

УДК 582.29(476)

DOI 10.63874/2218-0311-2025-2-21-27

**Яна Константиновна Деменкова¹, Ангелина Сергеевна Кабаева²,
Ангелина Сергеевна Маркевич³, Андрей Геннадьевич Цуриков⁴**

^{1, 2, 3}студент 4-го курса биологического факультета

Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины

⁴д-р биол. наук, доц., проф. каф. биологии

Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины,

проф. каф. общей и биоорганической химии

Гомельского государственного медицинского университета

Yana Demenkova¹, Anhelina Kabayeva², Anhelina Markevich³, Andrei Tsurukau⁴

^{1, 2, 3}4-th Year Student of the Faculty of Biology of Francisk Skaryna Gomel State University

⁴Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Biology
of Francisk Skorina Gomel State University,

Professor of the Department of General and Bioorganic Chemistry
of Gomel State Medical University

e-mail: ¹demenkova0803@gmail.com; ²angelina.kabaeva2004@gmail.com;

³angelymarkevich@yandex.by; ⁴tsurukau@gmail.com

ОЦЕНКА ПЛОТНОСТИ ПОПУЛЯЦИИ И ГОДОВОГО ПРИРОСТА ЛИШАЙНИКА XANTHORIA PARIETINA НА ТЕРРИТОРИИ Г. ГОМЕЛЯ

Представлена значимость лишайников как биоиндикаторов состояния окружающей среды, обозначены высокие аккумулятивные способности этих организмов, а также существующие в настоящее время ограничения возможностей применения методов лишайноиндикации и лишайномониторинга, что обосновывает актуальность настоящей работы. Целью исследования является оценка плотности популяции и годового прироста лишайника *Xanthoria parietina* на осине обыкновенной в г. Гомеле. Методология исследования включала измерение линейных размеров 270 слоевищ на 10 деревьях с последующей статистической обработкой результатов. Плотность популяции лишайника *Xanthoria parietina* варьирует от 113 до 779 слоевищ на 1 м² при среднем значении 408 слоевищ на 1 м² поверхности ствола форофита. Наибольшее число талломов лишайников приросло на 0,1 мм по высоте и на 0,2 мм по ширине за один год исследований. Данные результаты необходимо учитывать при разработке методики определения возраста популяции лишайников для проведения экологического мониторинга окружающей среды.

Ключевые слова: *Xanthoria parietina*, эпифиты, годовой прирост, популяция, размерная структура.

Assessment of Population Density and Annual Growth of the Lichen XANTHORIA PARIETINA in the City of Gomel

The introduction presents the significance of lichens as bioindicators of environmental conditions, states the high accumulative capacity of these organisms, as well as the current limitations of the application of lichen indication and lichen monitoring methods, which justifies the relevance of the present work. The aim of the study is to assess the population density and annual growth of lichen *Xanthoria parietina* on aspen in the city of Gomel. The research methodology included measuring the linear dimensions of 270 thalli on 10 trees, followed by statistical analysis of the obtained results. The population density of the lichen *Xanthoria parietina* varies from 113 to 779 thalli per 1 m² with an average value of 408 thalli per 1 m² of the trunk surface of the phorophyte. The largest number of lichen thalli increased by 0,1 mm in height and 0,2 mm in width during a year. These results are crucial for developing a method for determining the age of the lichen population for environmental monitoring.

Key words: *Xanthoria parietina*, epiphytes, annual growth, population, size structure.

Введение

Лишайнометрия – биоиндикационный метод, позволяющий определить возраст субстратов на основании размеров слоевищ произрастающих на них лишайников. Метод лишайнометрического датирования основан на следующих предложениях: преимущественно обнаженные поверхности изначально не заселены лишайниками; инвазия (колонизация, сукцессия) первично обнаженного субстрата начинается в момент появления этого субстрата.

С момента инвазии рост лишайников подчиняется определенным закономерностям, позволяющим прогнозировать ход роста в условиях однородного макроклимата; рост является функцией времени, прошедшего с момента заселения [1; 2].

Лишайники очень чувствительны к загрязнению воздуха [3]. В условиях загрязненной атмосферы они накапливают тяжелые металлы и другие химические соединения, содержащиеся в атмосферных осадках, в гораздо больших концентрациях, чем высшие растения [4].

