

3. Инструкция по проведению лесоустройства в лесном фонде России. - М., 1995.-Ч. 1. - 176 с.
4. Технические указания по выполнению съемочно-геодезических и подготовительных работ. - Горький, 1988. - 40 с.
5. Технические указания по проведению полевых лесоустроительных работ. - Горький, 1980. - 182 с.
6. Побединский А.В. Изучение лесоводственных процессов. - М.: Наука, 1966. - 64 с.
7. Мелехов И.С. Лесоведение: Учебник для вузов. - М., 1980.-408 с.
8. Инструкция по сохранению подроста и молодняка хозяйственно-ценных пород при разработке лесосек и приемке от лесозаготовителей вырубок с проведенными мероприятиями по восстановлению леса. - М., 1984.-17 с.

УДК 581.5 + 632.15

С.П. Васфилов
(Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург)

ИЗМЕНЧИВОСТЬ pH ГОМОГЕНАТА МУЖСКИХ И ВЕГЕТАТИВНЫХ ПОБЕГОВ СОСНЫ

Приведены результаты изучения изменчивости величины pH гомогената побегов сосны, являющейся одной из перспективных диагностических характеристик.

У сосны различают ростовые, женские и мужские побеги [1]. Для половой дифференциации побегов у сосны фоторегуляция имеет решающее значение [2]. В целом мужские побеги располагаются в менее освещенных частях кроны [1]. Мужские побеги более характерны для старых сосен, а ростовые и женские – для молодых [3]. Длина мужских побегов и хвои на них чаще бывает меньше, чем ростовых и женских [4, 1, 5]. В условиях хронического загрязнения воздуха диоксидом серы наблюдали увеличение доли деревьев с преобладанием доли женских побегов и уменьшение доли деревьев с преобладанием мужских побегов [6, 7]. Возможно, это обусловлено повышенной освещенностью крон деревьев из-за изреженности древостоя и увеличения прозрачности крон из-за снижения продолжительности жизни хвои у сосен, произрастающих в таких условиях.

Практически отсутствуют данные об изменчивости pH гомогената хвои и стебля с мужских побегов как в норме, так и у сосен, произра-

стающих в условиях хронического загрязнения воздуха кислыми газами. Изучение рН в таком аспекте и было целью данного исследования.

Методика

Исследование проводили на нескольких группах деревьев (по 30 особей в каждой) сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающих в Свердловской области. Контрольные группы сосен были расположены в районе села Обухово (О) Камышловского района и в лесопарковой зоне г. Екатеринбурга (Е), а опытные: в 4 км от источника эмиссии диоксида серы в районе г. Ревды (Р), а также в 2,5 км от источника эмиссии диоксида серы и в 1,5 км от источника эмиссии диоксида азота в районе г. Красноуральска (К).

У сосен измеряли рН гомогената апикальной (рН_а) и базальной (рН_б) частей хвои, побега и стебля (побег после удаления с него хвои), а также микростробиллы (перед пылением) по методике, описанной ранее [8]. В 1993 г. с апреля по октябрь (ежемесячно) у хвои 2-го и 3-го годов жизни, собранной отдельно с ростовых и мужских побегов Е и Р сосен, оценивали величины рН_а и рН_б. Для каждого признака хвои проводили парные сравнения по схеме: между ростовыми и мужскими побегами отдельно для Е и Р сосен и между Е и Р соснами отдельно для ростовых и мужских побегов.

Результаты и обсуждение

Исследование рН_а растущих побегов в мае 1991 г. показало, что этот признак у мужских побегов был достоверно ниже, чем у ростовых и женских, у которых он был практически идентичным (табл.1). Показатель рН гомогената микростробиллов (пыльников) был достоверно выше, чем рН каждого типа побегов. Вероятно, это было обусловлено тем, что на дату сбора материала микростробиллы уже закончили рост, поэтому поступление в них ассимилятов сходило на нет, а свой фотосинтез в них отсутствует. На данную дату сбора материала прирост побегов составил 48% от конечного за вегетацию.

Более низкий рН_а мужских побегов, возможно, был обусловлен более высокой скоростью роста и развития молодой хвои за счет некоторой интенсификации фотосинтеза, которая определялась не только скоростью потребления его продуктов растущей хвоей, но и растущими микростробиллами, ибо известно, что активация аттрагирующих зон ведет к увеличению

фотосинтеза, а между скоростями фотосинтеза и роста существует положительная корреляция [9, 10].

Таблица 1

Показатель рН гомогената апикальной части различных типов побегов у сосны (Е2 сосны, сбор материала 19 мая 1991 г.)

Объект исследования	Объем выборки	рН _a
Микростробиллы	10	5,10±0,06
Ростовые побеги	18	4,47±0,03
Женские побеги	5	4,49±0,05
Мужские побеги	7	4,33±0,01

Интересно отметить, что даже в почках зачатки микростробилл развиваются быстрее по сравнению с макростробиллами, а перед “цветением” в мужских почках накапливается в два раза больше моносахаров, чем в женских [11]. В пользу некоторого ускорения роста и развития мужских побегов по сравнению с ростовыми могут служить данные о том, что на одну и ту же дату сбора материала прирост мужских побегов (в процентах от конечного за вегетацию) был выше, чем ростовых (табл.2). Как видно из этой таблицы, в период, когда прирост ростовых побегов достиг 49% от конечного за вегетацию, что соответствовало, по визуальной оценке, завершению роста микростробиллов, рН_a мужских побегов был достоверно ниже, чем ростовых.

