

КРАТКОЕ СООБЩЕНИЕ

УДК 630*165.62

ЛЕСОСЕМЕННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА СЕВЕРЕ ЕВРОПЫ

А. Л. Федорков

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН
167982, Республика Коми, Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28

E-mail: fedorkov@ib.komisc.ru

Поступила в редакцию 11.10.2019 г.

Рассматриваются вопросы, связанные с лесосеменным районированием сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. на севере Европы. Кратко изложены нормативные документы, регламентирующие перемещения семян при воспроизводстве лесов и лесоразведении в Российской Федерации. Проанализирована современная отечественная и зарубежная литература по географической изменчивости основных адаптивных признаков сосны на севере. Показана важность географических культур, как основного метода изучения географической изменчивости. Приведены различия в определении допустимых перемещений семян сосны на севере Европейской России и в соседних странах с бореальным климатом – Швеции и Финляндии. На основе литературных данных описаны подходы к моделированию влияния перемещений семян на сохранность и рост культур сосны. Детально рассмотрены модели, разработанные в последнее время совместно для условий Швеции и Финляндии, охарактеризованы исходные данные, полученные в географических и испытательных культурах сосны, для их построения. Кратко описаны метеорологические данные, использованные при моделировании. Отмечено, что разработанные модели соответствуют и генетически улучшенному материалу. Рассмотрены совместные практические рекомендации по выбору оптимального источника семян для воспроизводства лесов в этих двух странах. Кратко охарактеризован электронный ресурс, позволяющий лесовладельцам выбрать наиболее адаптированный материал для создания высокопродуктивных культур сосны. Сделан вывод, что действующее в Российской Федерации лесосеменное районирование не в полной мере учитывает закономерности географической изменчивости сосны на севере. Подчеркивается необходимость разработки моделей для условий нашей страны и внесения изменений в действующее лесосеменное районирование.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris* L., географические культуры, перемещения лесных семян.

DOI: 10.15372/SJFS20200207

Перемещения лесных семян в России регулируются приказом Рослесхоза от 08.10.2015 г. № 353 (Приказ Рослесхоза..., 2015) и приказом Минприроды России от 17.09.2015 г. № 400 (Приказ Минприроды..., 2015), согласно которым при воспроизводстве лесов и лесоразведении приоритет должен отдаваться местным семенам, а при их отсутствии – семенам, заготовленным в пределах лесничества, при отсутствии последних – в пределах лесосеменного

района. В отличие от предыдущего лесосеменного районирования 1982 г. (Лесосеменное районирование..., 1982) в нынешнем сокращено число лесосеменных районов и не предусматривается их деление на подрайоны. В научной периодике высказывается озабоченность возможной потерей устойчивости и продуктивности насаждений в результате перемещений семян на значительные расстояния (Санников и др., 2017). Особую актуальность это приобретает в

условиях северного климата с неблагоприятным температурным режимом и коротким вегетационным периодом.

За последние десятилетия накоплен значительный объем информации о генетической изменчивости древесных пород, полученной методами биохимической и молекулярной генетики. Однако общеизвестно, что генетические маркеры, доступные для изучения этими методами, зачастую являются селективно-нейтральными, т. е. не подвержены действию естественного отбора. Изменчивость адаптивных количественных (ростовых) признаков определяется в долговременных полевых опытах, так как эти признаки являются наиболее достоверным, надежным количественным выражением долговременных взаимодействий древесных растений и внешней среды (Mátyás, 1997).

