

## Цианобактериальный комплекс низкопродуктивных земель, переданных под лесные культуры

О.М. ХРАМЧЕНКОВА, Ю.М. БАЧУРА

В работе представлены результаты определения видового состава и анализа структуры сообществ почвенных цианобактерий низкобалльных земель сельскохозяйственного назначения, переданных под лесные культуры. Показано обеднение цианосообществ по мере развития лесных культур и исчезновение из их состава азотфиксирующих представителей на стадии насаждения I класса возраста.

**Ключевые слова:** цианобактерии, низкобалльные земли, лесные культуры.

Twenty-five species of soil cyanobacteria were found on the territories that have been transferred from agriculture to the forest management. The depletion of cyanogroups with the development of forest cultures and the extinction from their structure of nitrogen-fixing species at the stage of planting 1 age class is shown.

**Keywords:** cyanobacteria, barren soil, forest culture.

**Введение.** В состав земель лесного фонда входят земли, предназначенные для нужд лесного хозяйства и находящиеся в пользовании лесохозяйственных предприятий, организаций и учреждений. За последние годы в структуре земельного фонда Беларуси по видам земель произошли существенные изменения. Наблюдалась устойчивая тенденция к сокращению сельскохозяйственных земель и увеличению земель под лесами и древесно-кустарниковой растительностью. Основные причины перераспределения земель связаны с реализацией комплекса мероприятий по оптимизации структуры использования земель, составной частью которой явился вывод из оборота малопродуктивных, зарастающих и заболочиваемых сельскохозяйственных земель и передача их в другие виды земель, в значительной степени – в земли лесного фонда [1].

Основным показателем кадастровой оценки земель является балл плодородия почв, который устанавливается на основании почвенных характеристик по шкале оценочных баллов. В Беларуси оценка плодородия пахотных земель составляет 31,2 балла, улучшенных луговых земель – 26,8, естественных луговых – 15,2 и в целом всех сельскохозяйственных земель – 28,9 балла [2]. Наиболее высокий балл плодородия почв среди областей республики имеют земли Гродненской области (31,6 %). Сельскохозяйственные земли Минской области оценены в 30,4 балла, Брестской в 29,5, Могилевской в 28,8 и Гомельской – в 27,5 балла. Самый низкий балл имеют сельскохозяйственные земли Витебской области (25,8). Самую высокую оценку среди районов получили сельскохозяйственные земли Несвижского района – 40,7 балла, самую низкую – Городокского – 19,6 балла [3].

Являясь космополитами, цианобактерии заселяют практически любые наземные биотопы, в том числе – низкопродуктивные почвы. Развитие микроорганизмов в таких почвах подчиняется воздействию специфического комплекса природных факторов, характерного для данной почвенной разности и конкретных условий существования. В результате формируются цианоценозы, обладающие рядом характерных признаков. При изучении почвенных водорослей Гомельского региона авторами был определен видовой состав и показан вклад цианобактерий (ранее называемых синезелеными водорослями) в структуру альгосообществ городских и пригородных почв, испытывающих антропогенные нагрузки различной природы и интенсивности [4]–[9].

Имеются многочисленные данные о влиянии антропогенных факторов на почвенные цианобактерии. Показано, что в условиях полива усиленно развиваются азотфиксирующие *Tolypothrix* и *Nostoc* [10]. На вырубках разрастаются колонии *Phormidium* (Р-форма), к концу второго года после рубки отмечен значительный рост *Nostoc* и *Cylindrospermum* (С-форма). Найденные на вырубке виды относятся в основном к группе азотфиксаторов [11]. На лесных

пожарищах водоросли и цианеи являются пионерами наряду с протонемами мхов [12], [13]. Способность почвенных водорослей сохраняться при действии высоких температур обнаружена при изучении заселения вулканических пеплов, в частности на месте засыпанных ими лесов [14].

Почвенные цианобактерии низкопродуктивных сельскохозяйственных земель, переданных в лесной фонд, эпизодически описаны в мировой литературе и никогда не изучались в Республике Беларусь.

Целью настоящего исследования было изучение видового состава и структуры сообществ почвенных цианобактерий низкобалльных земель сельскохозяйственного назначения, переданных под лесные культуры.

