

ДИНАМИКА ФИТОМАССЫ ТРАВ И КУСТАРНИЧКОВ В НАПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ СОСНОВЫХ КУЛЬТУР, СОЗДАНЫХ НА ВЫРУБКАХ БЕРЕЗНЯКОВ

DYNAMICS OF THE PHYTOMASS OF HERBS AND FORBS IN THE GROUND COVER OF PINE CULTURE CREATED ON FELLING OF BIRCH FORESTS

**O. Kulyasova
A. Shishkin
V. Razmanova**

Summary. In the conditions of the northern forest-steppe of the Tyumen region, the dynamics of the above-ground phytomass of the living ground cover was studied when changing natural birch forests with culture Scots pine. It was shown that in the third year after clear cutting of birch forests, the mass of herbs increases, compared to birch forests, by more than 2 times (up to 276.53 g /m²), mainly due to species of the families Apiaceae, Asteraceae, Fabaceae and Poaceae. In artificial pine plantations, the total phytomass of herbs and shrubs decreases with increasing pine age, reaching 24.93 g /m² in 60-year-old cultures. In birch forests, in their clearings and in 15-year-old pine cultures, the main part of phytomass is formed by plants of the first high-altitude substage (61–130 cm), in cultures over 30 years old — plants of the third high-altitude substage (less than 30 cm).

Keywords: Phytomass; living ground cover; birch forests; Scots pine culture; northern forest-steppe.

Кулясова Оксана Алексеевна

Старший преподаватель, Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)
oksana-2505kul@mail.ru

Шишкин Александр Михайлович

К.с.-х.н., доцент, Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)
kafedra-331@mail.ru

Разманова Вера Ерофеевна

Старший преподаватель, Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)
razmanovave@gausz.ru

Аннотация. В условиях северной лесостепи Тюменской области изучена динамика надземной фитомассы живого напочвенного покрова при смене естественных березовых лесов культурами сосны обыкновенной. Показано, что на третий год после сплошных рубок березняков масса трав возрастает, в сравнении с березовыми лесами, более чем в 2 раза (до 276,53 г/м²), преимущественно за счет видов семейств Apiaceae, Asteraceae, Fabaceae и Poaceae. В искусственных сосновых насаждениях общая фитомасса трав и кустарничков снижается с увеличением возраста сосны, достигая 24,93 г/м² в 60-летних культурах. В березняках, на их вырубках и в 15-летних сосновых культурах основную часть фитомассы формируют растения первого высотного подъяруса (61–130 см), в культурах старше 30 лет — растения третьего высотного подъяруса (менее 30 см).

Ключевые слова: фитомасса; живой напочвенный покров; березняки; культуры сосны обыкновенной; северная лесостепь.

Современное состояние лесов в значительной степени определяется деятельностью человека. Интенсивное лесопользование оказывает влияние на все компоненты лесных сообществ, в том числе живой напочвенный покров (ЖНП), особо чувствительный к внешним воздействиям. Оценка продуктивности напочвенного покрова имеет важное значение, так как его органическое вещество вносит большой вклад в общий круговорот углерода и азота в лесной экосистеме [12]. Изучение биологической продуктивности нижних ярусов лесных фитоценозов позволяет наиболее полно оценить современный ресурсный и экологический потенциал, прогнозировать будущее состояние лесных экосистем [11].

Существует достаточно большое количество работ, посвященных изучению изменения биологической продуктивности ЖНП под влиянием различных природных и антропогенных факторов: после рубок разной степени

интенсивности [7,10]; в ходе пирогенных [3,6] и демультиплексных сукцессий [1,5]. В ряде исследований особое внимание уделяется оценке продуктивности напочвенного покрова в искусственно созданных насаждениях [2,4,9]. Однако до настоящего времени слабо изученной остается динамика фитомассы нижних ярусов лесных биоценозов в процессе полной антропогенной смены древесных видов-эдификаторов.

Цель исследований: изучить изменение фитомассы живого напочвенного покрова при создании культур сосны обыкновенной на вырубках березняков разнотравных.

