

Н.И. Клименко¹, Ю.В. Плугатарь¹, О.Е. Клименко¹, Н.Н. Клименко²

***PINUS BRUTIA* TEN. VAR. *PITYUSA* (STEVEN) SILBA В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО СТЕПНОГО ПРИЧЕРНОМОРСКОГО РАЙОНА КРЫМА**

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

В работе приведены результаты изучения декоративных свойств и устойчивости сосны пицундской (*Pinus brutia* Ten. var. *pityusa* (Steven) Silba) к неблагоприятным факторам среды в условиях западного степного причерноморского района Крыма. В возрасте 85–90 лет деревья находятся в хорошем состоянии, высокодекоративны, устойчивы к низким зимним температурам и летней засухе. Почва под исследованными растениями обогащена гумусом и элементами питания, отличается более высокой биологической активностью по сравнению с травянистым ценозом. Биоэкологические особенности *P. brutia* var. *pityusa* позволяют рекомендовать ее для широкого использования в озеленении западного степного причерноморского района Крыма.

Ключевые слова: *Pinus brutia* Ten. var. *pityusa* (Steven) Silba, сосна пицундская, биоэкологические характеристики, западный степной причерноморский район Крыма, агрохимические и биологические свойства почвы

Цитирование: Клименко Н.И., Плугатарь Ю.В., Клименко О.Е., Клименко Н.Н. *Pinus brutia* Ten. var. *pityusa* (Steven) Silba в условиях западного степного причерноморского района Крыма // Промышленная ботаника. 2021. Вып. 21, № 2. С. 75–80.

Введение

В результате хозяйственной деятельности человека наблюдается глобальное сокращение биоразнообразия, снижение лесистости, деградация почвенного плодородия. Ухудшение экологической обстановки делает неотложным решение задач сохранения и обогащения растительных ресурсов [2, 10, 15]. В этих условиях значительно возрастает роль древесных растений в оптимизации окружающей среды, успешная интродукция и освоение в культуре которых возможны только на основе достоверных данных об их резистентности с учетом антропогенных нагрузок.

Применительно к жестким условиям произрастания в населенных пунктах западного степного причерноморского района Крыма привлечение в культуру высокодекоративных древесных растений требует длительного изучения. К таким

растениям относится сосна пицундская *Pinus brutia* Ten. var. *pityusa* (Steven) Silba, которая очень декоративна и широко используется для создания аллеиных, групповых и солитерных насаждений. В Крыму этот вид встречается редко, в основном на южном берегу и в окрестностях Судак, является охраняемым и входит в Красные книги Республики Крым и Краснодарского края [8, 9]. Сосна пицундская достаточно неприхотлива, не требовательна к почвенным условиям, растет на известковых скалах, маломощных щебнистых почвах, глинистых сланцах и песчаниках, приморских песках; устойчива к засолению почвы и загрязнению воздуха. В связи с этим интродукция данного вида в другие прибрежные районы Крыма с относительно мягким климатом является весьма актуальной.

Цель и задачи исследований

Целью работы было исследование декоративных свойств и устойчивости сосны пицундской *Pinus brutia* Ten. var. *pityusa* (Steven) Silba к неблагоприятным факторам среды степного Крыма, а также ее влияния на эдафические свойства экотопа для дальнейшего использования данного вида в зеленом строительстве западного степного причерноморского района Крыма. В задачи входило определение состояния, зимостойкости, засухоустойчивости и декоративности растений сосны пицундской и оценка ее влияния на агрохимические и биологические свойства почвы.

Объекты и методики исследований

Объектом исследования выступали растения *P. brutia* var. *pityusa* – представители Средиземноморской флористической области. Исследования проводили в дендрологическом парке г. Евпатории (Республика Крым), который был основан в 1937 г. и в настоящее время занимает площадь 3,2 га в центре города в 600 м к северу от прибрежной полосы Черного моря. Дендропарк находится в западном степном причерноморском агроклиматическом районе, характеризующимся очень засушливым климатом с умеренно жарким вегетационным периодом и мягкой зимой [11]. Среднегодовая температура воздуха составляет +10,8 °С, июля – +22,7 °С, января – +0,4 °С. Средний из абсолютных годовых минимумов температуры от –14 до –19 °С, абсолютный минимум температуры –27–30 °С. Максимальная температура воздуха летом поднимается до +25–29 °С, в редкие годы до +40 °С. Климат очень засушливый. Средняя годовая сумма осадков невелика – 350 мм, а годовая величина испаряемости достигает 790 мм. Длина вегетационного периода составляет в среднем 185 дней, безморозного – 206 дней [14].

