

КОМАРОВА Анна Михайловна

**КАЧЕСТВО СЕМЯН ЕЛИ В ЗОНЕ ИНТРОГРЕССИВНОЙ
ГИБРИДИЗАЦИИ**

06.03.01 – Лесные культуры, селекция, семеноводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Архангельск – 2011

Работа выполнена в ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический)
федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор
БАБИЧ Николай Алексеевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
БЕССЧЕТНОВ Владимир Петрович
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
КОНЮШАТОВ Олег Алексеевич

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехниче-
ский университет имени С.М. Кирова» (194021, г. Санкт-Петербург, Институтский переулок,
5).

Защита состоится 15 декабря 2011 года в 14³⁰ часов на заседании диссертационного совета Д
212.008.03 при ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В.
Ломоносова» по адресу: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 17, главный корпус,
ауд. 1220. e-mail: L.bydina@agtu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический)
федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

Автореферат разослан « » ноября 2011 года

Ученый секретарь
диссертационного совета

Клевцов Д. Н.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Доминирующей древесной породой в зоне интрогрессивной гибридизации (в пределах Архангельской области) является ель. В еловых лесах региона заготавливают основную часть деловой древесины. При этом постоянно увеличиваются площади вырубок и задача интенсивного лесовосстановления приобретает все большее народно-хозяйственное значение.

Основным этапом искусственного лесовосстановления является формирование высококачественной лесосеменной базы. Для чего, необходимо знание внутрипопуляционной изменчивости ели, выявление её хозяйственно ценных форм. От качества семян в значительной мере зависят приживаемость, рост, продуктивность и качество формирующегося леса. При искусственном воспроизводстве лесов доля улучшенных семян составляет небольшую часть от общего объёма заготавливаемых семян. В связи с этим, исследование качественных характеристик семян разных видов и форм ели, произрастающих на территории Архангельской области, является актуальным.

Цель: исследование качественных характеристик семян ели в зоне интрогрессивной гибридизации, выявление продуктивных форм и обоснование рекомендаций по применению их в практике лесного хозяйства.

Задачи исследований:

- определение формового разнообразия ели в насаждениях разной селекционной оценки;
- наблюдение фенологии основных форм ели по типу ветвления кроны;
- оценка качества семян ели европейской, сибирской и гибридной с разным типом ветвления кроны.

Научная новизна. На территории Архангельской области изучено качество семян ели европейской, сибирской и гибридной с учётом типов ветвления кроны. Определено формовое разнообразие плюсовых деревьев ели. Проведён химический анализ семян ели европейской, сибирской и гибридной, произрастающих в зоне интрогрессивной гибридизации, на содержание запасных веществ.

Практическая значимость работы. Результаты исследований могут быть использованы при разработке и планировании мероприятий по сбору семенного материала для создания высокопродуктивных культур ели в зоне интрогрессивной гибридизации.

Обоснованность выводов и достоверность результатов базируются на большом объёме экспериментального материала, обеспечиваются применением общепринятых методик проведения исследований и обработки исходных данных с применением вариационной статистики, методов корреляционного и регрессионного анализов с использованием современных компьютерных технологий.

Личный вклад. Автором выполнен аналитический обзор литературы; сформулированы цель и задачи исследований; подобраны объекты; собран, обработан и проанализирован экспериментальный материал, сформулированы выводы и практические рекомендации.

Апробация работы и научные публикации. Основные положения и результаты исследований были доложены на ежегодных конференциях профессорско-преподавательского состава Архангельского государственного технического университета – Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова (2008-2011 гг.); Всероссийской научной конференции с международным участием «Лесные ресурсы таежной зоны России: проблемы лесопользования и лесовосстановления» (Петрозаводск, 2009). По результатам работ опубликовано 5 статей, в том числе одна в рецензируемом журнале из списка, утвержденного ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 188 страницах, состоит из введения, 5 глав, заключения, 9 приложений. Список используемых источников содержит 199 наименований. Текст иллюстрирован 34 таблицами и 31 рисунком.

Автор выражает благодарность научному руководителю доктору с.-х. наук, профессору Бабичу Николаю Алексеевичу и коллективу кафедры лесных культур и ландшафтного строительства Северного (Арктического) Федерального университета имени М.В. Ломоносова за активную помощь методического и организационного характера; кандидату технических наук, доценту кафедры лесохимических производств Кутаковой Наталье Алексеевне; заведующему отделом учета и мониторинга природных ландшафтов и природной среды Музея деревянного зодчества и народного искусства «Малые Корелы» Яковлеву Дмитрию Олеговичу; сотруднику отдела учета и мониторинга природных ландшафтов и природной среды Музея деревянного зодчества и народного искусства «Малые Корелы» Тучину Павлу Васильевичу; кандидату с.-х. наук Трубину Дмитрию Владимировичу.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе представлен обзор литературы по исследованию формового разнообразия ели. Отмечается, что учеными выполнено описание большого количества признаков, по которым можно выделить ту, или иную форму.

Из наиболее изученных и стабильных признаков формового разнообразия ели выделены: цвет шишек и форма семенных чешуй. Данному вопросу посвящено значительное количество исследовательских работ (Данилов, 1943; Бакшаева, 1962; В.Я. Попов, 1969; Мамаев, 1972; Правдин, 1975; Долголиков, 1977; Рубцов, 1984; Файзулин, Попов, Тучин, 1991; П.П. Попов, 1996; Тарасенко, Родин, 2007; Ануфриева, Волкова, 2009 и др.).