Таблица 2

Прирост и рН_a мужских и ростовых побегов сосен в 1993 г.

Группа сосен	Дата сбора	Тип побега	Объем выборки	Прирост побегов, мм		рН _a
				М±m	% от конечного за вегетацию	
Е2	16 мая	Ростовой	25	15,9±0,9	21	4,71±0,03
		Мужской	5	12,0±1,0	29	4,84±0,06
Р	29 мая	Ростовой	23	25,0±1,7	49	4,60±0,04
		Мужской	7	27,3±2,5	77	4,8±0,05
Е2	6 июня	Ростовой	18	63,1±3,9	83	4,05±0,03
		Мужской	12	38,4±1,7	93	4,13±0,04

В самом начале роста микростробиллов и после разлета пыльцы pH_a ростовых и мужских побегов был близким (с некоторой тенденцией более высокого pH мужских побегов).

Итак, во время роста и созревания пыльцы pH_a мужских побегов снижается сильнее, чем ростовых. Иную картину изменчивости наблюдали для показателя pH_b . Этот признак у мужских побегов был всегда достоверно больше, чем у ростовых (табл.3).

Различие по pH_b между этими типами побегов достигает максимума к моменту завершения роста побегов в длину (прирост побегов Р сосен на 19 июня составил 100% от конечного за вегетацию). Вероятно, это связано с активным ростом хвои, который, как известно, интенсифицируется после завершения роста побегов в длину. Этот рост связан с увеличением размеров центральной вакуоли и содержания органических кислот в растущих тканях [12]. У молодой хвои первых месяцев жизни отмечают наибольшую скорость фотосинтеза [13].

Таблица 3

Показатель pH_b растущих ростовых и мужских побегов сосны в 1993 г.

Группа сосен	Дата сбора	Ростовой побег		Мужской побег	
		Объем выборки	$M \pm m$	Объем выборки	$M \pm m$
Е2	16 мая	25	$4,71 \pm 0,03$	5	$4,93 \pm 0,09$
Р	29 мая	23	$4,40 \pm 0,04$	7	$4,58 \pm 0,04$
Е2	6 июня	22	$3,98 \pm 0,03$	8	$4,45 \pm 0,04$
Р	19 июня	22	$3,88 \pm 0,04$	8	$4,61 \pm 0,07$

Вероятно, присутствие хвои на базальной части ростовых побегов и отсутствие ее на мужских и дает такое различие pH в этот период времени. Наличие растущей хвои на апикальной части мужского побега и отсутствие ее на базальной обуславливало достоверные различия между ними ($pH_a < pH_b$) в период созревания пыльцы и ее разлета (конец мая – начало июня - табл.2 и 3). Такая же направленность достоверных различий у мужских побегов ($pH_a < pH_b$) по сравнению с ростовыми ($pH_a \approx pH_b$) имела место и у стебля без хвои (табл.4). Следует отметить, что pH гомогената мужских стеблей во всех случаях был достоверно выше, чем ростовых.

Таблица 4

Показатель рН гомогената растущих ростовых и мужских стеблей (хвоя удалялась) у обуховских сосен

Дата сбора	Тип побега	Объем выборки	pH_a	pH_b
2 июня 1991 г.	Ростовой	21	$4,32 \pm 0,03$	$4,39 \pm 0,03$
	Мужской	6	$4,76 \pm 0,08$	$5,21 \pm 0,07$
28 июня 1992 г.	Ростовой	8	$4,01 \pm 0,03$	$4,05 \pm 0,05$
	Мужской	8	$4,43 \pm 0,07$	$4,84 \pm 0,06$

Разность pH_b между мужским и ростовым стеблями была почти в два раза больше, чем разность pH_a между ними (табл.4). Разности как pH_a , так и pH_b между мужскими и ростовыми стеблями для 1991 и 1992 гг. были практически идентичными.

Тот факт, что участок стебля, лишенный хвои, у мужских побегов имеет более высокие значения рН, может свидетельствовать о том, что часть доноров иона водорода из хвои поступает в стебель. Известно, что ассимиляционный пул во флоэме содержит некоторое количество органических кислот [14]. Вполне вероятно, что из хвои в стебель по флоэме транспортируется некоторое количество органических кислот, что и способствует снижению рН его гомогената. В период завершения роста побегов рН молодой хвои была в среднем на 0,85 ед. рН ниже, чем стебля (табл.5). Из этой таблицы видно наличие тенденции более высокого pH_b по сравнению с pH_a у стебля, тогда как у хвои эти показатели были практически идентичными.

Таблица 5

Показатель рН гомогената растущих хвои и стебля ростовых побегов у сосны в 1991 г.

