

## ЭКОЛОГИЯ

УДК 630\*182.23

Н.В. Бурова

### ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКОТОННЫХ ЗОН В ЕЛЬНИКАХ ЧЕРНИЧНЫХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

*В статье приведены результаты исследования экотонных сообществ в лесо-луговой зоне ельников черничных. Выявлены особенности изменения освещенности, температуры почвы, состава и структуры экотонных комплексов на границе леса и луга.*

**Ключевые слова:** экотон, опушечный эффект, экологические факторы, ельники черничные.

N.V. Burova

### ECOLOGICAL AND PHYTOCENOTIC PECULIARITIES OF THE ECOTONE ZONES IN THE ARKHANGELSK REGION BILBERRY FIR GROVES

*The research results of the ecotone communities in the bilberry fir grove forest-meadow zone are given in the article. The peculiarities of change of light exposure, soil temperature, ecotone complex composition and structure on the forest and meadow border are revealed.*

**Key words:** ecotone, edge effect, ecological factors, bilberry fir groves.

В настоящее время активно развивается концепция экотонных [1]. Экотон представляет собой переходную зону между двумя соседними экосистемами [2, 3]. Экотонное сообщество будет значительно отличаться по условиям среды и видовому составу от обоих граничащих сообществ.

Зона контакта, или зона «напряжения», двух фитоценозов может иметь значительную линейную протяженность [4]. Сообщества экотона содержат обычно многие виды из контактируемых сообществ и, кроме того, виды, характерные только для экотона. Часто число видов и плотность популяций некоторых из них в экотоне выше, чем в соседних сообществах. Краевые воздействия (эффекты) примыкающих друг к другу сообществ известны под названием краевого (экотонного, опушечного, пограничного) эффекта [4–8]. Специфическими в эколого-ценотическом отношении природными объектами являются лесо-луговые экотонные комплексы.

**Цель и задачи исследования.** Цель: изучение экологических и фитоценологических особенностей лесо-луговых экотонных комплексов в условиях таежной зоны.

**Задачи:**

- 1) исследовать особенности изменения освещенности и температуры почвы в экотонной зоне;
- 2) проанализировать состояние живого напочвенного покрова на границе леса и луга;
- 3) выявить видовой состав лесо-луговых экотонных комплексов.

**Методы исследования.** Для выявления экологических и фитоценологических особенностей в экотонной зоне ельников черничных в условиях северной подзоны тайги Архангельской области перпендикулярно опушке леса закладывались трансекты по направлению от лесного сообщества к луговому, состоящие из 15 учетных площадок 2×2 м, удаленных друг от друга на 3 м. Одна учетная площадка находилась непосредственно на границе лес (опушка), 10 учетных площадок в лесу и 4 учетные площадки на лугу. Для уточнения видового состава и экологических условий было заложено 5 трансект, включающих 75 учетных площадок.

На каждой учетной площадке одновременно выполнялись замеры освещенности у поверхности почвы люксметром в 10-кратной повторности и температуры почвы термометром метеорологическим стеклянным ТМ10 на глубине 5 см.

На каждой учетной площадке глазомерно определялись общее проективное покрытие травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов, видовой состав живого напочвенного покрова. Для каждого вида отмечали проективное покрытие и обилие по шкале О. Друде.

**Результаты исследования.** Для исследованных экотонных участков на границе ельника черничного и суходольного луга выявлены различия некоторых экологических факторов. В направлении луг – лес четко прослеживается тенденция уменьшения освещенности. Максимальное количество света (9841,3 лк) получает учетная площадка, расположенная на лугу на расстоянии 20 м от стенки леса. В направлении леса освещенность снижается от 9841,3 до 3167,0 лк на границе леса и луга, т.е. в пять раз. Условия освещения в лесу относительно равномерны и не превышают 2000 лк (рис. 1).

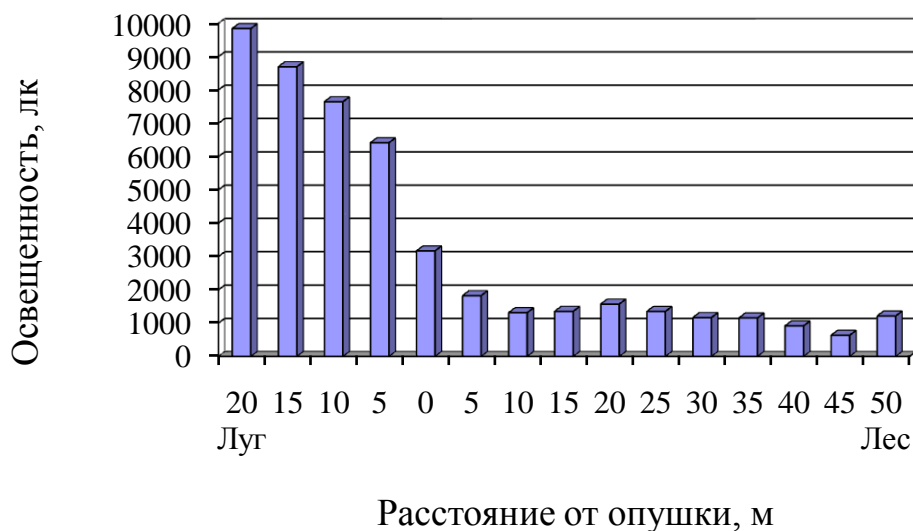


Рис. 1. Освещенность в лесо-луговой экотонной зоне

Температура почвы также снижается в направлении от луга (11,2°C) к лесу (10,3°C). На лесных участках температура почвы несколько ниже 10°C (рис. 2). Исключение составляет лишь участок на расстоянии 15 м от стенки леса, на котором отмечается некоторое повышение температуры почвы (10,3°C), что может быть связано с наличием «окна» в пологе древостоя и более сильным прогревом почвы.

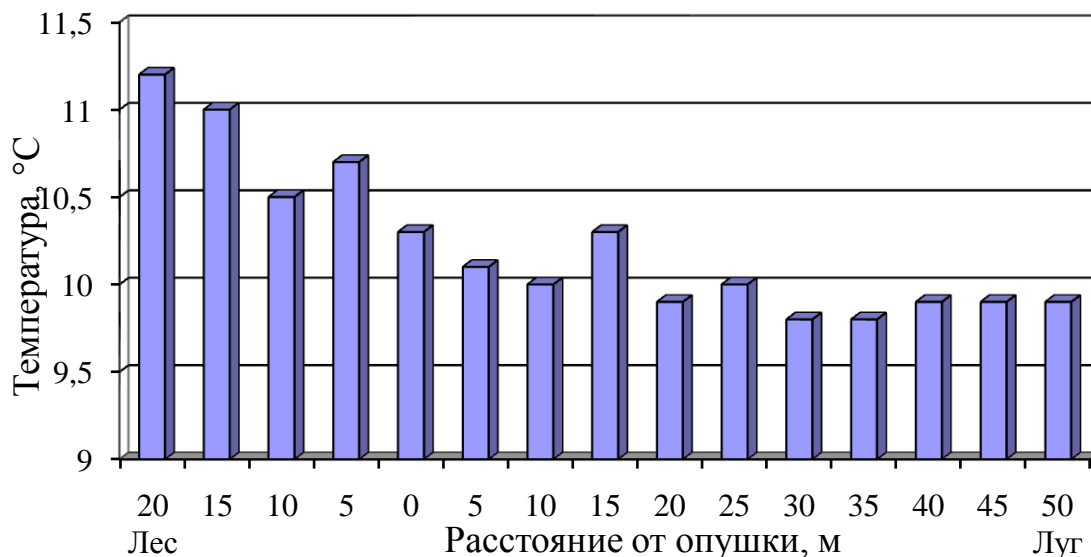


Рис. 2. Температура почвы в лесо-луговой экотонной зоне

Выявлена зависимость температуры почвы от количества света, поступающего на данную территорию (рис. 3). Данные корреляционного анализа свидетельствуют о наличии тесной положительной связи между освещенностью и температурой почвы в экотонной лесо-луговой зоне. Коэффициент корреляции ( $r$ )

составил 0,946, корреляционное отношение ( $\eta$ ) – 0,954, так как разность квадратов  $\eta$  и  $\gamma$  не превышает 0,1, то связь имеет прямолинейную форму.

В лесу при сходных условиях освещенности температура почвы также близка по своим значениям (9,8–10,3°C). На опушке освещенность увеличивается и вместе с ней повышается и температура почвы. На площадках, заложенных на лугу, освещенность резко возрастает, почвы прогреваются до 10,5–11,2°C. Максимальная температура почвы зафиксирована на расстоянии 20 м от стенки леса (11,2°C).

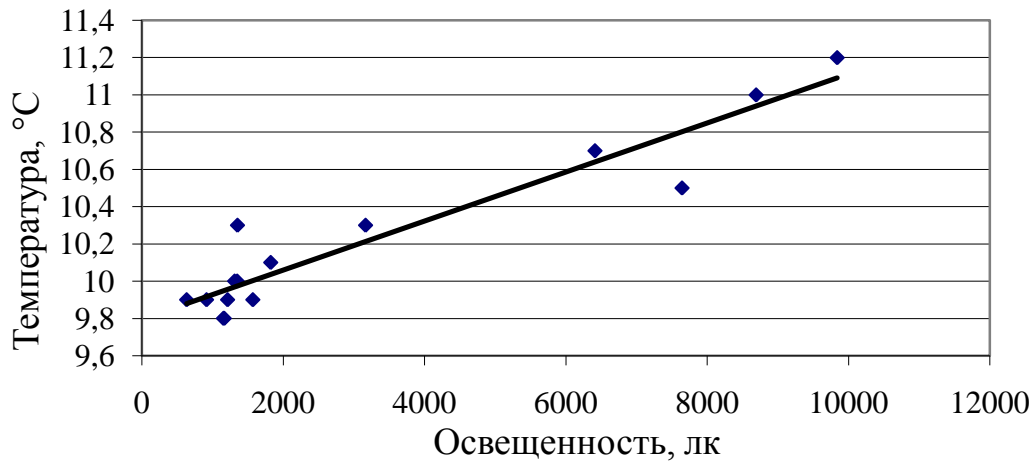


Рис. 3. Зависимость температуры почвы от освещенности в лесо-луговой экотонной зоне

Эти факторы оказывают огромное влияние на структуру фитоценозов и способствуют образованию совершенно разных флористических сообществ на открытой местности и в лесу. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса на лугу составило 96–99%. По мере приближения к стенке леса этот показатель уменьшается, вероятно, в связи с понижением уровня освещенности (рис. 4). При этом в составе напочвенного покрова появляется мохово-лишайниковый ярус. На опушке общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса соответствует 78%. На лесных участках проективное покрытие данного яруса колеблется от 67 до 47%. При этом диапазон колебаний анализируемого показателя в лесу значительно выше (20%), чем на лугу (3%), что может быть связано с большей мозаичностью экологических условий и влиянием эдификатора на лесных участках.

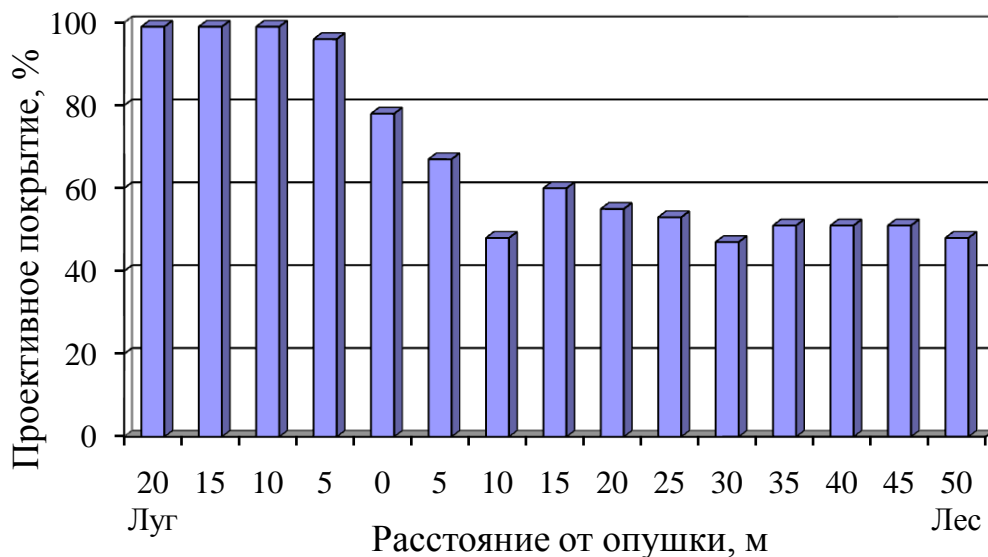


Рис. 4. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса в лесо-луговой экотонной зоне

Травяно-кустарничковый ярус лесо-лугового экотонного комплекса ельников черничных представлен 33 видами. Для опушек характерен краевой, или экотонный эффект, заключающийся в повышении видового разнообразия в зоне перехода одного сообщества в другое. Однако самое высокое видовое богатство отмечено на лугу, а по мере приближении к стенке леса количество видов уменьшается. Следовательно, в опушечных комплексах ельников черничных экотонный эффект выражен слабо, что соответствует данным других исследований [8]. Это может быть обусловлено особенностями эколого-ценотических условий темнохвойных сообществ, в которых хорошо выражена роль эдификатора.

В зависимости от их приуроченности к условиям местообитания в опушечной зон все виды можно разделить на несколько групп:

- *растения, встречающиеся только на лугу*: манжетка (*Alchemilla* sp.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), вероника дубравная (*Veronica chamaedrys*), вероника лекарственная (*V. officinalis*), горошек мышиный (*Vicia cracca*), горошек заборный (*V. sepium*), колосок душистый обыкновенный (*Anthoxanthum odoratum*), дудник лесной (*Angelica sylvestris*), погребок узколистый (*Rhinanthus angustifolium*), тимopheевка луговая (*Phleum pratense*), клевер луговой (*Trifolium pratense*), василисник простой (*Thalictrum simplex*);

- *растения, встречающиеся только в лесу*: золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea*), щитовник игольчатый (*Dryopteris carthusiana*), линнея северная (*Linnaea borealis*), плаун годичный (*Lycopodium annotinum*);

- *растения, встречающиеся только на опушке*: вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*);

- *растения, встречающиеся на опушке и в лесу*: брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), седмичник европейский (*Trientalis europaea*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), земляника лесная (*Fragaria vesca*), грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia*), хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum*), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*);

- *растения, встречающиеся на опушке и на лугу*: герань лесная (*Geranium sylvaticum*), подмаренник северный (*Galium boreale*), щучка дернистая (*Deschampsia cespitosa*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*);

- *растения, встречающиеся и в лесу, и на лугу*: бодяк разнолистный (*Cirsium heterophyllum*), хвощ луговой (*Equisetum pratense*), осока (*Carex* sp.), таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria*), черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris*).

Для некоторых видов растений отмечено увеличение проективного покрытия на опушке, например, брусника, осока.

Исходя из полученных данных, можно судить о гетерогенности видового состава и наличии краевого эффекта в опушечной зоне ельников черничных. Опушка леса содержит виды растений из обоих контактируемых сообществ, а также виды, свойственные только ей.

### Выводы

Показатели освещенности и температуры почвы в лесо-луговой экотонной зоне зависят от расстояния от границы лес – луг.

Экотонные комплексы на границе леса и луга являются специфичным типом экосистем со своеобразным составом и структурой, что связано с достаточно резкой сменой экологических факторов на относительно небольшом по протяженности участке растительного покрова.

Лесо-луговой экотонный комплекс характеризуется неоднородной структурой и выраженным разделением его эколого-ценотического пространства на отдельные составляющие – лесную, опушечную и луговую компоненты.

Структурная и флористическая гетерогенность лесо-луговых экотонных комплексов обусловлена разнообразием местообитаний, связанных с выраженной сменой действия экологических факторов на сравнительно небольшом по протяженности участке.

### Литература

1. Сырова В.В. Эколого-ценотическая структура напочвенного покрова лесо-луговых экотонных комплексов в условиях Нижегородского Поволжья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Нижний Новгород, 2007. – 24 с.
2. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Толковый словарь современной фитоценологии. – М.: Наука, 1983. – 184 с.

3. Кучерова С.В., Миркин Б.М. О методах описания опушечных экотонов // Экология. – 2001. – №5. – С.339–340.
4. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 744 с.
5. Рифлекс Р. Основы общей экологии. – М.: Мир, 1979. – 424 с.
6. Радкевич В.А. Экология. – М.: Высш. шк., 1998. – 159 с.
7. Тарханов В.М. Опушечный эффект в равнинных лесных экосистемах юга Российского Дальнего Востока: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 1998. – 26 с.
8. Сырова В.В. Экотонный эффект лесных опушек в различных природных комплексах Нижегородской области // Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы. – Казань, 2006. – С.260–261.



УДК 581.9 (1-924.85)

С.В. Рябовол, Е.М. Антипова

### ПОЯСНО-ЗОНАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ УРБАНОФЛОРЫ г. КРАСНОЯРСКА (СРЕДНЯЯ СИБИРЬ, КРАСНОЯРСКАЯ ЛЕСОСТЕПЬ)\*

Представлены результаты изучения роли различных поясно-зональных элементов, участвующих в сложении флоры г. Красноярск. По ведущим эколого-географическим группам выявляется лесостепной характер урбанофлоры г. Красноярск, что соответствует зонально-климатическим условиям.

**Ключевые слова:** лесостепные экосистемы, урбанофлора, поясно-зональная структура, г. Красноярск, Красноярская лесостепь, Средняя Сибирь.

S.V. Ryabovol, E.M. Antipova

### THE KRASNOYARSK CITY URBANFLORA AREAL ELEMENTS (CENTRAL SIBERIA, KRASNOYARSK FOREST-STEPPE)

The research results of different zone and areal elements which make the Krasnoyarsk city flora are given. The forest-steppe character of the Krasnoyarsk city urbanflora is revealed according to the ecological and geographical groups and that corresponds to zone and climatic conditions.

**Key words:** forest-steppe ecosystems, urbanflora, zone and areal structure, Krasnoyarsk city, Krasnoyarsk forest-steppe, Central Siberia.

**Введение.** В связи с тяжелой экономической ситуацией в последнее десятилетие особенно актуально стало изучение флоры городов, не требующее больших финансовых затрат. Кроме того, городская флора отражает наиболее концентрированную форму воздействия человека на природные ландшафты.

Цель данной статьи – отразить результаты изучения роли различных поясно-зональных элементов, участвующих в сложении урбанофлоры, поскольку это позволяет оценить флору с позиций соответствия ее состава современным климатическим и орографическим условиям.

Город Красноярск (56° 04' с.ш. и 92° 45' в.д.) – административный центр Красноярского края, расположен на южной окраине Красноярской лесостепи, раскинувшись на восьми надпойменных террасах р. Енисей по обоим берегам в среднем течении. В геологическом строении территории принимают участие докембрийские, палеозойские, мезозойские и кайнозойские образования.

Климат города резко континентальный, низкой степени суровости с холодной продолжительной зимой, коротким жарким летом, быстрой сменой сезонов года и значительными амплитудами температур. Средняя температура января – минус 17,4°С, июля – плюс 19,1°С, средняя годовая температура – плюс 0,9°С. Годовое количество осадков (349 мм) довольно резко распределяется между основными сезонами: осадки теплого периода составляют 198 мм, холодного – 151 мм. Кроме естественных процессов, большое влияние на

\* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 11-04-98100 р-сибирь-а.

климат города оказывают антропогенные факторы, обуславливая микроклиматические различия внутри самого города.

Основными типами почв являются выщелоченные и обыкновенные черноземы, серые лесные и дерново-подзолистые почвы.

Гидрографическая сеть г. Красноярска представлена р. Енисей и ее главными притоками – р. Базаиха, Кача и Березовка.

Характер растительного покрова г. Красноярска обусловлен расположением вблизи границ лесостепного и горнотаежного природных комплексов и антропогенным воздействием. Естественная растительность города представлена лесными, степными, луговыми, кустарниковыми, водными сообществами и болотами.

**Методы и материалы исследования.** В качестве основного метода исследования городской флоры нами был выбран метод модельных выделов урбанизированного ландшафта (Игнатьева, 1990; Ильминских, 1989, 1994; Хмелев, Березуцкий, 2001 и др.) в сочетании с традиционным маршрутным методом, с учетом всего разнообразия местообитаний. На территории города изучено 26 модельных выделов, в качестве которых нами принимались участки 250 x 250 м в зонах старой и новой застройки. В дополнение к основному методу исследования применялся традиционный маршрутный метод. Для полноты выявления видового состава полевые исследования проводились не менее трех раз в разные годы и разные периоды вегетационного сезона (Толмачев, 1931). Во время полевых работ было собрано более 7000 гербарных листов, сделано 174 геоботанических описания. При анализе флоры использовались методики, характерные для подобного типа флористических работ.

В результате полной инвентаризации флоры г. Красноярска выявлено 1011 видов сосудистых растений, принадлежащих к 412 родам и 103 семействам.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Необходимым условием для понимания исторической основы флоры и ее генезиса является изучение роли различных поясно-зональных групп, участвующих в сложении флоры. Приемы эколого-географического анализа нашли широкое применение в работах при изучении региональных флор (Малышев, 1965; Положий, 1965; Юрцев, 1968; Красноборов, 1976; Куминова, 1976; Малышев, Пешкова, 1984; Тупицына, 1985; Антипова, 1989; Степанов, 1994, 2006 и др.). Поэтому целью нашей работы явилось выявление основных закономерностей структуры флоры г. Красноярска на основе детального анализа поясно-зональных элементов.

На основе общих принципов географического распространения все виды распределены на монтанные (горные) и равнинные. В свою очередь, среди них в зависимости от поясно-зональной приуроченности выделено 9 поясно-зональных групп (табл.).

Монтанные виды – общепоясная горная группа с флорогенетически неоднородными элементами. Такие виды распространены преимущественно в пределах горных систем, как в высокогорьях, так и в нижних поясах гор. Некоторые из них спускаются в прилежащие к горам равнинные районы, но наибольшую активность эти виды проявляют в горах и большая часть их ареала охватывает горные системы (Антипова, 1989). В зависимости от характера географического распространения видов выделены:

- альпийские – типично высокогорные виды (*Taraxacum ceratophorum*, *Lloydia serotina*, *Juncus alpinoarticulatus*).

- монтанно-лесные – виды, распространенные в горно-таежном поясе и заходящие в высокогорный (*Atragene sibirica*, *Salix caprea*, *Allium schoenoprasum* и др.).

- монтанно-степные – виды, которые представлены в поясе горных степей и заходящие в высокогорья (*Ephedra monosperma*, *Phlox sibirica*, *Allium vodopjanovae* и др.).

Равнинные виды охватывают, главным образом, равнинные пространства, хотя нередко проникают и в горы. Среди них:

- бореальная группа – включает виды, широко распространенные в различных растительных сообществах лесной зоны Голарктики (*Betula pubescens*, *Sanguisorba officinalis*, *Calamagrostis obtusata* и др.).

- лесостепная группа – объединяет виды, значительная часть ареала которых расположена в лесостепной зоне Европы и Азии (*Asparagus officinalis*, *Phlomis tuberosa*, *Iris ruthenica* и др.).

- неморальная группа – виды, пережившие оптимум своего развития в доледниковое время в широколиственных и хвойно-широколиственных лесах и сохранившиеся к настоящему времени в составе обедненных, территориально ограниченных комплексов (Степанов, 2006) (*Viola patrinii*, *Cardamine impatiens* и др.).

- степная группа – состоит из видов, приуроченных к степной зоне (*Heteropappus altaicus*, *Artemisia glauca*, *Linum perenne* и др.).

- полизональная группа – содержит виды, распространенные в нескольких зонах растительности и обладающие широкими ареалами (*Utricularia vulgaris*, *Vicia cracca*, *Sonchus oleraceus* и др.).

• адвентивная группа – включает виды, чуждые по своему происхождению местной флоре, занесенные из более или менее отдаленных стран в историческое время человеком (Гроссгейм, 1936) (*Lactuca serriola*, *Centaurea cyanus*, *Hordeum jubatum* и др.).

Структура поясно-зональных групп изучаемой флоры отражена в таблице.

Полученные данные демонстрируют преобладание во флоре г. Красноярск равнинных видов (90,2 %) над монтанными (9,8 % от всей флоры), присутствие которых обусловлено близостью отрогов Восточного Саяна и в целом бугристым микро- и мезорельефом.

Большая часть флоры г. Красноярск представлена группами, входящими в степной комплекс (41,6 %) (Малышев, Пешкова, 1984). Наиболее представительной является группа лесостепных видов (19,5 %), что соответствует зонально-климатическим условиям. Значительное участие группы степных видов (14,2 %) обусловлено расположением города в подрайоне настоящих степей Красноярской лесостепи (Черепнин, 1953).

Группы лесного комплекса составляют 25,7 % от общего состава флоры. Среди них преобладают виды бореальной группы (19,7 %), значительна для городской флоры доля видов неморальной группы (4,4 %).

Характерной особенностью флоры является присутствие в ее составе большой группы полизональных (18,2 %) и адвентивных видов (14,2 % от всей флоры).

### Вывод

В формировании урбанофлоры г. Красноярск определяющим является фактор зональности растительного покрова. Флора г. Красноярск сформирована элементами бореальных степных (41,6 %) и лесных (25,7 %) флор Евразии, при влиянии монтанных (9,8 %) и неморальных (4,4 %), с активным участием полизональных (18,2 %) и адвентивных (14,2 %) видов.

### Литература

1. Антипова Е.М. Флора Восточного (Ирша-Бородинского) участка зоны КАТЕКа: дис. ...канд. биол. наук. – Новосибирск, 1989. – 263 с.
2. Гроссгейм А.А. Анализ флоры Кавказа. – Баку, 1936. – 257 с.
3. Игнатъева М.Е. Рабочее совещание «Изучение флоры городов» // Бот. журн. 1990. – Т. 75. – № 9. – С. 1335–1337.
4. Ильминских Н.Г. Экологические и флористические градиенты в урбанизированном ландшафте // Проблемы изучения синантропной флоры СССР: тез. Всесоюз. совещ. – М., 1989. – С. 3–5.
5. Ильминских Н.Г., Шмидт В.М. Специфика городской флоры и ее место в системе других флор // Актуальные проблемы сравнительного изучения флор. – СПб.: Наука, 1994. – С. 261–269.
6. Красноборов И.М. Высокогорная флора Западного Саяна. – Новосибирск: Наука, 1976. – 378 с.
7. Куминова А.В. Растительный покров Хакасии. – Новосибирск: Наука, 1976. – 422 с.
8. Малышев Л.И. Высокогорная флора Восточного Саяна. – М.; Л.: Наука, 1965. – 367 с.
9. Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). – Новосибирск: Наука, 1984. – 265 с.
10. Положий А.В. Эколого-географический анализ семейства бобовых во флоре Средней Сибири // Уч. зап. Том. ун-та. – Томск, 1965. – С. 39–48.
11. Степанов Н.В. Флорогенетический анализ (на примере северо-восточной части Западного Саяна). – Ч. 1. – Красноярск: Изд-во КГУ, 1994. – С. 28–81.
12. Степанов Н.В. Флора северо-востока Западного Саяна и острова Отдыха на Енисее (г. Красноярск). – Красноярск: Изд-во КГУ, 2006. – 170 с.
13. Тупицына Н.Н. Флора Березовского участка КАТЭКа (Шарыповский район Красноярского края): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 1985. – 14 с.
14. Хмелев К.Ф., Березуцкий М.А. Состояние и тенденции развития флоры антропогенно-трансформированных экосистем // Журн. общ. биол. – 2001. – Т. 62. – № 4. – С. 339–351.
15. Черепнин Л.М. Флора и растительность южной части Красноярского края: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Л.: БИН АН СССР, 1953. – 28 с.
16. Юрцев Б.А. Флора Сунтар-Хаята. Проблемы истории высокогорных ландшафтов северо-востока Сибири. – Л.: Наука, 1968. – С. 210–217.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ФЛОРЫ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМ СРЕДНЕЙ СИБИРИ\***

*Обсуждается опыт выделения географических элементов флоры лесостепных экосистем Средней Сибири на основе подхода, базирующегося на концепции фитохорионов, на принципе соответствия распространения видов природному (ботанико-географическому) районированию Земли.*

**Ключевые слова:** лесостепные экосистемы, флора, Средняя Сибирь, система фитохорионов, географические элементы, типы ареалов, хорологическая группа.

Е.М. Antipova

**METHODICAL ISSUES OF FLORA GEOGRAPHICAL ELEMENT ALLOCATION IN THE CENTRAL SIBERIA FOREST-STEPPE ECOSYSTEMS**

*The experience of flora geographical element allocation in the Central Siberia forest-steppe ecosystems on the basis of the approach which is based on the phytochorion concept, on the principle of species distribution correspondence to natural (botanic and geographical) division of the Earth is discussed.*

**Key words:** forest-steppe ecosystems, flora, Central Siberia, phytochorion system, geographical elements, types of areas, chorologic group.

---

**Введение.** Классификация географических элементов, изучение современных ареалов растений дают материал для выявления закономерностей формирования флоры. Кроме того, географический анализ является одним из методов решения вопроса о месте исследуемого региона в системе высших единиц ботанико-географического районирования (Карамышева, Рачковская, 1973).

**Цель исследования** – выяснение методических вопросов выделения географических элементов флоры лесостепных экосистем Средней Сибири.

Для проведения данного анализа необходимо решение следующих задач:

1. Сбор наиболее полной информации о современном географическом распространении всех видов флоры среднесибирских лесостепей по фундаментальным флористическим сводкам России, Сибири и различных регионов Северной Азии.

2. Выбор принципов классификации географических элементов.

3. Определение типов ареалов видов согласно выбранной методике.

4. Создание классификации геоэлементов.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований стали естественные экосистемы северных лесостепей Средней Сибири. Ачинская, Красноярская и Канская лесостепи расположены между 55°28'– 57°28' с.ш. и 89°– 96°40' в.д. Между собою отдельные лесостепные острова разобщены Кемчугским плато на западе, отрогами Енисейского кряжа и Восточного Саяна на востоке, занимая полосу контакта равнинных и горных пространств. Наименьшие размеры имеет Ачинская лесостепь, наибольшие – Канская. Общая площадь островов лесостепей составляет 27,5 тыс. км<sup>2</sup>, непрерывная полоса вместе с окружающей их подтайгой – 54,5 тыс. км<sup>2</sup>.

Впервые северные лесостепи были выделены на картах растительности России С.И. Коржинским (1899). Несмотря на то, что на картах лесостепи были изображены не совсем точно из-за отсутствия необходимых сведений, Коржинским впервые, а впоследствии и Г.И. Танфильевым (1902), был отмечен островной характер степей и лесостепей Средней Сибири. Позже А.Я. Тугариновым (1925), а впоследствии и Л.М. Черепниным (1957), северные лесостепи Средней Сибири рассматривались как зональное явление и были включены в отдельную ландшафтную зону. На составленной карте «Ландшафтные зоны и внутриландшафтные районы Енисейской губернии» были выделены Канский, Красноярский и Ачинский северные лесостепные районы (Тугаринов, 1925). По последнему флористическому районированию Сибири (Малышев и др., 2000, 2005) территория входит в Алтае-Енисейскую оро-гемибореальную провинцию.

---

\* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 11-04-98100 р-сибирь-а.



Изучение флоры и растительности северных лесостепей имеет трехвековую историю, начиная с экспедиций Императорской академии наук. Наибольший вклад в изучение исследуемой флоры внесли ведущие школы ботаников Томского государственного университета под руководством В.В. Ревердатто, А.В. Положий, ЦСБС СО РАН (г. Новосибирск) – под руководством А.В. Куминовой (геоботаническая школа), под руководством И.М. Красноборова (флористическая школа), сотрудники кафедры ботаники Красноярского государственного педагогического института под руководством Л.М. Черепнина.

С 1985 по 2008 год северные лесостепи исследовались нами по методу конкретных флор (КФ). В результате изучения 26 ЛФ, равномерно охватывающих территорию лесостепей, были собраны сведения о 1566 видах, относящихся к 519 родам и 112 семействам. В анализ флоры включены 1385 дикорастущих видов из 490 родов и 108 семейств, относящихся к 6 отделам и 8 классам (Антипова, 2003). При анализе флоры не учитывались по разным причинам всего 180 видов.

Для нашего анализа необходимо определение ареалов всех видов флоры среднесибирских северных лесостепей. При определении характера ареалов отдельных видов флоры северных лесостепей Средней Сибири были использованы фундаментальные сводки по России и флорам различных регионов Северной Азии: Флора Западной Сибири (1927–1964); Флора Забайкалья (1929–1980); Флора СССР (1934–1964); Арктическая флора СССР (1960–1987); Растения Центральной Азии (1963–2001); Ареалы растений флоры СССР (1965, 1969, 1976); Определитель растений юга Красноярского края (1979); Флора Сибири (1987–2003); Flora Euroarae (1964–1980) и др., а также монографические работы П.Н. Крылова (1927–1949), М.Г. Попова (1957, 1959), Л.М. Черепнина (1957–1967), А.В. Куминовой (1960, 1976), А.В. Положий (1960, 2002), Л.И. Малышева (1965), И.Ю. Коропачинского (1975, 1983, 2002), И.М. Красноборова (1976), Т.Н. Егоровой (1999), С.Д. Шлотгауэр (2001), Н.В. Степанова (1994, 2006) и др.

Сопоставляя полученные из различных источников данные и вычерчивая ареалы различных видов, мы пришли к необходимости классификации ареалов, так как типы ареалов закономерно повторяются. Методические вопросы изучения общих ареалов и базовые принципы их выделения изложены в известных трудах Е.В. Вульфа (1933, 1944), Г. Вальтера и А.А. Алехина (1936), А.С. Гроссгейма (1936), Ю.Д. Клеопова (1938, 1990), А.В. Куминовой (1960), А.И. Толмачева (1958, 1962, 1974), А.В. Положий (1965, 2002), Б.А. Юрцева (1986), Р.В. Камелина (1973), Л.И. Малышева и Г.А. Пешковой (1984), Б.А. Юрцева и Р.В. Камелина (1978, 1991). В литературе имеется много попыток классификации географических элементов, при разработке которых учитывались географическое положение изучаемой флоры и задачи исследования, но до сих пор нет единого мнения об определении и классификации географических элементов.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В последнее время для анализа географического элемента флор используется подход, базирующийся на концепции фитохорионов, на принципе соответствия распространения видов выделам ботанико-географического (флористического) районирования (Аралбаев, 1997; Сагателян, 1997; Портениер, 2000а, 2000б; Стрельникова, 2002, 2003; Науменко, 2003). Методика выделения таких типов ареала подробно изложена Н.Н. Портениером (2000) для флоры Кавказа, впервые сам подход был четко сформулирован Graun-Blanquet (1919, 1923), из отечественных ботаников применен подход Р.В. Камелина (1973). Практическая работа по отнесению видов к географическому элементу сводится к соотношению выявленного общего ареала вида с выделами флористического районирования, к анализу совпадения (или несовпадения) распространения вида с распространением флоры одного фитохориона, его границами или принадлежности двум и более фитохорионам. Если ареалы видов и центры их обилия не совпадают с границами фитохорионов, тогда выясняется, частью флоры какого фитохориона является данный вид. Для этого проводится более глубокий анализ поведения вида в разных частях ареала, его роли в сложении растительных сообществ различных фитохорионов, поскольку многие характерные растительные формации являются хорошими индикаторами флористических областей и провинций (Тахтаджян, 1978).

При данном подходе полагается, что географический элемент составляют характерные представители флоры и растительности того или иного фитохориона, на территории которого они находят оптимум жизненных условий и имеют основную часть своего ареала. Отнесение вида к тому или иному географическому элементу предполагается из его современного, а не бывшего распространения, так как хориономическое деление основывается на современной флоре, а не на ее истории (Тахтаджян, 1978). В качестве практической основы для системы геоэлементов исследуемой флоры принято современное планетарное флористическое районирование А.Л. Тахтаджяна (1978) с некоторыми изменениями с учетом новейших достижений в этой области. Для территории Сибири учитывалось флористическое районирование Л.И. Малышева и др. (2000), Российского Дальнего Востока – Р.В. Камелина (2002). Фрагмент системы фитохорионов Палеарктики, на базе которой непосредственно строится номенклатура географических элементов флоры северных лесостепей Средней Сибири, можно представить следующим образом.

Голарктическое царство  
Бореальное подцарство  
Циркумбореальная область  
Канадская провинция  
Североевропейская провинция  
Восточноевропейская провинция  
Понтическая провинция  
Северосибирская арктико-гипарктическая подобласть  
Сибирская арктико-гипарктическая провинция  
Сибирская северо-восточная оро-гипарктическая провинция  
Западносибирская подобласть  
Уральско-Западносибирская бореальная провинция  
Западносибирская гемибореальная провинция  
Среднесибирская подобласть  
Алтае-Енисейская оро-гемибореальная провинция  
Восточносибирская подобласть  
Тунгусско-Ленская бореальная провинция  
Байкальская гемибореальная провинция  
Колымско-Корякская провинция  
Восточноазиатское (Катазийское) подцарство  
Сино-Японская область  
Охотско-Камчатская провинция  
Дауро-Маньчжурская провинция  
Амуру-Приморская провинция  
Японо-Корейская провинция  
Северокитайская провинция  
Древне-Средиземноморское (Тетисовое) подцарство  
Ирано-Туранская область  
Западноазиатская, или Переднеазиатская, подобласть  
Туранская, или Арало-Каспийская, провинция  
Центральноазиатская подобласть  
Джунгаро-Тяньшанская провинция  
Монгольская провинции

После соотнесения общего географического распространения видов с выделами флористического районирования были определены типы ареалов. Их получилось 77. Далее, основываясь на иерархическом принципе выделения фитохорий и проясняя связи флоры с крупными хориономическими единицами (царствами, подцарствами, областями, подобластями), полученные типы ареалов были сгруппированы в 21 геоэлемент, которые в свою очередь сформировали 6 хронологических групп. Таким образом, каждая группа включает несколько геоэлементов, каждый геоэлемент объединяет виды одного или нескольких типов ареалов. Геоэлемент определялся как совокупность видов, обладающих сходным общим распространением, тип ареала – как конфигурация ареала данного геоэлемента. Понятие «географический элемент» Н.Н. Портениер связывает с фитохорионами различных рангов, основным считая элемент фитогеографической области.

Такая система географических элементов является достаточно гибкой, позволяет выходить за рамки принятой системы фитохорионов и дает возможность корректировать районирование. Гибкость системы географических элементов определяется не только доведением ее до уровня провинций, но и в значительной степени обеспечивается выделением групп связующих видов, то есть видов, ареалы которых охватывают два и более фитохориона без явного предпочтения одного из них. Группы связующих видов включены в общую систему геоэлементов (табл.), а их связующий характер отражается в наименовании, которое обычно составляется из названий нескольких фитохорионов, согласно правилам М.Г. Попова (1970) о названиях геоэлементов.

