

А.К. Поляков, Е.П. Сулова

## ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ ХВОИ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ДЕРЕВЬЕВ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ РОДА *PINUS* L. НА ЮГО- ВОСТОКЕ УКРАИНЫ

*ассимиляция, продуктивность, адаптация, жизнеспособность*

### Введение

Ассимиляционный аппарат древесных растений во многом детерминирует их успешный рост и развитие, жизнеспособность и продуктивность. В соответствии с этим наблюдается специфика закладки и размещения, формирования и развития, жизнедеятельности и продолжительности жизни хвои.

Изучению состояния и функционирования хвои посвящены работы многих авторов: С.В. Алексеева [1], Л.Ф. Правдина [6], В.Н. Сукачева [9], М.Е. Ткаченко [12], Х.Х. Туллуса [13], Г.А. Фирсова, Л.В. Орловой [14] и ряда других исследователей. Хвоя держится на деревьях от 1 года до 10–13 лет. Ежегодно опадает она лишь у растений из родов *Larix* Mill., *Pseudolarix* Gordon, *Metasequoia* Hu & W.C. Cheng. На широкую изменчивость срока, в течение которого хвоя держится на побегах различных видов хвойных растений, указывали многие исследователи [3–5, 10, 11, 14–16]. Одни из них объясняли изменчивость этого физиологического признака в пределах кроны одного дерева различными условиями освещения и питания побегов, другие – условиями местообитания, третьи – результатом географической изменчивости. Долговечность хвои связывают чаще всего с теневыносливостью древесных пород – у теневыносливых видов хвоя более долговечная, с климатическими условиями и с высотной зональностью местности [6, 8].

Особое внимание исследователи уделяют изучению *Pinus sylvestris* L. как основной лесообразующей породы на обширных пространствах Евразии и как хозяйственно ценному виду, произрастающему на малоценных песчаных, каменистых, эродированных почвах или болотах. При этом у данного вида отмечен региональный характер изменения продолжительности жизни хвои. В насаждениях *P. sylvestris* L. в Украине, Польше, России, Германии, Шотландии и других странах отмечена 2–3-летняя хвоя. В насаждениях, расположенных дальше на восток, прослеживается закономерное увеличение продолжительности жизни хвои. Так, в Кокчетавских борах Западного Казахстана, в Наурзумском бору Кустанайской области у «солончаковой» сосны, а также в насаждениях сосны в Архангельской области хвоя не опадает в течение 5–6 лет. В островных борах Казахстана, в ленточных борах Алтая и Якутии хвоя доживает до 6–8 лет. А на Кольском полуострове, в горах Забайкалья, в бассейне Енисея и на Крайнем Севере этот показатель достигает предельной величины – 8–9 лет. Здесь происходит закономерное увеличение долговечности хвои, обусловленное коротким вегетационным периодом и континентальностью сухого климата [6]. Также отмечено увеличение долговечности хвои с повышением возраста деревьев. К примеру, в 11-летних древостоях сосны в зоне смешанных лесов хвоя сохраняется до 4-х лет, а в 150-летних – до 5 лет. Кроме того установлено, что продолжительность жизни хвои на участках, расположенных вблизи источников загрязнения, где деревья ослаблены и снижена их продуктивность, не превышает 1–2-х лет [11].

В целом же продолжительность жизни хвои может быть надежным, простым и доступным критерием состояния и жизнеспособности хвойных деревьев как в природных насаждениях, так и в защитно-декоративных искусственных насаждениях.

### Цель и задачи исследований

Целью данной работы был поиск взаимосвязи продолжительности жизни хвои интродуцированных видов рода *Pinus* L. с жизнеспособностью деревьев, как критерия их состояния и перспективности введения в культуру. В задачи исследований входило установление жизнеспособности деревьев интродуцированных видов и культиваров рода *Pinus*, определение продолжительности жизни их хвои, выделение по этим показателям перспективных видов для широкого внедрения в культуру на юго-востоке Украины.

