

1 monomorphic locus (second group of loci) and a sample of 7 EST-SSRs and 2 nSSRs, excluding loci that identified 2 allelic variants each (third group of loci). Similar average estimates of allelic and genetic differentiation were obtained, calculated using 18 and 17 EST-SSRs and nSSRs loci from the first and second groups: A value was 3.500 and 3.647, He – 2.464 and 2.550, respectively. At the same time, the analysis of the parameters of the allelic diversity of pine samples from the studied population showed the maximum level of polymorphism for 7 EST-SSRs and 2 nSSRs loci, which revealed in the study from 3 allelic variants or more (the indicator was A – 5.111, ne – 3.308). A similar trend in the increase in genetic diversity indicators was also revealed for this group of loci: the expected heterozygosity index (He) is 0.635. Our results on the example of the Scotch pine population show that the values of allelic diversity directly depend on the polymorphism of the loci used in the study. In this regard, in order to monitor the state of genetic resources of economically valuable tree species using DNA analysis methods, in our opinion, it should include a single panel of microsatellite loci with which the researcher will work when studying the analysis of all samples in a given region or forest seed area for reducing errors in the calculation of indicators of the genetic structure.

Key words: *Pinus sylvestris* L.; polymorphism; microsatellite loci; allelic diversity; genetic diversity

УДК 581.553

DOI: 10.36305/0513-1634-2022-145-101-109

ПЕТРОФИТНЫЕ ЛУГОВЫЕ СТЕПИ УЧАСТКА «ОГЛАХТЫ» ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «ХАКАССКИЙ»

Онея Олеговна Порабейкина

Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Республика Хакасия,
г.Абакан, ул. Ленина, д.92
E-mail: onea90@mail.ru

В результате проведенной классификации петрофитно-степной растительности участка «Оглахты» заповедника «Хакасский» выявлено два варианта сообществ ассоциации *Youngio tenuifoliae* – *Agropyretum cristati* Makunina 2006, различающихся по степени увлажненности экотопов. Вариант *Artemisia martjanovii* включает типичные мезо-ксерофитные сообщества петрофитных степей, а вариант *Stellaria cherleriae* – более мезофитные петрофитно-степные сообщества. Выделенные единицы помещены в союз петрофитных степей *Eritrichio pectinati*–*Selaginellion sanguinolentae* Ermakov et al. 2006, порядок *Festucetalia lenesis* Mirkin in Gogoleva et al. 1987, класс центрально-азиатских степей *Cleistogenetea squarrosae* Mirkin et al. ex Korotkov et al. 1991. Дана характеристика вариантов описанных ассоциаций и приведены закономерности размещения их в рельефе. Отмечена важность представленных сообществ для сохранения разнообразия естественной горно-степной растительности Минусинской межгорной котловины и мониторинга ее состояния.

Ключевые слова: растительность; мониторинг; экология растений; Хакасия; биоразнообразие

Введение

Степные растительные сообщества Минусинской межгорной котловины подверглись значительной антропогенной нагрузке во второй половине XX века в результате сильного влияния различных форм хозяйственной деятельности человека, и прежде всего в результате распашки степей и перевыпаса домашнего скота (Зеленая книга, 1996). Участок «Оглахты», входящий в состав Хакасского государственного природного заповедника, представляет большую важность как эталон естественной горно-степной растительности юга Средней Сибири, при организации системы мониторинга за ее состоянием. В то же время, степная растительность участка «Оглахты» до сих пор не исследовалась в геоботаническом отношении, при том, что данные о разнообразии степей Минусинской межгорной котловины присутствуют во многих научных работах [1-7, 10]. В связи с этим изучение особенностей фитоценотического разнообразия, флористического состава, экологии и

пространственной организации растительности этой заповедной территории (и прежде всего преобладающих здесь петрофитных степей) актуально. Основой решения этих научных задач выступает разработка системы классификации растительности заповедного участка и прилегающих территорий на основе формирования базы геоботанических описаний растительных сообществ и их обработки количественными методами.

Природные условия Южно-Минусинской котловины определяются горно-котловинным рельефом и расположением в центральной части материка. Для территории характерно разнообразие природно-климатических условий, отличающихся резко континентальным климатом с недостаточным увлажнением, слабым развитием речной сети, концентрической зональностью климата и почвенно-растительного покрова [14].

