

**ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА АЛЬГОЦЕНОЗОВ ПОЧВ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ**

*В статье представлены результаты изучения таксономической и экологической структуры альгоценозов агрогенно измененных почв лесных питомников, расположенных в лесостепной зоне. Определено, что таксономическая организация альгофлоры почв лесных питомников формируется в соответствии с почвенно-экологическими условиями лесорастительной зоны, в которой они расположены.*

**Ключевые слова:** альгофлора, почва, лесные питомники, структура.

**S.L. Nekhodimova, N.V. Fomina**

**TAXONOMICAL AND ECOLOGICAL STRUCTURE OF THE SOILALGAL COENOSIS IN THE FOREST NURSERIES OF THE FOREST-STEPPE ZONE**

*The research results of the algal coenosis taxonomical and ecological structure of the agrogenerated soils in the forest nurseries located in the forest-steppe zone are presented in the article. It is defined that the taxonomical organization of algal flora soils in the forest nurseries is formed according to the soil and ecological conditions of the forest vegetation zone in which they are located.*

**Key words:** algal flora, soil, forest nurseries, structure.

**Введение.** Основная идея биотической концепции контроля окружающей среды опирается на оценку ее биологического состояния по шкале норма–патология [Разработка системы..., 2004]. При этом, как утверждают Л.В. Кондакова и ее соавторы [Принципы диагностики..., 2006], необходимо из разнообразных критериев вычленивать такой комплекс биологических показателей, который бы однозначно показывал, что определенные уровни воздействия обеспечивают их нормальное функционирование, другие же уровни закономерно приводят к патологическому состоянию.

Любые экосистемы имеют широкий спектр биологических форм, обладают высокой устойчивостью, поэтому возникает необходимость регистрировать, анализировать и прогнозировать их реакцию на различного рода воздействия [Эколого-аналитический мониторинг..., 2006]. Почвенные водоросли чувствительны даже к незначительным изменениям экологических почвенных условий, что широко используется для их биодиагностики. Они участвуют в биологической жизни почв, способствуют созданию почвенного плодородия за счет накопления в почве химических элементов, являются ценнейшими биоиндикаторами экологической трансформации физико-химического состава почвенного покрова [Алексахина, Штина, 1984; Кабиров, 1990]. Наиболее ярко индикаторная роль почвенных водорослей проявляется при интенсивном воздействии на почву, например, в постпирогенных биотопах [Чумачева, 2003], при техногенном воздействии [Кабиров, 1993; Суханова, Зайцев, Кулагин, 2002] или воздействии различных отходов [Кабиров, Шилова, 1990].

Изучение альгофлоры агрогенно преобразованных почв лесных питомников на сегодняшний день является необходимым условием для формирования целостного представления об изменении уровня их плодородия. Таксономический состав и экологическая структура альгосинузид агропочв лесных питомников, расположенных в разных природных зонах Красноярского края, до сих пор не установлена. Индикационная значимость почвенных водорослей является недостающим звеном для получения комплексной информации по их эколого-биологическому состоянию.

**Цель исследований.** Выявить таксономическую и экологическую организацию альгогруппировок агрогенно преобразованных почв лесных питомников, расположенных в лесостепной зоне.

**Объекты и методы исследований.** Смешанные образцы почв для альгологического анализа были отобраны с опытных полей с посевами сеянцев хвойных из 3 лесопитомников, расположенных в зоне Канской (Уярский район) и Красноярской лесостепи (Большемуртинский и Сухобузимский районы) в соответствии со стандартными методами. Почвенные исследования проводились в период с 2010 по 2013 г. Опытные поля были размером 10x10 м, отбор и подготовка образцов для исследований проводились путем их усреднения из 10 исходных проб, взятых в слое 0–10 см.

Ценотический и видовой состав изучался в почвенных культурах со стеклами обрастания (просмотр проводился в течение 6 месяцев) и культуральным методом на питательных средах [Голлербах, 1969; Штина, 1976; Кузяхметов, Дубовик, 2001].

