

УДК 581.19

АЭРОФОЛИНЫ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ СРЕДНЕГО УРАЛА

В. А. КРЮЧКОВ, Г. Н. НОВОСЕЛОВА, Т. Н. СУМЕНКОВА,
И. П. СТЕПАНОВА, Н. В. МАРИНА

Уральский лесотехнический институт

Уникальной особенностью всех растений является постоянное выделение в окружающую среду летучих веществ — аэрофолитов. Однако из комплекса средообразующих функций, выполняемых лесом, имеющих существенное экологическое, возможно глобальное значение, именно эта особенность растений наименее изучена.

В настоящем сообщении рассмотрена активность основных лесобразующих пород и некоторых типов леса Среднего Урала по продуцированию терпенов и альдегидов, обладающих бактерицидным действием [4], кумаринов, для которых известно регулярное [7], антимулагенное [9], антимикробное [3] действие.

Исследования проводили в лесных фитоценозах Уральского учебно-опытного лесхоза (подзона южной тайги). Пробные площадки закладывали в характерных для участка условиях внутри исследуемого массива, который подбирали с таким расчетом, чтобы район не был подвержен влиянию промышленных загрязнений. Таксационные и геоботанические исследования выполнены в соответствии с общепринятыми методами лесной таксации, лесоведения, геоботаники, экспериментальной экологии (табл. 1).

Таблица 1

Описание типов леса Уральского учебно-опытного лесхоза

Тип леса	Описание
Сосняк разнотравный	Состав 4С6Б, ед. Лц (150). Класс бонитета II, ярус I, средняя высота 21 м, возраст 60 лет, полнота 0,7. Подрост 6С2Лц2Е (15), высота 1,5 м. Подлесок средней густоты. Живой напочвенный покров густой: разнотравье
» осоково-сфагновый	Заболоченный участок. Оз. Песчаное. Состав 7С3Б. Класс бонитета IV, средняя высота 8 м, класс возраста IV, полнота 0,7. Подрост 7С3Б, редкий. Подлесок редкий: ива. Живой напочвенный покров: осоки, мхи
» ягодниковый	Северо-западный склон. Состав 7С1Лц2Б. Класс бонитета II, ярус I, высота 24 м, класс возраста V—VI, полнота 0,7. Подрост 6С3Лц1Е, 300 шт./га. Подлесок средней густоты: ракитник, шиповник, липа. Живой напочвенный покров: земляника, костяника, черника
Ельник осоково-сфагновый	Болотистая низина между возвышенностями. Состав 6Е1С3Б. Класс бонитета V, ярус I, высота 17 м, возраст Е—130, Б—80, полнота 0,8. Подрост 8Е2С, 2000 шт./га. Подлесок редкий: можжевельник, рябина. Живой напочвенный покров: осоки, мхи
Березняк осоковый	Местоположение ровное, влажное. Состав 7Б2С1Лп. Класс бонитета II, средняя высота 20 м, возраст 55 лет, полнота 0,7. Подрост 10Е (15), 1500 шт./га. Подлесок средней густоты: липа, рябина, ракитник

Пробы воздуха в количестве 100 л отбирали с помощью аспиратора со скоростью 30 л/ч. Для конденсации аэрофолитов использовали метод избирательного химиче-

ского связывания компонентов: кумаринов — водноспиртовым раствором гидроксида натрия, формальдегида — водноспиртовым раствором аммиака, суммы альдегидов — водным раствором сульфата натрия, терпенов — водным раствором трихлоруксусной кислоты. Методика количественного определения кумаринов основана на их способности образовывать окрашенные соединения с диазотированным *n*-нитроанилином [1], формальдегида — на реакции с хромотроповой кислотой [6], суммы альдегидов — на способности образовывать гидразоны с 2, 3-динитрофенилгидразином [2], терпенов — на реакции с фосфорномолибденовой кислотой [8].

При сравнительном изучении аэрофолиной активности основных лесобразующих пород установлено, что сосна, ель и лиственница характеризуются повышенной способностью продуцировать терпены. В атмосферу выделяется от 5 до 16 % терпенов от их количества в хвое, причем наибольшей аэрофолиной активностью обладает хвоя верхней части кроны. Максимальное продуцирование терпенов наблюдается в фазах основного роста и окончания ростовых процессов.

