

***Botrychium lunaria* (L.) Sw. в условиях отвалов Сухореченского месторождения карбонатных пород (Средний Урал)**

***Botrychium lunaria* (L.) Sw. in the conditions of the dumps of the Sukhorechenskoye carbonate rock deposit (Middle Urals)**

Глазырина М. А., Филимонова Е. И., Лукина Н. В.

Glazyrina M. A., Filimonova E. I., Lukina N. V.

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: puma2531@mail.ru; Elena.Filimonova@urfu.ru; natalia.lukina@urfu.ru

Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

Реферат. В работе представлены результаты ценопопуляционных исследований (пространственной и онтогенетической структур, морфологической пластичности) редкого папоротника *Botrychium lunaria* (L.) Sw. (гроздовника полулунного), произрастающего на карбонатных породах отвалов Сухореченского месторождения в формирующихся смешанных лесных фитоценозах с разреженным травяным покровом (Средний Урал, таежная зона, подзона южной тайги). Показано, что в антропогенно нарушенных местообитаниях *B. lunaria* способен образовывать ценопопуляции с достаточно высокой численностью и плотностью. Выявлено, что спорофиты папоротника *B. lunaria*, развивающиеся в условиях отвалов, по биометрическим показателям соответствуют размерам растений данного вида из естественных местообитаний. У данного вида наблюдается высокая морфологическая пластичность. Большинство из анализируемых морфологических признаков спорофита *B. lunaria* характеризуются повышенным ($C_v = 23\text{--}27\%$), высоким ($C_v = 31\text{--}38\%$) и очень высоким ($C_v > 42\%$) варьированием. Подходящие условия влажности субстратов, низкая ценотическая конкуренция в растительных сообществах способствуют сохранению генофонда древнего редкого вида сем. Ophioglossaceae в условиях отвалов Сухореченского месторождения. Дальнейшее развитие ценопопуляций *B. lunaria* зависит от трансформации фитоценозов и гидрологического режима субстрата техногенных отвалов.

Ключевые слова. Морфология, онтогенетическая структура, сосудистые споровые растения, Средний Урал, техногенные отвалы карбонатных пород, *Botrychium lunaria*.

Summary. This paper presents the results of a population coenopopulation study (spatial and ontogenetic structures, morphological plasticity) of the rare fern *Botrychium lunaria* (L.) Sw. (lunar grape fern), growing on carbonate rocks of the Sukhorechenskoye deposit waste heaps in emerging mixed forest phytocenoses with sparse grass cover (Middle Urals, taiga zone, southern taiga subzone). It is demonstrated that *B. lunaria* is capable of forming coenopopulations with relatively high abundance and density in anthropogenically disturbed habitats. It was found that *B. lunaria* sporophytes developing in waste heaps correspond in biometric parameters to the size of plants of this species from natural habitats. This species exhibits high morphological plasticity. Most of the analyzed morphological traits of the *B. lunaria* sporophyte are characterized by increased ($C_v = 23\text{--}27\%$), high ($C_v = 31\text{--}38\%$), and very high ($C_v > 42\%$) variation. Favorable substrate moisture conditions and low cenotic competition in plant communities facilitate the preservation of the gene pool of this ancient, rare species of the Ophioglossaceae family in the waste dumps of the Sukhorechenskoye deposit. The further development of *B. lunaria* cenopopulations depends on the transformation of phytocenoses and the hydrological regime of the substrate of the man-made waste dumps.

Key words. *Botrychium lunaria*, man-made carbonate rock dumps, Middle Urals, morphology, ontogenetic structure, vascular spore plants.

Средний Урал – старейший горнодобывающий регион Российской Федерации. В результате открытой разработки карбонатных пород (известняки и доломиты), широко развитых в пределах Урала, были сформированы карьерно-отвальные комплексы. В Свердловской области основная часть промышленной добычи доломитов и известняков осуществляется на Сухореченском месторождении, где было образовано несколько карьерно-отвальных комплексов, в том числе: Галкинский и Сухореченский (Справка о состоянии..., 2022).

Наши исследования были выполнены в июне–августе 2009–2021 гг. на автомобильных отвалах Галкинском № 4 и Сухореченском (таежная зона, подзона южной тайги) (рис. 1).

Галкинский отвал № 4 расположен на левом берегу р. Чусовая и имеет вытянутую с севера на юг форму. Отвал высотой до 30 м состоит из двух ярусов. Отвал сложен отдельными участками вскрышных пород (глин и суглинков) с кучами глыб известняка и мелочи – отходов дробильно-сортировочной установки, а также гравием из известняка. Большей частью имеет бугристый рельеф (Чибрик и др., 2011).