Для изучения генетической изменчивости адаптивных признаков древесных пород классическим является метод географических культур, которому уже более 200 лет (Шутяев, 2007; Кузьмина, Кузьмин, 2017; Мерзленко и др., 2017). При анализе данных, полученных в географических культурах, обычно используются два основных подхода: построение статистических моделей «перемещения» и моделей «отклика» (Konnert et al., 2015). В целом модели «отклика» описывают характер реакции определенного происхождения/популяции при испытании в нескольких пунктах (Rehfeldt et al., 2002), а модели «перемещения» – характер реакции набора происхождений/популяций при испытании в одном определенном месте (Rehfeldt et al., 1999; Санников и др., 2017). Позднее стали разрабатываться «универсальные» модели, включающие в качестве переменных условия участка географических культур, условия на родине происхождения/популяции или величину перемещения, а также их взаимодействие (Berlin et al., 2016).

По лесосеменному районированию 2015 г. северный лесосеменной район № 1 для сосны обыкновенной включает территорию Мурманской и Архангельской областей, Ненецкого автономного округа, Республик Карелия и Коми, а также северные части Вологодской, Кировской и Пермской областей. Таким образом, допускается переброска семян сосны с юга на север в пределах 10° географической широты (59°–69° с. ш.). В рамках создания Государственной сети географических культур основных лесобразующих пород в рассматриваемом лесосеменном районе в 1976–1978 гг. было заложено

но 6 участков географических культур сосны (Мончегорск, Медвежьегорск, Чупа, Плесецк, Корткерос и Череповец). По лесосеменному районированию 1982 г. на указанной территории выделено 6 лесосеменных районов и 9 лесосеменных подрайонов, при этом возможностей перемещений семян было значительно меньше.

Многолетние исследования как на северо-западе России, так и в Фенноскандии показали, что сохранность и рост в высоту клинально связаны с географической широтой происхождения: сохранность северных происхождений выше, а высота ниже, чем южных, и наоборот (Persson, 1994; Файзулин и др., 2011; Раевский, 2015). По установленным закономерностям перемещение семян сосны в Карелии (в диапазоне 8° по долготе) рекомендуется производить в северном направлении не более чем на 1.3° географической широты (Раевский, 2015). По рекомендациям Северного НИИ лесного хозяйства в северной части Архангельской области и Республики Коми (севернее 63° с. ш.) допускается перемещение семян с юга на 4–5°; южнее 63° с. ш. – на 3–4° широты; в Вологодской области – на 2.5–3.5°, при этом диапазон меридиональных перемещений составляет 10–12° (Демина и др., 2012). Заметим, что в северной части рассматриваемой территории возможности перемещений семян с юга почему-то шире, чем в южной. В Мурманской области рекомендуется использовать только местные семена сосны (Артемьева, Файзулин, 2011).

Интересно сопоставить отечественные рекомендации по перемещениям семян сосны с таковыми в соседних странах с бореальным климатом – Финляндии, которая имеет протяженную (более 1000 км) границу с Россией, и Швеции, причем общая площадь лесов в этих странах примерно в 1.5 раза меньше площади лесов северного лесосеменного района № 1 Российской Федерации. Сообщается, что в среднем перемещение семян сосны в северном направлении на 1° географической широты снижает сохранность культур примерно на 10 % (Eriksson et al., 2013). В Южной Финляндии предписывалось проводить лесовосстановление материалом «местного происхождения». Основное положение заключается в том, что максимальное перемещение должно составлять ±100 градусодней (различие в средней многолетней сумме показателей температуры выше +5 °С за вегетационный период (далее – сумма показателей температуры) между пунктами происхождения и выращивания). В обеих странах в районах,

близких к северной границе лесов, для повышения сохранности культур сосны рекомендуется незначительное перемещение семян в южном направлении (Nikkanen et al., 1999; Коски, 2000).