Участок «Оглахты» государственного природного заповедника «Хакасский» характеризуется, в основном, степными ландшафтами аккумулятивных бугристо-грядовых равнин с системой гряд выраженных горных останцов. Флористическое разнообразие участка представлено 447 видами высших растений, которые принадлежат к 235 родам и 61 семейству. Максимальное разнообразие по числу видов занимают семейства *Asteraceae* (56 видов) и *Poaceae* (47 видов). Семейство *Rosaceae* представлено 39 видами и занимает 3 место. Такое положение типично для бореальных флор [9].

Целью работы являлась классификация фоновой горно-степной растительности и характеристика выявленных синтаксономических единиц на участке «Оглахты» государственного природного заповедника «Хакасский».

Объекты и методы исследования

Материалом классификации послужили 23 описания горно-степных растительных сообществ, выполненных на площадках 100 м² в июле-августе 2021 г. на территории участка «Оглахты» государственного природного заповедника «Хакасский». Заложение пробных площадей и изучение состава растительности осуществлялось методом маршрутных геоботанических исследований [13]. При выполнении описаний особое внимание уделялось полному учету флористического состава, а также выявлению закономерностей приуроченности растительных сообществ к элементам рельефа. Для определения геопозиционирования геоботанических описаний использовался GPS навигатор Garmin 64ST.

Из всех выполненных геоботанических описаний была создана база данных на основании стандартного европейского пакета TURBOVEG [18]. Количественная классификация геоботанических описаний осуществлялась в пакете JUICE 7.0 методом кластерного анализа TWINSpan [18]. Классификация растительных сообществ выполнена методом Браун-Бланке [19]. Для определения и описания синтаксонов были использованы диагностические виды, включающие комбинацию характерных и дифференциальных видов. Для характеристики видового состава синтаксонов была использована шкала Браун-Бланке (г, +, 1, 2, 3, 4, 5) и шкала постоянства: + (1-10%), I (11-20%), II (21-40%), III (41-60%), IV (61-80%), V (81-100%). Таксономия: [16].

Результаты и обсуждение

По результатам классификации с использованием Twinspan выявлено два экологических типа сообществ петрофитных луговых степей, которые в статусе вариантов были отнесены к ассоциации *Youngio tenuifoliae–Agropyretum cristati* Makunina 2006 (табл. 1).

Таблица 1

Синтаксоны петрофитно-степной растительности участка «Оглахть»
природного заповедника «Хакасский»

