

Орлов И. И. Березовый и кленовый соки.— М.: Лесн. пром-сть, 1974.— 40 с. [4].
 Рябчук В. П. Методика определения нагрузки при подсочке лиственных пород // Лесохимия и подсочка.— 1976.— № 6.— С. 9. [5]. Рябчук В. П. Температурные условия выделения сока из явора // Лесн. журн.— 1976.— № 5.— С. 90—91.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Рябчук В. П. Соки лиственных деревьев: получение и использование.— Львов: Вища школа, 1988.— 152 с. [7]. Соколовский И. О., Рахтеенко И. Н. Подсочка клена остролистного (*Acer platanoides*) в Белоруссии // Сб. тр./ЦНИИЛХ.— 1936.— № 4.— С. 32—52. [8]. Телишевский Д. А. Комплексное использование недревесной продукции.— М.: Лесн. пром-сть, 1986.— 261 с. [9]. Шкателов В. В. К исследованию сока остролистного клена // Сб. работ по лесохимии.— Минск: АН БССР, 1937.— С. 3—8. [10]. Юдвиршене А., Рашкаускас В., Глаузере не Н. Биохимический состав весеннего сока клена. // Науч. тр. вузов ЛитССР.— Вильнюс, 1973.— № 12.— С. 41—44. [11]. Kostron L. Pozyskiwanie i wykorzystywanie wiosennych sokow z drow lesnich // Sylwan.— 1974.— N 3.— P. 44—51. [12]. Noyes J. H. Maple Syruping in Massachusetts // The Northeastern Logger.— 1961.— April.— 20.— P. 51—52.

Поступила 20 февраля 1989 г.

УДК 581.128 : 581.43 : 630*114.54 : 630*161.2

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ДЫХАНИЕ КОРНЕЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

В. Н. КОНОВАЛОВ, А. А. ЛИСТОВ

Архангельский институт леса и лесохимии

Литературные данные о дыхании корней хвойных растений немногочисленны, а дыхание корней сосны под влиянием удобрений до последнего времени не исследовали. В то же время известно, что у травянистых растений при недостатке фосфора и общем дефиците минеральных солей дыхание корней значительно подавляется [3, 4, 10].

Цель настоящего исследования — изучить влияние минеральных удобрений на дыхание корней молодняков сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

Работа выполнена в июне — августе 1981—1982 гг. в северной подзоне тайги (Лешуконский район Архангельской области). Она явилась одним из разделов комплексного изучения сосняков лишайниковых.

Для решения поставленной задачи использовали две серии опытов. Одна заложена в 20—25-летних основных молодняках (высота сосны к началу эксперимента около 2 м), вторая — на участках с угнетенным 10—15-летним подростом сосны (высота подроста 0,3...0,5 м) в 20-летнем сосняке лишайниковом. Делянки для внесения удобрений (каждая размером 40 × 50 м, повторность трехкратная) заложены на равнинных участках с относительно равномерным размещением деревьев. В молодняках удобрения внесены в почву 9 июня 1981 г. в дозах азота N120, N180, N240; на участках с угнетенным подростом — 1 июня 1982 г. по схеме N120, N180, N240, N180P150K100 (азотные удобрения — в форме карбамида, фосфорные — двойного суперфосфата, калийные — хлористого калия). Контролем служили аналогичные соседние неудобренные участки. Для сравнения была изучена также сезонная ритмика дыхания корней сосны в расположенном поблизости к опытным участкам травяно-сфагновом сосняке (высота опытных сосенок около 1,5 м), произрастающем на торфяных почвах с избыточным увлажнением.