Задачи:

- ♦ исследовать временную динамику формирования фитомассы ЖНП в процессе смены естественных березняков искусственными сосновыми насаждениями;

Таблица 1. Фитомасса общая и наиболее обильных семейств живого напочвенного покрова (в абсолютно сухом состоянии), г/м²

Семейства	Березняки	Вырубки березня-ков	Культуры сосны, лет			
			15	30	45	60
Ariaceae	11,77	20,94	13,93	3,46	0,86	0,08
Asteraceae	6,64	28,96	20,78	2,63	1,06	0,75
Ericaceae	-	-	-	2,64	4,51	7,21
Fabaceae	2,71	5,08	4,22	0,61	0,26	0,06
Poaceae	66,17	204,84	85,12	11,19	4,58	0,43
Rosaceae	11,65	8,79	10,42	11,23	13,25	13,91
Общая фитомасса	121,98	276,53	155,34	35,71	27,36	24,93

- ♦ оценить изменение видовой структуры фитомассы в изучаемых сообществах;
- ♦ проанализировать распределение фитомассы ЖНП в соответствии с ярусностью фитоценозов.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились на территории Абатского административного района Тюменской области, расположенного в подзоне северной лесостепи. Изучение живого напочвенного покрова осуществлялось в коренных березняках злаково-разнотравных 50–55 летнего возраста, на их 3-летних вырубках и в культурах сосны обыкновенной, созданных посадкой по плужным (ПКЛ-70) бороздам на аналогичных вырубках 15, 30, 45 и 60 лет назад. Почвы исследованных участков серые и темно-серые лесные.

Учет надземной сырой фитомассы трав и кустарничков велся методом укусов. На пробных площадях по линейным трансектам закладывались не менее 20 учетных площадок площадью 1 м². Срезанные на уровне почвы растения в свежем состоянии разбирались по видам и высушивались при температуре 105 оС до постоянного веса [8]. Работы проводились во второй половине июля, когда отмечается максимальное развитие массы травянистой растительности. Фитомасса мхов и лишайников не учитывалась вследствие весьма незначительного их развития в лесостепных разнотравных березняках. Распределение видов трав и кустарничков по ярусам проводилось по А. П. Шенникову [13].

Результаты и обсуждение

Анализ видового состава исследуемых фитоценозов показал, что участие отдельных видов и семейств в сложении ЖНП существенно изменяется в процессе формирования искусственных сосновых насаждений.

В березняках злаково-разнотравных произрастает 89 видов травянистых растений, принадлежащих 65 родам 23 семейств. Наибольший вклад в общую надземную фитомассу травостоя, составляющую в среднем 121,98 г/м², вносят виды семейства Poaceae, формирующие около 54% фитомассы яруса (табл. 1). На долю растений семейств Fabaceae и Ariaceae приходится по 10% от всей массы травостоя; на виды семейства Asteraceae — 5,4%. Вклад остальных семейств в сложение напочвенного покрова менее значимый.

На трехлетних вырубках березняков злаково-разнотравных в совокупности обнаружено 94 вида травянистых растений 66 родов 21 семейства. После проведения сплошных рубок березняков происходит резкое повышение освещенности, устраняется корневая конкуренция древостоя, в результате чего надземная масса травянистых растений на свежих вырубках возрастает в среднем до 276,53 г/м². Максимальным обилием отличаются виды семейства Poaceae, доля которых в фитомассе яруса составляет 74%, а абсолютная фитомасса более чем в 3 раза превышает таковую в контрольных березняках. Помимо этого, в ЖНП наиболее представлены такие семейства, как Asteraceae (10,5%), Ariaceae (7,6%), Rosaceae (3,2%), Fabaceae (1,8%).

Создание искусственных насаждений на вырубках существенно изменяет экологические условия обитания растений, что приводит к смене видов — доминантов и перераспределению роли семейств в формировании продукции ЖНП. Уже в несомкнувшихся культурах 15-летнего возраста такие изменения довольно хорошо заметны. Общая фитомасса ЖНП здесь существенно ниже, чем на вырубках березняков, и составляет в среднем 155,34 г/м². Это связано с появлением корневой конкуренции древостоя и ухудшением светового режима в рядах: основная масса трав находится в междурядьях, под деревьями в пределах ряда фитомасса оказывается меньше в 5–7 раз.