На встречаемость разных форм ели по строению коры указывали: В.П. Гаврись (1938), Л.И. Милютин (1963), П.П. Попов (1971), И.Д. Юркевич, Д.С. Голод, В.И. Парфёнов (1971), С.М. Иванов (1974), В.И. Рубцов (1984) и Ф.Н. Дружинин (2007) и др.

Изучением строения кроны ели занимались N. Silven (1909), Н.А. Юппе (1939), П.И. Войчаль (1955), И.И. Шишков (1957), Е.Г. Орленко (1965), В.Я. Попов (1970), А.И. Барабин (1974, 1987, 1990 и др.), В.Г. Чертовской (1978), Д.С. Мосеев (2005), и Л.И. Аткина и др. (2009).

Исследованиями П.П. Попова (1980, 1981), П.А. Трибуна, Г.В. Юхимчука, М.В. Гаврилюка (1983), Г. Крюссмана (1986) выявлено, что хвоя ели отличается как биометрическими показателями, так и строением.

Изучение фенологических форм ели связано с работами: Г.А. Харитоновна (1937), В.А. Панина (1960), Ф.И. Акакиева (1959, 1960), А.Л. Веверис (1975), Л.Ф. Правдина (1975), В.И. Рубцова (1979), С.Н. Тарханова (1998), И.А. Коренева (2008) и др.

Анализ литературы позволяет заключить о значительных масштабах исследований формового разнообразия ели и определить цель и задачи исследований.

Во второй главе приведена природно-климатическая характеристика района проведения исследований. Отражены данные о климате, характере рельефа, почвах и гидрологии.

Большая протяженность района исследований определяет разнообразие климата, который формируется под влиянием солнечной радиации и циркуляции воздушных масс. Годовая суммарная солнечная радиация для Архангельска составляет 70 ккал/см². Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет от 650 до 780 мм и превышает возможное испарение, поэтому увлажнение территории области – избыточное.

Основным природным богатством области являются леса. Доминирующими древесными породами являются ель - 56,9 % и сосна - 27,2 %. В северной подзоне тайги наиболее высокопродуктивные типы ельников и сосняков занимают незначительные площади на холмах или берегах рек. В среднетаёжной подзоне заметно уменьшается доля долгомошных, сфагновых и приручейных типов. Это подзона господства зеленомошной группы типов леса.

В третьей главе дана характеристика объектов исследований и отражены рабочие методики. Исследования проведены в естественных насаждениях, на 20 пробных площадях, заложенных в соответствии с требованиями ГОСТ 16483.6-80, ОСТ 56-69-83, общепринятыми методиками и учебными пособиями В.В. Огиевского, А.А. Хирова (1967), Н.П. Кобранова (1973), Н.Н. Соколова (1978), А.Р. Родина, М.Д. Мерзленко (1983) в северной и средней подзонах тайги (Приморском, Холмогорском, Пинежском и Плесецком районах) Архангельской области. Пробные площади заложены в наиболее распространённом типе леса – ельнике-черничном свежем. Объекты исследований представлены естественными ельниками, 7 класса

возраста, IV класса бонитета, полнотой – 0,5-0,7, с запасом – 100-150 м³/га. Преобладающие почвы – слабоподзолистая супесчаная и среднеподзолистая суглинистая. Для изучения формового разнообразия ели по типу ветвления кроны, использовали методику В.Я. Попова, П.В. Тучина, В.М. Жарикова (1990). Плюсовые деревья ели исследованы на территории Вельского, Устьянского и Котласского районов.

Маршрутные исследования проведены в Мезенском, Пинежском, Приморском, Холмогорском, Плесецком, Шенкурском и Устьянском районах с целью определения формового разнообразия ели по типу семенных чешуй. Общая протяженность каждого маршрута составляет около 10 км. Примерно через каждые 100 м, при наличии ели на маршрутном пути, с земли собирали по 15 шишек. Всего собрано 10500 шишек. В основу классификации форм семенных чешуй для Северо-Запада России (Бакшаева, 1970; Щербаков, 1973; Чертовской, 1978) положено различное соотношение длины и ширины семенных чешуй (Попов, 2005).

Фенологические наблюдения за елью с разными типами ветвления кроны проводились в Приморском районе в соответствии с правилами и рекомендациями из учебно-методического пособия по фенологическим наблюдениям за сезонным развитием деревьев и кустарников (Малаховец, Тисова, 1999).

Для определения биометрических показателей шишек и семян ели по каждому из 5 типов ветвления на каждой пробной площади собирали по 30 шишек с одной экспозиции (южная сторона кроны) и высоты размещения, всего собрано 3000 шишек. В лабораторных условиях шишки были взвешены на электронных весах AND HL - 100 с точностью до 0,01 г, электронным штангенциркулем «ТОУА» измерены длина и ширина шишек, а также длина, ширина и толщина семян с точностью до 0,01 мм. Определяли массу 1000 штук семян – согласно ГОСТ 13056.4-67. Угол заострения и тип окончания семенной чешуи определяли по методике И.А. Коренева (2008). Кроме этого вычисляли парусность семян по формуле: $K=10F/Q$, где K – коэффициент парусности семян, см²/г; F – средняя площадь сечения семени, мм²; Q – средняя масса семени, мг; а $F= \sqrt[3]{(a*b*l)^2}$, где a – средняя толщина семени, b – средняя ширина семени, l – средняя длина семени, мм.