Сухореченский отвал расположен на правом берегу р. Чусовая. Отвал высотой до 30 м состоит из двух ярусов. Породный состав отвала представлен рассланцованными доломитами, доломитизированными известняками, смесью обломков доломитов с элювиальными глинами (Махонина, 2003). Большей частью имеет бугристый рельеф.

Каменистость пород данных отвалов высокая (до 85 %). Грунтосмеси отвалов не засолены и не содержат фитотоксичных пород, субстраты характеризуются слабощелочной реакцией среды ($pH = 7,3–7,5$ – Галкинский отвал; $pH = 7,2–8,4$ – Сухореченский отвал) (Махонина, 2003).

Район исследования находится в умеренно-континентальной бореальной климатической зоне (с холодной продолжительной зимой и теплым коротким летом) (Шакиров, 2011). По данным Ревдинской метеорологической станции среднегодовая температура за период с 2008 г. по 2021 г. составляла $+2,56^{\circ}C$, среднегодовое количество осадков за тот же период составляло 502,29 мм. Анализ динамики гидротермического коэффициента (ГТК) показал, что в исследуемый период в данном районе преобладали года с избыточным увлажнением ($ГТК > 1,3$) (рис. 2).

На территории Галкинского отвала № 4 и Сухореченского отвала биологическая рекультивация не проводилась.

Растительный покров восстанавливается за счет заноса семян с близлежащих лесных массивов, агроценозов и т. д. и идет по зональному лесному типу (Филимонова и др., 2022). Краткая геоботаническая характеристика и видовое богатство формирующихся растительных сообществ исследуемых территорий приведены в таблице 1.

Лесные фитоценозы отвалов отличаются от естественных лесных массивов сформированностью яруса подлеска и травяно-кустарничкового яруса (более низкими показателями общего проективного покрытия и видовой насыщенности) (Филимонова и др., 2022). В данных растительных сообществах поселяются виды, не обладающие высокой конкурентной способностью, например, представители семейств Orchidaceae Juss., Ophioglossaceae Martinov и др.

Цель работы – изучение пространственной и онтогенетической структур ценопопуляций редкого папоротника *Botrychium lunaria* (L.) Sw. (гроздовника полулунного) в условиях отвалов Сухореченского месторождения карбонатных пород, а также морфологических параметров особей данного вида.

Исследование популяционной жизни редких видов из самой своеобразной и древней группы папоротников (сем. Ophioglossaceae, подсемейство Botrychiaceae) и адаптационных возможностей на популяционном и организменном уровнях в разных экологических условиях является актуальным для сохранения и восстановления биологического разнообразия антропогенно нарушенных растительных сообществ (Поливариантность..., 2006).



Рис. 1. Местонахождение местообитаний *Botrychium lunaria* на отвалах Сухореченского месторождения карбонатных пород (Свердловская область, Средний Урал).

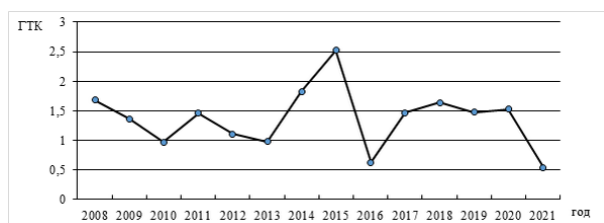


Рис. 2. График изменения гидротермического коэффициента за 2008–2021 гг.

Таблица 1. Краткая геоботаническая характеристика и видовое богатство формирующихся растительных сообществ исследуемых территорий

Параметры		Отвал	
		Галкинский № 4	Сухореченский
Период формирования сообществ, лет		55–60	40–45
Сомкнутость крон		0,6	0,5
Формула леса		8C1Oc+Бб+Бп+Е	4C3Oc3Б+Е
Проективное покрытие кустарникового яруса, %		15	0
Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса, %	Хср.	26,0	13,2
	lim	0–80	3–30
Проективное покрытие мохово-лишайникового яруса, %	Хср.	10,8	3,2
	lim	0–98	0–25
Число видов на 100 м ²		35	27
Число видов на 0,25 м ²	Хср.	6,0	6,1
	lim	0–12	3–11
Доминанты травяно-кустарничкового яруса		<i>Pimpinella saxifraga</i> L., <i>Festuca rubra</i> L., <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam., <i>Centaurea scabiosa</i> L., <i>Orthilia secunda</i> (L.) House, <i>Trifolium repens</i> L., <i>Trifolium pratense</i> L.	<i>Orthilia secunda</i> (L.) House, <i>Pimpinella saxifraga</i> L., <i>Fragaria vesca</i> L., <i>Trifolium medium</i> L.