### Объекты и методы исследований

Объектами исследований были деревья интродуцированных в Донецком ботаническом саду НАН Украины (ДБС) 24 видов, 18 форм и культиваров родового комплекса *Pinus*, произрастающие в условиях континентального климата степной зоны на черноземе обыкновенном. Наблюдения за растениями проводили на протяжении четырех лет (2010–2013 гг.). Для проведения исследований было выбрано по пять модельных растений каждого вида, а при меньшем количестве представленных деревьев исследовали все особи. Продолжительность жизни хвои устанавливали исходя из количества охвоенных междоузлий. Наблюдения проводили на 25 побегах нижнего яруса кроны деревьев каждого вида. Статистическую обработку полученных результатов проводили по общепринятой в математическом анализе методике с уровнем достоверности 0,95% ( $P < 0,05$ ) [2]. Жизнеспособность деревьев определяли по модифицированной классификации жизнеспособности древесных пород Л.С. Савельевой (табл.1) [7].

Таблица 1. Шкала жизнеспособности древесных растений в коллекционных насаждениях

Показатели состояния деревьев	Особенности роста	Жизнеспособность, балл
Дерево здоровое, хорошо сформировано, без признаков угнетения, хвоя 0-4-летняя	Период максимального роста	8
Здоровое дерево, но прирост в высоту ослаблен, хвоя 3-4-летняя	Снижение верхушечного прироста	7
Дерево в хорошем состоянии, но прирост отмечен лишь на боковых ветвях, хвоя 3-летняя	Прирост в высоту отсутствует	6
Усыхает верхушечный прирост, крона шаровидная, хвоя 2-летняя	Продолжается рост боковых ветвей	5
Суховершинность дерева, усыхание отдельных скелетных ветвей, хвоя 1–2-летняя	Прирост нижних боковых ветвей	4
Усыхание многих скелетных ветвей, на стволе растут «волчки» и «водяные побеги», хвоя 1-летняя	Прирост «волчков» на стволе	3
Крона усохла, на стволе растут отдельные побеги	Прирост отдельных побегов на стволе	2
Усохшее дерево, но растет поросль от корневой шейки	Прирост поросли у корневой шейки	1
Полное усыхание дерева и корневой системы, нет поросли	Сухостой	0

### Результаты исследований и их обсуждение

За 45-летний период интродукционных испытаний родового комплекса *Pinus* в ДБС ботаническом саду НАН Украины собрана коллекция из 42 видов и культиваров, представляющих различные регионы Европы, Северной Америки, Средиземноморья, Дальнего Востока, Кавказа, Юго-Восточной Азии. Возраст исследуемых деревьев также разнообразен – от 3 лет (*Pinus armandii* Franch., *P. bungeana* Zucc.) до 46 лет (*P. sylvestris*) (табл.2). Различаются они и по способу интродукции – одни выращены из семян и являются корнесобственными, другие привиты на подвое аборигенных видов и являются трансплантатами (*Pinus tabulaeformis* Carr., *P. serotina* Michx., *P. funebris* Kom.). Значительная часть деревьев достигла генеративного возраста и периодически формирует семена (*Pinus tabulaeformis*, *P. funebris*, *P. laricio* Poir., *P. koraiensis* Siebold et Zucc.).

Таблица 2. Основные показатели состояния деревьев интродуцированных видов рода *Pinus* L. в Донецком ботаническом саду НАН Украины

№ п/п	Вид, форма	Количество деревьев, шт.	Возраст деревьев, лет	Продолжительность жизни хвои, лет	Жизнеспособность, балл
1	2	3	4	5	6
1	<i>Pinus armandii</i> Franch.	3	3	2	5
2	<i>P. banksiana</i> Lamb.	4	29	2-3	5
3	<i>P. bungeana</i> Zucc.	2	3	3	6
4	<i>P. densiflora</i> Siebold ex Zucc. f. <i>globosa</i> Mayr.	1	16	4	7
5	<i>P. densiflora</i> ‘Oculus draconis’	1	5	1	6
6	<i>P. exelsa</i> Wall. ex D.Don	2	6	2	6
7	<i>P. flexilis</i> E. James	2	23	2	6
8	<i>P. funebris</i> Kom.	4	14	3	5
9	<i>P. hamata</i> (Stev.) Sosn.	2	22	2	6
10	<i>P. heldreichii</i> f. <i>leucodermis</i> Christ.	2	6	1	8
11	<i>P. jeffreyi</i> Balf.	2	4	1	5
12	<i>P. kochiana</i> Klotsch.	3	7	2	6
13	<i>P. koraiensis</i> Siebold et Zucc.	8	18	2	5
14	<i>P. laricio</i> Poir.	5	13	4	8
15	<i>P. mugo</i> Turra	50	29	4	6
16	<i>P. mugo</i> var. <i>pumilio</i> (Haenke) Lenari	2	21	4	6
17	<i>P. mugo</i> ‘Carstens Wintergold’	1	7	3	6
18	<i>P. mugo</i> ‘Gnom’	1	8	3	7
19	<i>P. mugo</i> ‘Ophir’	1	6	3	6
20	<i>P. mugo</i> ‘Varella’	2	6	2	6
21	<i>P. mugo</i> ‘Wintergold’	2	6	3	6
22	<i>P. monticola</i> Dougl.	3	6	6	5

