых побегах и отличаются от последних тем, что имеют сильно ограниченный рост в длину. Нередко пучок зеленых листьев, венчающий верхушку такого побега, опадает вместе с ним, как это наблюдается, например, у лиственниц (рис. 1) (Жизнь..., 1978, Большая советская..., 2004).

Почки, развивающиеся на концах побегов сосновых, живущих в суровых условиях Севера, надежно защищены плотно прилегающими друг к другу тонкими чешуйками, покрытыми, в свою очередь, защитным слоем смолы.

Микростробилы сосновых одиночные, реже собраны в группы и состоят из многочисленных плоских микроспорофиллов, верхняя часть которых иногда загнута наподобие крючка. Они сидят на общем стержне, располагаясь по спирали достаточно тесно, и напоминают плотно уложенную черепицу. Обычно микроспорофиллы малозаметны, но иногда бывают ярко окрашены в желтый или красный цвет. На нижней стороне каждого из них имеются два микроспорангия, вмещающие пыльцу. Пыльцевые зерна сосновых, за исключением лиственницы, тсуги и псевдотсуги, снабжены двумя летательными воздушными мешками, которые, по-видимому, способствуют их переносу ветром на громадные расстояния.

Мегастробилы собраны в сложные компактные образования - шишки, состоящие из центральной оси, на которой спирально располагаются кроющие

чешуи, несущие в пазухах семенные чешуи; у их основания (на стороне, обращенной к оси шишки) обычно парами сидят семяпочки. Чаще всего кроющие чешуи незаметны, но у некоторых видов пихты, лиственницы и псевдотсуги они выступают из-под семенных, придавая шишкам оригинальный "лохматый" вид (Жизнь..., 1978).

Перед самым опылением ось шишки немного удлиняется и чешуйки слегка раздвигаются, облегчая доступ пыльцевым зернам. Промежуток между опылением и оплодотворением у сосновых довольно велик и продолжается, например, у большинства сосен до 13 месяцев, но у других родов (кетелеерия, тсуга) укладывается в один сезон. К моменту созревания шишки сильно увеличиваются в размерах и одревесневают. Каждый род сосновых характеризуется шишками определенной формы и величины (рис. 2). Особенно крупных размеров достигают шишки пихты киликийской (длиной 25-30 см), а также американских сосен Култера (*Pinus coulteri*) - до 40 см и Ламберта (*P. lambertiana*) - до 50 см. Напротив, самые миниатюрные шишки (длиной 2,5-3 см) встречаются, например, у лиственницы Лайелла (*Larix lyallii*), псевдотсуги японской (*Pseudotsuga japonica*) (Жизнь..., 1978, Кищенко, 2010).

Большинство представителей семейства сосновых развивает мощную корневую систему. Кроме длинных, первичных или боковых, у них имеется большое количество коротких, мелких и часто сильно ветвистых корней, являющихся главными органами поглощения. На таких корнях у многих лесных деревьев - сосны, ели, пихты, тсуги и некоторых других - можно обнаружить микоризу. Гифы грибов густо оплетают корни дерева в том месте, где обычно располагаются корневые волоски, задерживая, а иногда и совершенно подавляя их рост. Такое сосуществование (симбиоз) приносит взаимную пользу (Жизнь..., 1978).



Рис. 1. Сосновые. Лиственница сибирская (*Larix sibirica*):

1 - укороченные и удлиненный побеги;

2 - веточка с микростробилами;

3-5 - различные стадии созревания шишки;

6 - семена.

Ель обыкновенная (*Picea abies*):

7 - вегетативные почки;

8 - почечные чешуи у микростробилов;

9-11 - веточки с микростробилами;

12-13 - различные стадии созревания шишки;

14 - семена.



Рис. 2. Сосновые. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*):

1 - ветвь с шишкой и собранием микростробилов;

2 - молодая шишка;

3 - зрелая шишка;

4 - семена;

5 - ветвь с молодыми побегами.

Сосна сибирская (*P. sibirica*):

6 - укороченный побег с пятью листьями;

7 - зрелая шишка;

8 - семена.

