

ПОПУЛЯЦИЯ ЕЛИ СИБИРСКОЙ НА ВОСТОЧНОМ ПРЕДЕЛЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ

Изучены формовая структура и географическая дифференциация популяций ели сибирской на восточном пределе генетического влияния ели европейской по основному диагностическому признаку – форме семенных чешуй с помощью кластерного и дискриминантного анализа. Выделено три района, в которых ель существенно различается по показателям формы семенных чешуй и формовой структуры популяций.

Ключевые слова: ель сибирская, изменчивость, формовая структура, кластерный анализ, дискриминантный анализ.

Ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) является широко распространенным лесообразующим видом темнохвойной тайги в восточноевропейской части России, на Урале, в Сибири [1]. Леса с участием ели сибирской имеют большое экологическое и хозяйственно-экономическое значение. Однако биологические и лесоводческие особенности ее до сих пор изучены значительно меньше [10, 14], чем у близкой к ней ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.). Поэтому исследование биологических особенностей ее актуально, поскольку еще В.Н. Сукачев [15] считал, что дальнейшее изучение ели сибирской, например в региональном аспекте, «крайне желательно». Научный и лесоводческий интерес представляет изучение формовой структуры и географической дифференциации популяций ели сибирской в районах затухающего генетического влияния ели европейской [5, 11, 14]. Это и является целью работы.

Материал и методика

Главным диагностическим признаком, отличающим ель сибирскую от ели европейской, со времен Ледебура, т. е. с 1833 [16], считается форма семенных чешуй. У ели сибирской они клиновидно-яйцевидные, на верхушке закругленные и цельнокрайние, снаружи несколько выпуклые. У ели европейской семенные чешуйки ромбовидные, на верхушке как бы срезанные и выемчато-зазубренные. Имеются большие различия в форме семенных чешуй у этих елей и по биометрическим показателям [12]. Считается, что на обширных пространствах центральной и северной части Восточно-Европейской равнины в послеледниковое время образовались гибридные (интрогрессивные) популя-

ции [2, 3, 4, 6, 9, 14] с формированием большого разнообразия формы семенных чешуй промежуточного характера. На северо-востоке Европы, Урале и за Уралом ель постепенно приобретает признаки типичной ели сибирской [7, 11, 14], испытывая постепенно уменьшающееся генетическое влияние ели европейской. Из морфологических признаков, указывающих на такое «затухание» или уменьшение, прежде всего выделяется форма семенных чешуй. Чем далее на восток, например от Предуралья, тем меньше в популяциях встречается особей с угловатой формой семенных чешуй. К тому же сама угловатость уменьшается, и чешуйки все больше принимают вид типичной ели сибирской, характерной, например, для Восточной Сибири.

Район исследований включает ареал ели сибирской в западной части Тюменской области (от Салехарда до Тюмени), восточной части Свердловской обл. (пос. Тугулым), восточной части Республики Коми (г. Ухта, пос. Троицко-Печорск). Исходным материалом послужили 20 популяционных выборок шишек, более или менее равномерно размещенных по всей исследованной территории. От каждого дерева брали одну шишку среднего размера. Выборки включают от 100 шишек и более. Древостои по составу пород смешанные с участием главного вида от 3 до 8 единиц. Лесорастительные условия, где производился сбор шишек, близки к лучшим в соответствующих районах. Из середины каждой шишки вырезали семенные чешуйки, на проекции которых определяли: общую высоту, ширину в наиболее широком месте (D), ширину на расстоянии $0,1D$ от верхнего края (d) и расстояние от верхнего края до наибольшей ширины (h) с точностью $0,1$ мм. Показатели D ,

d и h использовались для вычисления коэффициентов сужения (C_n) и вытянутости (C_p) верхней части чешуй [13]:

$$C_n = d: D * 100;$$

$$C_p = h: D * 100.$$

Эти коэффициенты позволяют объективно оценить форму семенных чешуй любой особи, ее изменчивость в популяции, а также используются в дискриминантном и кластерном анализе.

