

УДК 581.52 (571.52)

СТРУКТУРА ФИТОМАССЫ ВЫСОКОГОРНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ВЕРХОВЬЕВ РЕКИ БАЛЫКТЫГ-ХЕМ НАГОРЬЯ САНГИЛЕН (РЕСПУБЛИКА ТЫВА)

Самбыла Ч.Н.

ГБУ «Убсунурский международный центр биосферных исследований Республики Тыва и СО РАН», Кызыл, Россия (667007, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Интернациональная, 117, а), e-mail: Choigansam@mail.ru

Изучена структура фитомассы субальпийских лугов и тундр верховьев реки Балыктыг-Хем нагорья Сангилен Республики Тыва. Запас фитомассы субальпийских лугов и тундр составляет 251,5-3286,9 г/м² (абсолютно сухой вес), мортмасса - 22,7-702,4 г/м². С уменьшением относительной высоты над уровнем моря величина надземной части увеличивается от 424,9 до 3718,9 г/м². Соотношения сосудистых и споровых растений варьируют от 1:55,1 до 1:1,3, надземной и подземной частей - от 4,6:1 до 1,3:1. Наименьшие запасы фитомассы, не превышающие 403,0 г/м², характерны для дриадовых сообществ, приуроченных к вершинам нагорья. На глубине 0-10 см располагается 86,4-100% подземных органов растений, в том числе 62,5-100% – на глубине 0-5 (7) см, что является характерным для высокогорий Тувы.

Ключевые слова: фитомасса; структура; высокогорный пояс; тундры и луга; Балыктыг-Хем; нагорье Сангилен; Республика Тыва.

PHYTOMASS STRUCTURE OF HIGHLAND PLANT COMMUNITIES OF THE UPPER BALYKTYG-KHEM RIVER IN THE SANGILEN UPLANDS (REPUBLIC OF TYVA)

Sambyla C.N.

International Ubsunur Centre for Biosphere Research Republic of Tuva, SB RAS, Kyzyl, Russia (667007, Republic of Tuva. Internationalnaya str., 117, a), e-mail: Choigansam@mail.ru

The phytomass structure of subalpine meadows, lichen, grass, shrub, and dwarf shrub tundra has been studied of the upper Balyktyg-Khem river in the Sangilen uplands Republic of Tuva. The total volume of phytomass of the subalpine meadows and tundra – 251,5-3286,9 g/m² (oven dry weight), mortmass - 22,7-702,4 g/m². Ten prevalent types of phytocoensis were analyzed. The highest values of above-ground phytomass has *Caragana jubata* (3718,9 g/m²) tundra. The lowest above-ground phytomass value was recorded for *Dryas oxyodonta* tundra (424,9 g/m²). In these communities, with increasing altitude, the phytomass decreases, the vascular/spore plants ratio varies from 55:1–24:1 to 2:1–1:1, and the above ground/below ground parts ratio — from 1:2–1:4 to 1:1–1:2. The minimum volume of the aboveground phytomass less than 403,0 g/m² is observed in the dryad communities confined upland. The main body (86,4–100%) of subterraneous organs is 0–10 cm deep, including 62,5–100% — 0–5(7) cm, that is typical for the Tuva highlands on the whole.

Keywords: phytomass; mortmass; structure; high-mountain belt; tundra and meadows; Balyktyg-Khem; Sangilen uplands; Republic of Tuva.

Нагорье Сангилен является одной из крупных горных сооружений юго-восточной части Тувы. По географическому положению нагорье находится в зоне контакта таежной и пустынно-степной зон Северного полушария, что отражается на характере растительности. По мнению В.П. Седельникова (1984), здесь проходит южная граница распространения высокогорных лугов и северная граница распространения сообществ, свойственных высокогорьям аридной зоны, что представляет большой научный интерес [6].

Изучению растительного покрова высокогорий нагорья посвящены ряд трудов [6; 8-10]. Отдельные сведения о продуктивности и запасах фитомасс тундровых сообществ имеются в работах В.П. Седельникова, Е.Г. Зибзеева и Ч.Н. Самбыла [4; 5; 7]. Авторами приводится оценка надземной фитомассы (далее НФМ) растительных сообществ горно-

тундрового пояса, в основных формациях детально выявлена степень участия кустистых лишайников и листостебельных мхов, площади которых традиционно используются местным населением под выпас диких и домашних животных.

