
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.524.1:582.29:631.547.15:633.21

ВЛИЯНИЕ БИОМАССЫ ЛИШАЙНИКА *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. НА ВСХОЖЕСТЬ И ПЕРВИЧНЫЙ РОСТ СОРНЯКОВ СЕМЕЙСТВА *Poaceae*

© О. М. Храмченкова, А. А. Милейко
V. M. Khranchankova, A. A. Mileika

The influence of *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. lichen biomass
on the germination and primary growth of weeds from *Poaceae* family

УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»
246019, Республика Беларусь, г. Гомель, ул. Советская, д. 104. Тел.: +375 (2322) 57-89-05, e-mail: hramchenkova@gsu.by

Аннотация. Изучали влияние измельчённой биомассы лишайника гипогимнии вздутой на всхожесть и первичный рост проростков сорных растений – мятлика лугового, ежовника обыкновенного и щетинника сизого. Угнетение первичного роста сорных растений биомассой лишайника было видоспецифичным и зависело от количества внесённой биомассы лишайника. Для семян ежовника обыкновенного установлена задержка появления всходов на 3–5 суток и отсутствие влияния на всхожесть. Всхожесть семян мятлика однолетнего подавлялась высоким содержанием биомассы лишайника (0,05 г/см²); щетинника сизого – 0,01 г/см²; 0,03 г/см² и 0,05 г/см². Через 30 суток воздействия биомассы лишайника масса проростков мятлика однолетнего повышалась на 1/3 (0,01–0,03 г/см²) и снижалась на 2/3 (0,05 г/см² биомассы лишайника). Проростки ежовника обыкновенного были примерно наполовину легче, независимо от количества внесённой биомассы лишайника. Снижение массы проростков щетинника сизого (на 28,2–79,6%) зависело от количества внесённой биомассы лишайника. Рост корневых систем резко подавлялся у всходов мятлика однолетнего и ежовника обыкновенного; для щетинника сизого отмечено прогрессирующее отставание в росте. Рост побегов мятлика однолетнего был стимулирован биомассой лишайника; угнетён – у ежовника обыкновенного и щетинника сизого.

Ключевые слова: *Hypogymnia physodes*, биомасса, сорные растения, энергия прорастания, всхожесть, первичный корень, первичный побег, масса проростков, угнетение прорастания.

Abstract. The influence of the *Hypogymnia physodes* lichen crushed biomass on the germination and primary growth of weed seedlings – *Poa annua*, *Echinochloa crus-galli* and *Setaria glauca* was evaluated. The inhibition of the primary growth of weeds by lichen biomass was species-specific and depended on the amount of lichen biomass introduced. For *Echinochloa crus-galli* seeds, a delayed emergence of seedlings by 3 to 5 days and a lack of influence on germination were revealed. *Poa annua* seeds germination was suppressed by a high content of lichen biomass (0,05 g/cm²); *Setaria glauca* – 0,01 g/cm²; 0,03 g/cm² and 0,05 g/cm². After 30 days of lichen biomass influence, the mass of *Poa annua* seedlings increased by 1/3 (0,01–0,03 g/cm²), and decreased by 2/3 (0,05 g/cm² of lichen biomass). The *Echinochloa crus-galli* seedlings were about half weight, regardless of the amount of lichen introduced. The reduction in the mass of *Setaria glauca* seedlings (by 28,2–79,6%) depended on the amount of lichen introduced. The root systems growth was strongly suppressed for *Poa annua* and *Echinochloa crus-galli* seedlings; for *Setaria glauca*, an increasing stunting was noted. *Poa annua* shoot growth was stimulated by lichen biomass; and inhibited for *Echinochloa crus-galli* and *Setaria glauca*.

Keywords: *Hypogymnia physodes*, biomass, weeds, germination energy, germination, primary root, primary shoot, mass of seedlings, inhibition of germination.