Для дискриминантного анализа в качестве «эталонной» популяции ели европейской взяли выборку шишек из Закарпатской области Украины (г. Рахов) с территории Карпатского биосферного заповедника (370 особей). В качестве «типичной» ели сибирской использовали выборки шишек из окрестностей г. Олекминска (Республика Саха) и с территории Витимского биосферного заповедника в восточной части Иркутской обл. (275 особей). Главными критериями при выборе «эталонных» (крайних по

видам ели) популяций было предположение их «видовой чистоты», т. е. отсутствие генетического влияния друг на друга и большая величина выборок.

Результаты и обсуждение

Категории или формы особей в популяциях принимаются следующие: из района Карпат – *Pe.* (как *Picea europaea*), рек Витима и Олекмы – *Ps.* (как *Picea sibirica*), для «промежуточной ели» – *P.m.* (как *Picea medioxima*). В качестве «промежуточной ели» взяли выборки из районов г. Коноша (Архангельская обл.) и г. Никольск (Вологодская обл.). В этих выборках, включающих по 130 особей, количество форм *Pe.* и *Ps.* оказалось практически одинаковым. С этой точки зрения данные выборки представляют собой действительно промежуточную популяцию. Кроме того, была взята выборка (250 особей) из района пос. Карпогоры Архангельской обл. Она представляет собой «гибридную ель с при-

Таблица 1. Показатели формы семенных чешуй и структуры популяций ели сибирской на восточном пределе генетического влияния ели европейской

| № на рис.2 | Район популяций, пункт | Число особей, шт. | Показатели формы семенных чешуй | | | | Частота фенотипов, % | | | | | | | | |
|------------|------------------------|-------------------|---------------------------------|----|--------|----|-------------------------|------------|-------------------------|-------------|------------|-------------------------|-------------|--------------|------------|
| | | | C_n | | C_p | | при 2-классной градации | | при 3-классной градации | | | при 4-классной градации | | | |
| | | | X±Sx | Cv | X±Sx | Cv | <i>Pe.</i> | <i>Ps.</i> | <i>Pe.</i> | <i>P.m.</i> | <i>Ps.</i> | <i>Pe.</i> | <i>P.m.</i> | <i>P.ms.</i> | <i>Ps.</i> |
| Район I | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Успенское | 250 | 59±0,4 | 11 | 45±0,3 | 11 | 1 | 99 | - | 22 | 78 | - | 3 | 34 | 63 |
| 2 | Велижаны | 175 | 61±0,5 | 11 | 44±0,3 | 11 | 1 | 99 | - | 15 | 85 | - | 2 | 28 | 70 |
| 3 | Янтык | 167 | 61±0,6 | 12 | 44±0,3 | 10 | 2 | 98 | - | 19 | 81 | - | 3 | 32 | 65 |
| 4 | Гобольск | 200 | 60±0,4 | 10 | 43±0,3 | 10 | - | 100 | - | 12 | 88 | - | 2 | 26 | 72 |
| 5 | Троицко-Печорск | 80 | 61±1,1 | 16 | 43±0,6 | 13 | 6 | 94 | - | 17 | 83 | - | 9 | 17 | 74 |
| 6 | Ухта | 100 | 62±0,9 | 15 | 43±0,6 | 15 | 5 | 95 | - | 19 | 81 | - | 9 | 17 | 74 |
| | Среднее по району I | | 61 | | 44 | | 2 | 98 | - | 17 | 83 | - | 5 | 25 | 70 |
| Район II | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Тугулым | 115 | 60±0,6 | 11 | 40±0,4 | 11 | 2 | 98 | - | 10 | 90 | - | 2 | 32 | 66 |
| 8 | Вагай | 100 | 61±0,7 | 11 | 41±0,4 | 11 | 2 | 98 | - | 14 | 86 | - | 3 | 25 | 72 |
| 9 | Дубровное | 300 | 63±0,4 | 12 | 42±0,3 | 10 | 2 | 98 | - | 9 | 91 | - | 2 | 20 | 78 |
| 10 | Уват | 100 | 64±0,6 | 10 | 41±0,5 | 11 | 1 | 99 | - | 5 | 95 | - | - | 6 | 94 |
| 11 | Куминский | 130 | 63±0,6 | 11 | 40±0,3 | 12 | - | 100 | - | 9 | 91 | - | - | 23 | 77 |
| 12 | Междуреченский | 130 | 63±0,6 | 10 | 40±0,4 | 10 | - | 100 | - | 8 | 92 | - | 1 | 23 | 76 |
| 13 | Зеленоборск | 212 | 62±0,5 | 11 | 41±0,3 | 11 | 2 | 98 | - | 10 | 90 | - | 1 | 26 | 73 |
| 14 | Саранпауль | 89 | 63±0,7 | 11 | 41±0,5 | 12 | 1 | 99 | - | 7 | 93 | - | - | 19 | 81 |
| 15 | Ханты-Мансийск | 100 | 65±0,5 | 8 | 40±0,4 | 11 | - | 100 | - | 1 | 99 | - | - | 15 | 85 |
| | Среднее по району II | | 63 | | 41 | | 1 | 99 | - | 8 | 92 | - | 1 | 21 | 78 |
| Район III | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Печора | 122 | 67±0,5 | 8 | 40±0,4 | 12 | - | 100 | - | - | 100 | - | - | 7 | 93 |
| 17 | Овгорт | 100 | 67±0,7 | 10 | 38±0,5 | 13 | - | 100 | - | 2 | 98 | - | - | 13 | 87 |
| 18 | Ямгорт | 100 | 68±0,7 | 10 | 40±0,5 | 12 | - | 100 | - | 2 | 98 | - | - | 11 | 89 |
| 19 | Лабитнанги | 133 | 69±0,7 | 10 | 40±0,4 | 10 | - | 100 | - | 5 | 95 | - | - | 9 | 91 |
| 20 | Полноват | 100 | 67±0,5 | 8 | 39±0,4 | 11 | - | 100 | - | 2 | 98 | - | - | 6 | 94 |
| | Среднее по району III | | 68 | | 39 | | - | 100 | - | 2 | 98 | - | - | 9 | 91 |

