

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКОВ В УСЛОВИЯХ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

**А. А. МАРТЫНЮК, д-р биол. наук,
Всероссийский научно-исследовательский
институт лесоводства и механизации лесного
хозяйства (ВРИИЛМ)**

Приводятся закономерности изменения запасов, фракционной структуры и годичной продукции надземной фитомассы сосновых молодняков, подверженных воздействию промышленных выбросов. По мере ослабления насаждений запасы их надземной фитомассы снижаются, в ее фракционном составе увеличивается доля хвои при одновременном сокращении участия древесины стволов. В организме деревьев наблюдается перестройка направленности обменных процессов на поддержание работоспособности фотосинтезирующей части в ущерб приросту древесины, что рассматривается как общая защитная реакция деревьев на аэротехногенное воздействие.

Ключевые слова: промышленные выбросы, сосновые насаждения, надземная фитомасса, фракционный состав, продуктивность хвои, устойчивость насаждений.

Работы по исследованиям биологической продуктивности лесов в нашей стране, начавшиеся во второй половине прошлого века, получили особое развитие в годы проведения Международной биологической программы (1965–1975), призванной обеспечить оптимизацию природопользования на основе неистощительного потребления возобновляемых природных ресурсов [4, 6, 14, 18, 19]. Промышленные эмиссии оказывают существенное влияние на продуктивность лесов [21, 24–27]. Исследования биопродуктивности лесов в таких условиях [2, 22, 24] свидетельствовали об изменении запасов фитомассы насаждений, перестройке их фракционной структуры и распределения ее по вертикальному профилю древостоя. Вместе с тем, работы в этом направлении не дают возможности в достаточной мере оценить величины количественных изменений продуктивности лесных сообществ, понять направленность продукционных процессов в лесах, поврежденных воздушным загрязнением в их взаимосвязи с устойчивостью экосистем к загрязнению.

Для исследования этих вопросов мы провели изучение надземной фитомассы сосновых молодняков разной степени ослабления промышленными

выбросами и получили результаты, свидетельствующие о перестройке обменных процессов в организмах деревьев на поддержание жизненно важной фотосинтезирующей части, позволяющей им адаптироваться к воздействию аэротехногенного загрязнения.

Исследования проводили в 1995 г. в сосняках зеленомошниково-лишайниковых, представленных культурами II класса возраста, подверженных воздействию эмиссий предприятий г. Дзержинска Нижегородской области. В середине 70-х гг. прошлого века суммарный объем выбросов предприятий составлял 240 тыс. т/год, а в начале 90-х – до 112 – 168 тыс. т/год [3, 15]. В составе эмиссий насчитывалось около 50 вредных веществ, из них 79% неорганических и 21% органических соединений. Среди неорганических веществ преобладают диоксид серы (41%), пыль (26%), оксид углерода (18%) и оксиды азота (6%).

Учитывая закономерное снижение уровня загрязнения лесных экосистем по градиенту расстояния от источников выбросов, пробные площади (ПП) для изучения фитомассы закладывали в насаждениях разной степени ослабления, произрастающих в сходных условиях местопроизрастания на различном удалении от предприятий (табл. 1). Поскольку фитомасса древостоев и ее фракционный состав зависят от возраста и густоты размещения деревьев в насаждении [14, 19, 20], то выбранные древостои на ПП имели близкие таксационные показатели.

Насаждения сосны вблизи источников выбросов (ПП 1 и 5) отличались пониженными показателями роста, запаса древесины и среднего изменения запаса древостоя, которые свидетельствовали о сильной степени его ослабления (табл. 1). С увеличением расстояния от источников выбросов (ПП 3 и 27) таксационные показатели и состояние древостоев заметно улучшались. Контрольные насаждения на ПП 26 и 29, расположенные на удалении 20 км от предприятий, имели показатели роста и состояния древостоев, соответствующие фоновым величинам.