Botrychium lunaria – голарктический космополитный вид. Ареал распространения данного вида охватывает весь земной шар, исключая пустынные районы. В РФ встречается спорадически по всей территории, кроме арктической части Сибири (Губанов и др., 2002; Крылов, 2015; Капитонов, 2020; Манакон, 2021; Шапурко, 2024; и др.). В Свердловской области встречается во всех районах, редко. Нуждается в охране (Князев и др., 2016). *B. lunaria* включен в Красные книги 44 % субъектов РФ. Лимитирующими факторами для данного вида являются: низкая конкурентная способность, особенности онтогенеза (ранние этапы онтогенеза проходят под землей), медленное развитие и зависимость от микоризы заростка (гаметофита), нарушение местообитаний в результате хозяйственной деятельности и рекреации (Бакин, 2016; Руденко, 2025; и др.).

Botrychium lunaria – короткокорневищный летне-зелёный травянистый многолетник, характеризующийся специфической структурой спорофита, обычно состоящего из короткого разветвленного подземного побега (корневища) с корнями и чаще с 1-м, реже с 2-я зрелыми листьями с длинными черешками и листовыми пластинками, где каждый лист делится на фертильный (спорофор) и стерильный фотосинтезирующий (трофофор) сегменты (Губанов и др., 2002; Judd et al., 2010; Olejnik, Celka, 2015). Спороносит в июне–августе (Жизнь растений..., 1978; Князев и др., 2016).

Данный небольшой (5–20 см высотой) папоротник произрастает в разреженных хвойных, мелколиственных и смешанных лесах, на полянах и на низкотравных лугах (Губанов и др., 2002; Князев и др., 2016). Встречается на карбонатных породах, на известняках, суглинках (Красноборов, 1988; Крылов, 2015). Мезофит. Геофит (Криницын, 2004; Шапурко, 2024).

При детально-маршрутном обследовании растительности, проведенном в 2009 г. на верхнем уступе Галкинского отвала № 4, были обнаружены несколько особей *B. lunaria* (обилие un gr) большей частью в вегетативном состоянии, только одна особь находилась в спороносящем состоянии (Sp1). При повторном обследовании данного участка в 2011 г. зафиксировано увеличение обилия *B. lunaria* до sol gr. В 2019 г. обилие папоротника достигло sp gr., что позволило нам провести более подробное исследование ценопопуляции *B. lunaria* (ЦП1) (рис. 3, А).



Рис. 3. Спорофиты *Botrychium lunaria* из ЦП1 (А) и ЦП2 (Б).

Большая часть особей *B. lunaria* обследована в природных условиях, меньшую часть выкапывали для анализа в камеральных условиях. У спорофитов Sp1 и Sp2 *B. lunaria* измеряли высоту особи, см; общую длину бесплодного сегмента, см; длину бесплодного сегмента без черешка, см; длину и ширину левой и правой долей трофофора; общую длину плодущего сегмента, см; длину спороносной метелки, см; длину корней, см; а также подсчитывали число веточек спороносной метелки, шт.; число спорангиев на особь, шт. Статистическая обработка полученных данных выполнена с помощью стандартного пакета программы Microsoft Excel. Степень варьирования признаков оценивали в соответствии со шкалой С. А. Мамаева (1972).

Исследования показали, что численность особей *B. lunaria* в ЦП1 составила 116 шт. на 100 м², плотность спорофитов – от 1 до 25 особи *B. lunaria* на 0,25 м². В ЦП1 установлен групповой тип распределения особей ($S^2/X_{\text{ср}} = 10$). Численность особей *B. lunaria* в ЦП2 – 3 шт. на 100 м², плотность спорофитов – 1 растение на 0,25 м² и случайное распределение в пространстве ($S^2/X_{\text{ср}} = 1$).

В онтогенетической структуре ценопопуляций *B. lunaria* преобладали спороносящие особи (рис. 4).