Обладая большей протяженностью, чем корневые волоски, гифы грибов становятся весьма активными поглотителями минеральных солей из почвы и лесной подстилки, получая, в свою очередь, от дерева некоторые органические вещества, в частности сахара. Правда, деревья, растущие на богатых почвах, могут прекрасно обходиться без микоризы. Зато на бедной, тощей почве сосна, например, чувствует себя очень плохо, если ее корневая система не заражена такими грибами (Жизнь..., 1978).

Грибы, вступающие в симбиоз с лесными деревьями, чаще всего относятся к группе базидиомицетов - шляпочных грибов, объединяющих как съедобные, так и несъедобные виды. Грибы, которые мы с таким увлечением собираем в лесу, представляют собой не что иное, как плодовые тела грибов, связанных с корнями различных деревьев. Любопытно, что некоторые микоризные грибы предпочитают какую-то одну породу дерева, другие - несколько, причем в их список могут входить как хвойные, так и лиственные деревья.

За редким исключением, сосновые относятся к довольно крупным деревьям, достигающим во многих случаях в высоту 40-50 м и диаметре 0,5-1,2 м. Однако и среди таких рослых видов имеются чемпионы, превышающие обычные размеры. Например, некоторые пихты, лиственницы и сосны вырастают до 60-65 м. К настоящим великанам растительного царства относится лиственница западная (*Larix occidentalis*) достигающая в высоту 80 м при диаметре ствола 1,5 м, а также известная во всем мире псевдотсуга Мензиса, или дугласия (*Pseudotsuga menziesii*), экземпляр которой, произрастающий в штате Вашингтон (США), имеет в настоящее время высоту 99 м (Жизнь..., 1978, Кищенко, 2010).

Растут сосновые большей частью быстро и лишь в крайне трудных условиях существования - далеко на Севере, высоко в горах, на каменистых склонах, на болотах - они могут превращаться в низкорослых, иногда распростертых по земле карликов. Зато именно в таких местах можно встретить старейших долгожителей Земли. Недавно американские лесоводы, работавшие

в горных лесах Невады и Калифорнии, установили необычайную продолжительность жизни у некоторых сосен. Они срубили один полувысохший экземпляр сосны долговечной (*Pinus longaeva*), приютившийся на пике Уайт-Маунтинс, чтобы узнать его истинный возраст. Тщательнейший подсчет годовых колец показал, что дереву было не меньше 4844 лет (Жизнь..., 1978).

### **Ель обыкновенная (*Picea abies*)**

Латинское название ели восходит к греческому слову "писса" (*Pissa*), что означает "смола". И хотя ель менее смолиста, чем сосна, именно она получила такое название.

Количество видов ели колеблется до 50. Ели - растения преимущественно северные. Они распространены как в Евразии, так и в Северной Америке. Большинство видов и особей ели держатся в рамках области, южная граница которой не выходит за пределы 35° с. ш., причем подавляющая часть еловых древостоев располагается значительно севернее. Однако наибольшее видовое разнообразие елей наблюдается в Центральном и Западном горном Китае (Жизнь..., 1978).

Ели, как правило, высокие стройные деревья, достигающие высоты иногда 60 и даже 90 м и диаметра 1,5-2 м. Они очень долговечны (доживают до 500-600 лет). Крона конусовидная, часто узкая, ствол прямой. Ель отличается высокой теневыносливостью, в связи с чем очищение от сучьев у нее идет медленно. Нижние ветви, прилегающие к земле, могут укореняться - свойство у хвойных относительно редкое. Кора у молодых деревьев более или менее гладкая, серая, иногда с буроватым оттенком, у старых - неровная, тонкая, лущающаяся. Микростробилы пазушные, образуются на побегах прошлого года, у основания они окружены чешуйками. Шишки повислые, при созревании не рассыпаются, созревают осенью первого года, открываются, высвобождая семена той же осенью или зимой, после чего опадают целиком. За это время шишки могут несколько раз изменять свою окраску.

Листья располагаются спирально, они четырехгранные или плоские, на конце заостренные, сидят на продолговатых подушечках (складочках коры), остающихся после их опадения, держатся на дереве до 7 лет.

Древесина елей белая или чуть желтоватая. Для древесины ели характерно наличие вертикальных и горизонтальных смоляных ходов. (Жизнь..., 1978).