**Методика исследования.** Пробы почвы отбирали на территории Долголесского лесничества ГЛХУ «Гомельский лесхоз», на основании данных, любезно предоставленных РДЛУП «Гомельлеспроект». Была собрана информация о землях, выведенных из сельскохозяйственного производства по показателю продуктивности и поступивших в лесной фонд Гомельского ГПЛХО в 2002–2013 гг. Для исследования выбрали 3 участка, отличавшихся по покрытости лесными культурами: непокрытые лесом земли, несомкнувшиеся лесные культуры и собственно насаждения I класса возраста:

- 1 непокрытые лесом земли, 215 кв., 8 выд., ТЛУ В<sub>3</sub> (Нп<sup>1</sup>);
- 2 лесные культуры, 50 кв., 49 выд., 7СЗЛ, ТЛУ А<sub>2</sub> (Нлк);
- 3 насаждения, 68 кв. 25 выд., 8Б2Ос, ТЛУ С<sub>4</sub> (Нас).

Пробы почвы отбирали по стандартной методике на глубину 5 см в стерильные пакеты. После высушивания почвы в темном месте до воздушно-сухого состояния определяли видовой состав цианобактерий методами чашечных культур со «стеклами обрастания» и агаровых культур [15].

Цианобактерии идентифицировали с помощью микроскопа Nikon Eclipse 80i, используя размерно-морфологические показатели клеток, трихомов, колоний. При необходимости проводили цитохимические реакции: на крахмал – с реактивом Люголя, на выявление общих очертаний слизи – с 1 % раствором туши, на структуру слизи – с 0,1 % раствором метиленового синего [16].

Номенклатура и классификация таксонов Cyanobacteria приведена по J. Komárek, K. Anagnostidis [17]–[19], состав жизненных форм – в соответствии с классификацией Э.А. Штины и М.М. Голлербаха [10], учет степени обилия на стеклах обрастания – по шкале Р.Р. Кабирова [20].

**Результаты исследования.** На выбранных участках было выявлено 25 видов почвенных цианобактерий, относящихся к 15 родам, 7 семействам, 3 порядкам класса Cyanophyceae. Наиболее широко были представлены порядки Oscillatoriales – 11 видов (44,0 %) и Nostocales – 10 видов (40,0 %). Порядок Crococcales насчитывал 4 вида (16,0 %). Наибольшее видовое богатство было отмечено для семейств Nostocaceae и Phormidiaceae (10 и 5 видов соответственно). Род *Phormidium* был представлен 4 видами, *Leptolyngbya*, *Cylindrospermum* и *Nostoc* – 3.

Ниже приводится таксономический список почвенных цианобактерий с указанием места обнаружения представителей, фотографии (рисунок 1) и характеристика отдельных представителей (Таблица 1).

- Надцарство PROKARYOTA
- Царство EUBACTERIA
- Подцарство NEGIBACTERIA
- Отдел CYANOBACTERIA (CYANOPHYTA)
- Класс CYANOPHYCEAE
- Порядок CHROOCOCCALES
- Семейство Synechococcaceae**

1. *Cyanothece aeruginosa* (Nägeli) Komárek (Нлк)

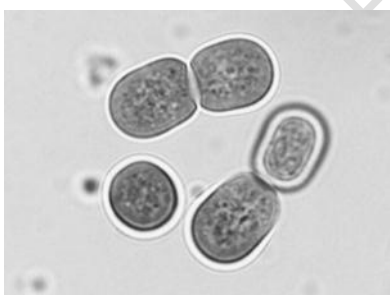
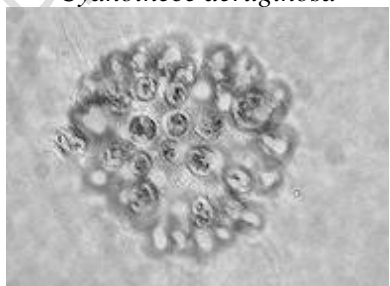
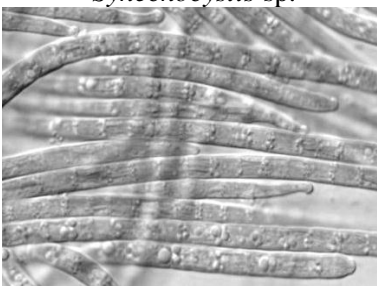
<sup>1</sup> В скобках приведены условные обозначения участков исследования, используемые далее в тексте и иллюстрациях.

