

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 581.522.4 : 635.9

Т.И. ЛЕНКОВЕЦ

научный сотрудник лаборатории интродукции и селекции
орнаментальных растений
Центральный ботанический сад НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь

Статья поступила 3 января 2023 г.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ РОДОДЕНДРОНОВ, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В БЕЛАРУСИ

В статье изложены биологические особенности корневой системы рододендронов на основании результатов собственных исследований, а также анализа литературных источников.

Корневая система рододендронов представлена сетью тонких, густо разветвленных придаточных корней. Распространение корней в субстрате в основном горизонтальное, поверхностное, большая часть их расположена в верхнем 30-сантиметровом слое почвы. По способу корневого питания растения относятся к микотрофному типу. Важнейшей задачей при посадке и выращивании рододендронов является соблюдение агротехнических приемов, направленных на создание благоприятных условий в зоне ризогенеза.

Ключевые слова: *рододендрон, корневая система, микориза, кислотность почвы.*

LENKOVETS T.I.

Researcher Laboratory of Introduction and Breeding of Ornamental Plants
Central Botanical Garden National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

BIOLOGICAL FEATURES OF THE ROOT SYSTEM OF RHODODENDRONS INTRODUCED IN BELARUS

The article describes the biological features of the rhododendron root system based on the results of our own studies, as well as the analysis of literary sources.

The rhododendron root system is represented by a network of thin, densely branched adventitious roots. The distribution of roots in the substrate is mainly horizontal, superficial, most of them are located in the upper 30 cm layer of soil. According to the way of root nutrition the plants belong to the mycotrophic type. The most important task when planting and growing rhododendrons is the observance of agrotechnical methods aimed at creating favorable conditions in the rhizogenesis zone.

Keywords: *rhododendron, root system, mycorrhiza, soil acidity.*

Введение. Планомерная работа по интродукции рододендронов (*Rhododendron*) в Ботаническом саду ЦБС НАН Беларуси ведется с 1966 г. [1]. К концу 80-ых годов коллекция рододендронов состояла из 49 видов и форм и входила в число крупнейших коллекций

этого рода на территории СССР [2]. В настоящее время (2023 г.) коллекционный фонд рододендронов насчитывает около 70 видов, подвидов и природных форм и больше 140 сортов. Собранные в нем таксоны представлены вечнозелеными, полувечнозелеными и

листопадными кустарниками и по происхождению относятся к различным географическим областям [3]. Отдельные экземпляры коллекции имеют возраст более 50 лет. Большая часть таксонов практически ежегодно цветет и формирует полноценные семена [4].

Рододендроны являются одной из самых интересных групп растений, которая завоевывает в последнее время все большую популярность в зеленом строительстве и пользуется огромным спросом у населения. Для успешного выращивания рододендронов необходимо знать их эколого-биологические особенности и создавать оптимальные условия для роста и развития растений.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в лаборатории интродукции и селекции орнаментальных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Объектом изучения являлась корневая система рододендронов, которые были высажены сеянцами от местной регенерации семян на коллекционный участок в 1990 г. (*Rhododendron catawbiense* Michx., *Rhododendron smirnowii* Trautv. и *Rhododendron x hybridum* 'Янка').

Почва на участке среднекультуренная, дерново-подзолистая, легкосуглинистая, развитая на легких пылевато-песчаных суглинках, подстилаемых на глубине 1,0 м моренными суглинками. Содержание гумуса в верхнем горизонте не превышает 2,3-2,5% [5]. Приствольные круги посадок замульчированы древесной щепой хвойных пород толщиной 10 см. Исследование подземных органов выполняли на основе методических

указаний М. С. Шалыт [6] и Ал. А. Федорова с соавт. [7]. При раскопках определяли морфологические особенности корней, расположение их в почве и глубину залегания.

Отбор образцов почвы для анализа производился с глубины 10, 20 и 30 см, согласно ГОСТ 17.4.4.02-84 [8]. Определение значения pH почвенного субстрата осуществлялось по ГОСТ 26483-85 [9], в 3-кратной повторности.

Статистическую обработку данных выполняли с применением пакета анализа данных программы Microsoft Excel на 95 %-ном уровне значимости.