Номера описаний (releve number)	17	18	16	14	15	22	23	21	19	20	11	13	12	4	5	3	1	2	6	10	9	7	8	
Высота над уровнем морья, м	278	301	280	234	277	419	464	356	339	364	215	234	223	307	300	280	279	260	310	220	249	292	270	
Крутизна склона, °	10	10	25	15	5	30	40	20	20	20	5	0	0	20	30	0	10	20	10	5	5	10	0	
Экспозиция, °	240	240	250	250	240	230	240	240	220	220	120	-	-	260	200	-	110	110	100	120	120	100	-	
Проективное выходов материнской породы, %	20	10	0	20	20	10	25	20	0	20	0	5	0	0	10	20	0	0	0	0	0	0	0	
Покров травяного яруса, %	70	80	90	80	60	40	60	50	60	50	100	90	80	70	40	60	60	70	50	90	90	40	60	
Средняя высота покрова, см	40	50	40	60	50	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	50	60	50	70	60	60	60	50	
Количество видов в описании, шт	33	30	31	31	30	31	31	32	31	31	32	37	31	43	25	31	35	34	31	31	38	23	30	
Площадь описания, кв. м	100																							
Ass. <i>Youngio tenuifoliae</i> – <i>Agropyretum cristati</i> Makunina 2006																								
<i>Iris humilis</i>	r	r	r	r	r	r	r	.	r	r	r	.	+	r	.	.	.	1	.	r	r	.	1	
Variant <i>Stellaria cherleriae</i>																								
<i>Stellaria cherleriae</i>	.	+	r	+	+	.	.	+	+	1	.													
<i>Valeriana rossica</i>	r	.	r	.	.	r	+	r	r	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Brachypodium pinnatum</i>	r	.	r	.	.	r	r	r	r	r	.													
<i>Allium splendens</i>	r	r	r	+	.	.	.	.	r	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Adenophora coronopifolia</i>	+	+	.	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Medicago falcata</i>	+	.	+	1	1	r	r	.	.	.	1	.												
Variant <i>Artemisia martjanovii</i>																								
<i>Artemisia martjanovii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2	1	.	2	1	r	.	+	1	2	
<i>Artemisia scoparia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1	2	1	r	1	.	.	.	
All. <i>Eritrichio pectinati</i> – <i>Selaginellion sanguinolentae</i> Ermakov et al. 2006																								
<i>Thymus serpyllum</i>	4	3	2	+	.	.	r	.	2	2	r	2	2	2	1	3	.	+	r	r	.	r	.	
<i>Alyssum obovatum</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	r	.	.	+	+	
<i>Sedum hybridum</i>	.	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Ord. <i>Festucetalia lenensis</i> Mirkin in Gogoleva et al. 1987, Subord. <i>Festuco valesiacae</i> – <i>Caricenalia pediformis</i> Ermakov, Larionov at Polyakova 2012																								
<i>Galium verum</i>	r	r	r	.	.	2	2	r	r	r	1	+	1	+	1	.	r	+	.	r	+	r	.	
<i>Carex pediformis</i>	r	.	r	.	2	2	+	2	2	2	2	.	.	2	.	1	1	2	1	2	.	.	.	
<i>Schizonepeta multifida</i>	1	r	1	r	r	r	.	.	.	.	.	r	+	r	.	.	+	r	r	r	2	.	+	
<i>Thalictrum foetidum</i>	2	.	2	+	r	r	.	r	.	1	+	2	.	1	.	.	+	1	2	.	1	.	.	
<i>Veronica incana</i>	1	.	1	.	.	r	r	.	.	.	1	r	+	+	.	.	2	1	r	r	1	.	.	
<i>Androsace maxima</i>	.	.	.	+	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	r	r	
<i>Helictotrichon schellianum</i>	2	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	.	.	
<i>Pulsatilla patens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	
<i>Artemisia commutata</i>	1	.	2	r	r	r	r	r	r	r	.	3	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	
<i>Aster alpinus</i>	.	+	r	+	r	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Cl. <i>Cleistogenetea squarrosae</i> Mirkin et al. ex Korotkov et al. 1991																								
<i>Caragana pygmaea</i>	2	r	2	r	r	2	r	r	r	r	.	2	2	+	2	2	2	.	r	.	.	2	.	
<i>Stipa krylovii</i>	r	4	.	2	2	2	2	2	2	3	4	3	2	+	2	r	3	4	2	2	1	2	.	
<i>Agropyron cristatum</i>	r	r	.	2	3	r	2	r	r	r	2	2	2	2	2	1	2	.	2	2	2	2	2	
<i>Goniolimon speciosum</i>	.	.	.	.	.	r	r	r	r	r	.	.	.	.	r	.	r	.	+	.	.	r	r	