Огромен ареал ели обыкновенной (*P. abies*), распространенной в Европе от восточной части Пиренеев до центральных областей европейской части России. Она отсутствует на Британских островах и на Северо - Германской низменности. На северо-востоке европейской части России и в Заволжье, по всей Сибири огромные пространства занимает ель сибирская (*P. obovata*). На крайнем востоке Азии (юг Приморского края и север Кореи) сменяется елью корейской (*P. korajensis*).

Ель отличается высокой теневыносливостью, и под пологом елового леса ее возобновление идет всегда несколько замедленно. Молодые деревья растут необычайно медленно, и в любом еловом лесу есть деревья высотой по грудь человеку, возраст которых может составить до ста лет. Поэтому хорошо идут в рост в основном те молодые растения, которые вырастают на прогалинах - в "окнах". Вне этих "окон" в еловом лесу сумрачно и прохладно. Недаром обычное название еловых лесов у местного населения "темнолесье" или "чернолесье". Именно их народная фантазия всегда населяла лешими, бабой-ягой и другой нечистой силой (Жизнь..., 1978, Кищенко, 2010).

Теневыносливость ели приводит к тому, что отмирание тканей вследствие превышения потребления органического вещества на дыхание над поступлением его в процессе фотосинтеза происходит у ели позднее, чем у более светолюбивых сосны и лиственницы. Поэтому еловый лес всегда полон довольно большими отмершими сучьями (и целыми мертвыми деревьями). Очень своеобразно почвенное питание ели. По имеющимся данным, ель способна усваивать некоторые сложные соединения азота (типа аминокислот). Поэтому всходы ели очень часто развиваются на упавших стволах и старых

пнях, образуя густую зеленую щетку. Эта способность ели широко использовать свои собственные остатки позволяет ей развиваться на относительно бедных азотом почвах.

На хорошо дренированных почвах, на холмистых местах обычно развиваются ельники-зеленомошники. В них полностью господствует ель, иногда с небольшой примесью березы или осины, а почва покрыта густым моховым покровом. Это наиболее богатые еловые леса, отличающиеся хорошим ростом ели и наиболее красивыми деревьями. Ельники-долгомошники с почти сплошным покровом из кукушкина льна всегда несколько беднее, чем ельники-зеленомошники. При увеличении увлажнения и появлении сфагновых мхов и осок состояние ели еще более ухудшается. (Жизнь..., 1978).

Встречаются ельники с густым травяным покровом, которые обычно развиваются по долинам небольших рек, вдоль ручьев на сырых почвах, но с проточной водой. Такой лес называют лог. В более южных районах европейской части России иногда образуются сложные ельники, где ель встречается в смеси с другими деревьями - липой и дубом.

### **Ель голубая (колючая, *Picea pungens*)**

Высокое дерево высотой до 40 м с плотной ширококонусовидной, обычно низко опущенной кроной. Кора серо-коричневая толстая бороздчатая. Молодые побеги желтовато-коричневые или оранжево-коричневые, голые, жесткие. Почки, тупоконические, не смолистые, верхушки чешуек отогнуты в стороны. Хвоя длиной 2-3 см, колючая, жёсткая, немного изогнутая, по центру листа проходит полоса светлых устьиц, что придает хвое сизовато-зелёный и даже голубоватый оттенок. В культуре бывают сорта с голубоватой, серебристой или золотистой хвоей. Зрелые шишки овально-цилиндрические, светло-коричневые, длиной 5-10 см, гибкие, рыхлые. Чешуи тонкие, по краю волнистые или выемчатые. Семена длиной 2 мм с коротким желтовато-бурым крылом. От других елей отличается длинной торчащей 4-гранной очень острой хвоей, цвет

которой может изменяться от зеленого, голубого до почти белого. Цвет зависит от воскового налета на молодой хвое, толщина которого различна у разных форм ели. К зиме налет постепенно сходит, и крона изменяет свою окраску на темно-зеленую, а хвоя становится более жесткой. (Жизнь..., 1978).

Мужские шишки буровато-коричневые, женские - красные, при созревании зеленеющие, а затем буреющие. Цветение в мае - начале июня.

Зрелые шишки цилиндрические, светло бурые, длиной 5-10 см. Созревают к сентябрю того же года. До осени следующего года обычно висят на дереве даже после высыпания семян.