Интенсивность дыхания корней определяли методом Бойсен-Йенсена, описанным ранее [2]. В опыт брали корни из верхнего 10-сантиметрового слоя почвы от 3...5 растений. Корни осторожно откапывали, очищали от комочков почвы и разделяли на две фракции: мелкие и проводящие. При выделении фракций корней пользовались классификацией А. Я. Орлова и С. П. Кошелькова [8]. Во фракцию мелких корней мы включили все сосущие корни с диаметром до 1,5 мм; во фракцию проводящих корней — ростовые и проводящие диаметром 1,5...3,0 мм. Для каждой фракции составляли среднюю пробу. У подростка исследовали дыхание только мелких корней. Повторность каждого определения 2—3-кратная. Одновременно с регистрацией дыхания измеряли температуру почвы в центре опытного участка (на глубине 5...10 см) и в экспозиционной камере (различия в показаниях термометров обычно не превышали 2...5°), а в избыточно увлажненном сосняке также уровень грунтовых вод с помощью мерной линейки по двум смотровым колодцам. Интенсивность дыхания корней рассчитывали в мг CO₂ за 1 ч на единицу их массы в сухом состоянии.

Сезонная динамика дыхания корней сосны на неудобренных делянках. Сравнительный анализ дыхания корней в сосняке лишайниковом на контрольной делянке по ходу вегетации показал, что у сосны наиболее интенсивное выделение CO_2 корнями происходит в первой половине вегетационного периода во время роста молодых побегов. В конце лета, когда рост побегов завершается, дыхание корней, несмотря на теплую погоду, значительно ослабляется. Так, в 1982 г. (табл. 1) 15 июня мелкие всасывающие корни при такой же температуре дышали с активностью 1,5, а 20 августа при такой же температуре интенсивность дыхания была значительно ниже и составляла 1,1 мг $\text{CO}_2/(\text{г} \cdot \text{ч})$. Эта закономерность сезонной динамики дыхания корней у хвойных растений подтверждена также нашими наблюдениями в заполярных лишайниковых борах бассейна р. Нижняя Пеша ($66^{\circ}45'$ с.ш.). В 1987 г. наиболее интенсивно мелкие корни сосны и ели здесь дышали в июне—июле (1,2...1,3 мг $\text{CO}_2/(\text{г} \cdot \text{ч})$). В августе интенсивность дыхания их почти во всех случаях была ниже, чем в июне—июле, и редко превышала 0,9...1,0 мг $\text{CO}_2/(\text{г} \cdot \text{ч})$.

Таблица 1

Интенсивность дыхания мелких (числитель)
в проводящих (знаменатель) корней сосны на контрольных
и опытных (после внесения азотных удобрений)
делянках в 1982 г., мг $\text{CO}_2/(\text{г} \cdot \text{ч})$

Дата	Температура воздуха в камере, °С	Сосняк лишайниковый				Сосняк травяно-сфагновый (для сравнения)	
		Контроль	Опыт			Уровень грунтовых вод, см	Дыхание
			N120	N180	N240		
13.VI	14,0	1,1	1,2	1,5	1,4	4	0,7
		0,7	0,8	1,0	0,9		0,5
»	15,2	1,2	1,4	1,6	1,5	4	0,8
		0,8	0,9	1,0	1,0		0,6
15.VI	20,0	1,5	2,0	2,2	2,4	6	0,9
		1,1	1,2	1,3	1,4		0,6
16.VI	19,2	1,4	1,8	2,0	2,3	7	0,9
		1,0	1,1	1,2	1,2		0,7
4.VIII	17,6	1,3	1,6	1,8	2,2	12	1,6
		0,8	0,9	1,1	1,2		1,0
10.VIII	24,0	1,4	2,0	2,3	2,5	17	1,8
		0,8	1,4	1,5	1,5		1,2
20.VIII	20,8	1,1	1,7	1,8	1,9	18	1,7
		0,7	1,0	1,0	1,2		1,1

В избыточно увлажненном травяно-сфагновом сосняке минимальная интенсивность дыхания корней (0,7...0,9 мг $\text{CO}_2/(\text{г} \cdot \text{ч})$ мелких) наблюдалась в июне—начале июля при уровне грунтовых вод 4...7 см, а максимальная (1,6...1,8 и 1,0...1,2 мг $\text{CO}_2/(\text{г} \cdot \text{ч})$ соответственно) в августе, когда корневые системы были свободны от избытка воды. Ранее подобные данные об интенсивности дыхания корней в связи с особенностями водного режима торфяной почвы получены нами [2] для ели, Л. П. Смоляком и В. Г. Реуцким [9] для сосны. В августе интенсивность дыхания корней сосны в сосняке травяно-сфагновом была почти в 1,4 раза выше, чем в сосняке лишайниковом.

