

УДК 630*165.52

НАКВАСИНА Елена Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства и почвоведения лесотехнического института Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 220 научных публикаций, в т. ч. 5 монографий и 12 учебно-методических пособий

ДЕМИНА Надежда Александровна, аспирант кафедры лесоводства и почвоведения лесотехнического института Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, младший научный сотрудник Северного научно-исследовательского института лесного хозяйства (г. Архангельск). Автор 10 научных публикаций

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ РАС ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Географические культуры помогают решать практические вопросы лесосеменного районирования и являются природной лабораторией для проведения генетико-экологических исследований. Нами проведено изучение взаимодействия «генотип – среда», позволяющее оценить устойчивость и пластичность потомств, а также их адаптивную ценность, на примере ряда климатипов ели обыкновенной из различных мест произрастания. При расчетах использовали данные по приживаемости, росту и продуктивности потомств, выращиваемых в коллекциях Архангельской, Вологодской областей и Республики Коми и представленных елью сибирской, елью европейской, а также их интрогрессивными гибридами. Для оценки использовали стандартизованное отклонение признака, выраженное в единицах стандартного отклонения от среднего значения признака в коллекции, стабильность продуктивности и выживаемости потомства по среде оценивали по методу Эберхарта–Рассела. Установлено, что наибольшей пластичностью признаков выживаемости и роста в культурах II класса возраста отличается географическая раса ели обыкновенной из Республики Карелия (Сегежский район), представленная гибридной елью с преобладанием признаков ели сибирской. Популяции ели сибирской из Архангельской области и Республики Коми отличаются низкой пластичностью и снижают приживаемость и рост при перемещении потомств в западном и юго-западном направлении. Потомства ели европейской и близких к ним интрогрессивных гибридов из зоны оптимума произрастания при перемещении в северном направлении заметно снижают приживаемость, но сохраняют адаптационную устойчивость по ростовым показателям. Экологическая стабильность по среде по показателю приживаемости культур с возрастом снижается в связи с выходом ели из-под снегового полога, что отражается на адаптационной устойчивости потомства. Экологическая стабильность потомств ели обыкновенной по росту и продуктивности (запасу древесины) до 40-летнего возраста культур остается достаточно постоянной. Снижение экологической стабильности по среде проявляется лишь у потомства самой северной популяции, представленной елью сибирской и отличающейся медленным ростом. Популяционные особенности пластичности ели обыкновенной должны учитываться при планировании использования семян для целей лесовосстановления на Европейском Севере России.

Ключевые слова: географические расы ели, географические культуры, климатипы ели, экологическая стабильность.

Установить особенности влияния географического происхождения потомств на их адаптационную устойчивость, рост и продуктивность в зависимости от условий культивирования, выявить факторы среды, обуславливающие взаимодействие «генотип–среда» позволяют географические культуры, являющиеся уникальными селекционными объектами и имеющие большую значимость в современных генетико-экологических исследованиях [2]. Выращивание одних и тех же географических рас в различных условиях среды позволяет определить адаптивную ценность потомств по возрастной и экологической стабильности признаков [7].

На территории Европейского Севера в 1970-х годах создано три пункта географических культур ели обыкновенной в Архангельской (Плесецкое лесничество), Вологодской (Череповецкое лесничество) областях и Республике Коми (Корткеросское лесничество). Объекты расположены в подзонах средней (плесецкий и корткеросский пункты) и южной (череповецкий пункт) тайги.

Культуры созданы по единой методике [6] в схожих лесорастительных условиях, сплошная обработка почвы проводилась с предварительной корчевкой, посадка осуществлялась под лопату и меч Колесова трехлетними сеянцами. Варианты располагаются блоками, некоторые из них имеют до 6 повторностей. Схема посадки – 2,5 – 0,75 м. Работы по созданию объектов проводили соответствующие лесхозы под руководством сотрудников АИЛиЛХ (ныне СевНИИЛХ) А.И. Барабина, Н.В. Улисовой, Т.С. Непогодьева.

Коллекции происхождений включают в себя популяции из ближнего зарубежья, европейской части страны, Западной Сибири. В широтном отношении климатипы представ-

лены от подзоны северной тайги до зоны лиственных лесов. Количество происхождений ели в месте испытания составляет от 28 до 33 популяций.

