

УДК 631.46:631.44(476.2-21)

## ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА ПОЧВ ПРИДОРОЖНЫХ ГАЗОНОВ НЕКОТОРЫХ УЛИЦ Г. ГОМЕЛЯ (БЕЛАРУСЬ)

## SOILS CYANOBACTERIAL COMMUNITIES OF GOMEL SOME STREETS ROADSIDE LAWNS (BELARUS)

©Охотенко Д. Ф.

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель, Беларусь, [tymchukdaria@gmail.com](mailto:tymchukdaria@gmail.com)

©Okhotenko D.

Skorina Gomel State University  
Gomel, Belarus, [tymchukdaria@gmail.com](mailto:tymchukdaria@gmail.com)

©Бачура Ю. М.

канд. биол. наук  
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины  
г. Гомель, Беларусь, [julia\\_bachura@mail.ru](mailto:julia_bachura@mail.ru)

©Bachura Yu.

Ph.D., Skorina Gomel State University  
Gomel, Belarus, [julia\\_bachura@mail.ru](mailto:julia_bachura@mail.ru)

**Аннотация.** Приведены результаты исследования видового состава и структуры цианобактериальных сообществ почв придорожных газонов некоторых улиц города Гомеля.

**Методы исследования:** полевые, лабораторные и культуральные.

При изучении структуры цианобактериальных сообществ исследуемых почв придорожных газонов было выявлено 34 вида цианобактерий класса цианофициевые, относящихся к 3 порядкам, 7 семействам и 13 родам. На долю порядка *Oscillatoriales* приходилось 61,8%, *Croococcales* составили 20,5%, *Nostocales* — 17,7%. В спектре семейств преобладали *Phormidiaceae* (47,1%), значительна была доля видов из *Nostocaceae* — 20,5%. В родовом спектре доминировали *Phorsidium* (38,0%), *Nostoc* (11,8%), *Cyanothece*, *Borzia* и *Microcoleus* (по 8,9 %).

Экологический анализ показал, что все выявленные цианобактерии являются эдафотфильными. Наибольшее число видов являлись представителями Р-жизненной формы — 52,9% (виды родов *Phormidium*, *Borzia*, *Oscillatoria* и *Plectonema*). На долю водорослей С-формы приходилось 26,5% (виды родов *Anabaena*, *Nostoc*, *Cylindrospermum*, *Nodularia*, *Aphanocapsa*, *Microcystis*). Среди водорослей С-формы выявлены виды с гетероцистами способные к азотфиксации (pp. *Anabaena*, *Nostoc*, *Cylindrospermum*, *Nodularia*). Доля представителей Ch-формы составила 11,7% (pp. *Cyanothece*, *Synechocystis*). Наименьшее число видов являлись представителями М-формы — 8,9% (виды рода *Microcoleus*).

Видовое богатство сообществ цианобактерий варьировало в пределах 12–25 видов, в составе сообществ цианей всех улиц сохранилось доминирование представителей Р-жизненной формы (50–68%). Установлено, что таксономическая и экологическая структура цианобактериальных сообществ придорожных газонов зависит от интенсивности транспортного потока и удаленности пробных площадок от проезжей части. С увеличением расстояния от проезжей части выявлено расширение видового богатства водорослей.

**Abstract.** The results of a study of the species composition and structure of cyanobacterial communities of soils of roadside lawns of some streets of the city of Gomel are presented.

**Research methods:** field, laboratory and cultural.

Total in the soils studied city of Gomel found 34 species of soil cyanobacteria belonging to 13 genera, 7 families, 3 orders of 1 classes. Oscillatoriales were 61.8%, Croococcales — 20.5%, Nostocales — 17.7 %. In the family spectrum Phormidiaceae prevailed (47.1%), a significant proportion of the species from Nostocaceae — 20.5%. Among the genera Phormidium dominated (38.0%), Nostoc (11.8%), Cyanothece, Borzia and Microcoleus (8.9% each).

Ecological analysis showed that all the cyanobacteria detected are edaphophilic.