Почвы на исследуемой территории – дерновые карбонатные среднегумусные маломощные супесчаные и песчаные на легких опесчаненных суглинках или супесях морского происхождения.

Исследовали 13 растений сосны пицундской на двух участках. Примерный возраст растений составляет 85–90 лет. Фенологические наблюдения проводились согласно общепринятой методике. Оценка зимостойкости осуществляли по 7-балльной шкале [13], засухоустойчивости – по 5-балльной шкале [7], состояния и декоративнос-

ти растений – по 4-балльной шкале [1, 12], урожайности – по 6-балльной шкале [19].

Для оценки влияния произрастания сосны пицундской на бедных дерново-карбонатных почвах прибрежных районов Черного моря проводили отбор почвенных образцов с глубины 0–30 см под растениями сосны на участке 1 – почва дерновая карбонатная легкосуглинистая на легких суглинках (9 растений сосны), и на участке 2 – почва та же супесчаная на супесях (4 растения сосны), а также на залежи под травянистой растительностью, находящейся между участками 1 и 2. Участки находились на расстоянии 20–40 м друг от друга. В образцах почвы определяли содержание азота нитратов потенциметрически (ГОСТ 26951-86) [6], подвижных форм фосфора и калия по Мачигину (ГОСТ 26205-91) [3], содержание органического вещества по Тюрину в модификации Симакова, Цыпленкова (ГОСТ 26213-91) [4], рН водной суспензии по ГОСТ 26423-85 [5].

Оценку биологических свойств почвы проводили по численности бактерий основных эколого-трофических групп посевом, производя соответствующие разведения почвенной суспензии на твердые питательные среды [16, 17]. Степень обогащенности почвы бактериями и расчет эколого-трофических индексов осуществляли по общепринятым методикам [18].

Результаты исследований и их обсуждение

Растения *P. brutia* var. *pityusa* на момент исследования находились в хорошем состоянии, их декоративность оценена высшим баллом (4 балла), не уступая наиболее ценным видам и формам рода *Pinus* L. Они декоративны в течение всего года (рис. 1).

Деревья данного вида в новых условиях произрастания достигали 15,8±0,5 м в высоту на участке 1 (n=9) и 19±1 м на участке 2 (n=4) и имели очищенный от сучьев ствол диаметром 44,5±2,2 см с широкораскидистой более или менее округлой кроной размером 10×8 м. Ветви горизонтально отстоящие. Ствол прямой буровато-серый, с сильно растрескивающейся корой. Хвоя светло-зеленая, тонкая, колючая, в пучках по 2 шт., длиной 14,6±0,4 мм и шириной 0,9±0,06 мм. Шишки яйцевидно-конические, блестящие, красновато-бурые, расположены перпендикулярно к побегу, по 2–4 в пучке, редко одиночные длиной



Рис. 1. Группа растения *Pinus brutia* Ten. var. *pityusa* (Steven) Silba в Евпаторийском дендропарке, участок 1. 2021 г. (фото Н.И. Клименко)

Fig. 1. Plants of *Pinus brutia* Ten. var. *pityusa* (Steven) Silba in the Evpatoria arboretum, a plot 1. 2021 (photo by N.I. Klimenko)

Деревья *P. brutia* var. *pityusa* в дендрологическом парке на момент исследования вступили в фазу плодоношения и их урожайность составляет 2–3 балла. Семена полноценные и образуют самосев в данных условиях. Деревья *P. brutia* var. *pityusa* вступают в генеративную фазу раньше наступления кульминации текущего прироста в высоту. В момент исследования не обнаружено повреждения растений сосны болезнями и вредителями.

Исследование агрохимических свойств почвы под сосной пицундской показало, что содержание гумуса в слое 0–30 см колебалось в широких пределах: от среднего до высокого и было выше под растениями сосны по сравнению с залежью (табл. 1).

Почвы сильнокарбонатные. В почве на участке 1 (суглинистая почва) содержание CaCO_3 меньше на 8,9 % по сравнению с залежью, что, возможно, связано с влиянием кислых корневых

Таблица 1. Агрохимические показатели почвы под растениями сосны пицундской (*P. brutia* var. *pityusa*) и на залежи между участками (2021 г.)

Локалитет	Гумус	CaCO_3	рН водной суспензии	N- NO_3	P_2O_5	K_2O
	%			мг/кг		
Залежь	2,80	62,4	8,03	13,2	124,2	336
Участок 1	2,94±0,18	53,5±0,8	7,96±0,01	83,2±3,8	140,0±6,4	499±39
Участок 2	4,15±0,10	69,8±3,6	7,90±0,10	3,9±1,1	110,2±11,9	346±36

8,2±0,3 см и толщиной 3,8±0,07 см на коротких ножках.