Примечание: C_n и C_p – коэффициенты сужения и вытянутости верхней части семенных чешуй,

X±Sx – среднее значение и его ошибка, Cv – коэффициент вариации, *Pe.*, *P.m.*, *P.ms.*, *Ps.* – фенотипы особей

знаками ближе к сибирской» [14], поскольку на $\frac{3}{4}$ состоит из особей формы *P.s.*, на $\frac{1}{4}$ – из особей формы *P.e.*, и обозначена символом *P.ms.* (*Picea medioxima-sibirica*). Полигоны распределения особей в выборках *P.e.* и *P.s.* на скаттер-диаграмме (Scatterplot of canonical scores) не перекрываются, т. е. трансгрессии нет. По данному признаку эти крайние варианты популяций представляют собой вполне обособленные виды ели.

Средние показатели C_n на изучаемой территории находятся в пределах 59-69%. Внутрипопуляционная изменчивость C_n характеризуется коэффициентом вариации, равным 8-12%, с некоторой тенденцией уменьшения его в северных районах (табл. 1). Географическая вариация показателя значительно меньше ($C_v = 4,6\%$). Средний показатель для региона равен 63% (табл. 2). Показатель C_p оказался в пределах 38-45% (в среднем 41%). Коэффициент внутривариационной вариации в большинстве случаев равен 10-12%. Географическая вариация показателя C_p такая же, как и показателя C_n .

Показатели C_n и C_p в пределах популяции связаны между собой отрицательной корреляцией среднего уровня ($R = 0,3-0,5$). Сходство в географической изменчивости этих показателей даже для такого относительно небольшого региона характеризуется довольно высоким уровнем корреляции: корреляционное отношение составляет $0,808 \pm 0,1389$ ($t = 5,82$), коэффициент корреляции равен $-0,727 \pm 0,1619$ ($t = 4,49$). Связь близка к прямолинейной, поскольку критерий криволинейности Блэкмана (2,48) меньше стандартного значения (11,37). Уравнения регрессии следующие:

$$C_n = -1,15 C_p + 110,67;$$

$$C_p = -0,46 C_n + 70,35.$$

Ошибка уравнений при $P > 0,05$ равна 0,55.

Общий кластер по показателям формы семенных чешуй (C_n и C_p) четко разделяется на два (рис. 1).