The largest number of species were representatives of the P–life form — 52.9% (species of the genera Phormidium, Borzia, Oscillatoria and Plectonema). C–form algae accounted for 26.5% (genera Anabaena, Nostoc, Cylandrospermum, Nodularia, Aphanocapsa, Microcystis). Among the algae of the C–form, species with heterocysts capable of nitrogen fixation have been identified (species of the genera Anabaena, Nostoc, Cylandrospermum, Nodularia). The share of Ch–form representatives was 11.7% (species of the genera Cyanothece, Synechocystis). The smallest number of species were representatives of the M–form — 8.9% (species of the genus Microcoleus).

The species richness of the cyanobacterial communities varied within 12–25 species, the composition of cyanobacterial communities of all the streets retained the dominance of representatives of the P–life form (50–68%). The analysis of taxonomical and ecological structure of cyanobacterial communities on the intensity of transport flow and distance of trial areas from the roadway were conducted. With increasing distance from the roadway identified the expansion of species richness of algae.

*Ключевые слова:* цианобактерии, структура сообществ, придорожные газоны, почва.

*Keywords:* cyanobacteria, community structure, roadside lawns, soil.

В составе почвенной биоты цианобактерии являются важной группой фотоавтотрофных прокариотических организмов. Особенности протопласта, микроскопические размеры, автотрофность, способность фиксировать атмосферный азот и «эфемерность» вегетации позволяют им существовать даже в крайне неблагоприятных условиях. Цианеи способны быстро осваивать свободное пространство, особенно в нарушенных наземных экосистемах, где лимитирующие факторы значительно ограничивают развитие высших растений. Городские почвы отличаются высокой гетерогенностью, находятся под воздействием ряда антропогенных факторов, одним из которых является транспорт. Автомобильные дороги – неотъемлемая часть городского ландшафта, обуславливающая попадание в окружающую среду более 200 ингредиентов, в том числе обладающих токсичностью [1–3]. Проезжая часть подвергается сильному прогреванию и слабому испарению, действию усиленного поверхностного стока, что обуславливает создание особых микроклиматических условий и на прилегающей к ней территории. Изучение состава и организации цианобактериальных сообществ почв некоторых придорожных газонов г. Гомеля и являлось целью настоящего исследования.

Пробы для альгологического исследования отбирали в 2014–2016 гг. на неполивных газонах некоторых улиц г. Гомеля, отличающихся интенсивностью транспортного потока: наиболее загруженным транспортным потоком улицам Барыкина (БР) и Хатаевича (ХТ), проспекту Октября (ПО), улицам со средней интенсивностью транспортного движения Свиридова (СВ), 60 лет СССР (ЛС) и проспекту Речицкому (РП), а также на улицах с низкой интенсивностью транспортного потока: Жукова (ЖК), Мележа (МЛ) и Макаенка (МК). Отбор образцов проводили по общепринятой в почвенной альгологии методике в трех повторностях [3]. Для культивирования водорослей использовали метод почвенных культур со «стеклами обрастания». Идентификацию водорослей осуществляли с помощью микроскопов XSP-136 и Nikon Eclipse 80i (увеличения  $\times 400$ ,  $\times 1000$ ) и определителей. Жизненные формы водорослей приведены в соответствии с классификацией, разработанной Штиной Э. А. и Голлербахом

М. М. [1, 4–5].

В ходе исследования нами было выявлено 34 вида цианобактерий, входящих в состав 13 родов, 7 семейств и 3 порядков класса *Cyanophyceae*. На долю порядка *Oscillatoriales* приходилось 61,8%, *Croococcales* составили 20,5%, *Nostocales* — 17,7%. В спектре семейств преобладали *Phormidiaceae* (47,1% от общего числа видов), значительна была доля видов из *Nostocaceae* — 20,5%. В родовом спектре доминировали *Phormidium* (38,0%), *Nostoc* (11,8%), *Cyanothece*, *Borzia* и *Microcoleus* (по 8,9%).

