

Рост и продуктивность семян ели европейской разных сроков посева

О. И. Гаврилова,¹

Петрозаводский государственный университет

В. К. Хлюстов

Российский государственный аграрный университет

РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются закономерности роста семян ели европейской (*Picea abies*) в условиях среднетаежной подзоны республики Карелия. Приводятся рекомендации по срокам проведения посевов и способам подготовки семян

Ключевые слова: ель европейская, дата посева, семена, рост и развитие.

SUMMARY

*Article is devoted to the main patterns of growth Spruce European (*Picea abies*) seedlings in middle boreal zone of Karelia. The date of sowing and method of preparation of seeds are recommended.*

Keyword: *Spruce European, date of sowing, seedlings, growth and development.*

Выращивание посадочного материала хвойных пород в Республике Карелия осуществляется в достаточно больших объемах: в 2005 году – около 25 млн. шт., в 2007 году – более 30 млн. шт., в том числе контейнеризированных семян (ПМЗКС) – 4 млн. шт. Как правило, в условиях открытого грунта посадочный материал выращивается на основе рекомендаций, разработанных в 1970-е годы. Авторами рассматриваются рост и развитие семян первого года жизни в связи с посевами при различной сумме накопленных температур более +5 °C на момент посева. Для разработки рекомендаций посевов по суммам накопленных температур следовало выявить основные закономерности роста семян в конкретных климатических и погодных условиях. Однако условия года, которые существенно могут повлиять на рост в условиях открытого грунта, в условиях теплицы нивелируются, и результаты могут быть использованы для определения сроков посева и способа подготовки семян в регионе с определенными климатическими условиями и продолжительностью дня и ночи.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

В течение восьми лет на территории лесного питомника Петрозаводского лесхоза проводились исследования по изучению периодичности роста растений хвойных по-

род: исследованию динамики роста и развития семян ели. Через 5-дневные промежутки растения аккуратно выкапывали по 150 штук с каждого варианта, отмывали и после подсушивания тщательно замеряли с точностью до 0,1 см линейные показатели и до 0,1 мм диаметры стволиков штангенциркулем. После замеров линейных показателей растения делили на отдельные части и после подсушивания взвешивали по 100 штук хвоинок, стволиков и корней растений для каждого варианта в 3-кратной повторности. Всего за 8 лет было выкопано, замерено и взвешено 84000 штук однолетних растений. Способ подготовки семян, сроки посева семян определяют время проявления отдельных морфологических признаков, продолжительность этапов органогенеза и абсолютные значения качественных показателей семян, не изменяя периодичность и характер ритмов роста.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В течение первого сезона развития наблюдается ряд качественных этапов, отличающихся определенной направленностью ростовых процессов. Независимо от условий выращивания семян их развитие происходит с определенной периодичностью. Внешние условия определяют абсолютные показатели величин роста. Ритмичность линейного роста и прироста сухого вещества детерминирована наследственно, ее закономерный характер изменяется незначительно под воздействием внешних факторов, что также влияет на прирост.

Рост семян с разными сроками посева семян существенно отличается, и связано это не с тем, что все этапы развития идут позже по срокам, а с тем, что уменьшаются по продолжительности периоды, связанные с перераспределением веществ внутри растений. При задержке сроков посевов на 10 дней эпикотиль начал расти всего на 5 дней позже контроля, а при 20 днях задержки – на восемь. Таким образом, запаздывание со сроками посевов означает уменьшение периодов, когда сеянец напряженно готовится к наиболее ответственным моментам своей жизни: интенсивному росту эпикотиля и подготовке к зиме. Именно это приводит к потере в высоту до 33% при запаздывании со сроками посевов до 20 дней и потерей до 27% при запаздывании на 10 дней по сравнению с контрольным сроком; для открытого грунта – соответственно на 22 и 17%. Вероятно, по той же причине при запаздывании со сроками посевов велики различия в длине главного корня. Увеличение глубины заделки семян существенно не повлияло на линейные размеры главного корня.

По-видимому, сокращение продолжительности периода «скрытого роста» приводит к ухудшению абсолютных показателей роста. При сравнении кривых хода роста семян по высоте для разных сроков посева было замечено, что начало роста эпикотильной части семени довольно ясно определяется. Сместив начало роста эпикотиля в начало координат, получим вверх кривых, исходящих из

¹ Авторы – соответственно доцент кафедры лесного хозяйства и профессор, заведующий кафедрой лесоводства

одной точки (рис. 1). Зная изменение высоты в абсолютных величинах, определим изменение в относительных величинах, приняв за единицу любое значение по оси X и Y. Изменение относительных значений высоты разных вариантов описывается одной кривой, т. е. существует общая закономерность в их развитии, зависимость от внутренних, биологических факторов, определяемая как день от начала роста эпикотилия. Сроки посева, как календарный день, влияют на размеры семян к концу сезона опосредованно, как сумма накопленных температур (T) на момент посева (более +5 °C). Эта зависимость носит характер гиперболической кривой (см. рис. 1).