DOI: 10.22281/2686-9713-2020-2-44-50

Введение

Сорняки семейства мятликовые, разрастаясь в отсутствие химической прополки и надлежащих агротехнических мероприятий, зачастую не только угнетают рост и развитие культурных растений, но и существенно изменяют многие эколого-биологические парамет-

ры фитоценозов. Системы борьбы с однодольными сорняками хорошо разработаны и базируются на биологических свойствах растений этой группы. Одной из актуальных задач в области «зелёного сельского хозяйства» является поиск так называемых биорациональных химических гербицидов среди организмов, содержащих природные фитотоксины и не встречающихся с сорными растениями в естественных условиях (Berestetskii, 2017). Известно довольно много природных фитотоксинов, в том числе синтезируемых в слоевищах лишайников (Tigre et al., 2015, Dayan, Romagni, 2001). Традиционные методики, принятые для изучения аллелопатических свойств растений (Reigosa et al., 2006), не всегда могут быть применены к лишайникам: получение водных экстрактов из талломов сопровождается образованием смесей, содержащих ту или иную долю сахаров и других углеводов (Podterob, 2008), на которых до достижения фитотоксического эффекта развиваются различные плесени. Выход биологически активных фенольных соединений из биомассы лишайников в водные растворы довольно слабо изучен (Zagoskina et al., 2013), а их вторичные метаболиты практически не растворимы в воде (Shukla et al., 2010). Целью настоящего исследования являлась оценка влияния измельчённой биомассы эпифитного лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. на всхожесть и первичный рост трёх видов однолетних сорняков семейства мятликовые.

Материалы и методы

Для исследования выбрали сорные растения семейства мятликовые (злаковые) – Poaceae (Gramineae): мятлик однолетний (*Poa annua* L.), ежовник обыкновенный (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) и щетинник сизый (*Setaria glauca* (L.) P. B.). Помимо продолжительности онтогенеза (однолетники), выбранные виды сорняков объединяют: очень высокая плодовитость, не теряющаяся несколько лет всхожесть семян, высокая устойчивость к ряду внешних факторов (Sheptukhov et al., 2008).

Биомассу лишайника собирали на стволах сосны обыкновенной, высушивали до воздушно-сухого состояния, измельчали, просеивали. Семена исследуемых видов собирали в естественных местах обитания, высушивали, подвергали двухмесячной холодовой стратификации при температуре $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, хранили три месяца в темноте при температуре $+(4\pm 0,5)\text{ }^{\circ}\text{C}$. Перед началом эксперимента определяли всхожесть семян (ГОСТ 12038-84), на основании чего устанавливали их пригодность для исследования.

Семена проращивали на свету в пластиковых контейнерах при температуре $21\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. На дно контейнера укладывали три слоя фильтровальной бумаги; на поверхности верхнего слоя равномерно распределяли 0,01, 0,03 и 0,05 г на 1 см^2 измельчённой биомассы лишайника, в которую выкладывали семена изучаемых видов растений. Для контрольных опытов использовали аналогичные подложки из фильтровальной бумаги без нанесения биомассы лишайника. В каждом варианте опытов проращивали по 50 семян в пятикратной повторности. Для увлажнения среды проращивания использовали смесь Кнопа, разведённую водой в соотношении 1:10.

Энергию прорастания и всхожесть семян мятлика однолетнего оценивали на 7-е сутки; всхожесть – на 21-е сутки; ежовника обыкновенного – на 3-и и 8-е сутки; щетинника сизого – на 5-е и 10-е сутки. Измерения длины корней, длины побегов и массы проростков производили на 3, 5, 7, 8, 10, 15, 21 и 30-е сутки. Сроки учётов выбраны в соответствии с ГОСТ 12038-84 для видов того же рода. Полученные результаты обрабатывали с использованием стандартного программного продукта Statistica 7.0.