Это свойство делает их важными биоиндикаторами, позволяющими оценивать уровень загрязнения окружающей среды. Например, в районах с высоким уровнем загрязнения лишайники могут исчезать или значительно уменьшаться в численности, что служит сигналом о неблагоприятных условиях для экосистемы.

Благодаря этим особенностям они часто используются в изучении степени загрязнения антропогенного влияния на окружающую среду – лишеноиндикации и лишеномониторинге. Однако лишайники характеризуются крайне медленной скоростью роста. В литературе приводятся разные данные о скорости прироста отдельных видов, часто только пороговые значения для экстремальных условий произрастаний (от 0,01 мм в год для накипных до 100 мм в год для кустистых видов) [3].

Онтогенетическая структура и динамика прироста слоевищ кустистых и листоватых эпифитных лишайников к настоящему времени слабо изучены. Только для отдельных видов лишайников разработаны критерии выделения онтогенетических состояний слоевищ на основе морфологических признаков-маркеров (например, для *Evernia prunastri* (L.) Ach., *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., *Parmelia sulcata* Taylor [5–7] и некоторых других), что является достаточно трудной задачей из-за вариабельности морфологических признаков многих лишайников в онтогенезе, а также ввиду огромного разнообразия жизненных форм лишайников [8].

Ввиду вышеуказанного к настоящему времени имеются лишь отрывочные сведения о структуре популяций, их динамике, размерах и распределении слоевищ указанных видов (а также *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.) на стволах различных видов форофитов в естественных и антропогенизированных фитоценозах [9–12].

Следует отметить, что в настоящее время методики оценки возраста слоевищ эпифитных листоватых лишайников, используемых в экологическом мониторинге, не разработаны [13], и остается острым вопрос, за какой период времени слоевища накопили выявленные количества загрязнителей.

В связи с этим оценка популяционной структуры, а также скорости и динамики прироста лишайника *Xanthoria parietina* представляется актуальной задачей.

Материал и методика исследований

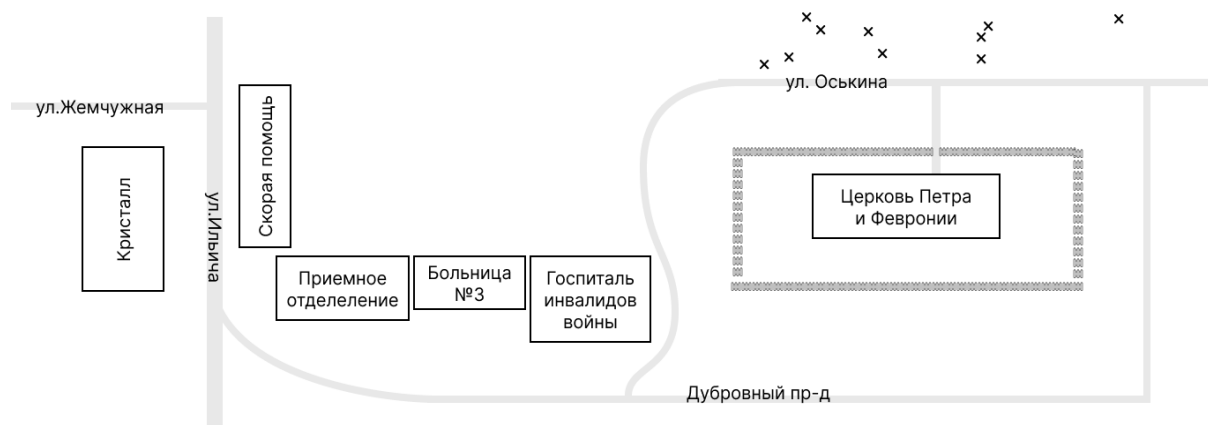
Исследования проводили на территории Новобелицкого района города Гомеля по ул. Оськина 24.08.2022 и 11.07.2024 (рисунок 1).

В качестве форофита была выбрана осина обыкновенная (*Populus tremula* L.). Всего нами было заложено 10 учетных площадок на 10 деревьях.

Для измерения линейных размеров использовали разметочный циркуль, который прикладывали к слоевищу по ширине и высоте и переносили на линейку.

Плотность популяции *Xanthoria parietina* оценивали как число слоевищ на обследуемой части дерева [9]. Общий объем материала составил 270 слоевищ.

