

НАТАЛЬЯ РУДОЛЬФОВНА СУНГУРОВА

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов лесотехнического института, Северный арктический федеральный университет имени М. В. Ломоносова (Архангельск, Российская Федерация)
nsungurova@yandex.ru

ВИКТОР ВАСИЛЬЕВИЧ ХУДЯКОВ

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоологии и экологии, Северный арктический федеральный университет имени М. В. Ломоносова (Архангельск, Российская Федерация)
vhudykov1@yandex.ru

АССИМИЛЯЦИОННЫЙ АППАРАТ В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ

В лесных экосистемах хвоя играет важную функциональную роль, которая определяется ее активностью в процессах роста и развития хвойных фитоценозов, взаимодействием с другими компонентами биогеоценозов и средой обитания. Исследование ассимиляционного аппарата в 36-летних культурах сосны на долгомошной вырубке проводилось в северо-таежном районе Архангельской области. Изучены и проанализированы биометрические и морфометрические показатели фотосинтетического аппарата сосны. Установлено, что для исследуемых искусственных насаждений созданы благоприятные условия, в которых они развиваются, достигая показателей по производительности, близких к соснякам зеленомошной группы средней подзоны тайги.

Ключевые слова: лесные культуры, сосна, ассимиляционный аппарат, крона, хвоя

ВВЕДЕНИЕ

В лесных экосистемах хвоя играет важную функциональную роль, которая определяется ее активностью в процессах роста и развития хвойных фитоценозов, взаимодействием с другими компонентами биогеоценозов и средой обитания [16]. С количеством хвои связана продуктивность древостоя, а также важнейшие процессы жизнедеятельности: фотосинтез, транспирация, продуцирование кислорода, аккумуляция атмосферной пыли и другие. На ранней стадии развития древостоя, когда по ходу роста еще трудно выявить накопление стволовой массы, о жизнеспособности и потенциальных возможностях формирования ценных насаждений можно судить по характеристикам развития и функционального состояния ассимиляционного аппарата деревьев [11].

Изучение ассимиляционного аппарата в культурах сосны имеет практическую значимость. Несмотря на значительную изменчивость длины и ширины хвои сосны даже в пределах кроны одного дерева, особенно в различные годы, этот признак очень характерен для одного и того же географического района, но в более или менее одинаковых условиях местообитания (в близких классах бонитета или одинаковых типах леса). Средняя длина хвои является важным диагностическим признаком вида сосны, передается по

наследству и сохраняется при перенесении его в другой физико-географический район. По длине и ширине хвои выделено много разновидностей сосны обыкновенной [18].

Одной из важных характеристик продукционного процесса фитоценозов является листовой индекс, то есть отношение поверхности листьев к единице площади. Этот показатель во многом определяет степень трансформации лесными фитоценозами факторов среды и фотосинтетическую деятельность растений [1], [6], [14], [26], [27]. Листовой индекс, по мнению ряда авторов [5], [21], [22], является наиболее удобной величиной для сравнения продуктивности биогеоценозов.

Целью работы было изучение ассимиляционного аппарата в 36-летних культурах сосны, произрастающих на долгомошной вырубке в северо-таежном районе Архангельской области.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение ассимиляционного аппарата в 36-летних культурах сосны на долгомошной вырубке проводилось в северо-таежном районе Архангельской области. Искусственные молодняки создавались посадкой 2-летних стандартных сеянцев следующими способами обработки почвы: 1) пласты плуга ПКЛ-70; 2) фрезерованные полосы фрезы ФЛУ-0,8. Характеристика 36-летних культур по вариантам опыта приведена в табл. 1.

Характеристика 36-летних культур сосны

Таблица 1

Способ обработки почвы	Высота, м	Диаметр, см	Количество, шт./га	Запас, м³/га	Класс бонитета
Пласт	15,3	17,5	2336	250	II
Фрезполоса	14,7	16,3	2208	214	II

При изучении ассимиляционного аппарата использовались рекомендации и методики П. А. Феклистова и др. [24], К. С. Бобковой и др. [6]. У модельных деревьев крону размечали на три равные части (верхнюю, среднюю и нижнюю). Затем от каждой части отбирали средние по диаметру у основания и длине ветви, с которых обрывали всю хвою по годам. Оборванную хвою подсчитывали и взвешивали на электронных технических весах с точностью ± 10 мг, определяли массу средней хвоинки. Длину, ширину и толщину хвоинки измеряли электронным штангенциркулем с точностью $\pm 0,01$ мм. Данные по размерам хвоинок использовали для определения их площади по формуле:

$$S = 5,14L \left(\frac{a + \frac{b}{2}}{2} \right),$$

где S – площадь хвоинки, мм²; L – длина хвоинки, мм; a – толщина хвоинки, мм; b – ширина хвоинки, мм.