Экологический анализ показал, что все выявленные цианобактерии являются эдафотфильными. Наибольшее число видов являлись представителями Р-жизненной формы — 52,9% (виды родов *Phormidium*, *Borzia*, *Oscillatoria* и *Plectonema*). Как известно [4], водоросли данной формы — нитевидные цианеи, не образующие слизи, рассеяны в толще почвы, оплетают почвенные частицы. На долю водорослей С-формы приходилось 26,5% (виды родов *Anabaena*, *Nostoc*, *Cylindrospermum*, *Nodularia*, *Aphanocapsa*, *Microcystis*). Это одноклеточные, колониальные или нитчатые формы, которые могут образовывать обильную слизь; обитают в толще почвы и на ее поверхности [1]. Среди водорослей С-формы выявлены виды с гетероцистами способные к азотфиксации (pp. *Anabaena*, *Nostoc*, *Cylindrospermum*, *Nodularia*). Доля представителей Ch-формы составила 11,7% (pp. *Cyanothece*, *Synechocystis*); это одноклеточные и колониальные водоросли, обитающие в толще почвы, иногда разрастающиеся на поверхности почвы [5]. Наименьшее число видов являлись представителями М-формы — 8,9% (виды рода *Microcoleus*); это водоросли в виде слизистых нитей, образующие макроскопически заметные корочки или дерновинки на поверхности почвы [1].

Сравнение видового богатства цианей исследуемых улиц представлено на Рисунке 1.

