

ВЛИЯНИЕ БИОМАССЫ ЛИШАЙНИКОВ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН КОРНЕПЛОДНЫХ КУЛЬТУР

О.М. Храмченкова

Учреждение образования «Гомельский государственный университет
имени Ф. Скорины»

В настоящее время интерес к ростостимулирующим и аллелопатическим свойствам лишайниковых веществ возрос в связи с поиском биологических средств защиты растений и стимуляторов роста природного происхождения.

Цель исследования – изучение влияния биомассы лишайников гипогимнии вздутой, эвернии сливовой, ксантории настенной и кладонии лесной на прорастание и первичный рост проростков моркови посевной, свеклы обыкновенной и редиса.

Материал и методы. Интактную и измельченную биомассу лишайников *Hypogymnia physodes*, *Evernia prunastri*, *Cladonia arbuscula* и *Xanthoria parietina* использовали для предпосевного замачивания семян моркови посевной, свеклы обыкновенной и редиса. Обработанные семена корнеплодных культур проращивали общепринятым методом. Оценивали энергию прорастания, всхожесть, рост первичного корешка и проростка.

Результаты и их обсуждение. Реакция корнеплодных культур на предпосевную обработку суспензиями из биомассы лишайников проявлялась в виде увеличения или снижения энергии прорастания, всхожести, первичного роста корешков и побегов. Предпосевное замачивание семян моркови посевной в суспензиях из биомассы гипогимнии вздутой способствовало стимуляции роста культуры на 12,6÷17,3%. При использовании неизмельченной биомассы эвернии сливовой и ксантории настенной стимуляция роста моркови посевной составила 12,8% и 17,6% соответственно. Для свеклы обыкновенной установлено угнетающее действие биомассы изучаемых видов лишайников; для редиса – аллелопатическое воздействие измельченной биомассы эвернии сливовой и кладонии лесной.

Заключение. Результаты исследования свидетельствуют о существенном влиянии предпосевного замачивания семян в суспензиях из лишайников на прорастание корнеплодных культур. Дальнейшее изучение ростостимулирующих и аллелопатических свойств лишайниковых веществ позволит разработать экологически безопасные протравители семян и гербициды.

Ключевые слова: лишайники, предпосевная обработка семян, корнеплодные культуры, всхожесть, первичный корешок, проросток.

LICHEN BIOMASS EFFECT ON THE SEED GERMINATION OF ROOT VEGETABLES

V.M. Khranchankova

Educational Establishment «Francisk Skorina Gomel State University»

Currently, interest in the growth-stimulating and allelopathic properties of lichen substances has increased in connection with the search for biological plant protection products and growth stimulants of natural origin.

The aim of the study is to assess the influence of the biomass of the lichens *Hypogymnia physodes*, *Evernia prunastri*, *Cladonia arbuscula* and *Xanthoria parietina* on germination and initial growth of seedlings of carrots, beets and radishes.

Material and methods. The intact and crushed biomass of the lichens *Hypogymnia physodes*, *Evernia prunastri*, *Cladonia arbuscula* and *Xanthoria parietina* was used for pre-sowing soaking of seeds of carrots, beets and radishes. The processed seeds of root crops were germinated by the conventional method. The energy of germination, germination, growth of the primary root and seedlings were evaluated.

Findings and their discussion. The reaction of root crops to presowing seed treatment with suspensions from lichen biomass was manifested in an increase or decrease in germination, primary growth of roots and seedlings. Presowing soaking of carrot seeds in suspensions from crushed and not crushed biomass *Hypogymnia physodes* contributed to the stimulation of culture growth by 12,6÷17,3%. When using non-ground biomass *Evernia prunastri* and *Xanthoria parietina* stimulation of the growth of carrots was 12,8% and 17,6%, respectively. For beetroot, the inhibitory effect of biomass of the studied lichen species was established; for radish – allelopathic effect of crushed biomass *Evernia prunastri* and *Cladonia arbuscula*.