Влажность хвои определяли по формуле:

$$H = \frac{a - b}{a} 100 \%,$$

где H – влажность хвои в % от ее веса в свежем состоянии; a – вес навески в свежем состоянии; b – вес навески в абсолютно сухом состоянии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Длительность жизни хвои сильно варьирует и по типам леса, и внутри насаждения от дерева к дереву, и в кроне каждого дерева [9]. М. Е. Ткаченко [20] установил, что сосновая хвоя держится на дереве 3–4 года. По мнению Л. Ф. Правдина [18], это справедливо только для лесов европейской части нашей страны, потому как в лесах Сибири хвоя держится значительно дольше, до 5–7 и даже 9 лет.

В изучаемых культурах в среднем долговечность хвои составляет 5,3 года. Причем в верхней части кроны продолжительность жизни фотосинтетического аппарата равняется 4,8, в средней – 5,7, в нижней – 5,5 года (табл. 2). Н. А. Бабич, Д. Н. Клевцов, И. В. Евдокимов [2], исследуя продолжительность жизни хвои в 40-летних посевах сосны обыкновенной южной подзоны тайги,

отметили, что в лишайниковом типе леса она составляет 4,1, в сосняке брусничном – 3,6, в сосняке черничном – 3,9 года.

В общей массе у сосны преобладает хвоя первых четырех лет жизни, с пятого года начинается интенсивный опад хвои. Наши исследования показывают, что наибольшую массу имеет хвоя третьего года жизни. С возрастом масса хвои на дереве уменьшается. Хвоя первых четырех лет составляет 86,3–97,1 % от общей массы. По наблюдениям П. А. Феклистова и О. Н. Тюкавиной [25], в сосняках Архангельской области максимальное значение массы хвои приходится на 2-летнюю хвою. Исследования К. С. Бобковой, В. В. Тужилкиной, С. Н. Сенькиной и др. [6] показали, что продолжительность жизни хвои увеличивается по мере ухудшения лесорастительных условий в пределах растительной зоны. Так, масса хвои сосны пяти лет и старше в сосняке черничном составляет в среднем 18,9 %, в чернично-сфагновом – 22,1 %. По данным В. Д. Надуткина, А. Н. Модянова [13], в возрастном спектре хвои сосны в сосняке черничном северной подзоны тайги хвоя первых четырех лет составляет 82 %, хвоя 5–10-летнего возраста – 18 % от общего веса хвои. Н. А. Бабич, М. Д. Мерзленко, И. В. Евдокимов [4] установили, что хвоя первых четырех лет составляет более 90 % от общего веса хвои в кроне.

Ряд исследователей [6], [7], [8], [13], [15] отмечают, что основная масса и численность хвои находятся в средней части полога. В молодняках здесь сосредоточено 52 % всей массы хвои, в средневозрастных – 48 %, в спелых – 45 % [8]. Наши исследования показали, что в 36-летних культурах сосны в средней части полога располагается наибольшее количество хвоинок – 6169–7878 штук, хотя масса хвои составляет 28–38 % от всей массы хвои на дереве, а в верхней части полога сосредоточено 40–52 % от общей массы хвои, но насчитывается несколько меньшее число хвоинок – 6145–7210 штук.

Н. А. Бабич, М. Д. Мерзленко [3] отмечают, что в лучших лесорастительных условиях хвоя имеет на два года меньшую продолжительность жизни. В лучших условиях у растения больше строительного материала, чтобы формировать быстрее новую хвою, которая, конечно, работает более эффективно, чем старая.