Куратором объектов с момента их создания является Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства. Во всех пунктах испытания периодически проводилось изучение выживаемости, роста и продуктивности климатипов (географических рас) ели [1, 2, 8, 9]. На данный момент географические культуры ели достигли II класса возраста, что позволяет провести селекционно-адаптивную оценку популяций по ряду показателей выживаемости и продуктивности в динамике.

Для всех пунктов испытания ели на Европейском Севере характерно схожее поведение климатипов на начальных этапах роста. При оценке культур на раннем этапе развития было установлено, что в первое десятилетие ель испытывает стресс, далее позиции по выживаемости относительно стабилизируются. После посадки потомств ели на лесокультурную площадь значительный отпад молодых саженцев происходит из-за выжимания морозом северных происхождений и обмерзания южных. К 10–15-летнему возрасту культур произошла переранжировка показателей, главной причиной которой является сильное обмерзание в осенне-зимние периоды ели южного и юго-западного происхождения, вышедших из-под защиты снежного покрова. Позднее резкого изменения рангов у климатипов разного географического происхождения не отмечалось. Однако стабилизация потомств по сохранности и росту не закончилась. Продолжается смыкание деревьев в рядах и междурядах. В культурах II класса возраста высокие ранги по сохранности занимают местные климатипы и популяции,

для которых климатические условия места произрастания культур являются более оптимальными. В Архангельской области наилучшую выживаемость имеют местные происхождения из подзон северной и средней тайги и потомства популяций из Карелии, в Вологодской – местные климатипы, а также потомства популяций из Ленинградской, Архангельской, Пермской областей, Республики Коми. В Республике Коми хорошей приживаемостью отличаются местные происхождения ели и потомства из Архангельской, Кировской, Пермской, Свердловской областей, тогда как южные расы ели отличаются низкой устойчивостью.

Во всех пунктах испытания климатипы местных происхождений ели имеют высокий ранг по высоте на протяжении всего периода роста. Интенсивным ростом и развитием отличаются и потомства южных и юго-западных популяций, из зоны произрастания ели европейской, и близких к ним интрогрессивных гибридов.

Географические культуры, созданные на Европейском Севере, позволяют не только отобрать лучшие потомства для их использования при лесовосстановлении, но и проследить наследуемость признаков и свойств отдельных потомств при испытании в различных климатических условиях. При наличии общих закономерностей выживания в пределах коллекции отдельные потомства географических рас могут отличаться своими особенностями адаптации, связанными как с географической, так и с популяционной и видовой изменчивостями. Они могут по-разному реагировать на факторы среды, отличаться высокой пластичностью или, наоборот, стабильностью признаков.

Для изучения экологической стабильности по среде были подобраны 6 вариантов географических популяционных рас ели из различных мест произрастания, представленных елью сибирской и елью европейской, а также их интрогрессивными гибридами (табл. 1) во всех пунктах испытания. При моделировании

возрастных процессов стабильности использовали данные по росту и выживаемости, полученные ранее С.Н. Тархановым, Н.В. Улисовой, О.А. Гвоздухиной, Е.Н. Наквасиной и Д.Х. Файзулиным [1–3; 8; 9].

В качестве относительного показателя использовали стандартизованное отклонение признака, выраженное в единицах стандартного отклонения от среднего значения признака в коллекции с одинаковым набором климатипов, которое рассчитывали по приживаемости, высоте, диаметру на высоте груди и запасу ствольной древесины в коре на корню [7, 10, 11].

Для оценки стабильности продуктивности и выживаемости потомства по среде использовали метод С.А. Эберхарта и В.А. Рассела [4, 11], который применяется в системных опытах, когда одни и те же потомства (не менее трех) культивируются в различных экологических условиях. Метод основан на расчете двух параметров: коэффициента линейной регрессии, характеризующего экологическую пластичность происхождения, и среднего квадратического отклонения от линии регрессии, определяющее стабильность потомства в различных условиях среды. Он отражает комплекс связей и отношений, которые устанавливаются между растениями и средой. При значениях коэффициента регрессии $b > 1$ и дисперсии стабильности (S^2), стремящейся к нулю, потомства считаются отзывчивыми на улучшение условий внешней среды и характеризуются высокой стабильностью. При высоких показателях b и S^2 популяции характеризуются отзывчивостью на изменение условий внешней среды в сочетании с низкой стабильностью; таким образом, варианты считаются менее ценными. Когда значение $b < 1$ и показатель S^2 стремится к нулю, это означает, что популяции слабо реагируют на улучшение внешних условий, но для них характерна высокая стабильность продуктивности.