Один из них включает популяции в северной части территории (условно район III): районы населенных пунктов Печора, Овгорт, Ямгорт, Лабитнанги (Салехард), Полноват (рис. 2). Другой кластер также разделяется на два (кластера). Из них один включает южную часть территории (условно район I): Успенское, Велижаны, Янтык (т. е. окрестности Тюмени в пределах 50 км), Тобольск. Сюда же относятся выборки из районов Ухты и Троицко-Печорска.

Второй кластер включает все остальные выборки (условно район II): Тугулым, Вагай, Дубровное, Уват, Куминский, Междуреченский, Зеленоборск, Ханты-Мансийск.

Таким образом, согласно кластерной группировке выборок всю территорию можно разделить по крайней мере на три района. Популяции по районам несколько различаются по показателям формы семенных чешуй, и в большей степени они различаются по фенотипической структуре. Естественно, что больше отличается северный район (III) от двух других (табл. 1). Показатель C_n в районе I («южном») наименьший (в среднем 61%), в районе III («северном») – наибольший (в среднем 68%). В районе II он в среднем равен 63%. Различия в величине показателя C_p между районами значительно меньше и в среднем составляют всего 2-3%. Однако различие между районами I и III составляет в среднем 5%. При небольшой географической вариации этого показателя оно довольно существенно ($44:39 = 1,13$).

Таблица 2. Географическая изменчивость показателей формы семенных чешуй и частоты промежуточных фенотипов в популяциях ели сибирской на восточном пределе генетического влияния ели европейской

| Признак | Статистические показатели | | |
|--------------------------------------|---------------------------|------------------|-------|
| | Limit | $\bar{X} \pm Sx$ | C_v |
| Коэффициент сужения (C_n), % | 59–69 | $63 \pm 0,7$ | 4,6 |
| Коэффициент вытянутости (C_p), % | 38–45 | $41 \pm 0,4$ | 4,5 |
| Частота фенотипа <i>m</i> , % | 0–22 | $9 \pm 1,5$ | 71,4 |
| Частота фенотипа <i>ms</i> , % | 6–34 | $19 \pm 2,0$ | 45,9 |

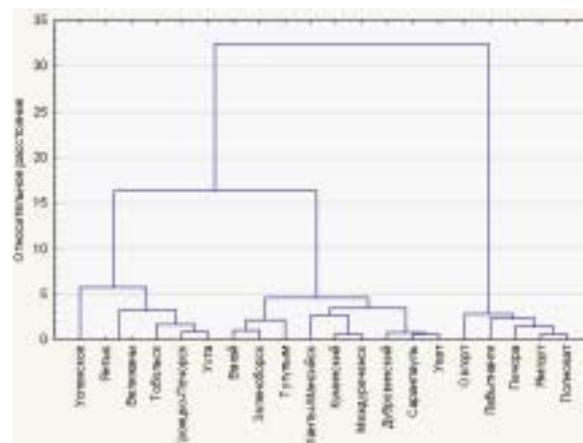


Рисунок 1. Дендрограмма популяций ели по величине коэффициентов сужения (C_n) и вытянутости (C_p) семенных чешуй ели сибирской на восточном пределе генетического влияния ели европейской

Формовая структура популяций ели в регионе характеризуется определенными особенностями по сравнению с другими частями ареала [8, 12]. При 2-классной градации (*P.e.* и *P.s.*) во всех популяционных выборках оказывается абсолютное преобладание особей фенотипа *P.s.* (94–95%).

Причем в ряде пунктов, особенно в северных районах, это преобладание достигает 100%. Наибольшая частота особей фенотипа *P.e.* оказывается в районах Троицко-Печорска и Ухты (6 и 5% соответственно). В остальных выборках (в районах I и II) встречаемость фенотипа *P.e.* составляет 1-2%.