Целью работы является определение запаса фитомассы высокогорных сообществ верховьев р. Балыктыг-Хем, территории, характеризующей центральную часть нагорья Сангилен.

Район исследования находится между 50°06'07" с.ш. и 95°00'32" в.д., 49°52'01" с.ш. и 96°43'13" в.д., характеризуется обширным поднятием длиной около 250 км и шириной почти 100 км [2]. По геологическому строению оно сложено докембрийскими (протерозойскими) отложениями. Река Балыктыг-Хем (исток р. Малый Енисей) нагорья принадлежит к бассейну р. Енисей и берет начало с северных его склонов на высоте около 2760 м. По данным метеостанции «Эрзин», среднегодовая температура составляет здесь (-5)-(-6) °С, сумма годовых атмосферных осадков 400-600 мм. Средняя температура июля +13,7 °С, января (-30,5) °С. Сумма активных температур не превышает 800 °С [1]. Территория нагорья относится к Сангиленскому лиственничному горно-тундровому округу Восточно-Саянской горно-таежной провинции [3]. Общая площадь округа – 1357,8 тыс. га.

Материалы и методы. Материалом для исследований послужили работы, проведенные во время полевого сезона 2013-2014 гг. в верховьях р. Балыктыг-Хем (50°19'00.3" с.ш., 96°27'40.4" в.д.), на территории, административно входящей в состав Терехольского района Республики Тыва. Геоботанические описания девяти ключевых участков и учет фитомассы (всего 55 площадок) проводились по стандартным методикам, подробно описанным в ранее опубликованных работах [5].

Результаты и их обсуждение. В районе исследования высокогорные сообщества сформированы в пределах высот от 2000 до 2500 м над уровнем моря (н.у.м.), приурочены к скалистым и выровненным вершинам, верхним частям склонов крутизной 5-45°, северо-восточной, восточной и юго-восточной экспозициям.

На территории исследования господствующей является горно-тундровая растительность (50°19'00.3" с.ш., 96°27'40.4" в.д.). Субальпийские луга встречаются фрагментарно и формируются в местах с повышенным снегонакоплением. В нижней части пояса, с высот 2150-2200 м н.у.м., по склонам восточной экспозиции произрастают осоково-злаково-гераниевые луга, на юго-восточных, северо-восточных и южных склонах эти луга замещаются овсяницево-разнотравно-лишайниковыми, разнотравно-овсяницево-кладониевыми и горцово-осоково-овсяницевыми тундрами (рис. 1).