Запасы фитомассы древостоев определяли по модельным деревьям, подобранным по ступеням толщины, а также степени повреждения [1, 6, 18, 19, 23]. На каждой пробной площади обрабатывали 15–17 моделей, распределенных по ступеням толщины пропорционально суммам площадей сечений; кроме того, учитывали массу самого тонкого и толстого деревьев. Определяли массу кроны и массу ствола. Крону дерева разделяли на три рав-

ные по протяженности части: верхнюю, среднюю и нижнюю; в каждой из них отдельно взвешивали охвоенные и неохвоенные ветви; из охвоенных частей отбирали навески для определения процентного содержания фракций хвои всех возрастов, охвоенных побегов и побегов текущего года. С помощью полученных соотношений и через массу охвоенных частей рассчитывали массу отдельных фракций в кроне.

Для определения процентного содержания сухого вещества и пересчета свежесрубленной массы фракций кроны в абсолютно сухую в трехкратной повторности отбирали образцы хвои всех возрастов, охвоенных и неохвоенных ветвей из каждой части кроны. Содержание сухого вещества в древесине устанавливали по секторным образцам, взятым на высоте 1,3 м, на 1/4, 1/2 и 3/4 высоты ствола [19]. Образцы всех видов высушивали до постоянного веса и взвешивали с точностью до 0,01 г.

Полученные данные о массе фракций фитомассы отдельных деревьев на пробной площади выравнивали с использованием регрессионных уравнений типа $\ln w = a + b \ln d^2 h$, а затем через ряды распределения деревьев по ступеням толщины производили расчет запасов надземной фитомассы и ее компонентов на один гектар площади насаждения [19].

Годичную продукцию древостоев на пробных площадях вычисляли по данным определения прироста биомассы модельных деревьев, используемых для оценки запаса надземной фитомассы. Продукцию стволовой древесины устанавливали через величину объемного прироста. За годичную продукцию хвои принимали ассимиляционную массу текущего года. Прирост хвои второго и более старших лет не учитывали, поскольку величина его незначительна [16]. Годичную продукцию охвоенных ветвей разного возраста определяли по отношению их массы к возрасту, продукцию неохвоенных ветвей – по отношению их массы к среднему возрасту ветвей в пределах мутовки [23]. Вычисление массы годичной продукции древостоя производили по схеме, аналогичной расчетам запасов надземной фитомассы.

Согласно произведенным расчетам, общие запасы надземной массы древостоев снижаются по мере увеличения степени ослабления насаждений (табл. 2). Так, надземная фитомасса сильно ослабленных выбросами 30-летних древостоев на ПП 1 составляет 525 ц/га в абсолютно сухом состоянии против 810 ц/га в слабо ослабленных на ПП 3. В 35 лет ослабленный древостой на ПП 27 имеет надземную фитомассу 861 ц/га, в то время как на контроле (ПП 26 и 29) – 1129 и 974 ц/га соответственно.

Масса стволов рассматриваемых древостоев колеблется в пределах 340–590 и 637–885 ц/га и имеет тенденцию к уменьшению с приближением к предприятиям. Минимальные значения массы ство-

Таблица 1
Характеристика сосновых насаждений, поврежденных выбросами предприятий г. Дзержинска Нижегородской области

Показатели	Пробные площади					
	1	5	3	27	26	29
Расстояние от предприятий, км	1,0	1,7	7,0	6,0	21,0	20,0
Состав	10 С	10 С	10 С	10 С	10 С	10 С
Возраст	30	30	30	35	35	35
Средняя высота, м	5,7	6,5	7,8	8,0	9,0	10,0
Средний диаметр, см	6,7	7,6	7,4	8,5	7,3	7,6
Бонитет	IV	IV	III – IV	III	III	III
Полнота	1,20	1,30	1,16	1,30	1,24	1,09
Запас, м ³ /га	83	96	136	180	194	160
Индекс состояния, относительные величины	3,0	2,8	2,1	1,9	1,4	1,3

ловой древесины характерны для наиболее ослабленного насаждения (ПП 1). Для обеих серий массы стволов характерно снижение доли стволовой древесины в надземной биомассе до 72% по мере приближения к источникам загрязнения (табл. 3).

В сосняке мшисто-лишайниковом такого же возраста в «нормальных» условиях на долю стволов приходится примерно 87% биомассы [6], в сосняке зеленомошниковом Красноярского края – 82% [19], в сосняке лишайниковом Средней Сибири – 87–88% [17].