Результаты и их обсуждение

Наличие каких веществ можно предположить в созданной среде прорастания семян? Измельченная биомасса гипогимнии вздутой, увеличивающаяся в объёме при смачивании, представляет собой огромную поверхность для непосредственного контакта с проростками, выщелачивания и химической трансформации следующих групп веществ:

вторичных метаболитов лишайника, растворимых сахаров и полисахаридов клеточных стенок микобионта. Состав вторичных метаболитов *Hypogymnia physodes* достаточно хорошо описан (Molnár, Farkas, 2011). На основании данных (Molnár, Farkas, 2011), главными из них можно считать атранорин, физодаловую и комплекс физодовых кислот – практически не растворимых в воде биологически активных веществ. Среди полисахаридов лишайников достаточно много растворимых в холодной воде соединений, обладающих широким спектром биологической активности (Olafsdottir, Ingólfssdottir, 2001; Karunarante, 2012; Vanaja et al., 2017). Суть химической трансформации упомянутых и других групп лишайниковых веществ заключается в их взаимодействии с катионами и анионами солей, входящих в смесь Кнопа. По-видимому, при прорастании семян имела место сумма процессов, включающая: 1) возрастание площади контакта проростка с биомассой лишайника; 2) изменение количества и состава лишайниковых углеводов в растворе; 3) выщелачивание фенольных соединений лишайника в раствор. Можно предположить, что «качественность» среды прорастания семян ухудшалась на протяжении 30 суток наблюдений.

Всходы изучаемых видов сорных растений по-разному реагировали на происходящие рядом с ними физико-химические процессы (рис. 1–3).

Энергия прорастания семян мятлика однолетнего (рис. 1) была выше или равна контрольной при содержании биомассы лишайника 0,01–0,03 г/см², тогда как при 0,05 г/см² значение данного показателя понизилось на ¾, по сравнению с контролем. К 21-м суткам (времени учёта всхожести семян) количество проростков не изменилось (0,01 г/см²); снизилось (0,03 г/см²); увеличилось (0,05 г/см²), по сравнению с ситуацией на 7-е сутки проращивания. Оказалось, что биомасса гипогимнии вздутой существенно угнетает прорастание семян мятлика однолетнего только в количестве 0,05 г/см² – всхожесть подавлялась на 60,2%.

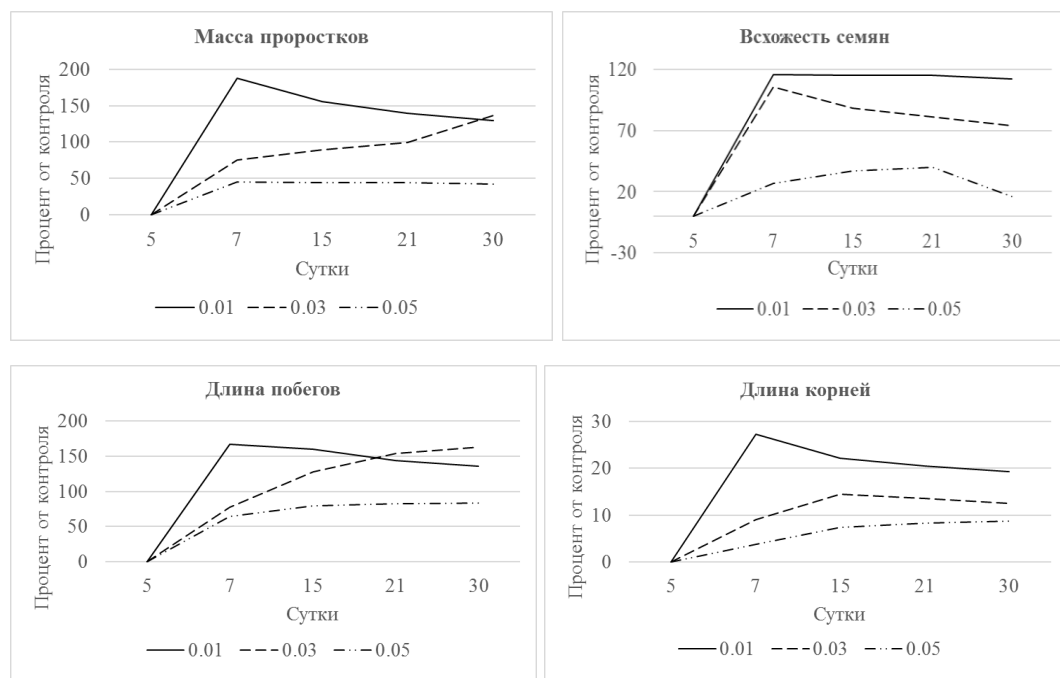


Рис. 1. Показатели роста *Poa annua* в присутствии биомассы *Hypogymnia physodes* на протяжении 30 суток наблюдений.