Сравнение показывает, что полученные нами значения интенсивности дыхания корней близки к литературным данным [6], несмотря на различия в условиях местообитания сосны.

Влияние минеральных удобрений на дыхание корней сосны. Внесение азотных удобрений в почву 25-летних молодняков привело к заметному изменению дыхательной активности корней сосны. Разные дозы азота вызвали неодинаковый эффект. В первый год (1981) наибольшее положительное действие на дыхание корней оказала доза N180. У сосен этого варианта количество выделявшейся углекислоты составило 1,9...2,3 мг, или в 1,4 раза больше, чем в неудобренном контроле. Под влиянием дозы N120 дыхание корней также активизировалось и при температуре 20,6° составило 1,9 мг CO₂/(г·ч) (в контроле 1,5). Максимальная доза N240 в начале вегетационного периода ингибировала дыхание корней (количество выделившейся CO₂ здесь было на 14...21 % меньше, чем в контроле), а в конце вегетации слабо влияла на этот процесс. На делянках с дозой N240 отмечалось побурение и частичное (около 20 % от основной массы) отмирание активных корешков. Подобное явление гибели корней древесных растений после внесения повышенных доз удобрений отмечено и в литературе [1]. Наряду с гибелью корней, эта доза азота почти на 30 % снизила по сравнению с контролем приток к корням ¹⁴C-ассимилятов. К 23 июля средняя интенсивность дыхания мелких корней на контрольной делянке составляла 1,5 ± 0,08, а на опытных (N120, N180, N240) соответственно 1,9 ± 0,16; 2,1 ± 0,20; 1,6 ± 0,25 мг CO₂/(г·ч) (достоверность различий $t = 4,0; 5,9; 0,2$ при $t_{st 0,95} = 2,4$).

На второй год (1982) все дозы азота усилили выделение CO₂ корнями сосны (табл. 1). Уже в начале вегетации интенсивность дыхания корней на опытных делянках оказалась значительно выше, чем в контроле. Наиболее активное дыхание наблюдалось на делянках N180 и N240 и превышало контроль в 1,3—1,6 раза. Доза N120 также стимулировала выделение CO₂ корнями сосны, но в меньшей мере, чем дозы N180 и N240. За сезон средняя интенсивность мелких корней в контроле и на опытных делянках (N120, N180, N240) составила соответственно 1,3 ± 0,06; 1,7 ± 0,13; 1,9 ± 0,12; 2,1 ± 0,17 мг CO₂/(г·ч). Различия существенны и достоверны ($t = 3,0...4,5$).

По сравнению с заболоченным древостоем интенсивность дыхания корней сосны на удобренных делянках оказалась в 1,6—2,5 раза выше. Особенно существенные различия отмечались в начале вегетации, в период интенсивного роста побегов.

Таким образом, внесение под сосновые молодняки азотных удобрений значительно повышает энергетическую активность корней сосны. Эта активизация дыхания у опытных растений явилась результатом лучшего обеспечения корней ассимилятами. Как показал анализ данных по оттоку, количество ¹⁴C-ассимилятов, поступивших из кроны в корневые системы деревьев, на опытных делянках (N180) было на

Таблица 2

Влияние удобрений на интенсивность дыхания корней подростка сосны, мг CO₂/(г·ч)

Дата	Температура воздуха в камере, °C	Контроль	Опыт			
			N120	N180	N240	N180P150K100
16.VI	19,2	1,5	1,8	1,6	1,1	1,1
17.VI	23,0	1,6	2,2	1,9	1,4	1,3
24.VIII	18,8	1,2	1,8	2,1	1,7	1,6
27.VIII	22,0	1,4	1,9	2,3	1,8	1,7

32...65 % больше, чем на контроле. Усиление дыхания корней после внесения удобрений отмечено и у травянистых растений [3, 4, 10].