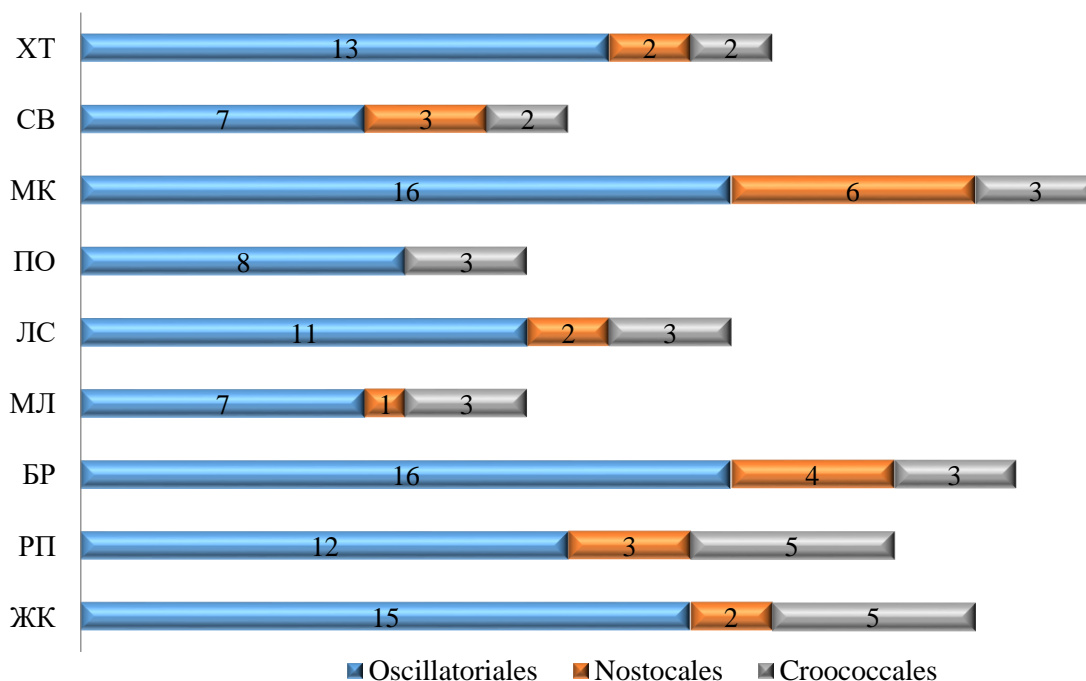


Рисунок 1. Сравнение таксономической структуры сообществ цианей

Согласно полученным данным, видовое богатство сообществ цианобактерий в 2014–2016 годах варьировало в пределах 12–25 видов. В 2014 и 2016 годах по мере уменьшения транспортной нагрузки (БР → РП → ЖК и ХТ → СВ → МК соответственно) наблюдали сокращение количества цианей в почве, а затем увеличение их видового богатства. В 2015 году отмечен «эффект промежуточного нарушения»: максимальное количество видов отмечено при средней интенсивности нагрузки [2, 6]. Подобное распределение свидетельствует о гетерогенности почвенного покрова города и требует дальнейших исследований. Согласно полученным данным, в составе цианобактериальных сообществ всех улиц сохранилось превалирование водорослей порядка *Oscillatoriales*. С уменьшением степени транспортной нагрузки выявлено расширение доли представителей порядков *Nostocales* и *Croococcales*. В почве всех улиц были выявлены: *Phormidium molle*, *Phormidium autumnale*, *Cyanothece aeruginosa* — индифферентные виды, способные существовать в широком диапазоне действующих экологических факторов. В почве всех улиц с высокой транспортной нагрузкой отмечены *Phormidium dimorphum* и *Phormidium cf. boryanum*, в почве всех улиц со средней нагрузкой — *Microcystis* sp., в почве всех улиц с низкой нагрузкой — *Borzia* sp. и *Oscillatoria* sp.

Экологическая структура цианобактериальных сообществ исследованных улиц приведена на Рисунке 2.