## Схема классификации географических элементов флоры среднесибирских лесостепей

Хорологическая группа, географический элемент	Во всей флоре		Количество видов в лесостепи		
	абс.	отн. %	Красно- ярской	Канской	Ачинской
Плюрирегиональная группа	45	3,25	44	36	31
Голарктическая группа	127	9,17	106	110	69
Палеарктическая группа	185	13,4	171	160	121
Бореальная группа:	752	54,3	637	605	436
Циркумбореальный геоэлемент	133	9,60	117	119	82
Евросибирский геоэлемент	384	27,7	339	320	270
Понтическо-южносибирский	81	5,85	66	58	32
Сибирский геоэлемент	154	11,1	115	108	52
Восточноазиатская группа:	92	6,64	77	64	38
Маньчжурский геоэлемент	34	2,45	31	27	18
Сино-Японский геоэлемент	58	4,19	46	37	20
Древнесредиземноморская группа:	184	13,3	149	123	43
Ирано-Туранский геоэлемент	58	4,19	45	35	13
Туранский (арало-каспийский)	47	3,39	34	28	11

Более половины флористического списка (54,3%) северных лесостепей составляют виды, распространенные в пределах Бореального подцарства, четвертую часть (25,8%) – широкоареальные виды плюрирегиональной, голарктической и палеарктической групп, существенно влияние древнесредиземноморских и восточноазиатских флор (Антипова, 2011).

Во всей флоре преобладают виды бореальной, палеарктической и древнесредиземноморской групп, как и в Красноярской, и Канской лесостепях. В Ачинской лесостепи вместо древнесредиземноморской выходит голарктическая группа, подчеркивая миграционный характер флоры. Соотношение же ведущих геоэлементов однотипно во всех трех лесостепях: евросибирский, циркумбореальный, сибирский, понтическо-южносибирский, сино-японский и ирано-туранский.

В бореальной группе доминируют виды неоднородного евросибирского геоэлемента с преобладанием еврозападносибирско-байкальского (6,8%), собственно евросибирского (6,1%) и еврозападносибирско-восточносибирского (4,8%) типов ареалов, что четко подчеркивает принадлежность территории к Евросибирской подобласти (Камелин, 2002).

Велика роль сибирских элементов, среди которых преобладают среднесибирские (алтае-енисейские, алтае-енисейско-байкальские и т.п.) – 4,4%. Довольно высока доля видов, распространенных на территории всей Сибири, значительно ниже участие во флоре как западносибирских, так и восточносибирских видов, что связано с географическим положением флоры.

Большая группа видов растений в нашей флоре имеет палеарктический ареал с преобладанием западнопалеарктического. Доли восточнопалеарктического и южнопалеарктического геоэлементов во флоре уравновешены. В последней группе наиболее велик удельный вес адвентивных видов, среди которых некоторые, не исключено, имели более узкий первичный ареал.

Численно выделяются среди видов с обширными ареалами циркумполярно-горноазиатские виды, что обусловлено близостью Алтае-Саянской горной страны и влиянием Арктики. Незначительна во флоре доля сибирско-канадских видов. Причиной тесной связи между флорами субокеанического и континентального секторов Азии и соседнего материка являлось длительное существование в кайнозойе широкого Берингийского соединения (Юрцев, 19746, 1986; Кожевников, Железнов-Чукотский, 1995). Значительная отдаленность гор юга Сибири от Северо-Восточной Азии, где существовал коридор миграции видов, повлияла на достаточно слабую связь с флорой Северной Америки.

Специфика влияния древнесредиземноморской флоры обусловлена ирано-туранским геоэлементом с доминированием алтае-енисейско-байкальско-ирано-туранского и равнозначной ролью сибирско-ирано-туранского и западносибирско-байкальско-ирано-туранского типов ареалов. Более тесные связи обнаруживаются с Центрально-Азиатской подобластью, через входящие в нее Монгольскую и Джунгаро-Тянь-Шанскую провинции, в которых

доминируют сибирско-центрально-азиатский, алтае-енисейско-байкальско-центральноазиатский, алтае-енисейско-байкальско-монгольский типы ареалов. Влияние Переднеазиатской подобласти невелико и обусловлено присутствием элементов Туранской (Арало-Каспийской) провинции, среди типов которых численно преобладают западносибирско-алтае-енисейско-туранский, западно-сибирско-байкальско-туранский.

Меньшее значение имеет восточноазиатская ареалогическая группа. Особенно многочисленен сино-японский геоэлемент, лидирующее положение в котором занимает неморальный комплекс, имеющий общее распространение с северо-восточной частью Китая, Корейским полуостровом и Японскими островами. В сложении данного геоэлемента доминируют восточносибирские виды – алтае-енисейско-восточно-сибирско-сино-японские и алтае-енисейско-байкальско-сино-японские. Некоторые из видов на территории северных лесостепей имеют единичные местонахождения: *Vicia baicalensis*, *Artemisia argyi*, *Ceratophyllum oycetorum*, *Tulotis fuscescens*, *Veratrum dahuricum*. Другие образуют небольшие скопления или устойчивые популяции: *Truellum sieboldii*, *Polygonatum humile*, *Epilobium fastigiato-ramosum*, *Lilium pumilum*, *Menispermum dahuricum*. Маньчжурская группа представлена слабее, почти половину данной группы составляют виды, общие для Сибири и Амурско-Приморской провинции. Доли дауро-маньчжурских и сибирско-охотских подтипов геоэлементов невелики и уравновешены. На Охотское побережье выходит небольшое число видов неморального комплекса, имеющие в нашей флоре единичные местонахождения: *Cortusa sibirica*, *Populus suaveolens*, *Sorbaria sorbifolia*, *Betula platyphylla*. Крупнейшим рубежом, ограничивающим распространение на восток горных и бореальных континентальных сибирских видов, служит хр. Джунгджур, являющийся географическим и климатическим форпостом (Шлотгауэр, 2001). Большинство сибирских континентальных видов не преодолевает этот водораздел. Кроме того, влажное и туманное побережье Охотского моря не благоприятствует развитию сибирских видов растений, отличающихся высокой требовательностью к солнечной инсоляции и прогреву субстрата.

Преобладание во флоре северных среднесибирских лесостепей бореальных и палеарктических видов свидетельствует о ее формировании в процессе генезиса всей бореальной флоры Палеарктики. Основной поток мигрирующих видов связан с «европейским» путем – через южную степную и лесостепную часть Восточноевропейской провинции из некоторых реликтовых центров Центральноевропейской провинции. Вместе с тем территория среднесибирских островных лесостепей в процессе своего формирования претерпевает влияние Арктической флористической области, Древнесредиземноморского и, в меньшей степени, Восточноазиатского подцарств. Присутствие во флоре значительного количества эндемичных среднесибирских видов и субэндемичных южносибирских, западносибирских, восточно-сибирских совместно с узко распространёнными туранскими, джунгаро-тянь-шанскими и монгольскими (6,74 %) указывает на близость Южносибирских центров видообразования, влияющих на автохтонные процессы в формировании флор.

Многообразие связей и достаточно сложный генезис флоры среднесибирских лесостепей обусловлены геологической древностью территории и ее пограничным положением близ южных рубежей Циркумбореальной области на контакте выделов флористического районирования разного ранга: Западносибирской, Среднесибирской и Алтае-Саянской провинций (Тахтаджян, 1978); Северо-Европейско-Урало-Сибирской (Таежно-Сибирской и Подтаежно-Лесостепной Западно-Сибирской подпровинциями), Алтае-Западносаянской и Саяно-Прибайкальской провинциями (Камелин, 2002); Циркумбореальной и Ирано-Туранской областей (Тахтаджян, 1978); Бореальной Евросибирской и Степной (Бореально-Древнесредиземной) подобластей (Камелин, 2002, 2005); Бореального и Древнесредиземноморского подцарств (Тахтаджян, 1978); на рубеже двух долготных секторов Северной Азии и Евразии: континентального Западносибирско-Среднеазиатско-Гималайского и экстремно континентального Центральносибирско-Центральноазиатско-Индокитайского (Камелин, 2005) или континентального Западносибирско-Переднеазиатского и резко континентального Восточносибирско-Центральноазиатского (Волкова, 1997), согласно флористическому районированию Ю.Д. Клеопова (1941), на границе трех регионов: Понтического, Южносибирского, Северомонгольского.

## Выводы

Выделение географических элементов флоры лесостепных экосистем Средней Сибири на основе концепции фитохорионов позволяет создать гибкую хориономическую систему, доведенную до уровня провинций, содержащую разные уровни генерализации элементов и показывающую многообразие связей флоры через группы связующих видов и сложный генезис флоры.

## Литература

1. Антипова Е.М. Флора северных лесостепей Средней Сибири. – Красноярск: РИО КГПУ, 2003. – 464 с.

2. Антипова Е.М. Флора внутриконтинентальных лесостепей Средней Сибири // Флора Сибири и Дальнего Востока. – Красноярск, 2011. – С. 3–7.
3. Аралбаев Н.К. Флора Зайсанской котловины, ее анализ и генезис: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Алматы, 1997. – 58 с.
4. Ареалы растений флоры СССР. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1965–1976. – Вып. 1–3.
5. Арктическая флора СССР. – Л.: Наука, 1960–1987. – Вып. 1–10.
6. Алехин В.В., Вальтер Г. Растительность СССР в основных зонах // Основы ботанической географии. – М., 1936. – С. 306–694.
7. Волкова Е.А. Система зонально-секторного распределения растительности на Евразийском континенте // Бот. журн. – 1997. – Т. 82. – № 8. – С. 18–34.
8. Вульф Е.В. Введение в историческую географию растений. – М.; Л.: Сельхозгиз, 1933. – 415 с.
9. Вульф Е.В. Историческая география растений. История флор земного шара. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1944. – 545 с.
10. Гроссгейм, А.А. Анализ флоры Кавказа. – Баку, 1936. – 257 с.
11. Егорова Т.В. Осоки (Carex L.) России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб.: Изд-во СПб. гос. химико-фармацевт. акад., 1999. – 772 с.
12. Камелин Р.В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. – Л.: Наука, 1973. – 356 с.
13. Камелин Р.В. Важнейшие особенности сосудистых растений и флористическое районирование России // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – Барнаул: АзБука, 2002. – С. 36–41.
14. Камелин Р.В. Краткий очерк природных условий и растительного покрова Алтайской горной страны // Флора Алтая. – Барнаул: АзБука, 2005. – Т. 1. – С. 22–54.
15. Карамышева З.В. Ботаническая география степной части Центрального Казахстана. – Л.: Наука, 1973. – 278 с.
16. Кожевников Ю.П., Железнов-Чукотский Н.К. Берингия: история и эволюция. – М.: Наука, 1995. – 383 с.
17. Коропачинский И.Ю. Дендрофлора Алтайско-Саянской горной области. – Новосибирск: Наука, 1975. – 289 с.
18. Коропачинский И.Ю. Древесные растения Сибири. – Новосибирск: Наука, 1983. – 383 с.
19. Коропачинский И.Ю., Встовская Т.М. Древесные растения Азиатской России. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002. – 707 с.
20. Красноборов И.М. Высокогорная флора Западного Саяна. – Новосибирск: Наука, 1976. – 378 с.
21. Коржинский С.И. Растительность России (с картой) // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. – СПб., 1899. – Т. 54. – С. 42–54.
22. Клеопов Ю.Д. Проект классификации географических элементов для анализа флоры УССР // Журн. Ин-та ботаники УССР. – 1938. – №17. – С. 209–219.
23. Клеопов Ю.Д. Основные черты развития флоры широколиственных лесов Европейской части СССР // Мат-лы по истории флоры и растительности СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1941. – Т.1. – С. 183–256.
24. Клеопов Ю.Д. Анализ флоры широколиственных лесов европейской части СССР. – Киев: Наук. думка, 1990 (1941). – 351 с.
25. Крылов, П.Н. Флора Западной Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1927–1949. – Т. 1–11. – 3070 с.
26. Крылов П.Н., Сергеевская Л.П. – Флора Западной Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1961–1964. – Т. 12. – Ч. 1–2. – С. 3071–3550.
27. Куминова А.В. Растительный покров Алтая. – Новосибирск: Изд-во АН СССР, 1960. – 450 с.
28. Куминова А.В. Основные черты и закономерности растительного покрова // Растительный покров Хакасии. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 40 – 94.
29. Науменко Н.И. Флора Южного Зауралья: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003. – 32 с.
30. Малышев Л.И. Высокогорная флора Восточного Саяна. – М.; Л.: Наука, 1965. – 367 с.
31. Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Высокогорный и горный общепоясной комплекс видов // Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 13–84.
32. Малышев Л.И., Байков К.С., Доронькин В.М. Флористическое деление Азиатской России на основе количественных признаков // Krylovia. – 2000. – Т. 2. – № 1. – С. 3–16.
33. Малышев Л.И. Предисловие // Конспект флоры Сибири: Сосудистые растения. – Новосибирск: Наука, 2005. – С. 5–7.
34. Определитель растений юга Красноярского края. – Новосибирск: Наука, 1979. – 669 с.

35. Положий А.В. Эколого-географический анализ семейства бобовых во флоре Средней Сибири // Уч. зап. ТГУ. – 1965. – С. 39–48.
36. Положий А.В. Реликтовые элементы во флоре приенисейских степей // Фл. остров. приенисейской степи. – Томск: Изд-во ТГУ, 2002. – С. 139–145.
37. Попов М.Г. Флора Средней Сибири. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957–1959. – Т. 1–2. – 917 с.
38. Попов М.Г. Ареалы растений в рамках природного районирования Земли // Осоки Сахалина и Курильских о-вов. – М.: Наука, 1970. – С. 5–13.
39. Портениер Н.Н. Методические вопросы выделения географических элементов флоры Кавказа // Бот. журн. – 2000а. – Т. 85. – № 6. – С. 76–84.
40. Портениер Н.Н. Системы географических элементов флоры Кавказа. – Бот. журн. – 2000б. – Т. 85. – № 9. – С. 26–33.
41. Растения Центральной Азии. – Л.: Наука, 1963 – 1989. – Т. 1–9. – СПб.: Изд-во СПХФА, 2001. – Т. 12.
42. Сагателян А.А. Классификация географических элементов флоры Армении // Бот. журн. – 1997. – Т. 82. – № 9. – С. 25–38.
43. Степанов Н.В. Флорогенетический анализ (на примере северо-восточной части Западного Саяна). – Красноярск, 1994. – 108 с.
44. Степанов Н.В. Флора северо-востока Западного Саяна и острова Отдыха на Енисее (г. Красноярск). – Красноярск: Изд-во КГУ, 2006. – 170 с.
45. Стрельникова Т.О. Флора Бащелакского хребта: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Томск: Изд-во ТГУ, 2002. – 22 с.
46. Стрельникова Т.О. Анализ географической структуры флоры Бащелакского хребта // Бот. исследования Сибири и Казахстана. – 2003. – № 9. – С. 51–57.
47. Танфильев Г.И. Схема ботанико-географических областей России. Главнейшие черты растительности России. – СПб., 1902. – С. 430–432.
48. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. – Л.: Наука, 1978. – 247 с.
49. Толмачёв А.И. Ареал вида и его развитие // Проблемы вида в ботанике. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1958. – Вып. 1. – С. 293–316.
50. Толмачёв А.И. Основы учения об ареалах. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1962. – 100 с.
51. Тугаринов А.Я. Географические ландшафты Приенисейского края (Издание Енисейского губернского земельного управления). – Красноярск, 1925. – 111 с.
52. Флора Забайкалья. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1929–1980. – Т. 1–8.
53. Флора СССР. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1943–1964. – Т. 1–30.
54. Флора островных приенисейских степей. Сосудистые растения / А.В. Положий, [и др.]. – Томск: Изд-во ТГУ, 2002. – 156 с.
55. Флора Сибири: в 14 т. / под ред. Л.И. Малышева [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1987–2003.
56. Черепнин Л.М. Флора южной части Красноярского края. – Красноярск: Изд-во КГПИ, 1957а–1967. – Т. 1–6.
57. Шлотгауэр С.Д., Крюкова М.В., Антонова Л.А. Сосудистые растения Хабаровского края и их охрана. – Владивосток-Хабаровск: Изд-во ДВО РАН, 2001. – 195 с.
58. Юрцев Б.А. Степные сообщества Чукотской тундры и плейстоценовая «тундростепь» // Бот. журн. – 1974б. – Т. 59. – № 4. – С. 484–501.
59. Юрцев Б.А. Мегаберингия и криоксеротические этапы истории ее растительного покрова // Комаровские чтения. – Вып. 33. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. – 53 с.
60. Юрцев Б.А. Изучение биологического разнообразия и сравнительная флористика // Бот. журн. – 1991. – Т. 76. – № 3. – С. 305–313.
61. Braun-Blaunquet J. Essai sur les notions «d'element» et de «territoire» phytogeographiques // Arch. Sci. Physiques Nat. – Geneve, 1919. – Ser. 5.
62. Braun-Blaunquet J. L'origine et le development des flores dans le massif central de France. – Paris, 1923. – 282 p.
63. Flora Europaea. – Cambridge: University Press, 1964–1980. – V. 1–5.

**ОСОБЕННОСТИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЭПИФИТНОГО ПОКРОВА И ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ДРЕВЕСНОГО СУБСТРАТА И МХОВ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ (г. КРАСНОЯРСК, СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЕ ОТРОГИ ВОСТОЧНОГО САЯНА)**

*Изучен видовой состав эпифитного покрова деревьев, выявлены особенности биоразнообразия мхов, обоснована и оценена возможность использования бриоиндикации в оценке загрязнения территорий.*

*Исследованиями установлено, что видовое разнообразие мхов на березе в лесопарковой зоне г. Красноярска (48 видов) выше по сравнению с территорией ГПЗ «Столбы» (21 вид), что связано с более высокими концентрациями элементов (64) в пылевых накоплениях древесного субстрата в городе.*

**Ключевые слова:** биоразнообразие, эпифитные мхи, береза, элементный состав, атмосферное загрязнение, бриоиндикация.

*T.N. Otnyukova, A.T. Dutbaeva, A.M. Zhizhaev*

**BIODIVERSITY PECULIARITIES OF THE EPIPHYTIC COVER AND ELEMENT STRUCTURE OF WOOD SUBSTRATUM AND MOSSES IN THE CONDITIONS OF VARIOUS POLLUTION LEVEL (KRASNOYARSK CITY, EAST SAYAN NORTHWEST SPURS)**

*Tree epiphytic cover specific structure is studied, moss biodiversity peculiarities are revealed and possibility of brioindication use in the territory pollution estimation is proved and estimated.*

*It is determined on the basis of the research that moss biodiversity on the birch in the Krasnoyarsk city park belt (48 species) is higher in comparison with the SPR "Stolby" territory (21 species) that is connected with higher element concentrations (64) in the wood substratum dust accumulation in the city.*

**Key words:** biodiversity, epiphytic mosses, birch, element structure, atmospheric pollution, brioindication.

**Введение.** Мохообразные являются неотъемлемой частью фитоценозов, особый интерес представляют мхи, растущие на коре деревьев. Кора дерева является поглотителем и накопителем загрязняющих веществ и элементов из атмосферы, а мхи, использующие кору дерева как субстрат для поселения, – биоиндикаторами химического состава атмосферных выпадений. Бриоиндикация (индикация с использованием мхов) основана на изучении изменений эпифитного мохового покрова (биоразнообразие, морфология и жизненность мхов и др.) в связи с составом атмосферного воздуха и свойствами субстрата.

Цель работы – изучить видовой состав эпифитного покрова деревьев, выявить особенности биоразнообразия мхов, изучить элементный состав пылевых накоплений коры и индикаторных видов мхов, обосновать и оценить возможность использования бриоиндикации в оценке загрязнения территорий.

**Методика.** Исследования проводились в лесопарковой зоне города Красноярска (Академгородок) и на территории Государственного природного заповедника «Столбы», в туристско-экскурсионной зоне (ТЭР) в 2010 году. Изучен видовой состав эпифитного мохового покрова стволов березы от основания до высоты 2 м от поверхности земли. Для элементного анализа отобраны доминантные виды эпифитных мхов с различной формы роста: *Pylaisia polyantha* – с плагиотропной формой роста, *Othotrichum speciosum* – с ортотропной формой роста. Образцы мхов отобраны на стволе березы на высоте 1,5–2,0 м от поверхности земли вместе с пылевыми отложениями под дерновинками мхов. Методика элементного анализа изложена в работе [1].

Обработка полученных результатов проведена методом статистического анализа с использованием программы Excel Microsoft.

**Результаты.** Эпифитный покров коры березы богат и разнообразен в лесопарковой зоне города (48 видов мхов) и беднее на территории ТЭР (21 вид) (табл. 1). Покрытие стволов березы мхами также значительно ниже на территории заповедника по сравнению с лесопарковой зоной города. Разнообразие мхов в городе увеличивается за счет видов различной экологии по отношению к факторам среды (например, трофность, увлажненность, освещенность, реакция среды субстрата и т.д.). Все виды поселяются на пылевых отложениях неровной поверхности коры березы. Количество видов на каждом стволе березы в Академгородке достигает 15–25, на территории ТЭР 3–15. Практически на каждом стволе дерева доминируют *P. polyantha* и *O. speciosum*. Под дерновинками мхов толщина минерализованных и гумусированных накоплений

на коре березы в городской среде достигает нескольких миллиметров (до 1 см и более в глубоких трещинах коры), в то время как на территории ТЭР слой пылевых накоплений более тонкий.

Концентрация большинства элементов пылевых накоплений на коре березы в лесопарковой зоне города (Академгородок) выше по сравнению с территорией заповедника "Столбы" (ТЭР) (табл. 2), достоверность различий между обеими территориями незначима. Наибольшие различия в накоплении элементов отмечены между корой и мхами (рис.). Наиболее высокие концентрации элементов накапливает кора, затем мхи с плагиотропным (*Pylaisia*) и мхи с ортотропным (*Orthotrichum*) ростом. Наблюдаются следующие ряды накопления элементов: 1) запыленная кора > *Pylaisia* > *Orthotrichum*: Li, Na, Al, V, Cr, Mn, Fe, Cu, Ge, Rb, Y, Zr, Nb, In, Cs, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Th; 2) *Pylaisia* > кора > *Orthotrichum*: Cl, Ni, Ga, Sr, Mo, Pd, Sb, I, Ba, W, Hg, Pb; 3) *Orthotrichum* > *Pylaisia* > кора: B, K, Ca, Zn, Cd, Au. Кроме того, концентрации ряда элементов (Mg, Si, S, Co, As, Ag и др.) в запыленной коре березы и в дерновинках *Pylaisia* практически равны.

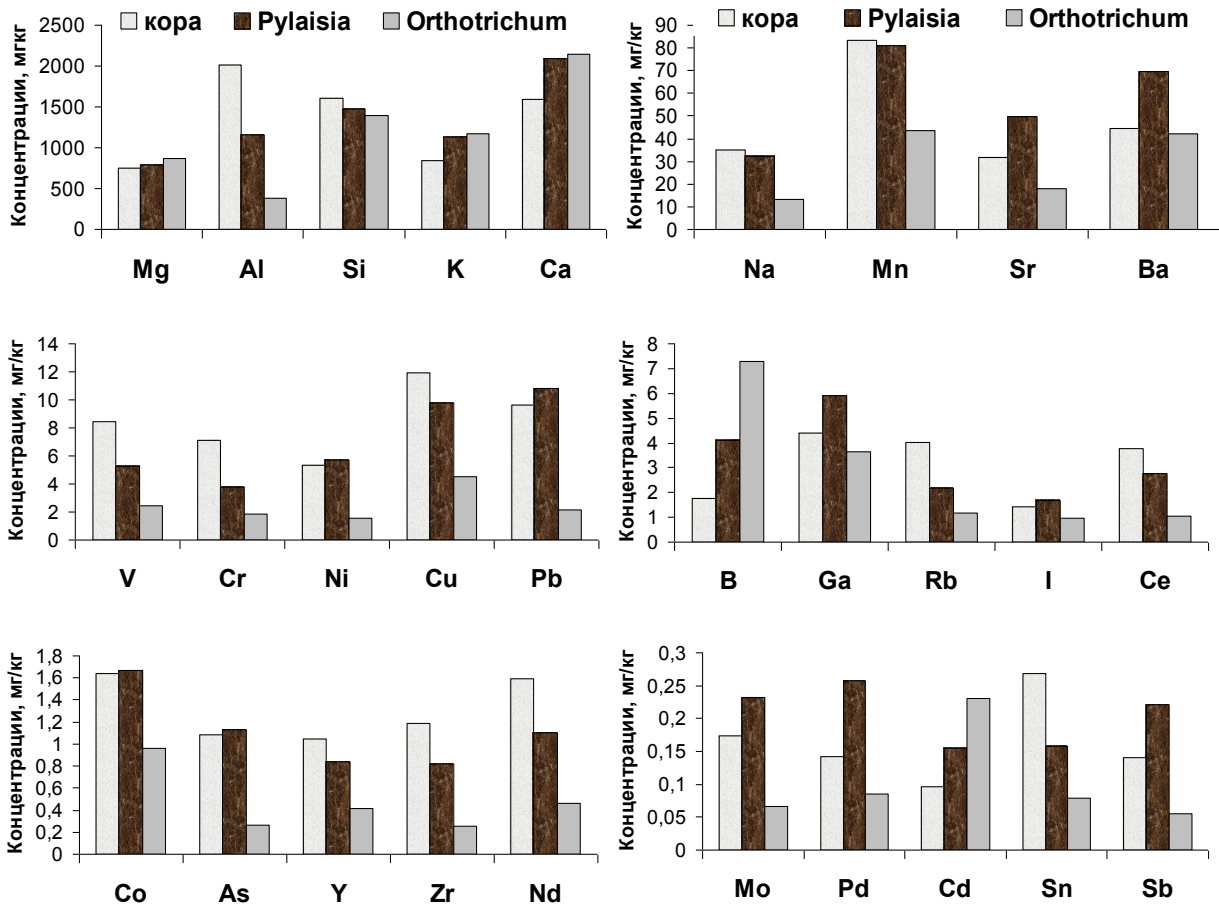
Таблица 1

Список видов мхов, произрастающих на березе (г. Красноярск, Академгородок)

Вид мха	Обозначение	Вид мха	Обозначение
<i>Abietinella abietina</i> (Hedw.) Fleisch.	(s)	<i>Oncophorus wahlenbergii</i> Brid.	s
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) B.S.G.	s	<i>Orthotrichum anomalum</i> Hedw.	s
<i>Anomodon viticulosus</i> (Hedw.) Hook		<i>O. obtusifolium</i> Brid.	v,(s)
<i>Brachythecium rotaeaeum</i> DeNot	(s)	<i>O. speciosum</i> Nees in Sturm	s
<i>B. rutabulum</i> (Hedw.) B.S.G.	(s)	<i>Paraleucobryum longifolium</i> (Hedw.) Loeske	(s)
<i>B. salebrosum</i> (Web.et Mohr) B.S.G.	s	<i>Plagiomnium confertidens</i> (Lindb.) T.Kop.	
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	s	<i>P. cuspidatum</i> (Hedw.) N.Kop.	s
<i>B. moravicum</i> Podp.	v	<i>P. ellipticum</i> (Brid.) N. Kop.	s
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	s	<i>Platigyrium repens</i> (Brid.) B.S.G.	v,(s)
<i>Dicranum montanum</i> Hedw.	v, (s)	<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.	s
<i>Didymodon hedyarifomis</i> Otnyukova	v	<i>Porella platyphylla</i> (L.) Pfeiff.	v
<i>D. rigidulus</i> Hedw.	v	<i>Pseudoleskeella tectorum</i> (Funk) Kindb.	s
<i>Entodon schleicheri</i> (Schimp.) Demet.	(s)	<i>Ptilidium pulcherrimum</i> (L.) Hampe	
<i>Eurhynchium pulchellum</i> (Hedw.) Jenn.	(s)	<i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) B.S.G.	s
<i>Frullania bolanderi</i> Aust.	v	<i>P. selwynii</i> Kindb.	s
<i>Grimmia longirostris</i> Hook.	(s)	<i>Radula complanata</i> (L.) Dum.	(s)
<i>Haplocladium microphyllum</i> (Hedw.) Broth.	(s)	<i>Rhytidiadelphus subpinnatus</i> (Lindb.) T.Kop.	s
<i>Hedwigia ciliata</i> (Hedw.) P.Beauv.	s	<i>Sanionia uncinata</i> (Hedw.) Loeske	s
<i>Homalia trichomanoides</i> (Hedw.) B.S.G.	s	<i>Schistidium pulchrum</i> Bloom	s
<i>Leskea polycarpa</i> Hedw.	s	<i>Stereodon vaucheri</i> (Lesq.)Lindb.	s
<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwaegr.	(s)	<i>Syntrichia pagorum</i> (Milde) Amann	v
<i>Lophocolea minor</i> (Raddi) Nees	v	<i>S. sinensis</i> (C.Muel.) Ochyra	s
<i>Myrinia pulvinata</i> (Wahlenb.) Schimp.	s	<i>Tortula mucronifolia</i> Schwaegr	s
<i>Neckera pennata</i> Hedw.	s	<i>Zygodon sibiricus</i> Ignatov, Ignatova, Iwats.	v

Примечание. Латинскими буквами обозначено: v – вегетативные органы размножения (специализированные почки, ломкие верхушки листьев, ломкие веточки); s – спорофиты часто; (s) – спорофиты редко.





Концентрации элементов в эпифитных мхах и пылевых накоплениях коры березы в лесопарковой зоне города Красноярска (Академгородок): кора – запыленная кора березы; Pylaisia – Pylaisia polyantha (мох с плагиотропной, прилегающей к субстрату, формой роста); Orthotrichum – Orthotrichum speciosum (мох с ортотропной, отстоящей от субстрата, формой роста)

**Обсуждение.** Из анализа публикаций [2, 3] следует, что кора березы в природных условиях очень бедна эпифитами. Настоящие исследования показывают, что максимум видового разнообразия и проективного покрытия эпифитного мохового покрова на березе наблюдается в березовой роще на городской окраине (Академгородок), которую можно отнести к буферной или переходной зоне между сильно загрязненным центром города и условно чистой территорией заповедника. В этой буферной зоне с относительно невысоким уровнем загрязнения биоразнообразие эпифитного покрова складывается из тех видов многолетних мхов, которые обладают способностью к массовому размножению (вегетативное и споровое) (см. табл. 1). Кроме того, многие виды отличаются высокой приспособленностью к условиям природной окружающей среды, так как являются либо космополитами с широкой экологической амплитудой, либо имеют дизъюнктивный ареал. Указанные особенности, вероятно, позволяют видам быть толерантными также и к условиям антропогенного происхождения.

Концентрации большинства элементов запыленной коры и мхов (табл. 2, рис.) входят в диапазон, обусловленный загрязнением, однако на его нижнем пределе [4]. Выявленные концентрации, вероятно, не оказывают существенного токсического эффекта на мхи, скорее всего, наоборот, кора деревьев, обогащенная многими элементами, выпадающими из атмосферы, способствует поселению различных видов мхов.

Таблица 2

Концентрации элементов пылевых накоплений на коре березы на территории г. Красноярск (Академгородок) и Государственного природного заповедника «Столбы» (туристско-экскурсионный район)

Элемент	Академгородок	ТЭР	Элемент	Академгородок	ТЭР
Li	1,06±0,988	0,224±0,126	Mo	0,173±0,153	0,060±0,056
Be	0,093±0,093	0,020±0,020	Pd	0,142±0,052	0,128±0,128
B	1,75±0,01	2,03±1,44	Ag	0,076±0,012	0,019±0,019
Na	35,0±25,2	26,5±26,5	Cd	0,096±0,051	0,076±0,076
Mg	748±505	281±164	Sn	0,268±0,134	0,082±0,036
Al	2006±175	728±251	Sb	0,139±0,067	0,060±0,038
Si	1609±56,0	949±410	I	1,41±0,246	0,933±0,356
P	264±77,3	Следы	Cs	0,384±0,272	0,097±0,097
S	829±13,8	472±375	Ba	44,6±31,4	19,1±10,7
Cl	164±96,1	753±695	La	1,95±1,44	0,479±0,256
K	840±63,4	507±328	Ce	3,77±2,83	0,834±0,480
Ca	1593±349	1536±1039	Pr	0,433±0,325	0,091±0,052
Sc	1,37±0,76	0,493±0,227	Nd	1,59±1,210	0,291±0,291
Ti	176±139	25,5±10,9	Sm	0,259±0,259	0,060±0,060
V	8,41±6,57	1,73±0,838	Eu	0,080±0,054	0,026±0,026
Cr	7,09±4,34	0,971±0,971	Gd	0,256±0,185	0,069±0,069
Mn	83,4±65,50	16,2±8,52	Tb	0,035±0,028	Следы
Fe	2629±1928	843±489	Dy	0,223±0,158	0,039±0,039
Co	1,64±1,31	0,455±0,33	Ho	0,036±0,029	Следы
Ni	5,30±3,93	1,06±1,06	Er	0,117±0,085	0,021±0,021
Cu	11,9±0,957	6,08±3,70	Tm	0,012±0,007	Следы
Zn	24,8±14,6	20,3±10,6	Yb	0,091±0,055	0,023±0,023
Ga	4,38±3,02	1,90±1,06	Lu	0,011±0,005	Следы
Ge	1,21±1,050	0,349±0,215	Hf	0,031±0,015	Следы
As	1,08±0,740	0,395±0,335	W	0,176±0,136	0,082±0,063
Br	4,95±3,28	17,1±16,30	Au	Следы	0,036±0,013
Se	0,100±0,100	0,457±0,072	Hg	0,028±0,028	0,037±0,037
Rb	4,03±2,120	0,914±0,541	Tl	0,048±0,029	0,016±0,016
Sr	31,7±18,1	19,6±11,7	Pb	9,59±3,40	5,79±3,43
Y	1,04±0,732	0,267±0,152	Bi	0,060±0,046	0,035±0,025
Zr	1,18±0,726	0,374±0,159	Th	0,436±0,341	0,080±0,042
Nb	0,211±0,163	0,051±0,026	U	0,137±0,116	0,031±0,031

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между элементами, преобладающими в пылевых накоплениях на коре березы (территория г. Красноярск, Академгородок)

Элемент	Li	Na	Al	V	Cr	Mn	Fe	Ge	Rb
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y	0,98***	0,85*	0,98***	0,99***	0,95**	0,98***	0,99***	0,97***	0,94**
Zr	0,97***	0,88*	0,98***	0,98***	0,98***	0,94**	0,95**	0,96**	0,97***
Nb	0,98***	0,88*	0,98***	0,98***	0,95**	0,96**	0,94**	0,98***	0,93**
In	0,81*	-	0,83*	0,81*	0,89*	-	-	0,85*	0,87*
Cs	0,99***	0,83*	0,99***	0,99***	0,99***	0,93**	0,96**	0,96**	0,99***

Окончание табл 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
La	0,97***	0,86**	0,98***	0,98***	0,96**	0,97***	0,98***	0,97***	0,95**
Ce	0,98***	0,86*	0,99***	0,99***	0,97***	0,97***	0,98***	0,97***	0,96**
Pr	0,99***	0,85*	0,99***	0,99***	0,98***	0,96**	0,98***	0,97***	0,97***
Nd	0,98***	0,84*	0,98***	0,99***	0,96**	0,97**	0,99***	0,96**	0,96**
Sm	0,97***		0,98***	0,98***	0,96**	0,96**	0,99***	0,96**	0,96**
Eu	0,98***	0,85*	0,98***	0,99***	0,96**	0,98**	0,99***	0,97***	0,95**
Gd	0,96**	0,88*	0,97***	0,97***	0,93**	0,98**	0,98***	0,94**	0,93*
Tb	0,98***	-	0,98***	0,99***	0,95**	0,97***	0,98***	0,97***	0,94**
Dy	0,98***	0,86*	0,99***	0,99***	0,97***	0,97***	0,98***	0,97***	0,97***
Ho	0,96**	0,89*	0,97***	0,97***	0,94**	0,99***	0,96**	0,97***	0,92**
Er	0,98***	0,88*	0,99***	0,98***	0,98***	0,96**	0,96**	0,98***	0,96**
Tm	0,98***	0,89*	0,98***	0,98***	0,95**	0,96**	0,94**	0,96**	0,94**
Yb	0,84*	-	0,81*	0,84*	-	-	0,88*	-	0,82*
Lu	0,85*	0,95**	0,87*	0,86*	0,88*	0,83*	0,84*	0,81*	0,88*
Hf	0,91**	-	0,89*	0,90*	0,91**	-	0,86*	0,86*	0,92**
Th	0,99***	0,84*	0,99***	0,99***	0,97***	0,96**	0,97***	0,89*	0,90*

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Элементы, которые преобладают в пылевых накоплениях коры (см. табл. 2, рис.), в основном относятся к группе редких и редкоземельных, все они коррелируют с элементами (см. табл. 3), содержащимися в промышленных выбросах и переносимой ветром почве. Корреляция показывает, что отсутствует индивидуальная миграция элементов, их распределение обусловлено коллективным переносом с пылью. Согласно докладом о состоянии окружающей среды [5], загрязнение г. Красноярска пылью очень высокое.

Интересные особенности выявляются при анализе элементного состава мхов. Элементы, концентрации которых максимальны в *Pylaisia* (см. табл. 2), коррелируют между собой (табл. 4); так же, как и элементы с максимальным содержанием в *Othotrichum*: В–Cd ( $r = 0,94$  при  $P < 0,01$ ), В–Са ( $r = 0,91$ ,  $P < 0,01$ ), Са–Cd ( $r = 0,89$ ,  $P < 0,05$ ), Са–Zn ( $r = 0,91$ ,  $P < 0,01$ ).

Таблица 4

**Коэффициенты корреляции между элементами, преобладающими в *Pylaisia polyantha* (территория г. Красноярска, Академгородок)**

Элемент	Ni	Ga	Sr	Pd	Sb	Ba	W	Pb
Ni	-	0,91*	-	-	-	-	0,95**	0,91**
Sr	0,90*	0,92**	-	0,95**	-	-	-	0,90*
Mo	0,90*	0,95**	0,94**	0,82*	0,90*	0,92**	0,95**	0,88*
Sb	0,88*	0,82*	-	0,96**	-	0,84*	0,95**	0,93**
Ba	0,90*	0,98***	0,92**	0,82*	-	-	0,86*	-
W	-	0,88*	-	0,89*	-	-	-	0,96**
Pb	-	-	-	0,85*	-	-	-	-

Примечание. см. табл. 3.

Таким образом, особенности разнообразия мхов и элементный состав биодиагностов (кора, мхи) свидетельствуют о химическом загрязнении территории, и биоиндикация может быть использована для наблюдения за состоянием окружающей среды.

### Литература

1. Отнюкова Т.Н., Жижаяев А.М., Кутафьева Н.П. Элементный состав биоиндикаторов атмосферного загрязнения на территории г. Красноярска // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 2. – С. 123–126.

2. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов Средней части Европейской России. – М., 2003, 2004. – Т. 1 и 2. – 907 с.
3. Цэзмэд Ц. Флора мхов Монголии. – М., 2010. – 634 с.
4. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace Elements in Soils and Plants. – Boca-Raton; London; New-York; Washington: CRC Press, 2001. – 403 p.
5. О состоянии и охране окружающей среды Красноярского края в 2008 г. / под ред. Д.В. Варфоломеева. – Красноярск, 2009. – 226 с.



УДК 582.29+631.524.84

Н.М. Ковалева

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОМАССЫ ЭПИФИТНЫХ ЛИШАЙНИКОВ НА СТВОЛАХ И ВЕТВЯХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)

Предпринята попытка оценить фитомассу эпифитных лишайников на стволах и ветвях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

Установлено, что фитомасса эпифитных лишайников на сосне варьирует от 130 до 1090 г. Основной вклад вносят лишайники родов *Bryoria* (45%), *Hypogymnia* (34%) и *Evernia* (12%). На ветвях деревьев фитомасса эпифитов составляет 96% от общей массы. Большая часть лишайников (66%) обнаружена в зоне наибольшего развития ветвей (на высоте 9–13,5 м). Фитомасса эпифитных лишайников на стволах деревьев очень мала (4%) и на 70% сосредоточена в основании стволов.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, фитомасса, эпифитные лишайники, Нижнее Приангарье.

