

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ВОДНОГО РЕЖИМА ХВОИ ЕЛИ (*Picea abies* (L.) Karst. x *P. obovata* (Ledeb.)) В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НА ПРИМЕРЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.А. Прожерина

ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им.
академика Н.П. Лаверова УрО РАН,
г. Архангельск, Россия, e-mail: pronad1@yandex.ru

Аннотация. Изучены особенности роста, сохранности, накопления биомассы хвои, ряд показателей водообмена хвои провениенций ели (*Picea abies* (L.) Karst. x *P. obovata* (Ledeb.)), растущей в географических культурах Архангельской области. Показано, что изменчивость происхождений в культурах по росту и водному обмену хвои оказалась достаточно низкой. Выявлены различия в росте и водном обмене между видами ели.

Ключевые слова. Ель сибирская, ель европейская, географические культуры, рост, водный обмен.

FEATURES OF GROWTH AND WATER REGIME OF SPRUCE NEEDLES (*Picea abies* (L.) Karst. x *P. obovata* (Ledeb.)) IN CHANGING CLIMATE ON THE EXAMPLE OF PROVENANCE TEST IN THE ARKHANGELSK REGION

N.A. Prozherina

Federal Research Centre for Comprehensive Study of the Arctic named after Academician
N.P. Laverov, UrB RAS, Arkhangelsk, Russia, e-mail: pronad1@yandex.ru

Abstract. The characteristics of growth, preservation, and biomass accumulation of needles, as well as a number of indicators of water exchange in the needles of spruce (*Picea abies* (L.) Karst. x *P. obovata* (Ledeb.)) growing in provenance test in the Arkhangelsk Region, were studied. Low variability of origins in provenance test in terms of growth and water exchange of needles was quite was shown. Differences in growth and water exchange between spruce species were identified.

Keywords. Siberian spruce, European spruce, geographical cultures, growth, water exchange.

Наблюдаемые изменения климата происходят неравномерно в разных регионах Земли. Лесообразующие древесные растения, в том числе ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) Karst. x *P. obovata* (Ledeb.)), имеют непрерывный ареал, вследствие чего воздействие климатических

изменений и отклик на него будет различным и во многом зависеть от особенностей устойчивости популяций, сформировавшихся под влиянием стабильного климата после расселения породы в голоцене. Географические культуры дают возможность изучить краткосрочный отклик основных лесообразующих пород на изменения климата [4, 5]. Устойчивость популяций древесных пород к изменяющимся условиям среды можно оценить по показателям выживаемости растений, их роста, накопления биомассы. Реакция видов на факторы среды, определяется в том числе и особенностями водного режима, способностью переносить периоды недостаточного почвенного водообеспечения [1]. Мы изучили особенности роста, сохранности, накопления биомассы хвой, ряд показателей водообмена хвой ели, растущей в географических культурах Архангельской области, для оценки устойчивости популяций разного географического происхождения к климатическим изменениям.

Материалы и методы

Географические культуры в Архангельской области созданы в 1977 году в средней подзоне тайги, Плесецком районе (62° 54' с.ш., 40° 24' в.д.). В коллекции произрастает потомство 27 климатипов ели, представленных елью сибирской, елью европейской и близкими к ним гибридными формами, каждый в трех повторениях. Куратор объекта – Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства (г. Архангельск). Описание объекта исследования, характеристики изученных климатипов ели и климатических условий мест произрастания материнских насаждений приведены в нашей работе [3]. В каждом климатипе измеряли диаметр на высоте груди, среднюю высоту деревьев, подсчитывали количество сохранившихся деревьев от числа высаженных в блоках по общепринятым методикам [2]. Водный режим хвой ели был изучен у 20 деревьев каждого происхождения по следующим показателям: общее содержание воды в хвое и в донасыщенном состоянии, реальный водный дефицит, время потери 40 % и 50 % воды, а также скорости водоотдачи изолированной хвой в течение 48 часов. Для популяционной оценки показателей роста и развития потомства ели различного географического происхождения в пределах коллекции их выразили в единицах стандартного отклонения. При статистическом анализе данных использовали корреляционный и однофакторный дисперсионный анализ.