При 3-классной градации (*P.e.*, *P.m.*, *P.s.*) структура популяций существенно изменяется, хотя и остается преобладание особей фенотипа *P.s.* во всех выборках. Наблюдается существенное уменьшение частоты фенотипа *P.m.* с юга на север – с 12–22 до 1–2% (рис. 2). В районе г. Печора промежуточный фенотип *P.m.* не обнаружен. Здесь, как и при 2-классной градации,

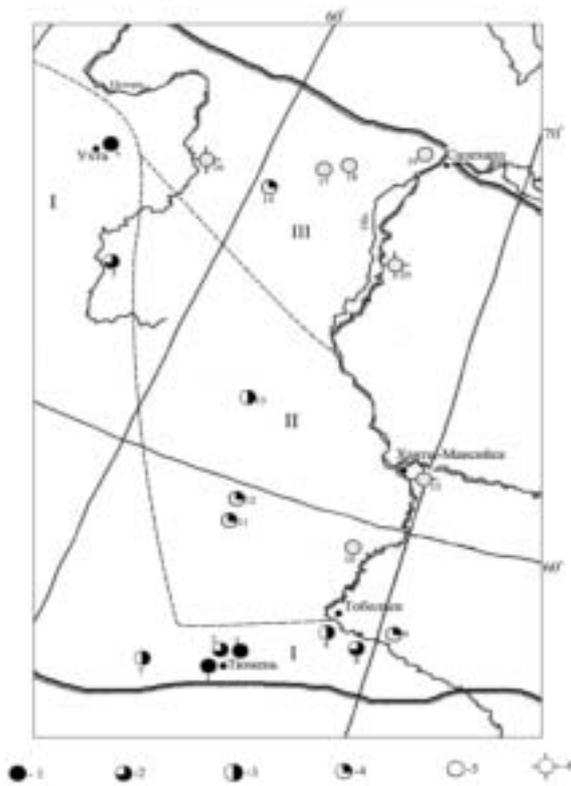


Рисунок 2. Географическая изменчивость популяций ели сибирской по классам частоты промежуточных форм ели (*P.m.*): 1 (0–1%), 2 (2–5), 3 (7–9), 4 (10–12), 5 (14–17), 6 (19–22). Цифры рядом с кружками – номера пунктов сбора исходных материалов. Пунктирными линиями обозначены условные границы районов (I–III)

имеется 100% особей фенотипа *P.s.* При 3-классной градации особей фенотипа *P.e.* не оказалось ни в одной выборке, т. е. все особи фенотипа *P.e.* при 2-классной градации «перешли» в категорию *P.m.* при 3-классной. Географическая изменчивость частоты фенотипа *P.m.* в популяциях очень высокая. Коэффициент вариации равен 71,4% при среднем значении показателя (*P.m.*), равном $9,35 \pm 1,49\%$. В районе I частота фенотипа *P.m.* составляет 17 (12-22), в районе II – 8 (1-14), в районе III – 2% (0-5%).

При 4-классной градации особей (*P.e.*, *P.m.*, *P.ms.*, *P.s.*) в выборках наблюдается сходная географическая динамика их структуры, как при 2- и 3-классной градации. Особей фенотипа *P.e.*, так же как и при 3-классной градации, не оказалось ни в одной выборке. Особей фенотипа *P.m.* в окрестностях Тюмени 2-3, в районе Ухты, Троицко-Печорска – по 9, в некоторых выборках из района II – 1-3%, в остальных (выборках) их нет. Не оказалось особей фенотипа *P.m.* в районе III. Существенное уменьшение особей фенотипа *P.m.* во всех районах произошло потому, что они «перешли» в категорию фенотипа *P.ms.*,

Таблица 3. Квадрат дистанции Махаланобиса (SMD) популяций ели сибирской на восточном пределе генетического влияния ели европейской