N.M. Kovaleva

### EPHYTIC LICHEN PHYTOMASS DISTRIBUTION ON THE SCOTCH PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) STEMS AND BRANCHES

An attempt to estimate the epiphytic lichen phytomass on the Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) stems and branches is taken. It is determined that the epiphytic lichen phytomass on a Scotch pine varies from 130 to 1090 g. Lichens of the *Bryoria* (45%), *Hypogymnia* (34%) and *Evernia* (12%) species bring main contribution. Epiphyte phytomass makes 96% from whole mass on the tree branches. The most part of lichens (66%) has been found in the zone of the greatest branch development (at height of 9–13,5m). The epiphytic lichen phytomass on the tree stems is very small (4%) and concentrated in the stem basis on 70%.

**Key words:** Scotch pine, phytomass, epiphytic lichens, Lower Priangarye.

---

**Введение.** При изучении биологической продуктивности сообщества необходимо учитывать запасы и годичный прирост фитомассы всех группировок фитоценоза как компонента биогеоценоза [5, 15, 18]. Эпифитные лишайники являются неотъемлемым компонентом всех лесных экосистем, представляя собой своеобразную группу симбиотических организмов, в которых совместно живут грибы и водоросли, снабжающие друг друга необходимыми для жизнедеятельности веществами. Эпифитные лишайники вносят существенный вклад в видовое разнообразие лесных экосистем, являются пищей и убежищем для других организмов [2, 3, 24, 28], включаются в циклы питательных веществ [27, 32, 33]. Помимо этого, данные организмы чувствительны к изменению химического состава воздуха, что позволяет использовать их для индикации атмосферного загрязнения и мониторинга состояния окружающей среды [7, 11–13, 25]. Содержание в лишайниках таких специфических веществ, как усниновая и эверновая кислоты, а также атранорин, позволяет использовать их в медицине [8, 9, 14, 19].

Несмотря на их существенную экосистемную роль, известно сравнительно мало данных по накоплению фитомассы эпифитными лишайниками [21–23, 29–31, 34], особенно это касается российских территорий [1, 4, 5, 15–17]. Целью настоящего исследования являлась оценка фитомассы эпифитных лишайников на стволах и ветвях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

**Материал и методы исследования.** Исследования проводились в сосняке бруснично-лишайниково-зеленомошном (58°35' с.ш., 98°55' в.д.) в подзоне южной тайги (Нижнее Приангарье). По геоморфологическому районированию территория исследования относится к Приангарскому понижению Енисейского края. Рельеф представлен плоскими и полого-холмистыми плато с реликтами неогеновой аллювиальной равнины, характеризуется значительной расчлененностью с колебаниями отметок от 100 до 450 м [10]. Климат района резко континентальный. Среднегодовая температура воздуха колеблется в пределах от минус 2,0 до минус 2,4°С. Безморозный период длится в среднем 103 дня. Годовая сумма осадков составляет 320–380 мм [6]. Почвенный покров представлен иллювиально-железистым песчаным подзолом [20].

Состав древостоя 10С. Средний возраст деревьев составляет 220 лет. Средней диаметр стволов 24 см, средняя высота 21 м, сумма площадей сечений 41 м<sup>2</sup> га<sup>-1</sup>, сомкнутость крон 0,8–0,9. Подрост 9С1Кед. до 1 м высотой, в количестве 32,5 тыс/га. Характер произрастания равномерный. В подлеске единично произрастают *Salix caprea* L. и *Rosa acicularis* Lindl. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет 40–80%, средняя высота 25 см, преобладают *Vaccinium vites-idea* L., *V. myrtillus* L., *Ledum palustre* L. Среднее проективное покрытие мохово-лишайникового покрова составляет 80%, доминируют мхи *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Dicranum polysetum* Michx., а также лишайники *Cladonia rangiferina* (L.) Web. ex Wigg., *C. stellaris* (Opiz) Pouzard et Vězda, *C. arbuscula* (Wallr.) Flot.

Оценка фитомассы эпифитных лишайников проводилась по методике McCune [30]. Фитомасса оценивалась по 10 модельным деревьям сосны, характеристика которых приведена в таблице 1. Для оценки фитомассы эпифитных лишайников отбирали образцы с 0,5-метровых кольцевых лент вокруг ствола дерева с интервалом между ними 4 м. Таким образом, шаг сбора равнялся 4,5 м. Для определения фитомассы лишайников на ветвях образцы отбирали с тем же шагом. На ветвях длиной меньше 1 м эпифиты собирались полностью. Если длина ветвей была больше 2 м, то ее делили на 4 равные части, на которых эпифиты собирались отдельно. Всего было отобрано 520 образцов.

В лабораторных условиях эпифиты отделяли от субстрата и сортировали по родам. Эпифитные лишайники высушивали в течение 24 ч при температуре 105°С, после чего взвешивали с точностью 0,001 г. Фитомасса лишайников пересчитывалась в г/м и интегрировалась по высоте ствола с линейной интерполяцией между точками сбора.

В результате исследований выявлено, что на долю трех родов *Hypogymnia*, *Bryoria* и *Evernia* приходится до 90% всей эпифитной фитомассы, поэтому основное внимание в статье уделено особенностям распределения лишайников этих родов. Следует отметить, что комлевая часть стволов помимо собственно эпифитов часто активно заселяется факультативными эпифитами из рода *Cladonia*. Эту группу лишайников при оценке фитомассы не учитывали.

**Результаты и обсуждение.** По результатам исследований выявлено, что фитомасса эпифитных лишайников на сосне обыкновенной варьирует от 130 до 1090 г абсолютно сухого вещества (табл. 1).

Таблица 1

Распределение фитомассы лишайников на модельных деревьях

Номер дерева	Диаметр ствола d, см	Высота h, м	Возраст дерева, лет	Фитомасса лишайников				Всего на дереве
				на стволах		на ветвях		
				г	%	г	%	
1	18,0	14,5	147	16,7	6	240,5	94	257,2
2	43,5	27,4	171	6,3	2	347,6	98	353,8
3	16,5	18,5	176	23,4	7	307,0	93	330,4
4	49,0	26,0	193	13,7	11	116,2	89	129,9
5	41,5	27,0	199	13,6	1	1079,2	99	1092,8
6	39,5	24,0	206	3,8	1	454,1	99	457,7
7	36,0	25,0	215	6,2	1	882,8	99	889,0
8	43,0	23,0	222	20,5	8	238,6	92	259,1
9	52,0	23,7	302	4,6	3	149,3	97	153,9
10	42,0	20,0	220	16,7	2	958,5	98	975,2
Среднее значение				12,5±2,2	4	477,0±114	96	489,9±114

Основной вклад в эпифитную фитомассу вносят лишайники трех доминантных родов: *Bryoria* (45%), *Hypogymnia* (34%) и *Evernia* (12%). Среди них доминируют следующие виды: *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Evernia mesomorpha* Nyl., *Bryoria implexa* (Hoffm.) Brodo et D. Hawksw., *B. simplicior* (Vain.) Brodo et D. Hawksw., *B. smithii* (DR.) Brodo et D. Hawksw., *Usnea glabrescens* (Nyl. Ex Vain.) Vain., *U. glabrata* (Ach.) Vain., *U. hirta* (L.) Web. ex Wigg., *U. lapponica* Vain. Лишайники родов *Usnea*, *Parmeliopsis*, *Vulpicida*, *Parmelia*, *Melanelia*, *Tuckermannopsis*, *Cetraria* объединены в группу «прочие», на которые приходится не более 10% от общей фитомассы (табл. 2).

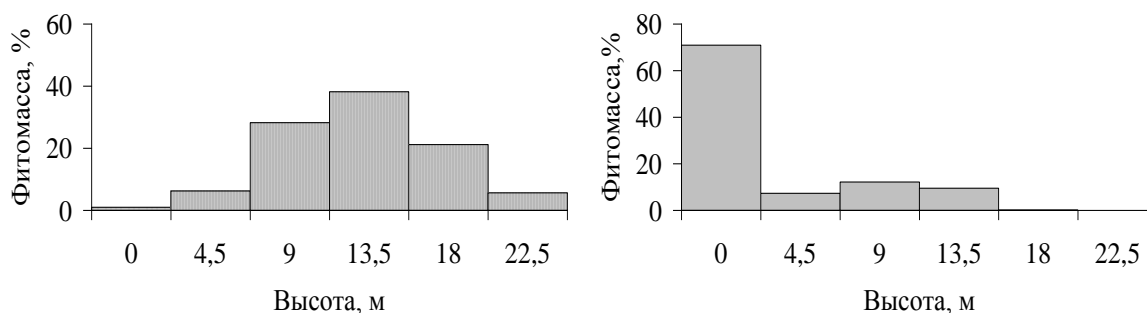
Таблица 2

**Распределение фитомассы лишайников по высоте дерева**

Род	Градации высот, м						Всего
	0–4,5	4,5–9,0	9,0–13,5	13,5–18,0	18,0–22,5	22,5–23,0	
<i>Bryoria</i>	<u>2,14</u> 0,55	<u>17,91</u> 0,51	<u>79,49</u> 0,77	<u>85,54</u> 0,58	<u>28,70</u> 0	<u>3,16</u> 0	<u>216,94</u> 2,40
<i>Hypogymnia</i>	<u>0</u> 7,65	<u>3,67</u> 0,17	<u>25,82</u> 0,47	<u>58,09</u> 0,42	<u>51,17</u> 0	<u>17,30</u> 0	<u>156,05</u> 8,71
<i>Evernia</i>	<u>0</u> 0,05	<u>1,33</u> 0,03	<u>15,58</u> 0,14	<u>23,92</u> 0,13	<u>12,59</u> 0	<u>4,15</u> 0	<u>57,58</u> 0,34
Прочие рода	<u>0,48</u> 0,66	<u>6,90</u> 0,21	<u>13,86</u> 0,14	<u>14,71</u> 0,06	<u>8,64</u> 0,02	<u>2,21</u> 0	<u>46,80</u> 1,10
Итого	<u>2,62</u> 8,9	<u>29,8</u> 0,92	<u>134,7</u> 1,52	<u>182,3</u> 1,19	<u>101,1</u> 0,02	<u>26,8</u> 0	<u>477,35</u> 12,54

Примечание: числитель – фитомасса лишайников на ветвях (г); знаменатель – фитомасса на стволах.

Фитомасса лишайников по высоте ствола дерева распределяется неравномерно. Доля фитомассы лишайников на ветвях в среднем составляет 96% от общей массы лишайников на дереве (см. табл. 1). На высоте 9–13,5 м (в зоне наибольшего развития ветвей) сосредоточено 66% всей фитомассы лишайников, произрастающих на ветвях (рис.), где отмечена наибольшая площадь субстрата, пригодного для заселения. На этой высоте соотношение фитомассы по доминантным родам было следующим: *Bryoria* (52%), *Hypogymnia* (26%) и *Evernia* (12%) (см. табл. 2).



а б  
Распределение общей фитомассы лишайников на ветвях (а) и стволах (б) деревьев

Исследования показали, что с увеличением высоты дерева происходит уменьшение фитомассы лишайников на ветвях (рис). В верхней части кроны деревьев (высота 22,5–23 м) происходит интенсивный рост ветвей, а также наблюдается сильная инсоляция и ветер, что не благоприятствует развитию эпифитов. Здесь фитомасса лишайников составляет около 6% от общей массы эпифитов, произрастающих на ветвях деревьев. Видовой состав представлен широкораспространенными видами – *Bryoria implexa*, *B. simplicior*, *Evernia mesomorpha*, *Hypogymnia physodes*.

На стволах фитомасса лишайников имеет малые значения (около 4%) (см. табл. 1). На 70% фитомасса лишайников сосредоточена в основании стволов (см. рис.), где на 86% она представлена лишайниками рода *Hypogymnia*. Близость к почве обуславливает большую степень увлажнения и трофности субстрата по сравнению с остальной частью ствола, что благоприятствует развитию в нижней части основной массы эпифитов.

Следует отметить, что с высотой деревьев происходит уменьшение фитомассы до 7% уже на высоте 4,5 м (см. рис.). На этой высоте ствола доминирующая роль переходит к лишайникам рода *Bryoria* (55%) (см. табл. 2). Исчезновение лишайников со ствола дерева с высотой можно объяснить тем, что распространение листоватых видов, например, *Hypogymnia physodes*, связано с наличием бороздчато-слоистой корки [4]. В нижней части деревьев, где сосредоточена основная масса листоватых эпифитных лишайников, корка имеет более грубую, многослойную структуру и обладает меньшей скоростью облетания по сравнению с коркой, располагающейся выше по стволу. Также отмечено, что на более грубой и устойчивой корке произрастает большее число видов [26], поскольку в этих условиях диаспоры имеют больше времени на закрепление на субстрате. На высоте 9–13,5 м фитомасса лишайников незначительно увеличивается, что связано с зоной роста ветвей, где возможно распространение лишайников с ветвей деревьев на ствол.

Установлено, что на стволах фитомасса на 69% состоит из листоватых видов лишайников рода *Hypogymnia*. Фитомасса лишайников рода *Bryoria* составляет 19%. Фитомасса остальных родов имеет незначительный вклад (12%) в эпифитную фитомассу. Следует отметить, что с увеличением диаметра ствола дерева фитомасса листоватых и кустистых лишайников возрастает ( $r=0,57$  и  $r=0,41$ ).

Выявлено, что имеются различия в соотношении фитомассы лишайников по доминантным родам у деревьев разного возраста. Для самого старшего дерева (302 года) отмечена высокая фитомасса лишайников рода *Bryoria* (72%), значительно меньше – *Hypogymnia* (19%). На деревьях, возраст которых составляет 205–222 года, эпифитная фитомасса состоит из равного соотношения листоватых и кустистых лишайников – *Hypogymnia* (33%) и *Bryoria* (32%). Для деревьев 193–199-летнего возраста фитомасса лишайников рода *Hypogymnia* (46%) превышает фитомассу рода *Bryoria* (33%). Соотношение фитомассы на деревьях 147–176-летнего возраста по доминантным родам следующее: *Bryoria* (58%) и *Hypogymnia* (22%). Таким образом, с возрастом деревьев происходит увеличение фитомассы кустистых лишайников ( $r=0,57$ ), основная масса которых произрастает на ветвях деревьев.

Полученные экспериментальные данные по фитомассе эпифитов сложно сравнивать с имеющимися данными в литературных источниках, так как исследователи для определения фитомассы используют различные подходы (прямой сбор лишайников и косвенный – по лишайниковому опад), которые зависят от характера исследования и особенностей лишайникового покрова. Ряд исследований посвящен изучению фитомассы отдельных родов лишайников [21–23]. Следует отметить также, что оценку фитомассы проводят в различных типах леса и на разных древесных породах [15,16].

В таблице 3 представлены данные по оценке фитомассы эпифитов в сосновых сообществах, которые свидетельствуют о разной степени накопления фитомассы эпифитных лишайников. Собственные исследования сопоставимы лишь с данными по оценке фитомассы эпифитных лишайников в сосновых лесах Эстонии.

Таблица 3

### Запасы эпифитных лишайников в сосновых сообществах

Тип леса	Местонахождение	Запас, кг/га	Автор
Сосняк (культуры 70 лет)	Московская область	21	Бязров, 1971
Сосняк-беломошник	Эстония	402	Трасс, 1965
Сосняк-брусничник	Эстония	480	Трасс, 1965
Леса из сосны Банкса ( <i>Pinus banksiana</i> )	Канада	2080	Scotter, 1961
Леса из лжетсуги Мензиса ( <i>Pseudotsuga Menziesii</i> )	Америка	2600	McCune, 1993
Сосняк бруснично-лишайниково-зеленомошный	Нижнее Приангарье	492	Собственные сборы

### Выводы

Таким образом, фитомасса эпифитных лишайников на сосне обыкновенной варьирует от 130 до 1090 г. Основной вклад вносят лишайники трех родов: *Bryoria* (45%), *Hypogymnia* (34%) и *Evernia* (12%). На ветвях де-

ревьев фитомасса лишайников составляет 96% от общей фитомассы. Большая часть эпифитов (66%) произрастает в зоне наибольшего развития ветвей (на высоте 9–13,5 м). Фитомасса эпифитных лишайников на стволах деревьев незначительна (4%) и на 70% сосредоточена в основании стволов деревьев, где в основном представлена лишайниками рода *Hurogymnia*.

### Литература

1. Бязров Л. Г. Фитомасса эпифитных лишайников в некоторых типах лесных биогеоценозов подзоны широколиственно-еловых лесов // Раст. ресурсы. – 1969. – Т. 5. – Вып. 2. – С. 276–279.
2. Бязров Л. Г., Медведев Л. Н., Чернова Н. М. Лишайниковые консорции в широколиственно-хвойных лесах Подмосквья // Биогеоценологические исследования в широколиственно-еловых лесах: сб. ст. – М., 1971. – С. 252–270.
3. Бязров Л. Г. Беспозвоночные животные в эпифитных лишайниках разных жизненных форм в лесах Подмосквья // Биология почв Сев. Европы: сб. ст. – М., 1988. – С. 149–154.
4. Бязров Л. Г. Распределение фитомассы эпифитных лишайников в некоторых типах лесных биогеоценозов подзоны широколиственно-еловых лесов // Лесоведение. – 1971а. – № 5. – С. 85–90.
5. Бязров Л. Г. Роль эпифитных лишайников в лесных биогеоценозах // Биогеоценологические исследования в широколиственно-еловых лесах: сб. ст. – М., 1971б. – С. 225–251.
6. Галахов Н. Г. Климат // Средняя Сибирь: сб. ст. – М., 1964. – С. 83–112.
7. Горшков В. В. Влияние атмосферного загрязнения на эпифитный лишайниковый покров северотаежных лесов // Лесные экосистемы и атмосферные загрязнители: сб. ст. – Л., 1990. – С. 144–159.
8. Затуловский Б. Г. Антибиотические свойства пармелии // Природа. – 1956. – № 5. – С. 100–101.
9. Керимов Ю. Б. Лишайники как источник фармакологически активных веществ // Фармация. – 1980. – Т. 29. – № 5. – С. 58–61.
10. Козловская С. Ф. Четвертичные отложения северной части Средне-Сибирского плоскогорья // Плоскогорья и низменности Восточной Сибири: сб. ст. – М., 1971. – С. 46–53.
11. Малышева Н. В. Лишайники Санкт-Петербурга 3. Влияние городских условий и лишеноиндикация атмосферного загрязнения // Бот. журн. – 1998. – Т. 83. – № 9. – С. 39–45.
12. Мартин Ю. Л. Лишеноиндикация состояния окружающей среды // Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей: сб. ст. – Таллинн, 1982. – Ч. 1. – С. 27–47.
13. Михайлова И. Н., Воробейчик Е. Л. Эпифитные лишеносинузии в условиях химического загрязнения: зависимости доза-эффект // Экология. – 1995. – № 6. – С. 455–460.
14. Моисеева Е. Н. Биохимические свойства лишайников и их практическое значение. – М. – Л., 1961. – 68 с.
15. Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности земного шара. – М.; Л., 1965. – 253 с.
16. Руднева Е. Н., Тонконогова В. Д., Дорохова К. Я. Круговорот зольных элементов и азота в ельнике-зеленомошнике северной тайги бассейна р. Мезень // Почвоведение. – 1966. – № 3. – С. 14–26.
17. Трасс Х. Х. Лишайниковые синузии как компонент биогеоценозов (экосистем) // Проблемы изучения грибов и лишайников: сб. ст. – Тарту, 1965. – С. 207–211.
18. Вертикально-фракционное распределение фитомассы и принципы выделения биогеогоризонтов в лесных биогеоценозах / А. И. Уткин, [и др.] // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. биол. – 1969. – Т. 74. – № 1. – С. 85–100.
19. Цогт У. Бязров Л. Г. К вопросу использования лишайника *Parmelia vagans* в фармацевтической промышленности // Изв. АН МНР. – 1982. – № 1. – С. 54–58.
20. Классификация и диагностика почв России / Л. С. Шишов [и др.]. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
21. Caldiz M. S., Brunet J. Litterfall of epiphytic macrolichens in Nothofagus forests of northern Patagonia. Argentina: Relation to stand age and precipitation // Austral Ecology. – 2006. – Vol. 31. – P. 301–309.
22. Edwards R. Y., Soos J., Ritcey R. W. Quantitative observations on epidendric lichens used as food by caribou // Ecology. – 1960. – Vol. 41. – P. 425–431.
23. Esseen P. A., Renhorn K. E. Edge effects on an epiphytic lichen in fragmented forests // Conserv. Biol. – 1998. – Vol. 12. – P. 1307–1317.
24. Esseen P., Reinhorn K., Pettersson R. B. Epiphytic lichen biomass in managed and old-growth boreal forests: effect of branch quality // Ecol. Appl. – 1996. – Vol. 6. – P. 228–238.
25. Gilbert O. L. Lichens and air pollution // The lichens. – New York; London. – 1973. – P. 443–472.



26. *Holien H.* The lichen flora on *Picea abies* in a suboceanic spruce forest area in central Norway with emphasis on the relationship to site and stand parameters // *Nord. J. Bot.* – 1997. – Vol. 17. – P. 55–76.
27. *Lang G.E., Reiners W.A., Heier R.K.* Potential alteration of precipitation chemistry by epiphytic lichens // *Oecologia.* – 1976. – Vol. 25. – P. 229–241.
28. *Lawrey J.D.* Nutritional ecology of lichen/moss arthropods // *Nutritional Ecology of Insects, Mites, and Spiders.* – 1987. – P. 209–233.
29. *Lehmkuhl J.F.* Epiphytic lichen diversity and biomass low-elevation forests of the eastern Washington Cascade range, USA // *Forest Ecology and Management.* – 2004. – Vol. 187. – P. 381–392.
30. *McCune B.* Gradients in epiphyte biomass in three *Pseudotsuga-Tsuga* forests of different ages in western Oregon and Washington // *Bryologist.* – 1993. – Vol. 96. – P. 405–411.
31. *McCune B.* Using Epiphyte Litter to Estimate Epiphyte Biomass // *The Bryologist.* – 1994. – Vol. 97. – № 4. – P. 396–401.
32. *Nadkarni N.M.* Biomass and mineral capital of epiphytes in an *Acer macrophyllum* community of a temperate moist coniferous forest, Olympic Peninsula, Washington State // *Can. J. Bot.* – 1984. – Vol. 62. – P. 2223–2228.
33. *Pike L.H.* The importance of epiphytic lichens in mineral cycling // *The Bryologist.* – 1978. – Vol. 81. – P. 247–257.
34. *Scotter G.W.* Lichens of northern Saskatchewan // *Ibid.* – 1961. – Vol. 64. – P. 240–247.



УДК 639.31.574.55

*Д.К. Кожаева, С.С. Казанчев, Л.А. Казанчева,  
А.А. Мирзоева, Е.А. Казанчева, А.В. Лабазанов, Б.Б. Тхазеплов*

#### РОЛЬ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ТРОФИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ВОДОЕМОВ

*В статье изложены данные многолетних исследований динамики численности и биомассы фитопланктона. Установлено, что величина численности и соотношений эколого-трофических групп фитопланктона зависит от природных и антропогенных факторов, среди которых существенное значение имеют увеличение плотности посадки аквакультуры и внесение искусственной трофи.*

**Ключевые слова:** фитопланктон, биомасса фитопланктона, минеральные удобрения, гидробионты, трофи, диатомеи, водоросли.

*D.K. Kozhaeva, S.Ch. Kazanchev, L.A. Kazancheva,  
A.A. Mirzoeva, E.A. Kazancheva, A.V. Labazanov, B.B. Tkhezeplov*

#### MINERAL FERTILIZER ROLE IN THE RESERVOIR TROPHIC CHAIN FORMATION

*The long-term research data on phytoplankton number and biomass dynamics are given in the article. It is determined that the volume of number and ratios of the phytoplankton ecological and trophic groups depends on natural and anthropogenous factors among which aquaculture planting density increase and artificial troph application play the essential role.*

**Key words:** phytoplankton, phytoplankton biomass, mineral fertilizers, hydrobionts, trophs, diatoms, alga.

**Введение.** Одним из важнейших направлений исследования биологической продуктивности водоемов является изучение экологических процессов в воде и в иле, роли минеральных удобрений как одного из основных звеньев воздействия на первичную продукцию, на трофические взаимоотношения населяющих водоем гидробионтов.

Первичное действие минеральных удобрений состоит в том, что они доставляют добавочную трофи фитопланктону и этим способствуют его более сильному развитию.

В настоящее время известны общие основы более новых и совершенных систем удобрения, еще предстоит выяснить, какие формы наиболее благоприятны для прудов различного характера, расположенных в разных эколого-климатических зонах. Поэтому особое значение приобретает знание общих законо-

мерностей круговорота отдельных элементов, служащих действующим началом удобрений, в первую очередь – фосфора и азота. Выяснив, как именно участвуют отдельные биогенные элементы в создании биологических ресурсов водоемов, сможем определить, какие условия благоприятны для каждого из компонентов удобрений. Это позволит выявить потребные формы удобрения применительно к конкретным условиям определенных водоемов, по эколого-климатическим зонам, что будет помогать исследователям ставить специальные вопросы о составе, сроках и нормах внесения удобрений при разных эколого-климатических условиях.

Минеральное удобрение непосредственно улучшает условия автохтонного синтеза органических веществ флорными организмами, главным образом, фитопланктоном.

Видовой состав фитопланктона удобренных и неудобренных водоемов не различается [5, 11, 16, 17].

О совершенно другой оценке роли минеральных удобрений высказывают авторы [1–4], которые утверждают, что «...речь может идти только о влиянии на относительную численность различных представителей фитопланктона».

В настоящее время этот вопрос весьма запутан, только редкие работы по изучению удобрений прудов сопровождались квалифицированным изучением фитопланктона. Нередко исследователи ограничиваются чрезмерно общими формулировками о «сильном» или «слабом» цветении воды зелеными или сине-зелеными водорослями. Почти не могут быть использованы также данные по фитопланктону, относящиеся к пробам, собранным планктонной сетью. Наконец, для сравнительных целей малополезны результаты изучения фитопланктона, представленные только числом особей, числом клеток [15]. Все это сильно ограничивает круг работ, которые могут быть использованы для ответа на вопрос, как именно изменяется фитопланктон под влиянием удобрений.

**Цель работы:** изучить роль минеральных удобрений в формировании трофической цепи водоемов в различных эколого-климатических рыбноводных зонах Кабардино-Балкарской Республики.

**Материал и методы исследований.** Базой для постановки опытов послужили спускные опытные пруды площадью 0,5–10 га с независимым водоснабжением, расположенные в разных эколого-фенологических зонах и представляющие все пять физико-географические зоны. На некоторых можно было провести комплекс интенсификационных мероприятий: мелиоративные работы, фагирование рыб, известкование, удобрение.

Внесение удобрений начинали с наименьших доз, увеличивая их в последующие годы. Пруды сначала известковали и только через 2–3 недели вносили удобрения в основном минеральные (фосфорные и азотные) по методике, разработанной лабораторией гидрохимии ВНИИПРХ [5, 10]. Минеральные удобрения вносили в пруд по воде. Их растворяли в воде в отработанных пищевых пластиковых емкостях, а затем слодки распределяли по всей поверхности пруда.

Необходимое количество их рассчитали методом Ф. М. Суховерхова (1963) по формуле

$$A = \frac{(K - k) \cdot 100}{P},$$

где А – необходимое количество удобрений, мг/л;

К – необходимая концентрация биогенных элементов в воде, мг/л;

к – концентрация биогенных элементов в воде пруда по данным химического анализа воды, мг/л;

Р – содержание действующего вещества в удобрителе, %;

100 – поправка на проценты.

Общее количество удобрений определяли умножением количества удобрений на объем пруда.

Интенсивность фотосинтеза измеряли с помощью метода склянок (кислородная модификация) при экспозиции 24 ч [6]. Для исследования влияния минеральных удобрений на первичную продукцию водоемов два раза в месяц отбирали пробы фитопланктона в первой половине дня, поскольку данные отборы проб в это время соответствуют среднесуточным [20].

Отбор проб и обработку фитопланктона осуществляли осадочным и мембранным методом [19]. При изучении качественного состава фитопланктона использовали определители [13, 17, 18]. Количественную обработку проводили счетным методом. Биомассу определяли на основании измерения организмов, приравнивая их объемы к объему соответствующей геометрической фигуре или исходя из индивидуальных масс [8, 14]. Род водорослей определяли при просмотре под микроскопом на счетном стекле в 2 мл пробы [9].

**Результаты исследования.** Фитопланктон опытных водоемов был представлен 5 типами водорослей (табл. 1).

Таблица 1

**Динамика фитопланктона в опытных прудах в среднем за 5 лет**

Водоросли	Эколого-климатические рыбоводные зоны									
	I		II		III		IV		V	
	Всего (тыс. шт/п)	% от общего количества	Всего (тыс. шт/п)	% от общего количества	Всего (тыс. шт/п)	% от общего количества	Всего (тыс. шт/п)	% от общего количества	Всего (тыс. шт/п)	% от общего количества
Зеленые	254,6	44,9	522,3	54,5	2890,5	79,1	3479	74,51	5891,5	77,7
Синезеленые	53,9	9,5	77,3	8,06	145,6	4,0	310,5	6,6	325,4	4,3
Диатомовые	189,3	33,4	280,5	29,3	375,3	10,3	459,6	9,8	760,2	10,0
Золотистые	2,2	0,4	3,4	0,4	10,9	0,3	14,8	0,3	20,5	0,3
Эвгленовые	66,1	11,7	75,5	7,9	231,4	6,3	405,1	8,7	582,7	7,7
Всего сумма водорослей	566,1	100,0	959,0	100,0	3653,7	100,0	4669	100,0	7580,3	100,0

*Диатомовые (Bacillariophyta)* водоросли – основной источник питания планктонных, ракообразных, особенно ветвистоусых. Эти водоросли отличаются высокими пищевыми качествами. Калорийность диатомовых водорослей составляет 520 кал. Они содержат в расчете на сухое вещество 20–30% белков, 5–15% липоидов, 25–60% золы. Диатомовые водоросли являются первым звеном большинства трофических цепей в водоемах. В случаях, когда диатомеи плохо потребляются планктонами, рачками, большая часть органической массы их частично растворяется в воде и служит трофом для бактерии, а частично оседает на дно, фигурируют донные гидробионты.

Разные виды диатомеи по-разному реагируют на условия окружающей среды. Однако характерным для всех видов является высокая потребность в азоте, фосфоре и особенно в железе. При содержании в воде 2–3 мг Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> диатомеи хорошо развиваются, в то время как другие водоросли могут погибать. В отличие от других диатомовые водоросли теневыносливые, что позволяет им развиваться в наиболее глубоких слоях водоема.

*Синезеленые (Cyanophyta)* водоросли особенно обильно развиваются в непроточных водоемах. Цветут синезеленые водоросли чрезвычайно быстро, в 3–4 дня, также быстро у них могут образовываться споры и отмирать вегетативные клетки. При этом происходит процесс гниения, качество воды ухудшается, что и приводит к заморным явлениям. Синезеленые водоросли весьма устойчивы к изменениям температуры. Кроме того, имеются сведения о ядовитом действии [7, 12, 16].

*Эвгленовые (Euglenophyta)* водоросли являются очень распространенной группой организмов, обитающих преимущественно в малых, богатых органическими веществами водоемах. Склонность многих эвгленовых к миксотрофному фагированию позволяет активно участвовать в самоочищении вод. Богатство эвгленовыми водорослями указывает на повышенное содержание в воде органических веществ, на высокое эвтрофное, переходящее в микстротрофную фазу состояние водоема. Многие эвгленовые предпочитают воды, содержащие гуминовые вещества, активно участвуют в круговороте железа и, вероятно, органических кислот. Трофическое значение эвгленовых мало изучено (имеются указания на питание или личинок тендепид некоторых коловраток). Эвгленовые водоросли в основном обитают в гумизированных водоемах со стоячей водой.

*Золотые (Chrysophyta)* водоросли распространены в пресных водоемах и особенно обильно развиваются при понижении температуры воды – ранней весной и поздней осенью. Эти водоросли хорошо развиваются при высоком содержании в воде азотистых солей даже в летний период.

Материалы таблицы свидетельствуют, что зеленые (*Chlorophyta*) водоросли – наиболее обширная группа среди других водорослей. Они наиболее изучены и встречаются в самых разнообразных условиях. Из зеленых водорослей имеют большое значение протококковые – для улучшения кислородного режима, а также для питания ветвистоусых. Они нередко развиваются очень обильно при высоком содержании в воде органи-

ческих веществ. Зеленые водоросли (как и другие) значительно различаются по потреблению азота, фосфора, железа. Поэтому при внесении минеральных удобрений можно значительно увеличить их биомассу.

Основная масса биогенных элементов (азот, фосфор, железо) в водоемах находится в воде органических соединений, и данные обычных применяемых анализов (минерального азота и фосфора) далеко еще не характеризуют доступное для фитопланктона количество этих веществ.

Сценедесмус (*Scenedesmus*), анкistroдесмус (*Ankistrodesmus*) и лагерхеймия (*lagerheimia*) обладают способностью потреблять почти весь азот, содержащийся в водоемах (до 0,004 мг N нитратов на 1 л), а пандорина (*Pandorina*) вольвоксовые водоросли не могут полностью использовать содержащийся в водоеме азот. Для нормального развития этих водорослей требуется внесение в водоемы азотных удобрений. Водоросли лучше развиваются при дополнительном внесении железа в виде удобрений.

Недостаток биогенных элементов отрицательно сказывается на развитии различных форм водорослей.

При снижении количества биогенных элементов водоросли беднеют, и молодая клетка не достигает нормальных размеров, но продолжает еще делиться и отмирает.

Анабена (*Anabaena d.*) достигает наилучшего развития при содержании в воде 0,8 мг/л аммиачного и 0,8–1 мг/л нитратного азота, но при этом угнеталось развитие афанизоменон (*Aphanizomenon*).

На железо водоросли реагируют еще быстрее, чем на аммонийный азот. Так, осциллятория (*Oscillatoria*) лучше развивается при внесении железа из расчета 1,4 мг/л, астрионелла (*Asterionella*) – 2 мг/л, афанизоменон (*Aphanizomenon*) – 1 мг/л. Наилучшего развития *Anabaena* достигает при содержании в воде фосфора 2 мг/л, астрионелла – 1,5 мг/л, т.е. для организмов, лучше развивающихся при повышенном содержании железа, требуется более повышенное содержание фосфора, чем для организмов, дающих максимальные приросты при невысоких дозах применения железа.

Из наших наблюдений следует, что развитие водорослей зависит от целого ряда факторов среды. Вносимые с удобрениями биогенные элементы оказывают неодинаковое влияние на различные виды водорослей. При этом все их виды имеют большое значение для жизни водоема. Нами установлено, что сине-зеленые водоросли являются азотофиксаторами воздуха.

Наблюдение за развитием водорослей в зависимости от количества вносимых удобрений показало, что наибольший эффект дает внесение суперфосфата и аммиачной селитры в соотношении 1:1. Причем планируемая доза селитры была равна расчетной (4 ц/га).

Фитопланктон всех прудов был представлен пятью типами водорослей, но количество родов по эколого-климатическим зонам было неодинаковым (см. табл. 1). Так, в среднем за пятилетний период исследования в контроле встречалось 58 родов.

Состав фитопланктона водоемов III–IV эколого-климатических зон представлен 95–118 таксонами, из них 36–40 форм относились к зеленым водорослям, 20–35 – к диатомовым, 20–25 – к эвгленовым и 12–15 – к синезеленым. Остальные группы водорослей представлены единичными видами.

В водоемах I – II зон обнаружено 40–90 таксона фитопланктона: из них максимальное количество видов и разновидностей принадлежит зеленым, в основном протококковым водорослям (20–45 таксонов). Диатомовые представлены 5–10 таксонами, золотистые – 3–6 формами.

Установлено, что наиболее устойчивыми формами зеленых водорослей являются: сценедесмус (*Scenedesmus*), струраструм (*Staurastrum*), гониум (*Gonium*), тетрострум (*Tetrostrum*), рафидонема (*Raphidonem*) пандорина, (*Pandorina*), космариум (*Cosmarium*), кластериум (*Closteium*) и евдорина (*Eudorina*); из сине-зеленых: афанизоменон (*Aphanizomenon*), нодулария (*Nodularia*); из эвгленовых (*Euglenophyta*), трахеломонас (*Trachelomonas*), стробомонас (*Strobomonas*) и факус (*Phacus*); из диатомовых: циклотелла (*Cyclotella*), меридион (*Meridion*), фрагиллария (*Fragillaria*), синедра (*Synedra*), навакула (*Navicula*), пинулария (*Pinnularia*) и сурирелла (*Surirella*); из зоолоистых: перединум (*Peredinium*) и периодически церациум (*Ceratium*). При длительной эксплуатации водоемов для выращивания аквакультуры из фитопланктонов исчезают астрионелла (*Asterionella*), кумбелла (*Cymbella*), нитушия (*Nitzschia*), динабрион (*Dinabryon*) и табеллария (*Tabellaria*).

Характер смены водорослей обуславливается основным солевым режимом водоемов, а также биологическими особенностями не только групп водорослей, но и каждого таксона в отдельности. В распределении водорослей большую роль наряду с азотом, фосфором и кальцием играют эколого-климатические рыбо-водные зоны.

Влияние кальция на развитие фитопланктона положительное. Такая зависимость от кальция отмечена в развитии зеленых, диатомовых, синезеленых и эвгленовых водорослей. При содержании его в пределах 35 мг/л все перечисленные водоросли интенсивно развиваются, а при повышении до 445 мг/л развитие сильно снижается (табл. 2).

Сопоставляя численность и биомассу водорослей по вариантам опытов, необходимо отметить, что в водоемах с невысокой плотностью посадки аквакультур и без кормления карпа искусственно приготовленными кормами, прямой зависимости между развитием фитопланктона и внесением различных видов удобрений в водоемы не установлено, большое влияние оказывает ложе водоемов.

Таблица 2

**Влияние минеральных удобрений на среднесезонную численность и биомассу фитопланктона на водоемах**

Эколого-климатические рыбо-водные зоны	Плотность посадки карпа, экз/га		Фагирование искусственной трофи, ц/га	NPCa	NP	Ca	Без удобрений
	личинка	годовики					
I	80,0	-	45,7	$\frac{2,8 \pm 0,56}{2,28 \pm 0,32}$	$\frac{1,56 \pm 0,1}{1,16 \pm 0,32}$	-	$\frac{0,88 \pm 0,23}{1,1 \pm 0,3}$
II	23,0	-	6,1	$\frac{8,17 \pm 1,9}{3,96 \pm 1,73}$	$\frac{4,85 \pm 0,6}{2,36 \pm 0,07}$	-	$\frac{1,8 \pm 0,1}{1,3 \pm 0,25}$
III	40,0	-		$\frac{2,35 \pm 0,91}{2,2 \pm 1,13}$	$\frac{2,4 \pm 0,85}{2,29 \pm 0,74}$	-	$\frac{3,94 \pm 2,32}{1,13 \pm 0,35}$
IV		4,2		$\frac{42,6 \pm 0,61}{10,66 \pm 1,73}$	-	-	$\frac{6,29 \pm 0,51}{2,99 \pm 0,31}$
V	16	5,3	3,7	$\frac{53,2 \pm 7,9}{18,43 \pm 7,6}$	-	-	$\frac{6,02 \pm 0,2}{2,14 \pm 0,53}$

В водоемах ложе представлено малогумусными черноземами (V зона). Биомасса фитопланктона удобренных и известкованных водоемов была в 4,8–8,6 раза выше по сравнению с неудобренными водоемами. В водоемах, расположенных на песчаных почвах (IV зона) со сроком эксплуатации 1–2 года, влияние удобрений на развитие планктонных водорослей не прослеживается.