С повышением температуры воздуха в камере скорость выделения CO_2 корнями усиливается, особенно на делянках с удобрениями. Следует отметить также, что интенсивность дыхания мелких корней значительно выше, чем проводящих.

Результаты исследований влияния удобрений на дыхание корней угнетенного соснового подростка представлены в табл. 2.

Как видим, в первый месяц после внесения удобрений наибольшее возрастание интенсивности дыхания корней у подростка произошло на делянках N120 (на 20...38 % по сравнению с контролем). Доза N180 в этот период вызвала сравнительно небольшое увеличение выделения CO_2 (в среднем на 13 %). Максимальная доза N240 и комбинированное удобрение (NPK) в начале вегетации снизили дыхание корней, а в августе слабо повлияли на его интенсивность. Максимальная интенсивность дыхания в августе наблюдалась на делянках с дозами N120 и N180 и превышала контроль на 42...69 %. В целом за вегетационный период средняя интенсивность дыхания корней у данного подростка в контроле и на опытных делянках (N120, N180, N240, NPK) составила соответственно: $1,4 \pm 0,10$; $1,9 \pm 0,11$; $2,0 \pm 0,18$; $1,5 \pm 0,18$; $1,4 \pm 0,16$ мг $\text{CO}_2/(\text{г} \cdot \text{ч})$. Достоверность различий $t = 3,4; 2,8; 0,4; 0,1$ при $t_{st 0,95} = 2,2$.

Таким образом, корни сосны в сосняке лишайниковом наиболее активно выделяют CO_2 в первой половине вегетационного периода, когда происходит интенсивный рост побегов. В августе, несмотря на благоприятные погодные условия, активность процесса ослабляется. Аналогичная закономерность выявлена и у травянистых растений [7]. Избыток влаги в почве в значительной мере подавляет дыхание корней у древесных растений и снижает их энергетическую активность.

Удобрения значительно повышают энергию дыхания корней сосны. Активизация дыхательного метаболизма, в свою очередь, должна вызывать усиление ряда других функций корневых систем, таких, как поглощающая, проводящая, синтетическая, и в целом вести к интенсификации физиолого-биохимической деятельности во всем дереве. В то же время повышенные дозы питательных элементов, как и их недостаток, подавляют энергетическую активность корней и приводят к снижению интенсивности фотосинтеза и ослаблению ростовых процессов сосны [5]. Это необходимо учитывать при разработке мероприятий по мелиорации лесных фитоценозов в целях повышения их продуктивности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Абражко М. А. Влияние азотных удобрений на изменение массы и фракционный состав корней ели // Лесоведение.— 1986.— № 6.— С. 75—80. [2]. Веретёнников А. В., Коновалов В. Н. Влияние осушения на интенсивность дыхания корней *Picea abies* Karst. (*Pinaceae*) в ельнике осоково-хвощово-сфагновом северной подзоны тайги // Бот. журн.— 1979.— № 2.— С. 252—254. [3]. Зайцева М. Г. Дыхание и минеральное питание растений // Физиология растений.— 1965.— Т. 12, вып. 5.— С. 794—804. [4]. Курсанов А. Л., Вискребенцева Э. И. Первичное включение фосфата в метаболизм корней // Физиология растений.— 1960.— Т. 7, вып. 3.— С. 276—286. [5]. Листов А. А., Коновалов В. Н., Серый В. С. Сезонный рост в высоту и фотосинтез сосновых молодяков в связи с внесением удобрений // Проблемы повышения продуктивности лесов и перехода на непрерывное лесопользование в свете решений XXVI съезда КПСС: Тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. 22—23 ноября 1983 г.— Архангельск: Ин-т леса и лесохимии, 1983.— С. 25—28. [6]. Мамаев В. В. Дыхание древесных корней в сосняке и березняке кислотно-черничных // Лесоведение.— 1984.— № 6.— С. 53—60. [7]. Наумов А. В. Дыхание корневых систем // Бот. журн.— 1981.— № 8.— С. 1099—1113. [8]. Орлов А. Я., Кошелев С. П. Почвенная экология сосны.— М.: Наука, 1971.— 323 с. [9]. Смоляк Л. П., Реуцкий В. Г. Эколого-физиологические основы мелиорации лесных почв.— Минск: Наука и техника, 1971.— 156 с. [10]. Строго-