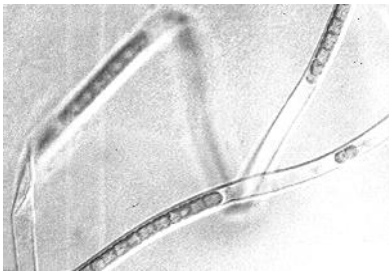
**Семейство Merismopediaceae**2. *Synechocystis* sp. (Нлк)3. *Aphanocapsa* sp. (Нп, Нлк)**Семейство Microcystaceae**4. *Microcystis* sp. (Нп, Нлк, Нас)

Порядок OSCILLATORIALES

**Семейство Phormidiaceae**5. *Phormidium autumnale* (Agardh) Gomont (Нп, Нлк)6. *Phormidium dimorphum* Lemmermann (Нлк)7. *Phormidium molle* (Kützing) Gomont (Нп, Нлк)8. *Phormidium* sp. (Нп)9. *Microcoleus vaginatus* (Vaucher) Gomont (Нлк)**Семейство Oscillatoriaceae**10. *Oscillatoria* sp. (Нлк)11. *Lyngbya* sp. (Нлк)12. *Plectonema* sp. (Нп)**Семейство Pseudanabaenaceae**13. *Leptolyngbya foveolaria* (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis et Komárek (Нп, Нлк, Нас)14. *Leptolyngbya tenuis* (Gomont) Anagnostidis et Komárek (Нлк)15. *Leptolyngbya henningsii* Lemmermann (Нлк)

Порядок NOSTOCALES

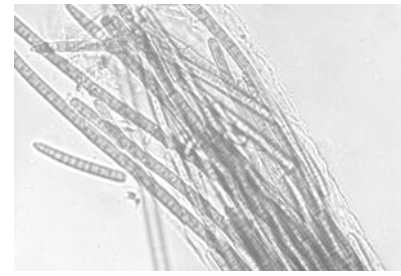
**Семейство Nostocaceae**16. *Anabaena cylindrica* Lemmermann (Нп)17. *Anabaena* sp. (Нп, Нлк)18. *Trichromus variabilis* (Kützing ex Bornet et Flahault) Komárek et Anagnostidis (Нп)19. *Cylindrospermum majus* Kützing (Нлк)20. *Cylindrospermum muscicola* Kützing (Нп)21. *Cylindrospermum* sp. (Нп)22. *Nodularia harveyana* (Thwaites) Thuret (Нп)23. *Nostoc punctiforme* (Kützing) Hariot ((Нлк)24. *Nostoc* cf. *microscopicum* Carmichael sensu Elenkin (Нп, Нлк)25. *Nostoc* sp. (Нп, Нлк)*Cyanothece aeruginosa**Synechocystis* sp.*Aphanocapsa* sp.*Microcystis* sp.*Phormidium autumnale**Phormidium dimorphum*