Качество семян разных видов и форм ели определяли путём проращивания семян согласно ГОСТ 13056.6-97; 13056.7-93; 13056.8-97. Началом проращивания принимали день, следующий за днём раскладки семян. Учеты проводили на 3, 5, 7, 10 и 15 дни с момента выкладки. На 10 день определяли энергию прорастания. Всхожесть семян, средний семенной покой, и число семядолей определяли на 15 день.

Подсчет семядолей производили у каждого всхода по мере их раскрытия. Структуру потомства по числу семядолей определяли на основании подсчета суммы всходов с одинаковым числом семядолей и вычисления процента их участия от общего количества всходов в потомстве

того или иного образца. Затем в потомстве каждой популяции определяли долю (в %) 8-10-семядольных особей.

Химический анализ семян на содержание жиров проводился методом экстракции в аппарате Сокслета в течение четырех часов, а углеводы определяли путем гидролиза слабым раствором кислоты, используя серную кислоту 5%. Далее гидролизат использовали для определения сахаров по методу Макена и Шоорля. Основным методом количественного определения белка является метод Къельдаля. Нами использована методика, разработанная на кафедре биотехнологии С(А)ФУ. Сущность метода заключается в разложении органической пробы концентрированной серной кислотой с образованием солей аммония, переводение аммония в аммиак, отгонке его в раствор борной кислоты, количественном учете аммиака титриметрическим методом и расчете содержания азота в исследуемом материале.

Собранные полевые материалы обработаны методами вариационной статистики (Дворецкий, 1971; Свалов, 1977; Гусев, 1986, 2002), проведены регрессионный и корреляционный анализы с использованием базовых и специальных программ (Microsoft Excel, STAT, REGRES, KKOREL).

Сбор полевого материала проводился в процессе обучения соискателя в аспирантуре очной формы в течение трёх лет (2008-2011 гг.). На пробных площадях учтено 5700 деревьев, у 4000 из них замерены высота и диаметр; произведено 10500 взвешиваний (определение массы шишек); 10500 измерений линейных размеров шишек; 300 определений массы 1000 штук семян; 630 вычислений коэффициента парусности семян; 1890 измерений линейных размеров семян; 1875 фенонаблюдений в течение 183 дней; выполнены химические анализы 3 образцов по 2900 семян; заложены 4 повторности по 1200 семян на проращивание.

Выполненный объём исследований позволяет сделать научно-обоснованные достоверные выводы и дать практические рекомендации.

В четвёртой главе приведены результаты сравнительного анализа морфологических особенностей и биометрических показателей европейской и сибирской ели, дана характеристика типов ветвления кроны.

В результате маршрутных исследований определен процент встречаемости разных видов и форм ели (табл. 1). Данные исследований подтвердили высказывание В.Г. Чертовского (1978), что встречаемость ели европейской на территории Архангельской области увеличивается с продвижением с севера на юг и с востока на запад, а распространение сибирской ели увеличивается в обратном направлении (с юга на север и с запада на восток). А также, чем ближе район расположен к реке Северная Двина, тем больше наблюдается встречаемость гибридных форм ели.

Таблица 1 - Встречаемость видов ели по форме семенных чешуй (в %)

Районы исследований	Вид и форма ели		
	Европейская	Сибирская	Гибридная
Мезенский	-	100	-
Приморский	6,7	66,6	26,7
Холмогорский	26,7	30,0	43,3
Пинежский	10,0	65,0	25,0
Шенкурский	40,0	30,0	30,0
Плесецкий	52,5	25,0	22,5
Устьянский	65,0	22,5	12,5

По данным наших исследований, самым распространённым типом ветвления кроны в ельнике-черничнике свежем является плосковетвистый тип. Встречаемость такой формы ели варьирует от 61,8 % в Холмогорском районе и 59,6 % в Устьянском районе до минимальной встречаемости в Плесецком, которая составляет 37,5 % (табл. 2).

Таблица 2 - Встречаемость форм ели по типу ветвления кроны (в %)

Районы исследований	Типы ветвления кроны				
	гребенчатый	компактный	плосковетвистый	зубчатый	щетковидный
Приморский	2,7	25,4	45,5	16,0	10,4
Холмогорский	3,4	12,2	61,8	3,7	18,9
Пинежский	6,9	15,3	47,8	5,9	24,1
Плесецкий	15,5	9,5	37,5	12,8	24,7
Устьянский	35,1	1,1	59,6	1,0	3,2

Ель с гребенчатым типом ветвления чаще встречается в подзоне средней тайги (Устьянский район), ели с компактным типом ветвления преобладают в северотаёжной подзоне (Приморский район), в Пинежском и Плесецком районах широко представлены ели с щетковидным типом ветвления.

В результате анализа таксационных показателей следует, что наилучшими показателями обладают деревья с щетковидным типом ветвления кроны во всех исследуемых районах. Средний диаметр деревьев с этим типом ветвления составил $27,5 \pm 0,8$ см, а средняя высота – $26,0 \pm 0,7$ м.

Изучение сезонного развития ели с разными типами ветвления, показало, что они вступают в фазы не одновременно. Однако, выделить рано и поздно распускающиеся формы не удалось. Как видно, из таблицы 3 интервал в наступлении фаз всего 1-3 дня. Одним из отличий рано и поздно распускающихся рас является начало распускания почек, интервал которого равен в среднем 8 дней (Харитонов, 1937). По результатам исследований Ф.И. Акакиева (1960), средняя разница в сроках начала вегетации ранораспускающейся и поздораспускающейся форм ели 10-13 дней.