Таблица 2

Масса хвои разного возраста внутри крон сосен

Способ обработки почвы	Часть кроны	Масса хвои в возрасте, лет						Итого
		1	2	3	4	5	6	
Пласт	верхняя	$\frac{28,43^*}{22,5}$	$\frac{38,15}{30,3}$	$\frac{38,43}{30,5}$	$\frac{17,47}{13,9}$	$\frac{3,58}{2,8}$	$\frac{0,04}{0,03}$	$\frac{126,10}{100}$
	средняя	$\frac{14,45}{21,5}$	$\frac{14,04}{20,9}$	$\frac{18,03}{26,8}$	$\frac{11,55}{17,2}$	$\frac{7,79}{11,6}$	$\frac{1,43}{2,1}$	$\frac{67,29}{100}$
	нижняя	$\frac{9,40}{20,6}$	$\frac{10,89}{23,8}$	$\frac{12,54}{27,4}$	$\frac{8,56}{18,7}$	$\frac{3,55}{7,8}$	$\frac{0,76}{1,7}$	$\frac{45,69}{100}$
	в среднем	$\frac{17,43}{21,5}$	$\frac{21,03}{25,0}$	$\frac{23,00}{28,2}$	$\frac{12,53}{16,6}$	$\frac{4,98}{7,4}$	$\frac{0,74}{1,3}$	–
Фрезполоса	верхняя	$\frac{31,60}{29,7}$	$\frac{27,70}{26,0}$	$\frac{31,66}{29,8}$	$\frac{10,79}{10,1}$	$\frac{4,63}{4,4}$	–	$\frac{106,38}{100}$
	средняя	$\frac{24,43}{24,2}$	$\frac{22,99}{22,8}$	$\frac{30,04}{29,8}$	$\frac{17,00}{16,9}$	$\frac{6,07}{6,0}$	$\frac{0,27}{0,3}$	$\frac{100,80}{100}$
	нижняя	$\frac{10,38}{17,1}$	$\frac{12,74}{21,0}$	$\frac{18,65}{30,7}$	$\frac{11,08}{18,2}$	$\frac{2,55}{4,2}$	$\frac{5,40}{8,9}$	$\frac{60,80}{100}$
	в среднем	$\frac{22,13}{23,7}$	$\frac{21,15}{23,3}$	$\frac{26,78}{30,1}$	$\frac{12,96}{15,1}$	$\frac{4,42}{4,9}$	$\frac{2,83}{4,6}$	–

Примечание: * – в числителе приведена масса хвои в граммах, в знаменателе – в процентах.

Изучая размеры ассимиляционного аппарата сосны, П. С. Кондратьев [10] заключил, что длина хвои постепенно уменьшается сверху вниз по кроне дерева с увеличением возраста мутовки, причем это положение действует у всех сосен, даже произрастающих в различных типах леса и в разных зонах. Это подтверждается и работами других авторов [2], [4], [13], [23]. Так, Н. А. Бабич, М. Д. Мерзленко, И. В. Евдокимов [4] определили, что наибольших размеров в длину в северной подзоне тайги достигает трехлетняя хвоя (в черничном типе 36,4 мм, в вересково-лишайниковом типе 30,3 мм). П. А. Феклистов с соавт. [24] установили, что ширина и толщина средней хвоинки сосны в разных типах леса более или менее постоянны. Исследователи отмечают, что длина хвои – признак более изменчивый. Наибольшей длины она достигает в более продуктивных типах леса.

Анализируя изменение морфологических показателей хвои сосны, Н. А. Бабич, Д. Н. Клевцов, И. В. Евдокимов [2] пришли к выводу, что уменьшение длины, ширины и толщины хвои происходит от верхней части кроны (66,8; 1,71; 0,78) к нижней (29,8; 1,02; 0,49), а также линейные размеры средней хвоинки зависят от лесорастительных условий. Эти данные согласуются как с нашими показателями (табл. 3), так и с исследованиями Н. И. Казиминова с соавт. [8]. Авторы отметили, что в сосняке черничном средней тайги Карелии длина хвои равна в среднем 42,4, ширина 1,47 и толщина 0,54 мм, тогда как в сосняке воронично-черничном – 34,4; 1,51 и 0,70 мм соответственно. Е. В. Прыгов, О. Н. Уродкова, П. А. Феклистов

[19] установили, что сосняки черничные в сравнении с другими типами сосняков пригородной зоны г. Архангельска имеют наиболее крупную хвою – 32,9 мм в длину. Согласно нашим данным, полученным в сосняке долгомошном, средняя длина хвоинки варьирует от 31,52 до 35,6 мм, ширина – от 0,96 до 1,08 мм, толщина – от 0,43 до 0,47 мм.

Морфометрические показатели ассимиляционного аппарата сосны в зависимости от способа обработки почвы приведены в табл. 4.