В нашей стране впервые появилась в Никитском ботаническом саду в 1858 г. и сейчас широко распространена от Крыма до Архангельска, а также в Сибири и в Средней Азии. Родиной же колючей ели является запад Северной Америки, где она растет в Скалистых горах на высоте 2000-3000 м над уровнем моря (Жизнь..., 1978).

### **Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*)**

Род сосна (около 100 видов) - самый большой род в семействе и второй, после подокарпа, среди хвойных. Для многих народов северного полушария сосны представляют привычный компонент природы - растения, с которыми человечество знакомо с самых первых шагов своего развития. Всюду, где бы ни росли сосны, своеобразие их внешнего облика, удивительная способность при поранении ствола выделять ароматную смолу, выступающую крупными каплями, запах просмоленной древесины издавна делали их, почти во всех областях естественного произрастания, объектом мифов, религиозных церемоний и поклонений.

Сосны, за исключением немногочисленных прямостоячих или стелющихся кустарников, - стройные вечнозеленые деревья, достигающие в высоту 50 или даже 75 м и в диаметре 2-4 м. Длина зеленых или сизоватых

острых листьев колеблется у разных видов от 2 до 30, а иногда и 45 см при ширине 1-2 мм (Жизнь..., 1978).

Видом, занимающим среди сосен наибольшую площадь и накапливающим наибольшее количество биомассы, является всем хорошо знакомая сосна обыкновенная. Высотой обычно от 20-35, редко до 50 м, с прямым, высоко очищенным от ветвей стволом, с красноватой, иногда даже несколько оранжевой корой, обычно с небольшой, но изящной конусовидной кроной, сосна обыкновенная радует глаз в любом растительном сообществе. Особенно хороши боры-беломошники. Но не менее привлекательна сосна и в виде одиноко стоящего дерева с мощным, часто искривленным стволом, низко опущенной кроной. От таких сосен словно веет богатырским духом.

Сосна обыкновенная характеризуется двумя довольно короткими листьями в каждом пучке, шишки небольшие (длиной 2,5-7 см и шириной 2-3 см), часто одиночные, иногда по 2-3, на загнутых вниз ножках. Созревают шишки на второй год.

Сосна обыкновенная распространена в Евразии от Шотландии до тихоокеанских берегов, от Северной Норвегии (70° 29' с. ш.) до Португалии, Испании (37° с. ш.), а также в Италии, на Балканах и в Малой Азии. Во всей этой обширнейшей области сосна обыкновенная занимает самые разные местообитания на бескрайних равнинах (Северная и Средняя Россия) и в высоких горах (Пиренеи, Альпы, Балканы, Кавказ).

Естественно, что, обладая столь обширным ареалом и произрастая в столь различных условиях, сосна обыкновенная дает начало очень многим формам, рассматриваемым некоторыми ботаниками как отдельные виды. Она образует леса самого различного состава, где вместе с ней растут разные виды деревьев, кустарников и трав (Жизнь..., 1978).

### **Сосна сибирская (кедровая, *Pinus sibirica*)**

Такое название было дано этой очень красивой пятихвойной сосне в XV в. русскими, познакомившимися с ней во время своих перемещений по Сибири.

Внешне из-за "пушистой" хвои этот вид не был похож на ту сосну, которую они так хорошо знали по своей родине. Сосна сибирская морфологически близка к сосне европейской (*Pinus cembra*) и, вероятно, является ее формой.

Сосна сибирская обладает огромным ареалом, простирающимся от верховьев реки Вычегды на северо-востоке европейской части России и до верховьев реки Алдан в Восточной Сибири. На север эта сосна доходит до 68° 30' с. ш. по реке Енисею, на юге - до севера Монголии. Сосна сибирская - высокое дерево (35-43 м), с очень густой конусовидной кроной; кора ствола гладкая, серая, у старых деревьев серо-бурая, бороздчатая. Листья плотные, торчащие, длинные (6-13 см) и широкие (1-2 мм); по-видимому, в среднем более длинные и более широкие, чем листья у сосны европейской, у которой они редко шире 11 мм и не длиннее 7 см. Шишки довольно крупные (длиной до 13 см), прямостоячие, светло-бурые. Семена (кедровые орехи) крупные, жирные.

Древесина сосны сибирской отличается от древесины сосны обыкновенной меньшей плотностью и легкостью в обработке, отчего используется, в частности, при изготовлении карандашей (Жизнь..., 1978).