*Большемуртинский лесопитомник* расположен на территории Большемуртинского района, имеет длительный срок эксплуатации, площадь 3–8 га. Выращиваемые породы сосна, кедр, ель. Характеризуется менее низкими зимними температурами, удаленность от крупных рек обуславливает некоторую засушливость климата, что в совокупности с большей испаряемостью дает периодически промывной тип водного режима ( $KU > 1$ ). В весенне-летней период коэффициент увлажнения в данном районе близок к енисейскому (0,64–0,73). Почва агротемногумусовая легкоглинистая. Содержание гумуса в поверхностном слое 6–7 %, рН=6,0. Обеспеченность по гумусу очень хорошая, кальцием и калием – хорошая, магнием и подвижным фосфором – средняя.

*Сухобузимский лесопитомник* (93 °в.д.; 56° с.ш.) находится в зоне травяных лесов с островами лесостепи. Агроклиматические условия умеренно прохладные и избыточно увлажненные, средняя температура января -20...-22 °С, июля +18°С; почва – тяжелые суглинки (агротемносерая), обеспеченность по гумусу и подвижному фосфору высокая, калием – повышенная,  $pH_{\text{водн}}=6,7$ .

*Уярский лесной питомник* площадью 8 га действует более 30 лет. Здесь выращиваются сосна, кедр, ель. Малоснежность зим здесь несколько компенсируется более высокими температурными показателями. Непромывной и периодически промывной водный режим, теплое лето способствуют интенсивному гумусонакоплению. Так же, как и Сухобузимский лесопитомник, Уярский находится в зоне травяных лесов с островами лесостепи.

Почва – типичный глинисто-иллювиальный агрочернозем, которая сформирована на делювиально-аллювиально глинистых отложениях. Установлено высокое содержание в почве гумуса, кальция, магния, фосфора, хорошее – калия, низкое – подвижного азота.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Анализ альгофлоры и цианобактерий агропочв лесных питомников, расположенных в лесостепной зоне, позволил выявить в среднем 53 вида: *Cyanobacteria* – 14, *Chlorophyta* – 28, *Bacillariophyceae* – 8, *Xanthophyceae* – 2, *Eustigmatophyceae* – 1 вид (табл.).

Среди представителей цианобактериального сообщества в разные периоды вегетации сеянцев хвойных в почве активно развиваются виды *Nostoc*, *Cylindrospermum*, *Phormidium*, *Oscillatoria*, *Leptolyngbya*.

В сообществе зеленых водорослей (отдел *Chlorophyta*) основную роль играют представители родов *Klebsormidium*, *Chlorococcum*, *Chlamydomonas*, *Chlorella*. Диатомовые же водоросли представлены лишь родами *Pinnularia*, *Navicula*, *Hantzschia*, *Nitzschia*, при этом в последнем обнаружено большее количество видов.

#### Таксономический состав водорослей почв лесных питомников, расположенных в лесостепной зоне

Отдел водорослей	Лесопитомник		
	Большемуртинский	Уярский	Сухобузимский
	Кол-во видов		
<i>Cyanophyta</i>	15	20	8
<i>Chlorophyta</i>	24	31	28
<i>Bacillariophyta</i>	8	6	10
<i>Xanthophyta</i>	2	3	1
<i>Euglenophyta</i>	1	1	1
Итого	50	61	48

Анализируя общую структуру цианобактериально-водорослевых сообществ (ЦБВС) агропочв лесных питомников, мы установили, что большим видовым разнообразием характеризуется отдел зеленых водорослей (24–31 вид), причем из них как часто встречающиеся виды *Klebsormidium flaccidum*, *Chlorococcum Chlorococcum infusionum*, *Ch. lobatum*, *Chlamydomonas sp.* (особенно часто *Ch. aggregate* и *Ch. chlorococcoides*), *Chlorosarcinopsis sp.* (наиболее часто *Ch. gelatinosa*) и *Chlorella sp.*(*Chlorella vulgaris*). В качестве редких обнаружен вид-космополит *Bracteacoccus minor*.

Цианобактерии характеризовались средним видовым разнообразием 8, 15 и 20 видов соответственно для почвы Сухобузимского, Большемуртинского и Уярского питомников (табл.). Наиболее распространенны

ми среди них были *Leptolyngbya foveolarum*, *L. voronichiniana*, *Nostoc punctiforme.*, *Cylindrospermum sp.*, *Calothrix sp.*, *Anabaena sibirica*, *Nostoc linckia*.