Общая масса хвои на средней ветви в зависимости от способа обработки почвы колеблется от 77,7 до 85,2 г. Е. В. Прыгов, О. Н. Уродкова, П. А. Феклистов [19] отмечают, что в Архангельской области этот показатель составляет в сосняке черничном 12 г, сосняке кустарничково-сфагновом – 40 г, сосняке чернично-сфагновом – 25 г.

По массе хвои на дереве можно отметить, что в культурах сосны, высаженных по пластам, этот показатель составляет 5,3 кг хвои, по фрезполосам – 6,2 кг. Данное различие обусловлено главным образом степенью развития их кроны в связи с разным положением деревьев в насаждении. Если на фрезполосах деревья являются господствующими и обладают весьма развитой кроной, то в относительно более лучших условиях, то есть сосен, высаженных по пластам, деревья занимают положение среднего дерева и имеют менее развитую крону. Масса хвои в абсолютно сухом состоянии примерно в 1,8 раза меньше, чем в свежем. Согласно анализу ряда образцов, сухое вещество составляет в среднем 60,4 % (56,8 % на пластах и 64,3 % на фрезполосах) от

Таблица 3

Биометрические показатели хвои сосны

Способ обработки почвы	Часть кроны	Размеры хвои по годам, мм						
		1	2	3	4	5	6	в среднем
ДЛИНА								
Пласт	верхняя	31,44	32,24	37,04	38,44	35,39	35,40	34,99
	средняя	26,39	27,54	30,83	31,09	30,35	32,00	29,70
	нижняя	25,96	26,75	31,20	29,75	29,93	35,67	29,88
	в среднем	27,93	28,84	33,02	33,09	31,89	34,35	31,52
Фрезполоса	верхняя	39,24	33,65	38,49	42,06	56,65	—	35,02
	средняя	34,37	31,29	35,61	38,40	35,32	48,66	37,28
	нижняя	33,48	33,02	34,80	37,10	31,61	37,00	34,50
	в среднем	35,70	32,65	36,30	39,19	41,19	28,55	35,60
ШИРИНА								
Пласт	верхняя	1,02	1,09	1,10	1,25	1,35	1,20	1,17
	средняя	0,95	0,95	1,02	1,05	1,09	1,16	1,03
	нижняя	1,04	0,96	0,85	1,07	1,05	1,22	1,03
	в среднем	1,00	1,00	0,99	1,13	1,17	1,19	1,08
Фрезполоса	верхняя	1,12	1,13	1,10	1,14	1,40	—	0,98
	средняя	0,98	0,92	0,92	1,11	1,08	1,18	1,03
	нижняя	0,81	0,81	0,84	0,90	0,87	0,94	0,86
	в среднем	0,97	0,95	0,95	1,05	1,12	0,71	0,96
ТОЛЩИНА								
Пласт	верхняя	0,43	0,43	0,49	0,49	0,52	0,61	0,49
	средняя	0,42	0,46	0,38	0,49	0,53	0,43	0,45
	нижняя	0,42	0,38	0,40	0,46	0,56	0,56	0,46
	в среднем	0,42	0,42	0,42	0,48	0,54	0,53	0,47
Фрезполоса	верхняя	0,43	0,46	0,44	0,47	0,72	—	0,42
	средняя	0,41	0,44	0,41	0,49	0,50	0,57	0,47
	нижняя	0,42	0,38	0,31	0,46	0,38	0,42	0,40
	в среднем	0,42	0,43	0,39	0,47	0,54	0,33	0,43
ПЛОЩАДЬ, мм²								
Пласт	верхняя	58,32	63,53	75,24	86,83	85,01	82,34	75,21
	средняя	46,41	49,92	55,66	61,78	63,59	64,94	57,05
	нижняя	48,74	45,90	50,00	58,33	62,77	81,18	57,82
	в среднем	51,16	53,12	60,30	68,98	70,46	76,15	63,36
Фрезполоса	верхняя	78,15	68,59	77,05	88,96	154,33	—	77,84
	средняя	61,19	55,35	60,95	78,93	72,22	111,44	73,35
	нижняя	53,05	50,37	52,33	63,64	50,71	64,66	55,79
	в среднем	64,13	58,10	63,44	77,18	92,42	58,70	69,00

веса в свежем состоянии. Эти показатели весьма близки к данным по Архангельской области [12], но несколько больше, чем для Карелии и Кольского полуострова [8], а также Западной Сибири и Якутии [17].

