

Внутривидовая дифференциация кедра сибирского по росту, семеношению и устойчивости к вредителям при выращивании на юге Томской области

Siberian stone pine intraspecies variation in growth, cone bearing and pest resistance when grown in the south of the Tomsk region

Жук Е. А.

Zhuk E. A.

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия. Email: eazhuk@yandex.ru
Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, Siberian Branch of RAS, Tomsk, Russia

Реферат. Проведен анализ роста, семеношения и устойчивости к вредителям у 24-летних клонов из 5 широтных, 4 долготных и 5 высотных экотипов *Pinus sibirica* Du Tour (кедра сибирского) в клоновом архиве. Северные и высокогорные экотипы имели самый слабый рост, слабое или отсутствующее семеношение, а также сильно повреждались вредителями. Местный экотип имел средние показатели роста и репродукции. Южные и средне-восточные экотипы имели интенсивный вегетативный рост, лучшее семеношение и абсолютную устойчивость к вредителям. Именно они обладали оптимальным сочетанием признаков для плантационного выращивания.

Ключевые слова. Внутривидовая изменчивость, семеношение, скорость роста, факторы изменчивости, экотипы, *Pinus sibirica*.

Summary. The analysis of growth, seed production and pest resistance was carried out in 24-year old clones from 5 latitudinal, 4 longitudinal and 5 altitudinal ecotypes of Siberian stone pine in the clone archive. Northern and high-altitudinal ecotypes had the weakest growth, weak or absent seed production, and were also severely damaged by pests. The local ecotype had average growth and reproduction rates. Southern and mid-eastern ecotypes had intensive vegetative growth, abundant seed production and absolute resistance to pests. They had the optimal combination of traits for plantation cultivation.

Key words. Ecotypes, growth rate, factors of variation, intraspecies variation, *Pinus sibirica*, seed production.

Все древесные виды с большими ареалами обладают определенной внутривидовой изменчивостью, которая позволяет им адаптироваться к условиям в разных частях ареала. Выявление характера и природы изменчивости адаптивных признаков является одной из наиболее актуальных проблем современной лесной генетики. С середины прошлого века ведутся исследования географической изменчивости фенологических и морфологических признаков, благодаря которым для многих видов установлена структура адаптивного разнообразия (Dougherty et al., 1994; Oleksyn et al., 1992; Rehfeldt et al., 2002). Такие исследования, как правило, проводятся на выращенном в однородных условиях семенном или вегетативном потомстве деревьев их разных частей ареала. Как правило, наибольшее внимание уделяется скорости роста, репродукции и устойчивости перемещенного потомства. Сосна сибирская или кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour) – ценнейший для России и при этом почти чисто российский древесный вид, для которого такие комплексные исследования до настоящего времени не проводились. Целью данной работы было оценить изменчивость широтных, долготных и высотных экотипов кедра сибирского *ex situ* по росту, семеношению и устойчивости к вредителям.

Объектом исследования послужили клоны из 5 широтных, 4 долготных и 5 высотных (Западный Саян) экотипов кедра сибирского, по 9–24 клона в каждом, созданные методом прививки черенков кедра сибирского из экотипов со всего ареала на сеянцы местного экотипа в 1996 г. Клоновый архив расположен на научном стационаре «Кедр» Института мониторинга климатических и экологических

систем СО РАН и состоит из 9 блоков, каждый из которых содержит по одной рамете каждого клона. В 2019 г. было проведено исследование роста, семеношения и устойчивости каждого экотипа. Для оценки роста были измерены высота привоя и диаметр у основания привоя, по которым был рассчитан объем ствола как объем конуса. Для оценки семеношения в конце вегетационного сезона 2019 г. было подсчитано число шишек у всех клонов. Для оценки устойчивости в начале вегетационного сезона 2019 г. была исследована степень поражения кроны клонов к патогенам и вредителям, при этом у каждого экотипа вычисляли долю рамет с повреждениями у каждого клона, а также долю поврежденных участков кроны. Обработку рядов данных выполняли стандартными статистическими методами (однофакторный дисперсионный анализ после установления нормальности распределения, тест Дункана).

Объем ствола увеличивался более чем в 2 раза от северных экотипов к южным, от западных к средне-восточным и от верхней границы леса в горах к нижней (рис. 1). Подобные закономерности внутривидовой изменчивости у широтных и высотных экотипов были показаны и для других хвойных видов.