Зная оптимальные для роста семян суммы положительных температур к моменту посева, можно регулировать сроки высева семян в зависимости от погодных условий года выращивания.

С другой стороны, на выход качественного посадочного материала оказывает влияние своевременное осуществление необходимых агротехнических мероприятий в период роста семян. Для первого года жизни наиболее важным в этом плане периодом является период роста эпикотильной части семени и максимального накопления сухой массы. В результате проведенных исследований оказалось, что этот период продолжается 30–40 дней для различных пород. В дальнейшем происходит резкое замедление процессов роста. Именно в этот период, начало которого определяется визуально, по морфологическим признакам, необходимо проведение основных мероприятий по агротехнике.

Дату посева в данном контексте можно применять как действие суммы накопленных температур на момент посева. Кроме того, именно день от начала роста в конечном итоге влияет на размеры. Для контрольного срока посева были определены зависимости биометрических показателей от срока посева и дня от начала роста. Исходя из того, что высота семян к концу вегетационного сезона в первый год роста складывается из высот гипокотильной (H_0) и эпикотильной (H_1) частей, но величина H_0 для каждой из пород фактически постоянная, можно сказать, что линейная дифференциация высоты семян зависит от эпикотильного периода роста семени.

Таким образом, конечная высота семени, как и некоторые другие параметры, тесно связана как с суммой положительных температур на начало роста, так и с продолжительностью роста эпикотильной части и может быть выражена в виде функционала:

$$H = f(T, D),$$

где T – день от начала роста эпикотилия;
 D – сумма накопленных температур > +5 °C на день посева.

В качестве априори была принята регрессия общего вида для моделирования:

$$H = \exp\{k_0 + k_1 \ln D + k_2 \ln^2 D + k_3 \ln T + k_4 \ln^2 T + k_5 \ln D \times \ln T\} \quad (1)$$

После регрессионного анализа экспериментальных данных получено уравнение регрессии вида:

$$H = \exp\{9,6701 - 0,7012 \ln T + 0,221 \ln D - -0,0203 \ln^2 D - 0,0105 \ln T \times \ln D\} \quad (2)$$

$$R^2 = 0,092, \quad t = |3,93 \div 7,81| > t_{05} = 2.$$

Подобным образом определялась зависимость числа хвоинок (X) от тех же параметров:

$$X = \exp\{-2,0905 + 1,7821 \ln D - 0,0607 \ln^2 D - 0,0103 \ln D \times \ln T\} \quad (3)$$

$$R^2 = 0,98, \quad t = |4,54 \div 11,43| > t_{05} = 2.$$

Модели рассчитаны для конкретных экологических условий и работают при:

$$\begin{aligned} 0 \leq D \leq 130, \\ 0 \leq T \leq 400. \end{aligned}$$

В процессе роста и развития корневой системы семян меняется физиологическая и структурообразовательная роль ее отдельных компонентов. Так, доля участия главного корня в общей длине корневой системы к концу периода вегетации снижается со 100 до 15–20%. На ранних этапах органогенеза стержневой корень и боковые окончания пророста имеют корневые волоски и выполняют роль сосущих корней. По мере роста корней их эпидерма пробковеет, и корни выполняют, как правило, скелетную и проводящую функции. Основная масса боковых корней ели расположена в верхнем 5-сантиметровом слое, что определяется биологией породы. Особенности развития корневой системы необходимо учитывать при проведении уходов, и в первую очередь, при проведении прополок и рыхлений. Глубокое рыхление почвы может привести к механическому повреждению корневых окончаний семян, а в жаркое время и к их подсыханию. Развитие корневых систем зависит от сроков посева и способа подготовки семян. Для выявления определенных зависимостей роста корней от суммы накопленных температур на момент посева и дня от начала роста корней находим для семян ели уравнение, при помощи которого можно определить длину главного корня (G) (рис. 2) и длину боковых корней (B):

$$G = \exp\{2,2901 + 1,5312LnD - 0,0409Ln^2D - 0,0302LnD \times LnD\} \quad (4)$$

$$R^2 = 0,92, \quad t = |4,32 \div 10,48| > t_{05} = 2.$$

$$B = \exp\{13,906 - 1,1931LnT + 0,0708LnT \times LnD\} \quad (5)$$

$$R^2 = 0,87, \quad t = |4,23 \div 15,11| > t_{05} = 2.$$

где: $0 \leq D \leq 130, \quad 0 \leq T \leq 400.$

В таблице 1 приведено развитие корневой системы однолетних семян ели европейской.