Для оценки размерной структуры популяции *Xanthoria parietina* применяли методы описательной статистики, однофакторного дисперсионного анализа, а также корреляционного анализа.



**Рисунок 1 – Картосхема исследуемого участка
(X – расположение деревьев с учетными площадями)**

Погодные условия: температура – +29°C, малооблачно, ветер – 2,6 м/с, давление – 755 мм. рт. ст., влажность воздуха – 42%.

Погодные условия 11.07.2024: температура – +25°C, малооблачно, ветер – 1 м/с, давление – 753 мм. рт. ст., влажность воздуха – 45%.

Результаты исследований и их обсуждение

Плотность популяции *Xanthoria parietina* на осине обыкновенной варьирует от 113 до 779 слоевищ на 1 м² (рисунок 2).

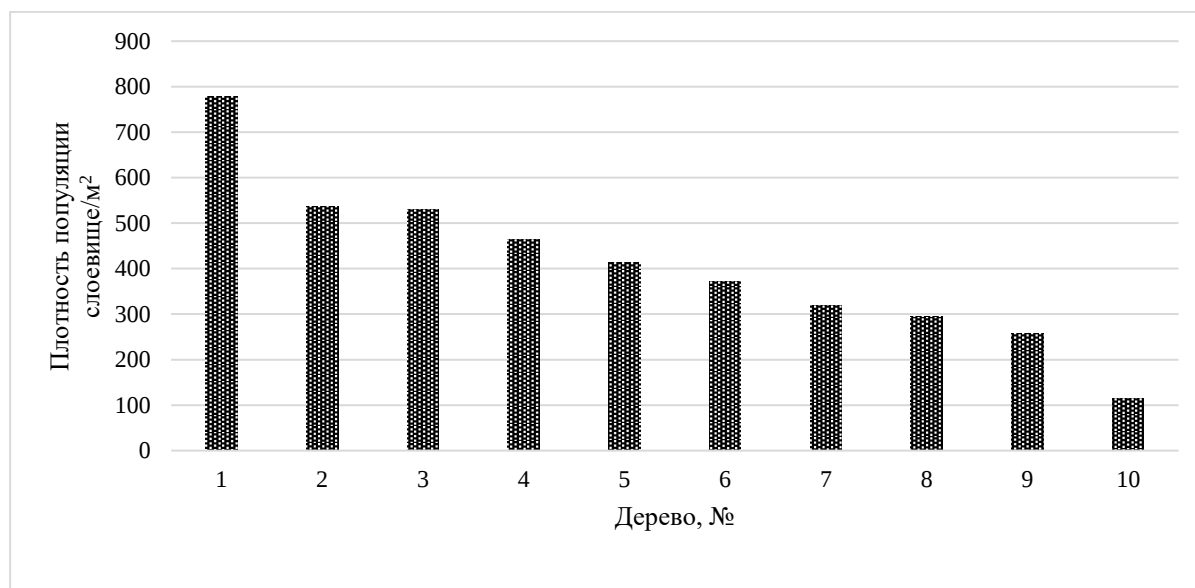
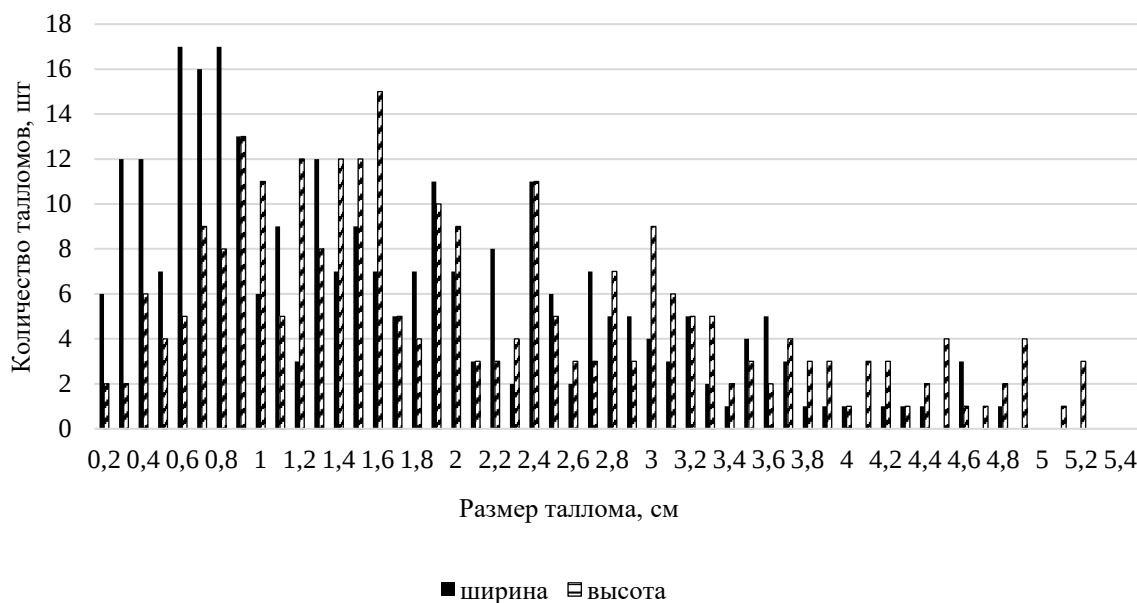