В результате фенологических наблюдений установлено, что длительность вегетации *P. brutia* var. *pityusa* сопоставима с продолжительностью вегетационного периода в данной местности. У них своевременно прекращается рост хвой и побегов ко времени возможного наступления похолодания.

Одним из лимитирующих факторов среды являются низкие температуры в зимний период. Исследования показали, что растения *P. brutia* var. *pityusa* достаточно зимостойки и перезимовывают без повреждений.

Важным критерием успешной интродукции в степных условиях является засухоустойчивость. Растения *P. brutia* var. *pityusa* характеризуются довольно высокой устойчивостью к засухе и в жаркий летний период не повреждаются.

эксудатов сосны (табл. 1). На супесчаной почве (участок 2) оно было максимальным из-за высокого содержания карбонатного песка (табл. 1). Однако сосна здесь имела большие размеры и находилась в хорошем состоянии. Это свидетельствует о ее высокой устойчивости к содержанию карбонатов в почве.

Величина рН водной суспензии почвы была щелочной и лишь незначительно снижалась под растениями сосны по сравнению с залежью (табл. 1).

Содержание подвижных форм элементов питания под насаждениями сосны на суглинистом субстрате (участок 1) было выше, чем под залежью, N- NO_3 – в 6 раз, K_2O – в 1,5 раза, P_2O_5 – в 1,1 раза (табл. 1). В супесчаной почве (участок 2) нитратов было очень мало, а содержание фосфора и калия было близко к величинам на залежи.

Таким образом, при длительном произрастании сосны пицундской на суглинистой дерново-карбонатной почве в корнеобитаемом слое могут накапливаться значительные количества элементов питания, снижаться содержание карбонатов, в супесчаных почвах происходит значительное накопление гумуса.

Исследования биологических свойств почвы показали, что ее обогащенность бактериями основных эколого-трофических групп на исследуемых участках была очень высокой, однако варьировала в зависимости от свойств почвы (табл. 2). Так, численность аммонифицирующих

в 1,7 раза (табл. 2). Количество бактерий, растворяющих органические фосфаты почвы, было выше, чем предыдущей группы на залежи и под сосной на суглинистой почве. Под растениями сосны на супесчаной почве число бактерий, растворяющих органические фосфаты, наоборот, было ниже, чем разлагающих минеральный фосфор, по-видимому, из-за бедности песчаного субстрата органическим фосфором.

Численность олиготрофной группы почвенных бактерий, способных обитать в почвах, обедненных азотистыми соединениями, в супесчаной почве под сосной была максимальной и превы-

Таблица 2. Численность бактерий и микромицетов в прикорневой зоне *Pinus brutia* var. *pityusa* (млн. КОЕ/г а.с.п.)

Локалитет	Аммонифицирующих	Амилолитических	Растворяющих труднодоступные соединения фосфора почвы		Олигонитрофильных	Олиготрофных	Целлюлозолитических*	Микромицетов*
			минеральные	органические				
Залежь	12,5±0,89	22,8±1,8	15,1±1,03	20,8±0,78	13,1±1,07	11,3±0,78	11,3±0,78	10,1±0,30
Участок 1	12,1±0,30	17,3±1,4	13,3±1,09	17,9±1,61	24,9±0,80	14,0±1,32	12,1±0,80	10,6±0,61
Участок 2	12,2±1,15	25,9±2,0	25,9±0,55	19,8±1,15	32,3±2,24	17,9±0,64	12,5±0,55	12,5±0,55

Примечание: * – тыс. КОЕ/г а.с.п.

бактерий была высокой как на залежи, так и под сосной на обоих участках. Наибольшей численностью отличались амилолитические бактерии, число которых значительно превышало количество аммонификаторов (табл. 2). Это свидетельствует об обогащенности почвы аммонийными формами азота и нитратами. На супесчаной почве под сосной число амилолитиков превышало таковое на залежи в 1,1 раза, что может быть связано с более высоким содержанием гумуса в почве. На суглинистой почве под сосной пицундской численность амилолитических бактерий, наоборот, снижалась на 5,5 млн. КОЕ/г а.с.п. по сравнению с залежью. Возможно, это определяется потенциально высоким содержанием нитратов в почве, что ингибировало численность данной группы бактерий.

Бактерии, растворяющие труднодоступные соединения фосфора почвы, играют важную роль в питании растений фосфором. Отмечено наибольшее возрастание численности бактерий, растворяющих минеральные фосфаты почвы, под сосной на супесчаной почве (участок 2), что достоверно превышало их количество на залежи

шала их число в почве под залежью: олигонитрофилов – в 2,3, олиготрофов – в 1,6 раза.