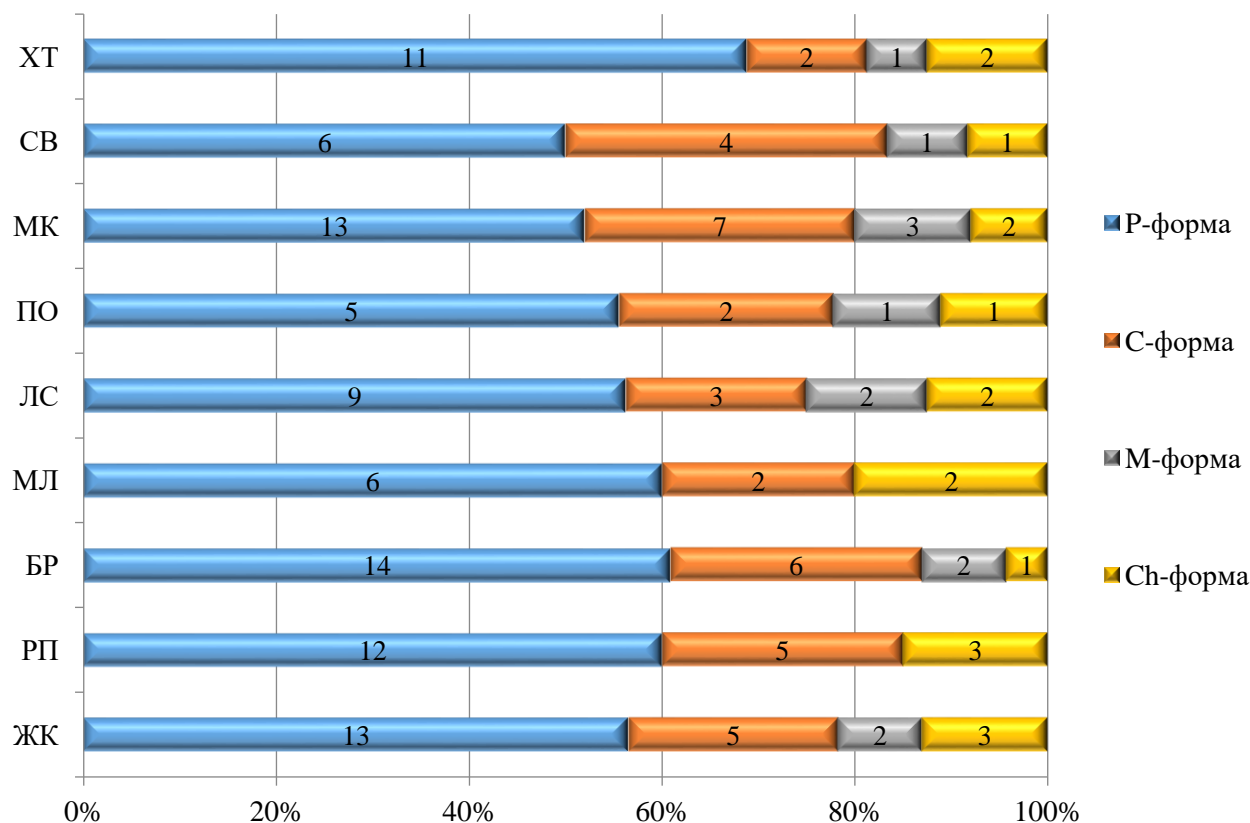


Рисунок 2. Экологическая структура цианобактериальных сообществ

В составе сообществ цианей всех улиц сохранилось доминирование представителей Р-жизненной формы (50–68%), четких закономерностей изменения спектров эковиоморф цианобактерий не выявлено.

Сравнение видового богатства цианобактериальных сообществ в 1 метре и в 5 метрах от проезжей части позволило выявить тенденцию расширения видового состава цианобактерий с увеличением расстояния от проезжей части. К участкам на расстоянии 1 метра от проезжей

части тяготели виды: *Phormidium molle*, *Phormidium sp.1*, *Plectonema sp.* К участкам в 5 метрах от дорожного полотна: *Cyanothece aeruginosa*, *Borzia sp.*, *Aphanocapsa sp.*, *Phormidium cf. boryanum*, *Nostoc punctiforme*, *Cyanothece sp.*, *Microcoleus paludosus*, *Nodularia sp.*, *Phormidium angustissima*.

Сравнение экологической структуры сообществ цианобактерий на различном расстоянии от проезжей части представлено в Таблице.

Таблица.

СПЕКТРЫ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ ЦИАНЕЙ  
 НА РАЗНОМ РАССТОЯНИИ ОТ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ

Год	Улица	Расстояние от проезжей части	
		1 м	5 м
2014	БР	P <sub>68,8</sub> M <sub>6,2</sub> C <sub>25,0</sub>	P <sub>57,1</sub> M <sub>9,5</sub> C <sub>28,6</sub> Ch <sub>4,8</sub>
	РП	P <sub>81,8</sub> C <sub>9,1</sub> Ch <sub>9,1</sub>	P <sub>60,0</sub> C <sub>25,0</sub> Ch <sub>15,0</sub>
	ЖК	P <sub>71,5</sub> M <sub>7,1</sub> C <sub>14,3</sub> Ch <sub>7,1</sub>	P <sub>50,0</sub> M <sub>11,1</sub> C <sub>22,2</sub> Ch <sub>16,7</sub>
2015	ПО	P <sub>83,3</sub> C <sub>16,7</sub>	P <sub>33,3</sub> M <sub>16,7</sub> C <sub>33,3</sub> Ch <sub>16,7</sub>
	ЛС	P <sub>83,3</sub> C <sub>16,7</sub>	P <sub>57,1</sub> M <sub>14,3</sub> C <sub>14,3</sub> Ch <sub>14,3</sub>
	МЛ	P <sub>80,0</sub> Ch <sub>20,0</sub>	P <sub>55,6</sub> C <sub>22,2</sub> Ch <sub>22,2</sub>
2016	ХТ	P <sub>77,8</sub> M <sub>11,1</sub> Ch <sub>11,1</sub>	P <sub>73,3</sub> M <sub>6,7</sub> C <sub>13,3</sub> Ch <sub>6,7</sub>
	СВ	P <sub>42,8</sub> M <sub>14,4</sub> C <sub>42,8</sub>	P <sub>55,6</sub> M <sub>11,1</sub> C <sub>22,2</sub> Ch <sub>11,1</sub>
	МК	P <sub>61,5</sub> M <sub>23,1</sub> Ch <sub>15,4</sub>	P <sub>54,6</sub> M <sub>9,0</sub> C <sub>31,8</sub> Ch <sub>4,6</sub>