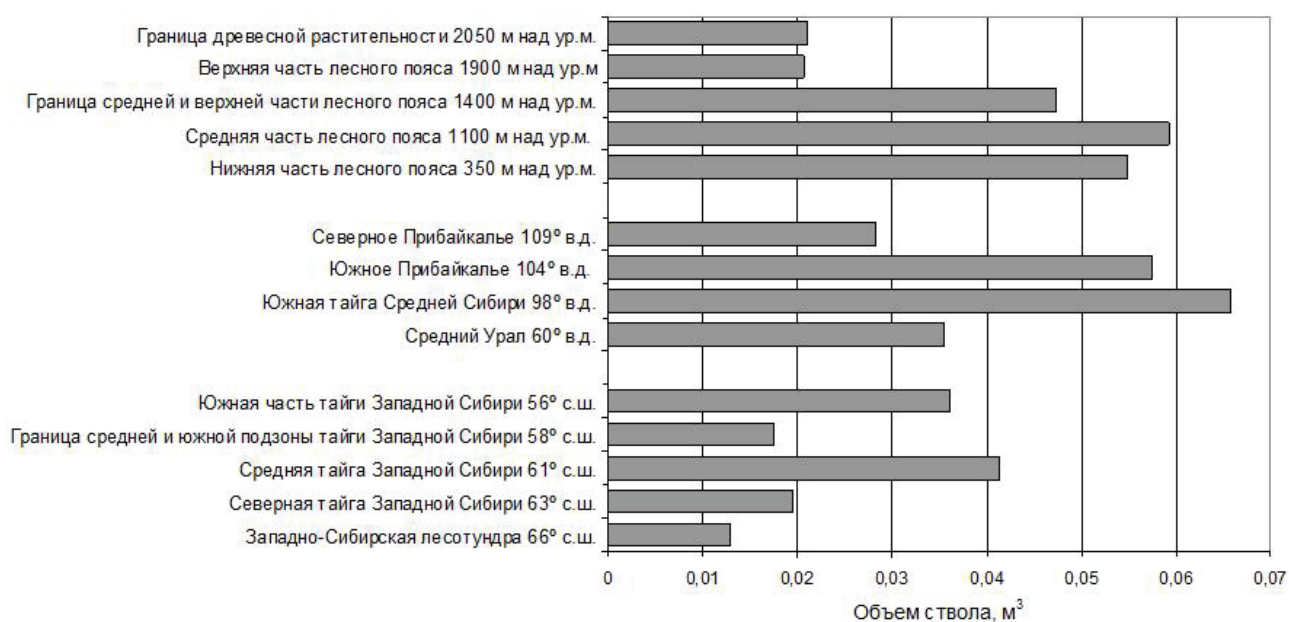


Рис. 1. Объем ствола у клонов из географических и высотных экотипов кедров сибирского. Сверху вниз: высотные, долготные и широтные экотипы).

В 2019 г. был самый обильный урожай кедров сибирского в Томской области за последние 15 лет. Большинство экотипов также имели более или менее обильное плодоношение. Среднее число шишек на дереве у широтных и долготных экотипов не превышало 18, хотя были отдельные клоны, имеющие до 50–80 шишек (рис. 2). Самый высокогорный экотип не имел шишек, у экотипа из верхней части лесного пояса отдельные клоны имели единичные шишки, остальные высотные экотипы имели обильное семеношение в среднем по 23–47 шишек на дерево.

Итоговая оценка роста, семеношения и устойчивости экотипов проводилась по 4-балльной шкале (табл). Для каждого клона были подсчитаны ранги признаков, из которых затем был вычислен усредненный ранг экотипа. В качестве контроля был взят местный экотип, который имел высокую устойчивость и средние показатели по признакам роста и репродукции.

Два экотипа – один высотный (нижняя часть лесного пояса) и один долготный (южная тайга Средней Сибири) – имели наилучшие показатели роста и семеношения (рис. 3). Однако они позже других вступили в фазу репродукции. Отличные показатели роста имел также экотип из Южного Прибайкалья, семеношение которого при этом было ниже среднего. В некоторых других экотипах были отдельные выдающиеся клоны, которые имели очень обильное семеношение, до 80 шишек на дереве. Одной из очевидных причин почти полного отсутствия плодоношения у высокогорных экотипов и сни-

женного плодоношения у северных экотипов является их сильная повреждаемость насекомыми-вредителями и грибными болезнями.