Географическая раса ели обыкновенной из Карелии (климатип № 2), представленная гибридной елью с преобладанием признаков

Таблица 1

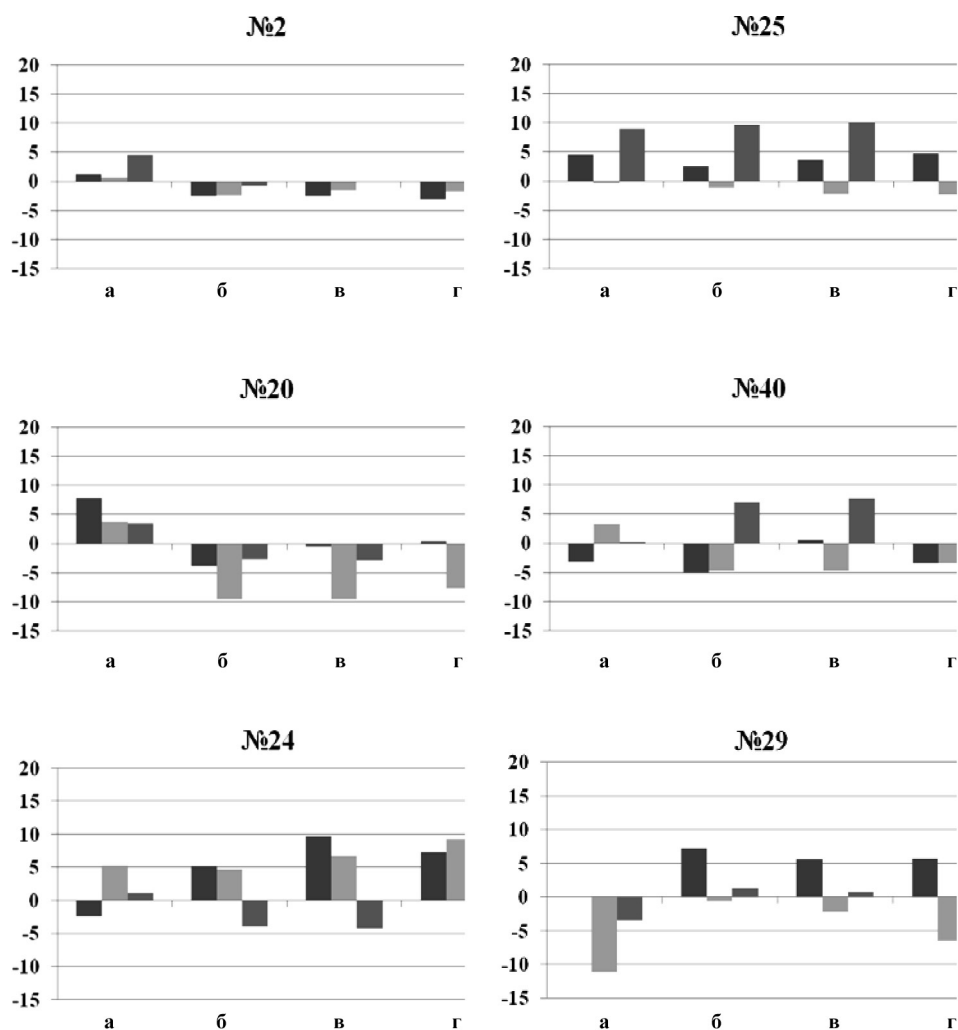
ТАКСАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ВИДОВАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ КЛИМАТИПОВ ЕЛИ
В РАЗНЫХ ПУНКТАХ ЗАКЛАДКИ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР

Происхождение культур		Вид ели	Пункт испытания											
			Архангельская область, 31-летние культуры				Вологодская область, 31-летние культуры				Республика Коми, 33-летние культуры			
№ варианта	Регион, лесхоз (лесничество)		Прижи- ваемость, %	Высо- та, м	Диаметр на высоте 1,3 м, см	Прижи- ваемость, %	Высо- та, м	Диаметр на высоте 1,3 м, см	Прижи- ваемость, %	Высо- та, м	Диаметр на высоте 1,3 м, см	Прижи- ваемость, %	Высо- та, м	Диаметр на высоте 1,3 м, см
20	Архангельская область, Пинежский лесхоз	Сибирская	81,3	8,0	7,5±0,21	82,4	8,3	7,8±0,18	51,9	4,8	4,5±0,23			
2	Республика Карелия, Сегежский лесхоз	Гибридная сибирская	68,7	8,3	7,1±0,20	78,0	9,5	8,9±0,17	54,8	5,4	5,3±0,20			
25	Республика Коми, Корткеросский лесхоз	Гибридная сибирская	75,2	9,5	8,3±0,26	76,7	9,7	8,8±0,23	67,9	8,5	8,2±0,34			
40	Свердловская область, Карпинский лесхоз	Сибирская	60,5	7,7	7,7±0,26	81,8	9,1	8,5±0,23	42,4	7,7	7,5±0,26			
24	Вологодская область, Череповецкий лесхоз	Гибридная европейская	61,9	10,1	9,5±0,32	84,5	10,7	10,0±0,25	44,7	4,4	4,1±0,23			
29	Московская область, Солнечногорский лесхоз	Европейская	66,6	10,6	8,7±0,27	61,6	9,8	8,8±0,24	31,5	6,0	5,5±0,21			

ели сибирской, показала наибольшую пластичность признаков выживаемости и роста в культурах II класса возраста (см. рисунок). При испытании ее потомства в достаточно резко различающихся условиях (дальность переброски по долготе достигала 12° в. д.) отклонения признаков по ростовым показателям минимальны (не более 3-х стандартных отклонений). Более

того, у потомств этого климатипа не снижалась приживаемость, они были устойчивы даже при выращивании в резко континентальном климате Республики Коми.

Последствия перемещения потомства ели в западном направлении, по сравнению с местом произрастания материнской популяции, хорошо прослеживаются на примере климатипа



Селекционная оценка климатипов ели географических культур II класса возраста (в единицах стандартного отклонения от среднего по опыту): номера климатипов соответствуют табл. 1; ■ – пункт испытания в Архангельской области, ■ – в Вологодской области, ■ – в Республике Коми; а – приживаемость, б – высота, в – диаметр, г – запас древесины в коре на корню

№ 25 из Республики Коми. Наиболее высокая выживаемость и хороший рост проявляются только при произрастании в условиях, к которым адаптирована исходная популяция. При перемещении потомства к западу (в пределах лесорастительной подзоны) или юго-западу (подзона южной тайги) происходит снижение всех показателей, особенно высоты, диаметра и запаса древесины. Наиболее значительно снижается рост ели этой расы при перемещении потомства в юго-западном направлении – достигаются отрицательные значения стандартного отклонения.

Самая северная из изученных географическая раса ели (климатип № 20 из Пинежского района Архангельской области, подзона северной тайги), представленная елью сибирской, отличается повышенной приживаемостью во всех пунктах испытания при снижении скорости роста и продуктивности, особенно при выращивании в более южных климатических условиях (подзона южной тайги, Вологодская область). Замедленный рост при высокой устойчивости отмечался у северных потомств ели сибирской и ранее [1].

Ель сибирская за счет южноуральской ветви миграции в голоцене [5] распространена и в Свердловской области. Потомство ели климатипа № 40, материнские насаждения которого произрастают в горных районах, отличается, пожалуй, наименьшей пластичностью по сравнению с изученными расами и его видовым аналогом из подзоны северной тайги (№ 20). Лучший рост потомства этой географической расы наблюдается в условиях, наиболее близких к условиям произрастания материнских насаждений – в Республике Коми. Стандартное отклонение от среднего по коллекции достигает 7 δ . При выращивании потомства в культурах в Архангельской области (подзона средней тайги) ель реагирует, прежде всего, линейным ростом по высоте (-5 δ), а в Вологодской (подзона южной тайги) – как линейным, так и радиальным приростом, что отражается в запасе древесины: он снижается более чем на 3 стандартных отклонения от среднего по коллекции.

Потомства более южных географических рас ели обыкновенной (№ 24, 29), представлены елью европейской и близкими к ней гибридами, материнские насаждения которых произрастают в зоне оптимума ели; для них характерен более интенсивный рост по сравнению с елью сибирской. При перемещении к северу они отличаются снижением выживаемости, но высокой пластичностью по ростовым показателям, сохраняя интенсивный рост (среднее квадратичное отклонение составляет 5–10 δ), однако рост резко снижается в связи с долготным перемещением (к востоку, в условия резко континентального климата Республики Коми).