Выделение формальдегида особенно характерно для лиственных пород, хотя присутствие его обнаружено в воздушной среде хвойных. Он появляется во время массового распускания листьев, его количество достигает максимума в фазе молодого сформировавшегося листа, в выделениях почек формальдегид не обнаружен. Некоторое увеличение наблюдается в период цветения и осенью, когда в старых отмирающих листьях происходит автолиз, разложение структурных веществ в клетках, что вызывает усиленное выделение летучих соединений. Иногда, в результате неблагоприятных климатических условий запаздывает развитие растений, и к концу сентября некоторые из них имеют незасохшие зеленые листья. После действия низких температур (до -2°C) в этих листьях происходит выброс формальдегида. По-видимому, здесь нарушается процесс синтеза сложных органических соединений, и избыток формальдегида, являющегося первым продуктом ассимиляции углерода растениями, выбрасывается в окружающую среду.

В онтогенезе растений наблюдается два пика выделения альдегидов: первый — в период цветения, второй — в летний период (конец июля — начало августа).

Наибольшее содержание кумаринов в составе аэрофолинов растений приходится на июль — период основного роста и цветения растений и сентябрь — период листопада и разложения опада.

Количество аэрофолинов, выделяемых растениями, изменяется не только в течение вегетационного периода, но имеет и суточную динамику. Минимальное их содержание наблюдается в утренние часы, максимальное — в дневные, что связано с состоянием устьичного аппарата: чем шире открыты устьица, тем больше выделяется аэрофолинов.

Некоторые авторы [5] отмечают коррелятивную зависимость между температурой и количеством летучих метаболитов, а также влажностью и количеством летучих веществ. Однако применение корреляционно-регрессионных методов для количественной оценки связи концентрации аэрофолинов (кумарины, терпены, альдегиды) и температуры или влажности показало отсутствие линейной зависимости. По-видимому, необходим поиск типа зависимостей, точнее выражающих эти связи.

Закономерности выделения летучих соединений отдельными особями характерны и для фитоценоза в целом (табл. 2). Так, трехлетние исследования, проведенные в сосновых и еловых древостоях, показали, что максимальное содержание терпенов в сосняке разнотравном отмечалось в период активных ростовых процессов ($2,6 \text{ мг/м}^3$), в сосняке ягодниковом и ельнике — в период окончания ростовых процессов ($1,6 \dots 2,2 \text{ мг/м}^3$). В осенний период содержание терпенов снижается, но в сосняках остается достаточно высоким даже в октябре. Общее количество терпеновых углеводов, выделяемых в атмосферу в те-

Таблица 2

Содержание аэрофиолонов в воздушной среде различных типов леса

Тип леса	Кумарины	Формальдегид	Альдегиды	Терпены, мг/м ³
	мкг/м ³			
Сосняк разнотравный	5,84	6,63	36,93	1,53
» осоково-сфагновый	5,51	5,68	35,83	—
» ягодниковый	5,78	6,47	33,87	1,07
Ельник осоково-сфагновый	10,62	7,58	30,23	0,79
Березняк осоковый	5,44	6,03	42,93	—

чение вегетационного периода, составило в сосновых насаждениях 370...450, в еловых — 320...415, березовых — 190...220 кг/га.

Повышенным содержанием летучих кумаринов характеризуется ельник осоково-сфагновый, в воздушной среде которого концентрация кумаринов составляет 10,6 мкг/м³, в других исследованных типах леса от 5,4 до 5,8 мкг/м³.

По продуцированию альдегидов исследованные типы леса располагаются в следующем порядке: березняк осоковый, сосняк разнотравный, осоково-сфагновый, ягодниковый, ельник осоково-сфагновый.

Концентрация формальдегида в воздухе всех типов леса одинакова.