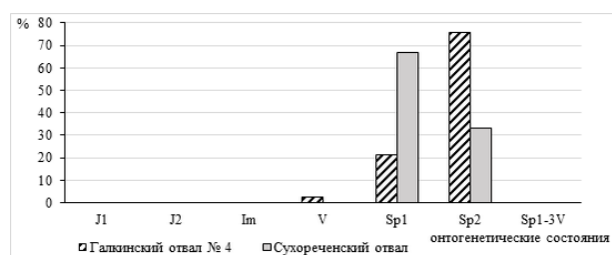


Рис. 4. Онтогенетическая структура ценопопуляций *Botrychium lunaria* в техногенных местообитаниях. Условные обозначения: J1 – ювенильные микотрофные спорофиты, J2 – ювенильные миксотрофные спорофиты, Im – имматурные спорофиты, V – виргинильные спорофиты; Sp1 – молодые спороносящие спорофиты, Sp2 – средневозрастные спороносящие спорофиты, Sp1-3V – временно не спороносящие спорофиты.

фофора. Данная особенность *B. lunaria* ранее отмечалась рядом авторов (Поливариантность..., 2006; Криницын и др., 2020). По мнению И. Г. Криницына с соавторами (2020) расположение спорангиев как на спороносной части спорофита *B. lunaria*, так и на вегетативной части (трофофоре) свидетельствует о своеобразии и древности таксона.

Кроме этого, при мониторинговом обследовании Сухореченского отвала в 2021 г., в его западной части были обнаружены 3 растения *B. lunaria* в стадии спороношения (ЦП2) (рис. 3, Б).

С помощью общепринятых методик был выполнен сбор фактического материала. Определены основные популяционные показатели: онтогенетическая структура, численность и плотность. Для изучения встречаемости *B. lunaria* и онтогенетической структуры ценопопуляций в исследуемых растительных сообществах случайным образом закладывали 15–40 учетных площадок ($S = 0,25 \text{ м}^2$). Для установления онтогенетического состояния *B. lunaria* использовали ключи (Жукова, 1995; Криницын, 2004).

Морфологический анализ показал, что биометрические признаки спороносящих спорофитов *B. lunaria* аналогичны литературным данным (Мочалов и др., 2012; Капитонов, 2020). В ЦП1 высота особей Sp1 в среднем составила 9,3 см, Sp2 – 16,9 см (табл. 2). В ЦП2 высота особей Sp1 составила 6,0 и 7,2 см, Sp2 – 11,2 см.

Число пар долей трофофора *B. lunaria* в ЦП1 изменялось от 3 до 5 шт. у особей Sp1 и от 5 до 12 шт. у особей Sp2. Наблюдалась морфологическая поливариантность трофофоров (асимметрия и недоразвитие долей), что свойственно данному виду папоротников (Поливариантность..., 2006).

Длина спороносной части листа на черешке у особей Sp1 варьировала от 1,2 до 3,3 см, у особей Sp2 – от 4,6 до 8,7 см, просто или дважды перистая. Число спорангиев на особь Sp1 в среднем составляло 29,5 шт., Sp2 – 127,6 шт. У одной особи (Sp2) отмечено образование спорангиев на долях тро-

У данного вида наблюдается высокая морфологическая пластичность. Большинство из анализируемых морфологических признаков спорофита *B. lunaria* характеризуются повышенным ($C_v = 23-27\%$), высоким ($C_v = 31-38\%$) и очень высоким ($C_v > 42\%$) варьированием (табл. 2).

Низкий уровень изменчивости ($C_v = 7-12$) у *B. lunaria* (Sp2) имеют следующие признаки: высота спорофита, общая длина трофофора и параметры правой доли его первой пары, а также число веточек метелки I прядка. У молодых спороносящих спорофитов (Sp1) мало изменчивы только длина первой пары долей трофофора (табл. 2).

Таблица 2. Биометрические показатели спороносящих спорофитов *B. lunaria* (ЦП1)