Таблица 3 – Продолжительность некоторых периодов развития

Типы ветвления	Продолжительность периода, дни			
	распускание листьев	цветение	созревание шишек	вегетация
Гребенчатый	20	24	11	142
Плосковетвистый	20	25	11	142
Компактный	19	25	13	144
Щетковидный	20	26	11	142
Зубчатый	20	26	14	144

Оценка плодоношения ели показала, что 2010 год был неурожайным, 1 балл (по шкале В.Г. Каппера), цветы и шишки в небольшом количестве на деревьях, растущих по опушкам на единично стоящих деревьях, и в ничтожном количестве в насаждениях. Наибольшая продолжительность вегетации наблюдается у ели с компактным и зубчатым типами ветвления кроны (144 дня). Ель с гребенчатым, плосковетвистым и щетковидным типами ветвления завершают процесс вегетации за 142 дня.

При визуальном осмотре плюсовых насаждений области также определено формовое разнообразие ели и выделено 4 формы по типу ветвления кроны. Среди плюсовых деревьев ели в исследуемых районах, самой распространённой является щетковидная (42,8 %) и гребенчатая (35,7 %) формы ели, затем по мере убывания встречаются компактная (12,9 %) и зубчатая (8,6 %) формы. Плосковетвистой формы ели среди плюсовых деревьев не обнаружено (рис. 1).



Рисунок 1 – Доля (%) встречаемости деревьев с разным типом ветвления среди плюсовых деревьев ели

В пятой главе отражены результаты исследования качества семян ели разных видов и форм.

Ель европейская характеризуется наибольшим значением длины шишки в Пинежском районе (9,4 см) и наибольшей шириной в Плесецком районе (3,7 см). Наименьшие значения длины и массы шишки отмечены у ели, произрастающей в Приморском и Холмогорском районах, где средняя длина шишки варьирует от 6,1 до 6,7 см, ширина 3,2-3,4 см, а масса одной шишки равна 6,6 - 6,8 г (табл. 4).

Таблица 4 - Характеристика шишек и семян европейской и сибирской ели

Показатели	Районы исследований						
	Мезенский	Приморский	Холмогорский	Пинежский	Шенкурский	Плесецкий	Устьянский
Средняя: длина шишки, см	<u>-</u> 6,4±0,1	<u>6,7±0,4*</u> 6,9±0,1	<u>6,1±0,3</u> 7,1±0,3	<u>9,4±0,4</u> 6,6±0,2	<u>7,7±0,2</u> 7,2±0,1	<u>7,9±0,1</u> 7,2±0,1	<u>7,6±0,1</u> 7,1±0,1
ширина шишки, см	<u>-</u> 3,1±0,1	<u>3,4±0,1</u> 3,4±0,1	<u>3,2±0,2</u> 3,8±0,2	<u>2,2±0,1</u> 2,0±0,1	2,3±0,0	3,7±0,1	3,6±0,1
масса шишки, г	<u>-</u> 5,5±0,2	<u>6,8±0,7</u> 7,5±0,3	<u>6,6±1,1</u> 10,4±1,2	<u>15,8±1,4</u> 9,4±0,6	<u>13,2±0,5</u> 12,5±0,5	<u>9,9±0,4</u> 10,8±0,5	<u>9,9±0,3</u> 8,6±0,4
Среднее количество семенных чешуй в одной шишке, шт.	<u>-</u> 81,3±2,5	<u>78,3±3,7</u> 85,7±2,5	<u>83,4±7,2</u> 95,7±5,1	<u>86,9±3,8</u> 77,2±3,2	<u>89,1±3,5</u> 87,8±3,1	<u>100,7±2,5</u> 103,4±2,7	<u>114,2±2,5</u> 105,4±3,4
Средняя: длина семян, мм	<u>-</u> 3,8±0,1	<u>3,7±0,1</u> 4,0±0,1	<u>3,6±0,1</u> 3,8±0,2	<u>3,6±0,1</u> 3,8±0,1	<u>3,8±0,1</u> 4,0±0,1	4,2±0,1	<u>4,1±0,1</u> 4,0±0,1
толщина семян, мм	<u>-</u> 1,4±0,1	<u>1,4±0,1</u> 1,5±0,1	<u>1,3±0,1</u> 1,5±0,1	<u>1,4±0,1</u> 1,5±0,1	<u>1,4±0,1</u> 1,5±0,1	<u>1,5±0,1</u> 1,6±0,1	<u>1,5±0,1</u> 1,6±0,1
ширина семян, мм	<u>-</u> 2,3±0,1	<u>2,2±0,1</u> 2,3±0,1	<u>2,2±0,1</u> 2,3±0,1	2,3±0,1	<u>2,3±0,1</u> 2,4±0,1	<u>2,3±0,1</u> 2,5±0,1	2,4±0,1
Парусность семян, см ² /г	<u>-</u> 53,8±4,5	<u>57,6±6,8</u> 57,4±7,6	<u>47,6±9,2</u> 48,3±19,1	<u>50,4±8,4</u> 52,0±6,1	<u>51,3±5,2</u> 54,8±6,6	<u>47,7±6,8</u> 55,0±5,0	<u>55,0±5,4</u> 42,9±5,2
Масса 1000 штук семян, г	<u>-</u> 2,0±0,1	<u>1,9±0,1</u> 2,0±0,1	<u>2,2±0,1</u> 2,7±0,1	<u>3,1±0,1</u> 2,1±0,1	2,7±0,1	<u>3,4±0,1</u> 3,6±0,1	<u>3,4±0,1</u> 3,8±0,1
Угол заострения семенной чешуи, балл	<u>-</u> 2	<u>4</u> 1	<u>4</u> 2	<u>4</u> 1	<u>4</u> 1	<u>4</u> 2	<u>4</u> 2
Тип окончания семенной чешуи, балл	<u>-</u> 0	<u>2</u> 0	<u>2</u> 0	<u>2</u> 0	<u>2</u> 0	<u>2</u> 0	<u>2</u> 0

Примечание: «-» - ель европейская не встречается; 6,7±0,4*- значение показателя для ели европейской
6,9±0,1- значение показателя для ели сибирской.

