

УДК 631.484 (571.65)

ЭЛЕМЕНТЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА В ЭКОСИСТЕМАХ КЕДРОВОГО СТЛАНИКА ВЕРХНЕЙ КОЛЫМЫ

© 2011 г. А. А. Пугачев

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН

685000 Магадан, ул. Портовая, 18

E-mail: etikhmenev@north-east.ru

Поступила в редакцию 10.12.2007 г.

Рассматриваются данные по запасам надземной фитомассы (26–43 т га⁻¹) и общим запасам растительного вещества (92.45–151.49 т га⁻¹), величинам ежегодного прироста (1.3–3.8 т га⁻¹год⁻¹) и опада (1/30–1/42 часть всей фитомассы) в экосистемах кедрового стланика. Дается оценка содержания зольных элементов в составе отдельных органов кедрового стланика, кустарников и кустарничков. Характеризуются показатели биологического круговорота зольных элементов и азота. Установлено, что величины ежегодного потребления химических элементов приростом растительной массы в ландшафтах кедрового стланика невелики: 44–104 кг га⁻¹, а количество ежегодно возвращаемых с опадом химических элементов значительно ниже их ежегодного поступления в растения: 20.2–41.0 кг га⁻¹.

Кедровый стланик, биомасса, прирост, опад, биологический круговорот.

Ареал кедрового стланика простирается от озера Байкал до восточных границ России. На Крайнем Северо-Востоке он проникает за Северный полярный круг и в отдельных случаях достигает 69°08' [15]. Наиболее густые заросли стланика образует на северном побережье Охотского моря, что обусловлено воздействием воздушных тихоокеанских вторжений, смягчающих континентальность климата. Надземная фитомасса кедровостланиковых сообществ достигает здесь 43.0 т га⁻¹ [5], что вполне сопоставимо с северо-таежными лесами европейской части страны [2].

Верховья Колымы по общей суровости климата значительно превосходят Северное Охотоморье и более всего сходны с континентальными районами Забайкалья, Канады и Аляски. Рассматриваемый регион характеризуется очень суровым климатом: среднегодовая температура от 8 до 12 °С, зима продолжительная и холодная, лето короткое с частыми заморозками на почве. В этих условиях криогенез постоянно сопутствует почвообразованию и является неотъемлемой его частью. При этом на разных по гранулометрическому составу и сложению породах формируются разного типа почвенные профили.

В условиях Верхней Колымы отчетливо выраженный пояс кедровостланиковых зарослей (50–150 м по вертикали) расположен между горными тундрами и лиственничными редколесьями. В районе хребта Большой Анначаг чистые заросли стланика развиваются в основном на выпуклых элементах рельефа, открытых действию ветров [4].

В поясе кедровостланиковых зарослей микро-рельеф обычно не выражен, что определило формирование здесь мало-контрастных почвенных комбинаций из подбуров различных подтипов [6]. На кислых породах (гранитах и даже сланцах) получили распространение подбурья оподзоленные, образующие иногда пятнистости с подзолами иллювиально-гумусовыми.

Учитывая своеобразие рассматриваемых ландшафтов, следует согласиться с мнением И. А. Соколова [14] о целесообразности выделения пояса стлаников в качестве самостоятельной географической зоны субполярных областей Восточной Сибири и Дальнего Востока.

Несмотря на широкое распространение кедровостланиковых зарослей на территории Верхней Колымы, определение запасов и структуры био-

МЕТОДИКА

массы, изучение годичной динамики растительного органического вещества, биологического круговорота зольных элементов и азота ранее не проводилось.

ОБЪЕКТЫ

Заросли кедрового стланика шикшево-бруснично-лишайникового приурочены к платообразной поверхности Верхнеколымского нагорья. Абсолютная высота 790 м над ур. моря, уклон 1° – 2° . Высота *Pinus pumila* 1.5–2.0 м, сомкнутость 0.7–0.8. Кустарники представлены *Betula middendorffii*. В кустарничковом ярусе доминируют *Ledum decumbens*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Empetrum nigrum*. По периферии пятен вымораживания обильна *Arctous alpina*. Среди лишайников преобладают *Cladonia rangiferina* и *Cetraria islandica*. Мхи, в основном *Polytrichum commune*, приурочены к куртинам стланика, реже к межкуртинным пространствам. В этих условиях формируется микрокомплекс подбуров таежных, подбуров сухомерзлотных и подбуров остаточноперегнойных пятна.