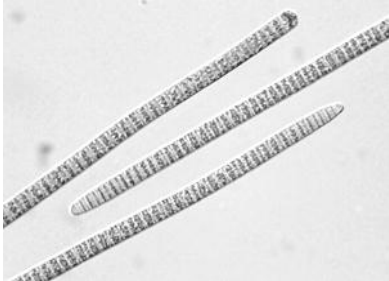
*Phormidium molle*



*Phormidium sp.*



*Microcoleus vaginatus*



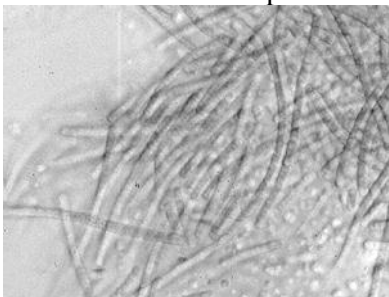
*Oscillatoria sp.*



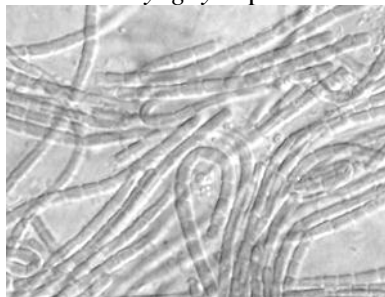
*Lyngbya sp.*



*Plectonema sp.*



*Leptolyngbya foveolaria*



*Leptolyngbya tenuis*



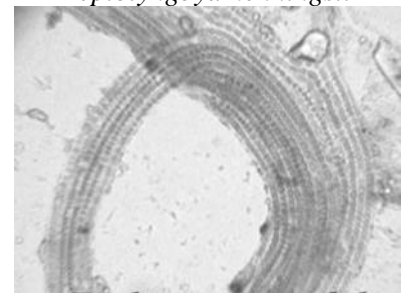
*Leptolyngbya henningsii*



*Anabaena cylindrica*



*Anabaena sp.*



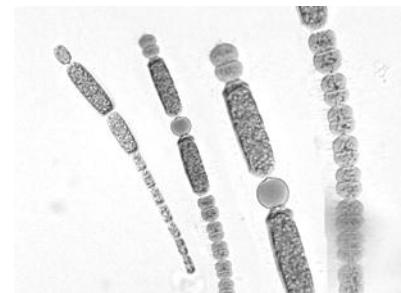
*Trichromus variabilis*



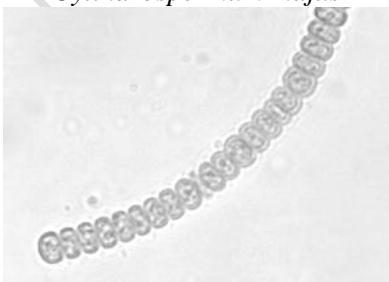
*Cyndrospermum majus*



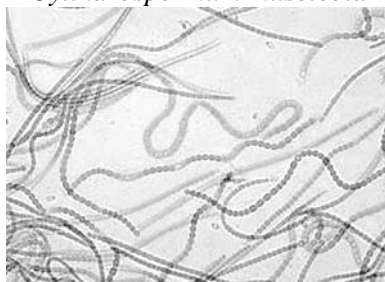
*Cyndrospermum muscicola*



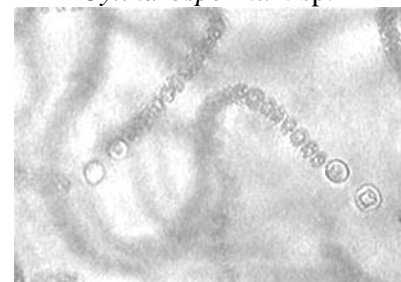
*Cyndrospermum sp.*



*Nodularia harveyana*



*Nostoc punctiforme*



*Nostoc cf. microscopicum*

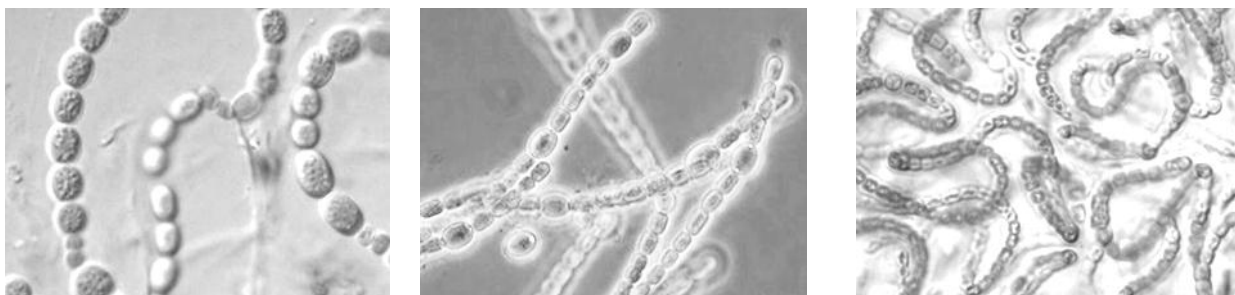
*Nostoc* sp.