№ п/п	Вид, форма	Количество деревьев, шт.	Возраст деревьев, лет	Продолжительность жизни хвои, лет	Жизнеспособность, балл
23	<i>P. murrayana</i> Balf	2	28	1	5
24	<i>P. nigra</i> J.F. Arnold	55	36	4	8
25	<i>P. nigra</i> 'Pyramidata'	2	6	4	7
26	<i>P. nigra</i> 'Helga'	2	4	3	8
27	<i>P. nigra</i> 'Rondello'	2	6	3	8
28	<i>P. pallasiana</i> D.Don	220	35	3	8
29	<i>P. parviflora</i> Siebold et Zucc. 'Bonsai'	1	3	2	6
30	<i>P. peuce</i> Griseb.	5	35	2	6
31	<i>P. ponderosa</i> Dougl. et C. Laws.	2	19	3	6
32	<i>P. scopulorum</i> Lemm.	6	21	3	7
33	<i>P. serotina</i> Michx.	3	23	2	6
34	<i>P. sibirica</i> Du Tour	4	17	2	6
35	<i>P. sylvestris</i> L.	250	46	2	7
36	<i>P. sylvestris</i> var. <i>cretacea</i> (Kalenicz.) Kondr.	12	26	2	7
37	<i>P. sylvestris</i> f. <i>argentea</i> Stev.	2	27	3	6
38	<i>P. sylvestris</i> f. <i>fastigiata</i> Sukacz.	2	8	2	7
39	<i>P. sylvestris</i> f. <i>conis-agregatis</i> Syreitschenkow	4	21	2	6
40	<i>P. sylvestris</i> 'Watereri'	2	6	3	7
41	<i>P. strobus</i> L.	7	32	2	6
42	<i>P. tabulaeformis</i> Carr.	3	13	4	7

Почти половина интродуцированных видов характеризуется высокими показателями состояния деревьев и оцениваются 7–8 баллами по шкале жизнеспособности (*Pinus heldreichii* f. *leucodermis* Christ., *P. laricio*, *P. nigra* J.F. Arnold, *P. pallasiana*, *P. sylvestris*, *P. tabulaeformis*).

Продолжительность жизни хвои различных видов в условиях ДБС составляет в основном 2–3 года, лишь у некоторых видов она держится на деревьях 4 года (*P. nigra*, *P. mugo* Turra, *P. tabulaeformis*), а у *Pinus heldreichii* f. *leucodermis*, *P. murrayana* Balf., *P. jeffrei* Balf., напротив, долговечность хвои сокращается и составляет всего 1 год. Анализ состояния деревьев различных видов сосны и их жизнеспособности показывает, что в хорошем состоянии (балл жизнеспособности 7 и 8) находятся деревья 6 видов, 9 форм и сортов, а 18 видов, 9 форм и сортов характеризуются удовлетворительным (балл 5 и 6) (табл. 3). Наблюдается тесная корреляционная зависимость между средней продолжительностью жизни хвои и жизнеспособностью деревьев – коэффициент корреляции составляет 0,85. Весьма наглядно прослеживается возрастание средней продолжительности жизни хвои от 1,9 года у деревьев 5 класса жизнеспособности до 3,5 года у деревьев 8 класса.

Таблица 3. Долговечность хвои и жизнеспособность деревьев интродуцированных видов рода *Pinus* L. в Донецком ботаническом саду НАН Украины

Жизнеспособность деревьев, баллы	5	6	7	8
Количество видов и форм	8	20	9	6
Средняя продолжительность жизни хвои, лет	1,9±0,2	2,2±0,1	3,3±0,3	3,5±0,5

### Выводы

В условиях ДБС у интродуцированных видов и культиваров сосны хвоя сохраняется от 1 до 4-х лет. Выявлена взаимосвязь между жизнеспособностью и продолжительностью жизни хвои. На здоровых, хорошо сформированных деревьях с высокой жизнеспособностью хвоя сохраняется 3–4 года, на ослабленных – 1–2 года. Этот показатель можно считать объективным критерием жизнеспособности интродуцированных видов сосны. В коллекционных насаждениях к наиболее жизнеспособным видам деревьев (7–8 баллов) с максимальной продолжительностью жизни хвои отнесены: *Pinus pallasiana*, *P. densiflora* Siebold ex Zucc., *P. nigra* и *P. tabulaeformis*, которые по комплексу показателей (устойчивости, декоративности и продуктивности) следует признать перспективными для широкого внедрения в культуру на юго-востоке Украины.