Потомство самой южной географической расы ели из изученных (№ 29, Московская область, южная подзона смешанных лесов), представленное елью европейской, в первую очередь реагирует на изменение условий произрастания снижением приживаемости (до -11 δ). Сохранившиеся особи ели, видимо, в большой степени реагируют на агротехнику выращивания культур, чем на климатические условия расположения пункта испытания, что было ранее установлено для сосны [2].

Суммарную реакцию потомства на изменение условий произрастания, по крайней мере, при выращивании их в трех пунктах испытания с близкими лесорастительными условиями, дает метод Эберхарта и Рассела посредством представления показателей стабильности по среде (табл. 2).

В 10–13-летнем возрасте культур, до выхода ели из-под защитного снегового полога в зимнее время, выживаемость потомства климатипов из Архангельской и Свердловской, Вологодской и Московской областей, перемещенного к северу или югу по отношению к месту заготовки семян, отличается низкой стабильностью по среде. Потомство географических рас ели из Карелии и Коми при изменении условий произрастания в долготном направлении (на восток или на запад соответственно) в пределах одной лесорастительной подзоны по отношению показателей стабильности по вы-

Таблица 2

ПАРАМЕТРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ РАС ЕЛИ

Происхождение культур		Параметры стабильности по приживаемости		Параметры стабильности по росту в высоту		Параметры стабильности по запасу древесины	
№ климата	Регион	b	S ²	b	S ²	b	S ²
Культуры I класса возраста							
20	Архангельская область	1,125	34,70	1,067	0,13	1,055	4,78
2	Республика Карелия	0,873	0,00	1,089	0,18	1,256	2,66
25	Республика Коми	0,468	8,53	0,771	0,10	0,234	1,23
40	Свердловская область	1,227	220,36	0,635	0,17	0,642	10,10
24	Вологодская область	1,057	83,73	1,570	0,02	1,902	0,56
29	Московская область	1,253	172,03	1,212	0,20	0,911	5,02
Культуры II класса возраста							
20	Архангельская область	1,131	39,80	1,057	0,02	0,890	9,92
2	Республика Карелия	0,784	3,60	1,137	0,19	1,073	17,00
25	Республика Коми	0,312	0,80	0,350	0,00	0,385	0,50
40	Свердловская область	1,285	58,60	0,268	0,86	0,751	23,24
24	Вологодская область	1,289	74,30	1,897	0,05	1,904	2,75
29	Московская область	1,172	123,20	1,283	1,14	0,997	52,20

Примечание. b – коэффициент регрессии, S² – дисперсия стабильности.

живаемости имеет низкую реакцию по среде. Эти закономерности сохранились и в культурах II класса возраста.

В то же время отзывчивость потомства ели ростом и продуктивностью отличается от приживаемости. Высокой стабильностью по среде по показателям роста в высоту и запаса формирующейся древесины отличаются потомства ели из Архангельской, Вологодской, Московской областей и Республики Карелии. Ель, места произрастания которой тяготеют к суровому климату Урала (Республика Коми и

Свердловская область), плохо реагирует ростом на изменение условий выращивания. Спустя 20 лет, в течение которых в культурах ели прошла стабилизация рангов деревьев по высоте [1], стабильность по среде, отраженная в параметрах роста в высоту (табл. 2), не изменилась. У потомств уральских рас параметры стабильности показывают закрепление с возрастом наследственно обусловленной низкой реакции рас на изменение условий выращивания.

С возрастом культур у разных потомств в целом сохранилось соотношение параметров

экологической стабильности (b и S^2) и по запасу древесины, являющемуся интегральным показателем роста и приживаемости. Однако наблюдается возрастное снижение стабильности по среде у ели сибирской (Пинежский район Архангельской области).