Рисунок 1 – Цианобактерии низкопродуктивных сельскохозяйственных земель, переданных под лесные культуры

Таблица 1 – Характеристика цианобактерий низкопродуктивных земель, переданных под лесные культуры [16]–[19], [21], [22]

Представитель	Характеристика
1	2
<i>Cyanothece aeruginosa</i>	Пигменты фотосинтеза: хлорофилл <i>a</i> , каротины, фикоцианин, аллофикоцианин, фикоэритрин. Запасные вещества – гликоген, протеины. Питание автотрофное. Размножение делением клеток, спорами, гормогониями. Обнаружена способность к фиксации N <sub>2</sub> .
<i>Synechocystis</i> sp.	Клетки шаровидные, мелкие, с тонкой оболочкой, одиночные, от бледных до ярких сине-зеленых, иногда желтоватые или зеленоватые. Некоторые виды принимают участие в образовании сапропеля. Хорошо выражены циркадные ритмы.
<i>Aphanocapsa</i> sp.	Образуют ценобии из большого числа клеток. Размножение происходит путем деления клеток пополам. При этом рост дочерних клеток не происходит до нормальной величины материнской клетки.
<i>Microcystis</i> sp.	Колонии сферической или неправильной формы, шаровидные клетки погружены в слизь, могут делиться в любых направлениях. Клетки многих видов содержат газовые вакуоли. Колонии различных форм: бесформенные, вытянутые, шаровидные и эллипсоидные. Размеры клеток 2–6 мкм, колоний – до 1 мм.
<i>Phormidium</i> sp.	20 видов. Структура таллома – нитчатая, многоклеточная. Прикрепленные; не ветвящиеся. Прикрепление нижней частью трихома. Образуют колонии. Имеются трихомы прямые; изогнутые; искривленные; извилистые. Форма клеток цилиндрическая; дисковидная. Гетероцист и спор нет. Слизистое влагище тонкое; плотное; слизистое. Пигменты фотосинтеза: хлорофилл <i>a</i> , каротины, фикоэритрин, фикоцианин, аллофикоцианин. Запасные вещества гликоген, протеины. Размножение делением клеток; гормогониями.
<i>Microcoleus vaginatus</i>	Структура таллома – нитчатая, многоклеточная. Прикрепление нижней частью трихома. Колоний не образуют. Форма клеток цилиндрическая.
	Гетероцист и спор нет. Слизистое влагище крепкое, бесцветное. Пигменты фотосинтеза: хлорофилл <i>a</i> , каротины, фикоэритрин, фикоцианин, аллофикоцианин. Запасные вещества гликоген, протеины. Размножение делением клеток; гормогониями.
<i>Oscillatoria</i> sp.	75 видов. Структура таллома – нитчатая. Прикрепление слизью; поверхностью трихомов. Форма клеток цилиндрическая; дисковидная; квадратная. Гетероцист нет. Пигменты фотосинтеза: хлорофилл <i>a</i> , каротины, фикоцианин, аллофикоцианин, фикоэритрин. Запасные вещества гликоген, протеины. Размножение спорами, гормогониями.
<i>Lyngbya</i> sp.	25 видов. Структура таллома – нитчатая. Трихомы прямые; изогнутые; спиралевидные; длинные. Форма клеток цилиндрическая; дисковидная. Гетероцист нет. Слизистое влагище широкое; плотное; гладкое; снаружи шероховатое. Пигменты фотосинтеза: хлорофилл <i>a</i> , каротины, фикоцианин, аллофикоцианин, фикоэритрин. Запасные вещества гликоген, протеины. Размножение делением клеток, спорами, гормогониями.
<i>Plectonema</i> sp.	Структура таллома – нитчатая. Прикрепленные, дерновинок и колоний не образует. Трихомы не перешнурованные, бледно-сине-зеленые. Клеточная мембрана четырехслойная, один слой из муреина. Форма клеток прямоугольная, гетероцист нет. Спор не образует. Слизистое влагище тонкое, бесцветное. Пигменты фотосинтеза: хлорофилл <i>a</i> , каротины, фикоцианин, аллофикоцианин, фикоэритрин. Запасные вещества гликоген, протеины. Размножение делением клеток, спорами, гормогониями.
<i>Leptolyngbya</i> sp.	Нитевидные, образуют дерновины (иногда до макроскопических и несколько см в диаметре). Слизистый чехол прилегает к трихомам. Трихомы тонкие, цилиндрические, с округлыми или коническими клетками на концах. Клетки цилиндрические. Гетероцисты и акинеты отсутствуют.