Уровень биологической активности насаждений и их воздействие на процессы, протекающие в биосфере, суммарно зависят от класса бонитета, сомкнутости насаждений. Анализ воздуха березняка разнотравного в древостое двух возрастов показал, что содержание формальдегида неодинаково: в молодом древостое выше (6,6 мкг/м³), чем в спелом (0,8 мкг/м³), поскольку застой воздуха в нем сильнее из-за большей облиственности растений. Количество терпенов в воздухе сосняка разнотравного выше, чем в сосняке ягодниковом, что также объясняется сомкнутостью насаждений и лучшим состоянием подроста.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Изучение лечебных плодов и ягод: Отчет заключительный / Урал. лесотехн. ин-т (УЛТИ); Науч. руководитель В. А. Крючков.—1—БАВ—69; № ГР 70000463; Инв. № Б925542.—Свердловск, 1980.—189 с. [2]. Перегуд Е. А., Гернет Е. В. Химический анализ воздуха промышленных предприятий.—Л.: Химия, 1973.—440 с. [3]. Перспективы поисков антимикробных и противовирусных препаратов среди кумаринов / С. А. Вичканова, М. А. Рубинчик, А. А. Адгина и др. // 2-й симпозиум по изучению кумаринов: Тез.докл.—Л., 1970.—С. 80—81. [4]. Скворцов С. С. Динамика выделения общего количества летучих веществ и компонентов альдегидной природы // Фитонциды.—Киев: АН СССР, 1960.—С. 23—27. [5]. Степанов Э. В. Количество летучих органических веществ в пихтовых лесах Салаира // Лесоводственные исследования в Западной Сибири.—Новосибирск, 1972.—С. 41—44. [6]. Файль Ф. Капельный анализ органических веществ.—М.: Госхимиздат, 1962.—836 с. [7]. Чернобровкина Н. П., Кефели В. И. Покой, рост и их природные регуляторы в почках и семенах карельской березы // Физиология растений.—1975.—Т. 22.—С. 1013—1020. [8]. Щеголев А. А. Изучение скипидара в составе летучих выделений хвойных растений // VIII совещание по проблеме фитонцидов.—Киев: Наукова думка, 1979.—С. 50. [9]. Grigg G. W. Genetic effects of coumarins // Mutat. Res.—1978.—N 3—4. P. 161—181.

Поступила 3 мая 1988 г.

УДК 630*566

РОСТ СОСНОВЫХ КУЛЬТУР В СТЕПНОЙ ЗОНЕ

В. А. БУГАЕВ, Ю. Э. ПАПЕЖ

Воронежский лесотехнический институт

В степной зоне РСФСР (южная часть Воронежской области и северные районы Ростовской) культуры сосны имеют предельный возраст от 50 до 60 лет. Насаждения созданы преимущественно на открытых площадях. Почвы легкие, супесчаные. Тип условий местопроизрастания A_2 и A_1 , классы бонитета I—III. Рельеф ровный. Посадка осуществлена только сеянцами сосны рядами, густотой от 9 до 10 тыс. шт./га. В таксационном отношении указанные культуры изучены недостаточно. Для них нет таблиц хода роста. Этот пробел восполняется таблицами, составленными нами. Исходным материалом послужили данные 65 пробных площадей, распределенных равномерно по классам бонитета. Кроме того, взято необходимое число модельных деревьев.

Вычисленный коэффициент корреляции между значениями высот по бонитетам и типам лесорастительных условий составил для I класса бонитета (A_2) — 0,985, для II (A_2) — 0,993, для III (A_1) — 0,984. Это показывает высокую корреляционную связь и согласованность хода роста в высоту культур сосны в типе A_2 с ходом роста по I и II классам бонитета и в типе A_1 по III классу. Дисперсионный анализ подтвердил наличие тесной связи между группой типов леса и классом бонитета. Показатель достоверности коэффициента корреляции зависимости высоты от возраста по классам бонитета оказался равным: для I класса — 994,498; для II — 1 295,647, для III — 526,841. Корреляционное отношение для I класса бонитета — 0,987, для II — 0,992, для III — 0,984. Достоверность корреляционного отношения составила для I класса бонитета — 1 042,403, для II — 1 358,225, для III — 530,213.

Таблица 1

Относительные размеры среднего дерева выбираемой части насаждения в культурах сосны

Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Видовое число	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Видовое число
5	0,60	0,31	1,34	40	0,84	0,65	1,03
10	0,65	0,37	1,28	45	0,86	0,68	1,02
15	0,69	0,43	1,22	50	0,87	0,70	1,02
20	0,73	0,48	1,16	55	0,88	0,71	1,02
25	0,76	0,53	1,10	60	0,89	0,72	1,02
30	0,79	0,58	1,05	65	0,90	0,73	1,02
35	0,82	0,62	1,04				

Корреляционная связь высоты и возраста позволяет составить таблицы хода роста культур. Первоначально были рассчитаны уравнения зависимости средней высоты от возраста по классам бонитета:

для I класса бонитета

$$y = -0,0016691x^2 + 0,43157x + 0,81789;$$

для II класса бонитета

$$y = -0,00092749x^2 + 0,37256x + 0,30329;$$

для III класса бонитета

$$y = -0,0010146x^2 + 0,30477x - 0,22718.$$