## Глава 2. Методы исследования

В рамках исследования была проведена оценка энергии прорастания и всхожести семян (по ГОСТу) 4-х видов хвойных растений (*первый эксперимент*): сосны обыкновенной (180 семян), сосны кедровой (30 семян), ели обыкновенной (180 семян), ели голубой (180 семян). Семена проращивали в чашках Петри (по 2 штуки для каждого вида) на влажной двухслойной фильтровальной бумаге по 30 штук. После этого все чаши Петри помещали в тёмный шкаф на неделю. Через 7 дней проводили оценку энергии прорастания. Затем на неделю все образцы размещали на подоконнике, в конце эксперимента фиксировали всхожесть семян. Повторность опыта была трехкратная для всех семян кроме сосны кедровой.

По окончании последнего эксперимента часть семян ели обыкновенной и ели голубой после оценки энергии прорастания была высажена в универсальный почвенный грунт. В каждый горшок высаживали по 4 растения. Всего в эксперименте использовали по 5 горшков для каждого вида. У растений измеряли высоту побега. Растения выращивали при естественном освещении.

Через полгода был проведен *второй эксперимент*. У семян ели обыкновенной и ели голубой оценивали всхожесть (по 120 семян соответственно). Также семена этих двух видов деревьев (предварительно не пророщенные) были высажены в 2 типа субстрата: почвенный универсальный грунт и грунт с песком. Анализировали долю проросших растений, их ростовые показатели, а также отмечали такие параметры как температуру и влажность воздуха в лабораторном помещении. Растения выращивали при естественном освещении.

Семена для исследования были предоставлены лабораторией биотехнологии растений Отдела комплексных научных исследований КарНЦ РАН.

## Глава 3. Результаты исследования

### *Первый эксперимент*

Энергия прорастания – это очень важный показатель, характеризующий дружность прорастания и в значительной степени влияющий на качество полевой всхожести этих семян. Он показывает процент проросших семян в сроки более короткие, чем для определения всхожести (Лукомец, Благородова, 2010). Наше исследование показало, что на 7 сутки эксперимента в среднем корень появился у 36% семян сосны обыкновенной, 48% – ели обыкновенной, 27% – ели голубой, 0% – сосны кедровой.

Всхожесть – способность семян образовывать нормально развитые проростки за определенный срок проращивания, предусмотренный ГОСТом для каждой культуры. Лабораторную всхожесть определяют в процентах как отношение нормально проросших семян (за определенный срок при определенных условиях) к общему их количеству, взятому при проращивании в лаборатории (Лукомец, Благородова, 2010). В нашем исследовании всхожесть 4-х видов хвойных растений оценивали на 14 сутки эксперимента.

Выявлено, что у ели обыкновенной семена всходили чаще, чем у остальных изученных видов (рис. 3). У сосны кедровой семена не взошли даже спустя месяц нахождения во влажном состоянии. Вероятно, это связано с толстой семенной оболочкой, которая не давала им прорости в обычных условиях.

