

2. Zvjaginцев А.Ю. Морское обростание в северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: Dal'nauka, 2005. – 432 с.
3. Zevina G.B. Биология морского обростания. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 133 с.
4. Kashin I.A. Методика изучения обростания гидротехнических сооружений с помощью легководолазной техники // Подводные гидробиологические исследования. – Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1982. – С. 42–47.
5. Korjakova M.D., Bagaveeva I.A., Kostin V.I. Исследование влияния алгидности меди на макрофиты сообществ обростания // Вопросы морской коррозии и биообростания. – Владивосток, 1985. – С. 66–74.
6. Kucherova Z.S. Биология организмов обростания. Дiatомовые водоросли // Биологические основы борьбы с обростанием. – Киев: Nauk. dumka, 1973. – С. 47–71.
7. Polishchuk R.A. Реакция макрофитов обростания на воздействие ионов тяжелых металлов // Биологические основы борьбы с обростанием. – Киев: Nauk. dumka, 1973. – С. 155–193.
8. Turpaeva E.P. Биологическая модель сообщества обростания. М.: Изд-во Ин-та океанол. АН СССР, 1987. – 127 с.
9. Levenets I.R. Macroflora of natural and anthropogenic substrates of Peter the Great Bay, Sea of Japan // Biodiversity of the marginal seas of the Northwestern Pacific Ocean: Proceedings of the Workshop, Institute of Oceanology CAS, Qingdao, China, November 21-23, 2007. Qingdao, 2007. P. 51–56.

УДК 57.018.3 + 574.24

Е.Г. Вернигора, Е.Н. Репин

ВЕГЕТАЦИЯ 10 КЛИМАТИПОВ СОСНЫ КОРЕЙСКОЙ  
(*PINUS KORAIENSIS* (SIBOLD ET ZUCC.)) В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ПРИМОРЬЯ

E.G. Vernigora, E.N. Repin

THE VEGETATION OF 10 CLIMATYPES OF *PINUS KORAIENSIS* (SIBOLD ET ZUCC.)  
IN THE CONDITIONS OF SOUTHERN PRIMORSKY REGION

**Вернигора Е.Г.** – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. физиологии и селекции лесных растений Горнотаежной станции им. В.Л. Комарова – филиала ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Приморский край, Уссурийский р-н, с. Горно-Таежное. E-mail: kucher27@yandex.ru

**Репин Е.Н.** – канд. с.-х. наук, зав. лаб. физиологии и селекции лесных растений Горнотаежной станции им. В.Л. Комарова – филиала ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Приморский край, Уссурийский р-н, с. Горно-Таежное. E-mail: revnik59@yandex.ru

**Vernigora E.G.** – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Physiology and Selection of Forest Plants, Gornotayezhnaya Station named after V.L. Komarov – Branch of Federal Research Center of Biodiversity of Land Biota of East Asia FEB Russian Academy of Sciences, Primorsky Region, Ussuriisk District, V. Gornotayezhnaya Station. E-mail: kucher27@yandex.

**Repin E.N.** – Cand. Agr. Sci., Head, Lab. of Physiology and Selection of Forest Plants, Gornotayezhnaya Station named after V.L. Komarov – Branch of Federal Research Center of Biodiversity of Land Biota of East Asia FEB RAS, Primorsky Region, Ussuriisk District, V. Gornotayezhnaya Station. E-mail: revnik59@yandex.ru

Многочисленные географические культуры имеют большое значение в сохранении биоразнообразия древесных форм. Цель исследования – определить наиболее выгодные для культивирования климатипы сосны корейской

(*Pinus koraiensis*) в условиях Южного Приморья. В оценке степени адаптации используются методики измерения вегетативных, генеративных органов, анатомических и биохимических особенностей, в том числе содержание

пролина в хвое и побегах как показателя стресс-адаптации. Посадки *Pinus koraiensis* в культуре с точки зрения биохимической адаптации мало изучены, поэтому была проведена работа по корреляционной оценке содержания пролина в хвое и величины осевого прироста. Определение физиологически эффективных климатипов того или иного происхождения дает возможность их практического использования в лесореконструкции и других целях в определенных условиях выращивания. В условиях Южного Приморья проведена оценка вегетации 10 климатипов *Pinus koraiensis*: 5 из них – Приморского происхождения, 5 – Хабаровского края. В опыте были использованы растения, которые были заложены в мае 2009 года на двух участках, расположенных на склоне северо-западной экспозиции, территориально прилегающей к дендрарию Горнотаежной станции ДВО РАН. В верхней части склона были высажены саженцы, имеющие происхождение из разных лесхозов Приморского края, а в нижней части – из лесхозов Хабаровского края. Разница по высоте участков составила в пределах 10–15 м. Их названия приведены по принадлежности к административным лесхозам: Пожарский, Пограничный, Тернейский, Барабашевский, Ольгинский, Облученский, Сукпайский, Советский, Кур-Урмийский, Гурский. В результате определено негативное влияние среды на вегетирующие растения Советского и Облученского климатипов, умеренно стрессовым – на сосны Тернейского и Ольгинского климатипов, для остальных типов условия вегетации в дендрарии ГТС – филиала ФНЦ биоразнообразия оценены как комфортные. Проведенные результаты четко отражают влияние условий вегетации на растительные организмы разных климатипов.