В напочвенном покрове данных сообществ в совокупности отмечен 91 вид травянистых растений 63 родов 24 семейств. Наибольший вклад в общую фитомассу здесь также вносят злаки, но их представленность в травостое заметно ниже, чем на вырубках — около 55%, в силу чего увеличивается доля других семейств. Так, относительное участие растений семейства Asteraceae в 15-летних культурах по сравнению с вырубками увеличивается (до 13,4%), не смотря на то, что абсолютная масса видов этого семейства в культурах ниже, чем на вырубках. Аналогичная картина наблюдается в отношении семейств Apiaceae и Fabaceae, на долю которых приходится 9,0 и 2,7% соответственно. Исключение составляют виды семейства Rosaceae, относительное и абсолютное участие которых в общей фитомассе яруса увеличивается, по сравнению с вырубками, но не достигает уровня естественных березовых лесов.

После смыкания крон сосновых культур, что происходит к 25-летнему возрасту насаждений, освещенность нижних ярусов лесных фитоценозов резко снижается. В результате этого наблюдается существенное уменьшение общих запасов фитомассы ЖНП. В сосняках 30-летнего возраста со средней сомкнутостью крон 65% абсолютно-сухая масса трав и кустарничков в среднем составляет лишь 35,71 г/м². В напочвенном покрове здесь обнаружено 78 видов, принадлежащих 59 родам 22 семейств. На первое место по величине вклада в общую фитомассу выходят представители семейства Rosaceae (31,4%). Лидирующие позиции сохраняют и виды семейства Poaceae, однако их доля в общей массе трав и кустарничков (31,3%) существенно ниже, чем на вырубках и в молодых сосновых насаждениях. На виды семейств Apiaceae и Asteraceae приходится 9,7 и 7,4% соответственно. В культурах 30-летнего возраста впервые отмечаются представители семейства Ericaceae, типичные для хвойных лесов: зимолюбка зонтичная (*Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C.), одноцветка крупноцветковая (*Moneses uniflora* (L.) A. Gray), ортилия однобокая (*Orthilia secunda* (L.) House), грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.). Масса растений данного семейства составляет в среднем 7,4% от общей массы яруса.

С увеличением возраста сосновых насаждений действие экологических факторов, лимитирующих развитие травянистой растительности, усиливается (возрастает конкуренция со стороны древостоя, увеличивается затененность, повышается кислотность почвы), в результате чего наблюдается дальнейшее понижение массы растений живого напочвенного покрова.

В культурах 45-летнего возраста с сомкнутостью крон 75%, общая фитомасса яруса снижается в среднем до 27,36 г/м². Напочвенный покров представлен

51 видом трав и кустарничков 43 родов 21 семейства. Ведущая роль здесь принадлежит семейству Rosaceae, доля которого в общей массе яруса составляет 48,4%, в первую очередь благодаря видам земляники лесная (*Fragaria vesca* L.) и костяника каменистая (*Rubus saxatilis* L.). Доля участия семейства Ericaceae также возрастает и составляет 16,5%. Напротив, вклад семейств Poaceae, Asteraceae и Apiaceae в общую фитомассу трав и кустарничков снижается до 16,7; 3,9; 3,1% соответственно.

В 60-летних культурах сосны обыкновенной, сомкнутость крон которых в среднем составляет 80%, запасы надземной фитомассы трав и кустарничков наиболее низкие (24,93 г/м²). В составе ЖНП обнаружено 45 видов высших сосудистых растений 37 родов 19 семейств. Доля видов семейства Rosaceae увеличивается до 55,8%, Ericaceae — до 28,9%, Масса растений семейства Asteraceae составляет лишь 3,0%, Poaceae — 1,7% от общей фитомассы яруса.

Анализ вклада доминирующих в ЖНП видов трав и кустарничков в образование общей фитомассы яруса показал, что на различных возрастных этапах формирования сосновых культур роль того или иного вида может изменяться весьма существенно.

Так, фитомасса господствующих в травостое естественных березняков злаков (полевицы гигантской (*Agrostis gigantea* Roth.), вейника тростниковидного (*Calamagrostis arundinacea* L.), вейника наземного (*C. epigeios* (L.) Roth.) увеличивается после рубки древостоя и плавно снижается с возрастом сосновых насаждений, достигая минимума в культурах сосны 60-лет (рис. 1). Подобная динамика характерна и для медуницы неясной (*Pulmonaria obscura* Dum.), за исключением того, что фитомасса этого лесного вида на вырубках ниже, чем в березняках, где данный вид является одним из доминантов напочвенного покрова.