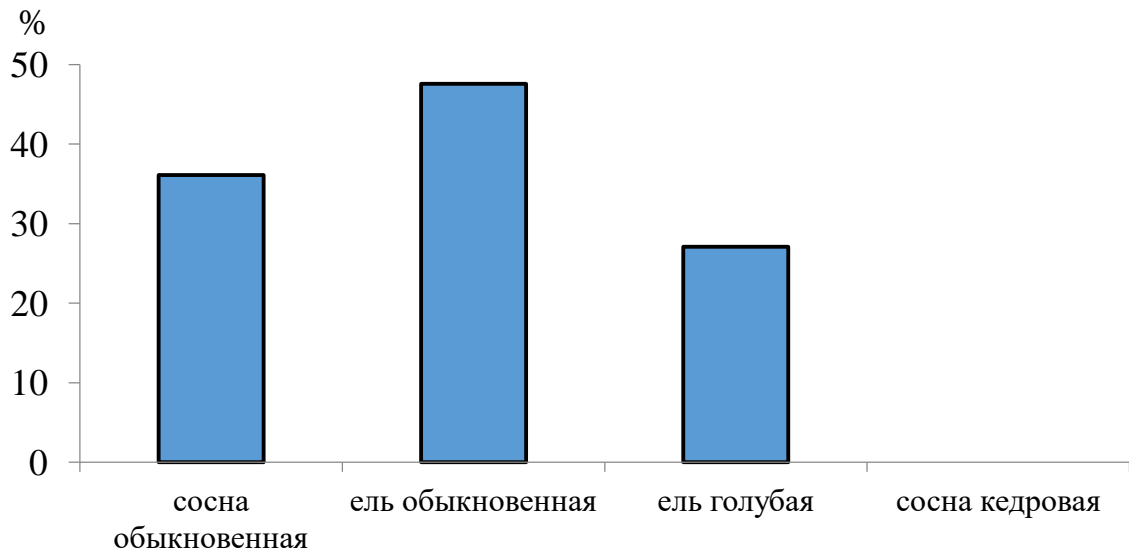


Рис. 3. Всхожесть семян разных видов хвойных растений

Интересно, что у ели голубой наблюдалось такое явление как полиэмбриония (рис. 4), т.е. образование нескольких зародышей в одном семени (Большая..., 2004).



Рис. 4. Полиэмбриония у ели голубой

Исследование роста двух видов ели (рис. 5) показало, что на протяжении 8 месяцев число растений уменьшилось на 7 штук (рис. 6), а средняя длина побега увеличилась в 2 раза (рис. 7). Важно отметить, что такие экологические характеристики как температура и влажность воздуха, оказывают существенное воздействие на живые организмы, особенно на растения. В результате эксперимента эти два параметра были измерены в динамике и представлены на рисунке 8.