Масса ветвей в насаждениях подвержена значительным колебаниям, что связано с широким диапазоном варьирования этого показателя и относительно низкой, по сравнению с другими компонентами фитомассы, точностью его определения [19]. Вместе с тем, в сильно ослабленных 30-летних древостоях ПП 1 отмечается снижение массы ветвей по сравнению со слабо ослабленным насаждением ПП 3 (табл. 2). В 35-летних ослабленных (ПП 27) и контрольных (ПП 26) сосняках различия в массе ветвей менее существенны, а в древостое ПП 29, отличающемся хорошим состоянием и ростом, масса ветвей даже меньше.

С приближением к источникам выбросов доля ветвей в надземной фитомассе повышается в 30-летних сосняках с 12,5 до 18,0%, в 35-летних – с 7,2 до 12,8% (табл. 3). Согласно расчетам М. Г. Семечкиной [19], ветви в сосновых молодняках незагрязненных условий среды составляют 8,7 – 9,2% от массы надземной части, что близко к показателям нашего контроля.

С увеличением ослабленности древостоев отмечается увеличение участия неохвоенных ветвей в составе общей надземной фитомассы до 12,6 – 13%

Таблица 2

**Запасы надземной фитомассы сосновых древостоев
разной степени ослабления промышленными
выбросами, ц сухого вещества на га**

Компоненты и фракции фитомассы	Пробные площади					
	1	5	3	27	26	29
Масса стволов	343	392	592	637	885	814
Масса ветвей:	76	102	95	104	116	67
в т. ч. неохвоенных	60	74	72	71	80	48
охвоенных	16	28	23	33	36	19
из них побеги текущего года	8	–	11	10	12	6
Масса хвои:	55	74	67	74	89	54
в т. ч. 1-го года	42	44	51	34	38	27
2-го года	13	27	15	35	41	20
3-го года	0,2	3	1	5	10	7
4-го года	–	–	0,1	–	0,2	0,4
Итого биомассы	474	568	754	815	1090	935
Масса сухих сучьев	51	–	56	46	39	39
Всего надземной фитомассы	525	–	810	861	1129	974

против 5 – 7% на контроле. В общей массе ветвей содержание неохвоенных и охвоенных фракций примерно одинаково у всех насаждений, и только сильно ослабленный древостой ПП 1 имеет повышенную долю (79% против 68 – 72% на контроле) неохвоенных частей вследствие преждевременного опадения хвои.

Масса побегов текущего года в насаждениях с разным ослаблением значительно не изменяется, однако максимальная доля участия ее в общей биомассе повышается в непосредственной близости от источника выбросов на ПП 1 (табл. 3). Следует особо отметить, что с ухудшением состояния насаждений доля однолетних побегов в массе охвоенных ветвей возрастает до 50% против 30 – 33% у слабо ослабленных и контроля.

Масса сухих сучьев в насаждениях составляет в среднем 46 ц/га, достигая максимума на ПП 1 и 3 (51 и 56 ц/га соответственно). Процентное содержание в общей фитомассе устойчиво возрастает с приближением к источникам загрязнения (табл. 2), что может быть вызвано повышенной освещенностью под пологом ослабленных выбросами древостоев, имеющих сильно ажурные кроны, и соответственно ухудшением условий для очищения стволов от сучьев.

Состояние хвои имеет большое значение для устойчивости насаждений в условиях промышленного загрязнения среды, поэтому охарактеризуем подробнее особенности формирования ее запасов, возрастного состава и продуктивности ассимиляции.

В исследованных древостоях масса хвои колеблется в пределах 55–89 ц/га воздушно-сухого состояния (табл. 2), что согласуется с литературными данными [12]. Как и биомасса ветвей, изменение запасов хвои в насаждениях не имеет однозначных тенденций в связи с их ослаблением. В 30-летнем возрасте наименьшее количество ассимиляционной массы отмечается в сильно поврежденном древостое ПП 1. В то же время сниженную массу хвои имеют и здоровые 35-летние сосняки ПП 29. С приближением к источникам выбросов и ухудшением состояния насаждений доля хвои в надземной биомассе увеличивается с 8,9 до 14 и с 5,8 до 9% для древостоев 30- и 35-летнего возраста соответственно (табл. 3), в основном за счет снижения участия стволовой древесины.