Профиль подбуров таежных слагают следующие генетические горизонты: A_0 0–2 см, A_{0T} 2–4 см, Bhf_1 4–19 см, Bhf_2 19–36 см, BCr 36–55 см, С элювий сланца. В строении профиля подбуров перегнойных выделяются следующие горизонты: A_0 0–3 см, A_0A_{0T} 3–15 см, $Bhfr$ 15–23 см, $Bhfr$ 23–49 см, Сг 49–59 см. Профиль подбуров остаточноперегнойных пятна: Kd 0–1 см, Ad 1–8 см, Bhr_1 8–18 см, Bhr_2 8–27 см, BCr 18–27 см.

Заросли кедрового стланика багульниково-лишайниковые расположены в средней части склона юго-восточной экспозиции. Абсолютная высота 810 м над ур. моря, уклон 5 – 10° . Сомкнутость *Pinus pumila* 0.7–0.8, высота 1.5–2.0 м. Встречаются единичные кусты *Betula middendorffii*. Кустарничковый ярус представлен *Vaccinium vitis-idaea*, *Ledum decumbens*, *Empetrum nigrum*. Среди лишайников доминируют *Cladonia alpestris* и *Cetraria cucullata*. Мхи распространены диффузно. Почвенный покров образован сложным сочетанием пятнистости подзолов иллювиально-гумусовых, подзолов торфянисто-перегнойных с пятнистостью подбуров сухоторфянистых и подбуров оподзоленных.

Профиль подзола иллювиально-гумусового образован следующими генетическими горизонтами: A_0 0–4 см, A_{0T} 4–11 см, $A1A2$ 11–19 см, $Bhfr$ 19–27 см, $Bhfr$ 27–41 см, BCr 41–60 см, С элюво-делювий лейкократового гранита. Профиль подбура оподзоленного: A_0 0–2 см, A_{0T} 2–5 см, $A2B$ 5–6 см, $Bhfr$ 6–18 см, $Bhfr$ 18–34 см, BCr 34–49 см.

Изучение запасов и структуры биомассы фитоценозов основано на методических указаниях, разработанных Л.Е. Родиным, Н.П. Ремезовым и Н.И. Базилевич [11].

Под фитомассой понималось количество живого органического вещества фитоценозов (высших растений, мхов и лишайников, без учета микрофауны и водорослей). Мортмасса – сумма органического вещества, заключенного в мертвой растительной массе. Биомасса – сумма фитомассы и мортмассы. Ежегодный прирост – количество растительной массы, нарастающей за год как во всей надземной, так и подземной сфере сообществ. Ежегодный опад – количество органического вещества, заключенного во всех ежегодно отмирающих частях растений.

Определению фитомассы кедрового стланика предшествовал сплошной пересчет ветвей и стволов, замеры их длины и толщины на площади 400 м². Средний диаметр стволов и ветвей у основания определяли общепринятым в лесной таксации методом через площадь поперечного сечения. Все ветви были группированы по односантиметровым ступеням толщины. При непосредственном учете растительной массы стланика выбирали по 4–6 модельных ветвей, по которым определяли запасы хвои, побегов ветвей и стволовой древесины. К последней относились части стланика, лежащие на земле, к ветвям – ветви первого порядка, отходящие от стволов и произрастающие отдельно. На графиках по оси ординат откладывали величину массы хвои, побегов и ветвей, а на оси абсцисс – величину толщины ветвей. Полученные значения для каждой ступени толщины позволили определить фитомассу стволовой части стланика. Ствол-корень (часть стланика, лежащая на земле и имеющая придаточные корни) и корни диаметром более 0,7 см в диаметре учитывали методом выборки. Возраст кедрового стланика определяли посредством подсчета годичных колец на спилах.

Определение запасов травяно-кустарничкового, мохово-лишайникового ярусов и подстилки проводилось с учетом неоднородности напочвенного покрова на площади 20 × 20 м. В каждом растительном сообществе закладывалось по 10 учетных площадок размером 0.5 × 0.5 м. После разборки, высушивания и взвешивания растительная масса пересчитывалась на 1 га.

За границу раздела биомассы на надземную и подземную части принималась линия перехода зеленых частей мхов в бурые. У лишайников к подземной массе относились более темные (по

сравнению с верхом) части, имеющие явный признак частичной деструкции.