Результаты и обсуждение

Сохранность климатипов в коллекции колеблется от 44% до 81%, наиболее низкую выживаемость показали потомства ели сибирской из Мурманской области, а также из Республики Коми и Свердловской области, материнские насаждения которых произрастают вблизи Уральских гор с характерным резкоконтинентальным климатом. Лучший рост по высоте и диаметру имеют климатипы ели европейской из юго-западных районов произрастания материнских насаждений, прежде всего из зоны смешанных лесов. Близки к ним по росту потомства ели из средней и южной подзон тайги. Показатели длины хвой варьировали в значениях от наименьших 10,7-10,8 мм у происхождений европейской ели из Эстонии (№8) и Тверской области (№30) до максимального – 14,5 мм у хвой ели сибирской из Пермского края (№39). Корреляционный анализ не показал связи длины хвой с изменением географической широты, в отличие от долготы, где с перемещением на восток длина хвой изученных происхождений увеличивалась ($r=0,58$). Это показывает, что у ели сибирской и

гибридов с преобладанием ели сибирской длина хвои была выше в эксперименте, что подтверждается и результатами однофакторного дисперсионного анализа влияния вида ели ($F=6,277$, $P=0,002$). Влияние фактора лесорастительной подзоны на длину хвои ели не было выявлено.

Масса 10 шт. хвои в насаждениях варьировала в пределах от 32,0 мг у происхождения из Карелии (№2) до 57,0 мг у Кировского (№28) происхождения, абсолютно сухая масса 10 шт. хвои от 15,3 мг у ели из Эстонии (№8) до 25,5 мг у происхождения из Костромской области (№27). Корреляционным анализом не обнаружено статистически значимых связей с климатическими характеристиками места происхождения и массы хвои ели как в естественных насаждениях, так и в абсолютно сухом состоянии, однофакторный дисперсионный анализ также не выявил влияния вида ели и лесорастительной подзоны на массу хвои, что говорит о низкой изменчивости этого показателя у ели в географических культурах.

Данные по длине и массы хвои были выражены в единицах стандартного отклонения (рис) и в дальнейшем были распределены по группам I-IV (от наименьшей величины, выраженной в стандартном отклонении, к наибольшему). Происхождения ели европейской и у гибридов ели европейской по длине хвои самой часто встречающейся была группы I, а у сибирской ели и её гибридов – группа IV, по массе хвои такой зависимости не было выявлено. Содержание воды в однолетней хвое ели колебалось в пределах от 37% (Костромская область, климатип №27) до 62 % (Кировская область, климатип №28). По результатам однофакторного дисперсионного анализа не было выявлено достоверных взаимосвязей в содержании воды в хвое с местом происхождения и видом ели. В целом можно сказать, что в коллекции ели разного географического происхождения содержание в хвое выравнено, что вероятно, связано с оптимальными условиями для вида ели по почвенной водообеспеченности в средней подзоне тайги Архангельской области.

По показателю реального водного дефицита – разнице между массой хвои в естественном состоянии и массой хвои после водонасыщения оценивали уровень насыщения водой хвои в коллекции географических культур Архангельской области. Ель из Архангельской области – местного Плесецкого (№19) и Котласского (№22) происхождения, наряду с елью из Республики Карелия (№ 2, 3, 4) не испытывают недостатка в водообеспеченности хвои, возможно потому, что растут в условиях максимально приближенным к условиям места происхождения климатипов. Максимальный процент дефицита воды испытывали происхождения ели сибирской по сравнению с гибридными формами и елью европейской.