| Район, пункт | SMD | | | |
|-----------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | <i>P.e.</i> | <i>P.m.</i> | <i>P.ms.</i> | <i>P.s.</i> |
| Район I | | | | |
| Успенское | 41,41 | 5,53 | 1,97 | 1,10 |
| Велижаны | 42,53 | 6,43 | 2,59 | 0,67 |
| Янтык | 41,87 | 6,32 | 2,57 | 0,64 |
| Тобольск | 46,32 | 7,42 | 3,03 | 0,50 |
| Троицко-Печорск | 42,58 | 6,25 | 2,32 | 0,67 |
| Ухта | 42,33 | 6,69 | 2,70 | 0,46 |
| Тугулым | 44,21 | 6,40 | 2,30 | 0,81 |
| Среднее по району I | 43,04 | 6,43 | 2,50 | 0,69 |
| Район II | | | | |
| Вагай | 46,70 | 7,12 | 2,67 | 0,73 |
| Дубровное | 48,24 | 7,96 | 3,35 | 0,27 |
| Уват | 48,53 | 8,77 | 3,87 | 0,21 |
| Куминский | 50,73 | 8,28 | 3,31 | 0,69 |
| Междуреченский | 50,71 | 8,68 | 3,62 | 0,56 |
| Зеленоборск | 48,68 | 7,87 | 3,15 | 0,48 |
| Саранпауль | 48,41 | 8,43 | 3,59 | 0,32 |
| Среднее по району II | 48,86 | 8,16 | 3,66 | 0,47 |
| Район III | | | | |
| Ханты-Мансийск | 54,82 | 12,14 | 6,27 | 0,01 |
| Печора | 54,68 | 11,82 | 5,96 | 0,02 |
| Овгорт | 57,50 | 12,37 | 6,19 | 0,38 |
| Ямгорт | 55,10 | 12,37 | 6,43 | 0,05 |
| Лабитнанги | 54,48 | 12,23 | 6,46 | 0,03 |
| Полноват | 56,86 | 12,56 | 6,39 | 0,12 |
| Среднее по району III | 55,57 | 12,25 | 6,28 | 0,10 |

то есть оказались ближе к последнему. Особей фенотипа *P.ms.* во всех районах оказалось больше, чем фенотипа *P.m.* Это вполне естественно, поскольку он ближе к фенотипу *P.s.* В районе I их в среднем около 25 (17–34), в районе II – 21 (15–32), в районе III – 9% (6–13%). В среднем по региону частота фенотипа *P.ms.* составляет $19,45 \pm 2,00\%$ при коэффициенте вариации, равном 46%. Особей фенотипа *P.m.* 2, фенотипа *P.s.* – около 79%.

Участие в составе популяций особей фенотипа *P.ms.* и тем более фенотипа *P.m.* указывает на определенное влияние генома ели европейской через промежуточные популяции, располагающиеся западнее. Причем такое участие больше выражено в популяциях южной и западной частей региона.

На генетическое влияние ели европейской на ель сибирскую в данном регионе указывает, например, частота аллелей $Gpi^{0.80}$ (*GPI* – фермент глюкозофосфатизомераза) и $Gdh^{0.75}$ (*GDH* – фермент глутаматдегидрогеназа). В районе пос. Ильинский (Пермский край) частота аллеля $Gpi^{0.80}$ составляет 40,0, в районе пос. Висим (Горный Урал) и г. Асбест (восточный склон Урала) в Свердловской обл. – 53,1 и 55,2% соответственно, а в районе Красноярска – 83,3% [5]. Учитывая большое сходство в географической изменчивости средних показателей формы семенных чешуй и частоты указанных аллелей [5, 12, 13], можно предположить, что в районе Тюмени – Тобольска частота, например, аллеля $Gpi^{0.80}$ составит 60–65%.

Характер распределения особей в выборках, представляющих районы I (Успенское), II (Междуреченский), III (Лабытнанги) на скаттер-диаграмме по Root 1 и Root 2 указывает на большую близость их к полигону распределения особей из Восточной Сибири и весьма отдаленное положение от такового ели европейской с Карпат (рис. 3). Все популяции в данном регионе по анализируемым признакам значительно ближе к ели сибирской из Восточной Сибири, чем к ели европейской с Карпат (табл. 3). Имеются весьма четкие раз-

личия групп популяций (по районам) по величине дистанции Махаланобиса от *P.e.* (43,04, 48,86, 55,57), *P.m.* (6,43, 8,16, 12,25), *P.ms.* (2,50, 3,66, 6,28), *P.s.* (0,69, 0,47, 0,10). По этим показателям «пограничная» выборка из района пос. Тугулым относится к первой группе, а из района г. Ханты-Мансийск – к третьей (группе).