Рис. 5. Внешний вид проростков ели голубой и ели обыкновенной

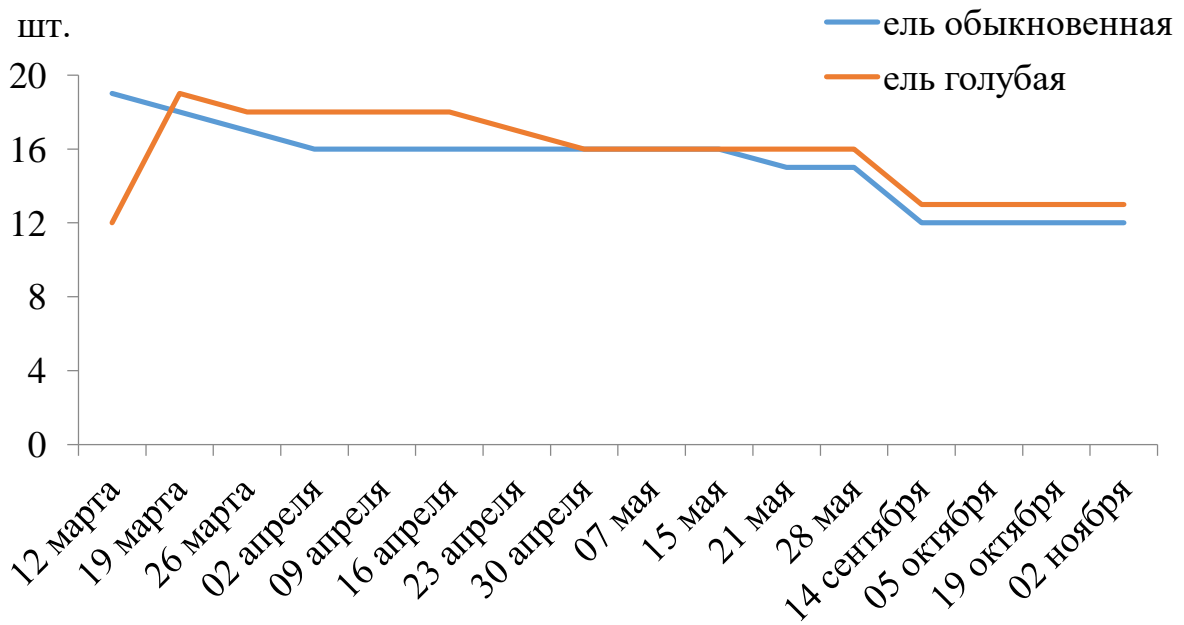


Рис. 6. Число растений ели обыкновенной и ели голубой в разные даты исследования

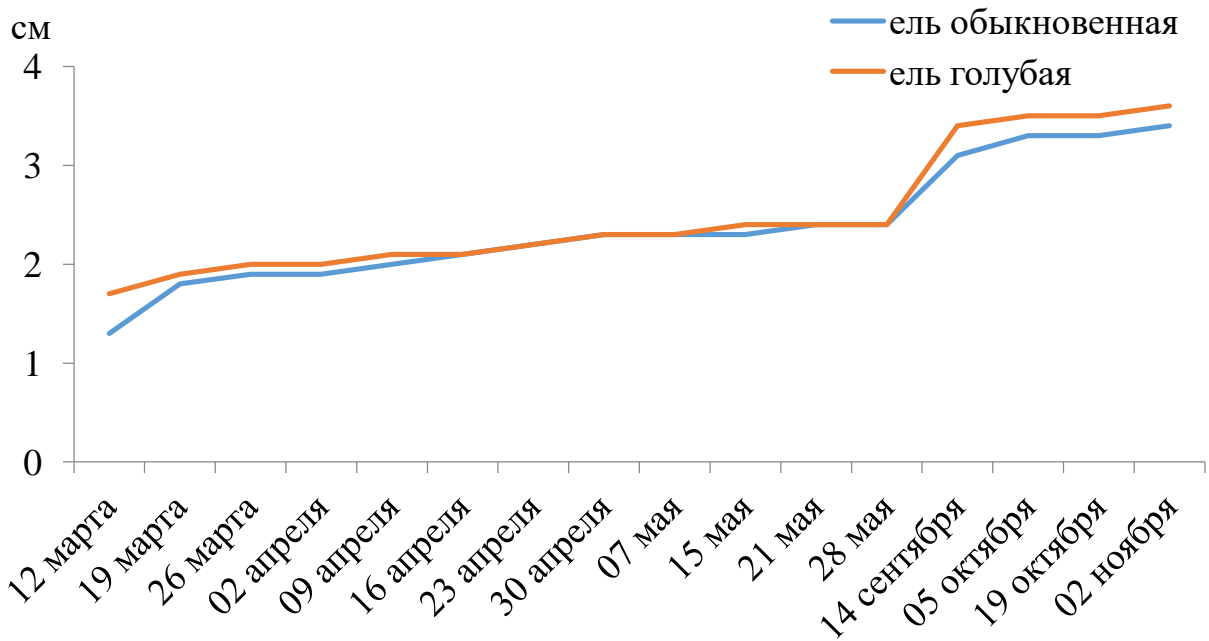


Рис. 7. Средняя длина побега растений ели обыкновенной и ели голубой в разные даты исследования