Подземная растительная масса разбиралась на корни, остатки коры, измельченное органическое вещество (детрит), которое представляет собой обломки мелких корней и полуразложившийся корневой опад.

Прирост кедрового стланика определяли по массе хвои и побегов текущего года. При расчетах ежегодно прирастающей массы стволовой древесины и ветвей вес многолетних надземных органов делили на возраст растений.

У кустарничков прирост учитывался по массе листьев и побегов текущего года. Прирост однолетних частей кустарников и кустарничков суммировался с приростом их многолетней части, которая, по Данилову [3], составляет $1/34 - 1/38$ их общего запаса. Нарастание корней рассчитывалось пропорционально соотношению между однолетними и многолетними компонентами фитомассы. Допускали, что прирост мхов составляет от 20% их общей массы [9], а прирост лишайников – 5.4 [12].

Опад брусники принимали равным 9.7%, опад багульника – 7.0% [8], а остальных видов – 10.0% их надземной части. Опад мхов ориентировочно соответствовал 70.0% их ежегодного прироста [9]. При определении опада лишайников мы, исходя из работы А. С. Салазкина [12], приравнивали возраст лишайникового покрова ко второму периоду жизни – периоду обновления подтепия. Как известно, в этот период уже не происходит увеличение массы лишайника, т.к. прирост равен отмиранию. Опад корневой массы рассчитывали по соотношению между фитомассой опадающих и фитомассой многолетних частей. Содержание зольных элементов и азота проводился общепринятыми методами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Запасы и структура биомассы. Общая надземная фитомасса кедровостланиковых сообществ колеблется от 26 до 43 т га⁻¹ (табл. 1), что по 10-балльной шкале продуктивности фитоценозов соответствует V (25–50 т/га) группе [10].

Годичный цикл растительной массы. По величине годичного прироста (1.3–3.8 т га⁻¹ год⁻¹) экосистемы кедрового стланика относятся к очень малопродуктивным и малопродуктивным природным комплексам [11]. В зависимости от экологических условий участие основных компонентов фитомассы в создании прироста варьирует в широких пределах: фотосинтезирующие органы создают 51–60% прироста, стволовая древесина и

Таблица 1. Компоненты биомассы (т га⁻¹ сухой массы) в кедровостланиковых фитоценозах

Компоненты биомассы	Шикшево-бруснично-лишайниковый фитоценоз	Багульниково-лишайниковый фитоценоз
Надземная биомасса	37.87	64.15
Фитомасса	25.96	43.32
кедровый стланик	22.17	40.67
кустарнички	2.93	1.82
мхи, лишайники	0.80	0.84
Мертмасса	11.91	20.82
кедровый стланик	8.13	18.10
кустарнички	3.78	2.72
Подземная биомасса	54.58	87.34
мхи, лишайники	1.31	0.64
корни	37.54	56.02
детрит	15.78	30.68
Общая биомасса	92.45	151.49

Таблица 2. Показатели ежегодного прироста и опада (т га⁻¹ сухой массы)

Показатель	Шикшево-бруснично-лишайниковый фитоценоз	Багульниково-лишайниковый фитоценоз
Прирост	1.95	3.81
фотосинтезирующие органы	1.00	2.30
многолетние органы	0.36	0.28
корни	0.59	1.23
Опад	1.66	3.09
фотосинтезирующие органы	0.94	2.05
многолетние органы	0.23	0.07
корни	0.49	0.97

ветви 7–18% и корни 30–32% от величины общего прироста (табл. 2).

Прирост фитомассы рассматриваемых экосистем близок к приросту тундр восточно-европейского Севера и кустарничковых тундр Хибинских гор [10], составляя около половины годового прироста северо-таежных лесов Архангельской обл. [13].

Годовой опад составляет 1/14–1/46 часть всей фитомассы. В его составе доминируют фотосинтезирующие органы (57–66%) и корни (31–35%); роль стволовой древесины и ветвей невелика: 2–14%.

