

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.4.10
УДК 630.28

Влияние типа условий местопроизрастания и географического положения популяций на степень интрогрессивной гибридизации ели в Вологодской области

А.В. Смирнов

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, аспирант кафедры лесного хозяйства, Вологда, Российская Федерация, smirav35@yandex.ru

Р.С. Хамитов

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, профессор кафедры лесного хозяйства, доктор сельскохозяйственных наук, Вологда, Российская Федерация, r.s.khamitov@mail.ru

С.А. Корчагов

Вологодский государственный университет, профессор кафедры географии и рационального природопользования, доктор сельскохозяйственных наук, Вологда, Российская Федерация, kors45@yandex.ru

С.Е. Грибов

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, доцент кафедры лесного хозяйства, кандидат сельскохозяйственных наук, Вологда, Российская Федерация, griboffs.e@mail.ru

Р.В. Щекалев

Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, старший научный сотрудник отдела инновационных технологий, внедрения и лесного проектирования, кандидат биологических наук, Пушкино, Московская область, Российская Федерация, schekalevrv@yandex.ru

Для ссылок: <http://dx.doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2020.4.10>

Влияние типа условий местопроизрастания и географического положения популяций на степень интрогрессивной гибридизации ели в Вологодской области / А.В. Смирнов, Р.С. Хамитов, С.А. Корчагов, С.Е. Грибов, Р.В. Щекалев. – DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.4.10. – Текст: электронный // Лесохозяйственная информация : электронный сетевой журнал. – 2020. – № 4. – С. 94–104. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

Приведены результаты оценки влияния типа условий местопроизрастания и географического положения на степень интрогрессивной гибридизации ели в Вологодской обл. Показано, что в ельниках кисличных доминируют особи с преобладанием признаков ели сибирской и равнозначными признаками сибирской и европейской елей. Результаты исследований подтверждают принципиальную схему интрогрессии ели на севере Русской равнины: встречаемость ели сибирской увеличивается с продвижением с юга на север и с запада на восток, а распространение ели европейской – в обратном направлении.

Ключевые слова: ель европейская, ель сибирская, интрогрессивная гибридизация, структура популяций, изменчивость, селекционное семеноводство

Введение

На обширной территории европейского Севера России насаждения ели имеют сложный формовой состав, представленный сочетанием особей ели европейской (*Picea abies* (L.) H. Karst, 1881) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb, 1833) с различной степенью их гибридизации [1–4]. Согласно предположению Д.Е. Румянцева, степень гибридизации естественных популяций обусловлена антропогенным фактором, что проявляется в их географической изменчивости. По мнению исследователя, на севере Восточно-Европейской равнины первоначально господствовала ель сибирская. Однако подсечно-паловая форма земледелия вызвала изменение генетической структуры популяций [5]. При такой форме земледелия наиболее активно использовали земли вблизи крупных рек, вдоль которых осуществлялось освоение новых территорий.

Степень гибридизации в ареале обоих видов обусловлена географически. В различных районах общего ареала елей европейской и сибирской наблюдается сильная изменчивость по наружному краю семенной чешуи. Первостепенное значение при изучении морфологической изменчивости елей европейской и сибирской имеют такие показатели, как размеры, строение шишек и форма семенных чешуй [6, 7]. Вариабельность этих признаков обусловлена их межвидовой гибридизацией. Так, Л.Ф. Правдин отмечает, что длина шишек ели в пределах ее непрерывного ареала постепенно уменьшается с запада на восток [1].

Исследования климатипов ели в России показали различную интенсивность их роста и устойчивость к неблагоприятным условиям среды. Весьма вероятно, что форма семенной чешуи имеет и адаптивное значение. Это обусловлено тем, что длина семенных чешуй оказывает влияние на сроки выпадения семян из шишек. У ели сибирской, для которой характерны шишки с округлыми семенными чешуями, более короткими, чем у ели европейской, выпадение семян происходит обычно раньше: в октябре–ноябре (до установления устойчивого снежного покрова). Напротив, ели европейской свойственно более

позднее выпадение семян вследствие несколько большей длины семенных чешуек. Выпадая из таких шишек, семена в феврале–марте оказываются на поверхности снежного наста, по которому они разносятся на значительные расстояния [5]. Вместе с тем гибридной ели с преобладанием признаков ели европейской свойственна меньшая энергия прорастания, всхожесть и масса 1 000 семян, а также большее содержание пустых семян [8].