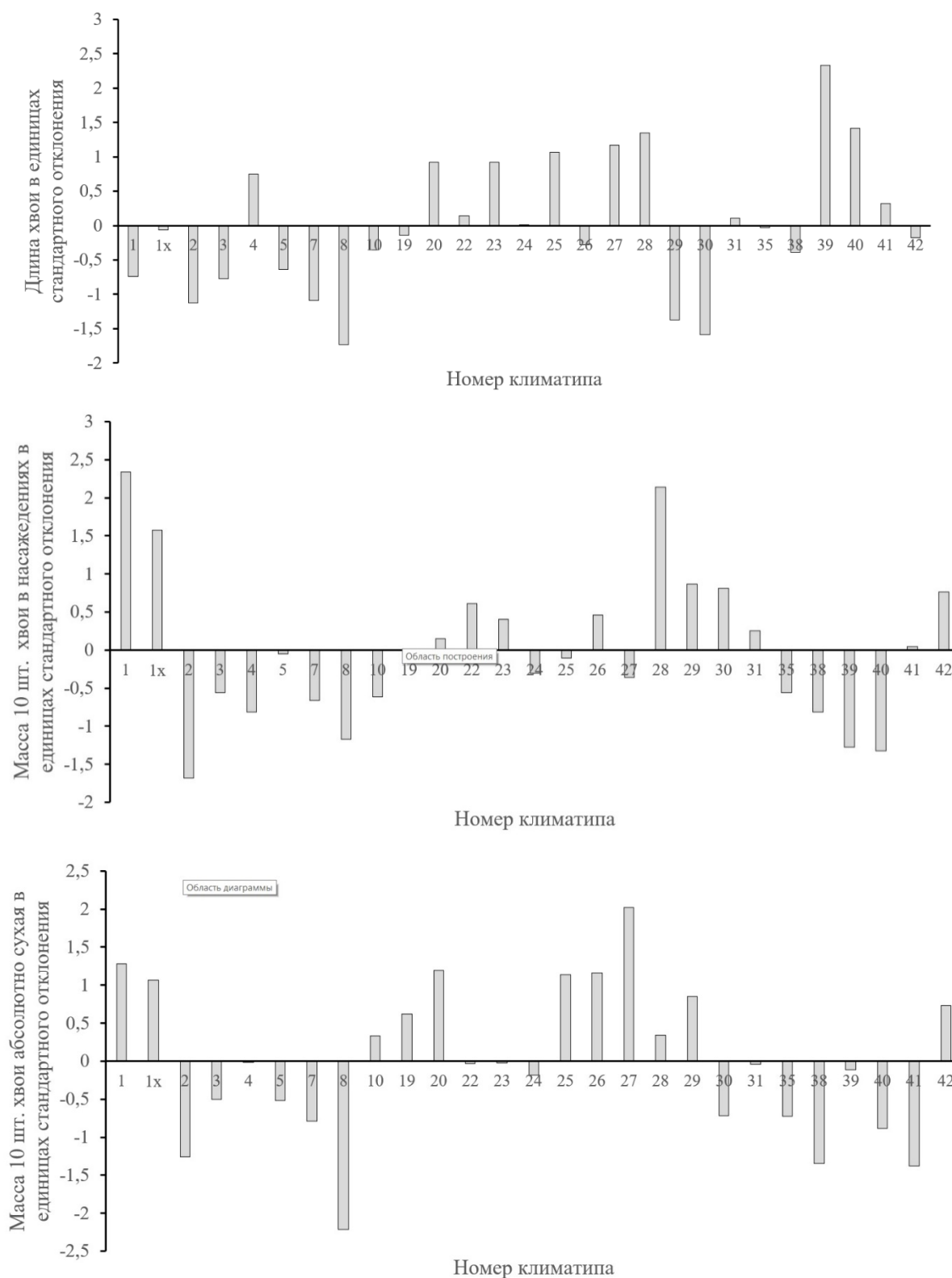


Рисунок – Показатели длины и массы хвой ели, выраженные в единицах стандартного отклонения, в географических культурах Архангельской области