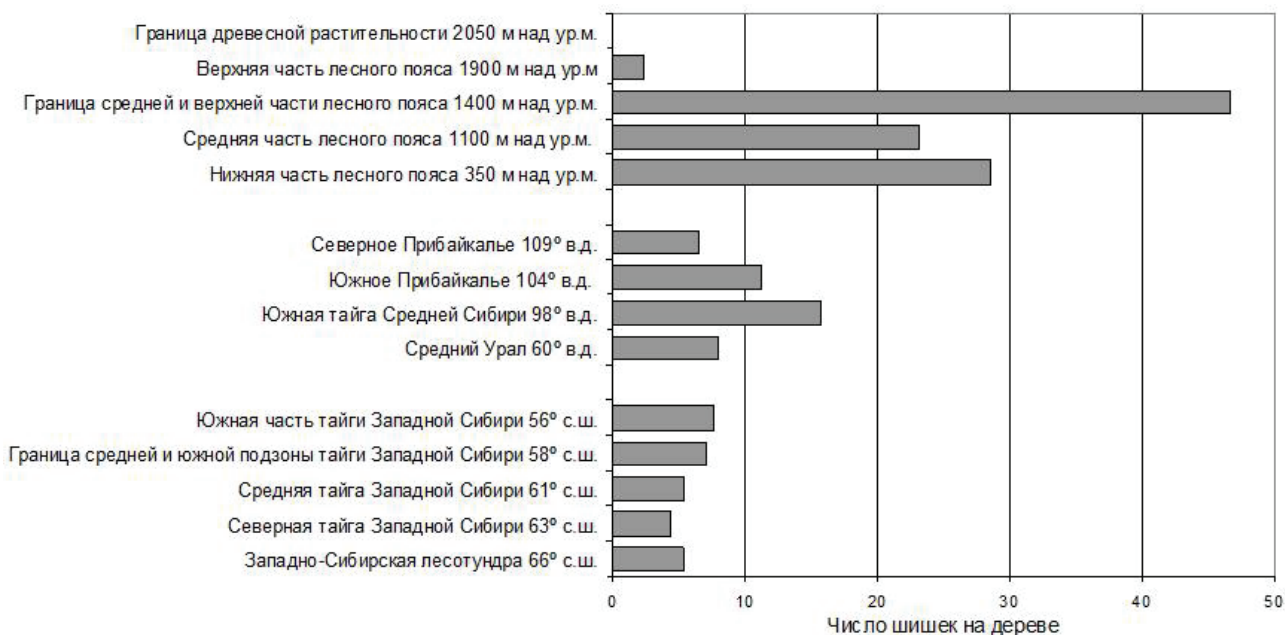


Рис. 2. Число шишек на дереве у клонов из географических и высотных экотипов кедра сибирского. (Сверху вниз: высотные, долготные и широтные экотипы).