Незначительное количество видов было определено среди желто-зеленых водорослей. В их состав входили лишь виды *Xanthonema cf. exile* и *Botrydiopsis sp.*, а эустигматофитовые водоросли были представлены только видом *Eustigmatos magnus*.

Исследования показали, что почва (агрочернозем) Уярского лесопитомника характеризуется большим видовым разнообразием и частотой встречаемости эукариотических водорослей и цианобактерий по сравнению с агротемносерой и агросерой почвой Сухобузимского и Большемуртинского лесопитомников. Одноклеточные и нитчатые зеленые, диатомовые и желто-зеленые водоросли, характерные для лесных экосистем, сочетались здесь со степными видами-ксерофитами рода *Phormidium* и *Nostoc*.

В целом в агропочвах лесных питомников лесостепной зоны первые места занимают представители порядков *Chlorococcales*, *Heterococcales*, *Oscillatoriales*, а основная часть спектра приходится на порядки *Chlorococcales*, *Heterococcales*, *Oscillatoriales* и *Nostocales*.

Р.Р. Кабириным было установлено, что при сильном агрогенном воздействии или в период неблагоприятных климатических факторов происходит уменьшение содержания в почве азотфиксирующих гетероцитных водорослей (CF- и PF-форм), при этом преимущественное развитие получают хорошо приспособленные к перенесению неблагоприятных условий ксерофитные виды из числа осцилляториевых (виды *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Plectonema*) [Кабиров, 1993].

Изучение жизненных форм альгофлоры агропочв лесных питомников показало, что в Уярском лесопитомнике доминирует С-форма в основном за счет большого количества представителей рода *Cylindrospermum*, *Nostoc*, *Anabaena*, тогда как в почве Большемуртинского и Сухобузимского лесопитомников, наоборот, преобладает Р-форма за счет представителей рода *Phormidium*, *Oscillatoria*, *Lyngbya* и *Plectonema sp.sp.* Общая же экологическая структура альгобиоценоза агропочв лесных питомников, расположенных в лесостепной зоне, имеет следующий вид: *СРChBX*. При этом жизненные формы расположились таким образом по убыванию числа видов. После изучения таксономической и экологической структуры альгофлоры достаточно четко прослеживаются зональные особенности в распределении видов водорослей под сеянцами хвойных культур в лесопитомниках.

## Выводы

1. Характерной особенностью пространственного распределения водорослей в почве лесных питомников в результате агрогенного воздействия является общее доминирование представителей отдела *Chlorophyta*, а также довольно значительное участие в экологической структуре представителей *Cyanoprocarota*, особенно за счет родов *Cylindrospermum sp.* (Уярский питомник) и *Nostoc sp.* (Большемуртинский питомник).

2. Проведенный эколого-таксономический анализ агропочв лесных питомников лесостепной зоны Красноярского края выявил доминирование эдафотрофных водорослей и определил жизненные формы С-, Р-, Ch-, В-форм.

3. Таксономическая организация альгофлоры почв лесных питомников формируется в соответствии с почвенно-экологическими условиями лесорастительной зоны, но наряду с зональными особенностями цианобактериально-водорослевое сообщество сохраняет и биотические особенности, характерные для определенного типа почвы.

## Литература

1. Алексахина Т.И., Штина Э.А. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. – М.: Наука, 1984. – 149 с.
2. Разработка системы биоиндикаторов для целей экологического мониторинга / Т.Я. Ашихмина, Н.М. Алапыкина, Л.В. Кондакова [и др.] // Вестн. ВятГГУ. – 2004. – № 10. – С. 75–80.
3. Эколого-аналитический мониторинг антропогенно нарушенных почв / Т.Я. Ашихмина, Л.И. Домрачева, Л.В. Кондакова [и др.] // Вестн. ВятГГУ. – 2006. – № 4. – С. 153–169.
4. Голлербах М.М., Штина Э.А. Почвенные водоросли. – Л.: Наука, 1969. – 228 с.
5. Кабири Р.Р., Шилова И.И. Почвенные водоросли свалок и полигонов твердых бытовых отходов в условиях крупного промышленного города // Экология. – 1990. – № 5. – С. 10–18.
6. Кабири Р.Р. Альгоиндикация с использованием почвенных водорослей (методологические аспекты) // Альгология. – 1993. – Т. 3. – С. 73–85.

