

УДК 574.4:504.054

**М.А. Галемина, А.Н. Петров**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОЛОГИИ ВИДОВ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА  
ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ ВЕРХНЕГО ПРИАНГАРЬЯ**

*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН (Иркутск)*

---

*Анализируются репрезентативность фитоценологических показателей у основных видов напочвенного покрова в сосновых лесах Верхнего Приангарья, подверженных воздействию аэропромвыбросов Иркутского алюминиевого завода (г. Шелехов).*

**Ключевые слова:** напочвенный покров, биология вида, лесные экосистемы

USE OF PARAMETERS OF BIOLOGY OF KINDS OF WOOD GRASSY PLANTS  
AT AN ESTIMATION OF A CONDITION OF BACKGROUND AND POLLUTED  
TERRITORIES OF UPPER ANGARA REGION

M.A. Galemina, A.N. Petrov

Siberian Institute of Physiology and Biochemistry of Plants SB RAS, Irkutsk

*In the article representativeness of phytocenological features of main species of ground top-soil of pine forests of Upper Angara Region influenced by air industrial pollution produced by Irkutsk Aluminium Factory (Shelekhov).*

**Key words:** ground top-soil, species biology, forest ecosystems

Трансформация лесных экосистем Приангарья под действием антропогенных факторов, в том числе аэропромвыбросов промышленных предприятий, происходит в настоящее время нарастающими темпами. Изучение структурно-функциональной адаптации ценологических популяций к различным эколого-фитоценологическим условиям представляется перспективным в современной популяционной экологии растений. Анализ причин и механизмов длительного и устойчивого существования систем ценологического уровня при разного рода изменениях среды представляет значительный интерес. Устойчивость отдельных видов растений определяется их биоэкологическими особенностями. Изучение биологии конкретных видов позволяет понять механизмы их устойчивости и стабильности экосистемы в целом [3, 4].

Любой фитоценоз, являясь сложной иерархической системой, пронизан множеством взаимосвязей между видами, входящими в его состав. Эти связи чаще всего выражаются во взаимном угнетении либо, наоборот, уменьшении давления неблагоприятных факторов среды или даже взаимной стимуляции развития. Наибольшее влияние на структуру напочвенного покрова оказывают влажность почвы, конкурентные отношения и режим эксплуатации фитоценоза. Таким образом, распределение растений по площади не только зависит от влияния тех или иных факторов среды, но в значительной степени определяется и межвидовыми и внутривидовыми отношениями. Наличие положительных сопряженностей у ряда видов может быть связано с предъявлением растениями сходных требований к внешним факторам среды, с отсутствием конкуренции между видами, с созданием одним видом благоприятных условий произрастания для другого вида. Этот последний тип положительной сопряженности наиболее редок в связи с тем, что в лесу средообразующее лидерство удерживают за собой древесные породы — более сильные эдификаторы, чем травянистые виды. Отрицательные сопряженности связаны, с одной стороны, с различными требованиями растений к факторам среды, с другой — с наличием конкурентных отношений между видами. Особенности ценопопуляций любого вида определяются не только ее эколого-биологическими свойствами, но и ценозами, в состав которых входит вид, а так-

же положением, которое он в них занимает. Иными словами, на состав ценопопуляции существенное влияние должен оказывать характер взаимоотношений между компонентами фитоценоза.

Когда же на подобные многофакторные системы взаимодействий накладывается влияние еще одного фактора — загрязнения среды аэропромвыбросами сложного состава — это еще больше усложняет общую картину взаимодействий в фитоценозе, внося дисбаланс в сложившиеся системы связей.

В нашем регионе преобладающими по площади лесами являются бореальные хвойные леса и, соответственно, большинство исследований посвящено основным лесообразующим хвойным породам: сосне, лиственнице, ели, пихте, кедру. Изучение влияния аэропромвыбросов на травянистые растения ограничивается в основном изучением важнейших сельскохозяйственных видов. В относительно небольшом количестве исследований рассматриваются отдельные виды напочвенного покрова лесов. Практически отсутствуют такие данные по динамике лесных микосинузий.

Среди лесов района исследования наиболее типичны бруснично-разнотравные лиственнично-сосновые боры с подлеском из шиповника, спреи, ольховника. В травянистом покрове наиболее обычны вейник лесной, ветреница, прострел, ирис, овсяница, а также степные и лесостепные травы: вострец, горькуша спорная, лисохвост сизый, горечавка бородачатая и др.