1. **Алексеев С.В.** Выборочные рубки в лесах Севера / С.В. Алексеев, А.А. Молчанов. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 182 с.  
**Alekseev, S.V.,** *Vyborochnye rubki v lesakh Severa* (Selective cutting in the forests of the North), Moscow: Izd-vo AN USSR, 1954.
2. **Зайцев Г.Н.** Математика в экспериментальной ботанике / Геннадий Николаевич Зайцев. – М.: Наука, 1990. – 296 с.  
**Zaytsev, G.N.** *Matematika v eksperimentalnoy botanike* (Mathematics in the Experimental Botany), Moscow: Nauka, 1990.
3. **Киргизов Н.Я.** Размеры и продолжительность жизни хвои пихты сибирской в Казахском Алтае / Н.Я. Киргизов // Экология. – 1981. – № 3. – С. 54–57.  
**Kirgizov, N.Ya.,** *Razmery i prodolzhitel'nost zhizni khvoi pikhty sibirskoy v Kazakhstanskom Altae* (Needle sizes and life spans in White Fir from Altai, Kazakhstan), *Ekologiya* (Ecology), 1981, vol. 3, pp. 54–57.
4. **Оскретков М.Я.** Изменение количества и качества хвои в зависимости от полноты и возраста древостоя / М.Я. Оскретков // Труды Бердянского лесохозяйственного института. – Брянск. – 1956. – Вып. 7. – С. 74–79.  
**Oskretkov, M.Ya.,** *Izmenenie kolichestva i kachestva khvoi v zavisimosti ot polnoty i vozpasta drevostoya* (Changes in needle number and quality associated with stand age), *Trudy Bryanskogo lesokhozyaysvennogo instituta* (Proc. of Bryansk Forestry Institute), Bryansk, 1956, vol. 7, pp. 74–79.
5. **Пинчук А.М.** Влияние густоты стояния древостоя на развитие ассимиляционного аппарата сосны / А.М. Пинчук // Леса Подмосковья. – М.: Наука, 1965. – С. 85–94.  
**Pinchuk, A.M.,** *Tree stand density effects on assimilative apparatus development*, in *Lesy Podmoskoviya* (Forests in Moscow region), Moscow: Nauka, 1965, pp. 85–94.
6. **Правдин Л.Ф.** Сосна обыкновенная / Л.Ф. Правдин. – М.: Наука, 1964. – 192 с.  
**Pravdin, L.F.,** *Sosna obyknovennaya* (Scots Pine), Moscow: Nauka, 1964.
7. **Савельева Л.С.** Устойчивость деревьев и кустарников в защитных лесных насаждениях / Людмила Семеновна Савельева. – М.: Лесная промышленность, 1975. – 168 с.  
**Savelyeva, L.S.,** *Ustoychivost dereviev i kustarnikov v zashchitnykh lesnykh nasazhdeniyakh* (Tree and shrub hardiness in protective forest stands), Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1975, 168 p.