Результаты исследований и их обсуждение. Корневая система рододендронов представлена сетью тонких, густо разветвленных придаточных корней (рисунок). Распространение корней в почве в основном горизонтальное, поверхностное, большая часть их находится в верхнем 30-сантиметровом слое почвы и развивается главным образом в подстилке и гумусовом горизонте. Цвет корней от темно-коричневого до желто-коричневого, молодые, растущие корни – беловатой окраски. По сведениям многих авторов [1, 10-12], корневая система рододендронов компактная, основная масса корней расположена на глубине 5-40 см. В. Д. Гаджиев [13] отмечал случаи проникновения отдельных корней *Rh. caucasicum* Pall. на глубину 100 см и более. М. С. Александрова и Л. И. Возна [14] сообщают, что глубина проникновения корней зависит от механического состава и влажности почвы. Так, на тяжелых с повышенной влажностью почвах корни рододендронов проникают не так глубоко, как на более легких и сухих.



А



Б

Рисунок – Корневая система: *Rhododendron smirnowii* Trautv. (А),
Rhododendron x hybridum 'Янка' (Б)

По сведениям N. Skjoldberg [15] и С. G. Bowers [16], корневая система рододендронов выходит за пределы проекции кроны, однако необходимо отметить, что авторы не указывают радиус их распространения.

Основная масса корней, по данным Л. В. Вегера [10], располагается в радиусе до 40-50 см от центра куста, но автор при этом не указывает возраст растений. И. А. Флягина [17] сообщает, что корни взрослых деревьев *Rh. fauriei* Franch. распространяются в радиусе до 1,5-2 м.

Особенностью корневой системы рододендронов, как и других представителей семейства *Ericaceae*, является отсутствие корневых волосков [18, 19]. Поглощение воды и питательных веществ осуществляется мицелием гриба, с которым корни растения вступают в симбиоз и образуют микоризу [20, 21]. Для рододендронов характерен эндотрофный (эрикоидный) тип микоризы, при котором гифы гриба внедряются внутрь клеток корня, образуя в них клубни [10, 22, 23]. Гифы грибов, распространяясь в почве, разлагают органическое вещество, извлекая из него минеральные соли (усваиваемый азот, фосфор, микроэлементы) и воду, делая доступным для поглощения и всасывания растением [24]. Грибы поставляют элементы питания растению, полученные из почвы, в свою очередь потребляют углеводы, закрепленные в процессе фотосинтеза растением. Таким образом образуются взаимовыгодные (мутуалистические) отношения, при которых каждый вид имеет выгоду.

К характерным экологическим особенностям ряда рододендронов относится способность их развиваться в сравнительно тонком слое почвы, состоящим в основном из растительных остатков (мелких веток, коры, опавших листьев) [4, 16, 25]. За счет мицелия гриба, присоединенного к корням растения, микоризообразующие грибы способствуют росту и развитию растений рододендронов на относительно бедных почвах, увеличивает поверхность всасывания корневой системы. Кроме того, микоризные грибы повышают устойчивость растения к стресс-факторам, защищают корни от патогенных почвенных микроорганизмов [26]. Следовательно, приемы агротехники должны быть направлены также на создание условий, стимулирующих

развитие микоризы, что в конечном итоге будет способствовать росту и развитию всего растения.

На степень интенсивности микоризообразования оказывают влияние и другие биотические и абиотические факторы. Так, степень микоризации корней рододендронов зависит от видовой принадлежности. По сведениям Г. И. Булавко с соавторами [27], более активное развитие микоризного симбионта в условиях закрытого грунта происходит у листопадного *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring., в меньшей степени колонизируются корни полувечнозеленных видов *Rh. ledebourii* Rojark. и *Rh. dauricum* L. Согласно полученным данным Н. И. Шумик с соавторами [28], частота встречаемости микоризы у *Rh. luteum* Sweet. в разных экотопах характеризуется различной величиной. Так, в сосновом древостое она составляет 54%, дубовом – 39%, а в условиях культуры микориза выявлена лишь на 6% корней рододендрона. Следовательно, для посадки растений рододендронов необходимо подбирать почвы с ненарушенной микрофлорой, обладающие естественным плодородием.