Таким образом, каждая географическая раса обширного непрерывного ареала ели обыкновенной отличается своими особенностями пластичности и стабильности по среде, что связано не только с географическим положением материнских насаждений, но и с популяционными характеристиками культур и видом породы. Наиболее высокой пластичностью отличается популяция ели обыкновенной из Республики Карелия, она слабо реагирует показателями выживаемости и роста на изменение условий выращивания потомства на Европейском Севере. Пластичность потомства по показателям приживаемости и роста (высота, диаметр) не синхронна. Как правило, отпад деревьев в климатипах происходит в первое десятилетие и далее с возрастом приживаемость

меняется незначительно, тогда как рост ели связан с ее выходом из-под защиты снегового покрова и дифференциацией особей.

Это отражается и на параметрах стабильности по среде у потомств географических рас ели, которая может меняться с возрастом, что наблюдается у ели сибирской из подзоны северной тайги Архангельской области по интегральному показателю – запасу древесины.

По приживаемости низкой стабильностью по среде отличаются популяции из Архангельской, Вологодской, Свердловской и Московской областей. Слабо реагируют на изменение условий произрастания потомства географических рас из Республик Карелии и Коми. По росту высокой стабильностью отличаются все изученные географические расы, кроме ели с Урала и близких к нему территорий (Республика Коми и Свердловская область).

Показатели пластичности и стабильности по среде необходимо учитывать при решении вопроса о дальности перемещения семенного потомства для лесовосстановления.

Список литературы

1. *Гвоздихина О.А.* Географические культуры ели в Архангельской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Архангельск, 2004.
2. Географические культуры в ген-экологических исследованиях на Европейском Севере / Е.Н. Наквасина, О.А. Юдина, Н.А. Прожерина и др. Архангельск, 2008. 307 с.
3. Изучить географические и испытательные культуры сосны и ели, отобрать лучшие климатипы для интродукции в условиях Северо-запада России в связи с глобальными климатическими изменениями и кандидатов в элиту для ускоренного лесовыращивания: отчет о НИР (заключ.) / рук. Д.Х. Файзулин; Сев. (Арктич.) федер. ун-т. Архангельск, 2011. 102 с.
4. *Петров С.А.* Рекомендации по использованию генетико-статистических методов в селекции лесных пород на продуктивность. Воронеж, 1984. 43 с.
5. *Попов П.П.* Ель европейская и сибирская. Новосибирск, 2005. 230 с.
6. *Проказин Е.П.* Изучение имеющихся и создание новых географических культур (программа и методика работ). Пушкино, 1972. 52 с.
7. *Роне В.М.* Методы генетического анализа и отбора в популяциях ели обыкновенной: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1979.
8. *Тарханов С.Н.* Изменчивость ели в географических культурах Республики Коми. Екатеринбург, 1998. 195 с.
9. *Улиссова Н.В.* Рост и состояние семян сосны и ели разных климатипов в условиях Вологодской области // Материалы годичной сессии по итогам НИР за 1977 г. Архангельск, 1978. С. 17–18.
10. *Giertych M.* Summary Results of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Height Growth in IUFRO Provenance Experiments // *Silvae Genetica*. 1979. № 14. P. 136–152.

11. Shutyaev A.M., Giertych M. Height Growth Variation in a Comprehensive Eurasian Provenance Experiment of Scotch Pine (*Pinus sylvestris* L.) // *Silvae Genetica*. 1997. № 6. P. 332–349.