Признаки		Sp1			Sp2		
		$X_{cp.} \pm m_x$	lim	$C_v, \%$	$X_{cp.} \pm m_x$	lim	$C_v, \%$
Высота особи, см		$9,3 \pm 0,6$	8,0–11,4	16	$16,9 \pm 0,7$	13,8–18,9	11
Параметры трофофора, в том числе:							
общая длина, см		$9,2 \pm 0,5$	8,0–11,0	14	$14,3 \pm 0,5$	12,0–16,2	10
длина без черешка, см		$2,2 \pm 0,2$	1,6–2,9	25	$4,9 \pm 0,2$	3,7–5,7	13
Число пар долей трофофора		$3,8 \pm 0,3$	3–5	20	$7,6 \pm 0,9$	5–12	32
Параметры долей трофофора на особь							
Левая доля	длина, см	$0,58 \pm 0,03$	0,30–0,80	25	$0,88 \pm 0,04$	0,15–1,30	34
	ширина, см	$0,58 \pm 0,06$	0,10–1,10	50	$0,96 \pm 0,06$	0,15–1,90	48
Правая доля	длина, см	$0,56 \pm 0,03$	0,30–0,70	23	$0,83 \pm 0,05$	0,15–1,20	38
	ширина, см	$0,56 \pm 0,06$	0,10–1,00	50	$0,90 \pm 0,08$	0,15–1,70	56
Параметры первой пары долей							
Левая доля	длина, см	$0,67 \pm 0,04$	0,6–0,8	12	$1,13 \pm 0,06$	0,80–1,30	13
	ширина, см	$0,82 \pm 0,09$	0,6–1,1	24	$1,49 \pm 0,08$	1,20–1,90	14
Правая доля	длина, см	$0,62 \pm 0,03$	0,5–0,7	12	$1,12 \pm 0,03$	1,00–1,20	7
	ширина, см	$0,83 \pm 0,07$	0,7–1,0	18	$1,48 \pm 0,08$	1,30–1,70	12
Общая длина плодущего сегмента, см		$1,9 \pm 0,3$	1,2–3,3	42	$6,9 \pm 0,4$	4,6–8,7	18
Длина спороносной метелки, см		$1,0 \pm 0,2$	0,3–2,0	55	$3,9 \pm 0,3$	2,3–5,5	25
Число веточек метелки I прядка, шт.		$5,0 \pm 1,3$	2–9	65	$12,6 \pm 0,5$	11–15	10
Число веточек метелки II прядка, шт.		$1,7 \pm 1,0$	0–6	140	$13,9 \pm 2,6$	1–24	53
Число спорангиев на особь, шт.		$29,5 \pm 7,9$	7–59	65	$127,6 \pm 13,9$	62–170	31
Число корней I порядка, шт.		$8,2 \pm 0,6$	6–9	16	$12,6 \pm 0,7$	10–15	16
Общая длина корней I порядка, см		$12,3 \pm 1,5$	7,9–17,3	27	$24,5 \pm 3,2$	9,3–38,3	37
Число корней II порядка, шт.		0,2	0–1	224	$1,3 \pm 0,7$	0–5	164
Общая длина корней II порядка, см		$0,6 \pm 0,6$	0,0–3,1	224	$2,2 \pm 1,7$	0,0–13,5	214

Таким образом, *Botrychium lunaria* (L.) Sw. способен поселяться на карбонатных породах в формирующихся смешанных лесных фитоценозах с разреженным травяным покровом.

В антропогенно нарушенных местообитаниях *B. lunaria* способен образовывать ценопопуляции с достаточно высокой численностью и плотностью.

На отвалах Сухореченского месторождения, при благоприятных погодных условиях, обеспечивающих влажность субстрата, развиваются полноценные спорофиты *B. lunaria*, по биометрическим показателям соответствующие размерам растений данного вида из естественных местообитаний.

Низкая ценоотическая конкуренция в растительных сообществах способствует сохранению генотипа древнего редкого вида сем. *Ophioglossaceae* в условиях отвалов Сухореченского месторождения.

Дальнейшее развитие ценопопуляций *B. lunaria* зависит от трансформации фитоценозов и гидрологического режима субстрата техногенных отвалов. Необходимо дальнейшее наблюдение за ценопопуляциями *B. lunaria*.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (тема № FEUZ-2026-0017).