Conclusion. The essential influence of presowing soaking of seeds in suspensions from lichens on germination of root crops is established. Further study of growth-stimulating and allelopathic properties of lichen substances will allow developing ecologically safe seed disinfectants and herbicides.

Key words: lichens, seed pre-treatment, root vegetables, germination, primary root, seedling.

Успехи современного растениеводства в значительной мере связаны с химизацией сельского хозяйства, в частности, с широким введением в практику применения различных способов химического воздействия на возделываемые растения. Предпосевная обработка семян включает технологии протравливания и использование стимуляторов роста. Однако вещества, входящие в состав многих применяемых пестицидов, являются экологически не вполне благополучными, в силу чего они отнесены к группе стойких органических загрязнителей. Многообразие химических методов вмешательства в основные физиологические процессы сельскохозяйственных растений породило задачу получения экологически чистой продукции. Среди наиболее интенсивно разрабатываемых направлений – поиск биологических средств защиты растений и стимуляторов роста природного происхождения.

В этом смысле одной из слабо разработанных областей знаний является прикладная биохимия лишайников, точнее – вторичных метаболитов лишайников. Среди причин, в какой-то мере объясняющих сложившуюся ситуацию, можно назвать следующие. Несмотря на повсеместную распространенность лишайников, в мире существует сравнительно небольшое количество локалитетов, где можно говорить о ресурсном запасе лишайниковой биомассы определенного вида. Промышленный сбор лишайников в природе означает уничтожение лишайнобиоты региона, так как эти организмы крайне медленно растут. В природе, как правило, обитают сообщества лишайников, включающие виды с наборами самых разнообразных вторичных метаболитов. Физиология лишайников, в том числе зависимости образования биологически активных веществ от влияния внутренних и внешних факторов, изучена недостаточно. Качественный и количественный состав лишайниковых веществ для определенных видов описан довольно фрагментарно. Наконец, характер взаимоотношений высших растений и лишайников далек от понимания.

В настоящее время во многих лабораториях мира получают все больше научных данных, характеризующих высокую биологическую активность лишайниковых веществ [1–3]. Более результативными являются исследования, посвященные медицинскому применению лишайников [4–6]. Вместе с тем существуют фундаментальные публикации, рассматривающие взаимоотношения лишайников и высших растений, гербицидное, фунгицидное и ростостимулирующее влияние лишайниковых веществ [7–9]. Получаемые результаты в перспективе могут послужить основой разработки принципиально новых химических средств обработки культурных растений. Преодоление упомянутых выше трудностей станет возможным после создания биотехнологий лишайников, нацеленных на продукцию определенных вторичных метаболитов. Данная задача пока что не решена, хотя очевидно главное: микобионт синтезирует вторичные метаболиты только в симбиозе с фотобионтом. В этой связи представляется актуальным широкий скрининг свойств как определенных «лишайниковых» веществ, так и биомассы лишайников, в том числе ее влияния на прорастание и первичный рост культурных растений. Извлечение полезных веществ из любого натурального материала неизбежно сопряжено с затратами, тогда как использование собственно биомассы лишайников существенно удешевляет процедуру предпосевной обработки семян.

Цель настоящей работы – исследование влияния биомассы лишайников на прорастание и первичный рост проростков корнеплодных культур.

Материал и методы. Изучали влияние предпосевной обработки семян корнеплодных культур суспензиями из интактной и измельченной биомассы четырех видов лишайников на всхожесть и первичный рост проростков. К исследованию были приняты распространенные на юго-востоке Беларуси виды лишайников: *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. (Syn. *Parmelia physodes* (L.) Ach.); *Evernia prunastri* (L.) Ach.; *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. и *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot. (Syn. *Cladonia sylvatica* (L.) Hoffm.) [10]. Изучаемыми культурами являлись морковь посевная (*Daucus carota* subsp. *sativus* (Hoffm.) Arcang.) сорта «Аленка»; свекла обыкновенная (*Beta vulgaris* L.) сорта «Цилиндра» и редис (*Raphanus sativus* var. *radicula* Pers.) сорта «Илка».