Количество семенных чешуй варьирует от 78,3 у шишек ели, произрастающей в Приморском районе (северная тайга), до максимума в подзоне средней тайги 114,2 штук. Оценка коэффициента парусности семян показала, что наибольшей парусностью обладают семена ели, произрастающей в Приморском и Устьянском районах, где парусность составляет 55,0-57,6 см²/г. По парусности существенность различий не установлена ($t < 3$). Угол заострения семенной чешуи оценен в 4 балла, и составляет в среднем 30⁰. Тип окончания семенной чешуи – острый (2 балла). Наибольшей массой 1000 штук обладают семена европейской ели, произрастающей в средней подзоне тайги (Плесецкий и Устьянский районы).

Шишки ели сибирской характеризуются наибольшей длиной и массой в Шенкурском и Плесецком районах, со средней длиной 7,2 см, а массой 12,5 г и 10,8 г соответственно (табл. 4). С наименьшей массой отмечены шишки ели, произрастающей в Мезенском районе (5,5 г). Среднее количество семенных чешуй в одной шишке варьирует от 77,2 штук у ели, произрастающей в Пинежском районе до 105,4 штук у ели, произрастающей в Устьянском районе. Наибольшее значение парусности, как и у ели европейской отмечено у сибирской ели, произрастающей в Приморском районе, и составляет 57,4 см²/г. По длине, толщине, ширине и парусности семян существенного различия нет ($t < 3$). Угол заострения семенных чешуй в Мезенском, Холмогорском, Плесецком и Устьянском районах составляет в среднем 90⁰ (2 балла); в Приморском, Пинежском и Шенкурском – 120⁰ (1 балл). Тип окончания семенной чешуи округлый (0 баллов) во всех районах исследований. Шишки ели сибирской, произрастающей в Плесецком и Устьянском районах также, как ель европейская, имеют наибольшую массу 1000 штук семян (3,6-3,8 г).

Гибриды, произрастающие в Плесецком районе отличаются наибольшей длиной (8,6 см), массой шишки (12,9 г) и количеством семенных чешуй (129,7 штук) (табл. 5). Минимальной длиной и массой шишки обладают гибридные ели, произрастающие в Холмогорском районе. Наименьшая ширина шишек отмечена у елей, произрастающих в Пинежском и Шенкурском районах (2,1 см). По толщине, ширине и парусности семян существенных различий нет. Коэффициент парусности изменяется от 41,2 см²/г в Холмогорском районе до 57,8 см²/г в Плесецком районе. Угол заострения семенной чешуи шишек гибридной ели составил в среднем 60⁰ (3 балла), только шишки Плесецкого района имеют угол заострения семенных чешуй в среднем 30⁰ (4 балла). Оценка типа окончания семенной чешуи показала, что во всех районах чешуи тупые (1 балл). Наибольшие значения размеров семян и массы 1000 штук отмечены у всех видов и форм ели, произрастающих в средней подзоне тайги (Плесецкий и Устьянский районы).

Таблица 5 - Характеристика шишек и семян гибридной ели

Показатели	Районы исследований					
	Примор-ский	Холмо-горский	Пинеж-ский	Шенкур-ский	Плесец-кий	Устьян-ский
Средняя: длина шишки, см	7,3±0,1	6,5±0,2	7,0±0,1	6,8±0,1	8,6±0,2	7,3±0,1
ширина шишки, см	3,6±0,1	3,5±0,1	2,1±0,1	2,1±0,0	2,6±0,1	3,5±0,1
масса шишки, г	9,4±0,5	7,9±0,7	8,7±0,5	10,2±0,3	12,9±0,7	8,5±0,3
Среднее количество семенных чешуй в одной шишке, шт.	90,9±3,2	87,1±3,7	81,8±2,5	73,4±2,6	129,7±5,1	107,0±3,0
Средняя: длина семян, мм	4,0±0,1	4,1±0,1	4,1±0,1	4,0±0,1	4,5±0,1	4,0±0,1
толщина семян, мм	1,5±0,1	1,4±0,1	1,4±0,1	1,5±0,1	1,6±0,1	1,5±0,1
ширина семян, мм	2,3±0,1	2,5±0,1	2,3±0,1	2,5±0,1	2,4±0,1	2,4±0,1
Парусность семян, см ² /г	56,2±5,6	41,2±0,4	47,7±6,7	52,6±6,4	57,8±5,6	54,6±5,5
Масса 1000 штук семян, г	2,3±0,1	2,5±0,1	2,4±0,1	1,9±0,1	3,7±0,1	2,7±0,1
Угол заострения семенной чешуи, балл	3	3	3	3	4	3
Тип окончания семенной чешуи, балл	1	1	1	1	1	1

Данные корреляционного анализа показали значительную тесноту связи между длиной семени и массой 1000 штук семян ($r=0,65\pm 0,1$) для всех видов и форм ели. Величина коэффициента корреляции достоверна ($t=6,55 > t_{0,5}$). Коэффициент детерминации составляет 0,43 и определяет долю изменения массы 1000 штук семян от длины семени. Коэффициент корреляции ($r \pm m_r$) между длиной и шириной шишки ели составляет $r=0,026 \pm 0,16$ и свидетельствует о слабой тесноте связи между этими показателями. Величина коэффициента корреляции недостоверна ($t=0,2 < 4$). Коэффициент детерминации, характеризующий долю изменчивости ширины шишки от длины, составляет 0,0007.