Fig. 1. *Poa annua* growth indices in the presence of *Hypogymnia physodes* biomass over 30 days of observation.

Несмотря на стимуляцию прорастания семян, показатели существенно большей, чем в контроле массы и длины проростков, говорить о стимуляции первичного роста мятлика однолетнего биомассой гипогимнии вздутой в количестве $0,01 \text{ г/см}^2$ не приходится в связи с существенным угнетением роста корневых систем. По-видимому, состав среды прорастания создавал хемотресс для всходов мятлика лугового, что выразилось в подавлении роста корней на 80%, по сравнению с контролем. Реакцией на этот стресс были усиленный рост и масса побегов. При наличии $0,03 \text{ г/см}^2$ биомассы лишайника всхожесть семян понижалась примерно на 20%, по сравнению с контролем, на 85–90% снижался рост корней, зато побеги вытягивались длиннее контрольных, и росла масса проростков. При содержании биомассы лишайника $0,05 \text{ г/см}^2$ имело место аллелопатическое подавление всходов изучаемого вида. Таким образом, установлено, что биомасса гипогимнии вздутой подавляет рост корневых систем проростков мятлика однолетнего.

Прорастание семян ежовника обыкновенного отличалось от контроля, прежде всего, тем, что на третьи сутки проращивания (дата учёта энергии прорастания) все семена были только проклюнувшимися, взшедших не было (рис. 2). В течение следующих пяти суток – к дате учёта всхожести – практически все семена в опыте проросли, то есть биомасса лишайника, подавляя энергию прорастания, не влияла на всхожесть, независимо от внесённого количества. Первичный рост проростков ежовника обыкновенного зависел от количества внесённой биомассы лишайника, но к 30-м суткам масса проростков составляла 46,9–54,8% от контроля; длина корневых систем – 28,6–41,9%; побегов – 60,6–69,4% от контроля. По-видимому, хемотресс у этого весьма устойчивого вида сорняков выразился в постепенном угнетении процессов роста, причём сильнее всего подавлялся рост корней.

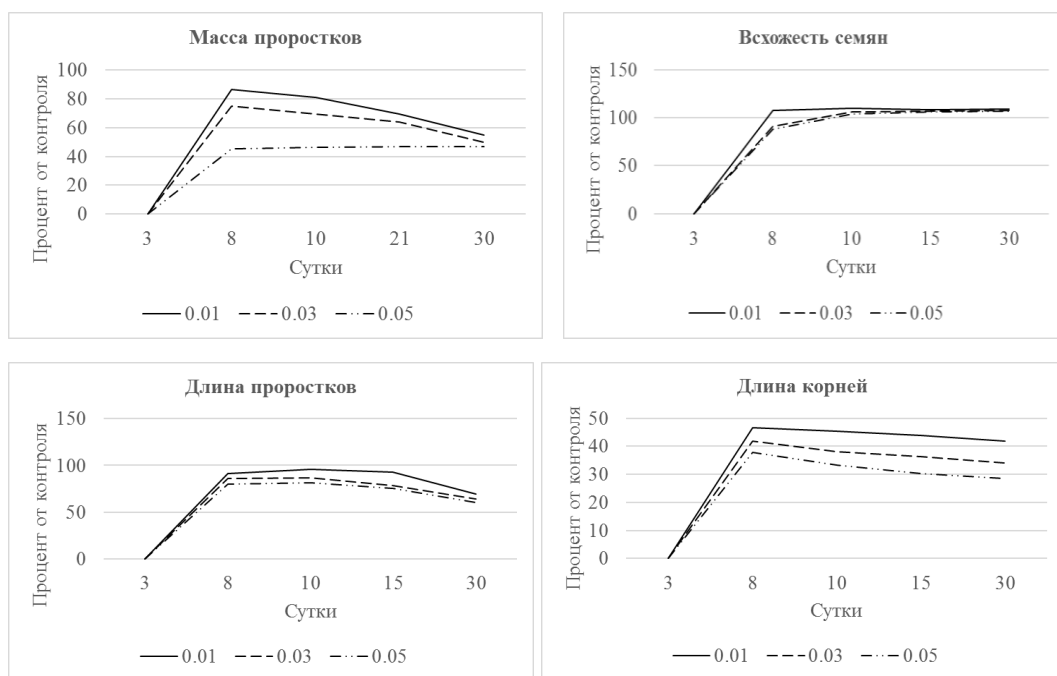


Рис. 2. Показатели роста *Echinochloa crus-galli* в присутствии биомассы *Hypogymnia physodes* на протяжении 30 суток наблюдений.