В культурах сосны, высаженных по пластам, влажность хвои наибольшая во всех частях кро-

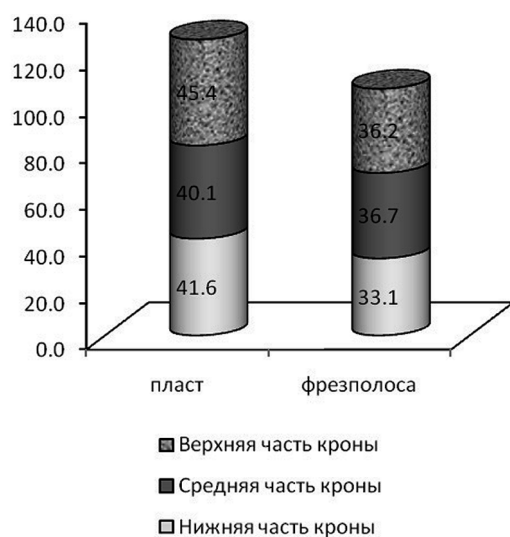
ны, что, несомненно, сказывается и в целом на продуктивности деревьев (рисунок).

Поверхность одного листа (хвои) в свежем состоянии равняется у сосны на пластах 0,65 см², на фрезполосах – 0,68 см². По данным К. С. Бобковой [5], в зеленомошном типе леса средней тайги – 0,97 см².

Таблица 4

Морфометрические показатели ассимиляционного аппарата сосны

Способ обработки почвы	Количество хвоинок на ветке, шт.				Масса средней хвоинки, мг	Масса хвои на дереве, кг	Площадь хвои на ветви, см²	Площадь хвои на дереве, м²	Индекс листовой поверх- ности, га/га	Число живых ветвей, шт.
	часть кроны			в сред- нем						
	верх- няя	сред- няя	ниж- няя							
Пласт	7210	6169	4019	5799	13,4	5,3	3641,5	24,4	5,39	70
Фрезполоса	6145	7878	5344	6456	13,2	6,2	4608,3	32,9	8,07	67



Влажность хвои в разных частях кроны

Каждый тип фитоценоза характеризуется определенным показателем листового индекса древесной растительности. Отмечается, что по мере продвижения на север, а также с ухудшением дренажа и увеличением избыточного увлажнения величина поверхности листьев снижается. Так, по данным В. Д. Надуткина, А. Н. Модянова

[13], в древостоях сосновых лесов зеленомошной группы типов северной подзоны тайги листовый индекс равен 6,3–6,4 га/га. К. С. Бобкова [5] указывает, что для сосняков средней тайги характерна величина листового индекса 6–8,1 га/га. Относительно большая величина листовой поверхности (10,02 га/га) характерна для сосново-елового древостоя. В исследованиях Y. Tadaki [28] приведены близкие данные по листовой поверхности сосновых лесов для сомкнутых суходольных сосняков (7–12 га/га).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В изучаемых нами искусственно созданных древостоях сосны индекс листовой поверхности составляет 5,39–8,07 га/га, что указывает на правильно подобранную технологию создания лесных культур в данных лесорастительных условиях. Для насаждений созданы благоприятные условия, в которых они развиваются, достигая показателей по производительности, близких к соснякам зеленомошной группы средней подзоны тайги. Это очень важно, поскольку хвоя как ассимиляционный орган, участвующий в фотосинтезе, влияет на образование надземной органической массы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабич Н. А. О точности учета надземной фитомассы культур сосны // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 1989. № 1. С. 112–115.
2. Бабич Н. А., Клевцов Д. Н., Евдокимов И. В. Зональные закономерности изменения фитомассы культур сосны: Монография. Архангельск: САФУ, 2010. 140 с.
3. Бабич Н. А., Мерзленко М. Д. Биологическая продуктивность лесных культур. Архангельск: АГТУ, 1998. 89 с.
4. Бабич Н. А., Мерзленко М. Д., Евдокимов И. В. Фитомасса культур сосны и ели в Европейской части России. Архангельск, 2004. 112 с.
5. Бобкова К. С. Биологическая продуктивность хвойных лесов Европейского Северо-Востока. Л.: Наука, 1987. 156 с.
6. Бобкова К. С., Тужилкина В. В., Сенькина С. Н., Галенко Э. П., Загирова С. В. Эколого-физиологические основы продуктивности сосновых лесов Европейского Северо-Востока. Сыктывкар, 1993. 176 с.
7. Веретенников А. В. Метаболизм древесных растений в условиях корневой аноксии. Воронеж: ВГУ, 1985. 152 с.
8. Казимиров Н. И., Волков А. Д., Зябченко С. С., Иванчиков А. А., Морозова Р. М. Обмен веществ и энергии в сосновых лесах Европейского Севера. Л.: Наука, 1977. 304 с.
9. Каменецкая И. В. Изменение массы и морфологии хвои разных возрастов в кронах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по годам в разных типах леса // Продуктивность и структура растительности молодых сосняков. М., 1973. С. 63–68.
10. Кондратьев П. С. Закономерности формирования отдельных вегетативных органов дерева в разных типах леса и в разных зонах Европейской части СССР: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. М.: МГУ, 1961. 22 с.
11. Лир Х., Польстер Г., Фидлер Г. - И. Физиология древесных растений. М.: Лесн. пром-сть, 1974. 425 с.
12. Молчанов А. А. Продуктивность органической массы в лесах различных зон. М.: Наука, 1971. 276 с.