Биомассу лишайников отбирали на территории Государственного лесохозяйственного учреждения «Гомельский лесхоз» на типичных для каждого вида субстратах [11]. Слоевища эпифитных видов (*Hypogymnia physodes*, *Evernia prunastri* и *Xanthoria parietina*) отбирали вместе с фрагментом субстрата (корки сосны обыкновенной, березы повислой и тополя черного, соответственно); эпигейный вид *Cladonia arbuscula* собирали на почве в сухом приспевающем сосняке. Массу лишайников отделяли от субстрата, у *Cladonia arbuscula* отбрасывали нижнюю часть подошвы – около 5 мм, сушили до воздушно-сухого состояния. Для опытов использовали интактную и измельченную биомассу упомянутых видов лишайников.

Предпосевная обработка семян корнеплодных культур биомассой лишайников заключалась в замачивании на одни сутки в водной суспензии, содержащей $10 \cdot 10^{-5}$ г лишайников на 1 г семян. Контрольные образцы замачивали в воде. Семена подсушивали, после чего проращивали в пластиковых

контейнерах на фильтровальной бумаге при температуре $23 \pm 2^\circ\text{C}$ и переменном освещении в соответствии с [12]. Повторность опытов – пятикратная; количество семян в одном контейнере – 50.

В контейнерах семена раскладывали поверх трех слоев фильтровальной бумаги, для увлажнения среды проращивания использовали смесь Кнопа, разведенную водой в соотношении 1:10. В сроки, указанные в [12], определяли энергию прорастания и всхожесть семян (пятые и десятые сутки проращивания – для моркови посевной и свеклы обыкновенной; третьи и шестые сутки проращивания – для редиса), в день последнего учета измеряли длину главных зародышевых корешков и длину проростков. Проросшими считали семена с развитым главным зародышевым корешком размером более длины семени и сформировавшимся ростком, имеющим семядоли и хорошо развитый неповрежденный гипокотиль.

Данные обрабатывали с применением стандартного программного продукта Статистика 7.0.

Результаты и их обсуждение. Реакция семян и проростков корнеплодных культур на предпосевную обработку суспензиями из биомассы лишайников проявлялась в виде усиления или ослабления ростовых процессов; в ряде случаев достоверные отличия показателей роста между опытом и контролем отсутствовали (рис. 1–3).

Использование интактной биомассы лишайников в суспензиях для замачивания семян чаще приводило к повышению энергии прорастания семян корнеплодных культур или, по крайней мере, не снижало ее. При применении измельченной биомассы лишайников энергия прорастания семян в основном понижалась. Увеличение энергии прорастания семян отмечено для моркови посевной (*H. physodes*, на $9,6 \div 25,2\%$); свеклы обыкновенной (*C. arbuscula*, на $8,8 \div 11,6\%$); редиса (*H. physodes*, на $2,8 \div 12,4\%$). Снижение энергии прорастания установлено для моркови посевной (*E. prunastri*, на $28,9\%$; *C. arbuscula*, на $23,5\%$); свеклы обыкновенной (*H. Physodes*, на $43,2\%$; *E. Prunastri*, на $20,8\%$; *X. Parietina*, на $31,1\%$); редиса (*E. prunastri*, на $29,9\%$; *C. arbuscula*, на $79,7\%$).

Достоверное повышение всхожести семян выявлено всего в двух случаях: для моркови посевной (интактная биомасса *H. physodes* – на $11,4\%$) и редиса (измельченная биомасса *H. physodes* – на $15,5\%$) – рис. 1.