Совершенно иная картина изменения надземной фитомассы при смене березняков сосновыми культурами наблюдается для земляники лесной и костяника каменистой (рис. 2). Это виды с широкой экологической амплитудой в отношении факторов освещенности и кислотности почвы. Однако в березовых лесах, на их вырубках и в культурах сосны 15-летнего возраста масса этих видов относительно невысокая в связи с активным конкурентным влиянием со стороны других травянистых растений. Существенный рост фитомассы *Fragaria vesca* L. и *Rubus saxatilis* L. происходит только после смыкания крон соснового древостоя, когда из ЖНП начинают «выпадать» многие луговые и бетулярные виды вследствие ухудшения светового режима и повышения кислотности почвы.

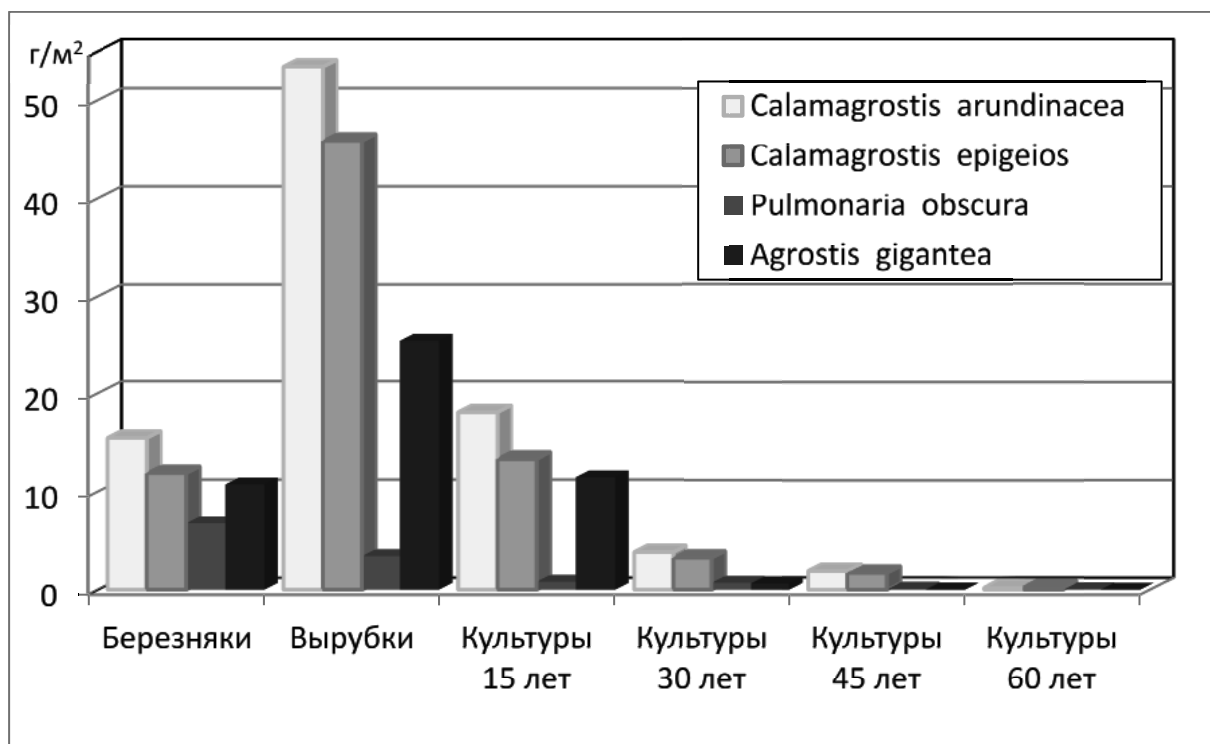


Рис. 1. Средняя фитомасса (г/м²) *Pulmonaria obscura* Dum. и видов семейства Poaceae в березняках, на их вырубках и в культурах сосны разного возраста