В составе опада кедрового стланика доминирует хвоя – 85–90%. С увеличением возраста

Таблица 3. Содержание (% к сухому веществу) азота и зольных элементов в составе доминирующих видов растений кедровостланиковых фитоценозов

Растения и их части	Чистая зола, %	N	Si	Ca	K	Mg	P	Al	Fe	Mn	S	Na
Кедровый стланик												
Хвоя												
1-го года	2.91	1.36	0.20	0.74	0.54	0.18	0.05	0.09	0.14	0.03	0.13	0.01
прошлых лет	2.16	1.31	0.16	0.46	0.34	0.22	0.03	0.11	0.08	0.14	0.14	Следы
Ветви												
1-го года	2.08	1.34	0.02	0.36	0.68	0.19	0.06	0.04	0.04	0.03	0.19	0.02
прошлых лет	0.98	0.43	0.05	0.20	0.23	0.06	0.04	0.07	0.02	0.03	0.15	Следы
Стволовая древесина												
	0.34	0.11	0.03	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	Следы	0.10	Следы
Корни												
0,7–0,5 см	0.61	0.17	0.03	0.22	0.04	0.04	0.02	0.03	0.01	0.01	0.08	Следы
менее 0,7 см	0.96	0.51	0.03	0.19	0.20	0.06	0.02	0.03	0.04	0.01	0.09	0.01
Береза Миддендорфа												
Листья												
свежий опад	2.86	1.41	0.08	0.91	0.21	0.22	0.11	0.07	0.10	0.16	0.09	0.01
старый опад	2.84	0.74	0.28	0.66	0.11	0.13	0.07	0.23	0.13	0.09	–	0.01
Ветви												
	1.00	0.56	0.04	0.28	0.15	0.07	0.03	0.02	0.04	0.02	–	сл.
Корни												
	1.11	0.39	0.04	0.30	0.17	0.08	0.04	0.03	0.02	0.03	0.05	0.01
Брусника												
Листья												
живые	2.22	0.60	0.10	0.64	0.26	0.11	0.10	0.02	0.12	0.10	0.16	0.02
отмершие	3.48	0.76	0.27	1.05	0.19	0.06	0.09	0.16	0.22	0.12	0.18	0.03
Стебли												
	2.36	0.56	0.07	0.59	0.27	0.12	0.06	0.15	0.10	0.16	–	0.02
Корни												
	0.42	0.52	0.01	0.11	0.07	0.04	0.01	0.01	0.01	0.03	–	0.01
Багульник стелющийся												
Листья												
живые	2.51	1.44	0.18	0.70	0.47	0.12	0.07	0.01	0.06	0.05	0.12	0.02
отмершие	1.81	1.05	0.17	0.40	0.17	0.06	0.05	0.10	0.09	0.07	–	0.02
Стебли												
	1.05	0.58	0.05	0.22	0.12	0.08	0.03	0.03	0.04	0.04	–	0.01
Корни												
	0.54	0.37	0.02	0.12	0.07	0.05	0.02	0.02	Следы	0.05	–	Следы

Примечание: прочерк – не определялось; следы – менее 0.005%.

экосистем ее участие в опаде уменьшается и возрастает роль почечных чешуек (4.5–7.6%), коры, пыльников (0.1–3.7%) и шишек (0.0–7.8%). Наибольшая величина опада хвои отмечается в конце августа – середине сентября.

Несоответствие между относительно большим поступлением опада на поверхность почвы и низкими темпами его разложения реализуется в формировании грубогумусовых подстилок и обогащении минеральной части почвенного профиля измельченным корневым спадом разной степени гумификации.

Химический состав растений. С увеличением возраста хвои в ней уменьшается аккумуляция N, Ca, K, P и Mn, что обусловлено не только процессами реутилизации, но и выщелачиваем химических элементов атмосферными осадками (табл. 3).

Обращает на себя внимание незначительное участие фосфора как в составе фитомассы, так и ее приросте, что по всей вероятности вызвано

содержанием в почвах значительных количеств несилкатных форм железа и алюминия, связывающих фосфорную кислоту. В свою очередь, аккумуляция в кедровом стланике Si опережает таковую P, что характеризует нетребовательность *Pinus pumila* к субстрату.

В опадающей хвое стланика заметно снижается содержание азота и зольных элементов, главным образом, калия. Заметна также тенденция к увеличению в опаде кремния, кальция и алюминия.

В подземной фитомассе кедрового стланика наиболее обеднены зольными элементами и азотом крупные корни, наиболее богаты – тонкие. Все фракции корней толще 0.7 см в диаметре близки по характеру аккумуляции элементов. В корнях тоньше 0.7 см резко повышается содержание азота, калия, магния, серы и железа.