**Ключевые слова:** осевой прирост, пролин, хвоя, условия вегетации.

*Numerous geographical cultures are of great importance in the preservation of wood forms biodiversity. The research objective was to define Korean pines (*Pinus koraiensis*), most favorable for cultivation of climatype, in the conditions of the Southern Primorye. In the assessment of the extent of adaptation techniques of vegetative, generative bodies measurement, anatomic and biochemical*

*features, including the content of proline in the needles and shoots as indicator of stress adaptation is used. The plantations of *Pinus koraiensis* in culture from the point of view of biochemical adaptation are not enough studied therefore the work on correlation assessment of the content of proline in the needles and size of axial gain was carried out. The definition of physiologically effective climatype of one or another origin gives the chance of their practical use in forest reconstruction and other purposes in certain conditions of cultivation. In the conditions of Southern Primorye the assessment of vegetation of 10 climatype of *Pinus koraiensis* was carried out: 5 of them were of Primorsky origin, 5 were of Khabarovsk Region origin. In the experiments the plants which were put in May, 2009 on two sites located on the slope of northwest exposition territorially adjacent to tree nursery of Gornotayezhnaya station FEB RAS were used. In the top part of the slope the saplings having the origin of different forestries of Primorsky Region and in the lower part – from Khabarovsk Region forestries were planted. The difference in the height of sites was within 10–15 m. Their names were given according to their administrative forestries: Pozharsky, Boundary, Terneysky, Barabashevsky, Olginsky, Obluchensky, Sukpaysky, Soviet, Kur-Urmiysky, Gursky. Negative influence of the environment on vegetative plants of Soviet and Obluchensky climatype, moderately stressful was on the pines of Terneysky and Olginsky climatype, as a result other types of condition of vegetation at tree nurseries FRC branch of biodiversity were estimated as comfortable. Carried-out results accurately reflect the influence of conditions of vegetation on plant organisms of different climatype.*

**Keywords:** axial gain, proline, needles, vegetation conditions.

**Введение.** Каждый живой организм существует в определенной среде, определяемой как совокупность материальных тел, явлений и энергии, влияющих на живой организм. Различные элементы среды неодинаково воспринимаются организмом и имеют для него разное значение. Условия внешней среды на Земле изменяются во времени, основной причиной этого является неодинаковое количество солнечной энергии, отличия температурного режима, увлажнения, ветра, качества почвы и др. [7].

Растения одного вида разных эколого-географических групп по-разному реагируют на одни и те же условия роста. Поэтому географические культуры имеют большое значение в сохранении биоразнообразия древесных растений, так как изучение потомств разных климатов по росту и устойчивости в одинаковых лесорастительных условиях позволяет оценить географическую обусловленность их свойств и признаков и выделить лучшие климатипы [8].

Существуют различные методики оценки климатипов хвойных видов по морфологическим признакам вегетативных, генеративных органов, интенсивности роста [1, 2, 4] и содержания свободного пролина как показателя стрессоустойчивости [3]. В Дальневосточном регионе исследования географических культур были немногочисленны, описания посадок *Pinus koraiensis*, градуированных по климатипам с точки зрения изучения морфологии, биохимии и адаптации растений, в литературе не найдены. По величине прироста побегов трудно судить о негативном или благотворном влиянии среды на растительный организм, поэтому о степени адаптации растений разного географического происхождения к условиям вегетации Южного Приморья можно судить с учетом накопления аминокислоты пролина в хвое. Условия наблюдений выбраны на территории дендрария ГТС, который географически располагается в южных границах ареала *Pinus koraiensis*.

**Цель исследования:** определить наиболее выгодные для культивирования климатипы сосны корейской (*Pinus koraiensis*) в условиях Южного Приморья.