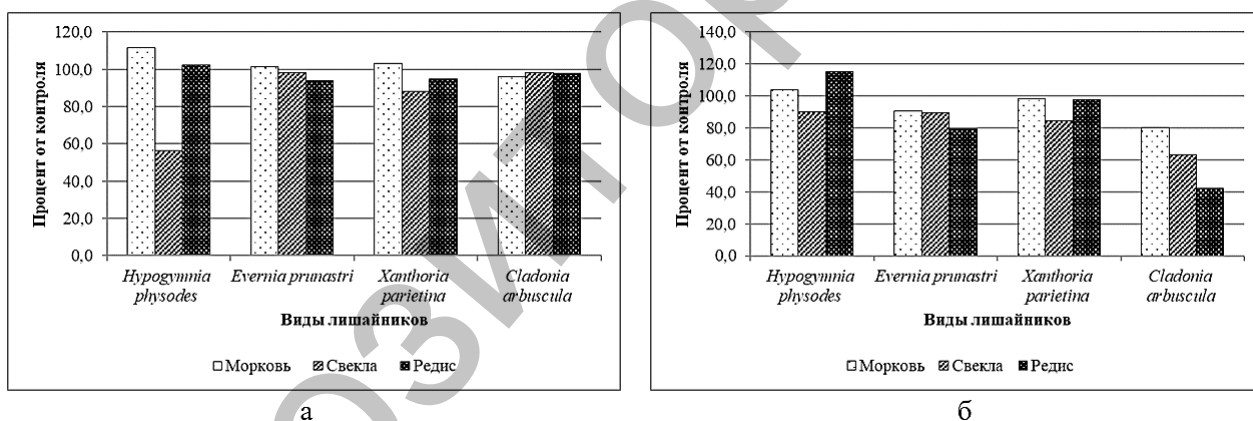
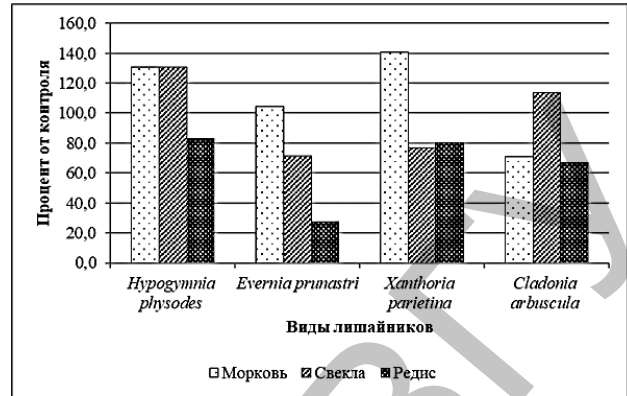
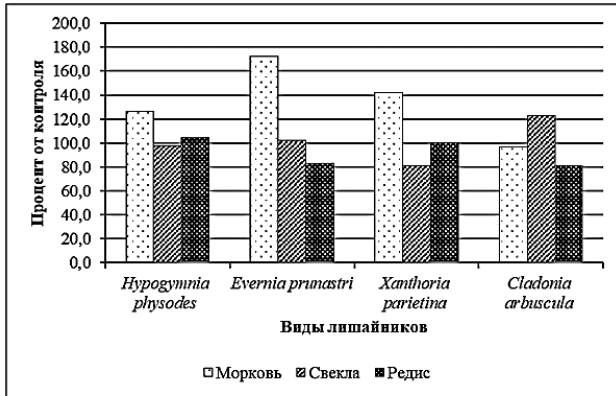


Рис. 1. Влияние интактной (а) и измельченной (б) биомассы лишайников на всхожесть семян корнеплодных культур

На $36,6\%$ понижало всхожесть семян свеклы обыкновенной и на $57,8\%$ редиса использование измельченной биомассы *C. arbuscula*. Требуется дальнейшего изучения, по-видимому, аллелопатическое влияние на прорастание семян овощных культур водорастворимых лишайниковых веществ. Во всех остальных опытах понижение всхожести семян было меньшим или отсутствовало.

Предпосевная обработка семян корнеплодных культур суспензиями из биомассы лишайников особенно существенно сказалась на первичном росте проростков – рис. 2 и 3.