13. Надуткин В. Д., Модянов А. Н. Надземная фитомасса древесных растений в сосняках зеленомошных // Вопросы экологии сосняков Севера: Тр. Коми фил. АН СССР. 1972. № 24. С. 70–80.
14. Ничипорович А. А. О путях повышения производительности фотосинтеза растений в посевах // Фотосинтез и вопросы повышения продуктивности растений. М.: Наука, 1963. С. 5–36.
15. Онучин А. А., Козлова Л. Н. Структурно-функциональные изменения хвои сосны под влиянием поллятантаов в лесостепной зоне Средней Сибири // Лесоводство. 1993. № 2. С. 39–45.
16. Онучин А. А., Спицына Н. Т. Закономерности изменения массы хвои в хвойных древостоях // Лесоведение. 1995. № 5. С. 48–58.
17. Поздняков Л. К., Протопопов В. В., Горбатенко В. М. Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии. Красноярск, 1969. 156 с.
18. Правдин Л. Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. М.: Наука, 1964. 191 с.
19. Прыгов Е. В., Уродкова О. Н., Феклистов П. А. Параметры ассимиляционного аппарата в разных типах сосняков // Экологические проблемы Севера: Межвузовский сборник научных трудов. Архангельск, 2000. Вып. 3. С. 25–28.
20. Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. Изд. 2-е. М.; Л., 1955. 600 с.
21. Тужилкина В. В., Кузиев Е. А. Определение поверхности хвои сосны и ели в средней подзоне тайги // Биогеоэкологические исследования хвойных фитоценозов на Севере. Сыктывкар, 1983. С. 16–20.
22. Уткин Ф. И., Дылис И. В. Изучение вертикального распределения фитомассы в лесных фитоценозах // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 1996. Т. 72. № 6. С. 79–91.
23. Феклистов П. А. Развитие ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной в условиях г. Архангельска // Проблемы лесовыращивания на Европейском Севере: Сборник научных трудов. Архангельск АГТУ, 1999. С. 85–88.
24. Феклистов П. А., Евдокимов В. Н., Барзут В. М. Биологические и экологические особенности роста сосны в северной подзоне Европейской тайги. Архангельск: ИПЦ АГТУ, 1997. 140 с.
25. Феклистов П. А., Тюкавина О. Н. Особенности ассимиляционного аппарата, водного режима и роста деревьев сосны в осушенных сосняках: Монография. Архангельск: ИД САФУ, 2014. 179 с.
26. Цельникер Ю. А. Радиационный режим под пологом леса. М.: Наука, 1969. 100 с.
27. Цельникер Ю. Л., Корзунин М. Д., Зейде Б. Б. Морфологические и физиологические исследования кроны деревьев. М.: Мир Урании, 2000. 96 с.
28. Tadaki Y. Biomass of forests, with special reference to the leaf biomass of forests in Japan // Journal of Japanese Forest Society. 1976. Vol. 58. № 11. P. 416–423.