Для достижения поставленной цели были решены **задачи** по корреляционной оценке величины приростов осевого побега и накоплению аминокислоты пролина в хвое как показателя степени адаптации растений данного вида к условиям Южного Приморья.

**Материалы и методы исследования.** В опыте были использованы растения, которые были заложены в мае 2009 г. на двух участках, расположенных на склоне северо-западной экспозиции, территориально прилегающей к дендрарию Горнотаежной станции ДВО РАН. В верхней части склона были высажены саженцы, имеющие происхождение из разных лесхозов Приморского края, а в нижней части – из лесхозов Хабаровского края. Разница по высоте участков – в пределах 10–15 м. Несмотря на то, что структура лесного хозяйства с момента сбора исходного материала для закладки географических культур поменялась, для удобства изложения использовали принятую ранее принадлежность лесхозов к административным территориям [8]. Биологический возраст опытных саженцев в момент измерений был 15-16 лет. Были обработаны по 5 растений пяти географических типов Приморского и Хабаровского краев. Измерения побегов провели с использованием рулетки, пролиновый индекс определен по доработанной методике Бейтса [6].

**Результаты исследования.** В 2016 г. были проведены замеры величин приростов в высоту, измерения длины осевого побега сделаны по окончании основного периода роста 1 сентября (табл. 1).

Таблица 1

**Прирост осевого побега географических культур *Pinus koraiensis***

Приморский климатип	Величина прироста, см	Хабаровский климатип	Величина прироста, см
Пожарский	41,5±0,8	Кур-Урмийский	36,0±1,0
Тернейский	31,0±0,6	Советский	33,0±0,8
Пограничный	37,0±0,9	Сукпайский	36,0±0,7
Ольгинский	37,0±0,5	Облученский	29,5±0,6
Барабашевский	42,0±0,7	Гурский	38,0±1,0

В результате максимальные осевые приросты определены у деревьев Барабашевского и Пожарского климатипов Приморского края, наибольший показатель приростов из Хабаров-

ских представителей отмечен у Гурского климатипа. По условиям вегетации факторы внешней среды дендрария Горнотаежной станции характеризуются более высоким температурным ре-

жимом по сравнению с представленными территориями Приморья [8], что и способствовало максимальной интенсивности роста растений *P. koraiensis* Пожарского и Барабашевского происхождения. Первично, согласно проведенным измерениям, хабаровские климатипы *Pinus koraiensis* в изучаемых посадках растут в

напряженных, менее комфортных условиях, и их замедленный рост закреплен генетически. Для более детального анализа была сделана диагностика по уровню накопления аминокислоты пролина в хвое, являющейся показателем стресс-адаптации [3] (табл. 2).

Таблица 2

**Содержание пролина в хвое первого года *Pinus koraiensis*  
Хабаровских и Приморских климатипов**

Приморский климатип	Содержание пролина, мг/г	Хабаровский климатип	Содержание пролина, мг/г
Пожарский	4,4±1,1	Кур-Урмийский	11,5±1,3
Тернейский	16,3±2,0	Советский	20,6±2,9
Пограничный	11,4±1,9	Сукпайский	12,0±2,1
Ольгинский	13,8±2,6	Облученский	13,7±1,8
Барабашевский	4,6±1,2	Гурский	10,7±1,8

В результате количество данной аминокислоты, накопленной к концу вегетации, изменялось от 4 до 20 мг/г живого веса хвои. Невысокие концентрации пролина в хвое указывают на благоприятные условия роста для Пожарского и Барабашевского климатипов, деревья данных регионов меньше всего тратили на адаптационные процессы фотосинтетической ткани и оказались наиболее адаптированными к опытным условиям роста. Средние показатели пролина отмечены у культур Пограничного, Сукпайского, Кур-Урмийского, Гурского, Ольгинского районов. Пролиновый индекс для данных культур был в диапазоне 10–13 мг/г сырой массы хвои. Наибольшее содержание пролина было накоплено в хвое растений Тернейского и Советского районов, соседствующими между собой, которые являются прибрежными со сходными климатическими условиями произрастания. Эти культуры в условиях дендрария ГТС находились в максимальной стрессовой нагрузке.

Вторично, в соответствии с содержанием пролина присутствует некоторое подтверждение тому, какие виды испытывали стрессовое напряжение в ходе вегетации под действием среды с минимумами и максимумами стресс-адаптационных затрат. Для истинного опреде-

ления влияния окружающей среды на растительные организмы различных климатических групп был проведен анализ полученных измерений с использованием программы Statistica v 6.0, где выявлена обратная корреляция (коэффициент -0,82;  $P < 0,05$ ) между содержанием пролина и интенсивностью роста: с увеличением длины прироста концентрация пролина понижается, а дисперсионная характеристика пролинового индекса не совпадает с интенсивностью роста (рис.).