При применении для суспензии замачивания интактной биомассы лишайников длина первичных корешков моркови посевной была больше контрольной на $26,3\%$ (*H. physodes*); $72,6\%$ (*E. prunastri*); $42,4\%$ (*X. parietina*) и равна контрольным значениям (*C. arbuscula*). Первичные корешки свеклы обыкновенной были длиннее контрольных на $22,8\%$ (*C. arbuscula*); равны им (*H. physodes* и *E. prunastri*); короче контрольных на $19,3\%$ (*X. parietina*). Длина первичных корешков редиса была равна контрольным (*H. physodes* и *X. parietina*) или короче таковых на $16,7 \div 19,3\%$ (*E. prunastri* и *C. arbuscula*) – рис. 2.



а

б

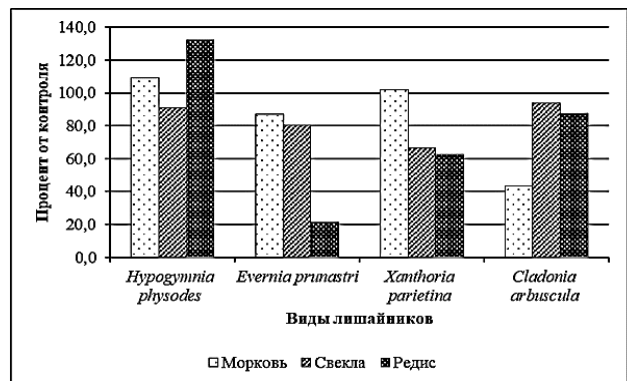
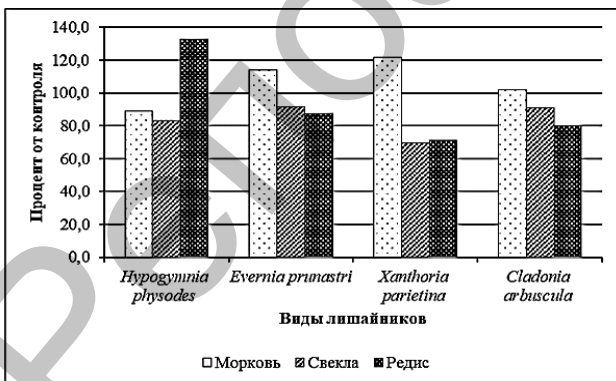
Рис. 2. Влияние интактной (а) и измельченной (б) биомассы лишайников на длину первичных корешков корнеплодных культур

В сериях опытов с использованием суспензий из измельченной биомассы лишайников стимуляция роста первичных корешков моркови посевной была обнаружена при воздействии *H. physodes* (30,7%) и *X. parietina* (40,6%); угнетение роста – для *C. arbuscula* (19,2%). Стимуляция роста корешков свеклы обыкновенной установлена при применении биомассы *H. physodes* (30,5%) и *C. arbuscula* (13,8%). При воздействии биомассы *E. prunastri* и *X. parietina* рост корешков снижался – на 28,7% и 23,3%, соответственно. Рост первичных корешков редиса подавлялся на 20% (*H. physodes* и *X. parietina*); 33% (*C. arbuscula*) и 72,4% (*E. prunastri*).

Рост проростков корнеплодных культур чаще всего подавлялся (рис. 3). При использовании для суспензии замачивания интактной биомассы лишайников особенно сильно угнетался рост проростков свеклы обыкновенной и редиса – 69,7% и 71,2% от контроля (*X. parietina*). В сериях опытов с применением измельченной биомассы лишайников длина проростков моркови посевной была короче контрольных на 56,8% (*C. arbuscula*); свеклы обыкновенной – на 33,7% (*X. parietina*); редиса – на 78,7% (*E. prunastri*).

Имели место эффекты усиления роста проростков корнеплодных культур. При использовании неизмельченной биомассы лишайников проростки моркови посевной были длиннее контрольных на 13,9÷21,8% (*E. prunastri* и *X. parietina*); редиса – на 32,9% (*H. physodes*). При применении измельченной биомассы лишайников проростки моркови посевной были длиннее контрольных на 9,3%; редиса – на 32,1% (*H. physodes*).