Таким образом, шишки гибридов, произрастающих в зоне гибридизации правобережья Северной Двины, в большей мере обладают свойствами ели сибирской, а на левобережье – ели европейской. Достоверность выводов во всех случаях доказана ($t > 4$). Все правила статистической обработки данных соблюдены.

Ели с разным типом ветвления кроны также, как ель европейская, сибирская и гибридная, отличаются биометрическими показателями репродуктивных органов – шишек (табл. 6).

Выявлено, что наибольшими биометрическими показателями шишек (длина, масса) обладают ель европейская с компактным типом ветвления; ель сибирская и гибридная с гребенчатым типом ветвления кроны. Количество семенных чешуй в одной шишке варьирует от 65,5 штук у гибридной ели с гребенчатым типом ветвления до 95,5 чешуй у сибирской ели с тем же типом ветвления кроны. Различия существенны по данному показателю только у гибридных форм между гребенчатым и плосковетвистым; компактным и плосковетвистым типами ветвле-

ния. Масса шишки ели европейской колеблется от 9,4 г (зубчатая форма) до 14, 6 г (компактная форма), у ели сибирской – от 9,9 г (компактная форма) до 15,0 г (гребенчатая форма), у гибридной ели – от 8, 5 г (компактная форма) до 12,1 г у гребенчатой формы ели (табл. 6).

Таблица 6 - Характеристика шишек ели по типу ветвления кроны

Типы ветвления	Длина, см	Ширина, см	Масса, г	Количество семенных чешуй в одной шишке, шт.
Ель европейская				
Гребенчатый	7,1±0,2	2,2±0,03	10,6±0,6	91,3±3,9
Компактный	8,2±0,2	2,3±0,03	14,6±0,6	92,9±4,4
Плосковетвистый	7,8±0,2	2,3±0,03	14,0±0,6	90,3±3,3
Щетковидный	7,9±0,1	2,3±0,02	13,6±0,4	82,1±2,6
Зубчатый	7,1±0,1	2,2±0,02	9,4±0,6	88,2±3,4
Ель сибирская				
Гребенчатый	7,7±0,1	2,4±0,02	15,0±0,5	95,5±2,3
Компактный	6,7±0,1	2,2±0,02	9,9±0,4	81,9±3,5
Плосковетвистый	7,1±0,2	2,4±0,04	12,7±0,7	86,0±3,6
Щетковидный	Не обнаружен			
Зубчатый	Не обнаружен			
Ель гибридная				
Гребенчатый	7,1±0,1	2,2±0,02	12,1±0,3	65,5±2,5
Компактный	6,6±0,1	2,1±0,03	8,5±0,4	68,1±1,7
Плосковетвистый	6,6±0,1	2,1±0,03	9,9±0,3	86,5±3,6
Щетковидный	Не обнаружен			
Зубчатый	6,4±0,2	2,1±0,03	8,8±0,3	66,1±2,6

Коэффициент корреляции между длиной шишки и количеством семенных чешуй (0,59±0,12) свидетельствует о значительной связи между этими показателями. Величина коэффициента корреляции достоверна ($t=4,92>4$). Коэффициент детерминации равен 0,35.

Одним из важных показателей является масса 1000 штук семян. Наибольшей массой 1000 штук семян обладают все виды ели с плосковетвистым типом ветвления кроны (2,3-3,5 г). Компактный тип ветвления имеет минимальные значения массы 1000 штук – 1,4 г.

В лабораторных условиях при проращивании семена были классифицированы по окраске и выделены: тёмно-коричневые, коричневые и светло-коричневые семена (по Мамаеву, 1972) - таблица 7.

Тёмно-коричневый цвет семян преобладает у ели европейской с компактным (60,6 %), плосковетвистым (65,9 %) и щетковидным (70,3 %) типами ветвления (табл. 7); у ели сибирской с компактным типом ветвления (49,1 %) и у ели гибридной для всех типов ветвления в диапазоне от 38,7 % до 56,2 %. Наибольший процент семян со светло-коричневой окраской характерен для европейской ели с гребенчатым типом ветвления (45,6 %).

Таблица 7 – Встречаемость семян по окраске у разных форм ели (в %)

Типы ветвления	Окраска семян		
	Тёмно-коричневые	Коричневые	Светло-коричневые
Ель европейская			
Гребенчатый	33,4	21,0	45,6
Компактный	60,6	9,0	30,4
Плосковетвистый	65,9	17,5	16,6
Щетковидный	70,3	19,5	10,2
Зубчатый	40,5	18,6	40,9
Ель сибирская			
Гребенчатый	33,3	36,7	30,0
Компактный	49,1	40,6	10,3
Плосковетвистый	32,5	35,4	32,1
Щетковидный	Не обнаружен		
Зубчатый	Не обнаружен		
Ель гибридная			
Гребенчатый	56,2	28,5	15,3
Компактный	49,7	34,8	15,5
Плосковетвистый	38,7	31,0	30,3
Щетковидный	Не обнаружен		
Зубчатый	46,3	30,0	23,7

В лабораторных условиях определено качество семян разных видов и форм ели (табл. 8).