Микромицеты – группа микроскопических грибов и грибоподобных организмов, характеризующая окультуренность почвы, наличие в ней запасов органического вещества. Результаты исследований показали, что наибольшее количество организмов этой эколого-трофической группы зафиксировано на супесчаной почве: оно превышало численность микромицетов в почве под залежью и под сосной на суглинке (участок 1) на 24 и 18 % соответственно, что отражает высокое содержание гумуса в этой почве (табл. 2). Для целлюлозолитической группы микроорганизмов отмечена подобная тенденция распределения численности бактерий по градиенту грансостава экотопы: количество целлюлозолитиков в супесчаной почве (участок 2) под сосной было на 11 % больше, чем на залежи (табл. 2).

Эколого-трофические индексы характеризуют направленность микробиологических процессов в почве фитоценоза (рис. 2).

Коэффициент минерализации-иммобилизации азота (КМИА) показывает, насколько хоро-

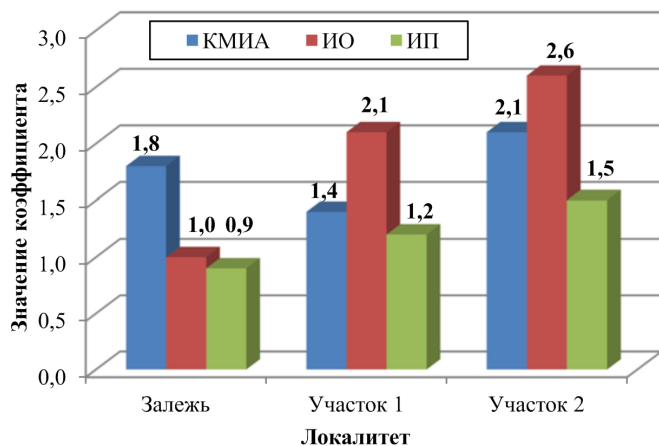


Рис. 2. Значения эколого-трофических индексов почвы, дендропарк, Евпатория. КМИА – коэффициент минерализации-иммобилизации азота, ИО – индекс олиготрофности, ИП – индекс педотрофности

Fig. 2. Values of ecological-trophic soil indices, arboretum, Evpatoria. КМИА – coefficient of mineralization-immobilization of nitrogen, ИО – index of oligotrophy, ИП – index of pedotrophy

шо почва обеспечена аммонийным азотом. Исходя из полученных данных, можно сделать заключение о том, что наибольшая обеспеченность почвы данным элементом была на супесчаной почве (2,1), высоким КМИА характеризуется также почва под залежью (1,8) (рис. 2).

Повышение значений индекса олиготрофности (ИО) свидетельствует о переходе биогеоценоза к равновесному состоянию. Наши исследования показали, что наибольшего значения ИО достигал под сосной на супесчаной почве и составлял 2,6.

Возрастание индекса педотрофности (ИП) показывает степень устойчивости биогеоценоза к различным антропогенным воздействиям [18]. На участках произрастания сосны пицундской наибольшие значения ИП отмечены под сосной на супесчаной почве (1,5) (рис. 2).

Таким образом, на основании значений эколого-трофических индексов можно сделать вывод о том, что биоценозы сосны пицундской достаточно обеспечены элементами питания. Биоценоз сосны на супесчаной почве характеризуется наибольшей устойчивостью к антропогенным воздействиям и переходом в равновесное состояние.

Выводы

1. Установлено, что в условиях западного степного причерноморского района Крыма растения *Pinus brutia* Ten. var. *pityusa* (Steven) Silba в воз-

расте 85–90 лет характеризуются хорошим состоянием, высокой декоративностью, засухоустойчивостью и высокой устойчивостью к низким температурам.

2. При длительном произрастании сосны пицундской на суглинистых и супесчаных почвах прибрежных территорий происходит накопление гумуса и элементов питания, увеличение биологической активности почвы. Наиболее устойчивый микробоценоз зарегистрирован под растениями сосны пицундской на дерново-карбонатных супесчаных почвах прибрежий Черного моря.

3. На основании полученных результатов можно рекомендовать широкое использование *P. brutia* var. *pityusa* в озеленении западного степного причерноморского района Крыма.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках тем государственного задания Никитского ботанического сада № 0829-2019-0031 и № 0829-2019-0032.