Данные зольного состава кустарничков показывают, что общая их зольность, как правило, очень низка. Содержание чистой золы в их листьях со-

Таблица 4. Аккумуляция зольных элементов и азота кедровостланиковыми фитоценозами, кг га⁻¹

Показатель	Фитоценозы кедрового стланика			
	шикшево-бруснично-лишайниковый		багульниково-лишайниковый	
	зольные элементы	зольные элементы + азот	зольные элементы	зольные элементы + азот
Общая биомасса	349.9	546.5	1198.4	1942.4
Фитомасса	167.7	285.8	482.3	725.3
фотосинтезирующие органы	117.4	174.6	113.9	191.9
многолетние органы	62.8	86.2	272.8	402.2
корни	446.8	738.1	95.6	131.2
Мортмасса	157.9	202.5	716.1	1217.7
фотосинтезирующие органы	12.8	19.1	269.8	346.0
многолетние органы	23.4	28.3	24.3	36.1
мхи и лишайники	174.1	277.4	11.4	13.8
корни	78.6	210.8	257.2	410.1
детрит	62.5	98.6	153.4	411.1

ставляет 2.22 (*Vaccinium vitis-idaea*)–3.09% (*Ledum decumbens*), в стеблях варьирует от 1.05 (*Ledum decumbens*) до 2.36% (*Vaccinium vitis-idaea*).

Биологический круговорот. Величина ежегодного потребления химических элементов приростом растительной массы в ландшафтах кедрового стланика невелика: 47.1–98.6 кг га⁻¹ год, в том числе на фотосинтезирующие органы приходится 74–82%, стволую древесину и ветви 5–12% и корни 14% от общего потребления (табл. 4).

Зольные элементы и азот аккумулируются преимущественно хвоей кедрового стланика. В исследованных фитоценозах наиболее интенсивно аккумулируется азот; слабее кальций и калий.

Накопление химических элементов в фитомассе экосистем стланика варьирует от 546.5 до 725.3 кг га⁻¹, в том числе на фотосинтезирующие органы приходится 26–52%, многолетние одревесневшие части 32–55% и корни около 18%.

Из общей суммы на долю азота приходится до 40%. Вторую группу элементов по активности их накопления в фитомассе образуют кальций, калий и сера. Близкий характер аккумуляции присущ ельникам таежной зоны [13], некоторым сообществам восточноевропейской лесотундры [7].

Количество ежегодно возвращаемых с опадом химических элементов значительно ниже их ежегодного потребления: 20.2–41.0 кг га⁻¹, в том числе на долю фотосинтезирующих органов приходится 67–93%, многолетних надземных частей 1–5% и корней – 28%.

Основные биофильные элементы (азот, кальций, возможно, калий) энергично накапливаются

в отмершей растительной массе и лишь отчасти выносятся за пределы ландшафта. В подземной части кедрово-стланиковых фитоценозов сосредоточено 47–72% от общих запасов зольных элементов и азота. Основная масса их аккумулируется в сухоторфянистых и перегнойных горизонтах. Существенное участие в консервации химических элементов принимает измельченное органическое вещество и мелкие корни, среди которых преобладают отмершие.

По качественному составу основных аккумулируемых элементов (азот, кальций, калий) надземные и подземные части экосистем близки. При этом корневая масса, по сравнению с надземной биомассой, содержит больше железа, кремния и алюминия, т.к. в ней имеются механические примеси и опад пропитан минерализованными почвенными растворами.

В соответствии с классификацией Л.Е. Родина и Н.И. Базилевич [11] кедровостланиковые ландшафты могут быть охарактеризованы как (калиево-) кальциево-азотные, низкозольные, очень мало- и малопродуктивные, застойные и сильнозаторможенные.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общая надземная фитомасса кедровостланиковых сообществ Верхней Колымы составляет 26–43 т га⁻¹, годичный прирост фитомассы – 2.0–3.8 т га⁻¹, годичный опад – 1/14–1/46 часть всей фитомассы.

Накопление химических элементов в фитомассе экосистем стланика составляет 546.6–725.3 кг га⁻¹,

в том числе на фотосинтезирующие органы приходится 26–52%, многолетние одревесневшие части 32–55% и корни около 18%. Величины ежегодного потребления химических элементов приростом невелики: 47.1–98.6 кг га⁻¹год.