Группа сосен	Дата сбора	Объект анализа	pH_a	pH_b
Е2	11 июня	Хвоя	$3,28 \pm 0,02$	$3,29 \pm 0,02$
		Стебель	$3,99 \pm 0,02$	$4,19 \pm 0,02$
Р	18 июня	Хвоя	$3,20 \pm 0,02$	$3,21 \pm 0,01$
		Стебель	$4,14 \pm 0,02$	$4,17 \pm 0,03$
К	24 июня	Хвоя	$3,32 \pm 0,02$	$3,33 \pm 0,02$
		Стебель	$4,10 \pm 0,03$	$4,25 \pm 0,03$

Таблица 6

Процент достоверных различий (<, >) по ряду морфофизиологических признаков хвои между ростовыми и мужскими побегами, а также между опытными (Р) и контрольными (Е2) соснами

При- знак	Е2 сосны (контроль)			Р сосны (опыт)			Ростовые побеги			Мужские побеги		
	В*>М	В=М	В<М	В*>М	В=М	В<М	Е2>Р	Е2=Р	Е2<Р	Е2>Р	Е2=Р	Е2<Р
Хвоя 2-го года												
рН _а	0	86	14	0	71	29	29	0	71	14	57	29
рН _б	0	86	14	0	100	0	14	57	29	14	57	29
Хвоя 3-го года												
рН _а	14	86	0	14	72	14	14	15	71	14	57	29
рН _б	14	86	0	0	86	14	29	14	57	0	71	29

* В – вегетативный (ростовой) и М – мужской побеги.

В 1993 г. с апреля по октябрь (ежемесячно) у хвои 2-го и 3-го годов жизни, собранной отдельно с ростовых и мужских побегов, Е2 и Р сосен оценивали величины рН_а и рН_б. Для каждого признака хвои проводили парные сравнения по схеме: между ростовыми и мужскими побегами отдельно для Е2 и Р сосен и между Е2 и Р соснами отдельно для ростовых и мужских побегов. Результаты такого сравнения приведены в табл. 6. Данные этой таблицы показывают четкую тенденцию увеличения рН_а и рН_б у хвои с мужских побегов по сравнению с ростовыми. В опыте имела место четкая тенденция более высоких значений рН_а и рН_б по сравнению с контролем, особенно для ростовых побегов. Таким образом, показано, что во время роста рН_б мужских побегов был всегда выше, чем ростовых. Разность рН_б между этими типами побегов достигала максимальных значений к моменту завершения роста побегов. В это же время имел место максимум разности между рН_б и рН_а мужских побегов. У стебля (побег с удаленной хвоей) мужских побегов в отличие от ростовых рН_а был ниже рН_б. Показатель рН гомогената мужских стеблей был выше, чем ростовых. Эти закономерности были характерны как для нормы, так и для условий загрязнения воздуха кислыми газами. В условиях загрязнения воздуха имела место тенденция более высоких значений рН_а и рН_б гомогената хвои обоих исследованных возрастов. У ростовых побегов она была более выражена, чем у мужских.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Некрасова Т.П. Плодоношение сосны в Западной Сибири. - Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. - 131 с.
2. Минина Е.Г., Ларионова Н.А. Морфогенез и проявление пола у хвойных. - М.: Наука, 1979. - 215 с.
3. Тольский А.П. Лесное семеноводство. - М.; Л.: Гослесбуиздат, 1950. - 167 с.
4. Минина Е.Г. Пол у сосны обыкновенной // Вопросы физиологии половой репродукции хвойных. - Красноярск: СО АН СССР, 1975. - С. 68-89.
5. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика. - М.: Наука, 1964. - 191 с.
6. Мамаев С.А., Шкарлет О.Д. Влияние промышленных загрязнений на репродуктивный процесс у сосны обыкновенной // Растения и промышленная среда. - Киев: Наукова думка, 1971. - С. 63-65.
7. Мамаев С.А., Шкарлет О.Д. Индивидуальная изменчивость сосны обыкновенной по газоустойчивости в связи с сохранением хвойных насаждений в условиях техногенных ландшафтов // Проблемы создания защитных насаждений в условиях техногенных ландшафтов. - Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979. - С. 58-65.
8. Васфилов С.П. Использование рН гомогената хвои для оценки воздействия диоксида серы на сосну // Экология. - 1995. - № 5. - С. 347-350.
9. Мокроносов А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. - М.: Наука, 1981. - 196 с.
10. Мокроносов А.Т. Фотосинтетическая функция и целостность растительного организма. - М.: Наука, 1983. - 64 с.
11. Козубов Г.М., Ганюшкина Л.Г. Физиолого-биохимические особенности плодоношения сосны в условиях Севера // Физиология и экология древесных растений. - Свердловск: УФ АН СССР, 1968. - С. 175-179.
12. Полевой В.В., Саламатова Т.С. Механизмы регуляции роста растительных клеток // Биология развития растений. - М.: Наука, 1975. - С. 111-125.
13. Малкина И.С. Фотосинтез сосны обыкновенной // Лесоведение. - 1981. - № 4. - С. 83-89.
14. Курсанов А.Л. Транспорт ассимилятов в растении. - М.: Наука, 1976. - 647 с.