Sungurova N. R., Northern (Arctic) Federal University (Arkhangelsk, Russian Federation)

Khudyakov V. V., Northern (Arctic) Federal University (Arkhangelsk, Russian Federation)

ASSIMILATORY APPARATUS OF PINE CULTURES

In forest ecosystems the fir needles of coniferous trees play an important functional role, which is determined by its activity in the processes of growth and development of coniferous plant communities, interaction with other components of ecosystems and habitat. The study of the assimilation apparatus in 36-year-old pine cultures located in the cutting areas was carried out in the north-taiga district of Arkhangelsk region. Biometric and morphometric characteristics of the pine photosynthetic apparatus were studied and analyzed. It was also revealed that these conditions were favorable for the growth and development of studied artificial plantations, for the achievement of productive performance similar to the one of the pine green moss group of the middle taiga.

Key words: forest cultures, pine assimilation apparatus, krone, needles

REFERENCES

1. Babich N. A. On accurate accounting of the aboveground phytomass of pine plantation [O tochnosti ucheta nadzemnoy fitomassy kul'tur sosny]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal* [News of higher educational institutions]. 1989. № 1. P. 112–115.
2. Babich N. A., Klevtsov D. N., Evdokimov I. V. *Zonal'nye zakonomernosti izmeneniya fitomassy kul'tur sosny: Monografiya* [Zonal patterns of change in biomass of crops pine]. Arkhangelsk, SAFU Publ., 2010. 140 p.
3. Babich N. A., Merzlenko M. D. *Biologicheskaya produktivnost' lesnykh kul'tur* [Biological productivity of forest plantations]. Arkhangelsk, AGTU Publ., 1998. 89 p.
4. Babich N. A., Merzlenko M. D., Evdokimov I. V. *Fitomassa kul'tur sosny i eli v Evropeyskoy chasti Rossii* [Phytomass of spruce and fir cultures in the European part of Russia]. Arkhangelsk, 2004. 112 p.
5. Bobkova K. S. *Biologicheskaya produktivnost' khvoynykh lesov Evropeyskogo Severo-Vostoka* [Biological productivity of coniferous forests in the North-East of Europe]. Leningrad, Nauka Publ., 1987. 156 p.
6. Bobkova K. S., Tuzhilkina V. V., Sen'kina S. N., Galenko E. P., Zagirova S. V. *Ekologo-fiziologicheskie osnovy produktivnosti sosnovykh lesov Evropeyskogo Severa-Vostoka* [Ecological-physiological basis of productivity of pine forests of the European North-East]. Syktывkar, 1993. 176 p.
7. Veretennikov V. A. *Metabolizm drevesnykh rasteniy v usloviyakh kornevoy anoksii* [Metabolism of woody plants under conditions of root anoxia]. Voronezh, VGU Publ., 1985. 152 p.
8. Kazimirov N. I., Volkov A. D., Zyabchenko S. S., Ivanchikov A. A., Morozova R. M. *Obmen veshchestv i energii v sosnovykh lesakh Evropeyskogo Severa* [Metabolism and energy in pine forests of European North]. Leningrad, Nauka Publ., 1977. 304 p.