1. Галушко Р.В., Горак Ю.С. О результатах интродукции древесных растений в Евпаторийском дендропарке // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2002. Вып. 84. С. 53–57.
2. Горбунов Ю.Н. Глобальная стратегия сохранения растений и ботанические сады России // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: материалы IV Международной научной конференции (Санкт-Петербург, 5–8 июня 2007 г.). Санкт-Петербург, 2007. С. 8–9.
3. ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. Издание официальное. М., 1993. 10 с.
4. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. Издание официальное. М., 1992. 8 с.
5. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. Издание официальное. М., 1985. 4 с.
6. ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. Издание официальное. М., 1986. 10 с.
7. Григорьев А.Г., Мороз С.А., Ключникова Е.А., Еганова Е.В. Интродукция сирени в Северный Крым // Бюллетень Государственного Ни-

- китского ботанического сада. 1988. Вып. 65. С. 22–26.
8. Джангиров М.Ю. Сосна пицундская. Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы. 3-е изд. / отв. ред. С.А. Литвинская. Краснодар, 2017. С. 128–129.
9. Ена А.В. Сосна брутильская. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / отв. ред. А.В. Ена, А.В. Фатерыга. Симферополь: АРИАЛ, 2015. С. 68.
10. Ігнатюк О.А. Надлишкове біорізноманіття – реалії чи ілюзії // Роль ботанічних садів і дендропарків у збереженні та збагаченні біологічного різноманіття урбанізованих територій: матеріали Міжнародної наукової конференції (Київ, 28–31 травня 2013 р.). Київ, 2013. С. 24–26.
11. Климатический атлас Крыма: Приложение к научно-практическому дискуссионно-аналитическому сборнику «Вопросы развития Крыма». Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. 118 с.
12. Котелова Н.В., Гречко Н.С. Оценка декоративности // Цветоводство. 1969. № 10. С. 11–12.
13. Куликов Г.В. Результаты интродукции новых для Крыма древесных растений (1970–1980 гг.) // Труды Государственного Никитского ботанического сада. Т. 82: Интродукция декоративных деревьев и кустарников на юге СССР. 1980. С. 48–80.
14. Методические рекомендации по районированию природных условий Крыма для целей садоводства / сост. В.И. Важов, В.Ф. Иванов, С.А. Косых. Ялта, 1986. 40 с.
15. Ноянова Н.Г. К вопросу повышения биоразнообразия зеленых насаждений малых городов (на примере Волгоградской обл.) // Агроэкология, мелиорация и защитное лесоразведение: материалы Международной научно-практической конференции (Волгоград, 18–20 октября 2018 г.). Волгоград, 2018. С. 302–306.
16. Практикум по микробиологии: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / под. ред. А.И. Нетрусова. М.: Академия, 2005. 608 с.
17. Теннер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии / под ред. В.К. Шильниковой. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Дрофа, 2004. 256 с.
18. Титова В.И., Козлов А.В. Методы оценки функционирования микробоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества: Научно-методическое пособие. Нижний Новгород, 2012. 64 с.
19. Шкутко Н.В. Хвойные Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1991. 264 с.

Поступила в редакцию: 02.06.2021

UDC 635.92:634.0.232(477.9)

PINUS BRUTIA TEN. VAR. PITYUSA (STEVEN) SILBA IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN STEPPE BLACK SEA REGION OF CRIMEA

N.I. Klimenko¹, Yu.V. Plugatar¹, O.E. Klimenko¹, N.N. Klimenko²

¹Federal State Budget Scientific Institution «The Order of the Red Banner of Labour Nikitsky Botanical Gardens – National Scientific Center of the RAS»

²Federal State Budget Scientific Institution «Research Institute of Agriculture of Crimea»

The paper presents research results on the ornamental traits and hardiness of Pitsunda pine (*Pinus brutia* Ten. var. *pityusa* (Steven) Silba) to unfavorable environmental factors in the western steppe Black Sea region of the Crimea. At the age of 85–90 years, the trees are in a good condition, highly decorative, hardy to low winter temperatures and summer drought. The soil under the studied plants is enriched with humus and nutrients, and is characterized by a higher biological activity compared to a herbaceous cenosis. Bioecological features of *P. brutia* var. *pityusa* allow us to recommend it for wide landscaping uses in the western steppe Black Sea region of the Crimea.

Key words: *Pinus brutia* Ten. var. *pityusa* (Steven) Silba, bioecological characteristics, west coast of the Crimea, agrochemical and biological properties of soil

Citation: Klimenko N.I., Plugatar Yu.V., Klimenko O.E., Klimenko N.N. *Pinus brutia* Ten. var. *pityusa* (Steven) Silba in the conditions of the western steppe Black Sea region of Crimea // Industrial Botany. 2021. Vol. 21, N 2. P. 75–80.