Целью работы явилось комплексное изучение состояния природных ценопопуляций чины низкой (*Lathyrus humilis* L.), подмаренника северного (*Galium boreale* L.), кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* Serg.) и напочвенного покрова лесов в зоне действия выбросов Иркутского алюминиевого завода (ИркАза) и в контрольных условиях. Исследования проводились в сосняках разнотравных, сходных по таксационным характеристикам древесного яруса и видовому составу травяно-кустарничкового яруса, где по стандартным методикам лесопатологических исследований были выбраны пробные площади (ПП) с различной сомкнутостью древостоя и ценологической ролью рассматриваемых растений. В растительных образцах анализировалось содержание воды, хлорофиллов, каротиноидов, основных органических

элементов: азота, фосфора, калия, высота, биомасса растений, число и площадь листьев, число семян, возрастной состав ценопопуляций (ЦП), численность и продуктивность видов [1, 5].

Растения адаптируются к изменению условий существования (воздействию выбросов) на биохимическом, организменном, популяционном уровне. Обобщая данные по количественному и качественному составу и динамике содержания фотосинтетических пигментов и основных органогенных элементов в изучаемых видах при изменении степени эмиссионной нагрузки, можно констатировать наличие тенденции к увеличению содержания этих веществ в растениях в условиях среднего уровня загрязнения, сменяющейся в условиях сильного загрязнения тенденцией к уменьшению количества пигментов (особенно каротиноидов) и элементов-биофилов. Не удалось выявить достоверных различий в содержании фотосинтетических пигментов у чины и подмаренника на пробных площадках, находящихся в сходных по загрязненности зонах, но отличающихся по сомкнутости древесного яруса и проективному покрытию и составу травяно-кустарничкового яруса.

Изменение облика ценопопуляции суммирует изменения всех процессов жизнедеятельности растений на всех уровнях. Наиболее универсальными подсистемами ценопопуляции, которые определяют процессы самоподдержания ее как системы, являются возрастные группы особей. Нередко при действии поллютантов популяции омолаживаются, т.к. время прохождения стадий развития сокращается, а смертность увеличивается. Также к компенсаторным механизмам ценопопуляционного уровня относится варьирование скорости роста и интенсивности размножения отдельных растений в ценопопуляции; густоты произрастания побегов; замена семенного возобновления вегетативным, уменьшение жизненности особей. Существование индивидуума в виде клона позволяет при относительной автономности частей обмениваться метаболитами, что увеличивает вероятность выживания отдельных парциальных кустов и побегов. Особенно важен этот механизм для лесных травянистых растений, которые существуют в условиях сильного эдификаторного влияния древесно-кустарничкового яруса. Таким образом, приступая к оценке влияния тех или иных экологических факторов (в т.ч. аэропромвыбросов) на структуру и функционирование травянистых растений лесного яруса, необходимо изучить те биоморфологические и ценопопуляционные признаки, которые могут обуславливать устойчивость либо неустойчивость вида к тем или иным воздействиям.

Возрастные спектры кровохлебки на всех постоянных пробных площадках нормальные, полночленные, правосторонние, с преобладанием генеративных растений. Это объясняется особенностями биологии вида, т.к. наибольшее время в ходе онтогенеза приходится на это возрастное состояние.

Уменьшение сомкнутости полога древесного яруса из-за увеличения степени дефолиации на наиболее загрязненных площадках приводит к увеличению поступления солнечной энергии, увеличению дневных температур и уменьшению перехвата осадков кронами деревьев, к увеличению испаряемости, уменьшению влажности и увеличению суточных градиентов температур. В таких условиях получают преимущество виды, обладающие широкой амплитудой нормы реакции. У кровохлебки в зоне сильного загрязнения увеличиваются все морфологические показатели: высота растений, число листьев, площадь листовой поверхности одного растения. Но возрастание этих показателей укладывается в норму реакции вида и не является статистически значимым.

Возрастной спектр изученных ценопопуляций чины нормальный, полночленный, левосторонний, в преобладанием виргинильных особей. У данного вида в изучаемых ценопопуляциях идет постоянное достаточно интенсивное вегетативное размножение партикуляцией разрастающихся клонов в генеративном возрастном состоянии. В результате партикуляции образуются иматурные, виргинильные и генеративные особи. В благоприятные по метеоусловиям годы у вида осуществляется семенное возобновление, не играющее, однако, решающей роли в самоподдержании ценопопуляции. У растений в зоне сильного загрязнения увеличиваются все морфологические показатели: высота растений, число листьев, площадь листовой поверхности одного растения. Но возрастание этих показателей укладывается в норму реакции вида и не является статистически значимым.

У подмаренника в изучаемых ценопопуляциях вегетативное размножение осуществляется партикуляцией разрастающихся клонов в среднем генеративном возрастном состоянии. В результате образуются иматурные, виргинильные и генеративные особи. У подмаренника связь парциальных побегов между собой длится дольше, чем у чины, и в клоне происходит в основном вегетативное разрастание, а не размножение. Семенное размножение достаточно активное, и оно обеспечивает пополнение ценопопуляции молодыми особями, процент выживания которых невелик. Таким образом, основной формой существования вида является диффузный клон, состоящий из парциальных побегов разной возрастной и жизненности.