В опытах, в которых проводили фагирование карпа искусственными трофи, биомасса фитопланктона в удобренных водоемах была в 2–3 раза богаче по сравнению с неудобренными. Водоемы, в которые внесли только азотно-фосфорные удобрения, занимают промежуточное положение. В количественном отношении в структуре фитопланктона в удобренных водоемах за редким исключением преобладают протококковые водоросли.

### Выводы

1. На основании комплексных исследований сделана попытка оценить действие основных интенсификационных мероприятий (удобрение и известкование водоемов, плотность посадки) на формирование экосистемы водоемов, рост аквакультуры и трофической цепи, опираясь на тщательный биоэкологический анализ, выработать мероприятия по дальнейшему повышению первичной биопродукции водоемов.

2. Удобрение водоемов азотно-фосфорными соединениями в комплексе с известью (2 г азота на 1 м<sup>3</sup> воды + 1 г фосфора на 1 м<sup>3</sup> воды + 0,3–0,5 ц/га извести) оказывает благоприятное влияние на химический режим воды водоемов.

3. В исследованных водоемах разных зон зарегистрировано 5 типов водорослей и 40–190 видов и разновидностей фитопланктона. В течение периода вегетации происходит смена форм.

4. Первичная продукция удобренных и известкованных водоемов намного (в 1,2–2,6 раза) выше, чем неудобренных; меньше затраты (в 1,4–20 раза) искусственной трофи на единицу продукции.

### Литература

1. Акимов В.А. Биопродуктивность выростных прудов при интродукции дафний: сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – М., 1977. – Вып. 53. – С.110–119.
2. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. – Л.: Гидрометиздат, 1989. – 152 с.

3. Богатова И.Б. Рыбоводная гидробиология. – М.: Пищевая пром-сть, 1984. – С. 1–168.
4. Бульон В.В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. – Л.: Наука. 1984. – С. 40–47.
5. Винберг Г.Г. Ляхнович В.П. Удобрение прудов. – М.: Пищевая пром-сть, 1965. – С. 205–272.
6. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. – Минск: Изд-во АН БССР, 1960. С. 240–250.
7. Горчакова Р.И., Телитченко М.М. К биологии загрязненных прудов // Рус. гидробиол. журн. – 1962. – № 1. – С. 120–128.
8. Гринь В.Г. Объемно-видовая характеристика фитопланктона нижнего Днепра. – Киев, 1967. – С.30–39.
9. Жадин В.И. Жизнь пресных вод СССР. М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – I, II. – С. 520–537.
10. Кожаева Д.К., Казанчев С.Ч. Трофическая цепь водоемов КБР // Методы и способы формирования конкретных преимуществ: сб. ст. – М.: МАКБ, 2008. – С. 97–100.
11. Рекомендации по повышению и использованию биологических ресурсов водоемов КБР / Д.К. Кожаева [и др.]. – Нальчик, 2006. – 29 с.
12. Казанчев С.Ч., Кожаева Д.К. Биолого-экологическая характеристика пресных водоемов КБР. – Нальчик: Тетраграф, 2011. – 319 с.
13. Кондратьева А.Л. Предпосылки развития растительноядных рыб в прудовых хозяйствах Советского Союза // Озерные и речные рыбы. – М., 1968. – С. 53–57.
14. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. – Л., 1969. – С. 200–250.
15. Липин А.Н., Бахтина В.И. Пресные воды и их жизнь. – М.: Госучпедгиз, 1950. – С. 340–345.
16. Панкова Н.Х. Действие удобрений на процессы мобилизации фосфора в рыбоводных прудах // Тр. Ин-та биологии АН Литовской ССР. – 1964. – Т.7. – С. 83–96.
17. Смирненко Л.А. Определение пресноводной фауны. – М.: АН СССР, 1938. – С 120–129.
18. Толачевский О.Ц., Оксинюк О.П. Динамика содержания фосфора и железа в черном озере // Гидрохимические мат-лы. – 2000 – Т. 15. – С. 180–204.
19. Усачев Т.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Тр. ВГБО. – 1961. – С. 400–411.
20. Харитонова Н.Н. Экологические условия выращивания рыбы при уплотненных посадках в пруде Дон-рыбкомбината // Рыбное хоз-во. – Киев, 1975. – № 7. – С. 15–25.



УДК 581.93 (571.61)

Е.П. Рец

### РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ДОЛИННЫХ КОМПЛЕКСОВ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ (ХИНГАНСКИЙ ЗАПОВЕДНИК)

*Выявлены закономерности дифференциации ботанического разнообразия на локальном уровне и факторы, его определяющие.*

**Ключевые слова:** Среднее Приамурье, долинный комплекс, растительность,  $\alpha$ -разнообразие, ценотический анализ флоры.

Е.Р. Rets

### THE CENTRAL PRIAMURYE VALLEY COMPLEX VEGETATION (KHINGANSK NATIONAL RESERVE)

*The laws of the botanical variety differentiation at the local level and the factors, which determine it, are revealed.*

**Key words:** Central Priamurye, valley complex, vegetation,  $\alpha$ -variety, flora cenotic analysis.

---

**Введение.** Исследованию различных аспектов растительного покрова долинных комплексов посвящены многочисленные публикации. Охарактеризованы различные типы пойменных болот, долинных лугов, лесов [3, 4, 6, 7, 17, 18], разработаны классификации долинной растительности, в том числе по методу Браун-Бланке [1, 2, 5, 8, 13, 21], рассмотрено влияние различных экологических факторов на растительные ком-

плексы долин [9]. Показано, что растительный покров речных долин формируется в динамичных условиях и отличается большой пестротой, сложностью и крайней неустойчивостью, как в пространстве, так и во времени.

**Объект** настоящего исследования – растительный покров долины Среднего Амура. **Целью** исследования является выявление закономерностей дифференциации ботанического разнообразия на локальном уровне и факторов его определяющих. В качестве модельной нами выбрана территория Хинганского заповедника (Архаринская низменность, юго-восточная часть Зейско-Буреинской равнины) [15, 16], никогда не испытывавшая значительного антропогенного влияния, а с 1960 года полностью исключенная из любого вида хозяйственного использования.

**Материалы и методы.** Работа основана на материалах (766 описаний растительных сообществ), собранных автором в ходе 4 вегетационных сезонов (2006–2009 гг.). Описания выполнены в соответствии с фитоценологическими стандартами, разработанными Muller-Dombois & Ellenberg [26]. Помимо этого используются результаты флористических [5, 11], геоботанических [10, 20] и геоморфологических [12, 14, 15] исследований, а также космические снимки (Aster, Landsat и др.).

В качестве опорных единиц изучения таксономического разнообразия нами используется *α-разнообразие* (таксономическое и типологическое). В работе применяется стандартный набор методов (классификация по методу Браун-Бланке, эколого-флористический анализ ценофлор, ординация по методу шкал Раменского), неоднократно доказавших свою эффективность и поэтому часто используемых в современных исследованиях.

**Обсуждение результатов.** В результате проведенных исследований установлено, что флора изучаемых долинных комплексов включает в себя 410 видов растений, относящихся к 91 семейству. Из 10 самых богатых видами семейств преобладающими являются *Compositae*, *Poaceae*, *Cyperaceae* и *Ranunculaceae*, их суммарная доля превышает 50%. Классификация растительности выполнена по методу *Braun-Blanquet* с использованием пакета программ *Turboveg* и *Juice*. Широкий набор местообитаний и изменяющиеся по градиентам факторы среды обусловили существование большого числа ассоциаций (12), относящихся к 5 классам и 7 порядкам [1, 2, 8, 23].

Продромус растительности долинных комплексов Хинганского заповедника:

1.0.0.0. Класс *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941.

1.1.0.0. Порядок *Phragmitetalia* W. Koch 1926.

1.1.1.0. Союз *Phragmition* W. Koch 1926.

1.1.1.1. Acc. *Glycerio spiculosae-Phragmitetum australis* Akht. 1987.

1.2.0.0. Порядок *Magnocaricetalia* Pignatti 1953

1.2.1.0. Союз *Caricion appendiculatae* Akhtyamov et al. 1985.

1.2.1.1. Acc. *Caricetum vesicato-appendiculatae* Akhtyamov et al. 1985.

2.0.0.0. Класс *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* R. Tx. 1937.

2.1.0.0. Порядок *Caricetalia meyerianae* Akhtyamov 1987.

2.1.1.0. Союз *Caricion meyerianae* Akht. et al. 1987.

2.1.1.1. Acc. *Menyantho trifoliatae-Caricetum meyerianae* ass. nov.

2.1.1.2. Acc. *Caricetum lasiocarpo-meyerianae* Akht. 1987.

3.0.0.0. Класс *Calamagrostietea langsdorffii* Mirkin in Akhtyamov et al. 1985.

3.1.0.0. Порядок *Calamagrostietalia langsdorffii* Akhtyamov et al. 1985.

3.1.1.0. Союз *Calamagrostion langsdorffii* Akhtyamov et al. 1985.

3.1.1.1. Acc. *Lathyro pilosi-Calamagrostietum purpureae* ass. nov.

3.1.2.0. Союз *Caricion schmidtii* Akht. et al. 1985.

3.1.2.1. Acc. *Calthii-Caricetum schmidtii* Akhtyamov 1987.

4.0.0.0. Класс *Arundinello anomalae-Agrostietea trinii* Ermakov et Krestov 2009.

4.1.0.0. Порядок *Carici schmidtii-Agrostietalia trinii* Ermakov et Krestov 2009.

4.1.1.0. Союз *Agrostion trinii* Akhtyamov et al. 1985.

4.1.1.1. Acc. *Carici schmidtii-Hemerocallidetum minoris* ass. nov.

4.2.0.0. Порядок *Artemisietalia mandshuricae* Akhtyamov et al. 1985.

4.2.1.0. Союз *Arundinellion anomalae* Akht. et al. 1985

4.2.1.1. Acc. *Cariceto schmidtii-Arundinellum anomalae* Akhtyamov et al. 1985.

5.0.0.0. Класс *Quercu mongolicae-Betuletea davuricae* Ermakov et Petelin 1997.

- 5.1.0.0. Порядок *Quercus mongolicae-Betuletalia davuricae* Ermakov 1997.
- 5.1.1.0. Союз *Ligulario fischeri - Betulion davuricae* Ermakov 1997.
- 5.1.1.1. Acc. *Carici schmidtii-Betuletum platyphyllae* ass. nov.
- 5.1.1.2. Acc. *Rubo saxatilis-Betuletum platyphyllae* ass. nov.
- 5.1.2.0. Союз *Kitagawio terebinthaceae-Betulion davuricae* Ermakov 1997.
- 5.1.2.1. Acc. *Corylo heterophyllae-Quercetum mongolicae* Stupnikova 2002.
- 5.1.2.2. Acc. *Artemisio gmelinii-Quercetum mongolicae* ass. nov.

Заросли гигрофитов (*Zizania latifolia*, *Thypha latifolia* и др.) и крупноосочники класса PHRAGMITI-MAGNOCARICETEA Klika in Klika et Novak 1941 произрастают на самых низких уровнях высокой поймы – глубоких мочажинах прарусловых понижений и околостаричных экотопах. Мезотрофные мейроосоковые (*C. meyeriana*) болота, входящие в состав класса SCHEUCHZERIO-CARICETEA FUSCAE R.Тх. 1937, занимают основные части плоских прарусловых понижений на высокой пойме. Класс CALAMAGROSTETEA LANGSDORFII Mirkin in Achtiyomov et al. 1985 на территории исследования представлен сырыми и заболоченными вейниковыми (*Calamagrostis purpurea*) и шмидтосоково (*Carex schmidtii*) – вейниковыми лугами, которые формируются на нижних частях склонов, а также в неглубоких понижениях террас. Свежие и сухие разнотравные «лилейные» и разнотравно-злаковые (*Koeleria cristata*, *Arundinella anomala*, *Spodiopogon sibiricus* и др.) луга класса ARUNDINELLO ANOMALAE- AGROSTIETEA TRINII cl. nov. hoc loco [9] занимают основные пространства плоских террасовидных поверхностей и определяют физиономический облик всей долины. На относительно автоморфных частях долины, вышедших из-под непосредственного влияния аллювиального фактора, последовательно сменяют друг друга различные типы мелколиственных (*Betula platyphylla*, *Populus tremula*) и смешанных (*Quercus mongolica*, *Ulmus laciniata*, *Tilia amurensis*, *Betula davurica*) лесов класса QUERCO MONGOLICAE-BETULETEA DAVURICAE Ermakov et Petelin 1997.

Оценка варьирования различных показателей биоразнообразия по градиентам среды невозможна без проведения экологической ординации синтаксонов. Для экологической характеристики синтаксонов в пространстве ведущих факторов среды используются экологические шкалы Л.Г. Раменского [18, 19], а также европейские шкалы Г. Элленберга [24] и Э. Ландольта [25]. Пространственная координация синтаксонов проводилась в условном экологическом поле по двум факторам (увлажнение и богатство почв). Показатели по каждому фактору для видов растений брались из региональных таблиц, составленных И.А. Цаценкиным и др. [22] и В.П. Селедцом [19] для Дальнего Востока РФ.

Все синтаксоны долины располагаются в условном экологическом поле, в котором условия увлажнения (ось X) меняются от увлажнения сильнообводненных болот (105) до лугово-степного или влажностепного (48), а условия богатства почв (ось Y) от бедных почв (4) до богатых бурых, луговых, достаточно обеспеченных элементами минерального питания почв (16). В результате проведенного анализа получено 3 экологических ряда ассоциаций: болотный ряд – от ассоциации околородных зарослей (*Glycerio spiculosae-Phragmitetum australis* Akht. 1987) до мейроосоковых болот (*Caricetum lasiocarpo-meyerianae* Akht. 1987) на высокой пойме, ряд луговых ассоциаций – от сырлуговых шмидтосоково-вейниковых лугов (*Lathyro pilosi-Calamagrostietum purpureae* ass. nov.) до остепненных разнотравно-злаковых лугов (*Cariceto schmidtii-Arundinellatum anomalaе* Akhtiyomov et al. 1985) на относительно выположенных поверхностях надпойменных террас и ряд лесных ассоциаций – от белоберезовых олуговелых (*Carici schmidtii-Betuletum platyphyllae* ass. nov.) до остепненных дубрав (*Artemisio gmelinii-Quercetum mongolicae* ass. nov.) на древних прирусловых гривах на террасах.

Видовое богатство (ВБ) ассоциаций растительности долинных комплексов меняется в диапазоне 20 до 169 (рис.). Анализ изменений видового богатства ассоциаций в поле ведущих факторов среды показал, что оно связано с изменением условий увлажнения и богатства почв, достигая наибольших значений для растительных ассоциаций грив и террас (луговой и лесной ряды), а минимальные – для растительных ассоциаций обводненных прарусловых понижений на пойме (болотный ряд). Если на прарусловых понижениях поймы могут произрастать лишь 98 видов растений, постепенно по профилю долины экологическая емкость среды увеличивается: общее богатство луговых сообществ составляет 221, а лесных сообществ на гривах – 258 видов.





График изменения видового богатства: (1 – *Glycerio spiculosae-Phragmitetum australis* Akht. 1987; 2 – *Caricetum vesicato-appendiculatae* Akhtyamov et al. 1985; 3 – *Menyantho trifoliatae-Caricetum meyerianae* ass. nov.; 4 – *Caricetum lasiocarpo-meyerianae* Akht. 1987; 5 – *Lathyro pilosi-Calamagrostietum purpureae* ass. nov.; 6 – *Calthii-Caricetum schmidtii* Akhtyamov 1987; 7 – *Carici schmidtii-Hemerocallidetum minoris* ass. nov.; 8 – *Cariceto schmidtii-Arundinellatum anomalae* Akhtyamov et al. 1985; 9 – *Carici schmidtii-Betuletum platyphyllae* ass. nov.; 10 – *Rubo saxatilis-Betuletum platyphyllae* ass. nov.; 11 – *Corylo heterophyllae-Quercetum mongolicae* Stupnikova 2002; 12 – *Artemisio gmelinii-Quercetum mongolicae* ass. nov.

**Болотный ряд.** Минимальные показатели видового богатства соответствуют ассоциации прибрежно-водных сообществ (*Glycerio spiculosae-Phragmitetum australis* Akht. 1987). Такой низкий показатель связан с крайними экологическими условиями экотопа по фактору увлажнения, в которых может произрастать лишь ограниченное число видов. В связи с уменьшением увлажнения от ассоциации околородных зарослей сообществ к ассоциации мезотрофных болот (*Caricetum lasiocarpo-meyerianae* Akht. 1987) происходит постепенный рост ВБ. Наибольшие показатели ВБ (54) в пределах болотного ряда соответствуют ассоциации мейроосоковых кровохлебковых болот (*Caricetum lasiocarpo-meyerianae* Akht. 1987). Здесь высокая мозаичность (кочки и микровалы), а также относительно благоприятные условия увлажнения приводят к росту видового богатства.

**Луговой ряд.** В ряду луговых ассоциаций на террасах происходит быстрый рост ВБ по градиенту увлажнения и богатства почв: от 39 в сырых шмидтосоково-вейниковых лугах до 169 в свежих «лилейных» лугах (*Carici schmidtii-Hemerocallidetum minoris* ass. nov.). На первой ступени ряда увлажнение еще избыточно для луговых, но уже недостаточно для болотных видов. В связи с этим здесь формируется специфическая ассоциация монодоминантных сообществ *Lathyro pilosi-Calamagrostietum purpureae* ass. nov с низким видовым богатством (36). На следующей ступени ряда (влажные луга *Calthii-Caricetum schmidtii* Akhtyamov 1987) происходит резкое увеличение видового богатства, связанное с улучшением экологической среды. Максимальные показатели видового богатства в связи с относительно благоприятными условиями увлажнения и богатства почв, как для этого ряда, так и среди всех ассоциаций долинных комплексов, имеет ассоциация свежих лугов (*Carici schmidtii-Hemerocallidetum minoris* ass. nov.). В составе флоры ассоциации следующей ступени экологического ряда (*Cariceto schmidtii-Arundinellatum anomalae* Akhtyamov et al. 1985), сообщества которой формируются на плоских поверхностях наиболее высоких и древних террас, в условиях сухолугового увлажнения выпадает большинство мезогигрофитов и гигромезофитов, появляются немногочисленные ксерофиты, что сказывается на показателе ВБ: он падает до 141.

**Лесной ряд.** Локальный максимум (160 видов) внутри ряда наблюдается в ассоциации мелколиственно-широколиственных лесов (*Rubo saxatilis-Betuletum platyphyllae* ass. nov.), во флоре которой смешиваются комплексы видов субклимаксовых дубрав и луговолесных видов березняков и осинников. Локальный минимум соответствует остепненным дубравам на крутых южных склонах грив (*Artemisio gmelinii-Quercetum mongolicae* ass. nov.). В условиях эдафической сухости из состава фитоценозов выпадает большое число мезофитных видов и таким образом снижается видовое богатство ассоциации (130).

Анализ важнейших показателей разнообразия по градиенту увлажнения и богатства почв позволил установить закономерности распределения отдельных типологических категорий, выявить связи различных элементов с определенными генетическими частями долины. Согласно полученным результатам, ядро флоры околородных и болотных сообществ прарусловых понижений на пойме составляют широкоареальные лугово-болотные и водно-болотные виды, также довольно значимыми оказываются маньчжурские водно-болотные и лугово-болотные виды. В структуре влажных и сырых лугов на нижних уровнях террас доминируют маньчжурские гигрофильно-луговые виды. Маньчжурские луговые виды находят свой оптимум в различных типах лугов (от влажных до сухих) на плоских поверхностях террас. Виды, связанные с маньчжурскими неморальными экосистемами, начинают играть значимую роль в лесных ассоциациях на гривах террас, а максимальных показателей они достигают в субклимаксовых черноберезово-дубовых лесах на гривах 2 НТ. Дауро-маньчжурский степисто-лесной элемент, объединяющий виды, ценотически и в своем распространении связанные с континентальными дубравами Даурии и Среднего Амура, насыщает флору субклимаксовых смешанных березово-дубовых лесов и остепненных дубрав на гривах. Южносибирские степисто-луговые виды проникают и доминируют в сухих лугах на высоких террасах, а также находят свой оптимум в структуре флоры остепненных дубрав (*Artemisia gmelinii-Quercetum mongolicae* ass. nov.). Широкоареальные лугово-лесные виды – одна из наиболее распространенных групп видов для флор свежих, сухих лугов, а также лесных фитоценозов на гривах террас.

### Выводы

Изучение ботанического разнообразия долинных комплексов – одна из актуальных задач современной географии биоразнообразия. Долинная часть Хинганского заповедника может быть использована в качестве модельной по отношению ко всей Архаринской низменности, в силу слабой нарушенности растительного покрова она является очень ценным объектом для выявления закономерностей дифференциации биоразнообразия.

Флора Архаринской низменности включает в себя 410 видов растений, относящихся к 91 семейству. Систематизация растительности Антоновского лесничества на принципах флористической классификации по Браун-Бланке позволила выделить 12 ассоциаций, относящихся к 5 классам и 7 порядкам.

Согласно результатам экологической ординации синтаксонов по методу шкал Раменского, они располагаются в условном экологическом поле, в котором условия увлажнения меняются от увлажнения сильнообводненных болот до лугово-степного или влажностепного, а условия богатства почв от бедных почв до богатых бурых, луговых, достаточно обеспеченных элементами минерального питания почв. Видовое богатство и видовая насыщенность растительности взаимосвязаны с изменением условий увлажнения и богатства почв, достигают наибольших значений для растительных ассоциаций грив и террас (луговой и лесной ряды), а минимальные – для растительных ассоциаций обводненных прарусловых понижений (болотный ряд) на пойме. Анализ важнейших показателей разнообразия по градиенту увлажнения и богатства почв позволил установить закономерности распределения отдельных типологических категорий, выявить связи различных элементов с определенными генетическими частями долины.

### Литература

1. Ахтямов М.Х. Синтаксономия луговой растительности бассейна р. Амур. – Хабаровск, 1995. – 200 с.
2. Ахтямов М.Х., Бабурин А.А. Растительность // Флора и растительность Хинганского заповедника (Амурская область). – Владивосток: Дальнаука, 1998. – С. 154–204.
3. Барышников М.К. Луга низовий р. Оби, их характеристика и перспективы использования // Пойменные луга Крайнего Севера. Приемы их использования и улучшения. – Норильск, 1961. – Т. 10. – С. 115–158.
4. Бойнов А.И., Кузьмин А.И. Пойма Иртыша. – Омск: Зап-Сиб. кн. изд-во, 1975. – 110 с.
5. Определитель растений Приморья и Приамурья / Д.П. Воробьев [и др.]. – М., 1966. – 491 с.
6. Добровольский Г.В., Афанасьева Т.В., Ремезова Г.Л. Типология поймы среднего течения р. Оби // Природные условия Западной Сибири. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – Вып. 3. – С. 107–126.
7. Дьмина Г.Д. Основные типы лугов Хинганского заповедника // Ботан. сб. – Благовещенск: Хабаровское кн. изд-во, 1972. – С. 22–40.
8. Дьмина Г.Д. Луга юга Дальнего Востока. – Новосибирск: Наука, 1985. – 192 с.

9. *Ермаков Н.Б., Крестов П.В.* Ревизия высших единиц луговой растительности юга Дальнего Востока // Растительность России. – 2009. – № 14. – С. 16–24.
10. *Ильина И.С., Петров И.Б., Соколова Л.П.* Закономерности пространственного распределения растительности поймы Нижнего Иртыша в связи с гидролого-геоморфологическими условиями // Региональные биогеографические исследования в Сибири. – Иркутск: Изд-во Ин-та геогр. Сибири и Дальнего Востока, 1977. – С. 19–40.
11. *Кузнецова Т.А.* Эколого-ценотическое разнообразие растительного покрова Хинганского заповедника. – Владивосток, 2002. – 327 с.
12. *Кудрин С.Г., Якубов В.В.* Сосудистые растения Хинганского заповедника. – М.: Произв.-изд. комбинат ВИНТИ, 1991. – 66 с.
13. *Ликутов Е.Ю., Гусев М.Н.* Промежуточный отчет по теме “Геоморфологическая карта территории Хинганского заповедника (масштаб 1:50000)” за период с сентября 1991 по сентябрь 1992 г. – Благовещенск, 1992. – 21 с.
14. Синтаксономия травяной растительности поймы среднего Иртыша / *Б.М. Миркин* [и др.]. – М., 1991. – 55 с. Деп. в ВИНТИ, № 258-В91.
15. *Мискина Л.В.* Процессы заболачивания Архаринской низменности в связи с геоморфологическим строением. – М., 1978. – С. 33–35.
16. *Никольская В.В., Григорьев Д.П., Насулич Л.Ф.* Зейско-Буреинская равнина. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 158 с.
17. *Прокопьев Е.П.* Болотная и водная растительность поймы Иртыша. – Томск, 1990б. – 42 с. Деп. в ВИНТИ 27.11.1990, № 5960-В90.
18. *Прокопьев Е.П.* Луговая растительность поймы Иртыша. – Томск, 1990 а. 109 с. Деп. в ВИНТИ № 581-В91.
19. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / *Л.Г. Раменский* [и др.]. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 472 с.
20. *Селедец В.П.* Метод экологических шкал в ботанических исследованиях на Дальнем Востоке России. – Владивосток: Изд-во ДВГАЭУ, 2000б. – 248 с.
21. *Ступникова Т.А., Ахтямов М.Х.* Синтаксономия лесной растительности по методу Браун-Бланке // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – С. 50–52.
22. *Таран Г.С.* Синтаксономический обзор лесной растительности поймы средней Оби (Александровский отрезок) // Сиб. бот. журн. – 1993. – Вып. 6. – С. 79–91.
23. *Цаценкин И.А., Савченко И.В., Дмитриева С.И.* Методические указания по экологической оценке кормовых угодий тундровой и лесной зон Сибири и Дальнего Востока по растительному покрову. – М.: ВНИИ кормов, 1978. – 301 с.
24. *Ermakov N., Dring J., Rodwell J.* Classification of continental hemiboreal forests of North Asia // Braun-Blanquetia. 2000. – Vol. 28. – № 1. – 132 p.
25. *Landolt E.* Okologische Zeigerwerts zur Sweizer Flora. Veroff // Geobot. Inst. ETH. Zurich. – 1977. – Н.64. – S. 1–208.
26. *Mueller-Dombois D. & Ellenberg H.* Aims and methods of vegetation ecology, Toronto, 1974. – 547 p.



## РАСЧЕТ ВЕСЕННИХ ОСАДКОВ В ГОРНОЙ ЧАСТИ БАСЕЙНА р. ЕНИСЕЙ

В статье представлен метод расчета суточных сумм осадков весеннего периода в горных районах бассейна реки Енисей, основанный на фактическом материале наблюдений.

**Ключевые слова:** р. Енисей, расчет осадков, дождевой сток, высотные зависимости.

I.N. Gordeev

## SPRING RAINFALL CALCULATION IN THE YENISEI RIVER BASIN MOUNTAINOUS PART

The technique for calculating the daily total rainfall in spring period in the mountainous regions of the Yenisei River basin, which is based on the observation facts, is given in the article.

**Key words:** the Yenisei River, rainfall calculation, rainfall runoff, altitudinal dependences.

**Постановка проблемы.** Основным источником питания рек Сибири являются атмосферные осадки. В холодный период они накапливаются в твердом виде и определяют величину будущего весеннего половодья. Оценка их вклада в весеннем стоке с достаточной точностью определяется с помощью снегомерных съемок в бассейне перед началом таяния. В теплый период осадки выпадают в основном в жидком виде. Количество жидких осадков учитываются сетью метеорологических станций, расположенных, как правило, на равнине. Оценка величины осадков в неисследованной горной части бассейна является одной из задач математического моделирования в гидрологии.

В практике гидрологических расчетов и прогнозов известно несколько способов расчета осадков в бассейнах горных рек. Основное их количество основано на учете достаточно хорошо изученного влияния рельефа местности на образование и распределение осадков. В настоящее время широко применяется метод с использованием плювиометрических градиентов. Например, А.В. Петенков [1] использует следующую линейную схему расчета:

$$X_i = X_{st} \cdot \left( 1 + \gamma \frac{\Delta H}{100} \right), \quad (1)$$

где  $X_i$  – сумма осадков на расчетной высоте, мм;  
 $X_{st}$  – сумма осадков на равнинной станции, мм;  
 $\gamma$  – плювиометрический градиент;  
 $\Delta H$  – разность между расчетной высотой и высотой станции, м.  
 Разность между высотами определяется по формуле

$$\Delta H = H_i - H_{st}, \quad (2)$$

где  $H_i$  – расчетная высота, м;  
 $H_{st}$  – высота станции, м.  
 Ю.М. Денисов [2] для расчета талого стока горных рек использовал криволинейный вид зависимости (1)

$$X_i = X_{st} \cdot \left( + k_1 \cdot \Delta H + k_2 \cdot (\Delta H)^2 \right), \quad (3)$$

где  $k_1, k_2$  – эмпирические коэффициенты.

С помощью данных зависимостей можно рассчитать сумму осадков на любой высоте за любой интервал времени. Сложность возникает при задании эмпирических коэффициентов. Обычно они подбираются по виду высотных зависимостей осадков с применением регрессии или оптимизации. Рассмотрим некоторые недостатки данных схем.

Во-первых, часты случаи, когда на равнине осадки не наблюдаются, а в горах идут дожди. Рассмотренные выше схемы расчета учесть их не в состоянии, особенно при работе с малыми временными интервалами (сутки и менее).

Во-вторых, в формулах (1), (3) величина увеличения осадков в горах зависит от их количества на опорной станции. Осадки в горах, рассчитанные по данным высотной станции, оказываются выше, чем рассчитанные по данным равнинных станций.

В-третьих, расчет по (1) и (3) дает завышение сумм осадков в горах при интенсивных ливнях на равнине. Действительно, на территории гор Южной Сибири интенсивные осадки (более 30 мм в сутки) обычно выпадают при прохождении атмосферных фронтов. Они распределены достаточно равномерно в районах расположения перемещающихся фронтов и слабо изменяются при изменении высоты местности.

**Методика проведения исследований.** В работе по расчету гидрографов половодья сибирских рек предстояло учесть недостатки рассмотренных выше схем и определиться с методом расчета количества осадков в горной части водосбора рек в период формирования весеннего половодья. В целях разработки районной схемы расчета осадков в горах Саян в весенне-летний период были использованы все имеющиеся в Среднесибирском УГМС данные наблюдений за атмосферными осадками на метеорологических станциях и гидрометеорологических постах. В бассейнах Красноярского и Саяно-Шушенского водохранилищ в разное время велись наблюдения за количеством осадков на 93 пунктах, в основном расположенных в долинах. Самой высокой является станция Оленья речка (высота 1404 м), в то время как максимальные высоты местности достигают 3500 м и выше.

В исследуемой территории весеннее половодье в горах продолжается с апреля по июль. Суммы осадков за этот период в пунктах наблюдений приводились к среднемноголетним значениям.

Согласно [3], количественно уменьшение осадков на подветренной равнине соизмеримо с увеличением осадков на возвышенностях, а увеличение осадков на наветренных склонах в значительной мере компенсируется их уменьшением на подветренной части территории. Это позволяет выделить на территории бассейна Енисейских водохранилищ однородные районы по характеру среднего многолетнего высотного распределения осадков в период снеготаяния. На рисунке 1 представлена связь рассчитанных сумм осадков от высоты. По виду связи выделены три высотные зависимости, соответствующие трем характерным районам бассейна водохранилищ Енисейских ГЭС.

Первая зависимость имеет наибольший градиент увеличения осадков с высотой, территориально соответствует правобережью Енисея, в пределах бассейнов р. Сыда, Туба, Оя. Это самый увлажненный район бассейна.

Вторая зависимость характеризуется меньшими градиентами, соответствует левобережью р. Енисей в пределах бассейнов р. Абакан, Кантегир, Ус. Данный район также достаточно увлажнен, но в этом отношении заметно уступает первому.

Третья зависимость характеризует распределение весенних осадков южнее хребта Западного Саяна, в пределах Республики Тыва. Данный район вследствие континентальности климата и наличия дождевой тени от хребтов Алтая наименее увлажнен. Здесь наблюдаются и наименьшие градиенты увеличения осадков с высотой.

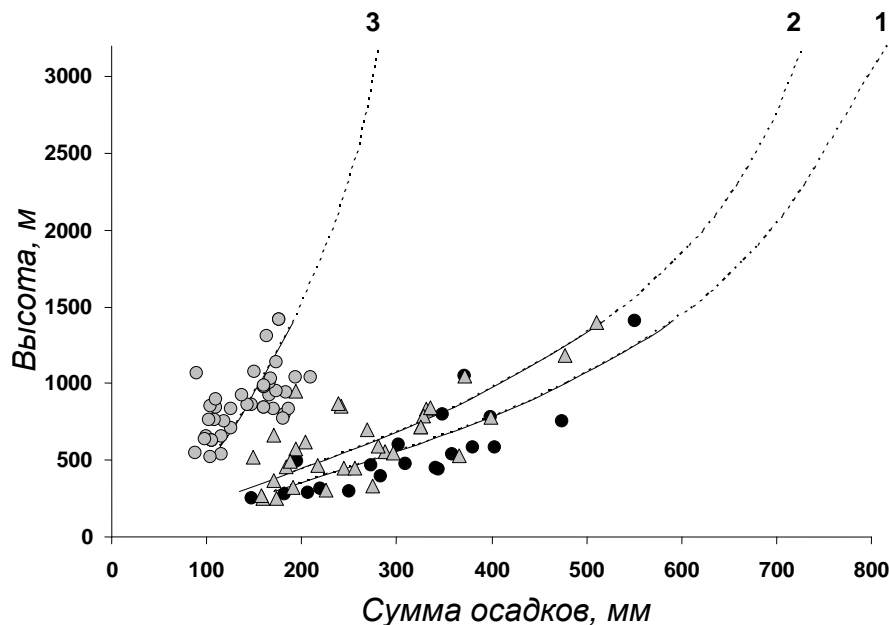


Рис. 1. Зависимость средних многолетних сумм осадков за период апрель-июль от высоты местности: 1 – район "Правобережье"; 2 – район "Левобережье"; 3 – район "Тыва"

Поле точек наблюдаемых значений аппроксимированы аналитическими зависимостями (в нашем случае были выбраны полиномы 2-й и 3-й степени). В областях, не обоснованных данными наблюдений (выше 1500 м), связь была проведена согласно ранее проведенным исследованиям и общим представлениям о распределении осадков в высокогорьях [4–6].

В [6] представлены результаты расчета зависимостей годовых осадков в исследуемом бассейне от высоты местности по методу водного баланса. На высотах свыше 1500 м наблюдается плавное снижение интенсивности увеличения осадков с высотой. Уменьшение осадков с высотой здесь инструментально не зафиксировано.

Уравнения районных аналитических кривых представлены в таблице. Связи характеризуют среднее увеличение осадков с высотой в обособленных физико-географических районах (рис. 2).



Рис. 2. Схема районирования территории по зависимости  $X = f(H)$  (пунктиром оконтурены районы из [7])

Таблица 1

**Уравнения районных высотных зависимостей средних многолетних сумм осадков за период апрель-июль от высоты местности**

Район	Уравнение зависимости $\bar{X} = f(H)$
Правобережье	$X = 2.76 \cdot 10^{-8} \cdot H^3 - 2.23 \cdot 10^{-4} \cdot H^2 + 0.692 \cdot H - 18$
Левобережье	$X = 1.63 \cdot 10^{-8} \cdot H^3 - 1.59 \cdot 10^{-4} \cdot H^2 + 0.576 \cdot H - 24$
Тыва	$X = -1.61 \cdot 10^{-5} \cdot H^2 + 0.125 \cdot H + 47$

В основу схемы расчета суточных сумм осадков положено предположение о том, что каждый случай выпадения осадков в однородном районе повторяет среднее многолетнее высотное распределение суммы осадков за сезон. Зная аналитическую зависимость среднего многолетнего распределения весенних осадков по высоте водосбора, суточные суммы рассчитываются по формулам:

$$X_i = X_{st} \cdot \left( \frac{\bar{X}_i}{\bar{X}_{st}} \right)^{\left( \frac{b - X_{st}}{b} \right)} \quad (\text{для } X_{st} < 30 \text{ мм}); \quad (4)$$

$$X_i = X_{st} \quad (\text{для } X_{st} \geq 30 \text{ мм}),$$

где  $\overline{X_i}$ ,  $\overline{X_{st}}$  – средние многолетние суммы осадков на расчетной высоте и на высоте станции, мм, определяются по формулам связи  $\overline{X} = f(\overline{H})$  из таблицы 1;

$b$  – эмпирический коэффициент.

В данной схеме вместо плювиометрического градиента использовано отношение средних многолетних сумм осадков на разных высотах.

Коэффициент  $b$  характеризует пороговую суточную величину осадков на равнинной станции, при которой ослабляется градиент увеличения осадков вверх по склону. Экспериментально для района исследований принято  $b = 30$  мм. Таким образом, при выпадении на равнине осадков, близких к 30 мм и более, показатель степени обнуляется, а градиент увеличения осадков с высотой приближается к нулю (т.е.  $X_i = X_{st}$ ). Данная схема подтверждается данными наблюдений.

**Результаты исследований.** Анализ применимости уравнения (4) в практике расчетов гидрографа стока проверен по многолетним рядам (20 лет) суточных сумм осадков (с апреля по июль) для 9 пар станций (по три пары на каждый выделенный район). Для каждой пары станций средняя квадратическая ошибка расчета осадков по уравнению (4) ниже, чем по уравнениям (1) и (3), а коэффициент корреляции на десятую долю выше.

Разработанная схема имеет преимущество по сравнению с методом плювиометрических градиентов. Выпадение осадков в горах при их отсутствии на равнине компенсируется в предлагаемой схеме некоторым их завышением в дни с их наличием.

### Литература

1. Рекомендации по прогнозированию паводочного стока на неизученных и слабо изученных реках Восточной Сибири. – Красноярск: Изд-во СибНИГМИ, 1984. – 78 с.
2. Денисов Ю.М. Схема расчета гидрографа стока горных рек. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965. – 104 с.
3. Швер Ц.А. Атмосферные осадки на территории СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 302 с.
4. Апполов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 422 с.
5. Соседов И.С. Исследование баланса снеговой влаги на горных склонах. – Алма-Ата: Наука, 1967. – 200 с.
6. Оценка коэффициентов снегонакопления в бассейне Верхнего Енисея / Д.А. Бураков [и др.] // Тр. ЗапСибНИГМИ. – 1991. – № 94. – С. 51–65.
7. Гордеев И.Н. Вертикальные градиенты температуры воздуха в бассейне Саяно-Шушенского водохранилища // Вестн. Том. ун-та. – 2011. – № 346. – С.181–185.



### ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АНТРОПОФИТОВ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*В статье приводятся сведения о флороценотических элементах и их привязанности к определенным растительным сообществам. Установлено, что в изучаемой флоре ценотиповерные виды есть лишь среди рудеральных и сегетальных элементов, их 139 (33,9%). Остальные флороценоэлементы экологически пластичные, встречаются в двух-трех местообитаниях, по этой причине процент перекрытия имеет такое большое значение.*

**Ключевые слова:** антропофиты, флороценоэлементы, Чеченская Республика.

М.А. Taisumov, S.A. Israilova,  
M.A.-M. Th.Astamirova, A.S. Abdurzakova

### ANTHROPOPHYTE ECOLOGICAL AND CENOTIC ANALYSIS IN THE CHECHEN REPUBLIC

*The data on florocenotic elements and their attachment to certain vegetable communities are given in the article. It is determined that in the flora which is studied 139 (33,9%) cenotic faithful species exist only among ruderal and segetal elements. Other florocenoelements are ecologically plastic and can be met in two or three dwelling places; that is why the overlapping percent has such large value.*

**Key words:** anthropophytes, florocenoelements, Chechen Republic.

---

**Введение.** Возрастающее влияние антропогенного фактора на природу, в том числе на фитобиоту, приводит к трансформации флоры в направлении ее обогащения не только адвентивными элементами, но и естественными сорно-рудеральными компонентами. Территория Северного Кавказа, особенно его равнинной и предгорной частей, густо заселена и испытывает большую антропогенную нагрузку, которая оказывает существенное влияние на растительный покров. Процесс синантропизации приводит к адаптации растительного покрова к условиям среды, видоизмененным или созданным в результате деятельности человека [1]. Формы проявления синантропизации весьма разнообразны. К ним, в частности, относится внедрение в состав растительных сообществ синантропных видов растений, с одной стороны, и появление экологически пластичных природных видов на нарушенных местообитаниях, с другой; замена естественных коренных растительных сообществ производными и синантропными; обеднение состава и упрощение структуры фитоценозов и т.д.

Антропогенное воздействие на флору любой территории является следствием бессознательного или сознательного заноса человеком растений из других регионов, отдаленных или близких, которые в случае их адаптации к местным условиям становятся адвентивными. Адвентивными считаются растения, появление которых не связано с процессом естественного флорогенеза и является следствием антропогенного влияния на флору [2]. Многие такие виды на новом месте интенсивно расселяются и становятся естественными компонентами агроценозов или нарушенных местообитаний. Многие адвентивные и рудеральные растения, в основном однолетники, постепенно проникают в посевы сельскохозяйственных культур, становятся злостными сорняками.

В настоящее время не осуществлена инвентаризация антропофитной флоры Чеченской Республики, не изучена роль антропофитов в сложении естественных и антропофизированных фитоценозов. Исследование антропофитной флоры Чеченской Республики необходимо для познания процессов внедрения и натурализации заносных видов в аборигенную флору, антропофитизации видов естественной флоры, а также для контроля за карантинными растениями и адвентивными видами, которые могут быть потенциальными новыми засорителями посевов.

Впервые приводится полный список видов флоры антропофитов Чеченской Республики, проводится ее анализ, устанавливаются закономерности распределения по флористическим районам, оценивается степень антропофитизации флоры территории. Предлагается классифицировать антропофиты на две группы – апофоры и антропофоры.



**Материалы и методы исследования.** Материалом исследования послужила флора антропофитов – растений, распространение которых связано с деятельностью человека. К этой группе растений относятся виды, которые благодаря деятельности человека занимают не свойственное им местообитание.

Сбор материала осуществлялся маршрутным методом и на стационарах. В ходе экспедиций собрано и проанализировано около 900 гербарных образцов растений. Помимо собственных сборов были обработаны гербарии кафедры ботаники Чеченского государственного университета. Определение растений осуществлялось по определителю «Флора Северного Кавказа» (Галушко, 1978–1980). Карта маршрутов и стационаров исследования приведена на рисунке 2.

Разработанные принципы [3] использованы для систематического, эколого-ценотического, биоморфологического, географического и хозяйственного анализа [4].

**Результаты и их обсуждения.** В естественном покрове виды приурочены к определенным растительным группировкам и входят в состав различных фитоценозов, объединяются в группы со сходной экологией и ценотическими взаимоотношениями. Флора является источником видового разнообразия, ее компоненты формируют самые разнообразные растительные сообщества, состав и структура которых определяются конкретными экологическими нишами [5].

В отношении антропофитов это положение нарушается. Они формируют два типа растительности – сорную, обитающую на обрабатываемых землях, и рудеральную, формирующую различные растительные группировки на нарушенных местообитаниях – улицах, обочинах дорог, отвалах, железнодорожных насыпях, свалках, пустырях и др.

Для эколого-ценотической характеристики антропофитов республики нами выделено 12 флороценоэлементов, спектр которых приведен в таблице 1. Из нее видно, что в изучаемой флоре ценотипно верные виды составляют 33,9%. Помимо ценотипно верных видов имеется немалое количество экологически пластичных, имеющих широкую экологическую амплитуду, обитающих в естественных фитоценозах, которые с появлением новых экологических ниш (нарушенных местообитаний) становятся антропофитами. Это отражается на эколого-ценотическом спектре флоры, поэтому сумма процента участия видов в общем спектре всегда выше 100. Чем больше это превышение, тем большая доля участия в составе флоры экологически неспециализированных флороценоэлементов [6].

Лесной флороценоэлемент представлен 26 видами (6,3%). Ценотипно верных видов нет. Часть видов представлена древесными растениями, естественно произрастающими в лесных фитоценозах, встречающимися в нарушенных местообитаниях в населенных пунктах. Это такие виды, как *Betula pendula*, *Fraxinus excelsior*, *Sambucus nigra*. Другие древесные виды являются адвентивными – *Morus nigra*, *Negundo aceroides*, *Ailanthus altissima*, *Juglans regia*. Травянистые лесные виды представлены *Chelidonium majus*, *Geum urbanum*, *Geranium robertianum*, *Aethusa cynapium*, *Pastinaca umbrosa*, *Symphytum asperum*, *Ballota nigra*, *Stachys germanica*, *Solanum pseudopersicum*, *Arctium nemorosum*, *Lapsana communis* и др.

Луговой флороценоэлемент представлен 56 видами (13,7%). Составляющие этот флороценоэлемент виды входят в состав естественных луговых фитоценозов, но встречаются и на нарушенных местообитаниях. Это такие виды, как *Dactylis glomerata*, *Turritis glabra*, *Reseda lutea*, *Medicago lupulina*, *Amorpha repens*, *Vicia varia*, *Geranium rotundifolium*, *Viola arvensis*, *Bupleurum rotundifolium*, *Heracleum sibiricum*, *Cerinth minor*, *Echium vulgare*, *Salvia verticillata*, *Tanacetum vulgare*, *Cichorium intybus* и др.

Субальпийские флороценоэлементы являются обитателями субальпийских лугов, образующими естественные фитоценозы, распространенные выше верхней границы леса. Их небольшая часть, всего 5 видов (1,2%), могут поселяться на нарушенных местообитаниях. Это *Rumex confertus*, *Carum carvi*, *Heracleum mantegazzianum*, *Anthemis rigescens*, *Carduus echinus*.

Степных флороценоэлементов насчитывается 69 (16,8%). Они могут входить в состав как естественных степных фитоценозов, так и занимать нарушенные места обитания. Это такие виды, как *Cynodon dactylon*, *Eragrostis minor*, *Anisanthasterilis*, *Bromus japonicus*, *Scleranthus annuus*, *Consolida orientalis*, *Bunias orientalis*, *Medicago minima*, *Erodium ciconium*, *Eryngium campestre*, *Lappula squarrosa*, *Nonnearosea*, *Plantago urvillei*, *Valeriana pumila*, *Achillea millefolium*, *Centaurea diffusa* и др. Два адвентивных вида являются древесными растениями. *Maclura pomifera* и *Robinia pseudacacia* входят в состав защитных лесополос, последний вид встречается и на нарушенных местообитаниях в населенных пунктах.

## Фитоценоэкологический спектр антропофитной флоры Чеченской Республики

Флороценоэлемент	Кол-во флороценоэлементов	% от общего числа видов	Кол-во ценно-типно верных видов	%	Кол-во видов, общих с другими фитоценозами	%
Лесной	26	6,3	-	-	26	6,3
Луговой	56	13,7	-	-	56	13,7
Субальпийский	5	1,2	-	-	5	1,2
Степной	69	16,8	-	-	69	16,8
Полупустынный	4	1,0	-	-	4	1,0
Кальцефильный	11	2,7	-	-	11	2,7
Псаммофильный	13	3,2	-	-	13	3,2
Галофильный	1	0,2	-	-	1	0,2
Гигрофильный	17	4,1	-	-	17	4,1
Гидрофильный	1	0,2	-	-	1	0,2
Сегетальный	126	30,7	7	1,7	119	29,0
Рудеральный	391	95,4	132	32,2	259	63,2
Итого	720	175,6	139	33,9	581	141,7

Полупустынный флороценоэлемент немногочисленен, представлен 4 видами – *Salsola australis*, *Erysimum repandum*, *Trigonella monspeliaca* и *Carduus acanthoides*.

Кальцефильные флороценоэлементы в естественных условиях являются обитателями известняковых склонов, выходов известняка. В изучаемой группе растений такие виды встречаются на нарушенных местообитаниях, их насчитывается 11 видов (2,7%). Это *Blitum virgatum*, *Atriplex tatarica*, *Scleranthus uncinatus*, *Papaverocellatum*, *Viciavillosa*, *Tribulusterrestris*, *Tithymalus rhabdospermus*, *Satureja hortensis*, *Crepis pulchra*. Среди них два древесных адвентивных вида, способных обитать на известняковых склонах – *Morus alba* и *Armeniaca vulgaris*.

Псаммофильных элементов 13 (3,2%). В естественных фитоценозах они обитают на песчаных субстратах, в нарушенных – сходных экологических условиях. Это *Tragus racemosus*, *Digitaria ischaemum*, *D. aegyptiaca*, *Lolium persicum*, *Hordeum geniculatum*, *Polycnemum arvense*, *Arenaria serpyllifolia*, *Spergula arvensis*, *Pseudosphora alopecuroides*, *Cynanchum acutum*, *Nonealutea*, *Valeriana laturgida*, *V. pumila*.

Галофильных флороценоэлементов, обитающих на засоленных субстратах, 1 (0,2%). Это *Hordeum geniculatum*, способный расти также и на песчаных субстратах, встречается в нарушенных местообитаниях.

Гигрофильные флороценоэлементы населяют места с повышенным почвенным увлажнением. Таких видов насчитывается 17 (4,1%). Это такие виды, как *Equisetum arvense*, *E. ramosissimum*, *Echinochloa oryzoides*, *Phragmites australis*, *Polygonum patulum*, *Persicaria maculata*, *P. hydropiper*, *P. lapathifolia*, *Cucubalus baccifer*, *Saponaria officinalis*, *Rorippa sylvestris*, *R. barbareaifolia*, *R. austriaca*, *Glycyrrhiza foetidissima*, *Rubiatinctorium*, *Eupatorium cannabinum*, *Bidens stripartita*.

Гидрофильных флороценоэлементов, обитающих в естественных условиях в водно-болотных фитоценозах, 1 (0,2%). Это *Phragmites australis*, экологически пластичный вид, способный расти как на сырых местах, так и в воде, по берегам канав, в долго стоячих лужах и т.д.

Сегетальных флороценоэлементов, являющихся сорняками возделываемых культур, 126 (30,7%). Среди них 7 видов (1,7%) являются ценотипно верными и встречаются только в посевах. Это *Apera interrupta*, *Hordeum distichon*, *H. vulgare*, *Agrostemma githago*, *Vaccaria hispanica*, *Phelypanche oxyloba*, *Ph. ramosa*. Подавляющее большинство (90 видов, 22,0%) являются типично сорными растениями, обитающими только в посевах и на нарушенных местообитаниях. Это такие виды, как *Sorghumbicolor*, *Echinochloa crusgalli*, *Panicum miliaceum*, *Setaria verticillata*, *Aperaspica-venti*, *Avena fatua*, *Secale cereale*, *Papaver hybridum*, *Lepidium campestre*, *Thlaspi arvense*, *Brassica campestris*, *Sinapis arvensis*, *Chorispora tenella*, *Hibiscus trionum*, *Ambrosia artemisifolia*, *Centaurea cyanus* и др. Сегетальных видов, встречающихся также в естественных фитоценозах, насчитывается 29 (7,1%). Это степные *Cynodon dactylon*, *Anisanthaectorum*, *Papaver macrostomum*, *Berteroaincana*, *Nesliapaniculata*, *Bunias orientalis*, *Viola kitaibeliana*, *Caucalis lappula* и др., луговые *Elytrigia repens*, *Turritis glabra*, *Lycopsis orientalis*, *Marrubium vulgare*, *Galium aparine* и др.

Рудеральных флороценоэлементов 391 (95,4%). Среди них ценотипно верных, обитающих только на нарушенных субстратах, насчитывается 132 вида (32,2%). Это *Sclerochloa dura*, *Poa annua*, *Elytrigia elongatiformis*, *Hordeum leporinum*, *Juncus tenuis*, *Urtica urens*, *U. dioica*, *Polygonum aviculare*, *Chenopodium rubrum*, *Ch. album*, *Atriplex sagittata*, *Amaranthus retroflexus*, *Stellaria media*, *Cardaria draba*, *Lepidium ruderale*, *Capsella bursa-pastoris* и др.

Рудеральных видов, встречающихся также и в естественных фитоценозах, значительно больше, чем среди сегетальных флороценоэлементов – 168 (41,0%). Это степные *Poa bulbosa*, *P. crispa*, *Bromus squarrosus*, *Aegilops tauschii*, *Pleconax conica*, *Kohlruschia prolifera*, *Astragalus hamosus*, *Tithymalus ibericus* и др.; луговые *Equisetum ramosissimum*, *Dactylis glomerata*, *Bromus arvensis*, *Lolium perenne*, *Rumex confertus*, *Medicago lupulina*, *Vicia pannonica*, *Geranium pusillum* и др.; кальцефильные *Digitaria ischaemum*, *D. aegyptiaca*, *Blitum virgatum*, *Scleranthus uncinatus*, *Tithymalus rhabdospermus*, *Satureja hortensis* и др.

### Заключение

Таким образом, по преобладающим флороценоэлементам антропофитная флора Чеченской Республики является рудерально-сегетально-степной. Эти три флороценоэлемента насчитывают 586 видов (142,1%). Ценотипно верные виды есть лишь среди рудеральных и сегетальных элементов, их 139 (33,9%). Остальные флороценоэлементы экологически пластичные, встречаются в двух-трех местообитаниях, по этой причине процент перекрытия имеет такое большое значение.

Здесь следует упомянуть о так называемых паскуальных сорняках, обитающих на пастбищах. К ним относятся растения естественной флоры, не поедаемые животными, ядовитые или с колючими органами, остающиеся на своих местах обитания после поедания скотом других растений. Это виды родов *Cirsium*, *Carduus*, *Centaurea*, *Veratrum lobelianum*, *Polygonum carneum* и др. Эти виды не вошли в общий спектр флороценоэлементов, поскольку с изменением режима пастбища снова становятся компонентами естественных фитоценозов. С другой стороны, на сильно выбитых пастбищах появляются рудеральные виды, также не поедаемые животными, такие как *Onopordum acanthium*, *Centaurea squarrosa*, *C. iberica*, *Xanthium strumarium*, *X. spinosum*, *Carduus nutans*, *Cirsium vulgare* и др., отнесенные нами к рудеральным флороценоэлементам.

### Литература

1. Горчаковский П.Л. Антропогенные изменения растительности: мониторинг, оценка, прогнозирование // Экология. – 1984. – № 5.
2. Гроссгейм А.А. Анализ флоры Кавказа // Тр. Ботанического института Азерб. ФАН СССР. – Баку, 1936. – Вып. 1. – 260 с.
3. Толмачев А.И. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. – Новосибирск: Наука, 1986. – 195 с.
4. Гроссгейм А.А. Растительные богатства Кавказа. – М., 1952. – 631 с.
5. Иванов А.Л. Флора Предкавказья и ее генезис. – Ставрополь: Изд-во СГУ, 1998. – 204 с.
6. Галушко А.И. Анализ флоры западной части Центрального Кавказа // Флора Северного Кавказа и вопросы ее истории. – Вып. 1. – Ставрополь, 1976. – С. 5–130.

**ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ**

*В рамках комплексного исследования лесных фитоценозов Красноярского водохранилища прослежено влияние подтопления на величину радиального прироста прибрежных древостоев. Выявлены факторы, отрицательно влияющие на рекреативность исследуемой территории.*

**Ключевые слова:** гидротехническое сооружение, рекреативность, прибрежные леса, рекреация, радиальный прирост.

*Zh.R. Suleimanova, N.T. Spitsyna*

**HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTION BUILDING INFLUENCE ON FOREST ECOSYSTEMS**

*The underflooding influence on the coastal forest radial accretion volume is observed as a part of the Krasnoyarsk reservoir forest phytocenosis complex research. The factors which make negative influence on the researched territory recreational value are revealed.*

**Key words:** hydraulic engineering construction, recreational value, coastal forests, recreation, radial accretion.

---

**Введение.** Строительство гидротехнических сооружений, и как следствие, создание огромных водохранилищ, приводит к изменению условий окружающей среды, определяющих состояние древесной растительности и прибрежной территории. Это, в свою очередь, отражается на ее рекреативности и рекреационном лесопользовании. Особенности этих изменений наиболее глубоко и быстро проявляются в прибрежной полосе и выражаются в формировании зоны затопления – осушения [2]. Ширина зоны затопления зависит от величины колебаний уровня воды в водохранилище и уклонов местности. Наиболее четким интегральным показателем изменения условий произрастания древостоев и соответствующей реакции на него можно считать величину радиального прироста. В связи с этим является актуальным изучение влияния подтопления на биопродуцирующие процессы в лесных фитоценозах и изменения рекреативности при различных вариантах их дислокации. Сложность этих задач обуславливается тем, что они имеют научный, технический и социальный аспекты.

Перед нами стояли **основные задачи:**

проследить влияние подтопления на радиальный прирост лесных фитоценозов прибрежных древостоев;

изучить рекреативность прибрежных лесов и оценить рекреационную деятельность в районе гидротехнических сооружений.

**Методика и объекты исследований.** В качестве объектов изучения явились прибрежные леса Красноярского водохранилища. Пробные площади закладывались в Бирюсинском заливе, заливе Огур, на горе Каменоломня (на верхнем участке склона, в нескольких метрах от максимального подъема уровня воды). По методикам, общепринятым в лесоводстве и таксации, было заложено 10 пробных площадей [1]. Для исследования радиального прироста на пробных площадях отбирались возрастным буровом на высоте груди (~1,3 м) 20–25 кернов. Образец обрабатывали на измерительном приборе для определения размеров ранней и поздней древесины (ПД) и ширины кольца. Затем проводили регрессионный анализ индексов прироста и климатических данных (температуры воздуха и осадков) с ближайшей метеостанции.

Для рекреационной характеристики определялся следующий комплекс параметров: разнообразие и характер древесной растительности, качественное состояние берегов (глина, песок, галька и т.д.), захламленность, проходимость, наличие инфраструктуры (баз отдыха, палаточных лагерей, биваков и т.д.). Рекреативность прибрежных лесов изучалась по общепринятым методикам [3]. Часть параметров выражали в балльной шкале рекреативности, согласно Хараишвили [5].

**Результаты исследования.** *Влияние подтопления на прирост лесных фитоценозов на Красноярском водохранилище.* Большинство пробных площадей (шесть) было представлено средневозрастными сосняками разнотравной группы типов леса. Две из них были заложены в хвощево-разнотравном сосновом молодняке, столько же в средневозрастном осочково-хвощево-разнотравном пихтарнике. Древостои, расположенные непосредственно у береговой черты, должны были испытывать влияние подтопления и опреде-

ленным образом реагировать на него путем соответствующего изменения радиального прироста. Посадки, достаточно удаленные от уреза воды, такому влиянию не подвергаются, поэтому могут служить в качестве контроля. Две основные составляющие прироста – тренд, или долговременные изменения, и погодные колебания объясняются климатическими факторами.

Для древостоев из Бирюсинского залива и залива Огур различий в абсолютном приросте после заполнения водохранилища практически не отмечается. Различия древостоев из залива Огур относятся только к периоду времени до заполнения. Такая динамика характерна древостоям, расположенным на склонах значительной экспозиции (20–40°) (рис.1). Для сосны, расположенной на склоне небольшой экспозиции (10°), прирост до заполнения водохранилища был практически идентичен на контроле и опыте, но после заполнения прирост у уреза воды стал опережать прирост на склоне и имеет тенденцию к возрастанию. Очевидно, при малых экспозициях подтопление оказывает положительное влияние на прирост (см. рис.1, Б).

Сходная динамика характеризует и процент поздней древесины в годичных кольцах. Сравнение динамики процента ПД на контрольных и опытных участках показывает, что он испытывает изменения, аналогичные приросту. Для пробной площади в Бирюсинском заливе различий между контролем и опытом нет ни до, ни после заполнения водохранилища. В районе г. Камнеломня процент ПД в годичных кольцах сосны на пробной площади у уреза воды увеличивается по сравнению с контролем.

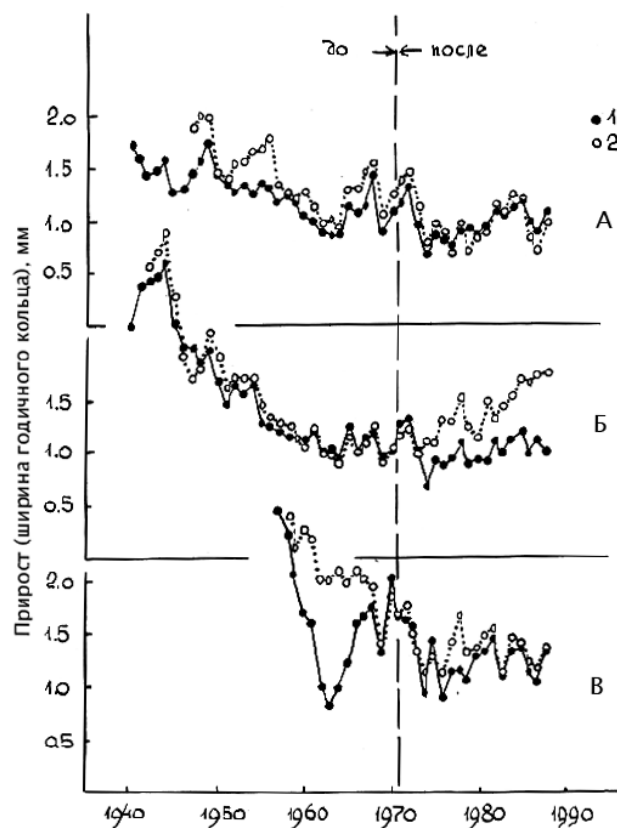


Рис. 1. Динамика прироста сосны в различных точках водохранилища: А – Бирюсинский залив; Б – гора Камнеломня; В – залив Огур; 1 – верхний участок склона; 2 – в нескольких метрах от участка максимального подъема уровня воды

На пробной площади залива Огур различия в проценте ПД не отмечаются (рис. 2).

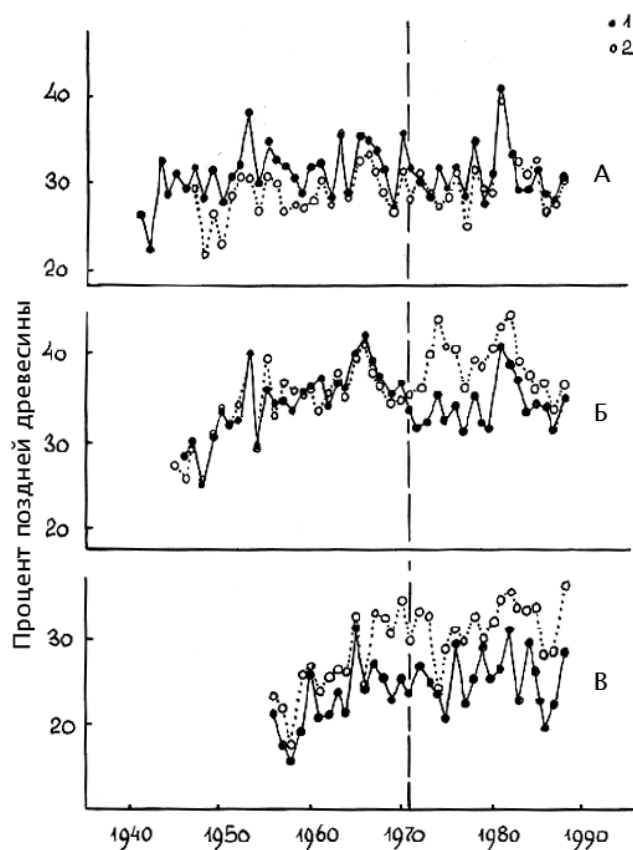


Рис. 2. Динамика ПД сосны на различных участках водохранилища: А – Бирюсинский залив; Б – гора Камнеломня; В – залив Огур; 1 – верхний участок склона; 2 – в нескольких метрах от участка максимального подъема уровня воды

При дендроклиматическом анализе были сопоставлены колебания прироста сосны за период 1962–1988 годов с факторами климата близлежащей метеостанции. Для сопоставления были выбраны ежемесячные температуры и количество осадков за период, предшествующий сезону, и за текущий сезон роста (рис. 3).

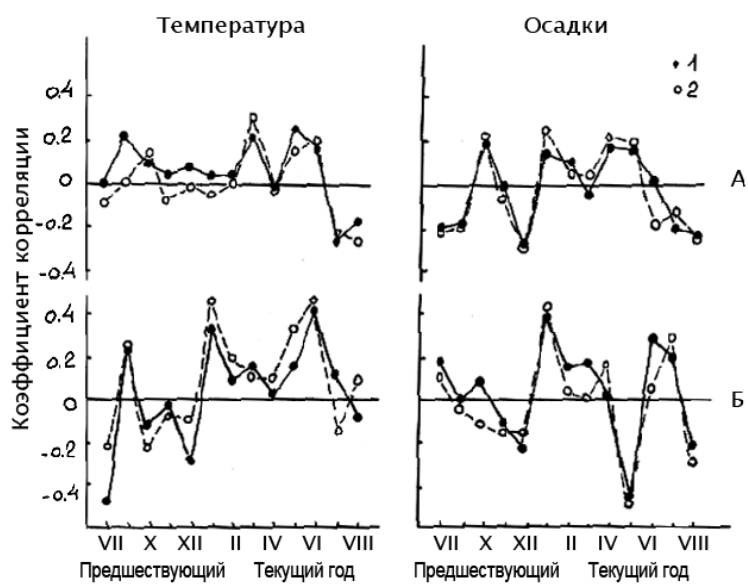


Рис. 3. Климатические «функции ответа» прироста сосны (А) и пихты (Б) Красноярского водохранилища в зависимости от местоположения опытных деревьев: у уреза воды (1) и на середине склона (2)

По функциям ответа прироста сосны выявлено, что условия роста близки к оптимальным и существенных отличий в ответе на температуру и осадки у сосен из нижних и верхних площадок нет.

Температура оказывает слабое влияние на прирост во всех местообитаниях. Осадки апреля – июня слабо стимулируют прирост, июля – подавляют. Для пробной площади в заливе Огур резкое отрицательное влияние оказывают осадки декабря. Достоверных различий в реакции не наблюдается и у пробной площади на г. Камнеломня, где с 1970 года начались существенные расхождения в динамике прироста между опытом и контролем.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что на абсолютный прирост и процент ПД разнотравных древостоев сосны 3–4 классов возраста, расположенных на склонах значительной крутизны (Бирюсинский залив и залив Огур), подтопление не оказывает существенного влияния. Вероятно, это объясняется незначительным изменением условий почвенного увлажнения, формирующихся после заполнения водохранилища и в значительной степени зависящих от водно-физических свойств почвы. На пологих склонах в условиях относительно мощного почвенного профиля (г. Камнеломня), где почвы имеют более тяжелый гранулометрический состав, наблюдается противоположная картина. Фильтрация влаги из водохранилища здесь несколько затруднена, но гораздо благоприятнее условия для ее капиллярного подъема. Все это сказывается на улучшении влагообеспеченности произрастающего здесь древостоя.

Температура оказывает слабое влияние на прирост во всех местообитаниях, а осадки – более заметное. Осадки апреля – июня слабо стимулируют прирост, июля – подавляют.

*Рекреационная деятельность и рекреативность прибрежных лесов в районе гидротехнических сооружений.* По данным за 1990 год [4], на побережье водохранилища было сосредоточено около 50 баз отдыха и спортивно-оздоровительных лагерей, принадлежавших преимущественно промышленным предприятиям и вузам г. Красноярска. До 40 % из них – круглогодичного действия. Согласно кадастру земель по Красноярскому краю на 2005 год, официально зарегистрированных баз отдыха, расположенных в заливах Красноярского моря, насчитывалось чуть больше 50. Данных о местах «дикого отдыха» нет.

По своим функциональным особенностям рекреационную деятельность в прибрежных лесах Красноярского водохранилища можно подразделить на рекреационно-оздоровительную, рекреационно-спортивную, рекреационно-туристическую и рекреационно-утилитарную. Рекреационно-оздоровительные и спортивные функции выполняются учреждениями длительного отдыха (базами отдыха и спортивно-оздоровительными лагерями). Туристическая представлена в основном проведением неорганизованных 1–2-дневных маршрутов отдыха, а утилитарная – сочетанием отдыха со сбором грибов и ягод.

По функциям туристического лесопользования деятельность в прибрежных лесах Красноярского водохранилища можно подразделить на оздоровительную и спортивную [3], а по характеру поведения туристов – бивачную, кошевую и инфраструктурную. По видам туристического отдыха выделяют пляжно-парковый и стационарный туризм.

Прибрежные леса характеризуются всеми признаками деградации: повреждение, усыхание, отмирание деревьев, подрост, подлеска, уничтожение живого напочвенного покрова и лесной подстилки. Из 47 объектов исследования до 20% насаждений находятся на 1-й стадии дигрессии с проективным покрытием живого напочвенного покрова 70–80%. 20% насаждений – на 2-й стадии с проективным покрытием живого напочвенного покрова до 45%. 10 % насаждений – на 3-й стадии дигрессии, где проективное покрытие равно 20–30%. Остальную часть исследуемых насаждений можно отнести к категории малодеградированных. В лесных массивах, находящихся на 2-й и 3-й стадиях дигрессии, имеет место наличие густой тропинойной сети шириной иногда до 1,5–2 м с полным отсутствием живого напочвенного покрова. Последнее особенно характерно для студенческих спортивно-оздоровительных лагерей (залив Убей), а также ведомственных баз отдыха, интенсивно и длительно используемых в рекреационных целях (залив Дворовый, база отдыха «Волна»; залив Талгат, база отдыха комбайнового завода, база отдыха «Парус» и др.).

Для объективной оценки и выявления роли ряда факторов, влияющих на рекреативность изучаемых объектов, был применен метод множественного регрессионного анализа. Программой предусматривался отбор существенно влияющих и осев малозначущих факторов. Значимость фактора определялась на пороге значимости 0,95.

В результате анализа факторов, влияющих на рекреативность лесов, получено уравнение регрессии следующего вида:

$$Y = - 884,7 - 4,2 L1 + 103,7 K6 + 60,6 P + 4,1 N, \quad (1)$$

$$R2 = 0,46, \quad G = 787, \quad F = 8,4,$$

где  $Y$  – количество отдыхающих за сезон на базах отдыха, чел/дней;  
 $L1$  – расстояние от г. Дивногорска, км;  
 $КБ$  – качественное состояние берегов;  
 $P$  – рельеф местности, выраженные в баллах по шкале рекреативности;  
 $N$  – емкость базы отдыха, чел/день;  
 $R2$  – коэффициент детерминации;  
 $G$  – среднеквадратичная ошибка определения количества отдыхающих за сезон, чел/день;  
 $F$  – критерий Фишера.

Полученное уравнение дает возможность вычленения факторов, наиболее существенно влияющих на рекреативность данных природных ландшафтов. Они распределились в следующем порядке: 1) емкость базы отдыха, чел/день; 2) уклон местности; 3) качественное состояние берегов. Факторами, мало влияющими на рекреативность, оказались: удаленность от ближайшего населенного пункта, захламленность берегов и наличие комфортных условий в местах отдыха.

Базы отдыха круглогодичного действия и охотничье-рыболовные участки обеспечивают отдых в зимний период. Для оценки рекреативности природных объектов в этот период получено уравнение регрессии следующего вида:

$$Y = - 471,0 + 1,4 L1 + 52,7 B + 2,2 N, \quad (2)$$
$$R2 = 0,58, \quad G = 169,0, \quad F = 7,0,$$

где  $B$  – благоустройство баз отдыха по шкале рекреативности (остальные обозначения, как и в летний период).

По коэффициентам значимости исследуемые параметры распределились в следующем порядке: 1) благоустройство баз отдыха; 2) их емкость; 3) расстояние от г. Дивногорска.

### Выводы

Таким образом, проведенные исследования по изучению радиального прироста сосновых древостоев показали, что стимулирующее влияние подтопления на прирост проявляется лишь в условиях пологих берегов на относительно мощных почвах, в прибрежной полосе шириной не более 50 м. Температура оказывает небольшое влияние на прирост во всех местообитаниях: слабо отрицательное – июль – август, слабо положительное – май – июнь, т.е. теплая весна стимулирует, а жаркое лето и начало осени подавляют прирост.

Изучение рекреативности прибрежных лесов и рекреационной деятельности в районе гидротехнических сооружений позволяет сделать следующие выводы. К факторам, отрицательно влияющим на рекреативность исследуемых природных ландшафтов, относятся: неблагоприятное изменение термического режима воды в водохранилище, а также колебания уровня воды и интенсивная переработка береговой линии, что способствует накоплению значительных объемов плавающей и затонувшей древесины и является причиной захламления берегов. Для каждого из факторов рекреативности получены уравнения множественной линейной регрессии, отражающие изменение рекреативности ландшафтов в зависимости от сочетания тех или иных факторов и характеризующихся относительно невысокими значениями.

Основной вид рекреационной деятельности представлен сочетанием туристической и утилитарной форм. Число рекреантов в зимнее время года составляет всего десятую часть от количества отдыхающих за летний период. Установлена приуроченность очагов рекреации на побережье водохранилища к облесенным, пологим (в основном песчаным берегам), с малой степенью захламленности, с достаточно чистой водой. Прибрежные леса, продолжительное время интенсивно используемые в рекреационных целях (50% исследуемых насаждений), находятся на 1, 2 и (10 % случаев) 3-й стадии депрессии. В настоящее время здесь необходимо принимать меры по улучшению состояния лесов и повышению их устойчивости.

### Литература

1. Ануцин Н.П. Лесная таксация. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – С. 522.
2. О влиянии подтопления на состояние лесных насаждений: сб. тр. Поволж. лесотехн. ин-та / А.К. Денисов [и др.]. – Йошкар-Ола, 1958. – № 53. – С. 19–30.
3. Организация рекреационного лесопользования: сб. лекций по курсу «Рекреационное лесопользование» / ОЗИ ЦП НТО лесной промышленности и лесного хозяйства. – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 104 с.



4. Спицына Н.Т., Онучин А.А. Гидротехнические сооружения и рекреативность ландшафтов // Современное состояние и перспективы развития рекреационного лесопользования: мат-лы Всесоюз. конф. – Л., 1990. – С. 63–67.
5. Хараишвили И.Г. Лесоводственное обоснование мероприятий по усилению рекреационной функции лесов зеленой зоны городов Тбилиси – Руставели: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 1986. – 13 с.



УДК 631.95:636.028

Т.И. Бокова, И.В. Васильцова, Л.И. Тюлюпина

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСТРАКТОВ РАСТИТЕЛЬНЫХ В КАЧЕСТВЕ ДЕТОКСИКАНТОВ

*Проведена оценка влияния детоксикационной способности экстрактов растительных А.В. Скворцова в физиологическом опыте на крысах.*

**Ключевые слова:** крысы, растительные экстракты, кадмий, детоксиканты.

T.I. Bokova, I.V. Vasil'tsova, L.I. Tyulyupina

### ECOLOGICAL POTENTIAL OF THE VEGETATIVE EXTRACT USE AS DETOXICANTS

*Estimation of influence of the A.V. Skvortsov vegetative extract detoxification ability in the physiological experiment on rats is conducted.*

**Key words:** rats, vegetative extracts, cadmium, detoxicants.

Антропогенное загрязнение природной среды, особенно микроэлементами из группы тяжелых металлов, вызывает серьезную озабоченность из-за негативных последствий для здоровья различных групп населения и нации в целом. Актуальность экологической проблемы обусловлена критическим состоянием среды обитания, масштабы загрязнения которой в последние годы стали приближаться к катастрофическим [1,2].

Кадмий принадлежит к числу микроэлементов, которые широко используются в технике. В исследованиях с изотопами кадмия установлено, что он почти не выводится, при этом нарушает деятельность иммунной системы, а с возрастом его концентрация во внутренних органах животных и человека увеличивается [3,4].

В профилактике неблагоприятного воздействия тяжелых металлов ведущая роль отводится использованию детоксицирующих препаратов. Эта проблема требует более детального изучения. Сегодня актуальна разработка новых препаратов как растительного, так и минерального происхождения, уменьшающих концентрацию тяжелых металлов в организме [1,5].

Введение биологически активных добавок в пищевые изделия и кормовой рацион животных благотворно влияет на метаболические и регуляторные процессы, укрепляя организм человека, сельскохозяйственных и домашних животных, улучшая жизнеспособность и качество жизни. Экстракты растительные Альберта Васильевича Скворцова – это композиции из экстрактов прополиса и лекарственных растений на водно-спирто-глицериновой основе. Общее количество экстрактов растительных составляет 24 наименования, из них 12 наименований так называемые номерные, а 12 наименований с авторскими названиями.

Для каждого экстракта растительного тщательно подобраны сочетания лекарственных трав и количество используемых компонентов, которые позволили в полной мере обеспечить направленное действие их для улучшения работы отдельных органов и систем человека [6,7].

**Цель:** изучить детоксикационную способность экстрактов растительных А.В. Скворцова по отношению к ионам кадмия в физиологическом опыте на крысах.

**Материалы и методы исследований.** В качестве исследуемых образцов были использованы экстракты растительные А.В. Скворцова ЭР-4, ЭР-11, ЖС, 96М. В качестве токсиканта был использован ацетат кадмия  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cd} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Для физиологического опыта были сформированы 6 группы крыс линии Wistar по принципу аналогов по 10 голов. Контрольная группа лабораторных животных получала основной рацион (ОР), 1-я опытная груп-

па крыс – ОР с добавлением 2,5 мг ионов кадмия на 1 кг живой массы в течение 10 дней, 2–5-я опытные группы крыс получали ОР с добавлением кадмия в течение 10 дней, затем ОР с добавлением 0,5 мл соответствующих растительных экстрактов на 1 кг живой массы: 2-я группа – экстракт ЭР-4; 3-я группа – экстракт ЭР-11; 4-я группа – экстракт ЖС, 5-я группа – экстракт 96М. Опыт продолжался 42 дня. Исследования были проведены по каждой группе отдельно, но в одно и то же время в одинаковых условиях. По окончании эксперимента у животных были исследованы сердечная мышца, печень, почки, селезенка, мышечная и костная ткани на содержание в них ионов кадмия. Измерение массовых концентраций кадмия выполняли методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе ТА-07.