Fig. 2. *Echinochloa crus-galli* growth indices in the presence of *Hypogymnia physodes* biomass over 30 days of observation.

Реакции всходов щетинника сизого на присутствие биомассы гипогимнии вздутой отличались от таковых, описанных выше (рис. 3).

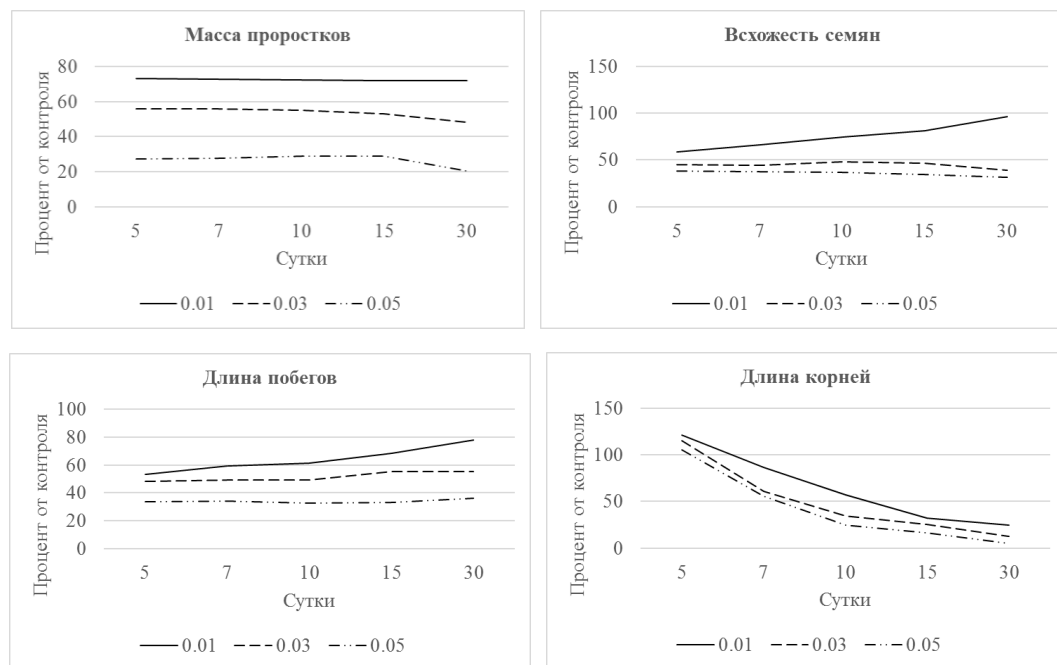


Рис.3. Показатели роста *Setaria glauca* в присутствии биомассы *Hypogymnia physodes* на протяжении 30 суток наблюдений.

Fig. 3. *Setaria glauca* growth indices in the presence of *Hypogymnia physodes* biomass over 30 days of observation.

Энергия прорастания семян понижалась на 41,5–61,9%, в зависимости от содержания биомассы лишайника; всхожесть – на 25,6–63,7%, то есть существенно сильнее, чем ежовника обыкновенного и мятлика однолетнего. Проростки были легче контрольных экземпляров в течение 30 суток выращивания на 26,9–28,2%; 44,1–51,7% и 71,1–79,6% для 0,01 г/см²; 0,03 г/см² и 0,05 г/см² биомассы лишайника, соответственно. Длина корневых систем превышала такую или была равной контрольной в первые 5 суток, и составляла 5,1–24,6% от контроля на 30-е сутки – то есть имело место снижение скорости роста корней. Побеги также отставали в росте, особенно при содержании биомассы лишайника 0,03–0,05 г/см². Таким образом, установлено аллелопатическое воздействие измельчённой биомассы лишайника гипогимнии вздутой на прорастание семян и первичный рост проростков щетинника сизого.