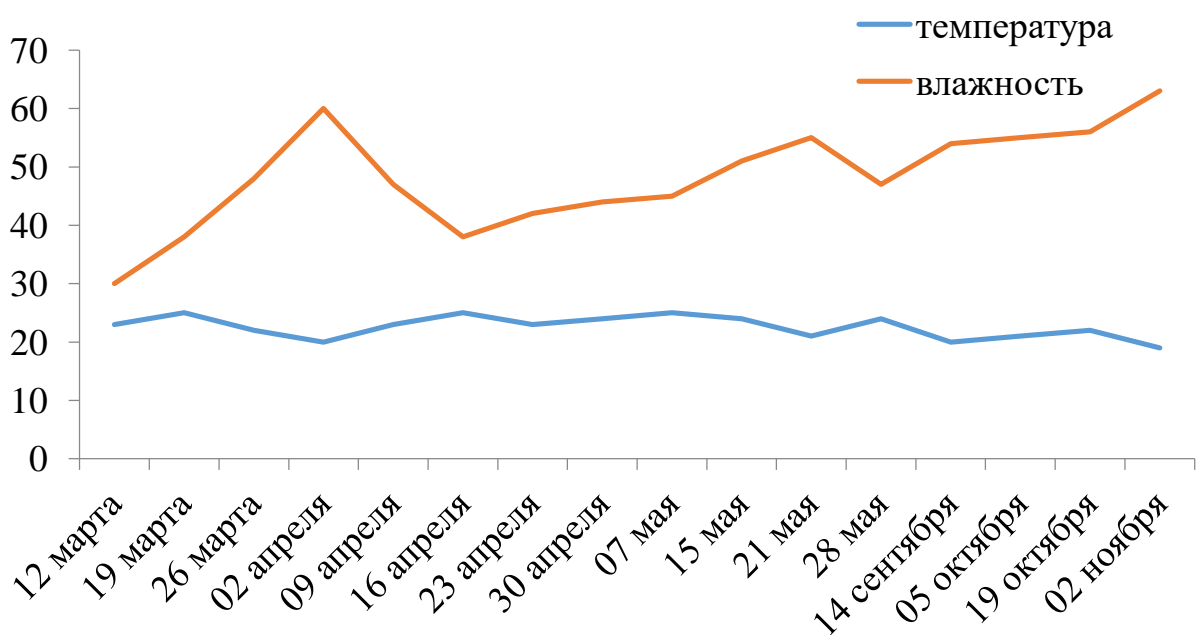


Рис. 8. Изменение температуры (°C) и влажности воздуха (%) в разные дни эксперимента

### ***Второй эксперимент***

В рамках исследования было установлено, что средняя всхожесть семян ели обыкновенной составляет 62,5, а ели голубой – 45%. Семена в 2 типа субстрата были посажены 21 сентября 2022 г. Первые всходы появились 12

октября 2022 г. При этом в почве проросло 30% семян ели обыкновенной и ели голубой, а в смешанном грунте (песок + почва) 25% и 10% семян соответственно. При этом в горшках с универсальным грунтом отмечался рост растений и на 30 сутки вегетации растений составлял в среднем 2,5 см для ели обыкновенной и 2,8 см для ели голубой, тогда как в смешанном грунте на протяжении 15 суток не изменялся и на конец эксперимента составлял 2,3 и 2 см соответственно.

## **Заключение**

Исследование энергии прорастания и всхожести разных видов хвойных растений показало их отличие по данным параметрам. Вероятно, это может быть связано с видовыми особенностями растений. А также с условиями произрастания материнских деревьев, с которых были собраны семена. Интересно, что семена сосны кедровой не проросли спустя месяц нахождения на влажной фильтровальной бумаге. Возможно, для получения проростков этого вида необходимы особые условия.

Предварительно проросшие семена, высаженные в почвенный субстрат, двух видов ели – обыкновенной и голубой хорошо растут в условиях лаборатории. Однако растения сильно зависят от микроклиматических условий, которые формируются в кабинете. Так, на протяжении эксперимента температура и влажность составляли в среднем 22,6 °С и 48,3%, что близко к оптимальным значениям. В летний период полив был организован, не постоянный, что привело к гибели части растений. Но выжившие особи, вероятно, можно отнести к более адаптированным к экстремальным условиям произрастания растениям.

Анализ влияния типов субстрата показал, что наличие песка в почвенном субстрате не оказывает положительного эффекта на рост и развитие представителей рода ель. А также свидетельствует о низкой всхожести семян ели при попадании в субстрат.

Таким образом, при выращивании сеянцев ели обыкновенной и голубой мы рекомендуем предварительно проращивать семена, а затем их высаживать в универсальный почвенный грунт, поддерживать температуру и влажность воздуха в производственном помещении на оптимальном уровне. Для озеленения городов, а также на территории с сильным антропогенным воздействием, предварительно проводить исследование на устойчивость растений к различного рода негативным факторам окружающей среды, чтобы исключить некачественный растительный материал.

### Список литературы

1. Большая российская энциклопедия: [Электронный ресурс]. Москва, 2004. URL: <https://bigenc.ru/biology/text/3154960> (Дата обращения: 21.03.2022).
2. Жизнь растений. Том четвертый. Мхи, плауны, хвощи, папоротники, голосеменные растения. М.: Издательство «Просвещение», 1978. 447 с.
3. Кищенко И.Т. Рост и развитие аборигенных видов семейства PENTACEAE LINDL. в условиях Карелии, монография, ПетрГУ – 2000, 208 с.
4. Лукомец С.Г., Благородова Е.Н. Сортовые и посевные качества семян овощных культур: [Электронный ресурс]. Краснодар, 2010. URL: <https://kubsau.ru/upload/iblock/118/118c7beacddc9696f96b47e2821d29ca.pdf> (Дата обращения: 21.03.2022).