**Результаты исследования и обсуждение.** Содержание кадмия в органах и тканях лабораторных животных представлено на рисунке 1 и в таблицах 1, 2.

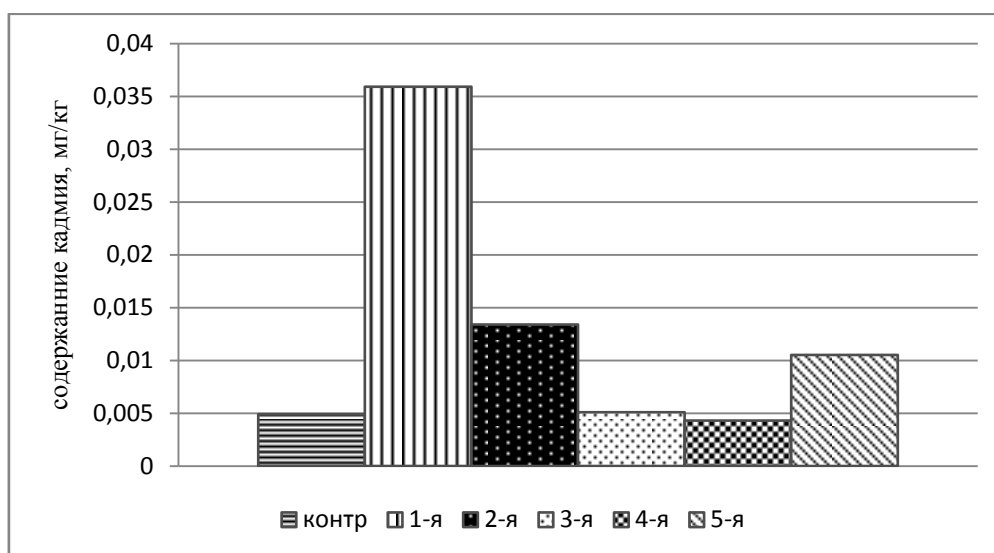


Рис. 1. Содержание кадмия в сердце лабораторных животных, мг/кг

В результате исследований установлено, что в сердце крыс 1-й опытной группы произошло достоверное увеличение содержание кадмия в 7,3 раза по сравнению с животными контрольной группы ( $p \leq 0,001$ ). Под действием растительных экстрактов у животных 2–5-й опытных групп концентрация кадмия в сердце уменьшилась в 2,7–8,4 раза относительно крыс 1-й опытной группы ( $p \leq 0,001$ ).

Таблица 1

Содержание кадмия в органах и тканях лабораторных животных, мг/кг

Группа	Мышечная ткань	Костная ткань	Селезенка
Контрольная	0,0016±0,0003	0,0015±0,0001	0,0021±0,0007
1-я опытная	0,0031±0,0007	0,0024±0,0003*	0,0054±0,0007*
2-я опытная	0,0026±0,0002*	0,0021±0,0004	0,0041±0,0005
3-я опытная	0,0023±0,0002	0,0019±0,0004	0,0034±0,0005
4-я опытная	0,0020±0,0004	0,0017±0,0003	0,0029±0,0003
5-я опытная	0,0019±0,0003	0,0019±0,0003	0,0033±0,0004

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p \leq 0,01$ ; \*\*\*  $p \leq 0,001$ .

В результате исследований содержание кадмия в мышечной ткани животных в 3–5-й опытных группах по сравнению с 1-й опытной группой под действием детоксикантов снизилось с 25,8 до 38,7%, однако достоверно не отличалось от животных контрольной группы ( $p \geq 0,05$ ).

Концентрация кадмия в селезенке крыс 1-й опытной группы превышала контрольное значение в 2,6 раза ( $p \leq 0,05$ ). В селезенке у животных 4-й, 5-й опытных групп содержание кадмия относительно 1-й

опытной группы снижалось на 46,3 и 38,9% ( $p \leq 0,05$ ) вследствие применения детоксикантов, но достоверно не отличалось от животных контрольной группы ( $p \geq 0,05$ ).

По окончании эксперимента в костной ткани крыс 1-й опытной группы произошло достоверное увеличение свинца по сравнению с животными контрольной группы в 1,6 раза ( $p \leq 0,05$ ). У крыс остальных опытных групп произошло уменьшение содержания кадмия в костной ткани относительно животных 1-й опытной группы на 12,5–29,2%, однако достоверно не отличалось от животных контрольной группы ( $p \geq 0,05$ ).

Таблица 2

### Содержание кадмия в органах лабораторных животных, мг/кг

Группа	Почки	Печень
Контрольная	0,0064±0,0008	0,0025±0,0006
1-я опытная	0,3348±0,0026***	0,0760±0,0014***
2-я опытная	0,3215±0,0139***	0,0638±0,0027***
3-я опытная	0,2922±0,0144***	0,0599±0,0024***
4-я опытная	0,3039±0,0170***	0,0419±0,0017***
5-я опытная	0,2723±0,0134***	0,0427±0,0014***

\*\*\*  $p \leq 0,001$ .

В конце эксперимента в почках животных во всех опытных группах содержание токсиканта превышало контрольное значение в 42,6–52,3 раза ( $p \leq 0,001$ ) по сравнению с животными контрольной группы. Однако применение растительных экстрактов уменьшило концентрацию кадмия у крыс 3-й опытной группы на 12,7%, у животных 5-й группы на 18,7% по сравнению с крысами 1-й опытной группы ( $p \leq 0,05-0,01$ ).

В результате эксперимента установлено, что концентрация кадмия в печени крыс увеличилась в 1-й опытной группе в 30,4 раза по сравнению с контрольной группой ( $p \leq 0,001$ ). У крыс 2–5-й опытных групп, получавших растительные экстракты, увеличение концентрации кадмия произошла не так значительно – в 16,8–25,2 раза ( $p \leq 0,001$ ). Относительно животных 1-й опытной группы в остальных опытных группах происходило уменьшение концентрации кадмия вследствие действия детоксикантов: во 2-й – на 16,1%; в 3-й – на 21,2% ( $p \leq 0,01$ ); в 4-й – на 44,9% и в 5-й – на 43,8% ( $p \leq 0,001$ ).

Таким образом, в результате исследований установлено, что растительные экстракты существенно снижают концентрацию кадмия в органах и тканях лабораторных животных.

### Выводы

Фоновое содержание кадмия в органах и тканях лабораторных животных составляет 0,0015–0,0064 мг на 1 кг живой массы.

По степени накопления кадмия в органах и тканях крыс установлена следующая закономерность: почки → печень → сердце → селезенка → мышечная ткань → костная ткань.

Установлено, что все экстракты растительные А.В. Скворцова проявили свои детоксикационные свойства по отношению к ионам кадмия. Снижение концентрации кадмия в органах и тканях лабораторных животных произошло на 12,7–88,0% относительно животных, не получавших растительные экстракты.

Наиболее эффективным детоксикантом кадмия является растительный экстракт ЖС: экстракт уменьшает содержание кадмия во внутренних органах животных относительно животных, не получавших их, на 44,9–88,0%.

### Литература

1. Бокова Т.И. Эколого-технологические аспекты поведения тяжелых металлов в системе почва – растение – животное – продукт питания человека. – Новосибирск, 2004. – 204 с.
2. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века: учеб. пособие. – М.: Изд-во РУДН, 2002. – 140 с.
3. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях НСО. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 229 с.

4. Алексеев В.А., Алещукин А.С. Цинк и кадмий в окружающей среде. – М.: Наука, 1992. – 200
5. Титова В.И., Дабахов М.В., Дабахова Е.В. Экотоксикология тяжелых металлов: учеб. пособие. – Н.Новгород: Изд-во НГСХА, 2002. – 135 с.
6. Казаков А.Л., Хацуков Б.Х. Биологически активные вещества целебных и пищевых растений и их фармакологическая активность. – Нальчик: Изд-во КБНЦ РАН, 2000. – 68 с.
7. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: энциклопедия. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 688 с.



УДК 631.618

А.В. Назаркина, Л.Т. Крупская,  
А.М. Дербенцева, В.П. Зверева, О.М. Морина

### АРТИИНДУСТРАТЫ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, ОЦЕНКА ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ

*В статье представлены результаты исследования физико-механических свойств артииндустрантов, оценка их противоэрозионной стойкости.*

*По результатам исследований разработаны предложения по рекультивированию и мониторингу территорий, приуроченных к ТЭЦ.*

**Ключевые слова:** *теплоэлектростанция, техногенно поверхностные образования, Дальний Восток, плотность почвы, пластичность, эрозионные свойства.*

A.V. Nazarkina, L.T. Krupskaya,  
A.M. Derbentseva, V.P. Zvereva, O.M. Morina

### THERMAL POWER PLANT ARTIINDUSTRATES IN THE FAR EAST SOUTH: PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES, EROSION -PREVENTIVE RESISTANCE ESTIMATION, RECULTIVATION

*The research results of the artiindustrate physical and mechanical properties, estimation of their erosion-preventive resistance are given in the article.*

*The proposals on recultivation and monitoring of the territories that are correlated with TPP are developed on the basis of the research results.*

**Key words:** *thermal power plant, technogenic superficial formations, the Far East, soil density, plasticity, erosive properties.*

---

**Введение.** Анализ и обобщение литературных данных [1, 2; 4–6; 10–12; 14–20] свидетельствуют о том, что главными факторами формирования техногенных поверхностных образований (ТПО) являются: производство электроэнергии, промышленность, транспортно-дорожный комплекс. В почвоведении долгое время оставался дискуссионным вопрос о том, являются ли почвой в традиционном понимании те образования, которые сформировались в регенерационных биогеосистемах [14]. В новой классификации почв России [13] определено понятие ТПО, обоснованы их таксономические единицы, объединенные в отдельный ствол. Принципы выделения групп и подгрупп ТПО позволяют применять соответствующие меры по их рекультивации.

В настоящее время ТПО занимают значительные площади на юге Дальнего Востока и оказывают негативное влияние на объекты окружающей среды. В Хабаровском крае остро стоит вопрос экологического мониторинга нарушенных земель в результате горнодобывающего и горноперерабатывающего комплексов. В Приморском крае ТПО изучались в связи с рекультивацией угольных отвалов, изучению ТПО золоотвалов ТЭЦ в Приморском крае ранее не уделялось внимания.

В связи с этим целью исследования явилось изучение физико-механических свойств ТПО и оценка их противоэрозионной стойкости. В задачи входило: 1) изучение физико-механических свойств артииндустрантов; 2) оценка их противоэрозионной стойкости; 3) разработка предложений по рекультивации и мониторингу территорий, приуроченных к ТЭЦ.

**Объекты и методы исследования.** Объектом исследования служили артииндустраты, расположенные вблизи теплоэлектростанций на территории Приморского и Хабаровского краев. Артииндустраты являются подгруппой из группы артифабрикатов и представляют собой материал отвалов промышленной переработки естественных материалов: шлаки, зола и пр. [13].

Золоотвал Партизанской ТЭЦ, расположенной на IV террасе р. Партизанской, у ж/д станции Лазовая, представляет собой искусственно насыпной материал промышленного происхождения, залегающий на аллювиальной серогумусовой почве. По структуре насыпь слоистая, с преобладанием серого цвета. Сверху до 30–50 см сухая, ниже свежая. Большая часть занятой золоотвалами территории покрыта буро-оранжевым веществом – латексом, используемым при рекультивации поверхностей ТПО. Но проливные муссонные дожди разрушают как полимерное покрытие, так и само тело золоотвала, вызывая эрозионные процессы.

Золоотвал Владивостокской ТЭЦ-2, расположенный в районе бух. Тихой территории г. Владивостока, представлен артииндустратами в виде сырой, легкой, серой, однородной по текстуре дисперсной массы. Масса поставляется в виде пульпы, которая в дальнейшем перемещается бульдозерами в золоотвал.

Золоотвал Хабаровской ТЭЦ-3, размещенной на пойменной террасе между рекой Амур (Хохлатская протока) и левым берегом реки Березовой, находится в районе с. Федоровка на расстоянии 2,5 км северо-восточнее от ТЭЦ-3. Представлен артииндустратами в виде темной дисперсной массы с обломками шлака. Чаще всего цвет золы темно-серый, почти черный, по текстуре однородный, сырой и легкий. Четко выделяются горизонтальные прослойки более темного цвета на глубине 20 и 40 см (образуются в зависимости от подачи пульпы на золошлакоотвал).

**Методы исследования.** Отбор проб ТПО проводился методом квартования. Физико-механические и водные свойства артииндустратов определены по [3,23]. Материалы обработаны в STATISTICA 8.0 с учетом [9]. Определение сцепления частиц артииндустратов естественной влажности – по методу Н.А. Цытовича [22]. В определении сцепления частиц ТПО, нормативной усталостной прочности на разрыв использовались формулы Ц.Е. Мирцхулавы [21] и Н.А. Цытовича [22]. Названия ТПО даны по [13].

**Результаты и обсуждения.** Изученные артииндустраты значительно различаются по плотности твердой фазы (табл.). Наиболее плотными 2,56 г/см<sup>3</sup> являются артииндустраты Владивостокской ТЭЦ-2. Значения плотности артииндустратов Хабаровской ТЭЦ-3 оказались в данном исследовании минимальными – 2,27 г/см<sup>3</sup>. С одной стороны, это объясняется их разными способами формирования, а с другой – содержанием илистых частиц. Артииндустраты Владивостокской ТЭЦ-2 отличаются повышенным содержанием ила по сравнению с другими изученными объектами.

С особенностями содержания илистой фракции связана и пластичность артииндустратов. В соответствии с числом пластичности, ТПО Владивостокской ТЭЦ-2 непластичны, Партизанской ТЭЦ – определены как супеси с числом пластичности 3–7, Хабаровской ТЭЦ-3 – как супеси с числом пластичности 2–7 до глубины 60 см, а ниже они непластичны.

Для ТПО Партизанской ТЭЦ, имеющих менее плотное сложение, нижняя граница текучести находится в пределах 52–47%, а верхняя граница текучести – в диапазоне 53–55%. Нижняя граница текучести артииндустратов Хабаровской ТЭЦ-3 в верхнем двадцатисантиметровом слое составляет 76%, уменьшаясь к глубине 70 см до 60%. Верхняя граница текучести, находясь в диапазоне 89–64%, также имеет тенденцию к уменьшению с глубиной. Такие показатели связаны, по всей видимости, со значительной мелкопесчаной фракцией в суглинках.

#### Сравнительная характеристика физико-механических и противозэрозионных свойств артииндустратов ТЭЦ

НГТ	НПП	ВГТ	ГКЛ	ЧПЛ	ИЛ	ПТФ	СЧ	НУПР	ДНСП
%						г/см <sup>3</sup>	кг/см <sup>2</sup>		м/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Владивостокская ТЭЦ-2</b>									
0–20 см									
60	нет	67	57	0	3	2,58	0,0014	0,0005	0,102
30–40 см									
60	нет	68	58	0	5	2,55	0,0007	0,0002	0,098

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Партизанская ТЭЦ</b>									
0–19 см									
52	47	55	52	5	2	2,35	0,0002	0,0001	0,091
19–37 см									
52	46	60	57	7	2	2,25	0,0002	0,0001	0,091
37–60 см									
49	46	55	50	3	1	2,28	-	-	-
60–70 см									
47	47	53	51	0	1	2,20	-	-	-
<b>Хабаровская ТЭЦ-3</b>									
0–19 см									
76	69	86	54	7	1	2,28	0,0002	0,0001	0,087
19–37 см									
69	67	79	70	2	2	2,20	0,0002	0,0001	0,086
37–60 см									
60	56	64	59	4	1	2,25	0,0002	0,0001	0,087
60–70 см									
52	нет	59	50	0	1	2,3	-	-	-

Примечание. НГТ – нижняя граница текучести; НПП – нижняя граница пластичности; ВГТ – верхняя граница текучести; ГКЛ – граница клейкости; ЧПЛ – число пластичности; ПТФ – плотность твердой фазы; СЧ – сцепление частиц; НУПР – нормативная усталостная прочность на разрыв; ДНСП – допустимая неразрывающая скорость водного потока.

Весьма ценными показателями при рассмотрении эрозионных процессов являются величина влажности на границе скатывания артииндустратов в шнур, которая характеризует нижний предел пластичности, и граница клейкости, характеризующая содержание свободной воды. Значения нижнего предела пластичности индивидуальны для изученных ТПО. Так, у артииндустратов Владивостокской ТЭЦ-2 эта величина равна 0, Партизанской ТЭЦ – в пределах 46-47%, Хабаровской ТЭЦ-3 – 67-69%. Граница клейкости на несколько процентов ниже верхней границы текучести, соответствует влажности около 57-59%. В изученных почвах значения влажности, соответствующие границе клейкости, на 3-4 % ниже, чем значения, характерные для верхнего предела пластичности. Такая закономерность обусловлена особенностями гранулометрического состава.

Противоэрозионная стойкость артииндустратов оценивается как способность их противостоять смывающему действию водного потока или совместному действию потока воды и ливневым осадкам. Судя по результатам, в которых илистая фракция составляет 1-5%, а допустимая неразрывающая скорость водного потока находится в пределах около 0,086-0,102 м/с, противоэрозионные свойства артииндустратов низкие. Между физико-механическими и противоэрозионными свойствами изученных объектов прослеживаются тесные коррелятивные зависимости (рис.). Увеличение плотности твердой фазы артииндустратов обуславливает увеличение содержания ила в объектах и сцепления почвенных частиц, тем самым повышает противоэрозионные свойства. Кроме того, повышение плотности ТПО приводит к снижению их нижнего предела пластичности, что в свою очередь обуславливает повышение значений допустимых неразрывающих скоростей водного потока. Полученные зависимости показывают, что одним из наиболее значимых показателей является плотность твердой фазы почвы, поэтому мероприятия, направленные на улучшение противоэрозионных свойств артииндустратов, должны строго учитывать изменение этого показателя.

Опыт показывает [8], что положительным приемом, направленным на предупреждение негативного влияния эрозионных процессов, является покрытие поверхности золоотвалов химическим полимером – латексом. Кроме этого, рекомендуется проведение ряда работ природоохранного характера. В частности, сохранение на прилегающей к ТЭЦ территории (в радиусе 500-1000 м) естественного растительного покрова, создание в этой же зоне лесопосадок: 5-6-рядных лесополос из региональных видов деревьев и кустарников под углом к активн действующим ветрам. Некоторые авторы [7] рекомендуют использование промышленных шлаков при получении дисперсно-армированных бетонов.

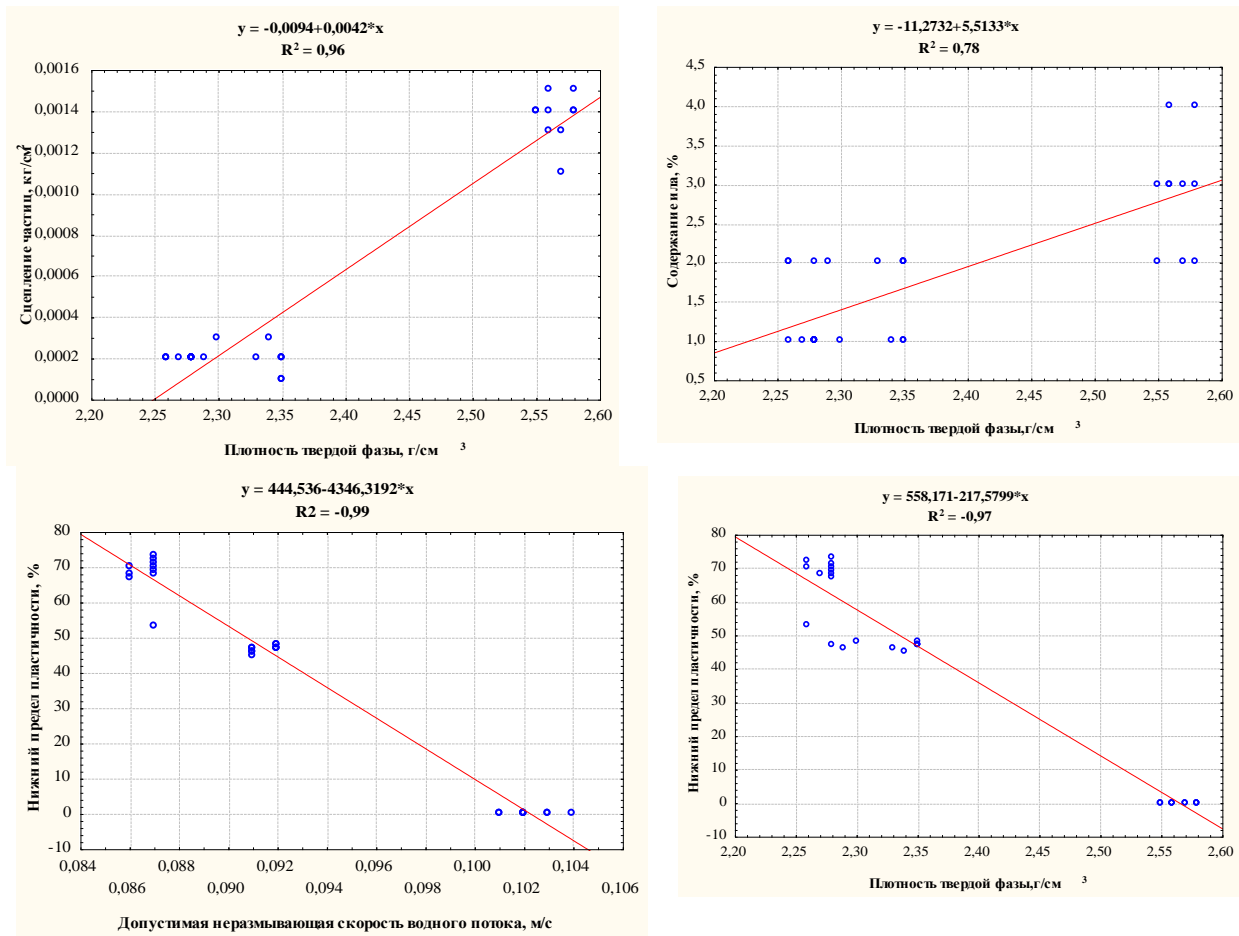


Рис. 1. Зависимость некоторых физико-механических и противозерозионных свойств артиндустратов

### Выводы

Артиндустраты Владивостокской ТЭЦ-2 не способны к набуханию, число их пластичности равно нулю. Они наиболее плотные. Течь такие ТПО начинают при влажности 67–68 %. Артиндустраты Партизанской ТЭЦ набухают до максимальных значений в слое 19–37 см. Число пластичности достигает в них 7. В артиндустратах Хабаровской ТЭЦ-3 максимум набухания наблюдается в верхнем 0–19 см слое. Артиндустраты Партизанской ТЭЦ начинают течь при влажности 55–60%. Артиндустраты Хабаровской ТЭЦ-3 наиболее убойчивы – верхняя граница текучести уменьшается с глубиной от 59 до 86%. В исследованных ТПО граница клейкости практически совпадает с верхним пределом пластического состояния, что объясняется невысоким содержанием ила. По показателям допустимых неразмывающих скоростей водного потока на поверхности золоотвалов ТПО самыми уязвимыми являются артиндустраты Хабаровской ТЭЦ-3. Противозерозионная стойкость артиндустратов всех изученных объектов неудовлетворительная.

Низкие значения реологических свойств и неудовлетворительная противозерозионная стойкость артиндустратов золоотвалов изученных ТЭЦ создали сложную экологическую обстановку на прилегающих к ТЭЦ территориях, что диктует необходимость проведения прежде всего их мониторинга.

Литература

1. Андроханов В.А., Куляпина Е.Д., Курачев В.М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 151 с.
2. Андроханов В.А., Овсянникова С.В., Курачев В.М. Техноземы: свойства, режимы, функционирование. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 200 с.
3. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. – М.: Высш. шк., 1973. – 400 с.
4. Гаджиев И.М., Курачев В.М. Генетические и экологические аспекты исследования и классификации почв техногенных ландшафтов // Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1992. – 305 с.
5. Гаджиев И.М., Курачев В.М., Андроханов В.А. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель. – Новосибирск: Изд-во ЦЭРИС, 2001. – 37 с.
6. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / Л.В. Герасимова [и др.]. – Смоленск: Изд-во Ойкумена, 2003. – 270 с.
7. Демьянова В.С. Комплексное использование промышленных отходов при получении дисперсно-армированных бетонов // Экология и промышленность России. – 2008. – №1. – С. 12–14.
8. Джаламбеков А.И. О почвообразовании при рекультивации земель в Казахстане // Почвоведение. – 1989. – №11. – С. 75–82.
9. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. – 320 с.
10. Етеревская Л.В., Донченко М.Т., Лехциер Л.В. Систематика и классификация техногенных почв // Растения и промышленная среда. – Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1984. – С. 14–21.
11. Излев А.М., Крупская Л.Т., Дербенцева А.М. Техногенное разрушение почв и их воссоздание: учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1998. – 68 с.
12. Ильичева Т.И. Первичные почвы рекультивируемых территорий: новый аспект генетического почвоведения // Докучаевское почвоведение 100 лет на службе сельского хозяйства. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1983. – С. 43–44.
13. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов [и др.]. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
14. Почвы ландшафтов Приморья (Рабочая классификация) / Н.М. Костенков [и др.]. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та. – 2011. – 112 с.
15. Рекультивация техногенных ландшафтов и восстановление плодородия агрогенных почв: учеб. пособие / Н.М. Костенков [и др.]. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2010. – 102 с.
16. Костенков Н.М., Пуртова Л.Н. О формировании органического вещества почв техногенных ландшафтов и их классификация // Современные почвенные классификации и проблемы их региональной адаптации. – Владивосток: Изд-во Мор. гос. ун-та, 2010. – С.156–159.
17. Крупская Л.Т., Бабурин А.А., Саксин Б.Г. Методические подходы к оценке состояния экосистем в процессе горного производства // Научно-техническое обеспечение горного производства. – Алматы, 2004. – Т. 68. – Ч. 2. – С. 135–137.
18. Крупская Л.Т. Охрана и рациональное использование земель на горных предприятиях Приамурья и Приморья. – Хабаровск: ДВО РАН, 1992. – 175 с.
19. Крупская Л.Т., Растанина Н.К. Оценка риска для здоровья населения, связанного с загрязнением атмосферного воздуха в районе хвостохранилища ЦОФ Солнечного ГОКа. – М.: ГИАБ, 2007. – № 15. – С. 318–323.
20. Оценка трансформации экосистем под воздействием горного производства на юге Дальнего Востока / Л.Т. Крупская [и др.]. – Хабаровск: Изд-во ДВО РАН, 2001. – 192 с.
21. Мирцхулава Ц.Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии. – М.: Колос, 1970. – 240 с.
22. Цытович Н.А. Механика грунтов. – М.: Высш. шк., 1973. – С. 280.
23. Шейн Е.В. Курс физики почв: учеб. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.



### СТРУКТУРА И ДИНАМИКА КОМПЛЕКСОВ ЭПИФИТНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ У ХВОЙНЫХ РАЗНЫХ ВИДОВ НАСАЖДЕНИЙ (ПОГОРЕЛЬСКИЙ БОР)

*Исследована структура и динамика комплекса эпифитов у хвойных насаждений разных видов в одинаковых экологических условиях их роста.*

**Ключевые слова:** микроорганизмы эпифитные, структура, динамика, насаждения, хвойные.

G.A. Smirnov, V.A. Senashova

### STRUCTURE AND DYNAMICS OF THE EPIPHYTIC MICROORGANISM COMPLEXES OF THE CONIFEROUS FORESTS OF DIFFERENT PLANTING TYPES (POGORELSKY PINE FOREST)

*The structure and dynamics of the epiphyte complex of the coniferous plantings of different types in the identical ecological conditions of their growth is researched.*

**Key words:** epiphytic microorganisms, structure, dynamics, plantings, coniferous forests.

**Введение.** Микроорганизмы, обитающие и размножающиеся на поверхности надземных частей растений и в зоне их ризосферы, называются эпифитными. Характерной особенностью этих микроорганизмов является то, что они способны питаться выделениями растений, не погибая от фитонцидов, и обладают устойчивостью к условиям пониженной влажности [3].

Микроорганизмы, обитающие на хвое, обладают широким спектром воздействия на жизнедеятельность самого растения. Они ассимилируют молекулярный азот, трансформируют элементы минерального питания растений, продуцируют биологически активные соединения. Некоторые микроорганизмы могут выделять вещества, убивающие возбудителей инфекций, предохраняя растения от заболеваний. Но в ряде случаев при ослаблении растения отдельные представители эпифитной микрофлоры могут инициировать болезнетворный процесс. Кроме того, эпифитные микроорганизмы являются важным индикаторным показателем состояния филлосферы и растения в целом.

**Целью работы** являлось исследование структуры и динамики комплекса эпифитов у хвойных насаждений разных видов в одинаковых экологических условиях их роста.

**Объекты и методы исследования.** Исследования проводились в опытном лесном хозяйстве (ОЛХ) Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН «Погорельский бор». Территория Погорельского бора с северной стороны граничит с р. Бузим (Большой Бузим), с западной стороны с его небольшим притоком – Малый Бузим. С юго-восточной стороны, приблизительно в 10 км от бора – Сухой Бузим. Вблизи территории бора располагаются пять населенных пунктов: Погорелка, Устюг, Суханово, Миндерла и п. Родниковый.

Погорельский бор располагается на границе зеленой зоны города Красноярска, простирающейся по обоим берегам Енисея и окружающей город Красноярск кольцом радиуса 50 км. Граница здесь проходит через села Устюг, Погорельское и продолжается на восток до д. Атаманово [2].

Бор является условно чистым насаждением Красноярской лесостепи, расположенным вне зоны загрязнения газообразными и пылевыми выбросами г. Красноярска [1, 4] и, наравне с Юксеевским, Березовским, Шушенским и Минусинским, относится к особо ценным защитным лесам.

В течение 2009 года исследования на протяжении вегетационного сезона регистрировались следующие метеорологические данные.

#### Метеорологические данные ОЛХ «Погорельский бор»

Месяц	Температура, °С			Количество осадков, мм	Влажность, %
	ср	макс	мин		
Июнь	17,7	24,9	10,3	45,4	62
Июль	18,2	23,9	12,8	112,5	76
Август	14,8	21,1	9,6	33,9	76
Сентябрь	9,8	11,2	5,3	27,5	79

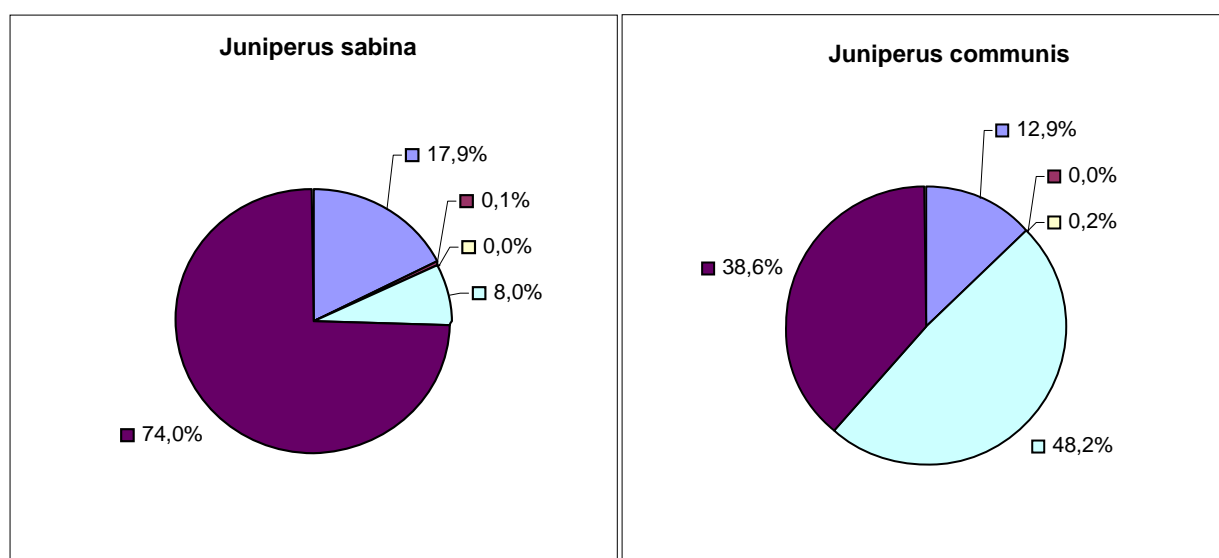
Объектом исследования являлась микрофлора здоровой (неинфицированной) хвои следующих видов древесных растений, произрастающих в условиях Погорельского стационара:

- 1) ель сибирская (*Picea obovata*);
- 2) можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*);
- 3) можжевельник казацкий (*Juniperus sabina*).

В лабораторных условиях была изучена эпифитная микрофлора исследуемых образцов. Для ее анализа бралась навеска в 1 г хвои, с которой проводился смыв в 100 мл воды. Для выявления грибов были произведены посеы методом Коха (0,1 мл) на плотную среду Чапека. Для выявления бактерий использовался мясо-пептонный агар (МПА), для актиномицетов – крахмало-аммиачный агар (КАА) [5].

Выросшие микроорганизмы микроскопировались при увеличении  $\times 1350$ . Производился количественный учет колоний мицелиальных грибов, споровых и неспоровых форм бактерий, дрожжей и актиномицетов. С помощью метода Грезерсона определялась грамм-принадлежность бактерий.

**Результаты и обсуждение.** Результаты исследования состава эпифитных микроорганизмов свидетельствуют о том, что в структуре эпифитов всех видов хвойных преобладают неспоровые формы бактерий. В большинстве образцов они составляют более 80% всей микрофлоры на разных видах хвойных растений. Соотношение неспоровых микроорганизмов существенно различается. Это наблюдается на примере двух видов можжевельников – обыкновенного (*Juniperus communis*) и казацкого (*Juniperus sabina*) (рис. 1). Очевидно, что физиологические особенности каждого вида, выделение продуктов экзосмоса и фитонцидных соединений обуславливают различия в качественном и количественном составе эпифитных микроорганизмов.

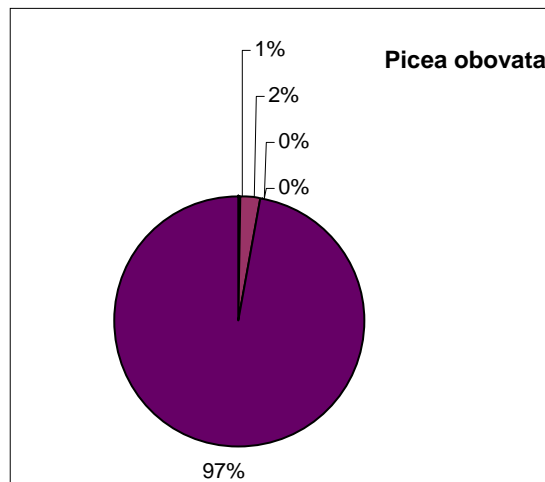


■ мицелиальные грибы ■ дрожжи ■ актиномицеты ■ споровые бактерии ■ неспоровые бактерии

Рис. 1. Процентное соотношение микроорганизмов эпифитной микрофлоры на хвое можжевельника казацкого (*Juniperus sabina*) и можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis*)

Так, на хвое можжевельника обыкновенного в комплексе эпифитов явно преобладают неспоровые грамотрицательные формы (74%), в то время как на хвое можжевельника казацкого доминируют споровые бактерии (48,2%). В то же время соотношение мицелиальных грибов у обоих видов сопоставимо.

Еще более четко различие в структуре эпифитного комплекса проявляется у ели сибирской по сравнению с можжевельниками. Здесь доля неспоровых форм бактерий достигает 97% (рис. 2).



■ мицелиальные грибы ■ дрожжи □ актиномицеты □ споровые бактерии ■ неспоровые бактерии

Рис. 2. Процентное соотношение микроорганизмов эпифитной микрофлоры на хвое ели сибирской (Picea obovata)

Преобладание в комплексе эпифитов неспоровых грамотрицательных бактерий на исследуемых хвойных насаждениях связано, помимо биологических особенностей вида растения, с рядом других факторов. Неспоровые бактерии, обладающие полифункциональными ферментными системами, получают преимущественное развитие в конкуренции за питательные вещества, выделяемые листовой поверхностью растений, перед другими группами микроорганизмов.

Группа мицелиальных грибов также обладает мощными гидролитическими ферментами и наиболее устойчива к негативному воздействию фитонцидных соединений, выделяемых здоровой хвоей в период активного роста насаждений.

Фитонцидная активность растений в меньшей степени влияет и на развитие споровых грамположительных бактерий. Максимальное негативное бактерицидное воздействие фитонциды оказывают на комплекс актиномицетов и дрожжей, наличие которых практически сведено к нулю.

Помимо указанных выше факторов, на формирование структуры эпифитных микроорганизмов определенное воздействие оказывают экологические условия, в которых находятся исследуемые объекты (см. табл.). Умеренные летние температуры и относительная влажность воздуха в период вегетации, сравнительно невысокая солнечная активность способствуют преобладающему развитию в комплексе эпифитов неспоровых форм бактерий и микромицетов.

Влияние экологических факторов особенно наглядно проявляется в динамике комплекса эпифитных микроорганизмов в течение вегетационного периода (рис. 3).

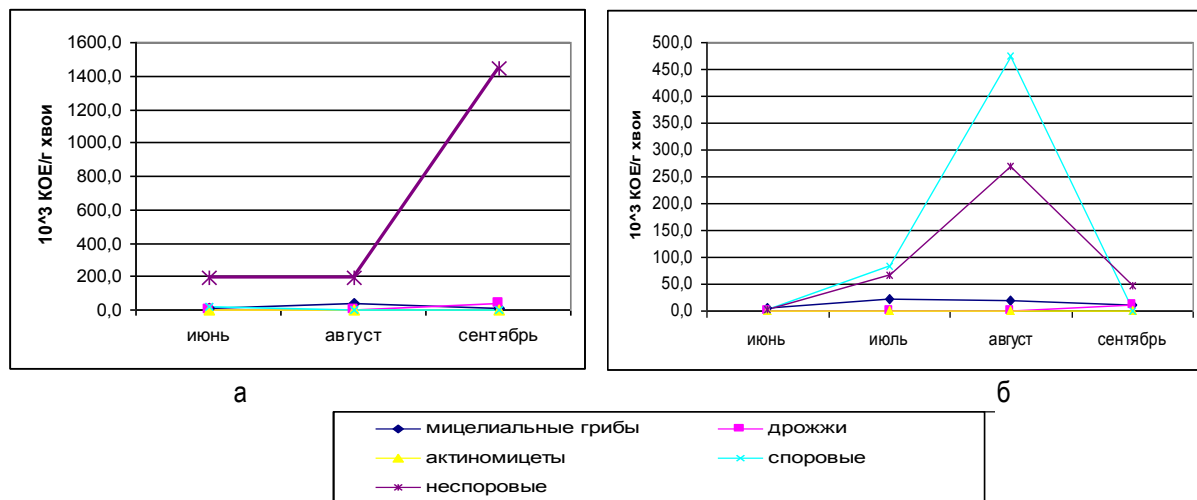


Рис. 3. Динамика формирования эпифитной микрофлоры здоровой хвои ели сибирской (а) и можжевельника казацкого (б)

При исследовании динамики формирования эпифитной микрофлоры здоровой хвои ели сибирской отмечено максимальное развитие неспорных форм бактерий в сентябре, что связано с прекращением активной вегетации растений и значительным снижением их фитонцидной активности. Динамика мицелиальных грибов, находящихся в минимуме, практически не зависит от температурных условий и условий влажности в течение вегетационного периода (см. рис. 3,а). При анализе динамики формирования эпифитной микрофлоры здоровой хвои можжевельника обыкновенного выявляется максимум развития спорных и неспорных бактерий (с преобладанием спорных) в августе (см. рис. 3,б). Это можно связать с физиологическими особенностями можжевельника обыкновенного.