Следует отметить, что выделяемые районы, согласно кластеризации (рис. 1) и данным по

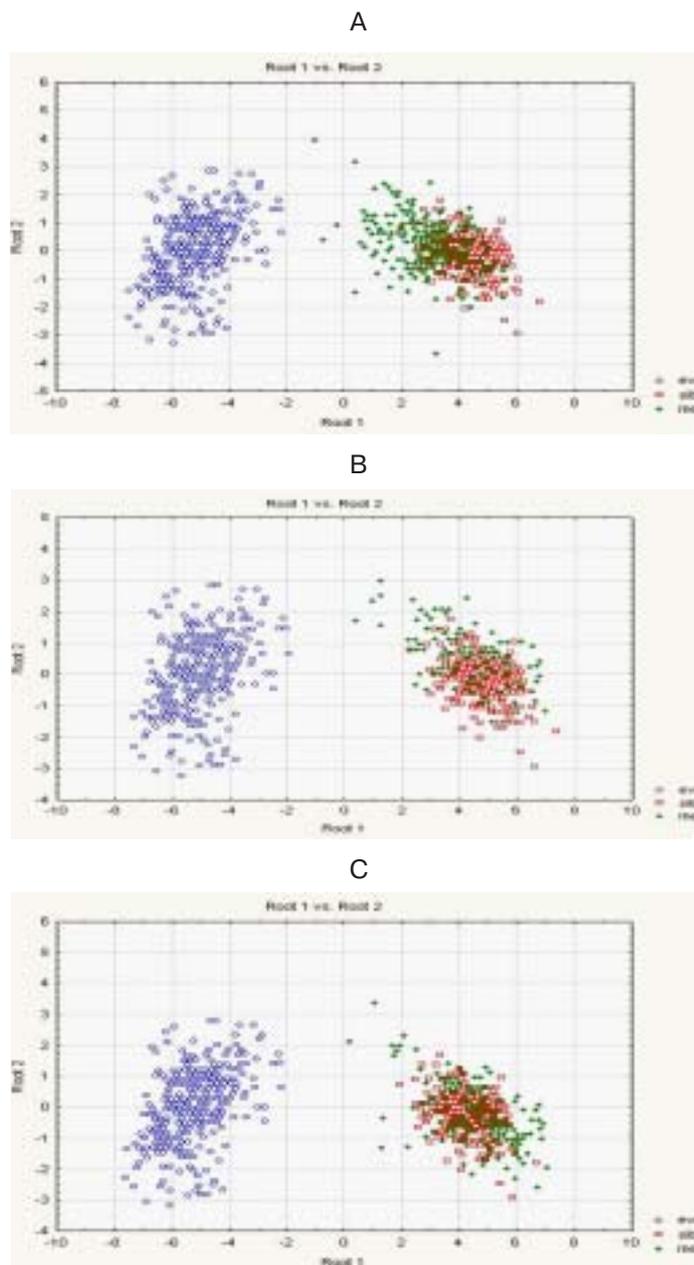


Рисунок 3. Диаграмма рассеяния (Scatterplot of canonical scores) особей в западносибирских популяциях ели (*med.*) относительно ели европейской (*evr.*) с Карпат и сибирской из Восточной Сибири (*sib.*): А – район I (с. Успенское), В – район II (пос. Междуреченский), С – район III (пос. Лабытнанги)

дистанции Махаланобиса (табл. 3), включают ряд более мелких группировок, т. е. характеризуются значительной мозаичностью взаимного географического расположения. Можно предположить, что это особенность региона, в котором постепенно уменьшается влияние генома другого вида, в данном случае ели европейской.

Заключение

Ель сибирская за Уралом, где постепенно затухает генетическое влияние ели европейской, характеризуется сравнительно небольшой изменчивостью формы семенных чешуй. При этом достаточно четко прослеживается геогра-

фическая динамика признаков в направлении север - юг. Особенностью популяций вида здесь является сравнительно небольшая частота промежуточных (гибридных) фенотипов (*P.m.* и *P.ms.*) ели европейской и сибирской. Наибольшее участие их оказывается в составе популяций южных и западных частей региона. Результаты исследования могут быть полезны для решения вопросов популяционного разнообразия ели сибирской, внутривидовой систематики, выделения и использования популяционного генофонда при выращивании еловых насаждений.