Основные биофильные элементы (N, Ca, K) энергично накапливаются в отмершей растительной массе и лишь отчасти выносятся за пределы ландшафта.

Специфической особенностью экосистем кедрового стланика является формирование почв разной степени оторфованности [1]. Направленность процессов трансформации растительного опада в почвах экосистем кедрового стланика имеет, по-видимому, решающее значение для функционирования склоновых ландшафтов. Это вызвано тем, что органогенные горизонты способствуют аккумуляции влаги, азота и питательных веществ. Их уничтожение влечет за собой развитие процессов водной эрозии и дефляции, приводит к резкому обеднению экосистем биогенными элементами, вызывает снижение естественного плодородия почв и замедление восстановления растительного покрова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берман Д.И., Игнатенко И.В., Пугачев А.А. О торфонакоплении в интенсивно дренированных почвах Крайнего Северо-Востока СССР // Биологический круговорот в тундролесьях юга Магаданской области. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979. С. 143–154.
2. Гортинский Г.Б., Молчанов Л.А., Абрашко и др. Продуктивность лесов Европейской части СССР // Ресурсы биосферы. Вып. 1. Л.: Наука, 1975. С. 34–43.
3. Данилов Д.Н. О производительности ерников и ивняков в восточной части Большеземельской тундры // Ботанический журн. 1958. Т. 43. № 3. С. 388–393.
4. Докучаева В.Б. Горно-тундровая растительность хребта Большой Анначаг (верховье Колымы). - Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1980. С. 93–109.
5. Игнатенко И.В., Котляров И.И., Нестеренко А.И., Пугачев А.А. Запасы и структура общего органического вещества в кедрово-стланиковых зарослях Охотского побережья // Биология и продуктивность растительного покрова Северо-Востока СССР. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 138–158.
6. Игнатенко И.В., Наумов Е.М., Богданов И.Е., Мажитова Г.Г., Павлов Б.А. Почвенно-географическое районирование Крайнего Северо-Востока СССР // Почвы островов и приокеанических регионов Тихого океана: Материалы XIV Тихоокеанского научного конгресса. Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 44–96.
7. Игнатенко И.В., Норин Б.Н., Рахманина А.Т. Круговорот зольных элементов и азота в некоторых биогеоценозах восточноевропейской лесотундры // Почвы и растительность мерзлотных районов СССР. Магадан: Кн. изд-во, 1973. С. 333–350.
8. Левина В.И. Определение массы ежегодного опада в двух типах сосновых лесов на Кольском полуострове // Ботанический журн. 1960. Т. 45. № 3. С. 418–423.
9. Пьявченко Н.И. Прирост фитомассы и скорость накопления торфа // Повышение продуктивности заболоченных лесов. Л., 1983. С. 42–46.
10. Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М.; Л.: Наука, 1965. 254 с.
11. Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л.: Наука, 1968. 144 с.
12. Салазкин А.С. Быстрота роста кормовых лишайников // Советский оленевод. 1937. № 11. С. 43–54.
13. Смирнова К.М. Круговорот азота и зольных элементов в ельнике-зеленомошнике // Вестник МГУ, 1951. № 3. С. 69–83.
14. Соколов И.А. Вулканизм и почвообразование. М.: Наука, 1973. 224 с.
15. Стариков Г.Ф. Леса северной части Хабаровского края (низовья Амура и Охотское побережье). Хабаровск: Кн. изд-во, 1961. 206 с.

Biological Cycle Components in Ecosystems of Dwarf Siberian Pine of the Upper Kolyma River Basin

A. A. Pugachev

In the ecosystems of dwarf Siberian pine (*Pinus pumila*) of the Upper Kolyma River Basin, the underground phytomass reserves amount to 26–43 t ha⁻¹, the total plant stock is 92.45–151.49 t ha⁻¹, and the annual increment is 1.3–3.8 ha⁻¹ per year. The falloff reserves were determined at 1/30–1/42 of the total phytomass. The contents of ash elements in separate organs of dwarf Siberian pine, shrubs, and dwarf shrubs were determined. Some parameters of the biological cycle of elements and ash are characterized. The annual consumption of chemical elements by the *Pinus pumila* increment is 44–104 kg ha⁻¹, and the amount of annually returning chemical elements with the falloff is much lower than their annual entering to the plants – 20.2–41.0 kg ha⁻¹.