До недавнего времени рекомендации по использованию семян сосны в Швеции были основаны на функциях роста в высоту и сохранности, которые объединены в оценки продуктивности, и ряда географических и климатических переменных, меняющихся при перемещениях (Persson, Ståhl, 1990; Persson, 1994). Для разработки адекватных моделей необходимы значительные массивы данных по изменчивости адаптивных признаков древесных пород (в первую очередь сохранности и высоты), а также климатические данные, охватывающие большой пространственный и временной диапазон. В последние годы в этих двух странах проведено совместное исследование по моделированию влияния перемещений семян сосны, которое основывается на результатах, полученных на 48 участках географических культур (30 в Финляндии и 18 в Швеции) и 330 участках испытательных культур (259 в Финляндии и 71 в Швеции), расположенных севернее 60° с. ш. (Berlin et al., 2016). Всего для разработки модели использованы данные по высоте и сохранности 276 вариантов в возрасте 7–35 лет (происхождений/популяций и контрольных образцов в испытательных культурах).

Метеоданные за 1961–2007 гг. получены от метеорологических институтов в Финляндии по сетке 10 × 10 км, а в Швеции – на сетке 4 × 4 км. На основе среднесуточной температуры рассчитывали начало, окончание и продолжительность вегетационного периода, а также сумму показателей температуры. Кроме того, при моделировании учтены сценарии изменений климата и их влияние на продуктивность лесов (Barring et al., 2016). Известно, что в условиях Фенноскандии продуктивность насаждений хорошо коррелирует со средней многолетней суммой показателей температуры (Beuker, 1994; Mogerén, Perttu, 1994; Persson, Beuker, 1997), которая использовалась как основная климатическая переменная при разработке моделей влияния перемещений семян на сохранность и рост (Persson, Ståhl, 1990; Persson, 1994; Andersson et al., 2007). Верификация моделей показала, что новые модели дают результаты, близкие к полученным ранее, и в основном соответствуют действующим в обеих странах рекомендациям по перемещениям семян. Новые модели немного отличаются по расстоянию оптимального переноса в северном

направлении и по увеличению роста в высоту. Небольшое различие есть также по величинам оптимального перемещения в южном направлении (Berlin et al., 2016). При изучении географических культур сосны в Мурманской области также установлено, что лучшая сохранность инорайонных происхождений наблюдается в том случае, если среднесуточные суммы показателей температуры на их родине и на месте выращивания близки, несмотря на различие в географической широте (Федорков и др., 1998).

Учитывая, что значительная часть семян для воспроизводства лесов заготавливается на лесосеменных плантациях (ЛСП), как правило клоновых, провели тестирование разработанных моделей с использованием данных, полученных на 119 участках испытательных культур (3921 полусибсовых и сибсовых семей плюсовых деревьев), которое показало их хорошее соответствие и для селекционно-улучшенного материала (Berlin et al., 2016).

Результаты исследования использованы для разработки практических рекомендаций по выбору источников семян (ЛСП) и перемещению семян сосны в Швеции и Финляндии. При этом на основе данных по росту в высоту и сохранности рассчитаны прогнозные индексы продуктивности за оборот рубки 80 лет, принятый в этих странах (Berlin et al., 2019). Индексы выражены в относительных единицах, например: значение 120 для конкретной ЛСП означает, что использование собранных на ней семян даст повышение продуктивности на 20 % относительно использования неулучшенных семян. При расчете эффекта улучшения учтена степень фонового опыления ЛСП, зависящая от возраста деревьев (Berlin et al., 2019).

В целом, согласно этим рекомендациям, максимальное перемещение в северном направлении составляет около 3° географической широты, в районах, расположенных севернее 64° с. ш., допускается перемещение на север в пределах 1.5–2.0°, на юг – до 4°. Институтом лесного хозяйства Швеции (SkogForsk) разработан электронный сервис «Planter's guide» (2019) для обеих стран, на котором лесовладельцы, вводя географические координаты лесокультурной площади или отмечая ее расположение «кликком» на электронной карте, могут получить рекомендации по выбору источника семян (ЛСП), ранжированных по индексу продуктивности. При этом за единицу территории берется квадрат 10 × 10 км (Финляндия) или 4 × 4 км (Швеция).