В значительной мере влияющий на темп развития растений рододендронов является один из таких эдафических факторов, как уровень кислотности почвы. В ряде работ отмечается, что оптимальная величина pH при возделывании рододендронов соответствует значениям 4,5-5,5 [4, 10-18]. Встречаются виды, способные к произрастанию в естественных местообитаниях на доломитах и известняках (*Rh. hirsutum* L., *Rh. ferrugineum* L., *Rh. chartophyllum* Franch., *Rh. camtschaticum* Pall.). Однако это не значит, что рододендроны хорошо переносят щелочную реакцию почвы. По сведениям Р. Я. Кондратовича [25], кальций, легко проникающий в растения рододендронов, способствует торможению поступления других необходимых для их роста и развития элементов (калия, магния, железа и др.).

Исследование реакции почвенного раствора образцов, взятых с разной глубины, показало, что кислотность субстрата на глубине 10 см составила в интервале 5,3-6,4 единиц pH (таблица).

Таблица – Значения показателей pH почвы интродуцированных таксонов *Rhododendron*

Таксон	Глубина взятия образца, см	pH _{H2O}	
		$x \pm m_x$	среднее
<i>Rhododendron catawbiense</i> Michx.	10	5,3±0,1	5,1±0,1
	20	4,8±0,4	
	30	5,1±0,0	
<i>Rhododendron smirnowii</i> Trautv.	10	5,7±0,2	5,8±0,1
	20	6,0±0,2	
	30	5,8±0,1	
<i>Rhododendron x hybridum</i> 'Янка'	10	6,4±0,1	6,1±0,2
	20	5,9±0,1	
	30	6,0±0,2	

Уровень кислотности почвы на глубине 20 см варьировался в диапазоне от 4,8 (*Rh. catawbiense*) до 6,0 единиц pH (*Rh. smirnowii*). Значения данного показателя 30-сантиметрового слоя почвы, где располагается основная масса корней рододендронов, находятся в пределах от 5,1 (*Rh. catawbiense*) до 6,0 единиц pH ('Янка').

Почвенный раствор имеет средние значения pH 5,1-6,1, что несколько выше его оптимального значения (pH 4,5-5,5). Полученные данные свидетельствует о пластичности взрослых растений рододендронов к показателю pH почвы. Реакция почвы имеет более определяющее значение на развитие рододендронов в молодом возрасте. Так, И. К. Володько с соавт. [4] сообщают, что в опыте с однолетними сеянцами рододендронов при слабокислой и близкой к нейтральной реакции почвенного раствора, наблюдалось значительное ингибирование развития ассимилирующих органов.

Выводы. Корневая система рододендронов представлена сетью тонких, густо разветвленных придаточных корней. Распространение корней в субстрате в основном горизонтальное, поверхностное, подавляющая их масса расположена в верхнем 30-сантиметровом слое почвы. По способу корневого питания растения относятся к микотрофному типу. Особенности корневой системы (поверхностное расположение, микориза) необходимо учитывать при планировании работ по созданию и содержанию насаждений рододендронов.

Исследование реакции почвенных образцов, взятых с разной глубины корнеобитаемого слоя почвы рододендронов, показало, что в среднем его реакция находится в пределах от 5,1 до 6,1 единиц pH, что свидетельствует об относительной экологической пластичности генеративных растений рододендронов к эдафическим условиям.

Поскольку рододендроны являются многолетними растениями с достаточно специфичными экологическими требованиями, следовательно, важнейшей задачей при их посадке и выращивании, агротехнические приемы (подготовка субстрата, орошение, подкормка и др.) должны быть направлены на создание благоприятных условий в зоне ризогенеза.