В ходе параметрического анализа, учитывая дисперсию распределения, условия вегетации 2016 г. в дендрарии Горнотаежной станции ДВО РАН были неблагоприятными для *Pinus koraiensis* Советского и Облученского климатипов, условно неблагоприятными – для растений Тернейского и Ольгинского происхождения. Максимально комфортными условиями роста определены для климатипов Приморского происхождения – Пожарского и Барабашевского районов. Остальные культуры не испытывали высокой стрессовой нагрузки за счет более высоких адаптационных, генетически детерминированных возможностей, для них условия вегетации 2016 г. признаны комфортными.

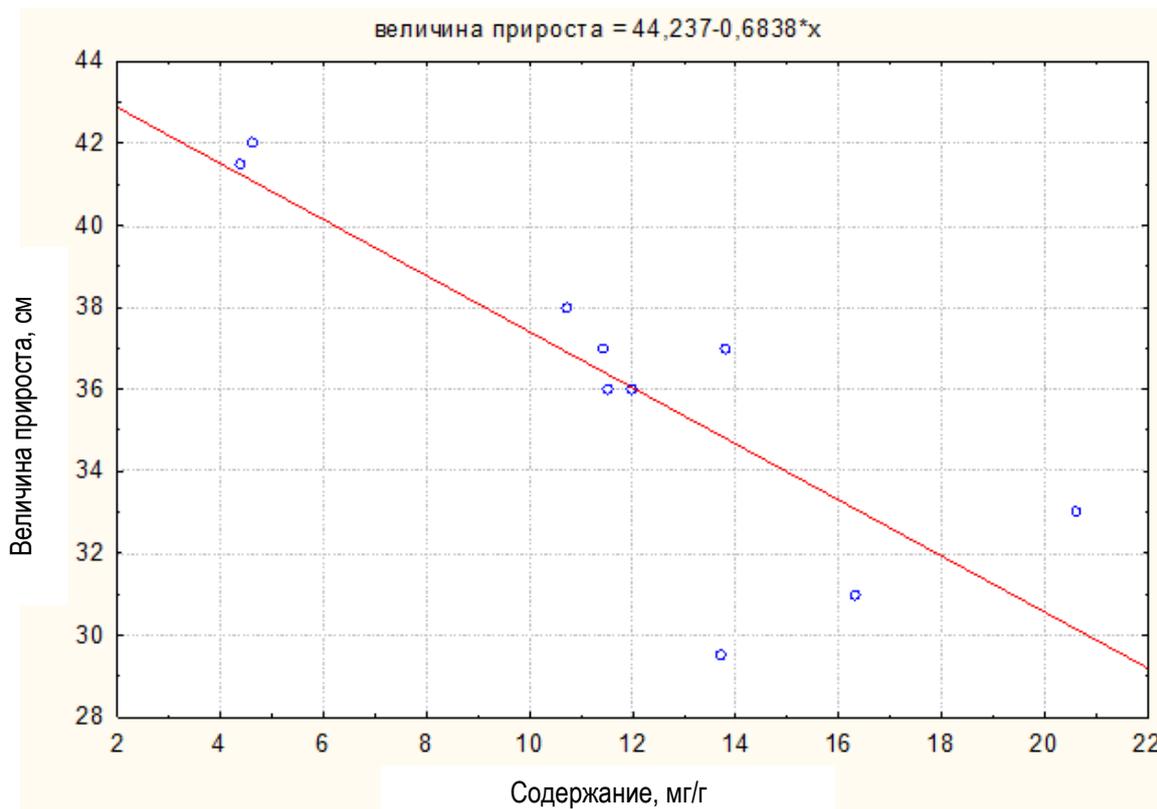


Диаграмма рассеяния

**Выводы.** Выделено негативное влияние среды на вегетирующие сосны Советского и Облученского климатипов. Умеренно стрессовыми условиями вегетации определены для Тернейского и Ольгинского климатипа *Pinus koraiensis*. Для остальных географических типов условия вегетации в дендрарии ГТС являлись благоприятными. Оптимальными культурами для выращивания определены Пожарский и Барабашевский климатипы *P. koraiensis* в условиях Южного Приморья, как максимально адаптированные по условиям вегетации 2016 г.

Проведенные результаты исследований носят предварительный характер, но четко отражают влияние условий среды на растительные организмы разных районов происхождения.