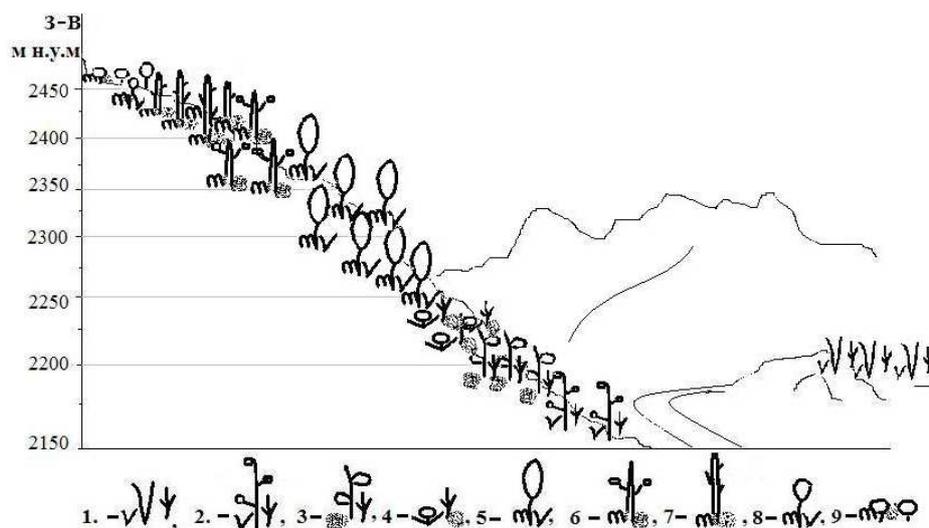


Рис. 1. Схема профиля верховья р. Балыктыг-Хем нагорья Сангилен. Условные обозначения сообществ: 1 - горцово-осоково-овсянищевое, 2 – осоково-злаково-гераниевое, 3 – разнотравно-овсянищевое-кладониевое, 4 – овсянищевое-разнотравно-лишайниковое, 5 – осоково-мохово-ерниковое, 6 – мохово-кладониево-адамсоворододендровое, 7 - мохово-кладониево-карагановогривастовое, 8 - мохово-кладониево-дриадовое, 9 – мохово-осоково-ерниковое.

Фитоценологические признаки этих тундр характеризуются общим проективным покрытием (ОПП) – 100%, одно- или двухъярусной вертикальной структурой (ВС), видовой насыщенностью (ВН), варьирующей от 22 до 45 видов на 100 м², высотой растений (ВР) – от 40 до 55 см. В НФМ субальпийских лугов и травяных тундр преобладают травы (проективное покрытие (ПП) – 95-100%, НФМ – 93,0-96,0%), такие как *Festuca altaica*, *F. ovina ssp. sphagnicola*, *Helictotrichon mongolicum*, *Poa sibirica* (злаковая фракция), *Kobresia filifolia*, *K. myosuroides*, *Carex pediformis* (осоковая), *Geranium pseudosibiricum*, *Pleurospermum uralense*, *Dracocephalum grandiflorum*, *Hedysarum sangilense* (разнотравная), лишайниковых тундр (ПП – 10-15%, НФМ – 41,4-45,0%) - *Cladonia arbuscula ssp. mitis*, *C. arbuscula ssp. arbuscula*, *Cetraria islandica*, *Flavocetraria cucullata* (лишайниковая). Соотношение сосудистых и споровых (мхов и лишайников) растений в субальпийских лугах – 1:23,5, травяных и лишайниковых тундрах – 1:55,1 и 1:1 соответственно. В НЧ величина НФМ остается стабильной (251,5-382,4 г/м², в среднем 335,3 г/м²), а НММ варьирует от 211,7 до 648,3 г/м² (в среднем 373,9 г/м²) (табл. 1). На глубине 0-5 см сосредоточено 62,5-85,8% подземных органов растений, к низу их количество резко снижается. Соотношение надземной (далее НЧ) и подземной (ПЧ) частей в субальпийских лугах – 2,2:1, травяных и лишайниковых тундрах – 4,6:1 и 4,5:1 соответственно. Аналогичные исследования, проведенные в разнотравно-копеечниковых и разнотравно-гераниевых лугах верховьев р. Нарын (1892-2037 м.н.у.м.), показали схожесть величин НФМ (231,3-279,5 г/м²) и НЧ (627,2-697,5 г/м²) с данными осоково-злаково-гераниевых лугов (табл. 1). Эти результаты

позволяют отметить, что в условиях высокогорий Тувы закономерным является не только отсутствие выраженного субальпийского пояса, но и строгой приуроченности их к абсолютным высотам. Близкие значения запасов НФМ, независимо от доминирующих видов, связано, вероятно, с близкими экологическими условиями их местообитания.