Рисунок 2 – Плотность популяции *Xanthoria parietina*

Полученные нами значения плотности популяции существенно превышают данные литературы.

В частности, для территории г. Йошкар-Олы Республики Марий Эл плотность популяции лишайника *Xanthoria parietina* составила 1,6–133 слоевищ на 1 м² субстрата произрастания [9]. Размерная структура популяции лишайника *Xanthoria parietina* показана на рисунке 3.

Рисунок 3 – Размерная структура популяции *Xanthoria parietina*

Наиболее часто были отмечены талломы *Xanthoria parietina*, размеры которых составляют 0,7–0,9 см. Размерная структура популяции *Xanthoria parietina* статистически отличается у разных деревьев (таблицы 1, 2). При сравнении высоты талломов лишайников *Xanthoria parietina* на различных стволах деревьев была выявлена группа форофитов (6 осин), для которой наиболее часто были отмечены талломы высотой 0,9–1,1 см (таблица 1).

Таблица 1 – Корреляция размерной структуры (высота таллома) популяции *Xanthoria parietina* исследованных деревьев

		Дерево №									
		1	10	8	3	7	6	2	9	4	5
Дерево №	1	–	0,68	0,57	0,56	0,46	0,47	0,32	0,57	0,22	–0,09
	10	0,68	–	0,60	0,62	0,68	0,27	0,38	0,49	0,35	–0,01
	8	0,57	0,60	–	0,47	0,76	0,38	0,44	0,07	0,29	–0,11
	3	0,56	0,62	0,47	–	0,37	0,70	0,16	0,73	0,15	–0,02
	7	0,46	0,68	0,76	0,37	–	0,32	0,75	0,08	0,60	0,14
	6	0,47	0,27	0,38	0,70	0,32	–	0,22	0,66	0,03	–0,03
	2	0,32	0,38	0,44	0,16	0,75	0,22	–	–0,08	0,54	0,47
	9	0,57	0,49	0,07	0,73	0,08	0,66	–0,08	–	–0,08	–0,09
	4	0,22	0,35	0,29	0,15	0,60	0,03	0,54	–0,08	–	0,14
	5	–0,09	–0,01	–0,11	–0,02	0,14	–0,03	0,47	–0,09	0,14	–

Примечание – Серым цветом выделены значения с $r \geq 0,70$.

При сравнении ширины талломов лишайников *Xanthoria parietina* на различных стволах деревьев была также выявлена группа форофитов, которую составили деревья с шириной талломов 0,6–0,7 см (таблица 2).

Таблица 2 – Корреляция размерной структуры (ширина таллома) популяции *Xanthoria parietina* исследованных деревьев (серым цветом выделены значения с $r \geq 0,70$)