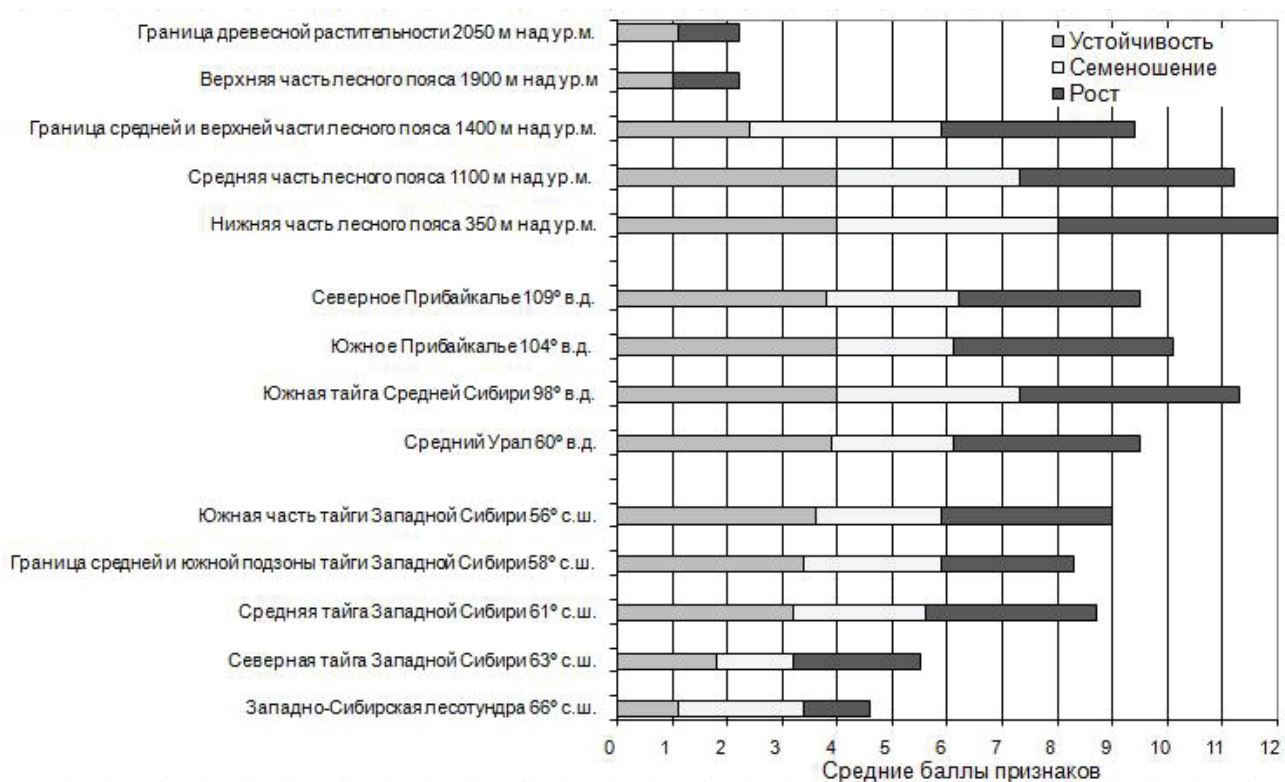


Рис. 3. Оценка роста, семеношения и устойчивости к патогенам у клонов географических и высотных экотипов кедра сибирского. (Сверху вниз: высотные, долготные и широтные экотипы).

Таблица

Значения баллов, примененных для оценки хозяйственной ценности экотипов *Pinus sibirica* при выращивании на юге Томской области

Признак	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла
Рост	Низкорослые деревья с малым годичным приростом	Деревья средней высоты со средним годичным приростом	Высокие деревья с годичным приростом выше среднего	Очень высокие деревья с очень большим годичным приростом
Семеношение	Деревья формируют единичные шишки	Семеношение ниже среднего, 5-14 шишек на дереве	Семеношение среднее или немного выше среднего, 15-29 шишек на дереве	Обильное семеношение, 30 и более шишек на дереве
Устойчивость	Деревья очень сильно повреждаются вредителями, повреждения распространяются более чем на половину кроны	Деревья значительно повреждаются вредителями, повреждения распространяются на треть кроны	Деревья слабо повреждаются вредителями, повреждения единичны	Деревья абсолютно не повреждаются вредителями

Полученные результаты позволяют сформулировать новое представление о половой репродукции перемещенных экотипов. Различия между ними предположительно определяются скоростью прохождения этапов онтогенеза: на длительную перспективу хорошо или плохо плодоносят те экотипы, у которых соответственно позже или раньше наступает онтогенетический пик прироста. Хороший рост – это не только интенсивный, но и продолжительный рост, который позволяет использовать все климатические ресурсы вегетационного периода. Такой рост определяет высокую устойчивость к патогенам и вредителям. Напротив, преждевременное завершение сезонного цикла ростовой активности, которым отличаются экотипы из более холодных регионов, а в период потепления климата и местный экотип, поражаются болезнями и повреждаются вредителями в значительно большей степени. Налицо также и обратная связь: отсутствие повреждений биотическими факторами способствует хорошему росту, следовательно, и обильному плодоношению.

В предыдущие годы северные и промежуточные экотипы имели наиболее интенсивное плодоношение, но это превосходство оказалось временным за счет того, что они очень рано достигли начала онтогенетического пика приростов, а затем и пика плодоношения (Zhuk, Goroshkevich, 2018). В настоящее время преимущество по репродуктивным признакам получили южные и средне-восточные экотипы, которые ранее были больше ориентированы преимущественно на интенсивный вегетативный рост. Местный экотип имел средние показатели роста и репродукции. Таким образом, для оптимального сочетания быстрого роста, максимальной устойчивости и обильного семеношения перспективны более южные экотипы по отношению к району плантационного выращивания, потому что местные уже не вполне соответствуют современному климату. Внутри каждого экотипа наблюдалась значительная межклоновая изменчивость по всем важным признакам, анализ которой предстоит провести в будущем.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-16-00058).

ЛИТЕРАТУРА

- Dougherty Ph. M., Whitehead D., Vose J. M.* Environmental influences on the phenology of pine // *Ecol. Bull.*, 1994. – Vol. 43. – Pp. 65–75.
- Oleksyn J., Tjoelker M. G., Reich P. B.* Growth and biomass partitioning of populations of European *Pinus sylvestris* L. under simulated 50 and 60°N day-lengths: evidence for photo periodic ecotypes // *New Phytol.*, 1992. – № 120. – Pp. 561–574.
- Rehfeldt G. E., Tchebakova N. M., Parfenova Ye. I., Wykoff W. R., Kuzmina N. A., Milyutin L. I.* Intraspecific responses to climate in *Pinus sylvestris* // *Global Change Biology*, 2002. – № 8. – Pp. 912–929.
- Zhuk E. A., Goroshkevich S. N.* Growth and reproduction in *Pinus sibirica* ecotypes from Western Siberia in a common garden experiment // *New Forests*, 2018. – Vol. 49. – Pp. 159–172.