В средней части высокогорного пояса (2200-2400 м н.у.м.) встречаются осоково-мохово-ерниковые тундры с доминированием *Betula rotundifolia*. Выше, на более крутых и каменистых склонах ценотическая роль доминанта снижается и замещается *Rhododendron adamsii* и *Caragana jubata*, которые активно принимают участие в формировании мохово-кладониево-адамсоворододендровых и мохово-кладониево-карагановогривастовых тундр. Их ОПП – (100%), ВС становится трехъярусной, ВН варьирует от 25 до 30 видов на 100 м², ВР – 80 см. В НФМ доминирует кустарниковая фракция (ПП – 70-80%, НФМ – 75,9-95,5%), содоминируют моховая (*Ditrichum flexicaule*, *Hylocomium splendens*, *Orthotrichum speciosum*, *Orthothecium chryseon*, *Pleurozium schreberi*, *Pohlia wahlendbergii*, *Tereodon procerrimus* и *Timmia bavarica*) и лишайниковая фракции (*Flavocetraria cucullata*, *Thamnolia vermicularis*, *Alectoria ochroleuca*, *Cladonia arbuscula ssp. arbuscula*), на фоне развития мхов и лишайников, участие трав снижается (3,8-0,3%). Запас НФМ колеблется от 1524,1 до 3286,9 г/м² (в среднем 2476,0 г/м²), НММ составляет 432,0-702,4 г/м². В ряду карагановогривастовые, адамсоворододендровые и ерниковые тундры, снижается масса не только кустарниковой фракции, но и их НФМ, значения которых тесно связано с биологическими особенностями доминирующих видов (табл. 1, 2). В трех вариантах кустарниковых тундр соотношение сосудистых и споровых растений различно. Например, в ерниковых тундрах оно составило 1:10,5, адамсоворододендровых – 1:4,8, карагановогривастовых – 1:26,6. Аллокация корней растений вниз по почвенному профилю характеризуется тем, что на глубине 0-5 см обнаруживаются 64,5-96,1%. Ниже их количество снижается, что связано, в первую очередь, с каменистостью почв и близким залеганием горных пород. В кустарниковых тундрах, несмотря на столь значительное варьирование фракций в структуре НФМ и ПФМ, отношение НЧ и ПЧ равно 1:1.

Таблица 1

Запасы фитомассы высокогорных растительных сообществ нагорья Сангилен (абсолютно сухой вес, г/м²)

Фракция	Осоково-злаково-гераниевое		Разнотравно-овсяничево-кладониевое		Горцово-осоково-овсяничевое		Овсяничево-разнотравно-лишайниковое		Осоково-мохово-ерниковое	
НФМ*, в том числе:	334,0±13,0	100	373,4±21,3	100	251,5±37,4	100	382,4±31,0	100	2617,0±50,9	100
кустарники	-	-	26,9±15,6	7,2	15,1±4,2	6,0	-	-	2290,0±52,8	87,5
злаки	54,8±5,2	16,4	84,2±5,3	22,5	92,5±28,7	36,8	39,9±3,8	10,4	34,9±9,2	1,3
осоки	17,2±1,5	5,1	16,3±4,1	4,4	78,8±8,0	31,3	23,0±2,5	6,0	52,6±12,5	2,0
разнотравье	248,4±13,4	74,4	70,6±6,9	18,9	62,4±13,8	24,8	136,9±9,5	35,8	12,6±2,8	0,5
мхи	13,1±4,1	4,0	20,9±6,6	5,6	2,7±1,3	1,1	10,7±1,9	2,8	190,8±21,5	7,3
лишайники	0,5±0,4	0,1	154,6±35,1	41,4	-	-	172,0±27,1	45,0	36,1±3,1	1,4
НММ	319,1±46,8	100	648,3±67,9	100	316,5±28,4	100	211,7±11,9	100	702,4±9,3	100
Общая НЧ	653,1±45,8	100	1021,7±84,5	100	568,0±63,7	100	594,1±31,0	100	3319,4±53,2	100
Корни 0-10 см	1296,0±3,7	92,0	1912,0±23,4	91,6	2528,0±61,0	96,4	2576,0±23,2	95,3	2384,0±22,8	92,5
Корни 10-20 см	112,0±2,1	8,0	176,0±4,3	8,4	120,0±0,3	4,5	128,0±0,7	4,7	192,0±5,8	7,5
Общая ПЧ	1408,0±3,0	100	2088,0±26,8	100	2648,0±61,1	100	2704,0±23,5	100	2576,0±27,2	100

Примечание:* НФМ – надземная фитомасса, ПФМ – подземная фитомасса, НЧ – надземная часть, ПЧ – подземная часть, ± – ошибка средней, «-» – отсутствие фракции.