		Дерево №									
		6	1	10	3	9	8	4	2	7	5
Дерево, №	6	–	0,54	0,57	0,65	0,55	0,38	0,19	0,58	0,49	0,03
	1	0,54	–	0,63	0,38	0,49	0,41	0,30	0,56	0,38	0,00
	10	0,57	0,63	–	0,60	0,73	0,48	0,27	0,42	0,33	–0,14
	3	0,65	0,38	0,60	–	0,74	0,77	0,38	0,66	0,26	–0,19
	9	0,55	0,49	0,73	0,74	–	0,75	0,50	0,61	0,33	–0,19
	8	0,38	0,41	0,48	0,77	0,75	–	0,70	0,66	0,10	–0,22
	4	0,19	0,30	0,27	0,38	0,50	0,70	–	0,37	0,26	–0,14
	2	0,58	0,56	0,42	0,66	0,61	0,66	0,37	–	0,24	–0,13
	7	0,49	0,38	0,33	0,26	0,33	0,10	0,26	0,24	–	0,28
	5	0,03	0,00	–0,14	–0,19	–0,19	–0,22	–0,14	–0,13	0,28	–

Примечание – Серым цветом выделены значения с $r \geq 0,70$.

Итак, размерная структура лишайника *Xanthoria parietina* на разных деревьях в пределах гомогенных насаждений *Populus tremula* неоднородна и статистически отличается. Для изучения динамики прироста слоевищ лишайника *Xanthoria parietina* нами были сопоставлены данные линейных размеров слоевищ за 2022 и 2024 гг. Средний прирост слоевищ лишайника *Xanthoria parietina* в изучаемых нами условиях за два года составил по высоте 0,04 см и по ширине 0,07 см. Наибольшее число талломов лишайников за два года приросло на 0,2 мм по высоте и на 0,1 мм по ширине (рисунок 4).

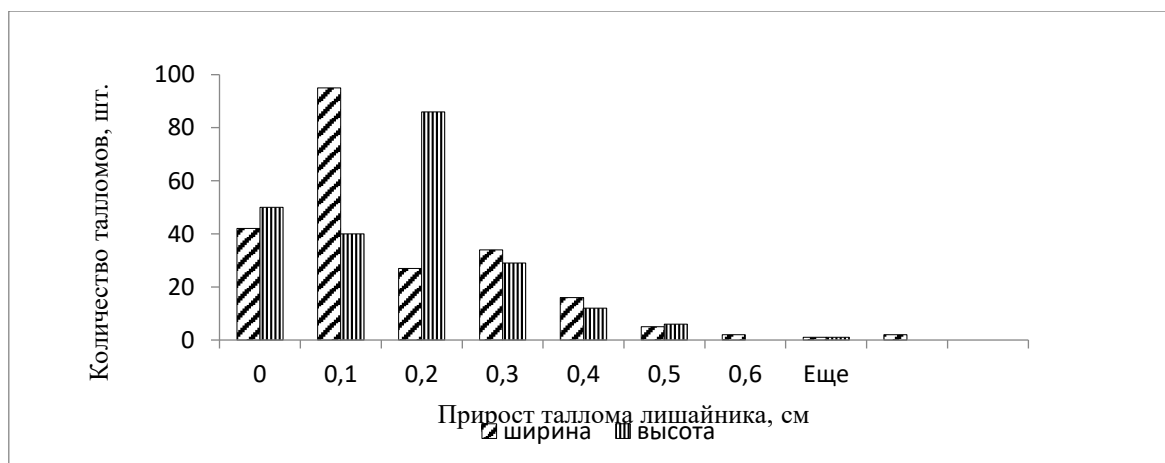


Рисунок 4 – Годовой прирост лишайника *Xanthoria parietina*

С учетом полученных данных были построены кривые роста как для высоты, так и для ширины талломов *Xanthoria parietina* (рисунок 5).