Поскольку эффективность ассимиляции хвои связана с ее возрастом [10], то определенный интерес представляет изучение возрастного состава массы хвои в насаждениях разной степени ослабления. По нашим данным (табл. 3), вблизи предприятий в сильно ослабленных насаждениях доля хвои текущего года увеличивается до 7,7–8,9% от надземной биомассы древостоя. Запасы и часть двухлетней хвои не имеют явной связи со степенью повреждения насаждений. С изменением режима загрязнения в древостоях наиболее значительно варьирует масса хвои третьего и четвертого годов, которая полностью отсутствует при сильном ослаблении.

При хроническом аэротехногенном воздействии наибольшему повреждению подвергаются деревья I–III классов Крафта [11]. Изучение зависимости структуры биомассы от диаметра деревьев показывает, что в сильно ослабленных древостоях деревья равного диаметра с контролем при сниженной общей биомассе и массе стволов имеют повышенное количество хвои в кроне. Различия возрастают у наиболее толстых деревьев, составляющих верхнюю часть полога и испытывающих первоочередное влияние загрязняющих атмосферных веществ (табл. 4).

С увеличением степени ослабления насаждений в годичной продукции их фитомассы наблюдается повышение доли продукции хвои при одновременном сокращении доли продукции стволовой древесины. Проведенные нами расчеты свидетельствуют о различиях в эффективности ассимиляции древостоев разного уровня ослабления выбросами (табл. 5). Так, отношение суммарной годичной продукции к общей массе хвои незначительно изменяется с увеличением степени ослабления древостоев. Относительно высокий показатель биологической продуктивности хвои на ПП 1, представленной сильно ослабленным древостоем, объясняется сниженным, вследствие преждевременного опадения, запасом хвои. Отношение общей годичной продукции к массе хвои текущего года здесь не превышает 2 раза,

Таблица 3

Удельный вес различных компонентов фракций надземной биомассы древостоев сосны разной степени ослабления выбросами, %

Компоненты и фракции надземной биомассы	Пробная площадь					
	1	5	3	27	26	29
Надземная биомасса	100	100	100	100	100	100
Древесина стволов	72,4	69,0	78,5	78,2	81,2	87,0
Ветви:	16,0	18,0	12,6	12,8	10,6	7,2
в т. ч. неохвоенные	12,6	13,0	9,5	8,8	7,3	5,1
охвоенные	3,4	5,0	3,1	4,0	3,3	2,1
из них побеги текущего года	1,7	Не опр.	1,4	1,2	1,1	0,6
Хвоя:	11,6	13,0	8,9	9,0	8,2	5,8
в т. ч. 1-го года	8,9	7,7	6,8	4,2	3,5	2,9
2-го года	2,7	4,8	2,0	4,3	3,8	2,1
3-го года	–	0,5	0,1	0,5	0,9	0,8
4-го года	–	–	0,02	–	0,02	0,04

тогда как в более жизнеспособных древостоях составляет 3,6–3,8 раза.

Между массой хвои и приростом древесины существует прямая зависимость, характеризующаяся высокими коэффициентами корреляции [8, 13]. Вычисленное нами отношение годичной продукции древесины стволов к общей массе хвои показывает, что на единицу массы хвои в сильно ослабленных древостоях приходится в 2–3 раза меньше годичной продукции стволов, чем на контроле (табл. 5).

Тесная зависимость прироста древесины от массы хвои подтверждается также данными анализа 58 моделей, отобранных в насаждениях разной степени ослабления выбросами (рис. 1). Прирост массы стволов отдельных деревьев пропорционален массе хвои, причем образование древесины снижается по мере увеличения ослабления. Различия в продукционной способности хвои деревьев разного повреждения достоверны на 5-процентном уровне значимости, причем они возрастают с увеличением количества ассимиляционной массы, т. е. с ростом размеров дерева, что согласуется с выводами о первоочередном ослаблении выбросами более толстых деревьев в верхней части древесного полога. Другими словами: уменьшение запасов надземной фитомассы древостоев и, в первую очередь, массы стволов является следствием снижения продуктивности ассимиляционного аппарата ослабленных промышленными выбросами деревьев. Как видно из табл. 5, отношение суммарной годичной продукции к общей массе хвои в насаждениях разной степени повреждения относительно стабильно и изменяется значительно меньше, чем отношение годичной продукции стволов к общей массе хвои. Поэтому сокращение прироста древесины стволов деревьев в большей мере обусловлено перераспределением ассимилятов в организме, вызванным промышленным загрязнением. По-видимому, при повреждении деревьев происходит перестройка направленности обменных процессов ассимиляционного аппарата в «работу на себя» с целью поддержания работоспособности фотосинтезирующей части организма в ущерб приросту древесины, являющейся с точки зрения баланса ассимилятов «мертвым капиталом» [9].