9. Kamenetskaya I. V. Changes in mass and morphology of needles of different ages in the crowns of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) by years in different forest types [Изменение массы и морфологии хвоя разных возрастов в кронах сосны обыкновенной по годам в разных типах леса]. *Produktivnost' i struktura rastitel'nosti molodykh sosnyakov*. Moscow, 1973. P. 63–68.
10. Kondrat'ev P. S. *Zakonomernosti formirovaniya otdel'nykh vegetativnykh organov dereva v raznykh tipakh lesa i v raznykh zonakh Evropeyskoy chasti SSSR: Avtoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk* [Regularities of individual vegetative organs of tree in different forest types and in different zones of the European part of the USSR: author. Diss. ... candidate of agricultural sciences]. Moscow, MGU Publ., 1961. 22 p.
11. Lir Kh., Pol'ster G., Fidler G. - I. *Fiziologiya drevesnykh rasteniy* [Physiology of woody plants]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1974. 425 p.
12. Molchanov A. A. *Produktivnost' organicheskoy massy v lesakh razlichnykh zon* [The Productivity of organic mass in the forests of the various zones]. Moscow, Nauka Publ., 1971. 276 p.
13. Nadutkin V. D., Modyanov A. N. Above ground phytomass of woody plants deposits in dry pine forests [Nadzemnaya fitomassa drevesnykh rasteniy v sosnyakh zelenomoshnykh]. *Voprosy ekologii sosnyakov Severa: Trudy Komi fil. AN SSSR*. 1972. № 24. P. 70–80.
14. Nichiporovich A. A. On ways to improve the performance of plant photosynthesis in crops [O putyakh povysheniya proizvoditel'nosti fotosinteza v posevakh]. *Fotosintez i voprosy povysheniya produktivnosti rasteniy*. Moscow, Nauka Publ., 1963. P. 5–36.
15. Onuchin A. A., Kozlova L. N. Structural and functional changes of pine needles under the influence of platanov in the forest-steppe zone of Middle Siberia [Strukturno-funktsional'nye izmeneniya khvoi sosny pod vliyaniem pollyatantov v lesostepnoy zone Sredney Sibiri]. *Lesovodstvo*. 1993. № 2. P. 39–45.
16. Onuchin A. A., Spitsyna N. T. Patterns of change in the mass of needles in coniferous forest stands [Zakonomernosti izmeneniya massy khvoi v khvoynykh drevostoyakh]. *Lesovedenie*. 1995. № 5. P. 48–58.
17. Pozdnyakov L. K., Protopopov V. V., Gorbatenko V. M. *Biologicheskaya produktivnost' lesov Sredney Sibiri i Yakutii* [Biological productivity of forests in Middle Siberia and Yakutia]. Krasnoyarsk, 1969. 156 p.
18. Pravdin L. F. *Sosna obyknovennaya. Izmenchivost', vnutrividovaya sistematika i selektsiya* [Pine. Variability, intraspecific taxonomy and selection]. Moscow, Nauka Publ., 1964. 191 p.
19. Prygov E. V., Urodkova O. N., Feklistov P. A. The parameters of assimilate apparatus in different types of pine forests [Parametry assimilyatsionnogo apparata v raznykh tipakh sosnyakov]. *Ecologicheskie problemy Severa*. Arkhangel'sk, 2000. Issue 3. P. 25–28.
20. Tkachenko M. E. *Obshchee lesovodstvo* [Total forestry]. Ed. 2. Moscow, Leningrad, 1955. 600 p.
21. Tuzhilkina V. V., Kuziv E. A. Defining the surface of the needles of pine and spruce in the middle taiga subzone [Opredelenie poverkhnosti khvoi sosny i eli v sredney podzone taygi]. *Biogeotsenologicheskie issledovaniya khvoynykh fitotsenozov na Severe*. Syktyvkar, 1983. P. 16–20.
22. Utkin F. I., Dylis A. V. The study of the vertical distribution of biomass in the forest phytocenoses [Izuchenie vertikal'nogo stroeniya biomassy v lesnykh fitotsenozakh]. *Bulleten' MOIP. Otd. Biol.* 1996. Vol. 72. № 6. P. 79–91.
23. Feklistov P. A. Development of the assimilation apparatus of pines obicno-tively in terms of Arkhangel'sk [Razvitie assimilyatsionnogo apparata sosny obyknovennoy v usloviyakh g. Arkhangel'ska]. *Problemy lesovyrashchivaniya na Evropeyskom Severe*. Arkhangel'sk, AGTU Publ., 1999. P. 85–88.
24. Feklistov P. A., Evdokimov V. N., Barzut V. M. *Biologicheskie i ekologicheskie osobennosti rosta sosny v severnoy podzone Evropeyskoy taygi* [Biological and ecological peculiarities of growth of pine in Northern taiga subzone of the European]. Arkhangel'sk, IPTs AGTU Publ., 1997. 140 p.
25. Feklistov P. A., Tyukavina O. N. *Osobennosti assimilyatsionnogo apparata, vodnogo rezima i rosta derev'ev sosny v osushennykh sosnyakh: Monografiya* [Features of assimilation apparatus, water regime and growth of pine trees in drained pine forests: Monograph]. Arkhangel'sk, ID SAFU Publ., 2014. 179 p.
26. Zelniker Y. L. *Radiatsionnyy rezhim pod pologom lesa* [Radiation regime under forest canopy]. Moscow, Nauka Publ., 1969. 100 p.
27. Tsel'niker Yu. L., Korzukhin M. D., Zeyde B. B. *Morfologicheskie i fiziologicheskie issledovaniya krony derev'ev* [Morphological and physiological studies of tree crowns]. Moscow, Mir Uranii Publ., 2000. 96 p.
28. Tadaki Y. Biomass of forests, with special reference to the leaf biomass of forests in Japan // *Journal of Japanese Forest Society*. 1976. Vol. 58. № 11. P. 416–423.

Поступила в редакцию 09.11.2015