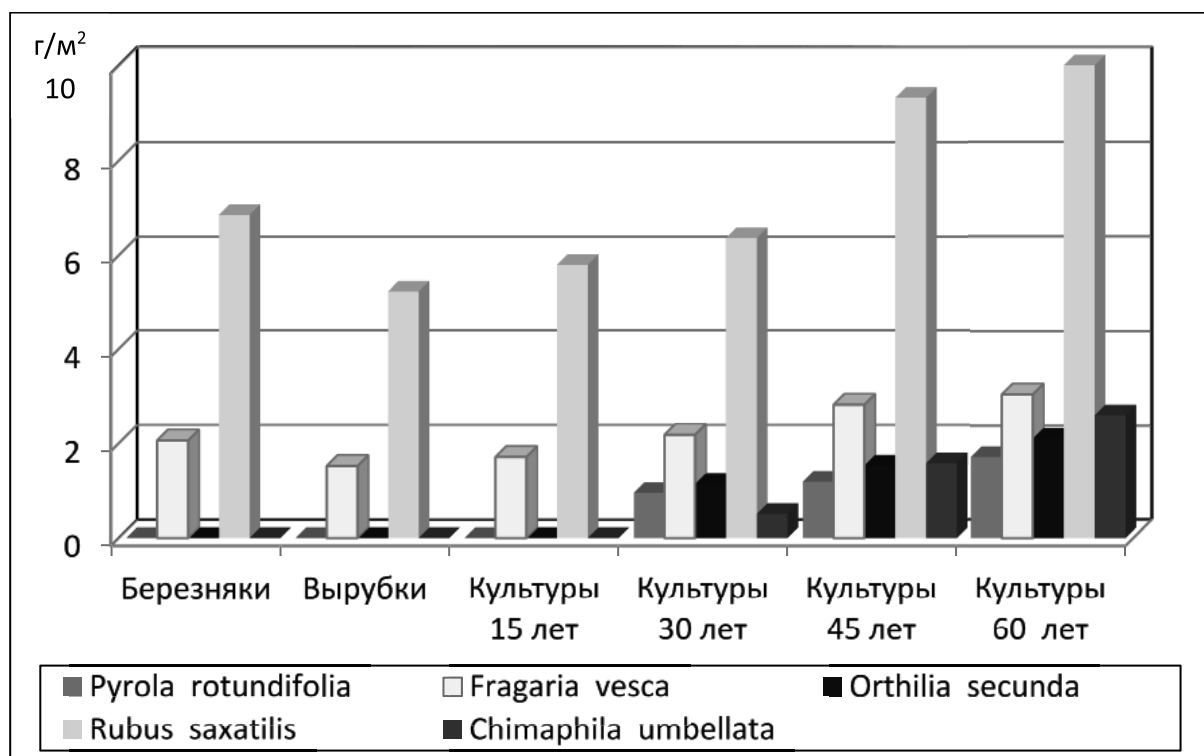


Рис. 2. Средняя фитомасса (г/м²) *Fragaria vesca* L., *Rubus saxatilis* L. и видов семейства Ericaceae в березняках, на их вырубках и в культурах сосны разного возраста

Таблица 2. Распределение фитомассы травяно-кустарничкового яруса по высотным подъярусам, %

Березняки	Вырубки березняков	Культуры сосны, возрастом (лет)			
		15	30	45	60
1 подъярус (61–130 см)					
63,7	82,8	78,1	36,8	14,6	1,8
2 подъярус (30–60 см)					
21,8	12,0	15,6	19,2	17,4	11,6
3 подъярус (менее 30 см)					
14,5	5,2	6,3	44,0	68,0	86,6

Подобная динамика фитомассы наблюдается в отношении видов семейства Ericaceae: *Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C., *Orthilia secunda* (L.) House, *Pyrola rotundifolia* L. Это обычные растения сосновых лесов, которые отсутствуют в березняках, и тем более на вырубках. Впервые данные виды обнаруживаются лишь в напочвенном покрове 30-летних сосновых культур, а в насаждениях 45–60-летнего возраста наблюдается дальнейшее увеличение их надземной массы.

Отмеченный рост фитомассы указанных видов свидетельствует о том, что в средневозрастных культурах сосны формируется достаточно благоприятный для них экологический режим. В условиях корневой конкуренции со стороны сосны, повышения кислотности почвы и накопления мощной лесной подстилки *Fragaria vesca* L., *Rubus saxatilis* L. и виды семейства Ericaceae оказываются в более выгодном положении, чем большинство видов березовых лесов. Эти растения хорошо переносят подкисление почвы, а их корневые системы расположены, преимущественно, в лесной подстилке и не конкурируют с древостоем за воду и минеральное питание.