Общее видовое богатство травяного яруса, выраженное как числом видов, так и коэффициентом биоразнообразия Шеннона-Уивера при усилении эмиссионной нагрузки снижается. Так, уже на участках со средним угнетением деревьев число видов уменьшается в два раза. Однако при усилении воздействия аэропромвыбросов дальнейшего снижения биоразнообразия не наблюдается, а значения коэффициента Шеннона-Уивера изменяются пропорционально степени антропогенного воздействия. Очевидно, что в травяном ярусе изменяется не только число видов, но и их ценотическая роль.

Соотношение видов в травяном ярусе изменяется. Достоверно снижается доля лесных видов, а сорных и лесолуговых — возрастает. Виды, принадлежащие двум последним группам, оказались более толерантными к воздушному загрязнению и к изменившимся вследствие этого условиям существования.

Общая биомасса и число побегов на единицу площади изменяются нелинейно. При среднем воздействии аэропромвыбросов происходит снижение фитомассы на 50 %, общее число побегов при этом возрастает. То есть при этом уровне воздушного загрязнения образуется большее число мелких особей. При дальнейшем усилении антропогенной нагрузки биомасса возрастает до фонового значения. Изменение биомассы происходит из-за структурных изменений яруса (изменение доли участия отдельных групп растений) и изменения биоморфологических параметров растений, составляющих ярус.

Концепция стресса, разработанная Г. Селье [2, 6], позволяет оценить любой неблагоприятный фактор через интенсивность реакции на него. Любое воздействие можно «возвести в ранг» стрессора лишь в том случае, если в результате действия этого фактора развивается соответствующая ответная реакция организма. Таким образом, возможно оценить воздействие сложного комплекса аэрополлютантов на растительные сообщества по степени выраженности ответной реакции. Перестройки в составе сообществ из-за выпадения неустойчивых видов и внедрения несвойственных ранее видов происходят, главным образом, в зонах с достаточно интенсивным уровнем загрязнения. В зонах умеренного и низкого загрязнения происходят в основном флуктуации всех параметров отдельных видов и сообщества в целом, не выходящие за пределы вариации признаков. Лишь при совпадении комплекса неблагоприятных факторов: условия увлажнения в вегетационный период, температурные особенности сезона, — и ряда других условий можно выявить статистически значимые параметры видов и сообщества, явно подверженные влиянию аэротехногенного загрязнения. И те случаи, когда удавалось доказать значимость различий между по-

стоянными пробными площадями по изучаемым параметрам, приходилось на сравнение пар: «фон — умеренное загрязнение» или «сильное загрязнение — умеренное загрязнение».

Таким образом, при комплексной оценке состояния травянистых видов лесных ценозов необходимо использовать показатели, адекватно отражающие состояние вида на всех уровнях организации: на биохимическом уровне одним из таких показателей является общее содержание фотосинтетических пигментов и соотношение их фракций; на организменном уровне наиболее чувствительными показателями являются высота и биомасса растений. Интегральными показателями состояния видов также можно назвать такие ценопопуляционные характеристики, как численность вида (экз/м<sup>2</sup>) и продуктивность (г/м<sup>2</sup>).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вайцеховская Е.Р. Влияние атмосферного загрязнения на морфометрические и биохимические показатели *Sanguisorba officinalis L.* / Е.Р. Вайцеховская, М.А. Галемина // Растительные ресурсы. — 2000. — Вып. 1. — С. 29–33.
2. Динамика ценопопуляций растений / Под ред. Т.И. Серебряковой. — М.: Наука, 1985. — 205 с.
3. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений / Ю.А. Злобин. — Казань: КГУ, 1989. — 146 с.
4. Работнов Т.А. Экология луговых трав / Т.А. Работнов. — М.: Изд-во МГУ, 1985. — 176 с.
5. Репсторф Е.Р. Эколого-физиологические адаптации травянистых растений к воздействию воздушного загрязнения / Е.Р. Репсторф // Ботанические исследования в Азиатской России: Материалы XI съезда Русского ботанического общества, 18–22 авг. 2003 г. — Барнаул: Изд-во «Аз Бука», 2003. — Т. 2. — С. 256–257.
6. Черненко Т.В. Изменение организации лесных фитоценозов в условиях техногенеза / Т.В. Черненко, А.М. Степанов, М.М. Гордеева // Журн. общ. биологии. — 1989. — Т. 50, № 3. — С. 388–394.