Если принять в качестве рабочего ограничения то, что о стимуляции прорастания корнеплодных культур предпосевной обработкой семян суспензиями из биомассы лишайников можно говорить только, если показатели всхожести и первичного роста проростков в сумме выше контрольных значений, тогда можно выделить следующие результаты.



а

б

Рис. 3. Влияние интактной (а) и измельченной (б) биомассы лишайников на длину первичных побегов корнеплодных культур

Предпосевное замачивание семян моркови посевной в суспензиях из измельченной и неизмельченной биомассы *H. physodes* способствует стимуляции роста культуры на 12,6±17,3%. При использовании неизмельченной биомассы *E. prunastri* и *X. parietina* стимуляция роста моркови посевной составила 12,8% и 17,6%, соответственно.

Снижение суммы основных показателей всхожести и первичного роста культур под действием предпосевного воздействия биомассы лишайников более чем на 50% свидетельствует о наличии аллелопатии. Аллелопатическое влияние измельченной биомассы *E. prunastri* и *C. arbuscula* установлено в отношении всходов редиса.

Заключение. Таким образом, изучалось влияние предпосевной обработки семян моркови посевной сорта «Аленка», свеклы обыкновенной сорта «Цилиндра» и редиса сорта «Илка» суспензиями из интактной и измельченной биомассы лишайников гипогимнии вздутой, эвернии сливовой, ксантории настенной и кладонии лесной на всхожесть и первичный рост проростков. Обнаружены эффекты повышения и понижения энергии прорастания и всхожести семян корнеплодных культур, а также стимулирующее и угнетающее действие лишайников на рост первичных корешков и побегов. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования лишайников в качестве пестицидов. Применение биомассы лишайников в технологиях возделывания культурных растений может послужить основой разработки новых экологически безопасных протравителей семян. Дальнейшее изучение аллелопатических свойств лишайниковых веществ перспективно при разработке нетоксичных гербицидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Recent Advances in Lichenology: in 2 vol. / ed.: D.K. Upreti [et al.]. – New Delhi: Springer, 2015. – Vol. 2. – XV, 265 p.
2. Shukla, V. Lichens as a potential natural source of bioactive compounds: a review / V. Shukla, G.P. Joshi, M.S. Rawat // *Phytochemistry Reviews*. – 2010. – Vol. 9, iss. 2. – P. 303–314.
3. Molnár, K. Current Results on Biological Activities of Lichen Secondary Metabolites: a Review // K. Molnár, E. Farkas // *Z. Naturforsch.* – 2010. – Vol. 65 c. – P. 157–173.
4. Ranković, B. Lichen Secondary Metabolites: Bioactive Properties and Pharmaceutical Potential / B. Ranković. – Heidelberg: Springer, 2015. – 201 p.
5. Shrestha, G. Lichens: a promising source of antibiotic and anticancer drugs / G. Shrestha, L.L.S. Clair // *Phytochemistry reviews*. – 2013. – Vol. 12, iss. 1. – P. 229–244.
6. Bhattacharyya, S. Lichen Secondary Metabolites and Its Biological Activity / S. Bhattacharyya, P.R. Deep, S. Singh, B. Nayak // *Am. J. PharmTech Res.* – 2016. – Vol. 6, iss. 6. – P. 29–44.
7. Favero-Longo, S.E. Lichen-plant interactions / S.E. Favero-Longo, R. Piervittori // *Journal of Plant Interactions*. – 2010. – Vol. 5, iss. 3. – P. 163–177.
8. Aydin, S. Influence of Some *Cladonia* Lichens on Plant Pathogenic Bacteria and Copper Reducing Antioxidant Capacity Activities / S. Aydin, B.B. Sokmen, K. Kinalioglu // *Cumhuriyet Sci. J.* – 2017. – Vol. 38, iss. 4. – P. 105–114.
9. Karabulut, G. Antifungal activity of *Evernia prunastri*, *Parmelia sulcata*, *Pseudevernia furfuracea* var. *furfuracea* / G. Karabulut, S. Ozturk // *Pak. J. Bot.* – 2015. – Vol. 47, iss. 4. – P. 1575–1579.
10. Tsurukau, A. Lichens from Gomel region: a provisional checklist [Gomelio regiono kerpės – pirminis sąrašas] / A. Tsurukau, V. Khramchenkova // *Bot. Lith.* – 2011. – Vol. 17, iss. 4. – P. 157–163.
11. Цуриков, А.Г. Лишайники юго-востока Беларуси (опыт лишайномониторинга) / А.Г. Цуриков. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 276 с.
12. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Госкомитет СССР по стандартам. – М., 1985. – 64 с.

REFERENCES

1. Recent Advances in Lichenology: in 2 vol. / ed.: D.K. Upreti [et al.]. – New Delhi: Springer, 2015. – Vol. 2. – XV, 265 p.
2. Shukla, V. Lichens as a potential natural source of bioactive compounds: a review / V. Shukla, G.P. Joshi, M.S. Rawat // *Phytochemistry Reviews*. – 2010. – Vol. 9, iss. 2. – P. 303–314.
3. Molnár, K. Current Results on Biological Activities of Lichen Secondary Metabolites: a Review // K. Molnár, E. Farkas // *Z. Naturforsch.* – 2010. – Vol. 65 c. – P. 157–173.
4. Ranković, B. Lichen Secondary Metabolites: Bioactive Properties and Pharmaceutical Potential / B. Ranković. – Heidelberg: Springer, 2015. – 201 p.
5. Shrestha, G. Lichens: a promising source of antibiotic and anticancer drugs / G. Shrestha, L.L.S. Clair // *Phytochemistry reviews*. – 2013. – Vol. 12, iss. 1. – P. 229–244.
6. Bhattacharyya, S. Lichen Secondary Metabolites and Its Biological Activity / S. Bhattacharyya, P.R. Deep, S. Singh, B. Nayak // *Am. J. PharmTech Res.* – 2016. – Vol. 6, iss. 6. – P. 29–44.
7. Favero-Longo, S.E. Lichen-plant interactions / S.E. Favero-Longo, R. Piervittori // *Journal of Plant Interactions*. – 2010. – Vol. 5, iss. 3. – P. 163–177.
8. Aydin, S. Influence of Some *Cladonia* Lichens on Plant Pathogenic Bacteria and Copper Reducing Antioxidant Capacity Activities / S. Aydin, B.B. Sokmen, K. Kinalioglu // *Cumhuriyet Sci. J.* – 2017. – Vol. 38, iss. 4. – P. 105–114.
9. Karabulut, G. Antifungal activity of *Evernia prunastri*, *Parmelia sulcata*, *Pseudevernia furfuracea* var. *furfuracea* / G. Karabulut, S. Ozturk // *Pak. J. Bot.* – 2015. – Vol. 47, iss. 4. – P. 1575–1579.
10. Tsurukau, A. Lichens from Gomel region: a provisional checklist [Gomelio regiono kerpės – pirminis sąrašas] / A. Tsurukau, V. Khramchenkova // *Bot. Lith.* – 2011. – Vol. 17, iss. 4. – P. 157–163.
11. Tsurukov A.G. *Lishainiki yugo-vostoka Belarusi (opyt likhenomonitoringa)* [Lichens of the South-East of Belarus (Lichen Monitoring Experience)], Gomel, GGU im. F. Skorini, 2013, 276 p.
12. ГОСТ 12038–84. *Seмена selskokhoziaistvennykh kultur. Metody opredeleniya vskhozhesti. Goskomitet SSSR po standartam* [Agricultural Seeds. Methods of Germination Identification. The USSR State Standards Committee], M., 1985, 64 p.

Поступила в редакцию 04.09.2018

Адрес для корреспонденции: e-mail: hramchenkova@gsu.by – Храмченкова О.М.