Таблица 1
Развитие корневой системы однолетних семян ели европейской (Ель европейская — *Picea abies*)

| Способ обработки семян | Дата посева | Длина главного корня | Суммарная длина боковых корней | Число боковых корней 1-го порядка |
|------------------------|-------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Снегование | 7.05 | 125,34±1,14 | 290,75±14,83 | 43±3+0,1 |
| | 14.05 | 122,31±1,17 | 235,4±10,11 | 39,2±1,8 |
| | 24.05 | 110,4±1,04 | 218,63±8,76 | 37,7±1,8 |
| | 4.06 | 150,14±5,16 | 280,00±10,04 | 44,2±2,2 |
| Намачивание | 14.05 | 118,95±3,12 | 263,48±11,15 | 36,6±1,4 |
| | 14.05 | 92,48±3,12 | 218,45±12,43 | 30,0±1,3 |

Анализ динамики темпов накопления сухого вещества выявил наличие общих тенденций в различных вариантах опыта, что явилось поводом для определения прогнозирования качества посадочного материала с помощью математических методов (по аналогии с линейными размерами). В результате изучения колебаний прироста биомассы отдельных вегетативных органов семян ели в закрытом грунте при различных сроках высева семян и продолжительности роста семян были выявлены определенные закономерности. Так, было отмечено, что при разных сроках посева изменение массы различных органов растения происходит по определенным зависимостям, независимо от даты посева (рис. 3).

Абсолютное значение прироста биомассы хвои (F), корней (K), стволиков (S) имеет связь с суммой накопленных температур на момент посева и продолжительностью роста эпикотильной части семян. Эта связь выражается уравнениями вида:

$$K = \exp\{-0,8320 + 1821LnD - 0,0403Ln^2D - 0,0131LnD \times LnT\} \quad (6)$$

$$R^2 = 0,98, \quad t = |3,73 \div 10,18| > t_{05} = 2$$

$$F = \exp\{4,3812 + 0,3711 LnD - 0,0205 LnD \times LnT\} \quad (7)$$

$$R^2 = 0,85, \quad t = |4,33 \div 8,15| > t_{05} = 2.$$

$$S = \exp\{2,5298 + 0,1678LnT - 0,2412LnD + 0,0623LnD^2 + 0,0415LnD \times LnT\} \quad (8)$$

$$R^2 = 0,96, \quad t = |4,93 \div 5,119| > t_{05} = 2$$

Уравнение работает при значениях:

$$0 \leq D \leq 130, \quad 0 \leq T \leq 400.$$

Наряду с методами статистического моделирования было проведено сравнение весовых показателей семян, полученных из намоченных в воде и снегованных семян. Отличаясь по абсолютным показателям средних значений, они имели различные показатели отклонения от средних величин.

При изучении весовых показателей семян выявилось, что способ подготовки семян существенно влияет на них. Так, масса хвои при посеве в ранние сроки на 12% выше у снегованных семян относительно намоченных в снеговой воде, при этом различие достоверно (16,61>3) на 5%-м уровне значимости.

При посеве семян сосны на неделю позже различие составило уже 5% при коэффициенте $t_{5\%}$ равном 6,6. При запаздывании с посевом на две недели масса хвои семян из снегованных семян оказалась уже меньше намоченных и составила 6,3%. При запаздывании со сроком посева на месяц различие составило менее 1% и оказалось в пределах точности исследований (коэффициент Стьюдента 1,96). Срок посева семян влияет также на массу хвои. Абсолютно сухая масса стволиков различна при всех сроках посева.

При сопоставлении сухой массы целого растения, выращенного из снегованных и намоченных семян, оказалось, что подготовка семян и срок посева существенно влияют на массу растения. Так, масса 1 растения из снегованных семян на 9,4% больше массы растения из намоченных семян при достоверном различии (критерий Стьюдента 17,4>3 при $p=5\%$). При более поздних сроках посева различие становится менее существенным (до 0,5%) и находится в пределах точности опыта. По сравнению с сеянцами открытого грунта для выращенных в теплице способ подготовки семян влияет в меньшей степени. Так, масса хвои для разных вариантов самого раннего срока посева отличается на 0,3% при

критерии Стьюдента $0,5 < 3$ при $p=5\%$. Близкие показатели имели и другие варианты посевов, при этом самый поздний отличался для разных способов подготовки семян на 4,1% (критерий Стьюдента $1,15 < 3$ при $p=5\%$).