Таблица 8 – Качество семян европейской, сибирской и гибридной ели с разными типами ветвления кроны

Типы ветвления	Энергия прорастания семян, %			Техническая всхожесть, %			Абсолютная всхожесть, %			Средний семенной покой, дни		
	Окраска семян											
	Т-к.	к.	с-к.	Т-к.	к.	с-к.	Т-к.	к.	с-к.	Т-к.	к.	с-к.
Ель европейская												
Гребенчатый	27	-*	-	28	-	-	27	-	-	85	-	-
Компактный	60	36	-	63	36	-	61	37	-	85	71	-
Плосковетвистый	83	25	-	95	26	-	92	28	-	78	73	-
Щетковидный	32	-	45	30	-	22	31	-	21	83	-	73
Зубчатый	45	-	26	51	-	20	57	-	19	84	-	78
Ель сибирская												
Гребенчатый	47	25	23	47	35	17	47	46	30	64	70	30
Компактный	22	-	-	27	-	-	29	-	-	63	-	-
Плосковетвистый	69	23	-	78	20	-	88	35	-	59	71	-
Щетковидный	Не обнаружен											
Зубчатый	Не обнаружен											
Ель гибридная												
Гребенчатый	25	-	-	26	-	-	22	-	-	89	-	-
Компактный	30	-	-	30	-	-	31	-	-	71	-	-
Плосковетвистый	40	28	-	51	25	-	67	38	-	83	63	-
Щетковидный	Не обнаружен											
Зубчатый	35	22	-	42	27	-	54	39	-	85	71	-

Примечание: т-к.-тёмно-коричневые, к.-коричневые, с-к.-светло-коричневые; -* - не обнаружен.

Относительно высокое качество имеют семена тёмно-коричневого цвета, принадлежащие деревьям ели европейской, сибирской и их гибридным формам с плосковетвистым типом ветвления (табл. 8). Энергия прорастания и абсолютная всхожесть семян плосковетвистой формы варьируют от 40 до 83 %, и от 67 до 92 % соответственно. У коричневых и светло-коричневых семян, не зависимо от типа ветвления кроны и вида ели, посевные качества ниже. Энергия прорастания семян для всех форм в среднем на 3-5 % ниже всхожести. Средний семенной покой у ели с гребенчатым типом ветвления составляет в среднем 68 дней, у ели плосковетвистого типа – 71 день, компактного – 72 дня, зубчатого – 75 дней и у ели щетковидного типа ветвления – 78 дней.

У хвойных пород главным признаком при отборе и оценке исходных форм для селекции служит признак числа семядолей. Исследования показали, что в потомстве деревьев ели с разным типом ветвления больше представлены всходы, имеющие 6-8 семядолей (табл. 9). Особи с 9-10 семядолями встречаются редко, с 5 семядолями – совсем редко, а с 11 семядолями отсутствуют вообще. Больше число 8-10 семядольных всходов, имеют растения щетковидного типа ветвления ели европейской и растения плосковетвистого типа ветвления кроны сибирской и гибридной ели.

Таблица 9 – Расщепление потомства ели по числу семядолей у форм с разным типом ветвления

Типы ветвления	Количество растений с числом семядолей, %						
	5	6	7	8	9	10	8-10
Ель европейская							
Гребенчатый	0,0	0,0	60,0	20,0	0,0	20,0	40,0
Компактный	0,0	20,0	60,0	20,0	0,0	0,0	20,0
Плосковетвистый	0,0	38,1	61,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Щетковидный	0,0	0,0	16,7	50,0	16,7	16,6	83,3
Зубчатый	0,0	0,0	75,9	24,1	0,0	0,0	24,1
Ель сибирская							
Гребенчатый	0,0	23,5	47,1	23,5	5,9	0,0	29,4
Компактный	14,3	28,6	57,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Плосковетвистый	0,0	11,1	33,4	22,2	22,2	11,1	55,5
Щетковидный	Не обнаружен						
Зубчатый	Не обнаружен						
Ель гибридная							
Гребенчатый	0,0	0,0	100	0,0	0,0	0,0	0,0
Компактный	0,0	60,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Плосковетвистый	0,0	27,3	45,4	18,2	9,1	0,0	27,3
Щетковидный	Не обнаружен						
Зубчатый	0,0	45,7	36,9	17,4	0,0	0,0	17,4

Обобщив полученные данные по главным показателям качества семян: массе 1000 штук, энергии прорастания и всхожести, а также наличию 8-10 семядольных всходов у ели европей-

ской, сибирской и гибридной с разными типами ветвления, использована ранговая система оценки качества семян (табл. 10).

Таблица 10 - Ранговая оценка качества семян разных форм ели

Типы ветвления	Ранговые показатели				Сумма баллов
	Масса 1000 шт. семян, г	Энергия прорастания, %	Всхожесть семян, %	% 8-10 семядольных всходов	
Ель европейская					
Гребенчатый	3	2	2	2	9
Компактный	3	3	3	1	10
Плосковетвистый	5	3	4	1	13
Щетковидный	4	2	2	4	12
Зубчатый	2	2	2	2	8
Ель сибирская					
Гребенчатый	4	2	2	2	10
Компактный	2	2	2	1	7
Плосковетвистый	4	3	3	3	13
Ель гибридная					
Гребенчатый	2	2	2	1	7
Компактный	2	2	2	1	7
Плосковетвистый	3	2	2	2	9
Зубчатый	2	2	2	1	7

1 балл - масса 1000 шт. семян – 1,0-1,5 г.; энергия прорастания – 0,0-20,0 %; всхожесть (техническая/абсолютная) – 0,0-20,0 %; % 8-10 семядольных всходов – 0,0-20,0 %.