Примечание: P, C, Ch, M — жизненные формы;  
 индексы указывают процент от общего количества видов на участке

Анализ спектров жизненных форм показал, что с увеличением расстояния от проезжей наблюдается тенденция сокращения количества цианей Р-жизненной формы; наиболее существенное уменьшение доли представителей Р-экобиоморфы отмечены для цианобактериальных сообществ улиц с низкой транспортной нагрузкой (Жукова, Мележа, Макаенка).

В почве, отобранной на расстоянии 5 метров от дорожного полотна, практически на всех улицах наблюдали увеличение доли видов с С-жизненной формой, представители которой достаточно чувствительны к антропогенным нагрузкам [5, 7].

Расширение таксономического состава и спектров жизненных форм цианобактериальных сообществ в 5 метрах от проезжей части указывает на улучшение условий существования для цианобактерий [2, 8].

Сравнительный анализ данных позволил выделить виды пригодные для индикации состояния почвенного покрова улиц г. Гомеля:

1. виды, активно вегетирующие практически на всех участках (*Phormidium molle*, *Phormidium autumnale*) — виды-индифференты (Рисунок. 3);





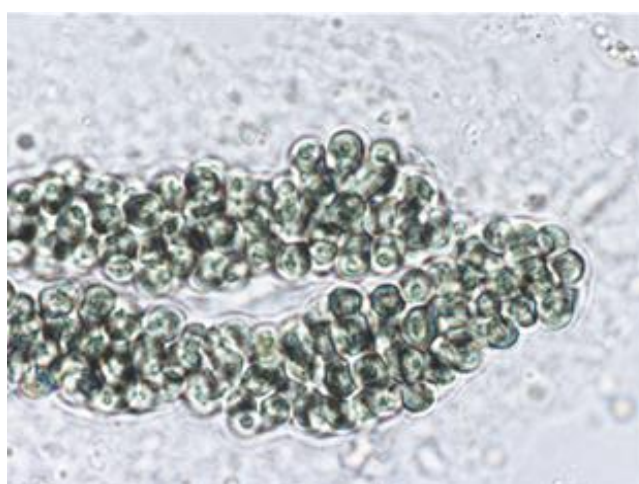
а



б



в



г



д



е

Рисунок 3. Микрофотографии цианей: а — *Phormidium molle*, б — *Phormidium autumnale*, в — *Plectonema* sp., г — *Nostoc* sp. 1, д — *Nostoc* sp. 2, е — *Nodularia* sp.

2. виды, обнаруженные только в почвенных образцах, отобранных на расстоянии 1 метра от проезжей части (*Plectonema* sp.) — устойчивый вид;

3. виды, вегетирующие только в почвах на расстоянии 5 метров от проезжей части — чувствительные (*Phormidium ambiguum*, *Nostoc sp.1*, *Nostoc sp. 2*, *Nodularia sp.*, *Synechocystis sp.*, *Phormidium jadinianum*). Следует отметить, что в состав данной группы вошли виды–азотфиксаторы, характеризующиеся гетероцитными трихомами и относящиеся к С–жизненной форме. Вероятно, представители данной экобиоморфы, характеризующиеся способностью к образованию слизи [1], не могут существовать в условиях сильного прогревания и слабого испарения, действия усиленного поверхностного стока и ряда токсических веществ, попадающих в атмосферу с выхлопными газами [2], которыми отличаются участки в 1 метре от проезжей части.