Таким образом, в Швеции и Финляндии разработаны общие универсальные модели, описывающие влияние перемещения семян на сохранность и рост сосны обыкновенной, и на их основе – практические рекомендации, которые непосредственно используются в лесном хозяйстве. Сообщается, что в настоящее время разработка моделей и практических рекомендаций по перемещению семян начаты и для ели, но уже для большей территории, включая Норвегию и страны Балтии (Beuker et al., 2016).

ВЫВОДЫ

1. Действующее в Российской Федерации лесосеменное районирование не учитывает закономерности географической изменчивости сосны обыкновенной на севере Европы, установленные отечественными и зарубежными исследователями.

2. По нашему мнению, регулирование перемещения лесных семян на европейском Севере России должно осуществляться не на разделении территории на лесосеменные районы, а на результатах моделирования, описывающих влияние перемещения на продуктивность лесных культур.

3. Для построения адекватных статистических моделей, прогнозирующих влияние перемещения семян, необходимы значительные массивы данных, полученных в географических и испытательных культурах. В качестве основной климатической переменной следует использовать среднюю многолетнюю сумму показателей эффективной температуры выше 5 °С за вегетационный период.

4. До построения таких моделей и разработки собственного электронного ресурса необходимо ограничить перемещение семян сосны на север в лесосеменном районе № 1 примерно до 3° широты, а в районах, расположенных севернее 64° с. ш., до 1.5–2.0°.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)

- Артемяева Н. Р., Файзулин Д. Х. К вопросу о корректировке границ переброски инорайонных семян в целях искусственного лесовосстановления в условиях Полярного Севера // Сб. науч. тр. по итогам НИИ ФГУ «СевНИИЛХ» за 2005–2009 гг. Архангельск: СевНИИЛХ, 2011. С. 28–33 [Artemyeva N. R., Fayzulin D. Kh. K voprosu o korrektyrovke granits perebroski inorayonnykh semyan v tselyakh iskusstvennogo lesovosstanovleniya v usloviyakh polyarnogo severa (On the issue of adjusting the boundaries of the transfer of seeds from other regions for the purpose of artificial reforestation in the conditions of the polar north) // Sb. nauch. tr. po itogam NIR FGU «SevNIILKh» za 2005–2009 gg. (Coll. sci. works result. sci. res. Fed. St. Inst. «SevNIILH» (North. For. Res. Inst.), 2005–2009)). Arkhangelsk: SevNIILH, 2011. P. 28–33 (in Russian)].
- Демина Н. А., Файзулин Д. Х., Наквасина Е. Н., Артемьева Н. Р. Уточнение границ лесосеменного районирования сосны на европейском Севере // ИВУЗ. Лесн. журн. 2012. № 3 (327). С. 51–57 [Demina N. A., Fayzulin D. Kh., Nakvasina E. N., Artemyeva N. R. Utochneniye granits lesosemennogo rayonirovaniya sosny na yevropeyskom Severe (Updating seminal zoning boundaries of pine in the European North) // IVUZ. Lesn. Zhurn (Bull. Higher Educat. Inst. For. J.). 2012. N. 3 (327). P. 51–57 (in Russian with English abstract)].
- Коски В. Семенное районирование в Финляндии // Лесовосстановление на европейском Севере. Бюл. НИИ леса Финляндии. 2000. № 772. С. 127–132 [Koski V. Semennoe rayonirovanie v Finlyandii // Lesovosstanovlenie na Evropeyskom Severe. Byul. NII lesa Finlyandii (Seed zoning in Finland // Forest restoration in the European North. Bull. For. Res. Inst. Finland). 2000. N. 772. P. 127–132 (in Russian)].
- Кузьмина Н. А., Кузьмин С. Р. Анализ динамики роста климатипов сосны обыкновенной в географических культурах в Средней Сибири // Сиб. лесн. журн. 2017. № 2. С. 31–39 [Kuzmina N. A., Kuzmin S. R. Analiz dinamiki rosta klimatipov sosny obyknovennoy v geograficheskikh kulturakh v Sredney Sibiri (Analysis of Scots pine climatypes growth dynamics in the provenance trial in Central Siberia) // Sib. lesn. zhurn (Sib. J. For. Sci.). 2017. N. 2. P. 31–39 (in Russian with English abstract)].
- Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР. М.: Лесн. пром-ть, 1982. 368 с. [Lesosemennoye rayonirovaniye osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod v SSSR (Forest seed zoning of the main forest-forming species in the USSR). Moscow: Lesn. prom-st' (For. Industry.), 1982. 368 p. (in Russian)].
- Мерзленко М. Д., Глазунов Ю. Б., Мельник П. Г. Результаты выращивания провениенций сосны обыкновенной в географических посадках Серебряноборского опытного лесничества // Лесоведение. 2017. № 3. С. 176–182 [Merzlenko M. D., Glazunov Yu. B., Melnik P. G. Rezul'taty vyrashchivaniya proveniyentsy sosny obyknovennoy v geograficheskikh posadkakh Serebryanoborskogo opytnogo lesnichestva (Growing geographic trial provenances of the Scots pine in the Serebryany Bor experimental forestry district) // Lesovedeniye (For. Sci.). 2017. N. 3. P. 176–182 (in Russian with English abstract)].
- Приказ Минприроды России от 17.09.2015 г. № 400. Порядок использования районированных семян лесных растений основных лесных древесных пород [Prikaz Minprirody Rossii ot 17.09.2015 g. N. 400. Poryadok ispol'zovaniya rayonirovannykh semyan lesnykh rasteniy osnovnykh lesnykh drevesnykh porod (The order of the Ministry of Natural Resources of Russia, 17 Sept., 2015).