Скорость дегидратации хвой за 24 и 48 часов показала невысокую изменчивость – до 10 % по коэффициенту изменчивости. Достоверных зависимостей скорости дегидратации хвой с климатическими характеристиками мест произрастания исходных происхождений,

видом ели и её гибридными формами выявлено не было. Быстрее всех достигали критического уровня потери воды – 40 % и 50 % от общего содержания воды в хвое в донасыщенном состоянии (критерии t_{40} и t_{50}) происхождения ели сибирской из Мурманской (№1) и Свердловской областей (№42), генотип которых сформировался в условиях минимального количества осадков в местах их происхождения, по сравнению с другими исследованными нами климатипами в коллекции географических культур. Позднее, чем другие климатипы, происхождения из Архангельской области (Котласский и Холмогорский районы) достигали критического уровня обезвоженности хвои.

Выводы

Изменчивость происхождений в культурах по росту и водному обмену хвои оказалась достаточно низкой. Это может быть связано с достаточно благоприятными для произрастания ели условиями места испытания (подзона средней тайги). Низкая изменчивость говорит о высокой пластичности породы в целом, и в большей мере ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) и близких к ней гибридов. У менее экологически пластичного вида ели сибирской *Picea obovata* (Ledeb.) наблюдался несколько повышенный уровень реального водного дефицита и увеличение скорости водоотдачи на фоне выровненного уровня содержания воды в хвое в средней подзоне тайги Архангельской области.

Список литературы

1. Котов, М. М. Интеграция генетических систем и структура популяций сосны обыкновенной / М. М. Котов // Лесоведение. – 1996. – № 5. – С. 19-26.
2. Изучение имеющихся и создание новых географических культур: Программа и методика работ / Под ред. Е.П. Проказина. – Пушкино : ВНИИЛМ, 1972. – 52 с.
3. Наквасина, Е. Н. Оценка отклика на изменение климата в опытах с происхождениями *Picea abies* (L.) Karst. x *P. obovata* (Ledeb.) на севере Русской равнины / Е. Н. Наквасина, Н. А. Прожерина // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2023. – № 1. – С. 22-37.
4. Assessing Population Responses to Climate in *Pinus sylvestris* and *Larix* spp. of Eurasia with Climate-Transfer Models / G. E.Rehfeldt, N. M. Tcebakova, L. I. Milyutin [et al.] // Eurasian Journal of Forest Research. – 2003. – Vol. 6 (2). – P. 83-98.
5. Impact of future climate on radial growth of four major boreal tree species in the Eastern Canadian boreal forest / J-G. Huang, Y. Bergeron, F. Berninger [et al.] // PLoS ONE. – 2013. – Vol. 8 (2), art: e56758.

References

1. Kotov, M. M. Integration of genetic systems and population structure of Scots pine / M. M. Kotov // Lesovedenie. – 1996. – No 5. – pp. 19-26.
2. Study of existing and creation of new geographical cultures: Programme and methodology of work / Edited by E.P. Prokazin. – Pushkino: VNIILM, 1972. – 52 p.
3. Nakvasina, E. N. Assessment of response to climate change in experiments with *Picea abies* (L.) Karst. x *P. obovata* (Ledeb.) origins in the north of the Russian Plain / E. N. Nakvasina,

N. A. Prozherina // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Lesnoj zhurnal. – 2023. – No 1. – pp. 22-37.

4. Assessing Population Responses to Climate in *Pinus sylvestris* and *Larix* spp. of Eurasia with Climate-Transfer Models / G. E.Rehfeldt, N. M. Tcebakova, L. I. Milyutin [et al.] // Eurasian Journal of Forest Research. – 2003. – Vol. 6 (2). – P. 83-98.

5. Impact of future climate on radial growth of four major boreal tree species in the Eastern Canadian boreal forest / J-G. Huang, Y. Bergeron, F. Berninger [et al.] // PLoS ONE. – 2013. – Vol. 8 (2), art: e56758.