Список литературы

1. Ботяновский, И. Е. Культура рододендронов в Беларуси / И. Е. Ботяновский. – Минск : Наука и техника, 1981. – 96 с.
2. Ботяновский, И. Е. Итоги интродукции рододендронов в Центральном ботаническом саду АН БССР / И. Е. Ботяновский // Весці АН Беларусі. Сер. біялаг. навук, 1988, № 5. – С. 15-20.
3. Володько, И. К. Коллекция рода *Rhododendron* L. Центрального ботанического сада НАН Беларуси: история формирования, изучение, перспективы развития и использования / И. К. Володько [и др.] // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы III Междунар. науч.-практич. конф. посвященной

- 110-летию со дня рождения академика Н. В. Смольского. (7–9 октября 2015 г., г. Минск). В 2 ч. Ч. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Мн.: Конфидо, 2015. – С. 303-307.
4. Володько, И. К. Эколого-биологические основы интродукции рододендронов (*Rhododendron* L.) в условиях Беларуси / И. К. Володько, Ж. А. Рупасова, В. В. Титок; под ред. В. И. Парфенова. – Мн.: Беларуская навука, 2015. – 269 с.
 5. Агеец, В. Ю. Почвы Центрального ботанического сада / В. Ю. Агеец, Г. В. Слободницкая, А. Н. Червань; Нац. акад. наук Беларуси, Центральный ботанический сад. – Мн., ИВЦ Минфина, 2013. – 84 с.
 6. Шалыт, М. С. Методика изучения морфологии и экологии подземной части отдельных растений и растительных сообществ / М. С. Шалыт // Полевая геоботаника. – М., Л.: АН СССР, 1960. – Т. 2. – С. 369-447.
 7. Федоров, Ал. А. Атлас по описательной морфологии высших растений: стебель и корень / Ал. А. Федоров, М. Э. Кирпичников, З. Т. Артюшенко. – М. -Л.: изд. АН СССР, 1962. – 350 с.
 8. ГОСТ Р 17.4.4.02-84 – Охрана природы. Почвы. Методы отбора и нали за и проб для химического, бактериологического, гельминтологического нали за. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 8 с.
 9. ГОСТ Р 26483-85 - Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 5 с.
 10. Вегера, Л. В. Біоекологічні особливості та культура рододендронів в умовах Правобережного Лісостепу Україні / Л. В. Вегера // За редакцією д.б.н. проф., М. А. Ккохна – Умань: АЛІМІ, 2006. – 196 с.
 11. Grzeszczak-Nowak, H. Rozaneczники i azalie / H. Grzeszczak-Nowak, P. Muras. – Kraków: Officina Botanica, 2014. – 371 s.
 12. Root system ecology of shrubs in Qilian Mountains alpine *Rhododendron* shrubland / Cao WenXia, Zhang DeGang, Hong FuZeng // In Multifunctional grasslands in a changing world, Volume 1: XXI International Grassland Congress and VIII International Rangeland Congress, Hohhot, (29 June-5 July 2008). – China, 2008. – S. 97.
 13. Гаджиев, В. Д. О распространении и составе зарослей рододендрона кавказского в Азербайджане. – Изв. АН АзССР, 1956. № 10. – С. 97-105.
 14. Александрова, М. С. К вопросу о оленной экологии рододендронов в природе и культуре / М. С. Александрова, Л. И. Возна // Исследование древесных растений при интродукции: Сборник научных работ. – М., 1982. – С.131-140.
 15. Skjoldberg, N. *Rhododendron – ja mis sellega kaasas kaib* / N. Skjoldberg. – Tallinn: Maalehe Raamat, 2008. – 237 s.
 16. Bowers, C. G. *Rhododendrons and azaleas: Their origins, cultivation, and development*. 2nd ed. New York: Macmillan. – 1960. – 525 p.
 17. Флягина, И. А. *Rhododendron fauriei* Franch. в Сихотэ-Алиньском заповеднике. – Бюл. ГБС АН СССР, 1972, вып. 85. – С. 29-31.
 18. Peterson, T. A. Anatomy and ultrastructure of a *Rhododendron* root–fungus association / T. A. Peterson, W. C. Mueller, L. Englander // *Canadian Journal of Botany*. 1980. Vol.58. – P. 2421-2433.
 19. Семитко, И. С. Биологическая роль микоризы у представителей сем. Вересковые / И. С. Семитко, Д. В. Тимошкевич // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси: материалы X междунар. молодежной науч.–практич. конф., УО "Полесский государственный университет", г. Пинск, 15 апреля 2016 г. Ч.1 / Министерство образования Республики Беларусь [и др.]; редкол.: К. К. Шебеко [и др.]. – Пинск: ПолесГУ, 2016. – С. 511-512.
 20. Воронина, Е. Ю. Микоризы и их роль в формировании сообществ / Е. Ю. Воронина // Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. – 2006. – № 4. – С. 17-26.
 21. Камельчук, Я. С. Микоризные грибы: современные представления значимости их в минеральном питании растений и как натуральных биоудобрений / Я. С. Камельчук // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. – 2020. – № 1. – С. 24-40.
 22. Douglas, G. C. Subterranean aspects of rhododendrons: their mycorrhizal roots / G. C. Douglas, M. C. Heslin, C. Reid // *American*