Заключение

Установлено ингибирующее влияние измельчённой биомассы лишайника гипогимнии вздутой на прорастание семян и первичный рост проростков сорных злаковых растений – мятлика лугового, ежовника обыкновенного и щетинника сизого. Величины ингибирования были видоспецифичны и зависели от содержания биомассы лишайника в среде прорастания семян. Для семян ежовника обыкновенного установлена задержка появления всходов на 3–5 суток, по сравнению с контролем, и отсутствие подавления всхожести. Всхожесть семян мятлика однолетнего подавлялась высоким содержанием биомассы лишайника (0,05 г/см²); щетинника сизого – 0,01 г/см²; 0,03 г/см² и 0,05 г/см². На 30-е сутки наблюдений масса про-

ростков мятлика однолетнего была на 29,2–36,4% выше, чем в контроле (0,01–0,03 г/см²), и на 57,9% ниже при 0,05 г/см² биомассы лишайника. Проростки ежовника обыкновенного на ту же дату наблюдений были примерно наполовину легче, чем контрольные экземпляры, независимо от количества внесённой биомассы лишайника. Рост корневых систем резко подавлялся у всходов мятлика однолетнего и ежовника обыкновенного, тогда как для щетинника сизого отмечено прогрессирующее отставание в росте. Рост побегов мятлика однолетнего был стимулирован биомассой лишайника; угнетён – у ежовника обыкновенного и щетинника сизого.

Список литературы

- [Berestetskiy] *Берестецкий А. О.* 2017. Перспективы разработки биологических и биорациональных гербицидов // Вестник защиты растений. № 1 (91). С. 5–12.
- [GOST] ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Введ. 01.07.1986. М.: Стандартинформ. 30 с.
- [Podterob] *Подтероб А. П.* 2008. Химический состав лишайников и их медицинское применение // Химико-фармацевтический журн. Т. 42. № 10. С. 32–38.
- [Sheptukhov et al.] *Шептухов В. Н., Гафуров П. М., Папаскири Т. В., Ушакова Л. А., Скороходова Н. В.* 2008. Атлас основных видов сорных растений России. М.: КолосС. 192 с.
- Dayan F. E., Romagni J. G.* 2001. Lichens as a potential source of pesticides // Pesticide Outlook. Vol. 6. P. 229–232.
- Karunaratne D. N., Jayalal R. G. U., Karunaratne V.* 2012. Lichen polysaccharides // The complex world of polysaccharides / Karunaratne D. N. (ed.). P. 215–226.
- Molnár K., Farkas E.* 2011. Depsides and depsidones in populations of the lichen *Hypogymnia physodes* and its genetic diversity // Ann. Bol. Fennici. Vol. 48. P. 473–482.
- Olafsdottir E. S., Ingólfssdottir K.* 2001. Polysaccharides from lichens: structural characteristics and biological activity // Planta Med. Vol. 67 (3). P. 199–208.
- Reigosa M. J., Pedrol N., González L.* 2006. Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications. Springer Science & Business Media. 638 p.
- Shukla V., Joshi G. P., Rawat M. S. M.* 2010. Lichens as a potential natural source of bioactive compounds: a review // Phytochemistry Reviews. Vol. 9. Iss. 2. P. 303–314.
- Tigre R. C., Pereira E. C., da Silva N. H., Vicente C., Legaz M. E.* 2015. Potential phenolic bioherbicides from *Cladonia verticillaris* produce ultrastructural changes in *Lactuca sativa* seedlings // South African Journ. of Botany. Vol. 98. P. 16–25.
- Vanaja S., Suhashini G., Lakshmi Priya B., Ronaldo Anuf A., Ganesh Moorthy I., Sivakumar N., Naif Abdullah Al. Dhahi, Pommurugan K., Shyam Kumar R.* 2017. Biology of Lichen polysaccharides and its Applications – a Review // Proceedings of the National Conference on Innovations in Biotechnology [NCIB 2017]. P. 64–72.
- Zagoskina N. V., Nikolaeva T. N., Lapshina P. V., Zavarzin A. A., Zavarzina A. G.* 2013. Water Soluble Phenolic Compounds in Lichens // Microbiology. Vol. 82 (4). P. 445–452.