### **Выводы**

- Структура комплекса эпифитных микроорганизмов хвойных насаждений разных видов в условиях Погорельского бора определяется, во-первых, видовыми биологическими особенностями растения, во-вторых – экологическими параметрами (температурой воздуха, относительной влажностью и солнечной радиацией).

- В комплексе эпифитных микроорганизмов преобладают неспорные формы бактерий и мицелиальные грибы, наиболее адаптированные в функциональном отношении к экологическим условиям места произрастания хвойных.

- Динамика различных групп микроорганизмов на хвое насаждений зависит от комплексного воздействия экологических факторов и фитонцидной активности растений по фазам их вегетации.

### **Литература**

1. Агроклиматический справочник по Красноярскому краю и Тувинской АО. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 168 с.
2. Авдеева Е.В. Ландшафтно-экологическая среда Сибирских городов: моногр. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2006. – 132 с.
3. Семенова И.Г., Соколова Э.С. Лесная фитопатология: учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Экология, 1992.
4. Скрипальщикова Л.Н., Грешилова Н.В. Уровни техногенных и рекреационных нагрузок на лесные фитоценозы пригородной зоны г. Красноярска// Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-техн. конф. – Вып. 21. – Брянск: Изд-во БГИТА, 2008. – 3065 с.
5. Методы стандартного изучения почв. – М.: Наука, 1977. – 248 с.



### ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДРЕВЕСНЫМ СЫРЬЕМ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

*В статье рассматриваются проблемы обеспеченности древесным сырьем инвестиционных проектов Красноярского края. Указывается на необходимость разработки основных направлений развития лесного комплекса Красноярского края на период до 2030 года с привлечением ведущих квалифицированных региональных специалистов науки и практики.*

**Ключевые слова:** инвестиционные проекты, лесной комплекс, расчетная лесосека, состояние ресурсной базы, Красноярский край.

А.А. Onuchin, V.A. Sokolov, G.S. Varaksin,  
O.P. Vtyurina, N.V. Sokolova, A.A. Kuchmistov, A.A. Laletin

### ISSUES OF THE INVESTMENT PROJECT PROVISION WITH WOOD RAW MATERIALS IN KRASNOYARSK REGION

*The issues of the investment project provision with wood raw materials in Krasnoyarsk region are considered in the article. The necessity to develop the basic directions of the Krasnoyarsk region timber complex development for the period till 2030 year with attraction of the leading qualified regional experts in science and practice is specified.*

**Key words:** investment projects, timber complex, calculated felling rate, resource base state, Krasnoyarsk region.

---

В последние годы были разработаны различные концепции и стратегии развития лесопромышленного и лесного комплексов Российской Федерации и ее субъектов. К сожалению, эти документы по своей сути являются направленными на развитие только лесопромышленного комплекса (ЛПК), т.е. древесинопользование.

Это является недопониманием сути термина «лесной комплекс», о чем мы неоднократно писали [2–6].

Лесной комплекс России в настоящее время состоит из пяти взаимосвязанных основных блоков:

1) лесного хозяйства, обеспечивающего рациональное использование, охрану, защиту и воспроизводство лесов;

2) лесопромышленного комплекса, использующего в основном древесные ресурсы;

3) промыслового использования лесов, которое в крае, особенно в северных районах, имеет большое значение для коренного населения (охота, сбор дикорастущих ягод, грибов, орехов и др.);

4) сельскохозяйственного использования лесов под пастбища, лесных земель под сенокосы, сады, огороды, пашни, для производства животноводческих кормов и кормовых добавок;

5) биосферного, природоохранного, рекреационного несырьевого использования лесов.

В определенных условиях лесопромышленный комплекс имеет второстепенное значение, и на первое место выходят другие блоки. Впрочем, биосферная роль лесов всегда будет стоять на первом месте.

Сохранение экологического и ресурсного потенциала лесов, организация рационального использования лесных ресурсов, стабилизация работы лесопромышленного комплекса и переход лесного сектора к устойчивому развитию являются необходимыми условиями обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития не только нашей страны, но и всего мирового сообщества.

Одним из основных рисков развития лесного комплекса является переоценка лесосырьевых ресурсов, которая особенно недопустима при развитии лесопромышленных комплексов долговременного действия.

Традиционно грубой ошибкой является завышение действующей расчетной лесосеки, рассчитанной по методике советских времен (1987). Например, рассчитанная сотрудниками Института леса СО РАН экономически доступная расчетная лесосека по Красноярскому краю, включая Эвенкию, составляет 26,8 млн м<sup>3</sup> (34,6 % от действующей), в том числе по хвойным – 21,4 млн м<sup>3</sup> [2, 3, 5].

В настоящее время правительство Красноярского края начинает разработку стратегии долгосрочного социально-экономического развития на срок до 2030 года. Материалами этой стратегии по лесопромышленному комплексу предусматривается увеличение заготовки деловой древесины до 33,6 млн м<sup>3</sup> (в ликвиде ориентировочно 37,6 млн м<sup>3</sup>). Предполагается сьем древесины с 1 га лесной площади до 1,6 м<sup>3</sup>. Общее использование древесины с 1 га лесопокрытой площади (это будет правильнее) не может превышать средний прирост на 1 га, который составляет 1,3 м<sup>3</sup>, в том числе по хвойным – 1,2 м<sup>3</sup>. Сравнение этого показателя с лесоресурсными странами Европы не имеет смысла из-за совершенно разной продуктивности лесов.

В вышеприведенных материалах приводится утверждение о «неосваиваемых ресурсах древесины» в четырех районах Нижнего Приангарья (Богучанский, Енисейский, Мотыгинский, Кежемский) в размере до 23 млн м<sup>3</sup>, что в корне неверно. Экономически доступная расчетная лесосека по этим районам равна 15,7 млн м<sup>3</sup>, в том числе хвойных – 13,7 млн м<sup>3</sup>, а резерв для увеличения рубок составляет не более 6 млн м<sup>3</sup>.

Такая ориентировка неизбежно приведет к скрытым перерубам расчетной лесосеки, что регулярно практиковалось в советский период, приводило к преждевременному исчерпанию эксплуатационного фонда и перебазированию лесозаготовительных предприятий с негативными социально-экономическими последствиями, противоречит принципам постоянства лесопользования и устойчивого развития.

Таким образом, эти материалы по своей сути являются концепцией развития лесопромышленного комплекса. Стратегические направления развития лесного хозяйства – неотъемлемой части лесного комплекса – показаны схематично. Проиригнорировано использование недревесных ресурсов и возможного сельскохозяйственного использования лесов. Вообще не учтены биосферная, природоохранная и рекреационная функции лесов. Реальные эколого-экономически доступные лесосырьевые ресурсы вообще не определены. Это может привести к повторению практики перерубов расчетных лесосек, что недопустимо для постоянно действующих производств.

Следует отметить, что термин «экономически доступная расчетная лесосека», который отражает существующий уровень использования древесины в лесном комплексе, был введен лесостроительной инструкцией (1995), но методика ее определения не была разработана. Затем после принятия нового Лесного кодекса и разработанных в соответствии с ним лесостроительной инструкции и порядка исчисления расчетных лесосек это понятие исчезло (по всей вероятности сознательно).

Кризис с обеспечением нужд региона и страны лесными ресурсами и низкая доходность лесного сектора России в целом – индикатор несостоятельности существующей модели управления лесами и организации лесопользования. Многие традиционно лесопромышленные регионы России столкнулись с ситуацией – экономически доступного леса становится все меньше и это на фоне значительного фактического недоиспользования действующих расчетных лесосек. Подобная ситуация наблюдается и в Красноярском крае.

Показатель использования расчетной лесосеки снижается не по причине недоиспользования лесных ресурсов. Это является одним из факторов фактического исчерпания экономически доступного лесного фонда и глубочайшего кризиса существовавшей в течение прошлого столетия экстенсивной модели использования природных богатств. Традиционное «пионерное освоение» лесов привело к тому, что лесные ресурсы России в течение прошлого столетия были в экономическом смысле существенно подорваны: за период с 1965 по 1999 год почти на 10 % снизилась доля хвойных пород в общей расчетной лесосеке – с 66,6 до 56,9 %. Схожее положение дел и в Красноярском крае, где в прошлом столетии были значительно истощены экономически ценные хвойные леса в наиболее доступных центральных и южных районах.

В рамках Стратегии развития лесного комплекса РФ до 2020 года в Красноярском крае предусматривается реализация 9 инвестиционных проектов с ориентировочным объемом инвестиций 147,5 млрд руб. и объемом необходимого годового лесопользования 21,4 млн м<sup>3</sup>, в том числе в Нижнем Приангарье – 16,8 млн м<sup>3</sup> (в основном хвойной древесины). Если учесть, что существующий отпуск леса в Нижнем Приангарье составляет около 8 млн м<sup>3</sup>, основная доля которого приходится на лесосибирские предприятия, то реализация этих проектов создаст жесткую и, по всей вероятности, бессмысленную конкуренцию для них.

Таким образом, налицо крупный дефицит древесного сырья, который не помогут ликвидировать леса юга Эвенкии и Туруханского района из-за их низкой продуктивности и товарной ценности, а также высокой природоохранной и биосферной ценности. Со временем древесину для предполагаемых предприятий придется завозить из южных районов Красноярского края. Надеяться на поставку древесины из соседних Иркутской и Томской областей нереально.

Резервом может служить древесина от рубок промежуточного пользования (в первую очередь проходных рубок и прореживаний), но размерные и качественные показатели этой древесины не позволяют использовать ее в широких масштабах.

Поэтому, на наш взгляд, необходим критический пересмотр материалов Стратегии долгосрочного развития лесопромышленного комплекса Красноярского края на период до 2030 года с целью приведения проектов в соответствие с реальными возможностями лесного фонда.

Уточнение параметров современного состояния ресурсной базы неистощительного и рационального лесопользования является необходимым условием любой имеющей смысл оценки потенциала производства древесины в регионе. Срочно требуется подробная информация по пространственному распределению возрастных классов в экономически доступных лесах, которые экологически подходят для устойчивого лесопользования. В конечном итоге, для устойчивого лесопользования обязательно потребуются комплексное планирование использования земель для заготовки лесных ресурсов. В ближайшее время для этого необходимо произвести оценку состояния арендуемых лесов, чтобы установить коммерчески выгодные объемы заготовки древесины и инвестиционные возможности развития предприятий.

Вышеуказанная информация представляет серьезную проблему, которую невозможно решить без реорганизации системы лесоустройства. Эта система была фактически ликвидирована после принятия нового Лесного кодекса РФ. Отказ от постоянно обновляемой информации о лесах (система непрерывного лесоустройства и мониторинга лесов) есть не что иное как вредительство, повторившее период 30-х годов прошлого века. Тогда лесоустройство было подменено планами лесоинвентаризации и лесозаготовки. Это был период крайнего упадка лесного хозяйства и лесоустройства.

В Красноярском крае леса на площади 146,5 млн га (92 %) были устроены более 10 лет назад. Вполне понятно, что информация о них носит неопределенный характер и не может служить основой для принятия объективных хозяйственных решений. Поэтому расчеты и прогнозы в сфере организации лесопользования и лесопользования будут неизбежно иметь гадательный характер. Для решения этой проблемы необходимо восстановить структуру лесоустройства, хотя бы в соответствии с Лесным планом Красноярского края на период до 2018 года.

Практика прошлых лет свидетельствует о том, что при принятии решений в части выбора вида использования лесов, как правило, доминировали промышленные интересы. Лесохозяйственные и природоохранные проблемы, а также нужды других видов лесных пользований (охота, побочное лесопользование, рекреационное пользование лесом и др.) оставались без должного внимания. Учитывая многоцелевое использование лесов, необходимо для каждого конкретного участка лесного фонда выбирать главную цель (сохранение биоразнообразия, охрана почв и вод на водосборах, ведение охотничьего хозяйства, заготовка древесины и т. д.). Устойчивое управление лесным хозяйством возможно только в таком контексте использования земель лесного фонда, которое обеспечивает экологически здоровое, экономически жизнеспособное и социально приемлемое использование лесных ресурсов. В задачи лесоустройства должна входить выдача рекомендаций на предмет целевого использования участков леса.

Это требование имеет особую значимость в многолесных регионах Сибири, где лесозаготовительные работы до сих пор ведутся по методу, когда, вырубив лес на одной площади, лесозаготовители перемещаются дальше к другим площадям спелого леса и на каком-то этапе вдруг обнаруживают, что такого леса больше нет. При этом из-за неэффективных способов работы, когда производственные потери древесины могут достигать от 40 до 60 % запаса леса на корню, площадь ежегодных лесозаготовок превышает необходимую как минимум в полтора раза, что ведет к преждевременному истощению лесосырьевых ресурсов предприятий. Применение в лесах Сибири сплошнелесосечных рубок привело к образованию обширных площадей вырубок, что в значительной мере изменило среду обитания диких животных и уровень биоразнообразия, вызвало деградацию почв и другие отрицательные экологические последствия.

В целом, лесное хозяйство России, в том числе и Красноярского края, развивается по экстенсивному пути. Это обусловлено отчасти объективными экономическими причинами и кажущимся избытком или, по крайней мере, отсутствием дефицита лесных ресурсов в настоящее время. Хотя интенсификация лесного хозяйства, включающая проведение рубок ухода, применение удобрений, использование в лесном хозяйстве достижений генетики и селекции в комплексе с организацией соответствующей системы охраны и защиты лесов позволяет существенно повысить продуктивность лесов.

По Н.А. Моисееву [1], «устойчивое управление лесами означает не только непрерывное неистощительное пользование ресурсами и услугами леса, но и гарантированное их воспроизводство для удовлетворения потребности в них как нынешних, так и будущих поколений людей». Интенсивное ведение лесного хозяйства требует больших затрат, четкой организации труда и кадрового обеспечения. С экологической точки зрения оно имеет неоспоримые преимущества, так как в меньшей степени нарушает средообразующие и биосферные функции лесов, сокращает площади вырубок и т.д. Экономическая эффективность интенсивных форм хозяйства достигается в лучших лесорастительных условиях.

В последние годы появились новые разработки, способные обеспечить повышение эффективности искусственного лесовосстановления. Активно развиваются исследования культуры тканей древесных растений и методы их генной инженерии. Несмотря на то, что использование этих технологий в производстве – дело будущего, они открывают невиданные ранее возможности для получения и быстрого размножения древесных растений с совершенно новыми ценными признаками и свойствами. Такие исследования с сибирскими видами древесных растений проводятся в Институте леса СО РАН, Сибирском институте физиологии и биохимии древесных растений СО РАН, Сибирском государственном технологическом университете.

Очевидно, что интенсификация лесовыращивания должна сопровождаться развитием лесопромышленного комплекса, ориентированного на глубокую переработку древесины и использование ее низкотоварной части, получаемой, в том числе и от рубок ухода, а также изменением законодательной базы в сторону стимуляции лесопользователей к ведению устойчивого лесопользования на экосистемной основе.

В лесных планах сибирских субъектов РФ интенсивное лесовыращивание не предусмотрено, поэтому потребуются корректировка в разделах, касающихся воспроизводства лесов в лесостепной зоне и частично в южно-таежной подзоне.

На наш взгляд, следует разработать основные направления развития лесного комплекса Красноярского края на период до 2030 года в развитие «Концепции и основных направлений развития лесного комплекса Красноярского края на период 2004–2015 гг.», «Лесного плана Красноярского края на период до 2018 года» и «Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года» с привлечением ведущих квалифицированных региональных специалистов науки и практики.

### Литература

1. Моисеев Н. Модель стабильного развития // Лесная Россия. – 2007. – № 7. – С. 10–15.
2. Организация устойчивого лесопользования в Красноярском крае / В.А. Соколов [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 361 с.
3. Природные ресурсы Красноярского края. Энциклопедия. – Красноярск: КНИИГиМС, 2007. – 472 с. (Раз. 6. Лесные ресурсы. – С. 260–309).
4. Соколов В. А. Основы управления лесами Сибири. – Красноярск: Изд-во СО РАН, 1997. – 308 с.
5. Соколов В. А. Экономическая доступность древесных ресурсов Красноярского края // Лесн. хоз-во. – 2005. – № 1. – С. 10–12.
6. Соколов В. А. Перспективы развития лесного комплекса Сибири // Сиб. экол. журн. – 2008. – № 3. – С. 361–369.





**РАЗМЕЩЕНИЕ ПОДРОСТА В МИКРОГРУППИРОВКАХ И ОКНАХ СЕВЕРНЫХ ШИРОКОЛИСТВЕННО-КЕДРОВЫХ ЛЕСОВ**

Рассмотрены особенности влияния верхних ярусов на подрост древесных видов – потенциальных доминантов широколиственно-кедровых лесов. По отношению к состоянию верхнего полога подрост деревьев подразделен на 3 группы: 1) виды, возобновляющиеся преимущественно в окнах; 2) виды, успешно возобновляющиеся и под пологом, и в окнах; 3) виды, возобновляющиеся преимущественно под пологом. Установлено что, распределение и высота подроста зависят от типа микрогруппировки, а также от местоположения внутри окна. Условия возобновления большинства видов в окне оптимальны на расстоянии первых метров от края крон.

**Ключевые слова:** древостой, подрост, полог, пространственное распределение, кедр корейский, теневыносливость.

A.S. Vozmishcheva, E.S. Lonkina, P.V. Krestov

**YOUNG GROWTH DISTRIBUTION IN THE MICROCOMMUNITIES AND OPENINGS OF THE NORTHERN BROADLEAVED-KOREAN PINE FORESTS**

The peculiarities of overwood influence on the young growth of woody species which are the potential dominants of the broadleaved-Korean pine forests are considered. In relation to a shelterwood state the young growth can be divided into three groups: 1) species which are mainly regenerated in the openings, 2) species which are successfully regenerated both under a shelterwood and in the openings, and 3) species which are mainly regenerated under a shelterwood. It is determined that young growth distribution and height depends on the microcommunity type, as well as on the location within the opening. The regeneration conditions of most species in the opening are optimal at the distance of the first meters from the crown edge.

**Key words:** forest stand, young growth, overwood, spatial distribution, Korean pine, shade tolerance.

**Введение.** Широколиственно-кедровые леса Восточной Азии представляют один из самых сложных по видовому составу и динамическим процессам типов экосистем в широтных пределах 40–50° с.ш. Их древостой сформирован видами с различными экологическими характеристиками и с разной продолжительностью жизненного цикла [16, 20]. Для экосистем характерна большая пространственная неоднородность и выраженная вертикальная сомкнутость.

Успешность возобновления различных по теневыносливости эдификаторов древостоя широколиственно-кедровых лесов зависит от множества факторов биологической и экологической природы. При выпадении из состава первого и второго яруса крупных деревьев в пологе леса образуются окна, способствующие возобновлению светолюбивых видов. Оконная динамика – основной естественный механизм поддержания развивающихся длительное время без катастрофических нарушений листопадных широколиственных и смешанных лесов Европы [1, 9, 13], Азии [19, 22] и Северной Америки [14, 18].

Для прогноза развития сложных лесных сообществ актуальны исследования внутриценотической организации лесного сообщества.

Цель работы – изучение влияния элементов горизонтальной структуры верхнего полога и световых окон древостоя на развитие и распределение подроста в смешанных широколиственно-кедровых лесах.

**Материал и методы.** В работе использованы данные, полученные в результате детальных исследований на 4 постоянных пробных площадях (ПП) размером 0,8–1,0 га, заложенных на экологически равноценных местообитаниях в заповеднике «Бастак» [10]. Выбор участков для постоянных пробных площадей произведен с учетом критериев, рекомендованных для биогеоценотических исследований [8]. На каждой ПП проведено детальное картирование положений стволов деревьев и подроста, а также проекций их крон с помощью программы Crown 0.3.1 [2]. У каждого дерева измерена высота, диаметр, высота начала кроны и высота самой широкой части кроны. На основе этих данных были выделены микрогруппировки по доминантам ярусов древостоя, кустарников и травяного покрова и окна [3]. Микрогруппировки были классифицированы в типы по признакам сходства состава ярусов. Для каждого индивидуума подроста, находящегося в окне, было рассчитано расстояние до края окна.

При анализе успешности возобновления подрост был классифицирован в три функциональные группы: низкий (менее 0,5 м, развитие происходит в пределах травяного яруса), средний (0,51–1,5 м, развитие происходит внутри кустарникового яруса) и высокий (выше 1,51 м, выход подроста из кустарникового яруса).

Весьма полезной характеристикой при определении благоприятных условий развития оказалась максимальная высота подроста.

На четырех постоянных ПП было измерено 12763 особи подроста 21 вида. Для достоверного выявления закономерностей характера распределения подроста были проанализированы только виды, представленные на ПП более чем 100 особями.

Для оценки достоверности зависимости количественных характеристик подроста от условий его развития представленными категориальными переменными был использован однонаправленный дисперсионный анализ [12] с последующим тестом Tukey [21]. Статистический анализ реализован с помощью пакета Statistica 9.0.

**Результаты исследований.** Исследованные сообщества относятся к типу леса «холодно-влажные лесные кедровники с пихтой, липой и желтой березой» [4] и ассоциации *Ribesi maximowicziani-Pinetum koraiensis* [17]. Доминантами древостоя в первом ярусе являются *Pinus koraiensis* и комплекс умеренных листопадных широколиственных и мелколиственных видов: *Tilia amurensis*, *Fraxinus mandshurica*, *Betula costata*. В формировании яруса всегда участвует *Picea ajanensis*. Анализ горизонтальной структуры позволил выделить 125 микрогруппировок, классифицированных в 6 типов (табл. 1). Выделено и описано 119 световых окон.

Таблица 1

**Характеристика типов микрогруппировок**

Тип микрогруппировки	Доминанты первого яруса	Доминанты подчиненных ярусов древостоя	Доминанты кустарникового яруса
Темнохвойная	Abn, Pia	Abn, Pia	–
Широколиственно-кедровая	Bec, Bel, Tia, Pik	Abn, Acm, Act, Pik, Tia	<i>Corylus mandshurica</i> , <i>Eleutherococcus senticosus</i>
Кедровая	Pik	Abn, Acm	–
Ясенево-кедровая	Frm, Pik	Abn, Pik	<i>Sorbaria sorbifolia</i>
Широколиственно-хвойная	Abn, Bec, Pia	Abn, Acm, Act, Pia	<i>Acer ukurunduense</i> , <i>Actinidia kolomikta</i>
Широколиственная	Bec, Bel, Bep, Tia	Abn, Act, Pia, Pik	<i>Corylus mandshurica</i> , <i>Philadelphus tenuifolius</i>

Примечание: Abn – *Abies nephrolepis*; Acm – *Acer mono*; Bec – *Betula costata*; Frm – *Fraxinus mandshurica*; Pia – *Picea ajanensis*; Pik – *Pinus koraiensis*; Tia – *Tilia amurensis*; Ull – *Ulmus laciniata*; Bel – *Betula lanata*, Bep – *Betula platyphylla*; Act – *Acer tegmentosum*.

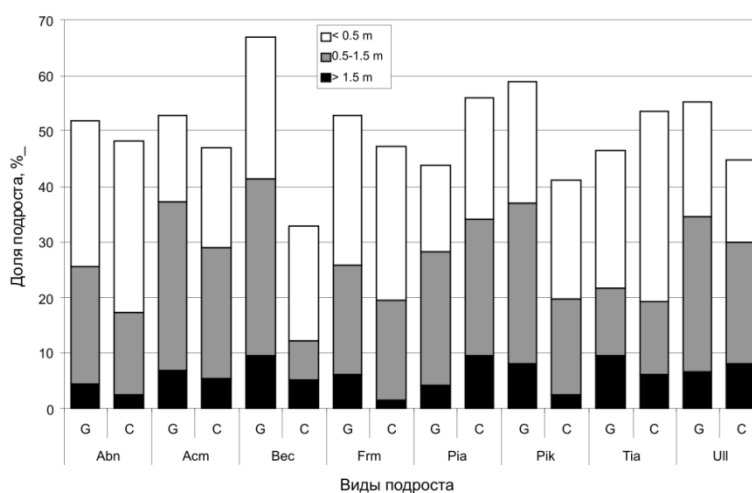


Рис. 1. Численность особей подроста в световых окнах (G) и под пологом леса (C) (пояснение сокращений названий типов микрогруппировок приводится в примечании к табл. 1)

Выделяется три типа распределения подроста разного размера. 1-й тип – возобновление преимущественно в окнах. Типичный пример – *Betula costata* (рис. 1). Мелкий подрост этого вида в массе встречается и под пологом, и в окнах. На стадии среднего подроста происходит его существенная дифференциация – под сомкнутым пологом он малочисленный, основная его масса сосредоточена в окнах, та же тенденция наблюдается и в распределении крупного подроста. Другими характерными представителями этого типа являются *Pinus koraiensis* и *Fraxinus mandshurica*. Однако наиболее резкая дифференциация по численности в окнах и под пологом происходит у этих видов уже на стадии крупного подроста. *Abies nephrolepis* и *Tilia amurensis*

также принадлежат к этому типу, однако их мелкого подроста больше под пологом, чем в окнах. 2-й тип – нейтральный по отношению к пологу. Ближе к этому типу распределение подроста у *Acer mono* и *Ulmus laciniata*. 3-й тип представлен *Picea ajanensis*, у которой под пологом широколиственно-кедрового леса крупного подроста существенно больше, чем в окнах.

Анализ встречаемости подроста в микрогруппировках показывает, что теневыносливые виды, потенциальные строители подчиненного яруса древостоя, *Abies nephrolepis* и *Acer mono* наиболее часто встречаются в микрогруппировках, слагающих основу верхнего яруса широколиственно-кедрового леса (рис. 2). В то же время большая часть подроста этих видов сосредоточена в окнах. Наиболее успешно возобновление *Abies nephrolepis* под пологом происходит под пологом широколиственных пород, там пихта имеет наибольшую долю крупного подроста. В то же время жизнеспособный подрост *Acer mono* встречается с равной вероятностью, как под кронами лиственных, так и хвойных деревьев. Подобный тип распространения характерен для *Ulmus laciniata*, основная часть крупного подроста которого приходится на темнохвойные микрогруппировки.

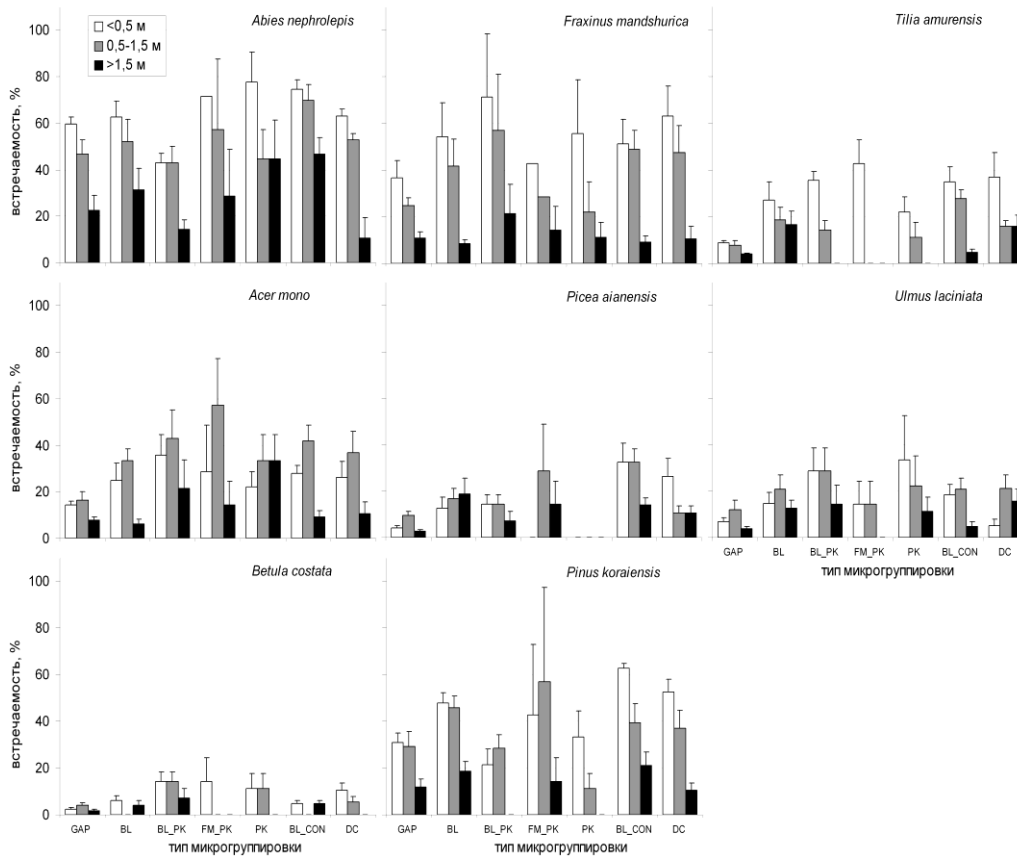


Рис. 2. Встречаемость подроста в различных типах микрогруппировок (Gap – окно; микрогруппировки: BL – широколиственная; BL\_PK – широколиственно-кедровая; FM\_PK – ясеневое-кедровая; BL\_C – широколиственно-хвойная; PK – кедровая; DC – темнохвойная)

Виды широколиственных деревьев *Betula costata*, *Fraxinus mandshurica* и *Tilia amurensis* при возобновлении проявляют сильную зависимость от состояния верхнего яруса. Подрост *Betula costata* практически не встречается в микрогруппировках с участием *Pinus koraiensis* в верхнем пологе, а его основная часть сосредоточена в окнах и в смешанных микрогруппировках с доминированием широколиственных и темнохвойных видов, сформировавшихся также на месте окон. Для *Fraxinus mandshurica* характерно широкое распространение семян; его мелкий подрост распространен во всех типах микрогруппировок. Однако по мере роста он последовательно выпадает из состава микрогруппировок с участием хвойных, а затем и лиственных. Большая часть крупного подроста ясеня сосредоточена в окнах. Исключительно большой избирательностью по отношению к состоянию верхнего полога характеризуется *Tilia amurensis*. Ее мелкий подрост встречается повсеместно, однако встречаемость среднего подроста резко уменьшается в микрогруппировках с кедром, а основная доля крупного подроста приходится на микрогруппировки широколиственных и темнохвойных пород.

Распределение подроста *Picea ajanensis* и *Pinus koraiensis* также неравномерно и зависит от типа микрогруппировки. У ели максимальная встречаемость мелкого подроста – в микрогруппировках, в которых

ель присутствует в первом ярусе древостоя. Подрост ели отсутствует в микрогруппировках кедра. Наиболее жизнеспособный подрост (по числу крупных экземпляров) отмечен в широколиственных микрогруппировках, а его количество в окнах и под пологом хвойных существенно ниже.

Анализ распределения подростка внутри окна (рис. 3) показывает, что подрост большинства видов деревьев – потенциальных эдификаторов, концентрируется на дистанции первых метров от края окна, что, с одной стороны, отражает потребности подростка в освещении, а с другой стороны, защитную функцию древесного полога, ослабляющего развитие покрова светолюбивых кустарников.

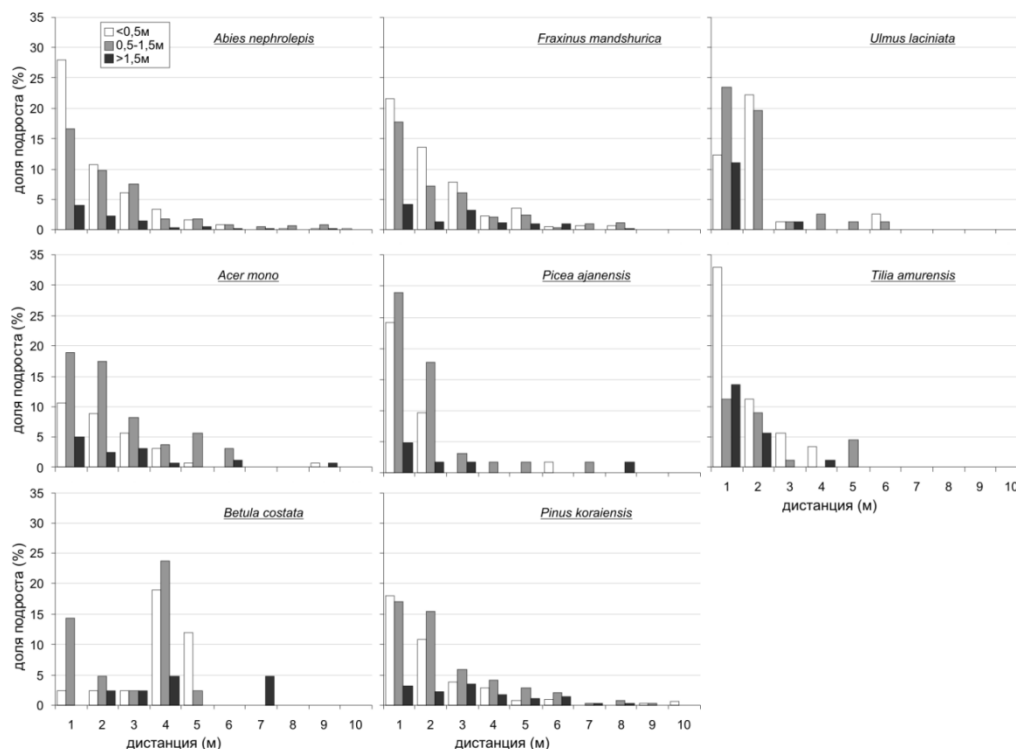


Рис. 3. Зависимость численности подростка от дистанции до края светового окна

**Обсуждение результатов исследований.** *Pinus koraiensis* принадлежит к группе видов, требующих окон для возобновления и образующих окна при выпадении из древостоя. В то же время, распространение кедра, облигатного зоохорного вида, зависит от предпочтений животных, создающих кладовки с его семенами в старовозрастных микрогруппировках, где существует сомкнутый верхний полог и отсутствуют густые подлесок и травостой [7]. Первые годы (десятилетия) жизни кедра обычно проходят под сомкнутым пологом, где он достигает высоты 4–6 (8) м. Если за 60–80 лет не происходит осветления полога, подрост кедра погибает. Если окно формируется, кедр начинает активно расти, давая в этот период максимальные в своем жизненном цикле приросты по диаметру [15]. В последующие 80–120 лет он достигает верхнего полога древостоя. Для поддержания непрерывного потока поколений [11] кедра в сообществе всегда должны формироваться окна, поэтому задаваемая ими мозаичная структура является характерной для широколиственно-кедровых лесов.

Возобновление *Picea ajanensis* происходит преимущественно под пологом, особенно интенсивно – в микрогруппировках с большим участием широколиственных пород. Высокая степень сгруппированности подростка ели в широколиственно-кедровых лесах объясняется его высокой требовательностью к влагообеспеченности местообитания. Подрост выживает только на участках аккумуляции влаги: выворотах, валеже, пнях, микропонижениях рельефа [6]. Ель не нуждается в окнах для возобновления, более того, избегает их, по-видимому, по причине чрезмерной инсоляции, но формирует окна при отмирании. При значительном участии ели в широколиственно-кедровом фитоценозе массовое возобновление ели отмечалось в периоды между пиками возобновления кедра и если стадии возобновления ели предшествовала стадия возобновления *Acer mono* [15].

Положение подростка *Betula costata* в окне ближе к центру и к северной границе окна указывает на его большую требовательность к условиям освещения. По отношению к окнам в пологе этот вид следует рассматривать как требующий окон для возобновления и образующий окна при выпадении. *Tilia amurensis* чаще возобновляется и успешно развивается под относительно светлым пологом, образованным широколиственными видами. Также оптимальными являются условия на краю окна.

В северных широколиственно-кедровых лесах *Abies nephrolepis* обычно формирует подчиненный ярус древостоя. Характеризуется коротким жизненным циклом (180–200 лет), сильной теневыносливостью и толерантна к осветлению полога. Ее подрост обилен в окнах и в микрогруппировках с большим участием листовенных деревьев. В случае масштабных нарушений полога (ветровалы, рубки) формирует сомкнутый ярус, существенно осложняющий возобновление других древесных видов.

*Асер топо* – наиболее теневыносливый широколиственный вид, по отношению к окнам в пологе характеризуется как не требующий окон для возобновления и не создающий окон при выпадении из древостоя.

### Выводы

Таким образом, происходящие асинхронно возобновление, рост и отмирание деревьев являются необходимым условием для существования полидоминантного сообщества: возобновление видов различных по теневыносливости может происходить только в условиях полного или частичного осветления полога, а следовательно, и отмирания части деревьев, его слагающих, либо под сомкнутым пологом. Стадийность в развитии древостоя может проявляться в масштабе микрогруппировки, и значительно менее вероятно – в масштабе всего лесного сообщества.

### Литература

1. *Восточноевропейские широколиственные леса* / под ред. О.В. Смирновой. – М.: Наука, 1994. – 364 с.
2. Дроздов А., Омелько А.М., Возмищева А.С. Crowns [Электрон. ресурс]: Электрон. данные и прогр., 2009. URL: <http://hatred.homelinux.net/wiki/proekty/crowns/start>.
3. Иванова И.Т., Ярошенко П.Д., Берстюкова К.П. Микрофитоценозы некоторых сообществ хвойно-широколиственных лесов Приморья // Комаровские чтения. – 1963. – Вып. 3. – С. 3–20.
4. Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока // Тр. ДВФ АН СССР. Сер. ботан. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – Т. 2. – 264 с.
5. Кудинов А.И. Широколиственно-кедровые леса Южного Приморья и их динамика. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – 376 с.
6. Манько Ю.И. Ель аянская. – Л.: Наука, 1987. – 280 с.
7. Омелько М.М., Омелько А.М., Омелько М.М. (мл.) Роль маньчжурской белки в возобновлении кедра корейского во вторичных широколиственных лесах Приморья // Лесоведение. – 2007. – № 4. – С. 68–72.
8. Программа и методика биогеоценологических исследований / отв. ред. Н.В. Дылиса. – М.: Наука, 1974. – 403 с.
9. Смирнова О.В. Структура травяного покрова широколиственных лесов. – М.: Наука, 1987. – 206 с.
10. Флора, микобиота и растительность заповедника «Бастак» / отв. ред. Т.А. Рубцова. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – 283 с.
11. Чумаченко С.И., Смирнова О.В. Моделирование сукцессионной динамики насаждений // Лесоведение. – 2009. № 6. – С. 3–17.
12. Hartley H.O. Expectations, variances and covariances of ANOVA mean squares by 'synthesis' // Biometrics. – 1967. – Vol. 23. – P. 105–114.
13. Hofgaard A. Structure and regeneration pattern of a virgin *Picea abies* forest in northern Sweden // Journal of Vegetation Science. – 1993. – Vol. 4. – P. 601–608.
14. Hunter J.C., Parker V.T. The disturbance regime of an old-growth forest in coastal California // Journal of Vegetation Science. – 1993. – Vol. 4. – P. 19–24.
15. Ishikawa Y., Krestov P.V., Namikawa K. Disturbance history and tree establishment in old-growth *Pinus koraiensis*-hardwood forests in the Russian Far East // Journal of Vegetation Science. – 1999. – Vol. 10. – P. 439–448.
16. Krestov P.V. Forest vegetation of Easternmost Russia (Russian Far East) // Forest vegetation of Northeast Asia. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. – P. 93–180.
17. A phytosociological survey of the deciduous temperate forests of mainland Northeast Asia / P.V. Krestov [et al.] // Phytocoenologia. – 2006. – Vol. 36, N 1. – P. 77–150.
18. Kupfer J.A., Runkle J.R. Early gap successional pathways in a *Fagus-Acer* forest preserve: pattern and determinants // Journal of Vegetation Science. – 1996. – Vol. 7. – P. 247–256.
19. Liu Q., Hytteborn H. Gap structure, disturbance and regeneration in a primeval *Picea abies* forest // Journal of Vegetation Science. – 1991. – Vol. 2. – P. 391–402.
20. Nakamura Y., Krestov P.V. Coniferous forests of the temperate zone of Asia // Coniferous forests (Ecosystems of the World, – Vol. 6). – London; Paris; New York: Elsevier, 2005. – P. 163–220.
21. Winer B.J., Brown D.R., Michels K.M. Statistical principles in experimental design. 3rd ed. – Boston: Mc Graw Hill, 1991. – 380 p.