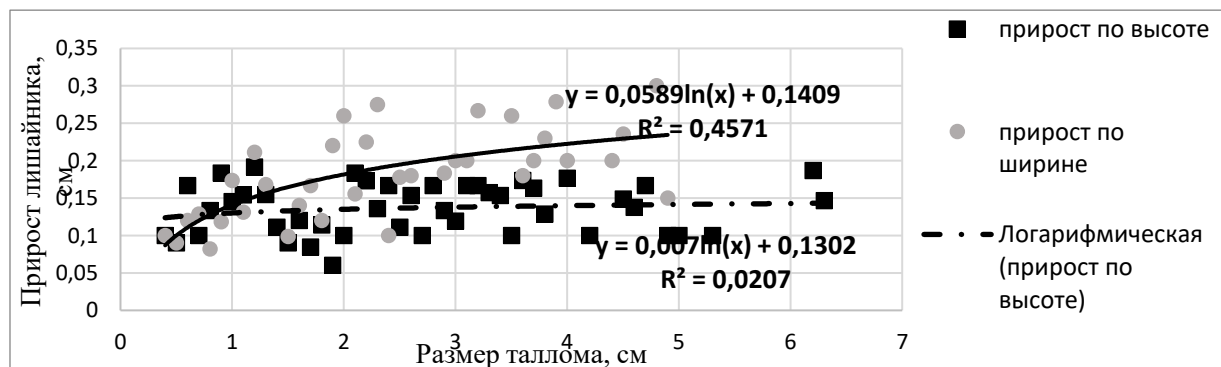


Рисунок 5 – Кривая роста талломов *Xanthoria parietina* (высота и ширина), см

Несмотря на то, что коэффициент аппроксимации не указывает на высокий уровень корреляции анализируемых данных, можно заключить, что в обоих именно логарифмическая функция в обоих случаях наиболее точно описывает распределение.

Это указывает на то, что прирост талломов лишайника *Xanthoria parietina* замедляется с возрастом, что характерно для многих биологических систем.

Заклучение

По результатам изучения статистических параметров лишайника *Xanthoria parietina* на осине обыкновенной (*Populus tremula*) по улице Оськина выявлено, что размерная структура популяции *Xanthoria parietina* на разных деревьях статистически отличается и плотность популяции лишайника составила от 113 до 779 слоевищ/м² при среднем значении $407,6 \pm 58,07$ слоевищ/м² поверхности ствола форофита.

Наиболее часто были отмечены талломы *Xanthoria parietina* высотой 0,8 и шириной 0,7 см при среднем значении $2,24 \pm 0,08$ см и $1,75 \pm 0,06$ см соответственно.

Выявлены группы форофитов, на которых преобладают лишайники с наибольшими (0,9–1,1 см) и наименьшими (0,6–0,7 см) талломами лишайников *Xanthoria parietina*.

Средний прирост слоевищ лишайника *Xanthoria parietina* в изучаемых нами условиях за два года составил по высоте 0,04 см и по ширине 0,07 см.

Полученные данные для *Xanthoria parietina* не соответствуют таковым, полученным для других лишайников на территории г. Гомеля (*Hypogymnia physodes*, *Phaeophyscia orbicularis*). Данные результаты необходимо учитывать при разработке методики определения возраста популяции лишайников для проведения экологического мониторинга окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Martin, J. Epilithic lichens community structure and applications in lichenometry / J. Martin. – Tallin : Euroacademy, 2010. – 137 с.
2. Галанин, А. А. Лихенометрические исследования на Северо-Востоке России / А. А. Галанин. – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 1995. – 51 с.
3. Харитонов, Н. П. Лишайники и их изучение / Н. П. Харитонов // Исследователь. – 2009. – № 34. – С. 182–198.
4. Лиштва, А. В. Лихенология : учеб.-метод. пособие / А. В. Лиштва. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 121 с.
5. Суетина, Ю. Г. Онтогенез и возрастно-виталитетная структура популяции лишайника *Evernia prunastri* (L.) Ach. / Ю. Г. Суетина, Е. И. Ямбердова // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2010. – Вып. 3. – С. 44–52.
6. Суетина, Ю. Г. Изменчивость признаков в онтогенезе эпифитного лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. / Ю. Г. Суетина, Н. В. Готов // Онтогенез. – 2014. – Т. 45, № 3. – С. 201–206.
7. Игнатенко, Р. В. Онтогенез лишайника *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. в растительных сообществах бореальной зоны / Р. В. Игнатенко, В. Н. Тарасова, Е. Ф. Марковская // Онтогенез. – 2020. – Т. 51, № 2. – С. 132–142.
8. Цуриков, А. Г. Жизненные формы лишайников Беларуси / А. Г. Цуриков // Ботанический журнал. – 2020. – Т. 105, № 6. – С. 523–541.
9. Суетина, Ю. Г. Онтогенез и структура популяции *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. в различных экологических условиях / Ю. Г. Суетина // Экология. – 2001. – № 3. – С. 203–208.
10. Суетина, Ю. Г. Распределение талломов лишайника *Evernia prunastri* (L.) Ach. по стволу липы сердцелистной в пойменных и водораздельных липняках Республики Марий Эл / Ю. Г. Суетина // Самарский научный вестник. – 2021. – Т. 10, № 4. – С. 118–122.