- Rhododendron Society Journal. – Vol.44, N 1. – 1990.
23. Decomposition of organic matter by the ericoid mycorrhizal endophytes of Formosan rhododendron (*Rhododendron formosanum* Hemsl.) / L. Lei-Chen [et al.] // Mycorrhiza (Berlin). 2011. Vol. 21, N 5. – P. 331-339.
24. Смит, С. Э. Микоризный симбиоз / С. Э. Смит, Д. Дж. Ридю; пер. с 3-го англ., издания Е. Ю. Ворониной. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2012. – 776 с.
25. Кондратович, Р. Я. Рододендроны в Латвийской ССР: Биологические особенности культуры / Р. Я. Кондратович. – Рига: Зинатне, 1981. – 303 с.
26. Газета «Аграрник»: Микориза – это интересно и перспективно [Электронный ресурс]. <https://agrarnik.com/stati/item/3826> (дата обращения: 25.12.2022).
27. Булавко, Г. И. Развитие микоризной инфекции у саженцев рододендронов в условиях закрытого грунта / Г. И. Булавко, И. К. Володько, Ж. Д. Альферович // Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микробиоты: сборник статей II международной науч.-практич. конф., 12-14 ноября 2013 г., г. Минск / Министерство образования Республики Беларусь [и др.]. – Мн.: БГУ, 2013. – С. 345-347.
28. Шумик, М. И. Микориза рододендрона жовтого (*Rhododendron luteum* Sweet.) в природних умовах та в умовах культури / М. І. Шумик, Н. Ю. Белова, О. Г. Сіренко // Вісник Прикарпатського національного університету імені В. Стефаника. – 2011. – Вип. XV. – С. 71-78.
- L.V. Kolleksiya roda Rhododendron L. Tsentralnogo botanicheskogo sada NAN Belarusi: istoriya formirovaniya, izuchenie, perspektivi razvitiya i ispolzovaniya [Collection of Rhododendron genus L. Central Botanical Garden of NAS of Belarus: history of formation, study, prospects for development and use]. Problemi sokhraneniya biologicheskogo raznoobraziya i ispolzovaniya biologicheskikh resursov: materialy III Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya posvyashchennoi 110-letiyu so dnya rozhdeniya akademika N. V. Smolskogo. (7–9 oktyabrya 2015, Minsk). V 2 ch. Ch. 1. Ed. Titok V. V. et al. Minsk, Confido, 2015, pp. 303-307 (In Russian)
4. Volodko I. K., Rupasova J. A., Titok V. V. *Ekologo-biologicheskie osnovy introduksii rododendronov (Rhododendron L.) v usloviyakh Belarusi* [Ecological and biological bases of rhododendron (*Rhododendron L.*) introduction in conditions of Belarus]. Ed. Parfenova V. I. Minsk, Belaruskaya nauvuka, 2015, 269 p. (In Russian)
5. Ageets V. Yu, Slobodnitskaya G. V., Chervan A. N. Pochvi Tsentralnogo botanicheskogo sada [Soils of the Central Botanical Garden]. *Natsional'noy akademii nauk Belarusi, Tsentralnii botanicheskii sad* [National Academy of Sciences of Belarus, Central Botanical Garden]. Minsk, Information and Computing Center of the Ministry of Finance, 2013, 84 p. (In Russian)
6. Shalyt M. S. Metodika izucheniya morfologii i ekologii podzemnoi chasti otdelnikh rastenii i rastitelnikh soobshchestv [Methodology of studying morphology and ecology of the underground part of individual plants and plant communities]. *Polevaya geobotanika* [Field Geobotany]. Moscow, 1960, vol. 2, pp. 369-447. (In Russian)
7. Fedorov A.A., Kirpichnikov M.E., Artyushenko Z.T. Atlas po opisatelnoi morfologii visshikh rastenii: stebel i koren [Atlas on descriptive morphology of higher plants: stem and root]. Moscow, Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1962, 350 p. (In Russian)
8. GOST P 17.4.4.02-84 – Okhrana prirodi. Pochvi. Metodi otbora i podgotovki prob dlya khimicheskogo, bakteriologicheskogo, gelmintologicheskogo analiza [Soil Protection. Soils. Methods of collection and preparation