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Рост сеянцев первого года жизни существенно отличается от более старших растений. При одинаковых закономерностях на абсолютные показатели роста в большей степени влияют сроки проведения посевов и способ подготовки семян. При весенних посевах максимальными показателями отличались сеянцы ранних сроков посевов, что в условиях теплиц вполне реально выполнить. При запаздывании со сроками посева наблюдается существенное снижение всех линейных и весовых показателей. При ранних сроках посева имеет большое значение, прошли ли семена полный цикл подготовки с хранением их при низких температурах. В большей степени способ подготовки семян влияет на массу хвои и корней, на массу стволика – в меньшей степени. При более благоприятных условиях прорастания семян в более поздние сроки способ подготовки меньше воздействует на весовые показатели и различие в массе растений становится несущественным. По-видимому, снегование влияет на успешность роста в случае низких температур прорастания семян, т. е. ранних сроках посева, и более существенно на сеянцы открытого грунта, нежели тепличные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Редько Г. И. Биоэкологические основы выращивания сеянцев ели, кедра, лиственницы в условиях Петрозаводского питомника / Г. И. Редько, О. И. Гаврилова // Лес, окружающая среда и новые технологии в Северной Европе: Докл. междунар. конф. Петрозаводск, сентябрь, 1993; Изд-во Ун-та Йёнсуу. № 17. Йёнсуу, 1994. С. 48 – 49, 255 – 256.
2. Мордась А. А. Выращивание посадочного материала в лесных питомниках. / А. А. Мордась, М. С. Синькевич. Петрозаводск, 1974. 96 с.
3. Хлюстов В. К. Лесные культуры Карелии. Этапы раннего возраста. / В. К. Хлюстов, О. И. Гаврилова, И. В. Морозова М.: Изд-во РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2007. 286 с.

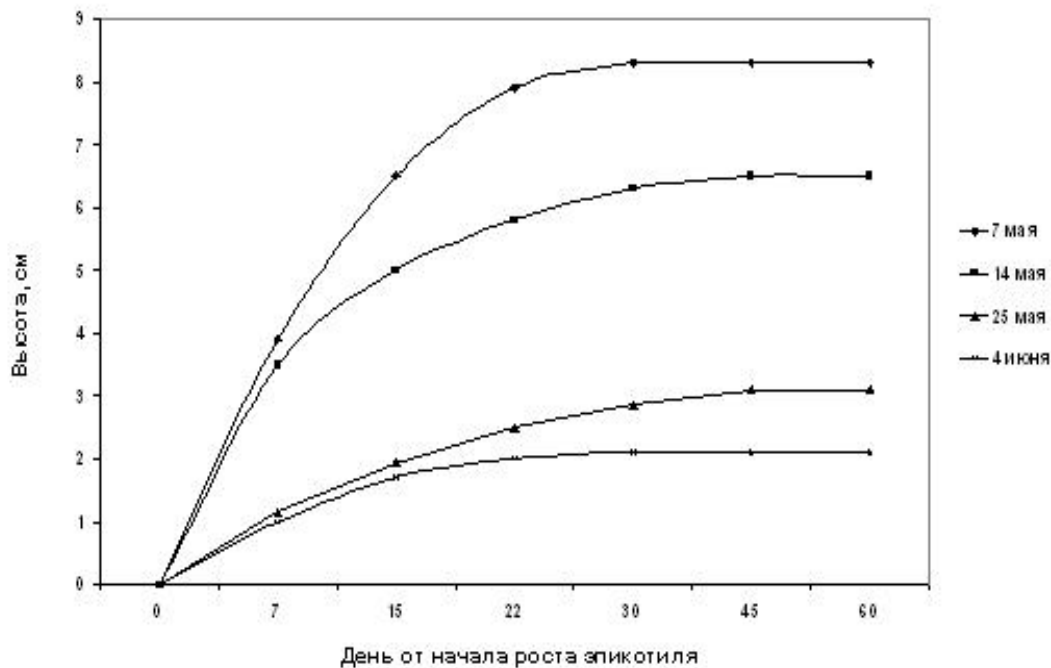


Рис. 1. Высота эпикотильной части стволика ели в теплице по дням от начала роста эпикотилия