Окончание таблицы 1

<i>Anabaena</i> sp.	Никогда не образуются студенистые колонии. Нити с влагалищем или без него, соединенные в бесформенные дерновинки или одиночные. Интеркалярное расположение гетероцист, образование спор. Форма спор, гетероцист и вегетативных клеток колеблется в широких пределах. Наличие газовых вакуолей у некоторых видов постоянное, но в конце вегетационного периода они могут и исчезнуть. Способны к самостоятельной азотфиксации в размерах, имеющих реальное значение для плодородия почвы.
<i>Cylindrospermum</i> sp.	Расположение гетероцист – по обоим концам трихомов, споры возникают рядом с гетероцистой. Способны к самостоятельной азотфиксации в размерах, имеющих реальное значение для плодородия почвы.
<i>Cylindrospermum majus</i> <i>Cylindrospermum muscicola</i>	Нитчатая цианобактерия, тонкая или компактная, со слизистым покрытием, слегка кривая или несимметрично скрученная, цилиндрическая или слегка суженная. Клетки цилиндрические, хроматоплазма светло или ярко голубовато-зеленая. Гетероциста яйцевидная, овальная или коническая. Предпочитают слабое освещение. Способны к самостоятельной азотфиксации в размерах, имеющих реальное значение для плодородия почвы.
<i>Nodularia harveyana</i>	Нитчатые, нити одиночные или собраны в группы. Размножаются гормогониями, фрагментами нитей или акинетами. Способны к фиксации атмосферного азота.
<i>Nostoc</i> sp.	Трихомы всегда однорядные, всегда с гетероцистами и часто со спорами, не ветвящиеся или ветвящиеся ложно. Размножаются с помощью гормогониев или спор. Исключительно колониальные организмы, с хорошо развитой слизью, влияющей на форму колоний. Клетки нитей все время делятся пополам, удлиняя цепочки и давая время от времени промежуточные (пограничные) клетки. При наступлении неблагоприятных внешних условий слизь засыхает в виде своеобразного футляра, а клетки внутри него остаются долгое время жизнеспособными и при возвращении к нормальным условиям продолжают свою обычную жизнь. Способны к самостоятельной азотфиксации.
<i>Nostoc punctiforme</i> , <i>Nostoc microscopicum</i>	Структура таллома – нитчатая. Прикрепленные, тип прикрепления – слизью. Образуют шаровидные или овальные колонии. Тесно переплетающиеся трихомы синезеленого цвета. Клетки боченковидные. Гетероцисты шаровидные (эллипсоидные), терминальные. Споры шаровидные (эллипсоидные) с гладкой, бесцветной оболочкой. Слизистой оболочки нет. Слизистое влагалище узкое, бесцветное. Пигменты фотосинтеза: хлорофилл <i>a</i> , каротины, фикоэритрин, фикоцианин, аллофикоцианин. Запасные вещества гликоген, протеины. Размножение делением клеток, спорами, гормогониями. Способны к самостоятельной азотфиксации.

Около 40 % обнаруженных цианобактерий способны к фиксации атмосферного азота, 72 % – слизиобразователи, влияющие на структуру почвенной среды.

Состав почвенных цианобактерий исследованных участков отличался. В почве прогадины (непокрытые лесом земли) Цианобактерия составляли 29,4 % всех видов. Наиболее активно в культурах вегетировали виды родов *Anabaena*, *Phormidium* и *Leptolyngbya*. Под несомкнувшимися лесными культурами цианеи формировали 39,1 % альгофлоры. Наиболее обильны были виды родов *Phormidium*, *Leptolyngbya*<sup>2</sup>. Доля цианобактерий в альгосообществах почв насаждений не превышала 6,3 %, степень обилия была невысокой.