2 балла - масса 1000 шт. семян – 1,6-2,0 г.; энергия прорастания – 20,1-40,0 %; всхожесть (техническая/абсолютная) – 20,1-40,0 %; % 8-10 семядольных всходов – 20,1-40,0 %.

3 балла - масса 1000 шт. семян – 2,1-2,5 г.; энергия прорастания – 40,1-60,0 %; всхожесть (техническая/абсолютная) – 40,1-60,0 %; % 8-10 семядольных всходов – 40,1-60,0 %.

4 балла - масса 1000 шт. семян – 2,6-3,0 г.; энергия прорастания – 60,1-80,0 %; всхожесть (техническая/абсолютная) – 60,1-80,0 %; % 8-10 семядольных всходов – 60,1-80,0 %.

5 баллов - масса 1000 шт. семян – 3,1-3,5 г.; энергия прорастания – 80,1-100,0 %; всхожесть (техническая/абсолютная) – 80,1-100,0 %; % 8-10 семядольных всходов – 80,1-100,0 %.

Ранговая оценка качества семян показала, что лучшим качеством в зоне интрогрессивной гибридизации обладают семена ели европейской, сибирской, гибридной с плосковетвистым типом ветвления. Наименьшее количество баллов у ели компактной и зубчатой форм. Также установлено, что в зоне интрогрессивной гибридизации, у ели европейской качество семян лучше, чем у ели сибирской и их гибридных форм.

Наибольшее содержание жиров отмечено в семенах европейской ели (0,052 %), а минимальное - в семенах гибридной и сибирской ели, соответственно 0,037 % и 0,040 %. В семенах изученных видов преобладают нерастворимые сахара (углеводы), доля которых варьирует от 7,62 % (ель сибирская) до 8,67 % (ель европейская). Белки – это важнейшая составная часть протоплазмы клетки живого организма и занимают особое положение в явлениях жизнедея-

тельности. Максимальное содержание белков отмечено в семенах сибирской ели (5,0 %), наименьшее - в семенах гибридной ели (4,2 %).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований, проведённых в условиях Архангельской области, позволяют расширить представления о биологическом разнообразии ели и являются научно-методической базой для продолжения исследований в этом направлении.

Основные результаты исследования сводятся к следующему:

1. Самой распространённой формой по типу ветвления кроны в ельнике-черничнике является плосковетвистая форма.

2. Для ели с щетковидным, гребенчатым и плосковетвистым типом ветвления кроны характерна наименьшая продолжительность вегетационного периода.

3. Среди плюсовых деревьев ели в средней подзоне тайги наибольшее распространение имеют щетковидный (42,8 %) и гребенчатый (35,7 %) типы ветвления кроны.

4. Наибольшей массой 1000 штук семян обладают все виды ели с плосковетвистым типом ветвления кроны (2,3-3,5 г).

5. Среди семян разных видов и форм ели выделены: тёмно-коричневые, коричневые и светло-коричневые семена. Высокие показатели энергии прорастания и всхожести отмечены у семян тёмно-коричневого цвета европейской, сибирской и гибридной ели с плосковетвистым типом ветвления кроны.

6. Больше число 8-10 семядольных всходов, имеют растения щетковидного типа ветвления ели европейской и растения плосковетвистого типа ветвления кроны сибирской и гибридной ели.

7. Содержание белков и углеводов в семенах обратно пропорционально. Так у ели сибирской низкое содержание углеводов, но максимальное содержание белков. Наибольшее содержание углеводов отмечено у ели европейской и гибридной.

8. Ранговая оценка качества семян разных форм ели по главным показателям (масса 1000 штук, энергия прорастания, всхожесть и число 8-10 семядольных всходов) показала, что лучшим качеством обладают семена ели европейской, сибирской, гибридной с плосковетвистым типом ветвления.

9. В лесокультурном производстве, при недостатке элитных семян, следует использовать в первую очередь семена, заготовленные с особей, характеризующихся плосковетвистой формой ветвления кроны.

Публикации по теме диссертации

1. Скорик, А.М. История изучения формового разнообразия ели в зоне интрогрессивной гибридизации [Текст]/А.М. Скорик//Экологические проблемы Севера, 2008.–Выпуск № 11.–С. 69-72.
2. Бабич, Н.А. Видовой состав еловых лесов в зоне интрогрессивной гибридизации [Текст]/ Н.А. Бабич, А.М. Скорик//Экологические проблемы Севера, 2009. - Выпуск № 12. – С. 69-70.
3. Скорик, А.М. Изменчивость шишек и семян ели в зоне интрогрессивной гибридизации [Текст]/ А.М. Скорик//Лесные ресурсы таёжной зоны России: проблемы лесопользования и лесовосстановления. Материалы конференции с международным участием. –Петрозаводск, 2009.– С.143-144.
4. Скорик, А.М. Биометрические показатели шишек и семян ели в зоне интрогрессивной гибридизации [Текст] /А.М. Скорик// Проблемы озеленения городов Сибири и сопредельных территорий. Международная научно-практическая конференция – Чита, 2009. – С. 234-236.
5. Бабич, Н.А. Формы ели и их лесосеменное значение [Текст] / Н.А. Бабич, А.М. Комарова, Е.Б. Соколова// Лесной журнал, 2010.-№4.-С.22-28.