Продолжение таблицы

<i>Heteropappus altaicus</i>	.	r	.	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	+	+	+	+	r	.	.	r	r
<i>Artemisia frigida</i>	.	r	.	2	2	r	.	r	r	r	.	1	1	.	.	.	1	.	.	1	1	.	1
<i>Koeleria cristata</i>	2	r	2	2	2	r	r	r	r	r	.	+	+	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1
<i>Potentilla acaulis</i>	r	r	.	2	2	r	.	r	r	r	.	3	3	2	3	2	1	+	+	2	.	3	2
<i>Potentilla bifurca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	+	+	.	1	.	1	.	+	.	2	2	.
<i>Poa botryoides</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	2	+	+	2	.	1	.	.	.	r	+	.	.
<i>Ephedra monosperma</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	.	+	.	.	.	.	.
<i>Cleistogenes squarrosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	2	.	.	1
<i>Artemisia martjanovii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Прочие виды																							
<i>Astragalus melilotoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1	2	1	r	1	.	.	.
<i>Campanula sibirica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Carduus crispus</i>	r	.	r	r	.	.	.	+	.	.	r	+	r	r	.	.	+	+	.	.	r	.	r
<i>Festuca pseudovina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	+	.	.	r	1	.	.
<i>Gypsophila patrinii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2	1	.	.	+	.	1
<i>Hedysarum gmelinii</i>	1	r	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	r	.	.	.
<i>Linum perenne</i>	r	r	r	r	r	r	.	r	r	r	.	+	r	.	.	.	1	.	r	r	.	1	1
<i>Melilotus officinalis</i>	r	r	.	r	r	r	+	r	r	r	.	r	r	r	r	r	r	r	r	r	.	r	+
<i>Orobanche coerulescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Polygala tenuifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	r	.	.	.	r	+	r
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	r	.	r	r	r	r	+	r	.	.	.	r	r	r	+	r	+	r	+	.	r	+	.
<i>Senecio jacobaea</i>	r	r	r	+	r	r	r	r	r	r	1	1	r	1	+	r	+	+	r	r	r	1	+
<i>Silene jeniseensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Tragopogon orientalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	r	r	.	.	r	r	.	.	r	.	1
<i>Achnatherum sibiricum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Agropyron pectinatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	2	.	2	.	.	.
<i>Artemisia glauca</i>	.	.	.	r	r	r	.	r	.	.	.	r	r	r	.	.	.	r	.	.	1	.	.
<i>Astragalus ceratoides</i>	.	.	.	.	.	r	r	r	r	r	2	.	.	1	.	.	.	1	.	.	+	.	.
<i>Astragalus testiculatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	1
<i>Hieracium umbellatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	r	r	.	.	.	.
<i>Krascheninnikovia ceratoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	+	.	.	.	+	.	.	r	.	.
<i>Linaria acutiloba</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	r	.	.	1	.
<i>Lithospermum officinale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Thymus minussinensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Vincetoxicum sibiricum</i>	4	3	2	.	.	.	.	.	2	2	r	2	2	1	1	3	.	+	.	r	.	r	.
<i>Allium vodopjanovae</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	r	.	.	.	+	r	.	.	.	r
<i>Alyssum lenense</i>	.	.	r	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Astragalus danicus</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+
<i>Elytrigia geniculata</i>	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	r	.
<i>Eritrichium jenisseense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	1	.
<i>Polygala comosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saussurea salicifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	+	.	.	.	.	.	.	.

Продолжение таблицы

<i>Stevenia cheiranthoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	r	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium virosum</i>	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Atraphaxis spinosa</i>	.	.	.	+	.	.	r	.	.	.	.	.	.	l	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bupleurum multinerve</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	.
<i>Dianthus versicolor</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	r	r	.	+
<i>Panzerina lanata</i>	r	.	r	.	.	r	+	r	.	r	.	r	r	.	+	.	.	.	+	r	r	r
<i>Phleum phleoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.
<i>Pulsatilla turczaninovi</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Allium ramosum</i>	.	r	.	.	.	.	.	r	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Androsace septentrionalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Delphinium grandiflorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	+	.
<i>Galium boreale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	l	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Anemonidium dichotomum</i>	r	r	r	+	.	.	.	.	r	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla tanacetifolia</i>	+	.	+	l	l	r	r	.	.	.	l	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thalictrum minus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thalictrum simplex</i>	r	.	r	+	.	.	.	l	.	l	+	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Coluria geoides</i>	r	.	r	.	.	r	+	r	r	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Seseli libanotis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula glomerata</i>	r	r	.	.	r	.	.	.	.	.	.	l	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calamagrostis epigeios</i>	.	.	+	+	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oxytropis nuda</i>	.	.	r	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Youngia tenuifolia</i>	.	+	r	+	+	.	.	+	+	l	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ziziphora clinopodioides</i>	.	.	r	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium serratuloides</i>	+	+	.	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Verbascum nigrum</i>	.	.	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypocoum erectum</i>	r	.	r	.	.	r	r	r	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scorzonera austriaca</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phlomis tuberosa</i>	r	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saussurea salsa</i>	.	+	.	.	.	r	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sisymbrium junceum</i>	.	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elymus gmelinii</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chenopodium glaucum</i>	.	.	.	.	.	r	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum aizoon</i>	.	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orostachys spinosa</i>	.	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Другие виды: *Bupleurum scorzonerifolium* 2: 1; *Taraxacum officinale* 1:1; *Allium strictum* 2:2; *Convolvulus ammannii* 3:1; *Iris biglumis* 3:1; *Oxytropis intermedia* 3:r; *Artemisia gmelinii* 6:1; *Gentiana decumbens* 7:1; *Tephrosia integrifolia* 8:1; *Anagallis dichotomum* 9:r; *Bromopsis inermis* 9:r; *Erigeron acris* 9:r; *Oxytropis strobilacea* 9:1; *Stipa capensis* 9:1; *Thalictrum petaloideum* 9:2; *Achnatherum splendens* 9: r; *Gentiana squarrosa* 10:r; *Medicago sativa* 10:r; *Elytrigia lolioides* 11:1; *Fragaria viridis* 11:r; *Galatella macrosciadia* 11:1; *Euphrasia hirtella* 13:r; *Linaria vulgaris* 13:1; *Stellaria graminea* 13:1; *Arctogeron gramineum* 13:r; *Tanacetum boreale* 23: r.