В зависимости от условий произрастания на участках исследования изменялся состав жизненных форм цианобактерий (рисунок 2).

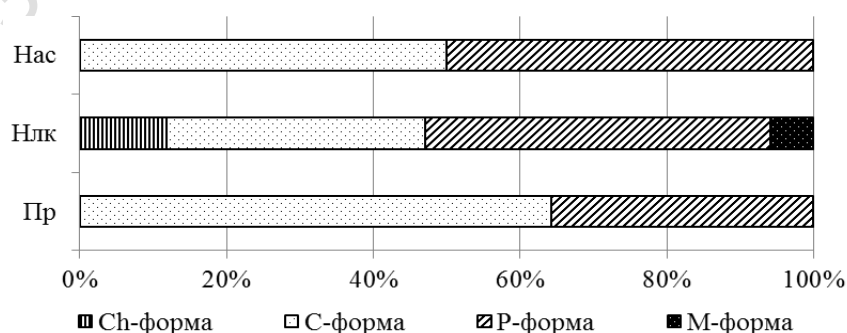


Рисунок 2 – Экологическая структура группировок цианобактерий на различных стадиях лесовосстановления

<sup>2</sup> Порядок приведения названия родов соответствует убыванию степени обилия видов в культурах.

Условия жизни в почвах не покрытых лесом земель и насаждений обедняют цианогруппировки, и только в почвах несомкнувшихся лесных культур состав жизненных форм свидетельствует о наличии достаточно хороших условий для развития цианей.

Важными свойствами почвенных цианогруппировок являются количество видов, фиксирующих атмосферный азот, и количество слизиобразователей, влияющих на структурированность почв (рисунок 3).

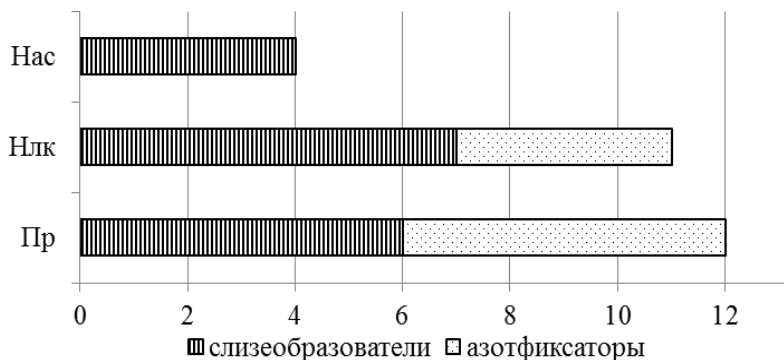


Рисунок 3 – Вклад слизиобразователей и азотфиксаторов в структуру цианогруппировок на различных стадиях лесовосстановления

По мере развития лесных культур на низкобалльных землях, выведенных из сельскохозяйственного производства, численность азотфиксирующих почвенных цианей резко снижается.

**Заключение.** Определен видовой состав и описана структура сообществ почвенных цианобактерий низкобалльных земель сельскохозяйственного назначения, переданных под лесные культуры. Показано обеднение цианосообществ по мере развития лесных культур и исчезновение из их состава азотфиксирующих представителей на стадии насаждения I класса возраста.