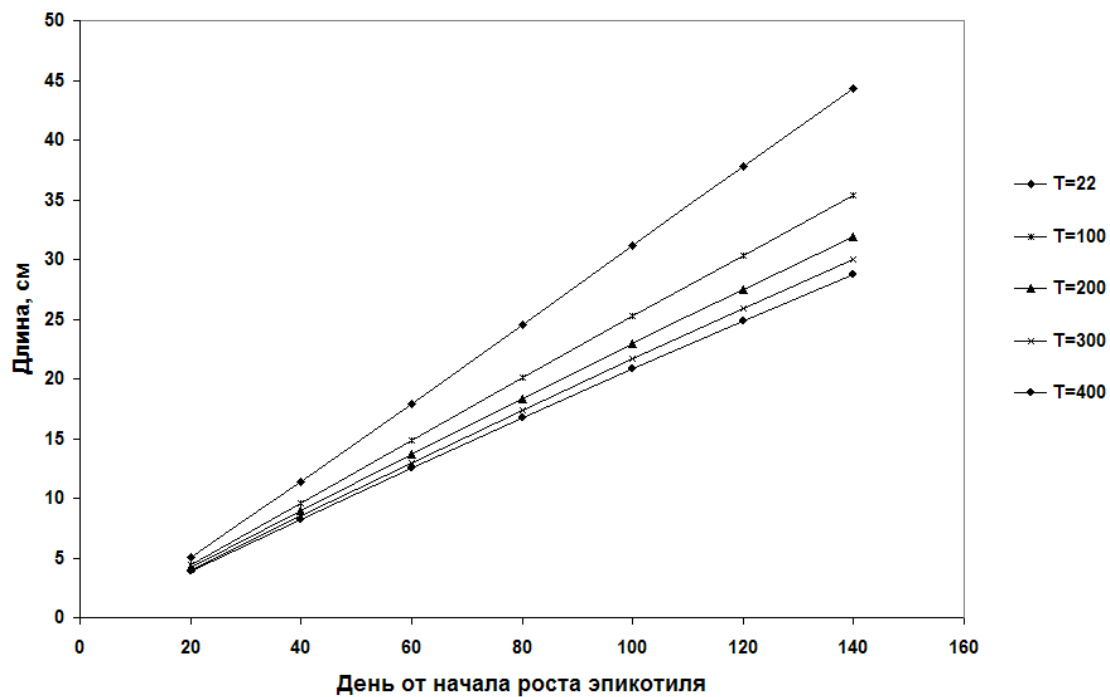


Рис. 2. Длина главного корня сеянцев ели в теплице

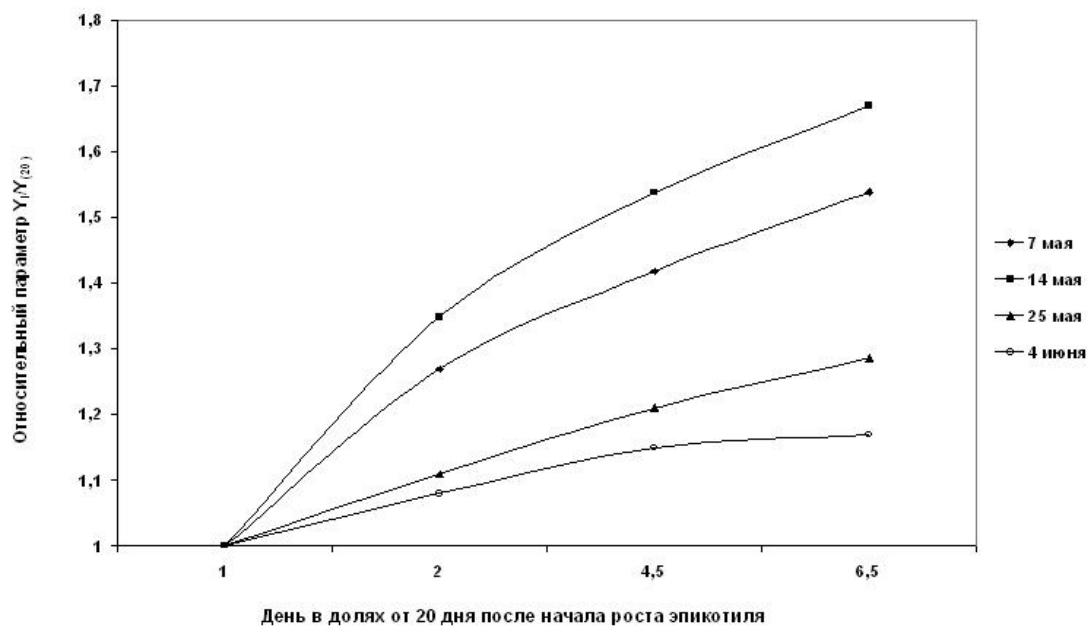


Рис. 3. Сезонная динамика массы хвои ели европейской 1 года разных сроков посева в теплице