Данная ассоциация объединяет мелкодерновинные каменистые степи степного пояса Минусинских котловин и представляет фоновый характерный элемент горно-степной растительности заповедного участка. Здесь она отмечается на пологих склонах

сопок восточной и юго-восточной экспозиций.

Диагностическими видами ассоциации являются *Valeriana rossica*, *Stellaria cherleriae*, *Brachypodium pinnatum*, *Allium splendens*, *Adenophora coronopifolia*, *Medicago falcata*, *Iris humilis*, *Artemisia martjanovii* и *Artemisia scoparia*.

Траяной ярус равномерный, его проективное покрытие варьируется от 60 до 90%, средняя высота растений достигает 35 см, подразделение на ярус отсутствует. Доминируют мелкодерновинный ксерофильный злак *Koeleria cristata* и представители разнотравья - *Galium verum* и *Schizonepeta multifida*. Высокие показатели постоянства имеют центральноазиатские ксерофиты *Goniolimon speciosum*, *Kitagawia baicalensis*, *Potentilla bifurca*, *P. acaulis*, *Heteropappus altaicus*, *Artemisia frigida*, а также кустарник *Caragana pugnata*. Однако лугово-степной характер сообществ индицирует группа типичных североазиатских мезоксерофитов и ксеромезофитов - *Carex pediformis*, *Aster alpinus*, *Veronica incana*, *Helictotrichon schellianum*, *Phleum phleoides* и *Galium verum*.

Два выявленных варианта демонстрируют различающуюся степень увлажнения экотопов луговых степей данной ассоциации.

Вариант *Artemisia martjanovii* включает типичные мезо-ксерофитные сообщества петрофитных мелкодерновинных степей. Они формируются на южных сухих каменистых склонах значительной крутизны (10° - 40°) с выходами коренных горных пород. Это обуславливает высокую встречаемость таких ксерофитных видов, как *Artemisia martjanovii*, *A. scoparia*, *Poa botryoides*, *Potentilla bifurca*. Данный вариант характеризуется мозаичностью, покрытие может составлять 40 до 90%, видовая насыщенность - до 43 видов на 100 кв. м. Ярусность выражена слабо, верхний подъярус сильно разрежен и часто отсутствует, состоит из генеративных побегов *Artemisia martjanovii* и *A. scoparia*. В нижнем подъярусе преобладают петрофиты - *Alyssum obovatum* и *Thymus serpyllum* (рис. 1).