Таблица 2

Запасы фитомассы высокогорных растительных сообществ нагорья Сангилен (абсолютно сухой вес, г/м²)

Фракция	Мохово-кладониево- адамсоворододендровое		Мохово-кладониево- карагановогривастовое		Мохово- кладониево-дриадовое		Мохово-осоково- ерниковое	
НФМ в том числе:	1524,1±51,4	100	3286,9±159,7	100	402,2±13,4	100	1368,1±86,6	100
кустарники	1156,4±52,6	75,9	3139,4±150,4	95,5	0,0±0,0	0,0	1080,2±58,3	79,0
кустарнички	69,0±6,3	4,5	19,2±1,6	0,6	228,2±7,3	56,7	17,9±4,5	1,3
злаки	-	-	-	-	0,2±0,1	0,1	-	-
осоки	38,1±4,4	2,5	8,8±1,6	0,3	0,1±0,0	0,0	130,3±32,1	9,5
разнотравье	0,2±0,1	0,01	0,4±0,2	0,01	1,4±0,3	0,3	23,3±0,9	1,7
мхи	79,9±3,1	5,2	58,0±3,0	1,8	25,7±2,1	6,4	70,9±2,6	5,2
лишайники	180,4±5,4	11,8	61,0±7,4	1,8	146,7±6,4	36,5	45,5±1,5	3,3
НММ	523,2±43,0	100	432,0±13,8	100	22,7±1,8	100	654,4±11,2	100
Общая НЧ	2047,3±75,8	100	3718,9±164,0	100	424,9±13,3	100	2022,5±96,1	100
Корни 0-10 см	1362,1±23,3	86,4	3136,6±132,0	92,2	893,0±7,6	100	3185,6±95,0	98,0
Корни 10-20 см	214,5±8,2	13,6	266,2±14,3	7,8	-	-	64,0±7,2	2,0
Общая ПЧ	1576,6±28,2	100	3402,8±140,8	100	893,0±7,6	100	3249,6±98,0	100

Верхнюю часть высокогорного пояса (2450-2500 м н.у.м.) занимают дриадовые тундры. С увеличением высоты н.у.м. их ОПП снижается до 90-80%, ВС становится двухъярусной, ВН – 25-30 видов на 100 м², ВР – 6-11 см. В НФМ кустарничковая фракция является ведущей (ПП – 80-85%, НФМ – 56,7%). Ее образуют *Dryas oxyodonta* (ПП - 65%), незначительно *Arctous erythrocarpa*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Salix berberifolia*, *S. turczaninowii*, *S. rectijulis* и *Empetrum nigrum*, их НФМ составляет 228,2 г/м² (56,7%). Содоминируют *Cladonia arbuscula*, *C. nivalis*, *Cladonia furcata*, *C. turgida*, *Cetraria islandica*, *Thamnia vermicularis* (лишайниковая фракция), *Pyraliseia polyontha*, *Hedwigia ciliata* (моховая). Общий запас НФМ – 382,4 г/м², НММ – 22,7 г/м². Соотношение сосудистых и споровых растений равно 1:1,3, НЧ и ПЧ – 2:1.

Имеющиеся данные дриадовых тундр близлежащих территорий позволяют нам отметить, что к югу, юго-востоку нагорья меняется видовой состав содоминирующей лишайниковой фракции (*Alectoria ochroleuca* и *A. nigricans*), уменьшается НФМ кустарничков в 2 раза (хр. Аршан Дабаны-Нуру), напротив, к северу ее масса увеличивается в 1,6 раза (хр. Академика Обручева, Тумат-Тайга), что связано с географическим положением хребтов, а также влиянием влажных воздушных масс. К юго-востоку (хр. Аршан Дабаны-Нуру) заметно усиливается роль разнотравной фракции (6,9-16,0%), снижается моховой (0,9%) и к западу (хр. Улар) вовсе исчезает. Выявлено, что в дриадовых тундрах, в зависимости от горных систем, меняется не только величина НФМ доминирующей фракции, но и видовой состав сопутствующих растений, от которых зависит фракционный состав НФМ.