8. **Собчак Р.О.** Влияние условий высокогорья на анатомо-физиологические показатели сосны сибирской / Р.О. Собчак, А.П. Зотикова // Вестник Томского государственного университета. – 2009. – № 329. – С. 158–163.  
**Sobchak, R.O.,** and Zotikova, A.P., The influence of highland conditions on anatomic and physiological parameters in Siberian pine, *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* (Tomsk State University Bulletin), 2009, vol. 329, pp. 158–163.
9. **Сукачев В.Н.** Дендрология с основами геоботаники / В.Н. Сукачев. – М.: Наука, 1938. – 240 с.  
**Sukachov, V.N.,** *Dendrologiya s osnovami geobotaniki* (Dendrology with fundamentals of Geobotany), Moscow: Nauka, 1938.
10. **Терешин Ю.А.** Многолетние изучения продолжительности жизни хвои сосны обыкновенной / Ю.А. Терешин // Экологические и физиологические основы лесоразведения лесообразующих видов Урала. – Свердловск: б/и, 1986. – С. 32–39.  
**Tereshin, Yu.A.,** Many-year studies of needle life spans in Scots pine, in *Ekologicheskie i fizologicheskie osnovy lesorazvedeniya lesoobrazuyushchikh vidov Urala* (Ecological and physiological background of common forest tree breeding in the Urals), Sverdlovsk: s.l., 1986, pp. 32–39.
11. **Тихонова З.Е.** Влияние задымления на рост сосновых культур / З.Е. Тихонова // Биологические основы повышения продуктивности и охраны лесных, луговых и водных фитоценозов. – 1975. – Вып. 4 – С. 26–28.  
**Tikhonova, Z.E.,** Air pollution effects on pine growth, in *Biologicheskie osnovy povysheniya produktivnosti i okhrany lesnykh, lugovykh i vodnykh fitotsenozov* (Biological background of productivity increase and protection of forest, grassland and aquatic phytocenoses), 1975, vol. 4, pp. 26–28.
12. **Ткаченко М.Е.** Общее лесоводство / М.Е. Ткаченко. – М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. – 358 с.  
**Tkachenko, M.E.,** *Obshchee lesovodstvo* (Forestry), Moscow–Leningrad: Goslesbumizdat, 1952.
13. **Туллус Х. Х.** Продолжительность жизни хвои сосны обыкновенной в Эстонии / Х.Х. Туллус // Лесоведение. – 1991. – № 4. – С. 89–92.  
**Tullus, Ch.Ch.,** *Prodolzhitelnost zhizni khvoi sosny obyknovennoy v Estonii* (Needle life span in Scots from Estonia), *Lesovedenie* (Forestry), 1991, vol. 4, pp. 89–92.
14. **Фирсов Г.А.** Хвойные в Санкт-Петербурге / Г.А. Фирсов, Л.В. Орлова. – СПб.: Росток, 2008. – 336 с.  
**Firsov, G.A.,** and Orlova, L.V., *Khvoynye v Sankt-Peterburge* (Conifers growing in Saint Petersburg), Saint Petersburg: Rostok, 2008.
15. **Jalkanen R.,** Aalto, T., and Kurkela, T., Development of needle retention in Scots pine (*Pinus sylvestris*) in 1957–1991 in northern and southern Finland, *Trees*, 1995, no. 10, pp. 125–133.
16. **Jalkanen, R.,** Aalto, T., and Kurkela, T., Revealing past needle density in *Pinus* spp., *Scand. J. Forest Res.*, 1998, no. 13, pp. 292–296.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получена 12.08.2014

УДК 581.543(477.60)

## ТРИВАЛІСТЬ ЖИТТЯ ХВОЇ ТА ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ ДЕРЕВ ІНТРОДУКОВАНИХ ВИДІВ РОДА *PINUS* L. НА ПІВДЕННОМУ СХОДІ УКРАЇНИ

О.К. Поляков, О.П. Сулова

Донецкий ботаничний сад НАН України

Наведено дані тривалості життя хвої 42 видів та культиварів роду *Pinus* L., інтродукованих на південний схід України. Встановлено кореляційний зв'язок між тривалістю життя хвої та

життєздатністю дерев. До найбільш життєздатних видів з максимальною тривалістю життя хвої віднесено *Pinus pallasiana* D.Don, *P. densiflora* Siebold ex Zucc., *P. nigra* J.F. Arnold та *P. tabulaeformis* Carr., які слід вважати перспективними для впровадження в культуру на південному сході України.

*асиміляція, продуктивність, адаптація, життєздатність*

UDC 581.543(477.60)

#### NEEDLE LIFE SPAN AND VIABILITY OF INTRODUCED *PINUS* L. SPECIES IN THE SOUTH EAST OF UKRAINE

O.K. Polyakov, E.P. Suslova

The paper presents data on needle life spans in 42 introduced pine species in the south east Ukraine. We revealed a correlation between needle life span and tree viability. *Pinus pallasiana* D.Don, *P. densiflora* Siebold ex Zucc., *P. nigra* J.F. Arnold and *P. tabulaeformis* Carr. were named the most viable species with a maximum needle life span. These species have good introduction prospects in the south east Ukraine.

*assimilation, productivity, adaptation, viability*