По мнению Г. И. Гирс [7], торможение роста в стрессовых ситуациях служит общей защитной реакцией, связанной с переключением энергетиче-

Таблица 4

Удельный вес различных фракций в составе надземной биомассы деревьев разной толщины в сосняках (по выровненным данным)

№№ пр. пл.	Компоненты биомассы	Удельный вес биомассы деревьев, отобранных по ступеням толщины, см							
		2	4	6	8	10	12	14	среднее
1	Общая	100	100	100	100	100	100	100	100
	Ствол	85,5	78,5	75,2	72,1	68,0	64,3	68,8	68,8
	Ветви	8,1	12,0	14,5	16,4	18,4	20,3	14,3	16,7
	Хвоя	6,4	9,5	10,3	11,5	13,6	15,4	16,9	14,5
3	Общая	100	100	100	100	100	100	100	100
	Ствол	89,4	84,6	81,6	79,2	77,1	75,4	78,9	76,1
	Ветви	6,1	8,8	10,7	12,4	13,7	14,7	15,7	13,9
	Хвоя	4,5	6,6	7,7	8,4	9,2	9,9	10,4	10,0
26	Общая	100	100	100	100	100	100	100	100
	Ствол	88,8	85,8	83,2	81,4	79,9	78,7	77,8	79,5
	Ветви	6,2	8,4	9,6	10,6	11,3	11,8	12,3	11,3
	Хвоя	5,0	5,8	7,2	8,0	8,8	9,5	9,9	9,2

Таблица 5

Показатели отношений эффективности ассимиляции хвои древостоев сосны

Показатели	Пробные площади					
	1	5	27	3	26	29
Суммарная годовичная продукция/общая масса хвои	1,6	1,4	1,6	2,0	1,5	1,9
Годичная продукция стволов/общая масса хвои	0,4	0,4	0,8	0,7	0,7	1,1
Суммарная годовичная продукция/годичная продукция хвои	2,0	2,4	3,6	2,6	3,5	3,8

ских затрат на поддержание поврежденных клеток в активном состоянии и репарационные процессы. Следовательно, переориентация метаболизма на восстановление преждевременно опавшей хвои, потерю части ассимилирующей поверхности из-за некрозов, регенерацию хлорофилла и т. п. приводит к снижению запасов древесины, но обеспечивает жизнестойкость организма в условиях промышленной среды.

ВЫВОДЫ

Длительное воздействие промышленных выбросов приводит, одновременно с ухудшением таксационных показателей сосновых древостоев, к сокращению запаса их надземной фитомассы и стволовой древесины. Величины массы ветвей и хвои, характеризующиеся значительной вариабельностью, снижаются, как правило, только в сильно ослабленных насаждениях. Во фракционном составе биомассы древостоев по мере роста их ослабления происходит увеличение доли фракций кроны (прежде всего хвои) и снижение доли стволов. С усилением повреждения древостоев в составе надземной фитомассы возрастает участие хвои текущего года при значительной потере массы и доли хвои третьего и четвертого годов.

Ассимиляционный аппарат сосны, ослабленной промышленным загрязнением, характеризуется меньшей продукционной способностью, особенно при образовании стволовой древесины, чем в фоновых условиях. Различия в продукционной способности хвои деревьев разной степени повреждения возрастают с увеличением количества ассимиляционной массы, т. е. с увеличением размеров дерева. По-видимому, при повреждении деревьев происходит перестройка направленности обменных процессов их ассимиляционного аппарата на поддержание работоспособности жизненно важной фотосинтезирующей части организма в ущерб приросту древесины, что можно рассматривать как общую защитную реакцию на аэротехногенное воздействие.