7. Принципы диагностики состояния почвы с использованием количественных характеристик альго-микологических комплексов / Л.В. Кондакова [и др.] // Вестн. Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН. – 2006. – № 6. – С. 12–15.
8. Кузяхметов Г.Г., Дубовик И.Е. Методы изучения почвенных водорослей: учеб. пособие. – Уфа, 2001. – 58 с.
9. Суханова Н.В., Зайцев Г.А., Кулагин А.Ю. Вертикальное распределение почвенных водорослей в насаждениях сосны обыкновенной и лиственницы Сукачева в условиях нефтехимического загрязнения // Лесоведение. – 2002. – № 1. – С. 13–16.
10. Чумачева Н.М. Сукцессии почвенных водорослей постпирогенных биотопов лесных фитоценозов: дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2003. – 176 с.
11. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. – М.: Наука, 1976. – 143 с.



УДК 630.182(574.64)

В.М. Урусов, Л.И. Варченко

### К ТЕКТОНИКЕ КУРИЛ И САХАЛИНА КАК ФАКТОРУ ОБРАЗОВАНИЯ ЛАНДШАФТОВ

*В статье приведены особенности тектоники Курил и Сахалина в сопоставлении с тектоникой соседних субрегионов. Подчёркнута ротация Больших Курил, где погружения и воздымания суши чередуются так же, как и на Сахалине и северо-востоке Хоккайдо. На Малых Курилах выражены только подводные террасы, что связано с однонаправленным погружением хребта Витязь, ускорившемся в голоцене.*

**Ключевые слова:** ротация тектоники, Курилы, Сахалин, береговые субальпы, миоцен, сабина Саржента, сниженные альпийцы, эоценовый и плиоплейстоценовый эндемизм.

V.M. Urusov, L.I. Varchenko

### TO THE TECTONICS OF KURILEISLANDS AND SAKHALIN AS THE LANDSCAPE FORMATION FACTOR

*The peculiarities of Kurile Islands and Sakhalin tectonics in comparison with the neighboring sub-region tectonics are presented in the article. The rotation of Big Kurile Islands where the land immersions and uplifts alternate the same way as on Sakhalin and the Hokkaido northeast is emphasized. Only underwater terraces are expressed on Small Kurile Islands that is connected with the Vityaz ridge unidirectional immersion, accelerated in the Holocene.*

**Key words:** tectonics rotation, Kuriles, Sakhalin, coastal sub-Alps, Miocene, Sabina sargentii, abased alpine plants, Eocene and Plio-Pleistocene endemism.

---

**Введение.** Террасирование Больших Курил и Сахалина привлекало внимание геологов и географов на протяжении более чем века и достаточно подробно описано в работах В.К. Грабкова [4], выделившего 7 уровней (2–3, 5–7, 5–20, 30–40, 60–80, 120–150 и 200–350 м над ур. м.) и А.П. Кулакова [8], который оперирует низкими 3–5- и 20–25-метровыми террасами, средневысокими (30–40, 50–60 и 80–120 м) и высокими 200–250-метровыми террасами. Это террасы суши, но лестницы курильских террас типично надводные и подводные, как и террасы Сахалина. И только на Малых Курилах, погрузившихся примерно на 1 км уже в голоцене вместе со всем вмещающим их хребтом Витязь [11], надводные террасы не выражены.

По данным А.П. Кулакова [8], на Больших Курилах прослеживаются подводные террасы до глубины 1100 м и надводные на высотах до 200–250 м над ур. м., что доказывает как неравномерность погружения востока Азии, так и её обусловленность особенностями прогибания лож окраинных морей, разумеется, морей вторичных и имеющих геологический возраст до 100 млн лет [2].

**Цель исследований.** Установление причин заселения субальпийскими стланиками – почвообразователями нижних высотных уровней Сахалина и Больших Курил. Установление высотной локализации самого богатого биологического разнообразия (БР) на Сахалине и Больших Курилах. Определение