References

1. Gvozdukhina O.A. *Geograficheskie kul'tury eli v Arkhangel'skoy oblasti*: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk [Geographical Cultures of Spruce in the Arkhangelsk Region: Cand. Agric. Sci. Diss. Abs.]. Arkhangelsk, 2004.
2. Nakvasina E.N., Yudina O.A., Prozherina N.A., et al. *Geograficheskie kul'tury v gen-ekologicheskikh issledovaniyakh na Evropeyskom Severe* [Geographical Cultures in Gene-Environmental Studies in the European North]. Arkhangelsk, 2008. 307 p.
3. *To study geographical and test cultures of pine and spruce, to select the best climatypes for introduction into the environment of the Northwest Russia in connection with global climate change as well as the elite candidates for accelerated forest growing*. Research report (final). Scientific adviser Fayzulin D.Kh. Arkhangelsk, 2011. 102 p. (in Russian).
4. Petrov S.A. *Rekomendatsii po ispol'zovaniyu genetiko-statisticheskikh metodov v selektsii lesnykh porod na produktivnost'* [Recommendations on the Use of Genetic and Statistical Methods in Forest Trees Selection by Productivity]. Voronezh, 1984. 43 p.
5. Popov P.P. *El' evropeyskaya i sibirskaya* [European and Siberian Spruce]. Novosibirsk, 2005. 230 p.
6. Prokazin E.P. *Izucheniye imeyushchikhsya i sozdaniye novykh geograficheskikh kul'tur (programma i metodika rabot)* [Study of the Existing Geographical Cultures and Creation of the New Ones (Program and Methods)]. Pushkino, 1972. 52 p.
7. Rone V.M. *Metody geneticheskogo analiza i otbora v populyatsiyakh eli obyknovennoy*: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk [Methods of Genetic Analysis and Selection in *Picea abies* Populations: Dr. Biol. Sci. Diss. Abs.]. Moscow, 1979.
8. Tarkhanov S.N. *Izmenchivost' eli v geograficheskikh kul'turakh Respubliki Komi* [Variability of Spruce in Geographical Cultures of the Komi Republic]. Yekaterinburg, 1998. 195 p.
9. Ulissova N.V. Rost i sostoyaniye seyantsev sosny i eli raznykh klimatipov v usloviyakh Vologodskoy oblasti [The Growth and State of Pine and Spruce Seedlings of Different Climatic Types in the Vologda Region]. *Materialy godichnoy sessii po itogam NIR za 1977 g.* [Proc. Annual Session on the Results of Researches in 1977]. Arkhangelsk, 1978, pp. 17–18.
10. Giertych M. Summary Results of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Height Growth in IUFRO Provenance Experiments. *Silvae Genetica*, 1979, no. 14, pp. 136–152.
11. Shutyaev A.M., Giertych M. Height Growth Variation in a Comprehensive Eurasian Provenance Experiment of Scotch Pine (*Pinus sylvestris* L.). *Silvae Genetica*, 1997, no. 6, pp. 332–349.

Nakvasina Elena Nikolaevna

Forestry Engineering Institute, Northern (Arctic)
Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

Demina Nadezhda Aleksandrovna

Postgraduate Student, Forestry Engineering Institute, Northern (Arctic)
Federal University named after M.V. Lomonosov;
Northern Research Institute of Forestry (Arkhangelsk, Russia)

ECOLOGICAL STABILITY OF GEOGRAPHICAL RACES OF SPRUCE

Geographical cultures help solve practical problems of seed zoning and are a natural laboratory for genetic and ecological studies. We researched the “genotype–environment” interaction allowing us to estimate the stability, plasticity and adaptive value of spruce progeny exemplified by a number of climatypes from different habitats. We used data on survival, growth and productivity of progenies in the Arkhangelsk and Vologda Regions and the Komi Republic. These are: *Picea abies* (L.) Karst., *Picea obovata* Ledeb.

and their hybrids. To estimate the stability of productivity and survival of progenies in the environment we applied Eberhart-Russell's method. As a relative index we used the standardized parameter deviation expressed in terms of the units of standard deviation from the mean. The greatest plasticity of survival and growth parameters in cultures of second age-class was observed in the geographical race of spruce from Karelia (Segezhsy district), which is a hybrid species with predominant features of Siberian spruce. Siberian spruce populations of the Arkhangelsk Region and the Komi Republic have low plasticity, and their progenies show reduced survival and growth when moved to the west or southwest. When moved northward from the habitat optimum, progenies of European spruce and related introgressive hybrids have significantly lower survival, but retain their adaptive stability in terms of growth. Ecological stability in terms of survival decreases with age when spruce appears from under the snow cover, which affects the adaptive stability of its progenies. Up to the age of 40, the ecological stability of spruce progenies in terms of growth and productivity (growing-stock) remains fairly constant. Reduced ecological stability in terms of environment is only observed in the slow-growing progenies of the northernmost population of Siberian spruce. Peculiarities of common spruce plasticity should be considered when planning to use seeds for reforestation in the European North of Russia.

Keywords: *geographical races of spruce, geographical cultures, spruce climatotypes, ecological stability.*

Контактная информация:

Наквасина Елена Николаевна

адрес: 163002, г. Архангельск, Наб. Северной Двины, д. 17;

e-mail: e.nakvasina@narfu.ru

Демина Надежда Александровна

адрес: 163062, г. Архангельск, ул. Никитова, д. 13;

e-mail: deminadezhda2@rambler.ru

Рецензент – *Беляев В.В.*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры географии и геоэкологии института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова