

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIИИИ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2019 Issue: 04 Volume: 72

Published: 13.04.2019 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



SECTION 11. Biology. Ecology. Veterinary.

Volga M. Khranchankova
associate professor, PhD in biology
Associate Professor of the Department of
Botany and Plant Physiology,
Francisk Skorina Gomel State University.
hramchenkova@gsu.by

ALLOPATHIC EFFECTS OF THE LICHEN BIOMASS ON THE RUDERAL PLANTS SEEDLINGS FROM BRASSICAEAE FAMILY

Abstract: The results of an *in vitro* study of the lichen *Cladonia arbuscula* biomass influence on seed germination and seedlings initial growth of two ruderal species from the Brassicaceae family - *Lepidium ruderale* and *Berteroa incana* are presented in the paper. Data on the relationship between the amount of lichen biomass and the severity of its allelopathic effects on vascular plants are presented.

Key words: Allelopathy, lichen, biomass, ruderal plants, germination energy, germination, primary root, primary shoot.

Language: Russian

Citation: Khranchankova, V. M. (2019). Allopathic effects of the lichen biomass on the ruderal plants seedlings from brassicaceae family. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 04 (72), 109-115.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-04-72-18> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2019.04.72.18>

АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ БИОМАССЫ ЛИШАЙНИКА НА ВСХОДЫ РУДЕРАЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ

Аннотация: В работе изложены результаты *in vitro* исследования аллелопатического влияния биомассы лишайника кладония лесная на всхожесть семян и первичный рост проростков двух видов рудеральных растений семейства капустные – клоповника мусорного и икотника серого. Приводятся данные о зависимости силы аллелопатического действия лишайника на высшие растения от количества внесенной лишеномассы.

Ключевые слова: Аллелопатия, лишайник, биомасса, рудеральные растения, энергия прорастания, всхожесть, первичный корень, первичный побег.

Введение

Феномен взаимного влияния растений и относимых к ним организмов известен с глубокой древности. Практическое значение аллелопатии вплоть до середины прошлого столетия сводилось к набору довольно слабо описанных фактов, каковые на основании эмпирического опыта поколений имели в виду земледельцы, возделывая определенные культуры. Упоминания о пагубном действии одних растений на другие при их совместном произрастании встречаются у Теофраста (372 – 285 гг. до н.э.); в средневековых китайских трактатах; трудах энциклопедистов Нового времени (О.П. Декандоль и др.); работах европейских ученых периода становления физиологии растений как науки (конец XVIII – начало XX вв.). Термин «аллелопатия» (от

греческих *allelon* – взаимно и *pathos* – страдание) ввел в науку Г. Молиш (1856 – 1937) для обозначения явления выделения одним видом растений в окружающую среду веществ, подавляющих рост других видов растений, разделяющих то же место обитания [1].

Э. Райс [2] определяет аллелопатию как стимулирующее и/или ингибирующее действие одного растения на другое, включающее участие микроорганизмов, обитающих в том же фитоценозе. Всемирный аллелопатический конгресс 1996 г. определил аллелопатию как «любой процесс с участием вторичных метаболитов, производимых растениями, водорослями, бактериями и грибами, влияющих на рост и развитие сельскохозяйственных культур и биологических систем». В настоящее время под

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

аллелопатией понимают свойство одних организмов выделять химические соединения, которые тормозят или подавляют развитие других; а также как отрицательные, так и положительные взаимодействия между растениями в фитоценозах.

Ответственными за аллелопатию назначены четыре группы веществ [3, 4]:

- антибиотики (продуцируются микроорганизмами и служат для подавления других микроорганизмов);
- марамины (продукты обмена микроорганизмов и грибов, подавляющие жизнедеятельность высших растений);
- фитонциды (образуемые высшими растениями биологически активные вещества, подавляющие рост и развитие микроорганизмов);
- колины (выделяемые высшими растениями вещества, подавляющие другие высшие растения).

Очевидна «назначенность» и тривиальность подобной классификации аллелопатических веществ: каждое из определений не однозначно; каждая группа веществ включает множество соединений различных классов; каждая из групп соединений имеет специфические и общие для всех механизмы действия; наконец, нет дифференциации на прижизненные выделения организмов и продукты естественной деградации их посмертной совокупности веществ.

Аллелопатические соединения выделяются в окружающую среду в виде летучих веществ, экссудатов вегетативных и генеративных органов растений, различного рода выщелачиваний и др. Сюда же, очевидно, следует отнести продукты микробных и ферментативных трансформаций и деструкции как пожнивных остатков в агроценозах, так и естественного опада в других фитоценозах.

В настоящее время научные исследования и разработки в области аллелопатии крайне актуальны не только для биоэкологии, но также для сельского и лесного хозяйства. Широкое внедрение в науку и практику физико-химических методов исследования в сочетании с традиционными общебиологическими подходами в обозримом будущем позволят решить ряд основных научных проблем и наметить пути практического использования явления аллелопатии.

К числу фундаментальных аспектов аллелопатических исследований можно отнести:

- определение явления аллелопатии в количественных категориях, а также более строгое понятийное выделение аллелопатии среди других типов взаимодействий организмов в фитоценозах;

- оценка роли аллелопатии как эволюционной стратегии выживания одних видов в условиях доминирования других;

- анализ путей синтеза аллелопатических соединений в организмах продуцентов, механизмов химической модификации этих соединений при попадании во внешнюю среду;

- поиск, выделение и идентификация новых аллелопатических соединений, широкий скрининг аллелопатической активности известных агентов и вновь обнаруженных;

- всестороннее изучение механизмов молекулярного, биохимического и физиологического действия аллелопатических соединений на растения: ингибирование или стимуляцию активности ферментов, синтез нуклеиновых кислот и белков, метаболизм липидов и органических кислот, проницаемость мембран, ультраструктуру клеток, их деление и дифференцировку, фотосинтез, дыхание, водный обмен и минеральное питание, гормон-индуцированный рост;

- оценка вклада аллелопатии в регулирование численности и продуктивности растительных сообществ;

- разработка классификации аллелопатических соединений,

Прикладными областями учения об аллелопатии могут выступать:

- оценка возможностей использования встречающихся в природе аллелопатических соединений в качестве средства подавления роста и развития нежелательных для человека растений в виде контроля численности определенных видов растений без их уничтожения;

- биотехнология аллелопатических соединений и их «производителей»: такой подход может позволить снизить, или вообще отменить использование пестицидов в сельском хозяйстве.

Аллелопатические свойства лишайников в значительной степени декларированы: утверждения об их наличии базируются на огромном материале, описывающем состав [5, 6] и биологические свойства так называемых «лишайниковых веществ» [7–12]; и на существенно меньшем и довольно противоречивом массиве экспериментальных данных о наличии/отсутствии влияния лишайников на жизнедеятельность высших растений [13–19]. Весьма примечательным является обзор [13], систематизирующий современные взгляды на взаимоотношения лишайников и высших растений. В пользу наличия аллелопатических свойств у лишайников свидетельствуют работы, посвященные ингибирующему действию экстрактов из лишайников, а также выделенных из них вторичных метаболитов [3, 20–23].

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	РИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

Целью настоящего исследования является оценка аллелопатического действия измельченной биомассы лишайника на всхожесть и первичный рост двух видов сорных растений семейства капустные.

Методы исследований

Для исследования был выбран лишайник *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot. (Syn. *Cladonia sylvatica* (L.) Hoffm.). (рис. 1 [24]), часто встречающийся на юго-востоке Беларуси [25, 26].



Cladonia arbuscula

Lepidium ruderale

Berteroa incana

Рисунок 1 – Внешний вид объектов исследования [24]

Биомассу лишайника собирали в сухом преспевающем сосняке, очищали от опада, отбрасывали нижнюю часть подстилки, сушили до воздушно-сухого состояния, измельчали. В качестве объекта исследования были выбраны типичные рудералы семейства капустные – клоповник мусорный (*Lepidium ruderale* L.) и икотник серый (*Berteroa incana* DC.). Оба вида характеризуются крайне высокой семенной продуктивностью и всхожестью только что созревших семян. Семена рудеральных растений собирали в естественных условиях их обитания, высушивали при комнатной температуре, подвергали стратификации на протяжении 1 месяца, после чего определяли всхожесть. Партии семян, имеющие всхожесть не ниже 98 % использовали в эксперименте.

Семена клоповника мусорного и икотника серого проращивали на свету в пластиковых контейнерах при температуре 22 ± 2 °C. На дно контейнера укладывали 3 слоя фильтровальной бумаги, на верхнем слое равномерно распределяли измельченную биомассу лишайника, в которую выкладывали семена сорных растений. Для каждого варианта опытов

проращивали по 50 семян в пятикратной повторности, для увлажнения среды проращивания использовали смесь Кнопа, разведенную водой в соотношении 1:10. Навески биомассы лишайника составляли 0,01; 0,03 и 0,05 г на 1 см² ложа прорастания семян. Для контрольных опытов использовали аналогичные подложки из фильтровальной бумаги без нанесения биомассы лишайника.

Учеты всхожести, а также измерения длины главного зародышевого корня и длины первичного побега производили на 3, 5, 7, 10 и 15-е сутки. Энергию прорастания семян оценивали на 5-е сутки; всхожесть – на 10-е сутки. Полученные результаты обрабатывали с использованием стандартного программного продукта Статистика 7.0.

Результаты исследований

Установлено аллелопатическое влияние биомассы лишайника кладония лесная на посевные качества семян рудеральных растений (рис. 2).

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

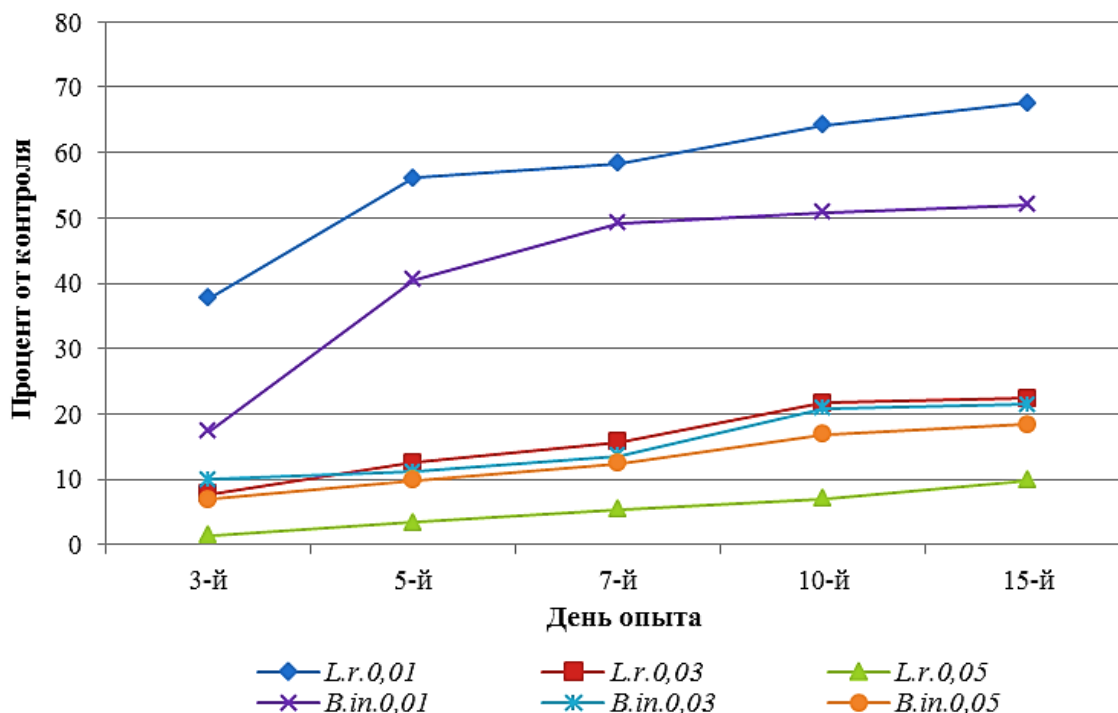


Рисунок 2 – Всхожесть семян клоповника мусорного (*L.r.*) и икотника серого (*B.in.*) в присутствии биомассы лишайника на пятые – пятнадцатые сутки опыта. 0,01; 0,03 и 0,05 – количество биомассы лишайника на ложе прорастания семян, г/см².

Присутствие биомассы лишайника в количестве 0,01 г/см² приводило к 43,9÷59,4 % снижению энергии прорастания и к 35,8÷49,1 % падению всхожести семян клоповника мусорного и икотника серо-зеленого. Увеличение количества биомассы лишайника на поверхности ложа прорастания вызывало подавление всхожести семян сорных растений, причем существенного значения не имело: вносилось лишайника 0,03 г/см², или 0,05 г/см².

Следует отметить, что падение всхожести семян рудеральных растений в присутствии

биомассы лишайника соответствует тезису о снижении численности нежелательных для человека видов растений без их уничтожения.

Таким образом, измельченная биомасса лишайника кладония лесная подавляет всхожесть семян сорных растений – клоповника мусорного и икотника серо-зеленого.

Корни, сорных растений, вынужденные прорастать в среде, насыщенной лишайниковыми веществами, сильно отставали в росте от контрольных экземпляров (рис. 3).

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИИ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

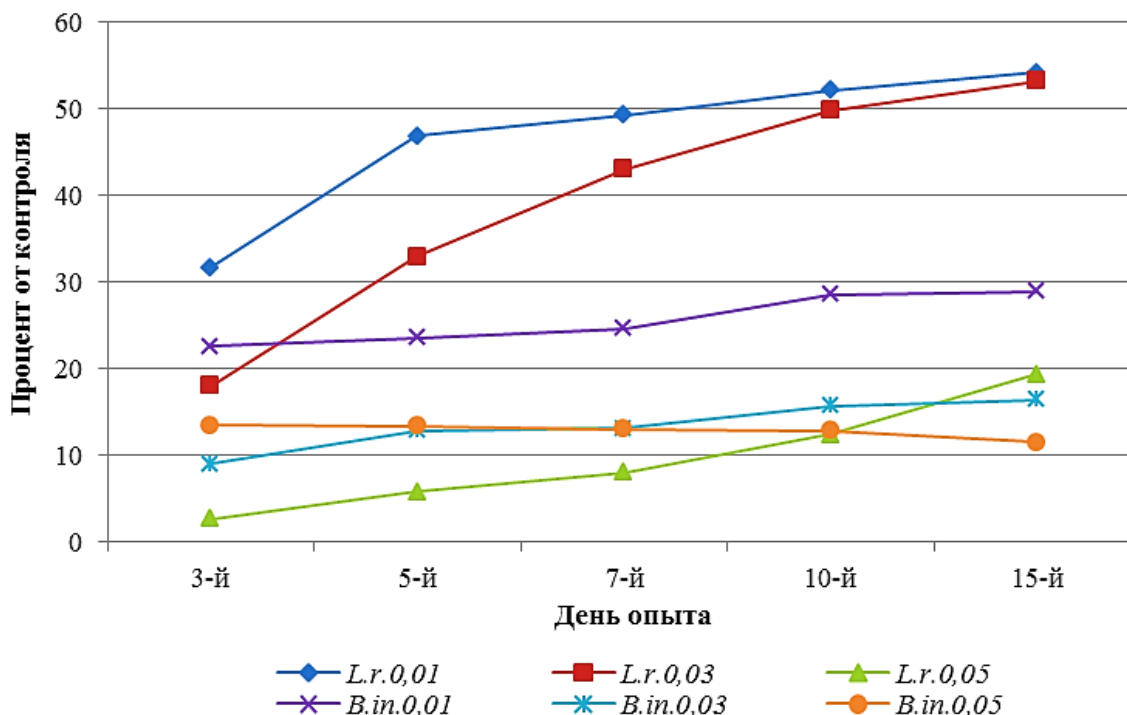


Рисунок 3 – Длина корней всходов клоповника мусорного (*L.r.*) и икотника серого (*B.in.*) в присутствии биомассы лишайника на пятые – пятнадцатые сутки опыта. 0,01; 0,03 и 0,05 – количество биомассы лишайника на ложе прорастания семян, г/см².

Отставание составило 53,2÷74,4 % при содержании биомассы лишайника 0,01 г/см²; до 90,3 % – при содержании биомассы лишайника 0,03–0,05 г/см². Корни клоповника мусорного угнетались несколько меньше, чем корни икотника серо-зеленого.

О механизме подавляющего действия биомассы лишайника на рост корней высших растений можно судить по следующим данным. Ключевым вторичным метаболитом лишайника *Cladonia arbuscula* является усниновая кислота [27]. Это соединение – дибензофуран по химической природе [5] – в присутствии катионов первой аналитической группы, входящих в состав увлажняющего среду прорастания раствора

(разбавленная смесь Кнопа) способно образовывать растворимые в воде соли – уснинаты, биологическая активность которых хорошо описана в [3, 23]. С другой стороны, из работы [28] следует, что соединения, переходящие в водный раствор из биомассы лишайников, представляют собой однозамещенные монофенолы, чья токсичность для растений общеизвестна.

Реакция первичных побегов сорных растений на присутствие измельченной биомассы лишайника в среде прорастания хорошо укладывается в современные представления о реализации фитостресса (рис. 4).

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИИ (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

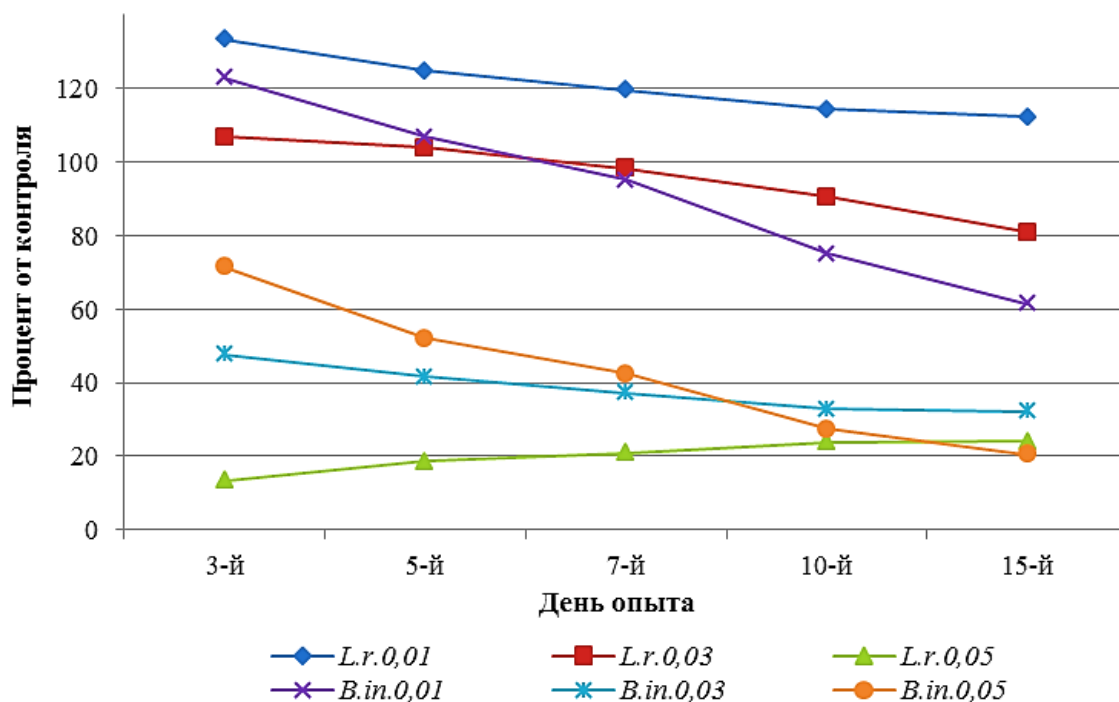


Рисунок 4 – Длина первичного побега всходов клоповника мусорного (*L.r.*) и икотника серого (*B.in.*) в присутствии биомассы лишайника на пятые – пятнадцатые сутки опыта. 0,01; 0,03 и 0,05 – количество биомассы лишайника на ложе прорастания семян, г/см².

Предпороговые концентрации биомассы лишайника (0,01 г/см²) вызвали монотонно уменьшающуюся стимуляцию роста побегов (на 22,9–33,3 % выше контрольных значений). Более высокие концентрации биомассы лишайника (0,03 г/см²) видоспецифично подавляли рост побегов. Самые высокие концентрации лишайника без подавляли рост побегов всякой видоспецифичности.

Заключение.

Установлено аллелопатическое действие измельченной биомассы лишайника кладония лесная на рудеральные растения клоповник мусорный и икотник серый. Снижение энергии прорастания семян и всхожести, угнетение роста корней и побегов зависит от количества внесенной в среду прорастания биомассы лишайника.

References:

1. Willis, R. J. (2007). *The History of Allelopathy*. (p.316). New York: Springer.
2. Rice, E. L. (1984). *Allelopathy. Physiological Ecology*. (p.424). Orlando, FL: Academic Press.
3. Macias, F., Galindo, J., & Molinillo, J. (2004). *Allelopathy: chemistry and mode of action of allelochemicals*. (p.372). CRC Press.
4. Reigosa, M. J., Pedrol, N., & González L. (2006). *Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications*. (p.638). Springer Science & Business Media.
5. Huneck S., & Yoshimura, I. (1996). *Identification of lichen substances*. (p.493). Berlin, Heidelberg.
6. Elix, J. A. (2014). *A Catalogue of Standardized Thin Layer Chromatographic Data and Biosynthetic Relationships for Lichen Substances*. (p.330). Australian National University, Canberra.
7. Boustie, J., & Grube, M. (2005). Lichens – a promising source of bioactive secondary

Impact Factor:

ISRA (India) = 3.117	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHHI (Russia) = 0.156	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.716	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

- metabolites. *Plant Genetic Resources*, Vol. 3, № 2: 273–287.
8. Shawuti, G., & Abbas, A. (2007). Research progress on biological activities of lichens secondary metabolites. *Food Sci. J.* Vol. 28: 624–627.
 9. Shukla, V., Joshi, G. P., & Rawat, M. S. (2010). Lichens as a potential natural source of bioactive compounds: a review. *Phytochemistry Reviews*, Vol. 9, № 2: 303–314.
 10. Molnar, K., & Farkas, E. (2010). Current results on biological activities of lichen secondary metabolites: a review. *Z. Naturforsch.* Vol. 65: 157–173.
 11. Shrestha, G., & Clair, L. L. S. (2013) Lichens: a promising source of antibiotic and anticancer drugs. *Phytochemistry reviews*, Vol. 12, № 1: 229–244.
 12. Bhattacharyya, S., et al. (2016). Lichen Secondary Metabolites and Its Biological Activity. *American Journal of PharmTech Research*. Vol. 6, № 6: 29–44.
 13. Favero-Longo, S. E., & Piervittori, R. (2010). Lichen-plant interactions. *Journal of Plant Interactions*, Vol. 5: 163–177.
 14. Escudero, A., et al. (2007) Soil lichens have species-specific effects on the seedling emergence of three gypsophile plant species. *Journal of arid environments*, Vol. 70, № 1: 18–28.
 15. Deines, L., et al. (2007). Germination and seedling establishment of two annual grasses on lichen-dominated biological soil crusts. *Plant and Soil*. Vol. 295, № 1–2: 23–35.
 16. Serpe, M. D., Zimmerman, S. J., Deines, L., & Rosentreter, R. (2007). Seed water status and root tip characteristics of two annual grasses on lichen-dominated biological soil crusts. *Plant and Soil*. Vol. 303: 191–205.
 17. Crittenden, P. D. (2000). Aspects of the ecology of mat-forming lichens. *Rangifer*, Vol. 20, № 2–3: 127–139.
 18. Kytöviita, M.-M., & Stark, S. (2009). No allelopathic effect of the dominant forest-floor lichen *Cladonia stellaris* on pine seedlings. *Functional Ecology*, Vol. 23, 435–441.
 19. Legaz, M. E., Monsó, M. A., & Vicente, C. (2004) Harmful effects of epiphytic lichens on trees. *Recent Res Devel Agron Hortiv*, Vol. 1: 1–10.
 20. Yano-Melo, A. M., Vicente, C., & Xavier-Filho, L. (1999). Allelopathic effect of the *Cladonia verticillaris* lichen extracts and fumarprotocetraric acid on the early growth of germinated seedlings in *Allium cepa* L. *Tropical Bryology*, Vol. 17: 133–139.
 21. Peres, M. T. L. P., et al. (2009). Allelopathic Potential of Orsellinic Acid Derivatives. *Braz. Arch. Biol. Technol.* Vol. 52(4): 1019–1026.
 22. Takahagi, T., et al. (2006). Inhibition of PSII in Atrazine-Tolerant Tobacco Cells by Barbatic Acid, a Lichen-Derived Depside. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, Vol. 70(1): 266–268.
 23. Latkowska, E., Lechowski, Z., Bialczyk, J., & Pilarski, J. (2006). Photosynthesis and Water Relations in Tomato Plants Cultivated Long-Term in Media Containing (+)-Usnic Acid. *J Chem Ecol.*, Vol. 32: 2053–2066.
 24. (2019). *Planetarium [Electronic resource]*. Retrieved April 4, 2019, from <http://www.planetarium.ru>
 25. Tsurukau, A., & Khramchankova, V. (2011). Lichens from Gomel region: a provisional checklist. *Bot. Lith.* Vol. 17 (4): 157–163.
 26. Tsurukau, A. G. (2013). *Lishajniki yugo-vostoka Belarusi (opyt lihenomonitoringa)*. (p.276). Gomel': GGU im. F. Skoriny.
 27. (2009). *The Lichens of Great Britain and Ireland*. 2nd ed. 2009. In Smith C.W., et al. (Eds.). (p.700). London: British Lichen Society.
 28. Zagorskina, N. V., et al. (2013). Water-Soluble Phenolic Compounds in Lichens. *Microbiology*, Vol. 82(4): 445–452.