References

- Berestetskiy A. O.* 2017. Prospects for the development of biological and biorational herbicides // Bul. of Plant Protection. N 1 (91). P. 5–12. (In Russian)
- GOST 12038-84. Semena sel'skokhoziaistvennykh kul'tur. Metody opredeleniia vskhozhesti. Vved. 01.07.1986. [GOST 12038-84. Seeds of crops. Germination determination methods. 07.01.1986]. М.: Standartinform. 30 p. (In Russian)
- Podterob A. P.* 2008. The chemical composition of lichens and their medical use // Chemical and Pharmaceutical Journal. T. 42. N 10. P. 32–38. (In Russian)
- Sheptukhov V. N., Gafurov R. M., Papaskiri T. V., Ushakova L. A., Skorokhodova N. V.* 2008. Atlas osnovnykh vidov sornykh rastenii Rossii [Atlas of the main species of weed plants in Russia]. Moscow: KolosS. 192 p. (In Russian)
- Dayan F. E., Romagni J. G.* 2001. Lichens as a potential source of pesticides // Pesticide Outlook. Vol. 6. P. 229–232.
- Karunaratne D. N., Jayalal R. G. U., Karunaratne V.* 2012. Lichen polysaccharides // The complex world of polysaccharides / Karunaratne D. N. (ed.). P. 215–226.
- Molnár K., Farkas E.* 2011. Depsides and depsidones in populations of the lichen *Hypogymnia physodes* and its genetic diversity // Ann. Bol. Fennici. Vol. 48. P. 473–482.
- Olafsdottir E. S., Ingólfssdottir K.* 2001. Polysaccharides from lichens: structural characteristics and biological activity // Planta Med. Vol. 67 (3). P. 199–208.
- Reigosa M. J., Pedrol N., González L.* 2006. Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications. Springer Science & Business Media. 638 p.
- Shukla V., Joshi G. P., Rawat M. S. M.* 2010. Lichens as a potential natural source of bioactive compounds: a review // Phytochemistry Reviews. Vol. 9. Iss. 2. P. 303–314.
- Tigre R. C., Pereira E. C., da Silva N. H., Vicente C., Legaz M. E.* 2015. Potential phenolic bioherbicides from *Cladonia verticillaris* produce ultrastructural changes in *Lactuca sativa* seedlings // South African Journ. of Botany. Vol. 98. P. 16–25.

Vanaja S., Suhashini G., Lakshmi Priya B., Ronaldo Anuf A., Ganesh Moorthy I., Sivakumar N., Naif Abdullah Al. Dhahi, Ponmurugan K., Shyam Kumar R. 2017. Biology of Lichen polysaccharides and its Applications – a Review // Proceedings of the National Conference on Innovations in Biotechnology [NCIB 2017]. P. 64–72.

Zagoskina N. V., Nikolaeva T. N., Lapshina P. V., Zavarzin A. A., Zavarzina A. G. 2013. Water Soluble Phenolic Compounds in Lichens // Microbiology. Vol. 82 (4). P. 445–452.

Сведения об авторах

Храмченкова Ольга Михайловна

к. б. н., доцент кафедры ботаники и физиологии растений

Гомельский государственный университет

имени Франциска Скорины, г. Гомель

E-mail: hramchenkova@gsu.by

Милейко Анастасия Андреевна

студентка биологического факультета

Гомельский государственный университет

имени Франциска Скорины, г. Гомель

E-mail: hramchenkova@gsu.by

Khranchankova Volga Mikhailovna

PhD in Biological Sciences, Ass. Professor of the Dpt. of Botany

and Plant Physiology

Francisk Skorina Gomel State University, Gomel

E-mail: hramchenkova@gsu.by

Mileika Anastasiya Andreevna

Student of the Biological Faculty

Francisk Skorina Gomel State University, Gomel

E-mail: hramchenkova@gsu.by