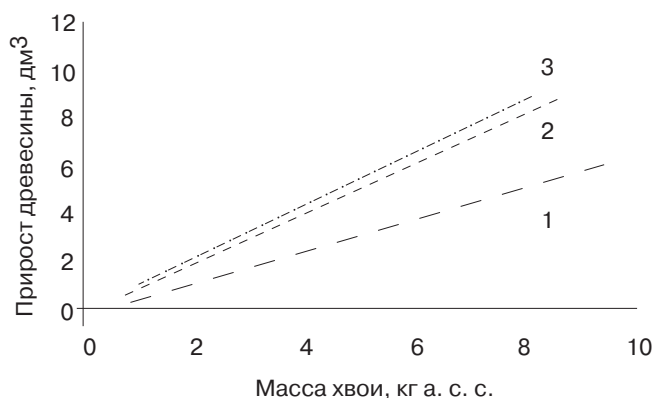


Рис. 1. Связь прироста древесины (V) деревьев с массой хвои (M).
Пробные площади: 1 – 1 ($V = 223 + 499 M$, $r = 0,93$);
2 – 27 ($V = 199 + 991 M$, $r = 0,98$);
3 – 26 ($V = 256 + 992 M$, $r = 0,98$);
а. с. с. – абсолютно сухой состав

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абатуров Ю. Д. Определение массы хвои у молодых деревьев сосны по средним побегам / Ю. Д. Абатуров, А. А. Матвеева // Лесоведение. – 1974. – № 2. – С. 12 – 16.
- Аугустайтис А. А. Особенности формирования надземной фитомассы сосновых молодняков в условиях загрязнения природной среды / А. А. Аугустайтис // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л., 1989. – Т. 12. – С. 32 – 51.
- Безуглая Э. Ю. Чем дышит промышленный город / Э. Ю. Безуглая, Г. П. Расторгуева, И. В. Смирнова. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 254 с.
- Биологическая продуктивность лесов Поволжья. – М.: Наука, 1982. – 282 с.
- Ватковский О. С. Методы определения фитомассы ствола и кроны / О. С. Ватковский // Лесоведение. – 1968. – № 6. – С. 58 – 64.
- Габеев В. Н. Биологическая продуктивность лесов Приобья / В. Н. Габеев. – Новосибирск: Наука, 1976. – 170 с.
- Гирс Г. И. Физиология ослабленного дерева / Г. И. Гирс. – Новосибирск: Наука, 1982. – 255 с.
- Иванчиков А. А. Фитомасса сосняков Карелии и ее изменение с возрастом древостоев / А. А. Иванчиков // Лесные растительные ресурсы Карелии. – Петрозаводск, 1974. – С. 37 – 51.
- Лархер В. Экология растений / В. Лархер / Пер. с нем. – М.: Мир, 1978. – 384 с.
- Лир Х. Физиология древесных растений / Х. Лир, Г. Польстер, Г. И. Фидлер / Пер. с нем. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 424 с.
- Мартынюк А. А. Влияние промышленных выбросов на рост и производительность сосновых древостоев / А. А. Мартынюк, Н. И. Данилов // Лесн. хоз-во. – 1989. – № 4. – С. 25 – 27.

12. **Мерзленко М. Д.** Биологическая продуктивность культур сосны обыкновенной в зависимости от густоты посадки / М. Д. Мерзленко, А. И. Гурцев // Лесоведение. – 1982. – № 2. – С. 85 – 88.

13. **Митруков А. Е.** Продуктивность сосняков лишайникового типа в южной Карелии и пути ее повышения: Автореф. дис. канд. биол. наук / А. Е. Митруков. – Л., 1977. – 17 с.

14. **Молчанов А. А.** Методика изучения прироста древесных растений / А. А. Молчанов, В. В. Смирнов. – М.: Наука, 1967. – 100 с.

15. Обзор состояния загрязнения воздуха в городах и промышленных центрах на территории ЦГКС / Верхневолжское территориальное управление по гидрометеорологии и контролю природной среды. – Горький, 1972 – 1983.