References

1. Botyanovsky I. E. *Kultura rododendronov v Belarusi* [Culture of rhododendrons in Belarus]. Minsk, Science and Technology, 1981. 96 p. (In Russian)
2. Botyanovsky I. E. Itogi introduksii rododendronov v Tsentralnom botanicheskom sadu AN BSSR [Results of rhododendron introduction in Central Botanical Garden of BSSR Academy of Sciences]. *Vesti Natsional'noy akademii nauk Belarusi. Seriya biologicheskikh nauk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, Biological Series], 1988, no 5, pp. 15-20 (In Russian)
3. Volodko I. K., Rupasova Zh. A., Rudevich M. N., Kutas E. N., Filipenya V. L., Goncharova

- of samples for chemical, bacteriological, helminthological analysis]. Moscow, Standards Publishing House, 1986, 8 p. (In Russian)
9. GOST 26483-85 – *Pochvi. Prigotovlenie solejvy vytyazhki i opredelenie ee pH po metodu CINAO*. [Soils. Preparation of salt extract and determination of its pH according to the TsINAO method]. Moscow, Standartinform, 1986, 5 p. (In Russian)
 10. Vegeera L.V. *Bioekologichni osoblivosti ta kultura rododendroniv v umovakh Pravoberezhnogo Lisostepu Ukraini* [Biological peculiarities and culture of rhododendrons in conditions of the Right-bank Ukraine]. Ed. Kkohn M.A. Uman, 2006, 196 p. (In Ukrainian)
 11. Grzeszczak-Nowak H., Muras P. *Rozaneczni i azalie*. Kraków, Officina Botanica, 2014, 371 p. (In Polish)
 12. Cao WenXia, Zhang DeGang, Hong FuZeng. Root system ecology of shrubs in Qilian Mountains alpine Rhododendron shrubland. In Multifunctional grasslands in a changing world, Volume 1: XXI International Grassland Congress and VIII International Rangeland Congress, Hohhot, (29 June-5 July 2008). China, 2008, 97 p.
 13. Gadjeiev V.D. *O rasprostranienii i sostave zaroslei rododendrona kavkazskogo v Azerbaidzhane* [About distribution and composition of Caucasian rhododendron bushes in Azerbaijan]. Izv. of Academy of Sciences of Azerbaijan SSR, 1956, no. 10, pp. 97-105 (In Russian)
 14. Alexandrova M. S., Vozna L. I. *K voprosu o pochvennoi ekologii rododendronov v prirode i culture* [To a question on soil ecology of rhododendrons in nature and culture]. *Issledovanie drevesnikh rastenii pri introduktsii: Sbornik nauchnikh rabot* [Research of woody plants at introduction: A collection of scientific papers]. Moscow, 1982, pp. 131-140 (In Russian)
 15. Skjoldberg N. *Rhododendron – ja mis sellega kaasas kaib*. Tallinn, Maalehe Raamat, 2008, 237 p.
 16. Bowers C. G. *Rhododendrons and azaleas: Their origins, cultivation, and development*. 2nd ed. New York, Macmillan, 1960, 525 p.
 17. Flyagina I. A. *Rhododendron fauriei Franch. v Sikhote-Alinskom zapovednike* [Rhododendron fauriei Franch. in Sikhote-Alin Nature Reserve]. Bulletin. GBS of the USSR Academy of Sciences, 1972, vol. 85, pp. 29-31 (In Russian)
 18. Peterson T. A., Mueller W. C., Englander L. *Anatomy and ultrastructure of a Rhododendron root–fungus association*. Canadian Journal of Botany, 1980, vol. 58, pp. 2421-2433.