нова Л. Е. О величине расхода органических веществ на дыхание в различных условиях минерального питания растений // Физиология растений.— 1968.— Т. 15, вып. 2.— С. 272—280.

Поступила 22 июля 1988 г.

УДК 630*181.22 : 630*232.31

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СОЗРЕВАНИЕ И ПЛОТНОСТЬ ОБОЛОЧЕК СЕМЯН БУНДУКА ДВУДОМНОГО

А. А. КУЛЫГИН

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт

Бундук двудомный, или канадский *Gymnocladus dioicus* (L.) С. Коч — крупное дерево из семейства бобовых. Успешно разводится на Украине, в Закавказье, Северном Кавказе. Древесина твердая, тяжелая, очень крепкая, с ядром розового цвета и красивой текстурой. Используются для изготовления мебели, шпал, столбов и др.

С. С. Пятницкий [9] указывал на возможность использования бундука двудомного в защитных насаждениях на Северном Кавказе. В степных районах Нижнего Дона и Северного Кавказа бундук двудомный оказался вполне зимостойким и засухоустойчивым [2, 8, 10]. Он считается прекрасной породой для озеленения [1, 8, 10].

В условиях Ростовской области у представителей семейства бобовых — софоры японской и гледичии обыкновенной, в годы с малой теплообеспеченностью семена не успевают созревать. Плотность оболочек семян у названных пород также зависит от погодных условий периода вегетации [7]. Биология бундука двудомного во многом схожа с биологией гледичии обыкновенной. Он поздно начинает вегетацию. Семена созревают в октябре.

Задача наших исследований — изучить влияние метеорологических условий на созревание и качество семян бундука двудомного.

Объектом наблюдения служили деревья бундука, произрастающие в дендрарии Ростовского мехлесхоза. Почва участка — северо-приазовский чернозем. Бундук посажен здесь в 1962 г. и представлен небольшими группами деревьев. Расстояние между рядами 8...10 м, между деревьями в ряду 2...4 м. Высота деревьев в 1983 г. составляла 12...13 м, диаметр на высоте груди — 18...31 см.

Цветет бундук в конце мая — начале июня. Сначала зацветает нижняя часть кистевидного соцветия, затем цветение постепенно перемещается вверх. Плоды образуются в такой же последовательности, что предопределяет некоторую разнокачественность семян.

Семена бундука собирали в конце октября — начале ноября, после окончания вегетации (полного опадения листьев). К незрелым относили семена увеличенных в 1,2—1,4 раза размеров, с мягкой слизистой оболочкой и эндоспермом. Помещенные на 2 ч в 0,05 %-й раствор индигокармина, зародыши таких семян окрашивались; при проращивании семена не проявляли признаков жизни. Первые заморозки в условиях Ростова-на-Дону отмечаются в первой-второй декадах октября еще до окончания вегетации бундука. Не исключено, что незрелые семена побивались морозом. На повреждение не полностью вызревших плодов бундука указывает и Д. В. Воробьев [4]. Массу 1 000 семян определяли в соответствии с ГОСТ 13056.4—67. Водопроницаемость семенных оболочек устанавливали намачиванием 100 семян в пятикратной повторности в воде комнатной температуры (18...20 °С) в течение 24 ч.

При характеристике метеорологических условий использованы данные наблюдений Ростовской гидрометеорологической обсерватории.