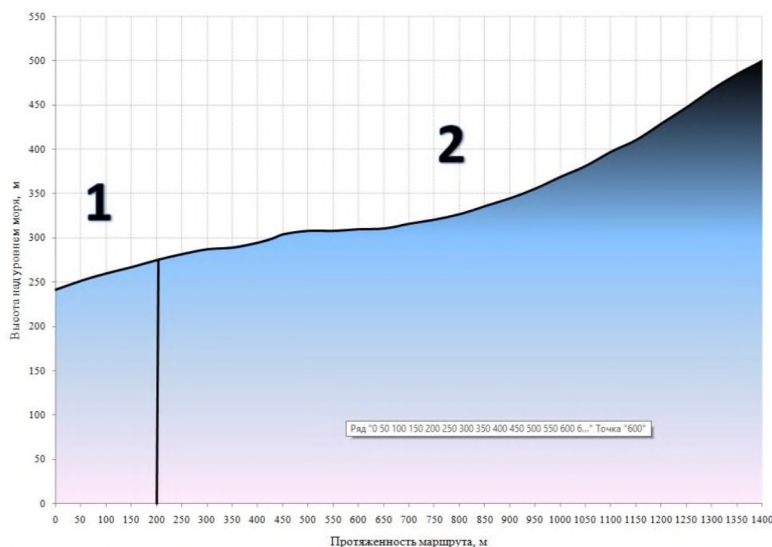


Рис. 1 Распределение вариантов ассоциации *Youngio tenuifoliae*-*Agropyretum cristati* на топографическом профиле, пересекающем ключевой участок с северо-северо-запада на юго-юго-восток через координаты $53^{\circ}58'49''\text{N}$, $91^{\circ}29'46.1''\text{E}$ и $53^{\circ}59'33.4''\text{N}$, $91^{\circ}29'38.5''\text{E}$

Вариант *Stellaria cherleriae* включает более мезофитные петрофитно-степные мелкодерновинные сообщества. Они произрастают на более увлажненных пологих участках склонов с менее каменистыми почвами. Сообщества характеризуются высоким постоянством евросибирских лугово-степных видов - *Phleum phleoides*, *Festuca pseudovina*, *Medicago sativa*, *Bromopsis inermis*. Кустарниковый ярус не выражен, однако отмечаются отдельные пятна *Caragana pugnata*. Травяной ярус

подразделяется на два подъяруса. Верхний подъярус высотой до 60 см характеризуется обилием *Medicago falcata* и *Adenophora coronopifolia*. В нижнем подъярусе высотой до 30 см отмечены *Stellaria cherleriae*, *Brachypodium pinnatum*, *Allium splendens*. Проективное покрытие варьируется в диапазоне от 40 до 100%, характеризуется большим количеством отмерших частей растений прошлых лет – до 60% покрытия почвенного покрова. Количество видов достигает 33 на 100 кв. м.

Распределение описанных вариантов петрофитно-степной растительности ассоциации *Youngio tenuifoliae–Agropyretum cristati* на территории обследованного ключевого участка связано с особенностями микрорельефа, определяющим локальные условия каменистости местообитания, а также тепло- влагообеспеченности. Эти закономерности продемонстрированы на топографическом профиле, пересекающем типичную в геоморфологическом отношении часть обследованного степного участка «Оглахты» (рис. 1), где 1 - вариант *Stellaria cherleriae* - ксеро-мезофильные петрофитные луговые степи, 2 - вариант *Artemisia martjanovii* - мезоксерофитные петрофитные луговые степи.

Профиль имеет общую протяженность 1380 м и перепад абсолютных высот 260 м (с 240 м до 500 м н.у.м.). Как видно из схемы профиля, типичный мезо-ксерофитный вариант *Artemisia martjanovii* распространен на участке, начиная с высоты 270 и до 500 м н.у.м., который характеризуется меньшей увлажненностью, а именно каменистый склон южной экспозиции с уклоном 10°-40°. Более мезофитный вариант *Stellaria cherleriae* встречается на высотах с 240 м до 270 м н.у.м., которые в данном исследовании характеризуются уклоном 0°-15° и выходом дресвы и материнской породы не более 10%.

Ассоциация *Youngio tenuifoliae–Agropyretum cristati* является наиболее сухолюбивой в союзе *Eritrichio pectinati–Selaginellion sanguinolentae*, который представляет растительные сообщества петрофитных местообитаний степного и лесостепного поясов в областях с засушливым ультраконтинентальным климатом в Южной Сибири и Монголии. Их роль в растительном покрове особенно значительна в горных массивах с интенсивными эрозионными процессами. Диагностическую комбинацию союза в районе исследований образуют виды - облигатные петрофиты: *Alyssum obovatum*, *Thymus serpyllum* и *Sedum hybridum*. Всего отмечено 133 вида.