- N. 400. The procedure for the use of zoned seeds of forest plants of the main forest species) (in Russian)].
- Приказ Рослесхоза от 08.10.2015 г. № 353. Лесосеменное районирование [Prikaz Rosleskhoza ot 08.10.2015 g. N. 353. Lesosemennoye rayonirovaniye (The order of the Federal Forestry Agency, 8 Oct., 2015. N. 353. Forest seed zoning) (in Russian)].
- Раевский Б. В. Селекция и семеноводство сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и сосны скрученной (*Pinus contorta* Dougl. ex Loud var. *latifolia* Engelm) на северо-западе таежной зоны России: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Петрозаводск: Ин-т леса КарНЦ РАН, 2015. 43 с. [Rayevskiy B. V. Seleksiya i semenovodstvo sosny obyknovennoy (*Pinus sylvestris* L.) i sosny skruchennoy (*Pinus contorta* Dougl. ex Loud var. *latifolia* Engelm) na severo-zapade tayezhnoy zony Rossii: avtoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk (Breeding and seed production of common pine (*Pinus sylvestris* L.) and twisted pine (*Pinus contorta* Dougl. ex Loud var. *latifolia* Engelm) in the North-West of the taiga zone of Russia: dr. agr. sci. (DSc) thesis). Petrozavodsk: Inst. For. Karel. Sci. Centre, Rus. Acad. Sci., 2015. 43 p. (in Russian)].
- Санников С. Н., Петрова И. В., Санникова Н. С., Афонин А. Н., Чернодубов А. И., Егоров Е. В. Генетико-климатолого-географические принципы семенного районирования сосновых лесов России // Сиб. лесн. журн. 2017. № 2. С. 19–30 [Sannikov S. N., Petrova I. V., Sannikova N. S., Afonin A. N., Chernodubov A. I., Egorov E. V. Genetiko-klimatologo-geograficheskie principy semennogo rayonirovaniya sosnovykh lesov Rossii (Geographical principles of seed zoning of pine forests in Russia) // Sib. lesn. zhurn. (Sib. J. For. Sci.). 2017. N. 2. P. 19–30 (in Russian with English abstract)].
- Файзулин Д. Х., Артемьева Н. Р., Сеньков А. О. Географические культуры сосны и ели в средней и южной подзонах тайги в европейской части Российской Федерации // Сб. тр. ФГУ «СевНИИЛХ» по итогам науч.-иссл. работ за 2005–2009 гг. Архангельск: САФУ, 2011. С. 23–28 [Fayzulin D. Kh., Artemyeva N. R., Sen'kov A. O. Geograficheskiye kul'tury sosny i eli v sredney i yuzhnoy podzonakh taygi v evropeyskoy chasti Rossiyskoy Federatsii // Sb. tr. FGU «SevNIILKh» po itogam nauch.-issl. rabot za 2005–2009 gg. (Provenance trials of pine and spruce in the middle and southern sub-zones of the taiga in the European part of the Russian Federation) // (Coll. sci. works Fed. St. Inst. «SevNIILH» (North. For. Res. Inst.) result. sci. res. 2005–2009). Arkhangelsk: North. (Arct.) Fed. Univ., 2011. P. 23–28 (in Russian)].
- Федорков А. Л., Сизов И. И., Басов В. А. Сохранность географических культур сосны // Лесн. хоз-во. 1998. № 6. С. 36–37 [Fedorkov A. L., Sizov I. I., Basov V. A. Sokhrannost' geograficheskikh kul'tur sosny (Preservation of pine provenance trials) // Lesn. hoz-vo (Forestry). 1998. N. 6. P. 36–37 (in Russian)].
- Шутяев А. М. Изменчивость хвойных видов в испытательных культурах Центрального Черноземья. М.: Мин-во природ. рес. и экол. РФ, 2007. 296 с. [Shutyayev A. M. Izmenchivost' khvoynykh vidov v ispytatel'nykh kul'turakh Tsentral'nogo Chernozem'ya (Variability of conifers in test crops of the Central Chernozemie). Moscow: Ministry Nat. Res. Environ. Rus. Fed., 2007. 296 p. (in Russian)].