Для оценки особенностей вертикального распределения фитомассы, в травяно-кустарничковом ярусе сообществ нами были выделены высотные подъярусы: *первый (верхний)* — высота до 120–130 см, *второй (средний)* — до 50–60 см, *третий (нижний)* — до 20–30 см [13].

Как показали исследования, в березняках разнотравных фитомасса травостоя на 63,7% сформирована растениями первого подъяруса (табл. 2). В первую очередь, это виды семейства Poaceae (*Agrostis gigantea* Roth., *Calamagrostis arundinacea* L., *C. epigeios* (L.) Roth. и др.), доля которых в фитомассе подъяруса около 50%. Кроме того, в первом высотном подъярусе значительную часть фитомассы образуют *Angelica officinalis* L., *A. sylvestris* L., *Centaurea scabiosa* L., *Lilium martagon* L., *Heracleum sibiricum* L., *Pleurospermum uralense* Hoffm.

На виды второго подъяруса (*Cirsium heterophyllum* (L.) Hill., *Inula salicina* L., *Poa angustifolia* L., *Hieracium*

umbellatum L., *Ranunculus polyanthemos* L. и др.) приходится 21,8% фитомассы травостоя. Третий высотный подъярус березняков включает в себя виды с достаточно высоким обилием и проективным покрытием: *Fragaria vesca* L., *Pulmonaria obscura* Dum., *Rubus saxatilis* L. Указанные три вида трав формируют более 90% массы нижнего подъяруса.

На трехлетних вырубках березняков разнотравных около 83% фитомассы образовано видами, относящимися к первому подъярусу. Это *Agrostis gigantea* Roth., *Alopecurus pratensis* L., *Calamagrostis arundinacea* L., *C. epigeios* (L.) Roth. и другие высокорослые злаки, доля которых в общей фитомассе подъяруса достигает 75%. Второй подъярус, на который приходится 12% от всей фитомассы травостоя, образован преимущественно видами семейств Asteraceae (*Achillea asiatica* Serg., *A. millefolium* L., *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill., *Inula salicina* L.) и Fabaceae (*Lathyrus pisiformis* L., *L. pratensis* L., *L. tuberosus* L., *Vicia cracca* L.). В третьем подъярусе, как и в ненарушенных вырубках березняках, основную часть фитомассы (88%) формируют *Fragaria vesca* L., *Pulmonaria obscura* Dum., *Rubus saxatilis* L.

В первые годы после создания культур на вырубках березняков вертикальное распределение массы трав и кустарничков меняется слабо. К 15-летнему возрасту сосновых насаждений доля видов первого подъяруса в общей фитомассе травостоя составляет около 78%. Видовой состав доминирующих в подъярусе растений аналогичен таковому на вырубках (*Agrostis gigantea* Roth., *Alopecurus pratensis* L., *Calamagrostis arundinacea* L., *C. epigeios* (L.) Roth., *Centaurea scabiosa* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Elytrigia repens* L. и др.).

В сомкнувшихся культурах 30-летнего возраста соотношение массы подъярусов травяно-кустарничкового яруса существенно отличается от предыдущих фитоценозов. Доля видов верхнего подъяруса в общей фитомассе снижается до 36,8%. Вклад же растений нижнего подъяруса возрастает до 44,0% за счет появления в напочвенном покрове видов семейства Ericaceae (*Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C. Barton,

Moneses uniflora (L.) A. Gray, *Orthilia secunda* (L.) House, *Pyrola rotundifolia* L., а также за счет увеличения массы *Fragaria vesca* L. и *Rubus saxatilis* L.

Подобная тенденция сохраняется и в насаждениях 45 и 60-летнего возраста: доля фитомассы, созданная видами первого подъяруса с возрастом сосновых культур снижается до 14,6 и 1,8%, доля видов третьего подъяруса возрастает до 68,0 и 86,6% соответственно. Помимо *Fragaria vesca* L., *Rubus saxatilis* L. и видов семейства Ericaceae, в формировании фитомассы нижнего подъяруса 60-летних культур заметное участие принимают *Goodyera repens* (L.) R. Br., *Majanthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Polygonatum officinale* All.