 19. Semitko I. S., Timoshkevich D. V. *Biologicheskaya rol mikorizi u predstavitelei sem. Vereskovie* [The biological role of mycorrhiza in representatives of the Heather family]. Nauchnii potentsial molodezhi–budushchemu Belarusi: materialy 10 mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchno–prakticheskoi konferentsii, Uchrezhdenie obrazovaniya "Poleskii gosudarstvennii universitet", Pinsk, 15 aprelya 2016, ch.1 et al. Pinsk, PolesSU, 2016, pp. 511-512 (In Russian)
 20. Voronina E. Yu. *Mikorizi i ikh rol v formirovanii soobshchestv* [Mycorrhizae and their role in the formation of communities]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 16: Biologiya* [Bulletin of Moscow University. Series 16: Biology], 2006, no. 4, pp.17-26 (In Russian)
 21. Kamelchuk Y. S. *Mikoriznie gribi: sovremennye predstavleniya znachimosti ikh v mineralnom pitanii rastenii i kak naturalnikh bioudobrenii* [Mycorrhizal fungi: modern ideas of their significance in mineral nutrition of plants and as natural biofertilizers]. *Vestnik Poleskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya prirodovedcheskikh nauk* [Bulletin of Polesky State University. Series of natural sciences], 2020, no. 1, pp. 24-40 (In Russian)
 22. Douglas G. C., Heslin M. C., Reid C. *Subterranean aspects of rhododendrons: their mycorrhizal roots*. American Rhododendron Society Journal, vol.44, no. 1, 1990.
 23. Lei-Chen L. *Decomposition of organic matter by the ericoid mycorrhizal endophytes of Formosan rhododendron (Rhododendron formosanum Hemsl.)*, Mycorrhiza (Berlin), 2011, vol. 21, no. 5. – pp. 331-339
 24. Smith S. E., Ridue D. J. *Mikoriznii simbioz* [Mycorrhizal symbiosis], translation from the third English edition Voronina E. Y. Moscow, Association of Scientific Editions KMK, 2012, 776 p. (In Russian)
 25. Kondratovich R. J. *Rhododendroni v Latvii SSR: Biologicheskie osobennosti kulturi* [Rhododendrons in Latvian SSR: Biological

- features of culture], Riga: Zinatne, 1981, 303 p. (In Russian)
26. *Gazeta «Agrarnik»: Mikoriza – eto interesno i perspektivno* [Newspaper "Agrarnik": mycorrhiza is interesting and promising]. (In Russian). Available at: <https://agrarnik.com/stati/item/3826-> (accessed: 25.12.2022)
27. G.I. Bulavko G. I., Volodko I. K., Alferovich J. D. Development of mycorrhizal infection in rhododendron seedlings in a closed ground [Development of mycorrhizal infection in rhododendron seedlings in a closed ground]. *Aktualnie problemi izucheniya i sokhraneniya fito- i mikrobioti: sbornik statei II mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, 12-14 noyabrya 2013, Minsk* [Actual problems of studying and preserving phyto- and microbiota: collection of articles of the II International Scientific and Practical Conference, November 12-14, 2013, Minsk]. Minsk, Belarusian State University, 2013, pp. 345-347 (In Russian)
28. Shumik M. I., Belova N. Y., Sirenko O. G. Mikoriza rododendrona zhovtogo (Rhododendron luteum Sweet.) v prirodnikh umovakh ta v umovakh kulturi [Mycorrhiza rhododendron luteum Sweet. in natural conditions and in the conditions of culture]. *Visnik Prikarpat'skogo natsionalnogo universitetu imeni V. Stefanika* [Vysnik Prikarpat'skogo natsionalnogo univertsita named after V. Stefanik], 2011, no. 15, pp. 71-78. (In Ukrainian)

Received 3 January 2023