- Andersson B., Elfving B., Persson T., Ericsson T., Kroon J. Characteristics and development of improved *Pinus sylvestris* in northern Sweden // Can. J. For. Res. 2007. V. 37. N. 1. P. 84–92.
- Bärring L., Berlin M., Andersson G. B. Tailored climate indices for climate-proofing operational forestry applications in Sweden and Finland // Int. J. Climat. 2016. V. 37. Iss. 1. P. 123–142.
- Berlin M., Almqvist C., Haapanen M., Högberg K.-A., Jansson G., Persson T., Ruotsalainen S. Common Scots pine deployment recommendations for Sweden and Finland // Arbetsrapport från Skogforsk. 2019. N. 1017. 65 p.
- Berlin M., Persson T., Jansson G., Haapanen M., Ruotsalainen S., Bärring L., Andersson G. B. Scots pine transfer effect models for growth and survival in Sweden and Finland // Silva Fenn. 2016. V. 50. N. 3. P. 1–21.
- Beuker E. Long-term effects of temperature on the wood production of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* (L.) Karst. in old provenance experiments // Scand. J. For. Res. 1994. V. 9. Iss. 14. P. 34–45.
- Beuker E., Climent J., Orazio C., Alia R., Chambel M. R., Kowalczyk J. Guidelines for the deployment of basic materials and seed transfer. TREES4FUTURE – Designing Trees for the Future. Tech. Rep. Madrid, Spain: Inst. Nacional Investigac. Tecnol. Agr. Aliment., 2016. 28 p.
- Eriksson G., Ekberg I., Clapham D. Genetics applied to forestry. An introduction. 3rd ed. Uppsala: Swed. Univ. Agr. Sci., 2013. 207 p.
- Konnert M., Fady B., Gömöry D., A'Hara S., Wolter F., Ducci F., Koskela J., Bozzano M., Maaten T., Kowalczyk J. Use and transfer of forest reproductive material in Europe in the context of climate change. Europ. For. Gen. Res. Progr. (EUFORGEN). Rome, Italy: Bioversity Int., 2015. 75 p.
- Mátyás C. Effects of environmental change on the productivity of tree populations // Perspectives of forest genetics and tree breeding in a changing world. IUFRO World Ser. 1997. V. 6. P. 109–121.
- Morén A. S., Perttu K. L. Regional temperature and radiation indices and their adjustment to horizontal and inclined forest land // Stud. Forestal. Suecica. 1994. N. 194. 19 p.
- Nikkanen T., Karvinen K., Koski V., Rusanen M., Yrjänä-Ketola L. Kuusen ja männyn siemenviljelykset ja niiden käyttöalueet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja. 1999. N. 730. 203 p.
- Persson B. Effects of provenance transfer on survival in nine experimental series with *Pinus sylvestris* (L.) in northern Sweden // Scand. J. For. Res. 1994. V. 9. Iss. 3. P. 275–287.
- Persson B., Beuker E. Distinguishing between the effects of changes in temperature and light climate using provenance trials with *Pinus sylvestris* in Sweden // Can. J. For. Res. 1997. V. 27. N. 4. P. 572–579.
- Persson B., Ståhl E. G. Survival and yield of *Pinus sylvestris* L. as related to provenance transfer and spacing at high altitudes in northern Sweden // Scand. J. For. Res. 1990. V. 5. Iss. 3. P. 381–395.
- Planters Guide – Pine, 2019. <https://www.skogforsk.se/english/products-and-events/software/planters-guide---pine/>