22. Yamamoto S. Gap dynamics in climax *Fagus crenata* forests // Botanical Magazine Tokyo. – 1989. – Vol. 102. – P. 93–114.



УДК 581.192.8+581.5

Е.З. Усубова, Л.С. Тирранен

**ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНА НА МИКРОБИОТУ ПРИКОРНЕВОЙ ЗОНЫ ФАСОЛИ СОРТА «САКСА БЕЗ ВОЛОКНА 615 » (*PHASEOLUS VULGARIS L.*)\***

Установлено влияние селена на микробиоту прикорневой зоны фасоли сорта «Сакса без волокна 615» при замачивании семян в водном растворе селенита натрия с концентрацией селена 0,001 %.

**Ключевые слова:** фасоль, селенит натрия, аккумуляция селена, возрастные изменения, микрофлора, микроорганизмы.

E.Z. Usubova, L.S. Tirranen

**SELENIUM INFLUENCE ON MICROBIOTA OF THE “SAKSA WITHOUT FIBER 615” SORT BEAN ROOT ZONE (*PHASEOLUS VULGARIS L.*)**

Selenium influence on microbiota of the “Saksa without fiber 615” sort bean root zone in the process of seed steeping in the sodium selenite water solution with selenium concentration of 0,001 % is determined.

**Key words:** bean, sodium selenite, selenium accumulation, age-related changes, microflora, microorganisms.

**Введение.** Исследования биологической роли селена позволили определить первостепенное значение для человеческого организма его соединений, синтезируемых растениями [1]. Цикл селена в биосфере осуществляется организмами, причем значительная роль принадлежит микроорганизмам [7]. Отмирая, растения дают почве разнообразные формы селена. Под влиянием климатических факторов и деятельности микроорганизмов происходит дальнейшая трансформация соединений селена. Имеются данные об окислении элементарного селена автотрофными тионовыми бактериями (*Tiobacillus thiooxidans*) до селеновой кислоты, аналогично окислению серы до серной кислоты [6]. Обладая высокой аккумулятивной способностью, микроорганизмы способны извлекать селен из горных пород, переводить его в раствор и хранить в клетках [8]. В неблагоприятных условиях и для освоения новых экологических ниш некоторые микроорганизмы в качестве стратегии выживания способны переводить соединения селена из более токсичных в менее, используя процессы ферментативного восстановления [9]. На рисунке 1 представлен биологический цикл селена с точки зрения превращений между несколькими окислительно-восстановительными состояниями [5].

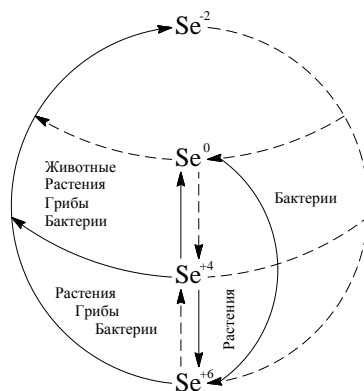


Рис. 1. Биологический цикл селена (Летукова, 1978): установленные пути обмена селена указаны сплошными линиями, нуждающиеся в дополнительном подтверждении – пунктирными

\* Работа выполнена в Институте биофизики СО РАН.

Преобразование  $Se^0 \rightarrow Se^{4+} \rightarrow Se^{6+}$  осуществляют микроорганизмы. Многие растения, грибы, бактерии и некоторые животные организмы трансформируют  $Se^{6+}$  и  $Se^{4+}$  до  $Se^{2-}$  [3]. Микроэлементы могут играть значительную роль в процессах взаимодействия в системе растение – микроорганизмы. Бобовые культуры обладают огромной пищевой ценностью и перспективны для оптимизации селенового статуса населения.

**Цель:** оценить влияние селена на количественный и качественный состав микрофлоры прикорневой зоны растений фасоли сорта «Сакса без волокна 615» (*Phaseolus vulgaris L.*).

**Материалы и методы исследований.** Объект исследования – микрофлора прикорневой зоны фасоли сорта «Сакса без волокна 615». Сорт раннеспелый, от всходов до сбора недозрелых бобов съемной спелости 45–50 дней. Растение кустовое, слабораскидистое, высотой 25–40 см. В работе использовали почву обыкновенный чернозем, легкий суглинок. Агробиохимические показатели почвы: содержание гумуса 7,3 %,  $pH_{KCl}$  7,1. Содержание элементов в почве определяли на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) Agilent 7500a, предварительно вскрывая пробы в системе микроволнового вскрытия MWS-2 (Berghof, Германия) во фторопластовых автоклавах DAP-60 (объемом 60 мл) 30 мин. Концентрация элементов (мг/100 г почвы): фосфор – 114,8, калий – 464,1, кальций – 798,4, марганец – 36,75, никель – 2,1, медь – 2,1, цинк – 5,0, кадмий – 0,06, ванадий – 7,98, свинец – 1,15, селен – 0,26, сурьма – 0,03. Концентрация элементов в почве опытного участка не превышает ПДК [4]. Концентрацию гумуса учитывали по Тюрину. Эксперимент проводили в условиях мелкоделяночного опыта. Семена замачивали на 24 ч в воде и водном растворе селенита натрия с концентрацией Se 0,001 % и высевали в почву с глубиной заделки 5 см.

Микробиоту прикорневой зоны растений фасоли сорта «Сакса без волокна 615» исследовали в фазы проростков, цветения и плодоношения методом посева в чашки Петри на селективные питательные среды [10]. Для учета общего количества аэробных бактерий, усваивающих органический азот, использовали пептонный агар (ПА), споровые бактерии в стадии спор учитывали на сусло-споровом (смеси равных объемов пептонного агара и сусло-агара) после пастеризации суспензии при 80 °С в течение 10 мин. Микроорганизмы, использующие минеральные формы азота, учитывали на крахмало-аммиачном агаре (КАА), общее количество анаэробных азотфиксаторов – на среде Виноградского, денитрификаторы – на среде Гильтая, аэробные целлюлозоразрушающие микроорганизмы – на среде Гетчинсона, общее количество аэробных азотфиксаторов – на среде Эшби. Чашки инкубировали в термостате при температуре 28 °С. Бактерии группы кишечной палочки (БГКП) учитывали на среде Эндо при температуре 37°С. Микроскопические грибы выделяли на разбавленном сусло-агаре с антибиотиками (стрептомицин и пенициллин) при комнатной температуре. На 3–4 сутки проводили учет микроорганизмов. Для подсчета микроорганизмов на жидких средах использовали метод предельных разведений по таблице Мак-Креди [10]. Работа выполнена в 4 повторностях. Статистическая обработка данных проведена по Лакину (1990 г.).

**Результаты и обсуждение.** Предварительно исследовали микрофлору почвы опытного участка (рис. 2).

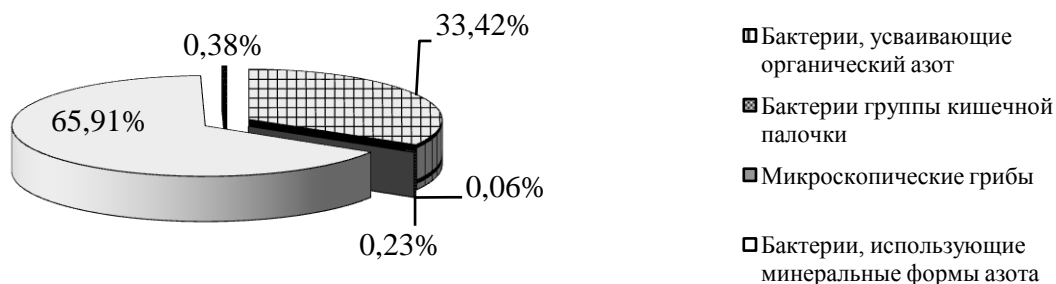


Рис. 2. Соотношение численности микроорганизмов почвы экспериментального участка перед высевом семян фасоли

Из диаграммы видно, что доля бактерий группы кишечной палочки, микроскопических грибов и спорных бактерий в стадии спор значительно меньше по сравнению с преобладающей численностью бактерий, использующих минеральные формы азота. После сбора урожая фасоли исследовали микрофлору почвы контрольного и опытного участков (рис. 3).

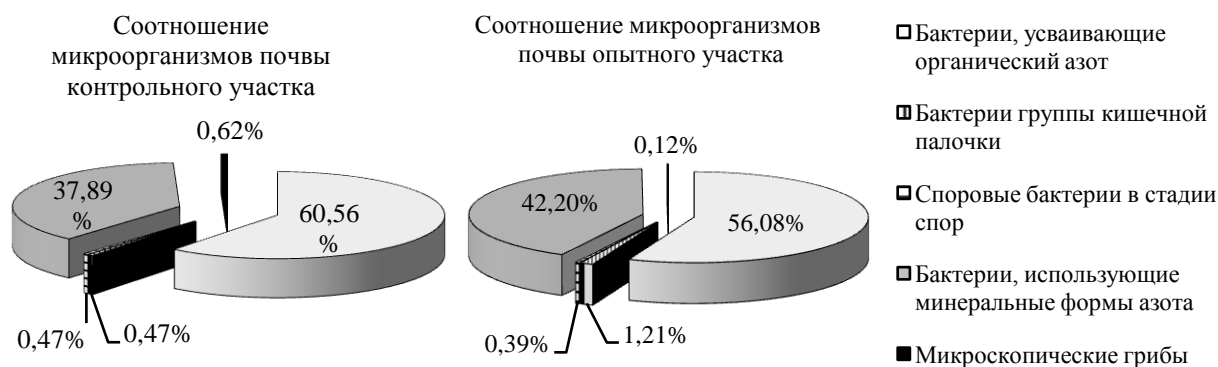


Рис. 3. Соотношение численности микроорганизмов почвы контрольного и опытного участка

Из диаграмм видно, что в почве опытного участка увеличилась доля бактерий группы кишечной палочки и бактерий, использующих минеральные формы азота, снизилась доля микроскопических грибов и споровых бактерий в стадии спор в сравнении с почвой контрольного участка. В фазу проростков установлено достоверное изменение численности микроорганизмов прикорневой зоны опытных растений фасоли (рис. 4).

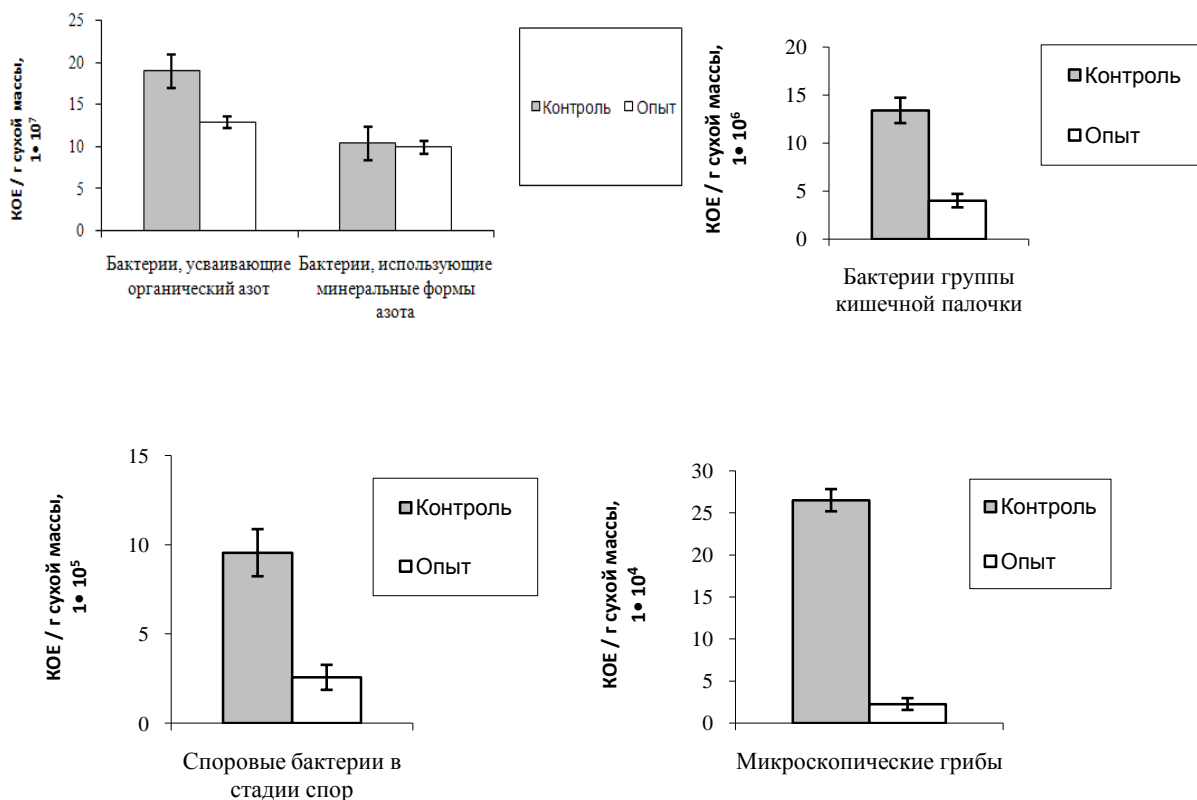


Рис. 4. Численность микроорганизмов в прикорневой зоне контрольных и опытных растений фасоли сорта в фазу проростков

Из диаграммы видно, что на прикорневой зоне опытных проростков фасоли численность бактерий, усваивающих органический азот, снижена на 32 %, численность бактерий группы кишечной палочки снижена на 70 %, что свидетельствует о том, что бактерии группы кишечной палочки очень чувствительны к присутствию селена. Снижение численности споровых бактерий в стадии спор в прикорневой зоне опытных проростков фасоли сорта «Сакса без волокна 615» происходит на 73 % в сравнении с контрольными проростками фасоли. Изменение численности бактерий, использующих минеральные формы азота, в прикорневой зоне опытных проростков фасоли сорта «Сакса без волокна 615» в сравнении с контрольными проростками не происходит, что показывает устойчивость этой группы бактерий к действию селена. Численность микроскопических грибов в прикорневой зоне опытных проростков фасоли сорта «Сакса без волокна 615» снижена на 92 %, что показывает ингибирующее действие селена на рост микроскопических грибов. Однако ярко выра-



женный в фазу проростков эффект действия селена на микробиоту прикорневой зоны в фазу цветения проявляется в меньшей степени. В фазу цветения растений фасоли показано достоверное снижение численности микроскопических грибов (рис. 5).

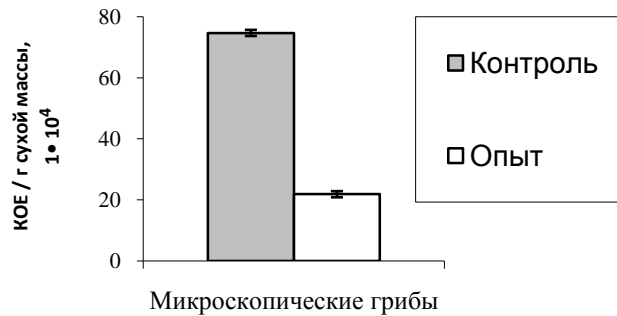


Рис. 5. Численность микроскопических грибов (КОЕ / г сухой массы) в прикорневой зоне контрольных и опытных растений фасоли сорта «Сакса без волокна 615» в фазу цветения

Из диаграммы видно, что численность микроскопических грибов в прикорневой зоне контрольных и опытных растений фасоли сорта «Сакса без волокна 615» в фазу цветения снижена на 71 % по сравнению с контрольными растениями фасоли. В фазу проростков этот показатель составляет 92 %, что показывает ослабление ингибирующего действия селена на микроскопические грибы. Изменение численности азотфиксаторов и денитрификаторов прикорневой зоны в разные фазы развития растений фасоли представлено на рисунке 6.

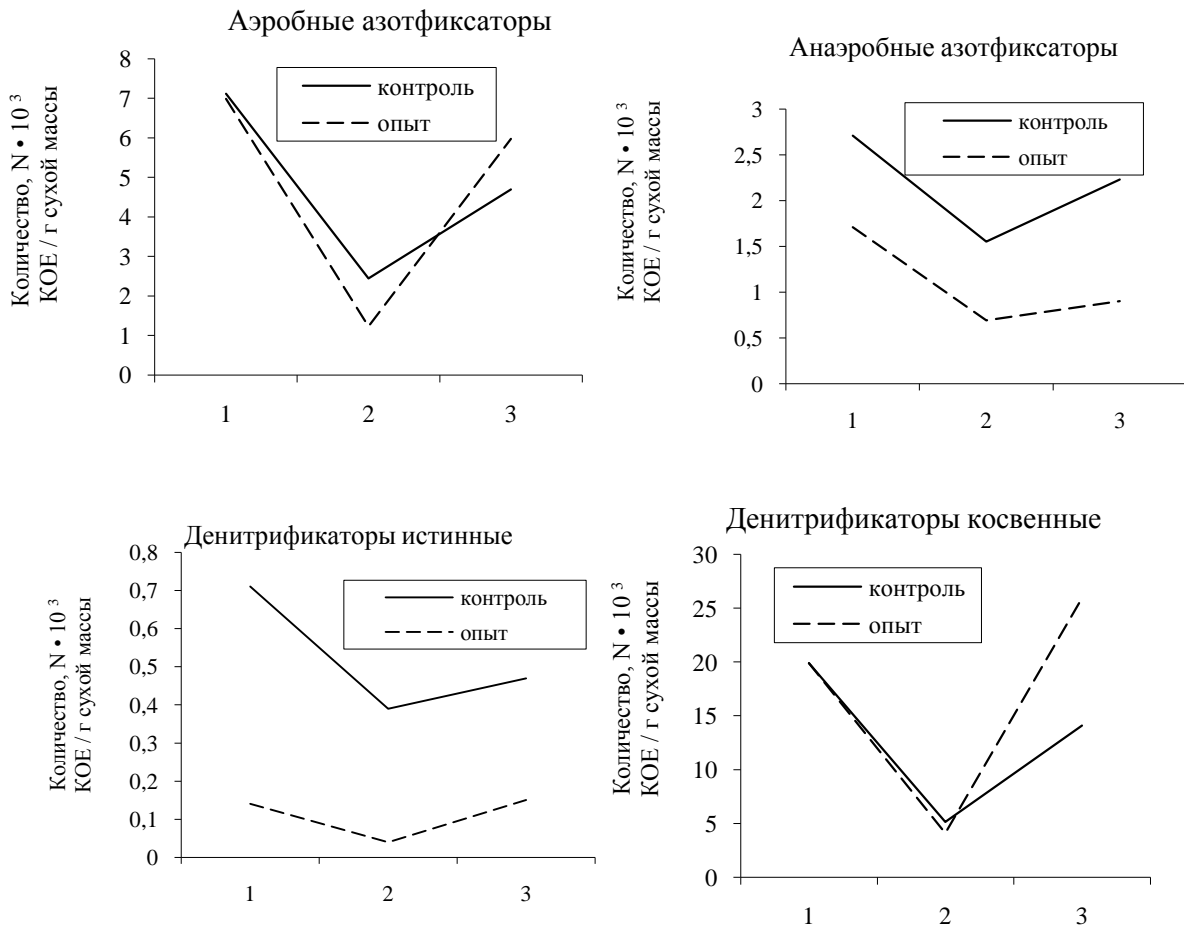


Рис. 6. Численный состав аэробных и анаэробных азотфиксаторов и косвенных и истинных денитрификаторов прикорневой зоны контрольных и опытных (обработанных селеном) растений фасоли в фазы: 1 – проростков, 2 – цветения, 3 – плодоношения

Из графиков видно, что численность анаэробных азотфиксаторов в прикорневой зоне опытных растений во все стадии развития растений фасоли ниже, чем в прикорневой зоне контрольных растений. Численность аэробных азотфиксаторов прикорневой зоны фасоли на начальных этапах развития растений фасоли снижена, а в фазу плодоношения преобладает численность аэробных азотфиксаторов в прикорневой зоне контрольных растений. Эти данные говорят о том, что по отношению к селену анаэробные азотфиксаторы более чувствительные, чем аэробные. По всей вероятности, аэробные азотфиксаторы адаптировались в условиях присутствия этого микроэлемента.

Численность истинных денитрификаторов прикорневой зоны опытных растений фасоли ниже, чем контрольных растений, что свидетельствует о бактериостатическом эффекте селена на эту группу бактерий. Косвенные денитрификаторы более толерантны к присутствию селена, при этом в фазу плодоношения в прикорневой зоне опытных растений численность косвенных денитрификаторов выше, чем в прикорневой зоне контрольных растений. Следовательно, селен оказывает стимулирующий эффект на численность косвенных денитрификаторов. Известно, что селен действует на синтез органических веществ в листьях и способствует оттоку органических соединений, в особенности к корням растений, что изменяет численность микроорганизмов [11].

Из вышесказанного следует, что селен оказывает сильное воздействие на процессы жизнедеятельности микроорганизмов, включаясь в обменные процессы растений фасоли.

### Выводы

1. Найдено, что обработка семян фасоли селеном в концентрации 0,001 % в течение 24 ч оказывает ингибирующее действие на численность микроскопических грибов прикорневой зоны растений фасоли сорта «Сакса без волокна 615» в течение всей вегетации растений – от фазы проростков до плодоношения.
2. Выявлено достоверное бактериостатическое влияние селена на бактерии, усваивающие органический азот, бактерии группы кишечной палочки, споровые бактерии в стадии спор в фазу проростков растений фасоли.
3. Установлено бактериостатическое действие селена на численность анаэробных азотфиксаторов и истинных денитрификаторов прикорневой зоны растений фасоли сорта «Сакса без волокна 615» в течение всей вегетации растений – от фазы проростков до плодоношения.
4. Обнаружен стимулирующий эффект селена на численность аэробных азотфиксаторов и косвенных денитрификаторов прикорневой зоны растений фасоли сорта «Сакса без волокна 615» в фазу плодоношения.

### Литература

1. Голубкина Н.А. Перспективы использования селена в растениеводстве // Вестн. РАСХН. – 2006. – № 1. – С. 49–50.
2. Дьрин В.А. Интенсивность минерализационных процессов в остаточном торфе низинной болотной экосистеме «Таган» в начале ее рекультивации // Вестн. Томского пед. ун-та. – 2003. – Вып. 4 (36). – С. 106–109.
3. Ермаков В.В., Ковальский В.В. Биологическое значение селена. – М.: Наука, 1974. – С. 82–83.
4. Котова Д.Л. Методы контроля качества почвы. – Воронеж, 2007. – С. 22–25.
5. Летукова С.В., Ковальский В.В. Геохимическая экология микроорганизмов. – М.: Наука, 1978. – С. 38–39.
6. Мехтиева Н.А., Рабкин Н.А., Раси-Заде Т.Т. Значение селена в развитии микроорганизмов // Селен в биологии: мат-лы науч. конф. – Баку: Элм, 1976. – С. 150–152.
7. Решетник Л.А., Парфенова Е.О. Селен и здоровье человека // Рос. педиатрический журн. – 2000. – № 2. – С. 41–42.
8. Селен. Совместное издание программы ООН по окружающей среде Международной организации труда и организации здравоохранения. – Женева, 1989. – С. 76–77.
9. Слободкина Г.Б., Бонч-Осмоловская Е.А., Слободкин И.А. Восстановление хромата, селенита, теллурита и железа (III) умеренно термофильной бактерией *Bacillus tThermoamylovorans* SKC1 // Микробиология. – 2007. – Т 76. – №5. – С. 602–607.
10. Теплер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. – М.: Колос, 2004. – 175 с.
11. Шакури Б.К. Влияние солей селена на рост и развитие озимого ячменя на горно-каштановых почвах и интенсивность микробиологических процессов // Селен в биологии: мат-лы науч. конф. – Баку: Элм, 1976. – С. 100–105.

**ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «РИБАВ-ЭКСТРА» НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SYLVESTRIS L.)**

*Проанализировано влияние биостимулятора «Рибав-экстра» и время экспозиции семян сосны обыкновенной в растворе препарата на такие показатели, как энергия прорастания, всхожесть семян, длина и масса проростков.*

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, энергия прорастания, всхожесть семян, длина проростков, масса проростков, биостимулятор.

N.N. Kirienko, V.G. Raspopin

**"RIBAV-EXTRA" PREPARATION INFLUENCE ON THE SCOTCH PINE (PINUS SYLVESTRIS L.) SEED GERMINATING ABILITY**

*Influence of "Ribav-extra" biostimulator and the time of Scotch pine seed exposure in the preparation solution on such indicators as germinating energy, seed germinating ability, length and weight of the seedlings is analyzed.*

**Key words:** Scotch pine, germinating energy, seed germinating ability, seedling length, seedling mass, biostimulator.

Одной из основных задач лесного хозяйства является выращивание качественного посадочного материала в искусственных фитоценозах. Длительное время для этих целей в лесопитомниках широко использовались пестициды, что привело к массовому размножению вредителей и негативно повлияло на плодородие почв [1,2]. Поэтому в последние годы для выращивания сеянцев древесных пород все большее внимание уделяется использованию биологических методов обработки семян, в частности, биостимуляторов роста растений [3, 4]. Это обширная группа природных и синтетических органических соединений, которые в малых дозах активно влияют на обмен веществ высших растений. Стимулирование собственного иммунитета растений позволяет индуцировать у растений комплексную неспецифическую устойчивость ко многим болезням грибного, бактериального и вирусного происхождения и другим неблагоприятным факторам среды (засухе, температурному стрессу и др.). Использование этой особенности в практике лесоводства позволяет в более полной мере реализовать потенциал интегрированных программ защиты растений, обеспечив максимальную экологизацию искусственных фитоценозов.

Цель данной работы: охарактеризовать влияние препарата «Рибав-экстра» на энергию прорастания, всхожесть, массу и длину проростков семян сосны обыкновенной в лабораторных условиях.

«Рибав-экстра» представляет собой продукт метаболизма микоризных грибов, выделенных из корней женьшеня. Действующее вещество 0,00152 г/л L-аланин+ 0,00196 г/л L-глутаминной кислоты.

Для эксперимента использовали семена сосны, заготовленные на территории Козульского района Красноярского края. Их замачивали в 0,05, 0,1, 0,2, 0,3 и 0,4%-й водной суспензии препарата в течение 6, 12, 18 и 24 ч, контролем служили семена, замоченные в воде. Обработанные семена проращивали в чашках Петри при температуре 20–22°C. Всего изучено 20 вариантов. Повторность в каждом варианте 4-кратная по 100 штук семян.

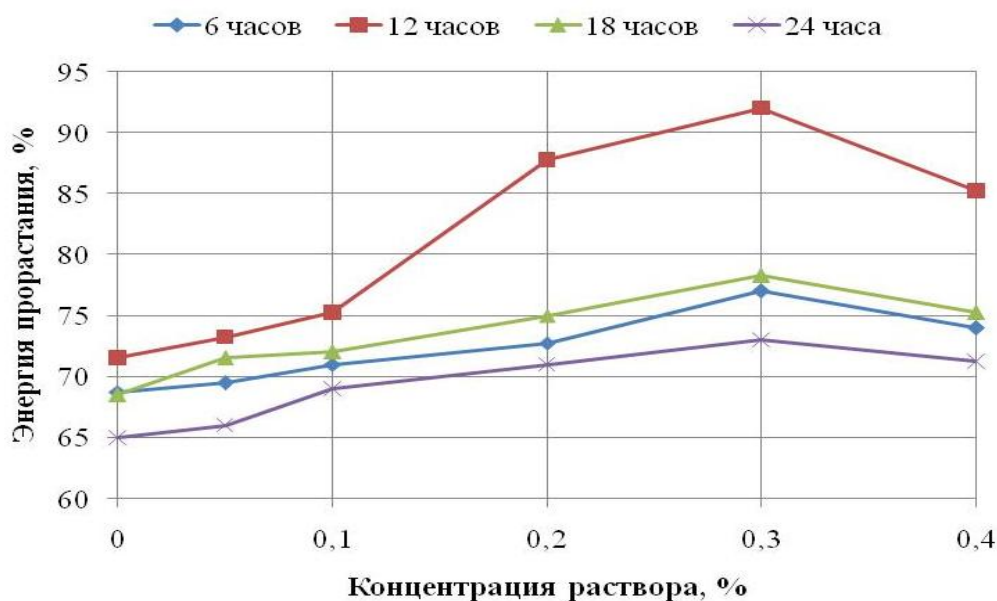
Результативность препарата в каждом варианте оценивали по энергии прорастания на 7-е сутки; по всхожести семян, длине и массе проростков на 15-е сутки (ГОСТ 13056.6-97). При расчете показателей исключали случайно попавшие пустые семена. Статистическая обработка эмпирического материала осуществлялась с помощью методов вариационной статистики, дисперсионного и регрессионного анализов на персональном компьютере с использованием пакета прикладных статистических программ «Snedecor».

Результаты эксперимента отражены в таблицах 1–4 и рисунках 1–4. Из полученных данных видно, что наилучший вариант предпосевной обработки семян получен при экспозиции 12 ч. В этом случае отмечается наиболее высокие энергия прорастания (от 71,5 до 92,0%), всхожесть семян (от 82,0 до 96,25%), длина (6,62–8,57 мм) и масса проростков (57,02–69,5 мг).

**Влияние времени замачивания и концентраций препарата «Рибав-экстра» на энергию прорастания семян, %**

Концентрация раствора, %	Время, ч			
	6	12	18	24
0 (контроль)	68,75±1,12	71,50±2,40	68,50±1,32	65,00±1,47
0,05	69,50±0,64	73,25±1,37	71,50±1,20**	66,00±0,41
0,1	71,00±0,91	75,25±0,85	72,00±1,08**	69,00±0,91**
0,2	72,75±0,85*	87,75±1,65*	75,00±0,41*	71,00±0,71*
0,3	77,00±1,30*	92,00±1,08*	78,25±1,12*	73,00±1,47*
0,4	74,00±0,40*	85,25±0,85*	75,25±0,48*	71,25±1,03*

\* значения достоверны при  $P \leq 0,01$ ; \*\* значения достоверны при  $P \leq 0,05$ .



*Рис. 1. Зависимость энергии прорастания семян сосны обыкновенной от времени замачивания и концентрации раствора «Рибав-экстра»*

При использовании меньшей экспозиции недостаточно полно используются ростовые возможности семян, а при большей – наблюдается угнетение ростовых процессов. Наиболее наглядно это проявилось при замачивании семян в течение 24 ч.

**Влияние времени замачивания и концентраций препарата «Рибав-экстра» на лабораторную всхожесть семян, %**

Концентрация раствора, %	Время, ч			
	6	12	18	24
0 (контроль)	77,00±1,08	82,00±0,82	78,00±0,71	75,50±1,04
0,05	80,50±0,64**	82,75±1,37**	81,75±0,85*	77,00±1,47
0,1	82,50±0,64*	86,00±1,08*	83,50±1,32*	78,25±0,75
0,2	85,25±0,85*	94,25±1,12*	88,50±0,64*	81,00±1,08*
0,3	88,50±1,04*	96,25±0,85*	89,50±1,04*	83,00±0,91*
0,4	84,25±0,85*	94,25±1,12*	86,50±0,64*	80,50±1,04*

Примечание: см. табл. 1.

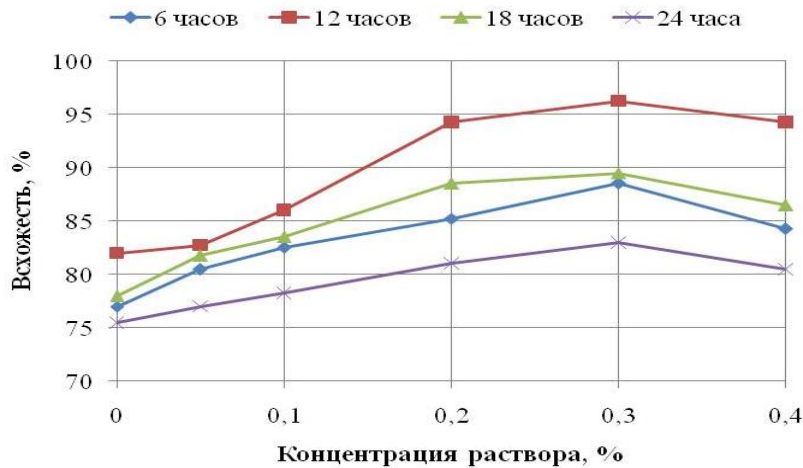


Рис. 2. Зависимость всхожести семян сосны обыкновенной от времени замачивания и концентрации раствора «Рибав-экстра»

Обработка семян сосны биостимулятором оказало положительное воздействие на все изучаемые параметры. Наибольшие энергия прорастания, всхожесть семян, длина и масса проростков отмечались при концентрации раствора 0,3% и экспозиции 12 ч: 92,0 и 96,25%, 8,57 мм и 69,5 мг соответственно. При большей концентрации препарата наблюдалось угнетение ростовых процессов.

Таблица 3

Влияние времени замачивания и концентрации препарата «Рибав-экстра» на длину проростков, мм

Концентрация раствора, %	Время, ч			
	6	12	18	24
0 (контроль)	6,10±0,07	6,62±0,05	6,35±0,06	5,55±0,06
0,05	6,45±0,06*	6,85±0,06**	6,60±0,01	6,25±0,03*
0,1	7,07±0,11*	7,52±0,05*	7,17±0,05*	6,62±0,06*
0,2	7,27±0,13*	8,35±0,06*	7,82±0,07*	7,00±0,04*
0,3	7,47±0,09*	8,57±0,05*	8,07±0,14*	7,55±0,06*
0,4	7,02±0,07*	7,52±0,05*	7,15±0,12*	6,12±0,08*

Примечание: см. табл. 1.

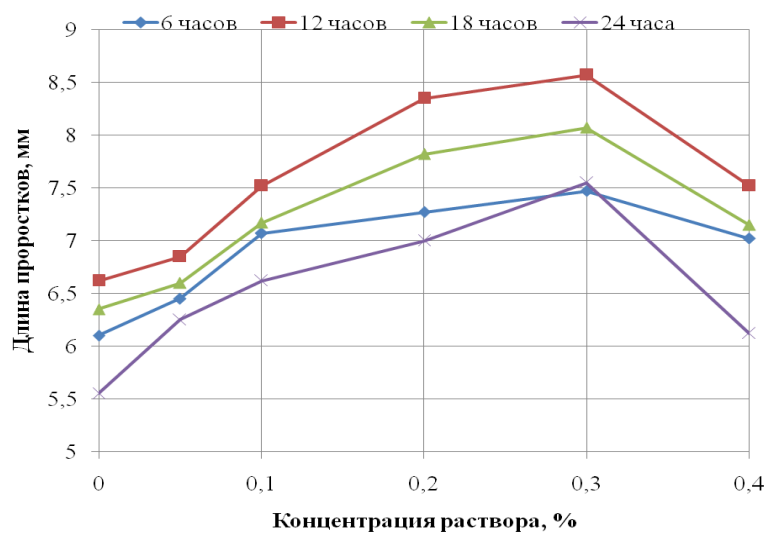


Рис. 3. Зависимость длины проростков семян сосны обыкновенной от времени замачивания и концентрации раствора «Рибав-экстра»

Влияние времени замачивания и концентрации препарата «Рибав-экстра» на массу проростков, мг

Концентрация раствора, %	Время, ч			
	6	12	18	24
0 (контроль)	50,13±0,85	57,02±0,82	52,92±0,59	45,60±0,80
0,05	54,92±0,66*	61,85±0,76*	56,75±0,58*	51,03±1,17*
0,1	60,63±1,32*	64,35±0,90*	60,72±0,88*	53,85±0,67*
0,2	63,05±1,06*	66,63±0,71*	64,13±0,70*	56,05±0,81*
0,3	68,95±0,64*	69,50±0,64*	66,55±0,78*	54,92±1,26*
0,4	58,97±0,75*	64,30±0,34*	57,25±0,45*	50,60±0,80*

Примечание: см. табл. 1.

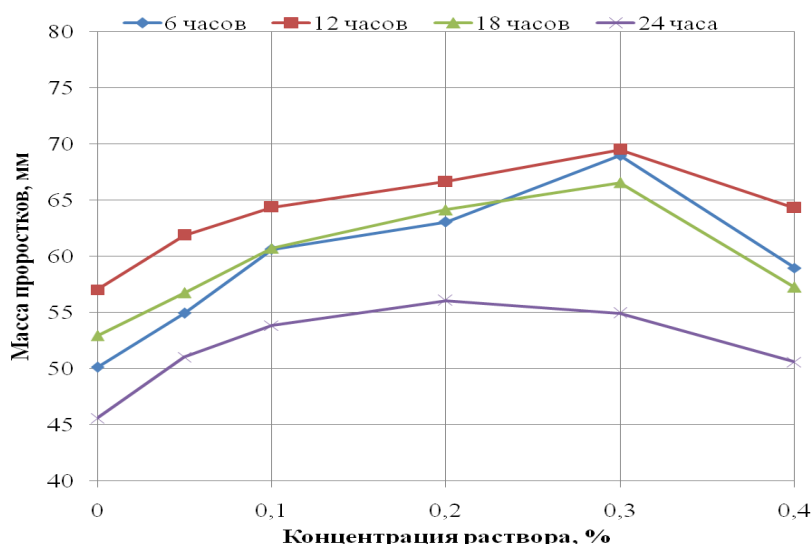


Рис. 4. Зависимость массы проростков семян сосны обыкновенной от времени замачивания и концентрации раствора «Рибав-экстра»

При замачивании семян 12 ч зависимость энергии прорастания от концентрации биостимулятора описывается следующим уравнением:

	$y=46,84x + 72,63, R^2=0,708;$
всхожести семян	$y=37,47x + 82,69, R^2=0,815;$
длины проростков	$y=3,31x + 6,99, R^2=0,429;$
массы проростков	$y=19,24x + 60,57, R^2=0,484.$

Таким образом, наилучшие результаты по прорастанию семян сосны обыкновенной получены при замачивании их 12 ч в растворе биостимулятора «Рибав-экстра» 0,3%-й концентрации.

### Литература

1. Бегляров Г.А., Смирнова А.А., Баталова Т.С. Химическая и биологическая защита растений / под ред. Г.А. Беглярова. – М.: Колос, 1983. – 351 с.
2. Великанов Л.Л., Сидорова И.И. Экологические проблемы защиты растений от болезней // Итоги науки и техники. Защита растений. – 1988. – Т.6. – 141 с.
3. Бондаренко Н.В. Биологическая защита растений. – М.: Агропромиздат, 1986. – 278 с.
4. Ямалеев Р.Х. Экологическое нормирование нагрузки химических средств на агроценозы лесных питомников: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Оренбург, 2009. – 18 с.