Среди дриадовых тундр, в местах снежных забоев, в растительном покрове появляются мохово-осоково-ерниковые тундры с ОПП – 95%, трехъярусной ВС и СВН – 26 видов на 100 м². Приуроченность этих тундр к открытым и выровненным местам с экстремальными условиями среды отражается на ВР (40 см), снижении ПП (40%) и НФМ (79,0%) кустарниковой фракции, и тем не менее в НФМ продолжает оставаться ведущей. Анализ фракционного состава НФМ мохово-осоково-ерниковых тундр показывает снижение роли моховой фракции до 5,2%, что связано с деятельностью иссушающих ветров, отрицательно влияющих на водный режим мхов. Снижение мощности мохового покрова способствует увеличению НФМ осоковой фракции в 2,5 раза по сравнению с ерниковыми тундрами нижележащего уровня. Несмотря на снижение величины общей НФМ (1368,1 г/м²) и НФМ кустарников (1080,2 г/м²), соотношение сосудистых и споровых растений, а также НЧ и ПЧ остается прежним.

Таким образом, в районе исследования в нижней части высокогорного пояса травяные и лишайниковые тундры имеют ландшафтное значение, субальпийские луга встречаются

локально. В среднем и верхнем поясах значительные площади занимают кустарниковые и шпалерно-кустарничковые ценозы соответственно. Наибольшие запасы фитомассы характерны для сообществ, произрастающих в средней части горно-тундрового пояса, с высотой н.у.м. эти показатели уменьшаются. В структуре надземной фитомассы усиливается роль кустарниковой (15,1-95,5%) и кустарничковой (19,2-56,7%) фракций, соотношение сосудистых и споровых растений варьирует от 1:55,1 до 1:1,3, а также надземной и подземной частей от 4,6:1 до 2:1. В кустарниковых тундрах, несмотря на столь значительное варьирование фракций в структуре НФМ и ПФМ, отношение НЧ и ПЧ равно 1:1, в дриадовых тундрах – 2:1. Во фракции мортмассы определенная закономерность не обнаруживается. На глубине 0-10 см располагается 86,4-100% подземных органов растений, в том числе 62,5-100% корней обнаруживается на глубине 0-5 (7) см, что является характерным для высокогорий Тувы.

Автор выражает благодарность д-ру биол. наук, проф. У.Н. Кавай-оол за ценные советы при написании статьи, а также канд. биол. наук И.А. Артемову и канд. биол. наук О.Ю. Писаренко, которые организовали экспедицию и оказывали важную методическую помощь в определении мхов, злаков и осок.

Список литературы

1. Бахтин Н.П. Климатические особенности и агроклиматические ресурсы Тувинской АССР // Сб. работ Красноярской гидрометеорологической обсерватории. — Красноярск, 1968. - № 1. — С. 26-68.
2. Воскресенский С.С. Геоморфология Сибири. — М. : Изд-во МГУ, 1962. — 348 с.
3. Маскаев Ю.М., Намзалов Б.Б., Седельников В.П. Геоботаническое районирование // Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР. — Новосибирск : Наука, 1985. — С. 210-248.
4. Зибзеев Е.Г., Самбыла Ч.Н. Ценотическая характеристика и запас надземной фитомассы тундровых сообществ хребта Академика Обручева // Раст. ресурсы. — 2007. — Т. 43, вып. 1. — С. 18-29.
5. Самбыла Ч.Н. Лишайники и мхи в запасе надземной фитомассы тундровых сообществ высокогорий Тувы // Известия Самарского научного центра РАН. — 2014. — Т. 16, № 5. — С. 86-92.
6. Седельников В.П. Высокогорная растительность нагорья Сангилен (Тувинская АССР) // Ботан. журн. — 1984. — Т. 69, № 3. — С. 325-333.

7. Седельников В.П. Растительность высокогорий // Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР. — Новосибирск : Наука, 1985. — С. 48-68.
8. Седельникова Н.В. Лихенофлора нагорья Сангилен. — Новосибирск : Наука сиб. отделение, 1985. — 180 с.
9. Седельникова Н.В., Седельников В.П. Геоботаническая характеристика ерниковых тундр западной части нагорья Сангилен // Растительные сообщества Тувы. — Новосибирск : Наука, 1982. — С. 183-194.
10. Соболевская К.А. Растительность Тувы. — Новосибирск : Наука, 1950. — 140 с.

Рецензенты:

Кавай-оол У.Н., д.б.н., профессор, зав. лабораторией генетики Тувинского государственного университета, г. Кызыл;

Сагды Ч.Т., д.б.н., профессор кафедры педагогики и методики дошкольного и начального образования Тувинского государственного университета, г. Кызыл.