Таким образом, в ходе проведенного исследования было выявлено 34 вида цианей, входящих в состав 1 класса, 3 порядков, 7 семейств, 13 родов, 4 четырех жизненных форм. В составе сообществ всех участков отмечено преобладание устойчивых осцилляторных цианей Р–жизненной формы, механически оплетающих почвенные частицы и способствующих улучшению структуры почвы. Показано, расширение таксономической и экологической структуры цианобактериальных сообществ придорожных газонов по мере снижения уровня транспортной нагрузки и увеличения расстояния от проезжей части. Выявлено, что наиболее устойчивы в почвах придорожных газонов г. Гомеля представители цианобактериальной флоры с гомоцитными трихомами, наиболее чувствительными — виды–азотфиксаторы с гетероцитными трихомами.

#### Список литературы:

1. Штина Э. А., Голлербах М. М. Экология почвенных водорослей. М: Наука, 1976. 143 с.
2. Хайбуллина Л. С., Суханова Н. В., Кабиров Р. Р. Флора и синтаксономия почвенных водорослей и цианобактерий урбанизированных территорий. Уфа: Гилем, 2011. 216 с.
3. Штина Э. А. Почвенные водоросли как пионеры зарастания техногенных субстратов и индикаторы состояния нарушенных земель // Журнал общей биологии. 1985. Т. XLVI. №4. С. 435-443.
4. Алексахина Т. И., Штина Э. А. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М. , 1984. 98 с.
5. Трухницкая С. М., Чижевская М. В. Альгофлора рекреационных территорий красноярской урбоэкосистемы. Красноярск, 2008. 134 с.
6. Бачура Ю. М. Структура сообществ почвенных водорослей и их использование для альгоиндикации почв (на примере Гомельского региона): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Гомель, 2013. 28 с.
7. Домрачева Л. И. «Цветение» почвы и закономерности его развития. Сыктывкар, 2005. 336 с.
8. Пивоварова Ж. Ф., Илюшенко А. Е., Благодатнова А. Г. и др. Почвенные водоросли антропогенно нарушенных экосистем. Новосибирск, 2014. 146 с.

#### References:

1. Shtina, E. A., & Gollerbach, M. M. (1976). *Ekologiya pochvennykh vodoroslei*. Moscow, Nauka, 143
2. Khaibullina, L. S., Sukhanova, N. V., & Kabirov, R. R. (2011). *Flora i sintaksonomiya pochvennykh vodoroslei i tsianobakterii urbanizirovannykh territorii*. Ufa, Gillem, 216
3. Shtina, E. A. (1985). *Pochvennye vodorosli kak pionery zarastaniya tekhnogennykh substratov i indikatory sostoyaniya narushennykh zemel*. *Zhurnal obshchei biologii*, XLVI, (4), 435-443.
4. Aleksakhina, T. I., & Shtina, E. A. (1984). *Pochvennye vodorosli lesnykh biogeotsenozov*. Moscow, 98

5. Trukhnitskaya, S. M., (2008). Chizhevskaya, M. V. Algoflora rekreatsionnykh territorii krasnoyarskoï urboekosistemy. Krasnoyarsk, 134
6. Bachura, Yu. M. (2013). Struktura soobshchestv pochvennykh vodoroslei i ikh ispolzovanie dlya algoindikatsii pochv (na primere Gomelskogo regiona): avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Gomel, 28
7. Domracheva, L. I. (2005). Tsvetenie pochvy i zakonomernosti ego razvitiya. Syktyvkar, 336
8. Pivovarova, Zh. F., Pyushenko, A. E., Blagodatnova, A. G., & al. (2014). Pochvennye vodorosli antropogenno narushennykh ekosistem. Novosibirsk, 146

*Работа поступила  
в редакцию 18.07.2017 г.*

*Принята к публикации  
21.07.2017 г.*

---

*Ссылка для цитирования:*

Охотенко Д. Ф., Бачура Ю. М. Цианобактериальные сообщества почв придорожных газонов некоторых улиц г. Гомеля (Беларусь) // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2017. №8 (21). С. 56-63. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/okhotenko-bachura> (дата обращения 15.08.2017).

*Cite as (APA):*

Okhotenko, D., & Bachura, Yu. (2017). Soils cyanobacterial communities of Gomel some streets roadside lawns (Belarus). *Bulletin of Science and Practice*, (8), 56-63