Rehfeldt G. E., Tchebakova N. M., Barnhardt I. K. Efficacy of climate transfer functions: introduction of Eurasian populations of *Larix* into Alberta // Can. J. For. Res. 1999. V. 29. N. 11. P. 1660–1668.

Rehfeldt G. E., Tchebakova N. M., Parfenova Y. I., Wykoff W. R., Kuzmina N. A., Milytin L. I. Intraspecific responses to climate in *Pinus sylvestris* // Global Change Biol. 2002. V. 8. Iss. 9. P. 912–929.

SEED ZONING OF SCOTS PINE IN THE NORTH OF EUROPE

A. L. Fedorkov

*Institute of Biology, Komi Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Ural Branch
Kommunisticheskaya str., 28, Syktyvkar, Republic of Komi, 167982 Russian Federation*

E-mail: fedorkov@ib.komisc.ru

The issues concerning Scots pine *Pinus sylvestris* L. seed transfers in northern Europe are discussed. The official rules regulating transfers of Scots pine seeds in the Russian Federation are described. The recent Russian and foreign literature about the geographical variation of main adaptive traits of pine in northern conditions are analyzed. The importance of geographical cultures as main method to study the geographical variation is shown. The differences of limits to transfer in northern Russia and adjacent countries with boreal climate as Sweden and Finland are shown. Based on literature the approach to modeling of seed transfer to survival and height growth of Scots pine plantations are described. The models recently jointly developed in Sweden and Finland are presented and data obtained in the geographical and test cultures of pine for their construction are characterized. The climate parameters used for modeling are briefly specified. The models developed are also valid for genetically improved material. Joint practical recommendations on choosing the optimal source of seeds for reproduction of forests in these two countries are considered. The web tool for optimal choose more suitable material to establish high-productive Scots pine cultures. The official rules regulating Scots pine seed transfers in northern Russia do not fully correspond to patterns of geographical variation of this species. The relevance to develop the seed transfer models for northern Russia and to change seed zoning rules is stressed.

Keywords: *Pinus sylvestris* L., geographical crops, forest seed transfer.

How to cite: Fedorkov A. L. Seed zoning of Scots pine in the north of Europe // *Sibirskij Lesnoj Zurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2020. N. 2. P. 63–68 (in Russian with English abstract and references).