Условия среды являются определяющим фактором генетического разнообразия популяций. В этой связи в оптимальных условиях должны формироваться наиболее разнообразные, в том числе по степени гибридизации, популяции ели. При этом на структуру популяции значительное влияние оказывает фактор естественного отбора в результате конкуренции наиболее высокопродуктивных форм.

Цель исследований – выявление влияния типа условий местопроизрастания и географического фактора на степень интрогрессивной гибридизации популяций ели в Вологодской обл.

Материалы и методы

Для изучения изменчивости шишек ели в различных типах леса в Кичменгско-Городецком, Тотемском и Череповецком районах Вологодской обл. были заложены 6 пробных площадей (ПП) в ельнике кисличном и черничном, на которых отобрали образцы шишек (не менее 100 шт. на каждой). При выборе объектов исследований руководствовались тем, что рассматриваемые популяции расположены приблизительно по диагонали, пересекающей Вологодскую обл. с юго-запада на северо-восток. Такое расположение обусловлено предположением об изменении степени интрогрессивной гибридизации в данном направлении. Средняя таксационная характеристика исследуемых насаждений представлена в табл. 1.

Для комплексной оценки степени гибридизации елей европейской и сибирской была использована методика Л.Ф. Правдина [1] по признакам, предложенным И.А. Корневым [9].

ТАБЛИЦА 1. ТАКСАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАСАЖДЕНИЙ

№ ПП	СОСТАВ	ВОЗРАСТ, ЛЕТ	СРЕДНИЕ		ТИП ЛЕСА	ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОЛНОТА	ЗАПАС, М ³ /ГА	КЛАСС БОНИТЕТА
			ДИАМЕТР, СМ	ВЫСОТА, М				
<i>Кичменгско-Городецкий район</i>								
1	9Е1Б+Ос	49	18	18	Е. кис.	0,5	180	II
2	8Е1Ос1С+Б	64	19	21	Е. чер.	0,6	260	II
<i>Тотемский район</i>								
3	7ЕЗБ	75	24	23	Е. кис.	0,7	280	III
4	8Е1С1Б	105	23	20	Е. чер.	0,6	170	III
<i>Череповецкий район</i>								
5	7ЕЗС	95	24	23	Е. кис.	0,6	270	II
6	7ЕЗС	95	20	20	Е. чер.	0,6	250	III

Шишки разрушали для отделения семенных чешуй (по 11 шт. из каждой) в проксимальной части. У каждой исследуемой чешуи штангенциркулем измеряли длину и ширину, а также длину ее наружного конца. По заранее изготовленным шаблонам определяли угол заострения семенной чешуи. Форму наружного окончания семенной чешуи, ее бокового края и тип окончания оценивали визуально. Из дистальной части шишки извлекали недоразвитую стерильную чешую для определения ее формы.

Большую часть морфологических признаков оценивали от 0 до 2 баллов. Исключение составил угол заострения семенной чешуи с более подробной оценкой (от 0 до 4 баллов).

Для определения фенотипа клона подсчитывали сумму баллов. Согласно методике И.А. Коренева [9], при сумме баллов от 0 до 3 растения клона относили к типичной ели сибирской, от 4 до 7 – к гибридной ели с преобладанием ели сибирской, от 8 до 11 – к гибридной ели с равнозначными признаками елей сибирской и европейской, от 12 до 15 – к гибридной с преобладанием ели европейской, от 16 до 19 – к типичной ели европейской.

Результаты исследований

Для оценки изменчивости шишек целесообразно использовать биометрические показатели, которые достаточно легко измерить.

Большинство авторов сходятся во мнении, что наиболее значимыми признаками видовой принадлежности у елей сибирской и европейской являются такие параметры, как размеры шишек (их длина и ширина) и морфометрические признаки семенных чешуй (длина, ширина чешуй и длина наружных окончаний) [10–14]. В исследуемых популяциях нами выявлены средние значения этих показателей с основной ошибкой, что позволило судить об их различиях по критерию Стьюдента (табл. 2).

В тотемской и череповецкой популяциях линейные параметры шишек и семенных чешуй в ельниках кисличном и черничном практически не отличаются. Значительные различия в сравниваемых типах леса выявлены лишь по их диаметру в тотемской популяции. В ельнике черничном диаметр шишек достигает $24,7 \pm 0,3$ мм, это на 3 % больше, чем в ельнике кисличном. Существенность различия доказана на 5 %-м уровне значимости ($t_{\phi} = 2,8 > t_{05} = 2,0$). В кичменгско-городецкой популяции диаметр шишек, напротив, больше в ельнике кисличном ($t_{\phi} = 3,6 > t_{05} = 2,0$).

Тем не менее статистически существенных отличий средних значений большинства морфометрических параметров шишек в ельниках различных типов условий местопроизрастания во всех рассматриваемых популяциях не выявлено.

Тотемская и череповецкая популяция оказались схожи по выраженности таких средних

Таблица 2. Биометрические показатели шишек

Популяция	Тип леса	Средние значения морфометрических параметров и их основные ошибки, мм				
		Шишки		Семенные чешуи		
		Длина	Диаметр	Длина	Ширина	Длина наружных окончаний
Кичменгско-городецкая	Е.кис.	77,6±1,4	20,3±0,5	19,7±0,1	13,4±0,1	7,6±0,1
	Е.чер.	81,4±1,8	18,0±0,4	19,6±0,1	13,7±0,1	7,6±0,1
Тотемская	Е.кис.	91,6±1,5	23,3±0,4	20,6±0,3	15,0±0,2	6,0±0,1
	Е.чер.	94,9±1,6	24,7±0,3	21,4±0,3	15,0±0,2	6,0±0,2
Череповецкая	Е.кис.	91,8±1,1	23,2±0,3	20,5±0,3	16,2±0,2	11,0±0,1
	Е.чер.	91,9±1,4	22,2±0,4	19,7±0,3	15,9±0,3	11,0±0,2

морфометрических параметров, как длина и ширина шишек. Длина семенных чешуй практически одинакова во всех исследуемых популяциях.

Кроме выявления морфометрических различий шишек, представляет интерес оценка уровня изменчивости рассматриваемых параметров. Коэффициент вариации параметров позволяет оценить степень их изменчивости на внутривидовом уровне. Более высокий уровень флуктуации демонстрирует и более высокую степень генетического разнообразия.

Практически все морфометрические параметры шишек в обоих исследуемых типах леса рассматриваемых популяций варьируют примерно на одинаковом уровне (табл. 3).

В тотемской популяции вариация длины шишек в обоих типах леса по шкале С.А. Мамаева низкая ($C = 7,0-12,0\%$). В кичменгско-городецкой

и череповецкой популяциях в ельниках черничных флуктуация этого признака средняя (13,0–20,0%). Изменчивость диаметра шишек в кичменгско-городецкой и череповецкой популяциях вне зависимости от типа леса средняя. В тотемской популяции в черничных условиях вариация признака низкая. Для кичменгско-городецкой и тотемской популяций характерна низкая изменчивость длины и ширины семенных чешуй в обоих типах леса. В череповецкой популяции вариация этого признака средняя. Отметим, что значительная флуктуация фенотипических признаков часто является признаком генетического обеднения популяций [15]. Изменчивость длины наружных окончаний семенных чешуй в тотемской и череповецкой популяциях ели в ельнике кисличном более низкая, чем в ельнике черничном.

Таблица 3. Изменчивость биометрических показателей шишек

Популяция	Тип леса	Коэффициент изменчивости (С) признака по типам леса, %				
		Шишки		Семенные чешуи		
		Длина	Диаметр	Длина	Ширина	Длина наружных окончаний
Кичменгско-городецкая	Е.кис.	12,8	17,0	9,9	10,6	17,8
	Е.чер.	15,2	15,3	10,9	10,1	18,2
Тотемская	Е.кис.	11,9	12,9	10,6	8,1	13,7
	Е.чер.	11,6	9,9	9,0	9,3	18,6
Череповецкая	Е.кис.	12,0	13,3	16,3	14,2	11,8
	Е.чер.	15,4	15,6	16,1	17,0	16,3

Наиболее полную картину гибридизации может дать комплексная оценка всех рассматриваемых показателей. Сумма баллов оцениваемых признаков позволяет отнести встреченные нами экземпляры шишек к той или иной группе степени гибридизации в соответствии с положениями методики Л.Ф. Правдина (табл. 4).

встречается гибридная ель с равнозначными признаками елей сибирской и европейской (70 %), однако весьма представительное участие экземпляров, отнесенных нами к группе гибридной ели с преобладанием признаков ели сибирской. Таких особей здесь практически в 2 раза больше, чем в ельнике черничном (26 %).

ТАБЛИЦА 4. Представленность шишек по группам соответствия степени гибридизации

Популяция	Тип леса	Представленность групп по степени гибридизации*, %				
		1	2	3	4	5
Кичменгско-городецкая	Е.кис.	8	42	38	12	-
	Е.чер.	26	54	18	2	-
Тотемская	Е.кис.	-	26	70	4	-
	Е.чер.	-	12	76	12	-
Череповецкая	Е.кис.	-	42	55	3	-
	Е.чер.	-	41	51	6	2

Примечание: 1 – типичная ель сибирская; 2 – гибридная ель с преобладанием признаков ели сибирской; 3 – гибридная ель с равнозначными признаками елей сибирской и европейской; 4 – гибридная ель с преобладанием признаков ели европейской; 5 – типичная ель европейская.

На основании комплексной оценки морфологических признаков шишек следует заключить, что во всех рассматриваемых популяциях в обоих типах леса произрастают особи, отнесенные к одним и тем же группам степени гибридизации. Лишь в череповецкой популяции в ельнике черничном встречаются особи типичной ели европейской (2 %), отсутствующие в ельнике кисличном. Тем не менее в тотемской и череповецкой популяциях представленность особей разной степени гибридизации по типам леса отличается.

В ельнике черничном тотемской популяции разнообразие гибридных форм более сбалансировано. Наибольшую группу в этом типе леса составляют особи гибридной ели с равнозначными признаками елей сибирской и европейской (76 %). Встречаемость особей гибридной ели с преобладанием признаков и ели сибирской, и ели европейской в этой популяции одинакова – 12 %. Напротив, в ельнике кисличном количество экземпляров гибридной ели с преобладанием признаков ели европейской незначительно (4 %). Как и в ельнике черничном, наиболее часто здесь

В отличие от тотемской популяции в ельнике черничном кичменгско-городецкой популяции в большей степени сохранились признаки автохтонной ели сибирской. Так, доля типичной ели сибирской, которая не встречается в тотемской популяции, составляет здесь 26 %. При этом в ельнике кисличном таких особей существенно меньше (8 %), а встречаемость гибридных особей с преобладанием признаков ели европейской значительно выше (12 %).

Весьма интересными оказались данные о встречаемости особей в группах по степени гибридизации в ельниках кисличных. Во всех исследуемых популяциях в этом типе леса доминируют растения второй и третьей групп (гибридная ель с преобладанием признаков ели сибирской и гибридная ель с равнозначными признаками елей сибирской и европейской).

Существенные различия по степени гибридизации отмечены между самими популяциями. Результаты исследований подтверждают принципиальную схему интрогрессии ели на севере Русской равнины: встречаемость ели сибирской

увеличивается с продвижением с юга на север и с запада на восток, а распространение ели европейской – в обратном направлении [11]. Кроме того, на степень гибридизации оказывает влияние орографический фактор. В тотемской популяции, расположенной вблизи р. Сухоны, степень гибридизации выше, чем в расположенной вблизи нее кичменгско-городецкой популяции. Это вполне согласуется с данными исследований, проведенных в Архангельской обл., которые указывают на то, что встречаемость гибридных форм ели увеличивается по направлению к Северной Двине [11].

Выводы

Таким образом, степень гибридизации популяций елей европейской и сибирской связана с их географическим положением, условиями местопроизрастания, а также антропогенным воздействием.

Частота встречаемости признаков, характерных для ели сибирской, увеличивается с продвижением с юга на север и с запада на восток, а выраженность признаков европейской ели – в обратном направлении. Вблизи р. Сухоны, где воздействие антропогенного фактора на структуру популяций теоретически больше, степень гибридизации выше, чем в расположенной вблизи нее кичменгско-городецкой популяции.

В целом во всех исследованных популяциях в наиболее благоприятных условиях местопроизрастания (в ельнике кисличном) доминируют растения второй и третьей групп (гибридная ель с преобладанием признаков ели сибирской и гибридная ель с равнозначными признаками

елей сибирской и европейской). В тотемской популяции в более благоприятных условиях ельника кисличного, где естественный отбор предопределен конкуренцией, в основном сохраняются особи с преобладанием признаков ели сибирской. В менее благоприятных условиях ельника черничного (самого распространенного типа леса), где давление отбора в большей степени сопряжено с условиями среды, возрастает представленность гибридных особей с преобладанием признаков ели европейской. Это указывает на более высокую адаптивную способность популяций с большим количеством признаков ели европейской в местных насаждениях. Напротив, в кичменгско-городецкой популяции, расположенной в северо-восточной части области на большем удалении от р. Сухоны в ельнике черничном, преобладают особи с большим количеством признаков ели сибирской, а в наиболее благоприятных кисличных лесорастительных условиях более приспособленными оказались особи с меньшей выраженностью таких признаков.

Полученные выводы могут быть использованы в селекционном семеноводстве ели. При отборе плюсовых деревьев в Тотемском и граничащих с ним северо-восточных районах Вологодской обл. целесообразно отдавать предпочтение гибридным формам ели с равнозначными признаками ели сибирской и европейской, имеющим преимущество в наиболее благоприятных условиях местопроизрастания. В Кичменгско-Городецком и Череповецком районах целесообразен отбор особей гибридной ели с преобладанием признаков ели сибирской и гибридной ели с равнозначными признаками елей сибирской и европейской.

Список использованных источников

1. Правдин, Л.Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР / Л.Ф. Правдин. – М. : Наука, 1975. – 200 с.
2. Сравнительная оценка фенотипического и генетического разнообразия северотаежных малонарушенных популяций ели финской / А.А. Ильинов, Б.В. Раевский, О.А. Рудковская, Л.В. Топчиева // Тр. Карельского научного центра РАН. – № 7. – Петрозаводск, 2011. – С. 37–47.
3. Сурсо, М.В. Репродуктивная биология и полиморфизм хвойных видов (семейства *Pinaceae* Lindl., *Cupressaceae* Rich. ex Bartl.) Европейского Севера России (Архангельская область): автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.01, 06.03.02 / Сурсо Михаил Вольдемарович. – Архангельск, 2013. – 43 с.
4. Путенихин, В.П. Популяционная структура и сохранение генофонда хвойных видов на Урале : автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 06.03.01 / Путенихин Валерий Петрович. – Красноярск, 2000. – 48 с.
5. Румянцев, Д.Е. Роль антропогенного фактора в географической дифференциации популяции ели Русской равнины по фену формы семенной чешуи / Д.Е. Румянцев // Общество. Среда. Развитие (Тerra Humana). – 2010. – С. 218–224.
6. Попов, П.П. Ель сибирская в западной части ареала : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.16, 06.03.01 / Попов Петр Петрович. – Красноярск, 1991. – 35 с.
7. Попов, П.П. Изменчивость показателей длины шишек и формы семенных чешуй ели сибирской в сибирской части ареала / П.П. Попов // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – № 12. – 2012. – С. 92–97.
8. Хамитов, Р.С. Изменчивость качества семян ели на лесосеменной плантации в зоне интрогрессивной гибридизации / Р.С. Хамитов, Н.А. Бабич, А.П. Енальский. – Вологда–Молочное : Вологодская ГМХА, 2017. – 122 с.
9. Коренев, И.А. Продуктивность ели в связи с морфологической изменчивостью вида в подзоне южной тайги : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / Коренев Игорь Александрович. – М., 2008. – 22 с.
10. Гашева, Н.А. Структура популяций ели сибирской, определяемая по радикальным признакам в разных эколого-географических условиях Среднего Урала : автореф. дис. ...канд. биол. наук: 03.00.16 / Гашева Наталья Александровна. – Тюмень : Экология, 2015. – 24 с.
11. Комарова, А.М. Качество семян ели в зоне интрогрессивной гибридизации : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / Комарова Анна Михайловна. – Архангельск, 2011. – 18 с.
12. Зенкова, Е.Л. Географическая изменчивость шишек и семенных чешуй ели сибирской на восточном пределе генетического влияния ели европейской / Е.Л. Зенкова // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2010. – №10. – С. 133–138.
13. Багаев, С.С. Исследование географической изменчивости ели в Костромской области / С.С. Багаев // Лесохозяйственная информация. – 2014. – № 4. – С. 40–53.
14. Абатурова, М.П. Исследование элементарных морфологических признаков ели обыкновенной / М.П. Абатурова // Научные основы селекции хвойных древесных пород. – М. : Наука, 1978. – С. 87–98.
15. Мамаев, С.А. Исследование закономерностей внутривидовой изменчивости древесных растений как теоретическая основа лесной селекции / С.А. Мамаев // Лесная селекция, семеноводство и интродукция в Казахстане. – Алма-Ата : КазНИИЛХ, 1969. – С. 24–25.

References

1. Pravdin, L.F. El' evropejskaya i el' sibirskaya v SSSR / L.F. Pravdin. – M. : Nauka, 1975. – 200 s.
2. Sravnitel'naya ocenka fenotipicheskogo i geneticheskogo raznoobraziya severotaezhnyh malonarushennyh populyacij eli finskoj / A.A. Il'inov, B.V. Raevskij, O.A. Rudkovskaya, L.V. Topchieva // Tr. Karel'skogo nauchnogo centra RAN. – № 7. – Petrozavodsk, 2011. – S. 37–47.

3. Surso, M.V. Reproductivnaya biologiya i polimorfizm hvojnnyh vidov (semejstva *Pinaceae* Lindl., *Cupressaceae* Rich. ex Bartl.) Evropejskogo Severa Rossii (Arhangel'skaya oblast') : avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk: 06.03.01, 06.03.02 / Surso Mihail Vol'demarovich. – Arhangel'sk, 2013. – 43 s.
4. Putenihin, V.P. Populyacionnaya struktura i sohranenie genofonda hvojnnyh vidov na Urale : avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk: 06.03.01 / Putenihin Valerij Petrovich. – Krasnoyarsk, 2000. – 48 s.
5. Rumyanec, D.E. Rol' antropogenogo faktora v geograficheskoj differenciacii populyacii eli Russkoj ravniny po fenu formy semennoj cheshui / D.E. Rumyanec // *Obshchestvo. Sreda. Razvitie (Terra Humana)*. – 2010. – S. 218–224.
6. Popov, P.P. El' sibirskaya v zapadnoj chasti areala : avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk: 03.00.16, 06.03.01 / Popov Petr Petrovich. – Krasnoyarsk, 1991. – 35 s.
7. Popov, P.P. Izmenchivost' pokazatelej dliny shishek i formy semennyh cheshuj eli sibirskoj v sibirskoj chasti areala / P.P. Popov // *Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya*. – № 12. – 2012. – S. 92–97.
8. Hamitov, R.S. Izmenchivost' kachestva semyan eli na lesosemennoj plantacii v zone introgressivnoj gibridizacii / R.S. Hamitov, N.A. Babich, A.P. Enal'skij. – Vologda–Molochnoe : Vologodskaya GMHA, 2017. – 122 s.
9. Korenev, I.A. Produktivnost' eli v svyazi s morfologicheskoj izmenchivost'yu vida v podzone yuzhnoj tajgi : avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.03.01 / Korenev Igor' Aleksandrovich. – M., 2008. – 22 s.
10. Gasheva, N.A. Struktura populyacij eli sibirskoj, opredelyaemaya po radikal'nyh priznakam v raznyh ekologo-geograficheskikh usloviyah Srednego Urala : avtoref. dis. ...kand. biol. nauk: 03.00.16 / Gasheva Natal'ya Aleksandrovna. – Tyumen' : Ekologiya, 2015. – 24 s.
11. Komarova, A.M. Kachestvo semyan eli v zone introgressivnoj gibridizacii : avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.03.01 / Komarova Anna Mihajlovna. – Arhangel'sk, 2011. – 18 s.
12. Zenkova, E.L. Geograficheskaya izmenchivost' shishek i semennyh cheshuj eli sibirskoj na vostochnom predele geneticheskogo vliyaniya eli evropejskoj / E.L. Zenkova // *Vestnik ekologii, lesovedeniya i landshaftovedeniya*. – 2010. – №10. – S. 133–138.
13. Bagaev, S.S. Issledovanie geograficheskoj izmenchivosti eli v Kostromskoj oblasti / S.S. Bagaev // *Lesohozyajstvennaya informaciya*. – 2014. – № 4. – S. 40–53.
14. Abaturova, M.P. Issledovanie elementarnykh morfologicheskikh priznakov eli obyknovnoy / M.P. Abaturova // *Nauchnye osnovy selekcii hvojnnyh drevesnykh porod*. – M. : Nauka, 1978. – S. 87–98.
15. Mamaev, S.A. Issledovanie zakonomernostej vnutrividovoj izmenchivosti drevesnykh rastenij kak teoreticheskaya osnova lesnoj selekcii / S.A. Mamaev // *Lesnaya selekciya, semenovodstvo i introdukciya v Kazahstane*. – Alma-Ata : KazNIIH, 1969. – S. 24–25.

Impact of a Site Condition Type and Geographic Location of Populations on the Degree of Introgressive Hybridization of Spruce in the Vologda region

A. Smirnov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy, Postgraduate Student, Vologda, Russian Federation, smirav35@yandex.ru

R. Khamitov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy, Professor, Doctor of Agricultural Science, Vologda, Russian Federation, r.s.khamitov@mail.ru

S. Korchagov

Vologda state University, Professor, Doctor of Agricultural Science, Vologda, Russian Federation, kors45@yandex.ru

S. Gribov

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Farming Academy, Associate Professor, Candidate of Agricultural Sciences, Vologda, Russian Federation, griboff.s.e@mail.ru

R. Shchekalev

Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Senior Researcher of the Department of Innovative Technologies, Implementation and Forest Design, Candidate of Biology Sciences, Pushkino, Moscow region, Russian Federation, schekalevrv@yandex.ru

Keywords: European spruce, Siberian spruce, introgressive hybridization, population structure, variability, selective seed farming.

The paper provides assessment results of how a site condition type and geographic location can influence the degree of introgressive hybridization of spruce in the Vologda region (evidence from bilberry and wood sorrel spruce forests located in Kichmengsko-Gorodetsky, Totemsky and Cherepovetsky Districts). The study employed research methods proposed by L.F. Pravdin based on distinctive features put forward by I.A. Korenevto holistically assess the degree of introgressive hybridization of Siberian and European spruce. Various types of site conditions in all of the populations in question show absence of substantial differences in mean values of the

majority of morphometric cone parameters. Totemsky and Cherepovetsky populations turned out to be similar in mean sizes of cones. It was found that almost all morphometric cone parameters of the study populations in both types of forests in question vary approximately at the same level. However, Kichmengsko-Gorodetsky and Totemsky populations are characterized by a low level of variability in the length and width of seed scales in both types of forests, whereas in Cherepovetsky population variability of this feature is mean. The study shows that wood sorrel spruce forests are dominated by specimens with prevailing features of Siberian spruce and with equally weighted features of Siberian and European spruce. The results of the research proved that in the north of the Russian plain occurrence of the features of Siberian spruce increases when moving from the south to the north and from the west to the east. It was noted that in Totemsky population, located in the vicinity of the Sukhona river, the degree of hybridization is higher than that in Kichmengsko-Gorodetsky population located next to it. It was concluded that the degree of hybridization of European and Siberian spruce populations is connected to their geographic location and site conditions. It is recommended to use the results of the study in selective seed farming. In Totemsky and adjacent north-eastern districts of the Vologda region when selecting superior trees preferences should be given to hybrid forms of spruce with equally weighted features of Siberian and European spruce. In Kichmengsko-Gorodetsky and Cherepovetsky districts it is essential that specimens of hybrid spruce with prevailing features of Siberian spruce and hybrid spruce with equally weighted features of Siberian and European spruce be selected.