## Литература

- 1 Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств. Содержание и технология работ (Технический кодекс установившейся практики) / ТКП 302-2011 (03150). – Минск : Госкомимущество, 2011. – 137 с.
- 2 Мониторинг и использование земельных ресурсов : учебное пособие / С.Е. Головатый, С.В. Савченко, С.С. Позняк, О.В. Чистик. – Минск : МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2009. – 149 с.
- 3 Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь. – Минск : Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2006. – 288 с.
- 4 Бачура, Ю.М. Особенности восстановления альгогруппировок почв на кострищах / Ю.М. Бачура // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2008. – № 5 (50), Ч. 2. – С. 153–160.
- 5 Храмченкова, О.М. Особенности заселения почвенными водорослями отвалов фосфогипса / Ю.М. Бачура, О.М. Храмченкова, А.Г. Цуриков // Наука и инновации. – 2009. – № 11 (81). – С. 39–43.
- 6 Храмченкова, О.М. Почвенные водоросли некоторых антропогенно-нарушенных территорий / Ю.М. Бачура, О.М. Храмченкова // Экологический вестник. – 2010. – № 4 (14). – С. 21–28.
- 7 Храмченкова, О.М. Водоросли почв полигона твердых бытовых отходов и некоторых улиц г. Гомеля / Ю.М. Бачура, О.М. Храмченкова // Веснік Мазырскага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта імя І.П. Шамякіна. – 2011. – № 3 (32). – С. 3–9.
- 8 Храмченкова, О.М. Почвенные водоросли некоторых сосняков юго-восточной Беларуси / Ю.М. Бачура, О.М. Храмченкова : сб. науч. тр. ИЛ НАН Беларуси / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2012. – Вып. 72 : Проблемы лесоведения и лесоводства. – С. 517–526.
- 9 Храмченкова, О.М. Почвенные водоросли деградированных торфяников Гомельского района / Ю.М. Бачура, О.М. Храмченкова // Экологический вестник. – 2013. – № 4(26). – С.117–121.
- 10 Штина, Э.А. Экология почвенных водорослей / Э.А. Штина, М.М. Голлербах. – М. : Наука, 1976. – 143 с.
- 11 Алексахина, Т.И. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов / Т.И. Алексахина, Э.А. Штина. – М. : Наука, 1984. – 149 с.

- 12 Штина, Э.А. Альгологический мониторинг почв / Э.А. Штина, Г.М. Зенова, Н.А. Манучарова // Почвоведение. – 1998. – № 12. – С. 1449–1461.
- 13 Штина, Э.А. Реакция почвенных водорослей на антропогенные воздействия / Э.А. Штина, К.А. Некрасова // Проблемы антропогенного воздействия на окружающую среду : сб науч. тр. / Моск. гос. ун-т ; отв. ред. Н.И. Пьявченко. – М. : Наука, 1985. – С. 56–62.
- 14 Штина, Э.А. Заселение водорослями вулканических субстратов / Э.А. Штина, В.М. Андреева, Т.И. Кузьякина // Ботанический журнал. – 1990. – № 8. – С. 33–42.
- 15 Гайсина, Л.А., Фазлутдинова, А.И., Кабиров, Р.Р. Современные методы выделения и культивирования водорослей : учебное пособие [Текст] / Л.А. Гайсина, А.И. Фазлутдинова, Р.Р. Кабиров – Уфа : Изд-во БГПУ, 2008. – 152 с.
- 16 Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори) / редкол. : І.Ю. Костіков [та інш.]. – Київ : Фітосоціоцентр, 2001. – 300 с.
- 17 Komarek, J. Cyanoprokaryota. Teil : Chroococcales / J. Komarek, K. Anagnostidis. – Heidelberg-Berlin : Spektrum Akademischer Verlag, 2000. – 551 p.
- 18 Komarek, J. Cyanoprokaryota. Teil : Oscillatoriales / J. Komarek, K. Anagnostidis. – Munchen : Spektrum Akademischer Verlag is an imprint of Elsevier GmbH, 2005. – 759 p.
- 19 The on-line database of cyanobacterial genera [Electronic resource] / ed. Jiří Komárek, Tomáš Hauer. – Mode of access : <http://www.cyanodb.cz> – Date of access : 25.11.2013.
- 20 Кабиров, Р.Р. Выделение почвенных альгоценозов методом Браун-Бланке / Р.Р. Кабиров, Н.В. Суханова, Л.С. Хайбуллина ; Башк. гос. пед. ун-т. – Уфа, 1999. – 35 с. – Деп. в ВИНТИ 31.03.99, №1014-В99 // РЖ : 04. Биология. Сводный том. – 1999. – № 11. – 04В2.78ДЕП. – С. 7.
- 21 Database of information on algae that includes terrestrial, marine and freshwater organisms [Electronic resource] / ed. M.D. Guiry. –1996–2013. – Mode of access : <http://www.algaebase.org>. – Date of access : 15.09.2011.
22. Водоросли. Справочник / С.П. Вассер [и др.] ; под общей ред. С.П. Вассера. – Киев : Наук. думка, 1989. – 608 с.

Гомельский государственный  
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 04.06.2014