16. **Орлов А. Я.** Динамика массы хвои в сосновых культурах / А. Я. Орлов // Лесоведение. – 1980. – №1. – С. 34 – 41.

17. **Поздняков Л. К.** Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии / Л. К. Поздняков, В. В. Протопопов, В. М. Горбатенко. – Красноярск: Наука, 1969. – 155 с.

18. **Родин Л. Е.** Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности / Л. Е. Родин, Н. И. Базилевич. – М.-Л.: Наука, 1968. – 143 с.

19. **Семечкина М. Г.** Структура фитомассы сосняков / М. Г. Семечкина. – Новосибирск: Наука, 1978. – 164 с.

20. **Сироткин Ю. Д.** Фитомасса культур сосны разной исходной густоты / Ю. Д. Сироткин, П. В. Грук // Лесоведение и лесн. хоз-во. – Минск, 1980. – С. 35 – 39.

21. **Смит У. Х.** Лес и атмосфера / У. Х. Смит / Пер. с англ. / Под ред. А. С. Керженцева. – М.: Прогресс, 1985. – 429 с.

22. **Тябера А. П.** Оценка изменений радиально-го прироста деревьев под влиянием загрязнения среды / А. П. Тябера // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. – Пушкино. 1984. – С. 194 – 195.

23. **Уткин А. И.** Методика исследований первичной биологической продуктивности лесов / А. И. Уткин // Биологическая продуктивность лесов Поволжья. – М.: Наука, 1982. – С. 59 – 72.

24. **Цветков В. Ф.** Лес в условиях аэротехногенного загрязнения / В. Ф. Цветков, И. В. Цветков. – Архангельск, 2003. – 354 с.

25. **Knabe W.** Immissionsökologische Waldzustandserfassung in Nordrhein- Westfalen / W. Knabe // Allg. Forstzeitschrift. – 1981. – В. 36, Н. 26. – S. 641 – 643.

26. **Kozlovski T.** Responses of woody plants to environmental pollution / T. Kozlovski, H. Constantini-dou // Forestry Abstracts. – 1986. – V. 47, N 1. – P. 5 – 51.

27. **Štefancik J.** Vplyv imisii na drevinovu zložku lesneho ekosystému / J. Štefancik // Cistota ovzduš. – 1992. – V. 22, N 3. – С.95 – 103.

PECULIARITIES OF FORMATION OF SURFACE PHYTOMASS IN YOUNG PINE STANDS AFFECTED BY INDUSTRIAL POLLUTION

A. A. MARTINYUK, Dr. hab

All-Russian Research Institute of Forestry and Forest Mechanization (VNIILM)

Peculiarities of change of surface biomass stock, fraction structure and needles yield in pine stands affected by industrial emissions are investigated. Surface biomass stock tend to decrease while crown (in particular needles) fraction grows with simultaneous reduction of stem timber part. In conditions of industrial pollution, metabolism of pine is transformed to maintain photosynthesis efficiency at the expense of timber production. This transformation is regarded as a general protective response of trees to industrial pressure.

Key words: industrial emissions, pine stands, surface phytomass, fraction structure, productivity of needles, resistance of forest stand.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ НАДЗЕМНОЇ ФІТОМАСИ СОСНОВИХ МОЛОДНЯКІВ В УМОВАХ АЕРОТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ

О. О. МАРТИНЮК, д-р біол. наук, Всеросійський науково-дослідний інститут лісівництва і механізації лісового господарства (ВНДІЛМ)

Наводяться закономірності змін запасів, фракційної структури й річної продукції надземної фітомаси соснових молодняків, які піддаються впливу промислових викидів. Зі збільшенням ослаблення насаджень запаси їх надземної фітомаси знижуються, в її фракційному складі збільшується частка хвої при одночасному зменшенні участі деревини стовбурів. В організмі дерев відбувається перебудова спрямування обмінних процесів на підтримання працездатності фотосинтезуючої частини за рахунок приросту деревини, що розглядається як загальна захисна реакція дерев на аэротехногенну дію.

Ключові слова: промислові викиди, соснові насадження, надземна фітомаса, фракційний склад, продуктивність хвої, стійкість насаджень.