ЛИТЕРАТУРА

- Бакин О. В.** Гроздовник полулунный // Красная книга Республики Татарстан: животные, растения, грибы / глав. ред. А. А. Назиров. – 3-е изд. – Казань: Идеал-Пресс, 2016. – С. 551–552.
- Губанов И. А., Киселёва К. В., Новиков В. С., Тихомиров В. Н.** Иллюстрированный определитель растений Средней России: в 3 т. Т. 1: Папоротники, хвощи, плауны, голосеменные, покрытосеменные (однодольные). – М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2002. – 526 с.
- Жизнь растений:** в 6 т. / Гл. ред. чл. -кор. АИ СССР, проф. Ал. А. Федоров. – Т. 4. Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосеменные растения / Под ред. И. В. Грушвицкого и С. Г. Жилина. – М.: «Просвещение», 1978. – 447 с.
- Жукова Л. А.** Популяционная жизнь луговых растений. – Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. – 224 с.
- Князев М. С., Золотарева Н. В., Подгаевская Е. Н., Третьякова А. С., Куликов П. В.** Конспект флоры Свердловской области. Часть I: Споровые и голосеменные растения // Фиторазнообразие Восточной Европы, 2016. – Т. 10, вып. 4. – С. 11–41.
- Крылов А. В.** Гроздовник полулунный, или ключ-трава // Красная книга Калужской области. Т. 1. Растительный мир. – Калуга: ООО «Ваш Домъ», 2015. – С. 129–130.
- Капитонова О. А.** Гроздовник полулунный // Красная книга Тюменской области: животные, растения, грибы / отв. ред. О. А. Петрова. – Кемерово: Технопринт, 2020. – С. 220.
- Красноборов И. М.** Семейство *Ophioglossaceae* – Ужовниковые // Флора Сибири: В 14 т. – Т. 1. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 48–52.
- Криницын И. Г.** Онтогенез и структура популяций спорофитов некоторых видов рода *Botrychium* Sw. в подзонах южной тайги и подтайги Европейской России: дис... канд. биол. наук. – Кострома, 2004. – 202 с.
- Криницын И. Г., Зонтиков Д. Н., Baghzadeh A., Behrooz P.** Биоморфологический анализ и структура популяций спорофита *Botrychium lunaria* (L.) Sw. // Растительное разнообразие: состояние, тренды, концепция сохранения: Тезисы докл. Всерос. конф. с участием иностранных ученых, Новосибирск, 30 сент. – 3 окт. 2020 г. – Новосибирск: Центральный Сибирский ботанический сад СО РАН, 2020. – С. 98.
- Мамаев С. А.** Формы внутривидовой изменчивости древесных растений: (На примере семейства *Pinaceae* на Урале). – М.: Наука, 1972. – 284 с.
- Манаков Ю. А.** Гроздовник полулунный // Красная книга Кузбасса. Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / отв. ред. А. Н. Куприянов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Кемерово: «ВЕКТОР-ПРИНТ», 2021. – С. 159.
- Мочалов А. С., Иваненко Ю. А., Науменко Н. И.** Гроздовник полулунный // Красная книга Курганской области. – 2-е изд. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2012. – С. 365.
- Махонина Г. И.** Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2003. – 356 с.
- Поливариантность онтогенеза спорофита гроздовника полулунного (*Botrychium lunaria* (L.) Sw.) в подзонах южной тайги и подтайги Европейской России // Поливариантность развития организмов, популяций и сообществ: науч. издание. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2006. – С. 56–63.
- Руденко М. А.** Гроздовник полулунный // Красная книга Республики Крым / отв. ред. А. В. Ена, Д. В. Епихин. – 3-е изд. – Калининград: Полиграфичъ, 2025. – Т. 2: Растения и грибы. – 2025. – С. 100.
- Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Свердловской области** (на 15.06.2020). URL: <https://www.rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202011/d0e663756fc455b1a4b22a5906177f33.pdf>
- Филимонова Е. И., Глазырина М. А., Лукина Н. В., Давляев Ф. Д.** Восстановление растительности на территории карьерно-отвальных комплексов после добычи карбонатного сырья // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: материалы XI Всерос. науч. конф. с междунар. участием, Сатка, 12–16 сентября 2022 г. – Сатка: Изд-во «Принтоника», 2022. – С. 207–213.
- Чибрик Т. С., Лукина Н. В., Филимонова Е. И., Глазырина М. А.** Экологические основы и опыт биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2011. – 268 с.
- Шакиров А. В.** Физико-географическое районирование Урала. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – 617 с.

Шанурко А. В. Мониторинг ценопопуляций *Botrychium lunaria* (L.) Sw. (Ophioglossaceae) в Фокинском участковом лесничестве Брянской области // Разнообразие растительного мира, 2024. – № 1 (20). – С. 104–109. <https://doi.org/10.22281/2686-9713-2024-1-104-109>

Judd W. S., Campbell Ch. S., Kellogg E. A., Stevens P. F., Donoghue M. J. Plant systematics a phylogenetic approach. – 3rd ed. – Massachusetts: Publishers. Sunderland, 2010. – 611 pp.

Olejnik N., Celka Z. The Growth Pattern of Ophioglossoid Ferns: A Case Study of *Botrychium lunaria* (L.) Sw. // American Fern Journal, 2015. – Vol. 105, N 3. – P. 199–210.