27.02.2011

Список литературы:

1. Атлас лесов СССР. – М.: ГУГК, 1973. – 222 с.
2. Бобров, Е.Г. Об особенностях флоры эрратической области (один из путей формообразования) / Е.Г. Бобров // Сов. ботаника. – 1944. – №2. – С. 3–20.
3. Бобров, Е.Г. Интрогрессивная гибридизация в роде *Picea* A. Dietr. / Е.Г. Бобров // Тр. Ин-та ЭРиЖ УНЦ АН СССР. – 1974. – Вып. 90. – С. 60–66.
4. Голубец, М.А. Современная трактовка объема вида *Picea abies* (L.) Karst. и его внутривидовых таксонов / М.А. Голубец // Бот. журн. – 1968. – Т. 63. – №3. – С. 1048–1062.
5. Гончаренко, Г. Г., Падутов, В.Е. Популяционная и эволюционная генетика елей Палеарктики [Текст] / Г.Г. Гончаренко, В.Е. Падутов. – Гомель: ИЛ НАНБ, 2001. – 197 с.
6. Данилов, Д.Н. Изменчивость семенных чешуй *Picea excelsa* / Д.Н. Данилов // Бот. журн. – 1943. – Т. 28. – №5. – С. 191–202.
7. 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. – 2009. – №10. – С. 133–138.
8. Зенкова, Е.Л. Формовая структура ели сибирской в районах затухающего генетического влияния ели европейской / Е.Л. Зенкова // Аграрная Россия специальный выпуск. – 2009. – С. 137–138.
9. Коропачинский, И.Ю., Милютин, Л.И. Естественная гибридизация древесных растений [Текст] / И.Ю. Коропачинский, Л.И. Милютин. – Новосибирск: Гео, 2006. – 223 с.
10. Мамаев, С.А., Попов, П.П. Ель сибирская на Урале (внутривидовая изменчивость и структура популяций) [Текст] / С.А. Мамаев, П.П. Попов. – М.: Наука, 1989. – 104 с.
11. Морозов, Г.П. Фенотипическая структура популяций ели обыкновенной и сибирской / Г. П. Морозов // Лесоведение. – 1976. – №5. – С. 22–29.
12. Попов, П.П. Географическая изменчивость формы семенных чешуй ели в Восточной Европе и Западной Сибири / П.П. Попов // Лесоведение. – 1999. – №1. – С. 68–73.
13. Попов, П.П. Сходство в географической изменчивости ели по фенетическим и генетическим признакам / П.П. Попов, Е.Л. Зенкова // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2009. – №10. – С. 126–132.
14. Правдин, Л.Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР [Текст] / Л.Ф. Правдин. – М.: Наука, 1975. – 176 с.
15. Сукачев, В.Н. Дендрология с основами лесной геоботаники [Текст] / В.Н. Сукачев. – Л.: Гослестехиздат, 1938. – 576 с.
16. Teplouchoff, Th. Ein Beitrag zur Kenntniss der sibirischen Fichte – *Picea obovata* Ledeb. // Bull. Imp. Natural, de Moskou. – 1868. – Bd. 41. – Н.3. – С. 244–252.

Сведения об авторах

Зенкова Елена Леонидовна, аспирант лаборатории устойчивости биогеоценозов
Института проблем освоения Севера СО РАН, г. Тюмень
625003, г. Тюмень, а/я 2774, тел. (3452) 229360, e-mail: zenkova86@rambler.ru

UDC 630*165.1: 630*165.5

Zenkova E.L.

Institute problems of development of the north, Tyumen, e-mail: zenkova86@rambler.ru

SIBIRIAN SPRUCE POPULATIONS ON THE EAST LIMITS OF GENETIC INFLUENCE OF NORWAY SPRUCE

The author studied shaped structure and geographic differentiation of populations of Siberian spruce in the eastern limit of genetic influence of Norway spruce on the main diagnostic feature - the form of seed scales using cluster and discriminant analysis. Also the author allocated three areas in which spruce differs significantly in performance of form seed scales and shaped the population structure.

Key words: Siberian spruce, variability, shaped structure, cluster analysis, discriminant analysis.