#### Литература

1. Кузнецова Г.В. Изучение изменчивости у климатипов кедра сибирского (*Pinus sibirica* DU TOUR) на юге Красноярского края // Хвойные бореальные зоны. – 2007. – Т. 24, № 4-5. – С. 423–426.
2. Кузнецова Г.В., Грэк В.С. Адаптация кедровых сосен *Pinus Sibirica* DU TOUR, *Pinus koraiensis* SIEBOLD ET ZUCC. к различным экологическим факторам в местах их тестирования // Сибирский лесной журнал. – 2016. – № 5. – С. 63–71.
3. Кривобочек В.Г., Стаценко А.П., Тразанова Е.А., Курьшев И.А. Свободный пролин – биохимический показатель солеустойчивости растений // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 1. – С. 16–19.
4. Наквасина Е.Н. Изменения в генеративной сфере сосны обыкновенной при имитации потепления климата // Изв. Санкт-Петербургской лесотехн. акад. – 2014. – № 209. – С. 114–125.
5. Цандекова О.Л. Оценка состояния *Pinus sylvestris* (Pinaceae) и *Betula pendula* (Betulaceae) по некоторым биохимическим показателям породного отвала угледобывающей промышленности // Вестн. Алтайского гос. ун-та. – 2017. – № 2 (148). – С. 70–76.
6. Шихалеева Г.Н. и др. Модифицированная методика определения пролина в растении

- тельных объектах // Вестн. Харьковского ун-та. Сер. «Биология». – 2014. – Вып. 21, № 1112. – С. 168–172.
7. Чудинова Л.А., Орлова Н.В. Физиология устойчивости растений: учеб. пособие к спецкурсу / Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2006. – 124 с.
  8. Poleschuk V.A., Poleschuk A.V., Poleschuk T.N. Creation of geographical cultures of the cedar korean (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) in conditions mountain-taiga station far eastern branch of the Russian academi of science // Proceedings of Interneteional Conference – Ecology and diversity of forest ecosystems in the Asiatic part of Russia Kosteles nad Cerriyi lesy, Ceska republika.Tribun EU. – 2012. – P. 117–124.
- Literatura**
1. Kuznecova G.V. Izuchenie izmenchivosti u klimatipov kedra sibirskogo (*Pinus sibirica* DU TOUR) na juche Krasnojarskogo kraja // Hvojnye boreal'nye zony. – 2007. – T. 24, № 4-5. – S. 423–426.
  2. Kuznecova G.V., Grjek V.S. Adaptacija kedrovyh sosen *Pinus Sibirica* DU TOUR, *Pinus koraiensis* SIEBOLD ET ZUCC. k razlichnym jekologicheskim faktoram v mestah ih testirovanija // Sibirskij lesnoj zhurnal. – 2016. – № 5. – S. 63–71.
  3. Krivoboček V.G., Stacenko A.P., Trazanova E.A., Kuryshev I.A. Svobodnyj prolin – biohimicheskiy pokazatel' soleustojchivosti rastenij // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. – 2017. – № 1. – S. 16–19.
  4. Nakvasina E.N. Izmenenija v generativnoj sfere sosny obyknovennoj pri imitacii poteplenija klimata // Izv. Sankt-Peterburgskoj lesotehn. akad. – 2014. – № 209. – S. 114–125.
  5. Candekova O.L. Ocenka sostojanija *Pinus sylvestris* (Pinaceae) i *Betula pendula* (Betulaceae) po nekotorym biohimicheskim pokazateljam porodnogo otvala ugledoby-vajushhej promyshlennosti // Vestn. Altajskogo gos. un-ta. – 2017. – № 2 (148). – S. 70–76.
  6. Shihaleeva G.N. i dr. Modificirovannaja metodika opredelenija prolina v rastitel'nyh ob'ektah // Vestn. Har'kovskogo un-ta. Ser. «Biologija». – 2014. – Vyp. 21, № 1112. – S. 168–172.
  7. Chudinova L.A., Orlova N.V. Fiziologija ustojchivosti rastenij: ucheb. posobie k speckursu / Perm. gos. un-t. – Perm', 2006. – 124 s.
  8. Poleschuk V.A., Poleschuk A.V., Poleschuk T.N. Creation of geographical cultures of the cedar korean (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) in conditions mountain-taiga station far eastern branch of the Russian academi of science // Proceedings of Interneteional Conference – Ecology and diversity of forest ecosystems in the Asiatic part of Russia Kosteles nad Cerriyi lesy, Ceska republika.Tribun EU. – 2012. – P. 117–124.