11. Суєтина, Ю. Г. Сравнение структуры популяции и распределения слоевищ *Evernia prunastri* (L.) Ach. по стволу липы сердцелистной в затененном пойменном липняке за период 2008–2017 гг. / Ю. Г. Суєтина // Самарский научный вестник. – 2021. – Т. 10, № 2. – С. 99–103.
12. Суєтина, Ю. Г. Динамика структуры популяций эпифитных лишайников *Evernia prunastri* (L.) Ach. и *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. на липе сердцелистной в пойменном липняке реки Большая Кокшага / Ю. Г. Суєтина // Самарский научный вестник. – 2019. – Т. 8, № 1. – С. 110–115.
13. Цуриков, А. Г. Листоватые и кустистые городские лишайники : атлас-определитель / А. Г. Цуриков, О. М. Храмченкова. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 123 с.

REFERENCES

1. Martin, J. Epilithic lichen community structure and applications in lichenometry / J. Martin. – Tallin : Euroacademy, 2010. – 137 с.
2. Galanin, A. A. Likhenometricheskie issledovaniya na Severo-Vostoke Rossii / A. A. Galanin. – Magadan : SVNTs DVO RAN, 1995. – 51 s.
3. Kharitonov, N. P. Lishainiki i ikh izuchenie / N. P. Kharitonov // Issledovatel'. – 2009. – № 34. – С. 182–198.
4. Lishtva, A. V. Likhenologiya : ucheb.-metod. posobie / A. V. Lishtva. – Irkutsk : Izd-vo Irkut. gos. un-ta, 2007. – 121 s.
5. Suetina, Yu. G. Ontogenez i vozrastno-vitalitnaya struktura populyatsii lishainika *Evernia prunastri* (L.) Ach. / Yu. G. Suetina, Eu. I. Yamberdova // Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle. – 2010. – Vyp. 3. – С. 44–52.
6. Suetina, Yu. G. Izmenchivost' priznakov v ontogeneze epifitnogo lishainika *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. / Yu. G. Suetina, N. V. Glotov // Ontogenez. – 2014. – Т. 45, № 3. – С. 201–206.
7. Ignatenko, R. V. Ontogenez lishainika *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. v rastitel'nykh soobshchestvakh boreal'noi zony / R. V. Ignatenko, V. N. Tarasova, Ye. F. Markovskaya // Ontogenez. – 2020. – Т. 51, № 2. – С. 132–142.
8. Tsurikov, A. G. Zhiznennyye formy lishainikov Belarusi / A. G. Tsurikov // Botanicheskii zhurnal. – 2020. – Т. 105, № 6. – С. 523–541.
9. Suetina, Yu. G. Ontogenez i struktura populyatsii *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. v razlichnykh ekologicheskikh usloviyakh / Yu. G. Suetina // Ekologiya. – 2001. – № 3. – С. 203–208.
10. Suetina, Yu. G. Raspredelenie tallomov lishainika *Evernia prunastri* (L.) Ach. po stволу lipy serdtsel'istnoi v poimennykh i vodorazdel'nykh lipnyakakh Respubliki Mari El / Yu. G. Suetina // Samarskii nauchnyi vestnik. – 2021. – Т. 10, № 4. – С. 118–122.
11. Suetina, Yu. G. Sravnenie struktury populyatsii i raspredeleniya sloevishch *Evernia prunastri* (L.) Ach. po stволу lipy serdtsel'istnoi v zatenennom poimennom lipnyake za period 2008–2017 godov / Yu. G. Suetina // Samarskii nauchnyi vestnik. – 2021. – Т. 10, № 2. – С. 99–103.
12. Suetina, Yu. G. Dinamika struktury populyatsii epifitnykh lishainikov *Evernia prunastri* (L.) Ach. i *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. na lipе serdtsel'istnoi v poimennom lipnyake reki Bol'shaya Kokshaga / Yu. G. Suetina // Samarskii nauchnyi vestnik. – 2019. – Т. 8, № 1. – С. 110–115.
13. Tsurikov, A. G. Listovatyie i kustistyie gorodskie lishainiki : atlas-opredelitel' / A. G. Tsurikov, O. M. Khranchenkova. – Gornel' : GGU im. F. Skoriny, 2009. – 123 s.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 16.09.2025