Выводы

1. Абсолютно-сухая фитомасса травянистых растений в березняках злаково-разнотравных зафиксирована в количестве 121,98 г/м²; на свежих вырубках березняков возрастает до 276,53 г/м²; в несомкнутых культурах сосны составляет в среднем 155,34 г/м². После смыкания крон древостоя отмечается резкое снижение массы трав и кустарничков: до 35,71 г/м² в 30-летних; 27,36 г/м² в 45-летних и 24,93 г/м² в 60-летних культурах сосны.

2. Доля участия видов семейств Apiaceae, Asteraceae, Fabaceae и Poaceae в общей фитомассе ЖНП увеличивается после вырубki древостоя и планомерно снижается с возрастом сосновых насаждений. Для видов семейств Rosaceae и Ericaceae характерна обратная тенденция.

3. По мере увеличения возраста сосновых культур фитомасса видов, доминировавших в естественных березняках (*Agrostis gigantea* Roth., *Calamagrostis arundinacea* L., *C. epigeios* (L.) Roth, *Pulmonaria obscura* Dum.), снижается. Одновременно с этим увеличиваются запасы фитомассы *Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C., *Fragaria vesca* L., *Orthilia secunda* (L.) House, *Pyrola rotundifolia* L., *Rubus saxatilis* L.— новых доминантов живого напочвенного покрова.

4. В березняках, на их вырубках и в 15-летних сосновых культурах растения первого высотного подъяруса (61–130 см) формируют соответственно 63,7; 82,2 и 78,1% фитомассы травяно-кустарничкового яруса. В культурах старшего возраста основной вклад в продукцию травяно-кустарничкового яруса вносят виды третьего высотного подъяруса (менее 30 см): от 44,0% в 30-летних, до 86,6% в 60-летних сосняках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипкина И. И. Динамика травяного покрова в березняках, поврежденных непарным шелкопрядом (*Lymantria dispar* L.) на юге Тюменской области: автореф. дис. . . канд. биол. наук. Тюмень, 2006. — 26 с.
2. Габеев В. Н. Биологическая продуктивность сосновых лесов Южного Приобья: автореф. дисс. доктора биол. наук. Новосибирск, 1988. — 42 с.
3. Габышева Л. П. Изменение фитомассы живого напочвенного покрова после пожаров в лиственных лесах Центральной Якутии // Наука и образование. 2013. № 4. С. 62–65.
4. Гончарова И. А., Собачкин Р. С. Продуктивность травяно-кустарничкового яруса в культурах сосны обыкновенной // Лесоведение. 2009. № 5. С. 63–68.
5. Иванова Н. С. Восстановительно-возрастная динамика нижних ярусов и принципы классификации растительности темнохвойных лесов западных низкогорий Южного Урала: автореф. дис. . . канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 1999. — 21 с.
6. Ковалева Н. М. Динамика фитомассы живого напочвенного покрова сосняков после низовых пожаров // Растительные ресурсы. 2015. Т. 51. Вып. 2. С. 145–153.
7. Мартынова М. В., Султанова Р. Р. Состав и биомасса травянистого яруса в нарушенном рубками древостое липы мелколистной // Аграрный вестник Урала. 2014. № 10. С. 59–63.
8. Методы изучения лесных сообществ. — СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. — 240 с.
9. Носова Л. М. Структура, функционирование и динамика искусственных лесных насаждений центра Русской равнины: автореф. дисс. доктора биол. наук. Москва, 1992. — 86 с.
10. Панов А. В., Онучин А. А., Кошурникова Н. Н. Структура и динамика фитомассы на вырубках в сосняках лишайниковых Средней Сибири // Вестник КрасГАУ, 2009. № 12. С. 129–133.
11. Спицына Н. Т. Биологическая продуктивность березовых насаждений Канской лесостепи: автореф. дис. . . канд. с.-х. наук. Красноярск, 1996. — 25 с.
12. Усольцев В. А. Фитомасса лесов Северной Евразии: база данных и география. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. — 708 с.
13. Шенников А. П. Введение в геоботанику. Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. — 447 с.

© Кулясова Оксана Алексеевна (oksana-2505kul@mail.ru),

Шишкин Александр Михайлович (kafedra-331@mail.ru), Разманова Вера Ерофеевна (razmanovave@gausz.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»