Описанные петрофитные сообщества представляют поясно-зональный тип луговых степей Южной Сибири и Монголии [4, 5, 12]. Согласно существующей системе классификации Браун-Бланке они относятся к порядку *Festucetalia lenensis* Mirkin in Gogoleva et al. 1987. Эти сообщества преобладают как на территории заповедного участка Оглахты, так и по всей центральной части Минусинской котловины. Диагностическую комбинацию порядка в районе исследований образуют *Galium verum*, *Carex pediformis*, *Schizonepeta multifida*, *Thalictrum foetidum*, *Veronica incana*, *Androsace maxima*, *Helictotrichon schellianum*, *Pulsatilla patens*, *Artemisia commutata* и *Aster alpinus*. Эти же виды подтверждают принадлежность описанных степных сообществ географическому типу луговых степей Алтае-Саянской горной области и Северо-Западной Монголии, включаемому в особый подпорядок *Festuco valesiacae–Caricenaliala pediformis* Ermakov, Larionov et Polyakova 2012.

На самом высшем уровне классификационной системы петрофитно-степная растительность заповедного участка Оглахты относится к классу центральноазиатских степей *Cleistogenetea squarrosae*. Об этом свидетельствует абсолютное преобладание и высокое постоянство диагностических видов данного класса: *Agropyron cristatum*, *Artemisia frigida*, *Caragana pygmaea*, *Goniolimon speciosum*, *Heteropappus altaicus*, *Koeleria cristata*, *Cleistogenes squarrosa*, *Ephedra monosperma*, *Poa botryoides*, *Potentilla acaulis*, *P. bifurca*, *Stipa krylovii*. Сообщества класса благодаря особым региональным

мезоклиматическим условиям центральной части Минусинской котловины – высокой степени аридности и континентальности формируют здесь «островную» часть ареала, оторванную от их основного распространения в Туве, юго-восточном Алтае, Монголии, Забайкалье и Якутии.

Продромус:

Класс *Cleistogenetea squarrosae* Mirkin et al. ex Korotkov et al. 1991

Порядок *Festucetalia lenensis* Mirkin in Gogoleva et al. 1987

Подпорядок *Festuco valesiacae–Caricenalia pediformis* Ermakov, Larionov at Polyakova 2012

Союз *Eritrichio pectinati–Selaginellion sanguinolentae* Ermakov et al. 2006

Ассоциация *Youngio tenuifoliae–Agropyretum cristati* Makunina 2006

Вариант *Stellaria cherleriae*

Вариант *Artemisia martjanovii*

Выводы

В результате проведенной классификации выявлено два новых варианта петрофитных луговых степей ассоциации *Youngio tenuifoliae – Agropyretum cristati* Makunina 2006. Варианты демонстрируют топографические различия в размещении по элементам микрорельефа, что определяет варьирование условий тепло-влажностного обеспечения и каменистости субстрата занимаемых экотопов. По результатам сравнительного синтаксономического анализа описанные сообщества отнесены к союзу *Eritrichio pectinati–Selaginellion sanguinolentae*, порядку *Festucenalia lenensis*, а также к центрально-азиатскому классу *Cleistogenetea squarrosae*. Важной ботанико-географической особенностью описанных сообществ является то, что они представляют центрально-азиатские степи, произрастающие в центральной части Минусинской межгорной котловины в отрыве от их основного ареала в Центральной Азии. Это обусловлено историей формирования растительного покрова юга гор Средней Сибири, а также особыми региональными мезоклиматическими условиями повышенной аридности и континентальности климата в результате наличия эффекта «дождевого барьера» со стороны расположенного с запада горного хребта Кузнецкий Алатау. Описанные сообщества представляют эталон естественной петрофитно-степной растительности Минусинской межгорной котловины на территории государственного природного заповедника «Хакасский» и представляют научную важность для мониторинга динамики горно-степной растительности региона.

Благодарности

Исследование поддержано грантом Российского научного фонда N 22-17-20012, <https://rscf.ru/project/22-17-20012/> с равной финансовой поддержкой правительства Республики Хакасия

Список литературы

1. Ермаков Н.Б. Высшие синтаксоны настоящих и опустыненных степей Южной Сибири и Монголии // Вестник НГУ. – 2012. – Т. 10. - № 2. – С. 5-15.
2. Ершова Э.А., Намзалова Б.Б. Степи // Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР. – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 119-154.
3. Королюк А.Ю., Макунина Н.И. Настоящие степи Алтае-Саянской горной области // Растительный мир Азиатской России. – 2009. – Т. 4. – № 2. – С. 452-461.
4. Куминова А.В. Степи // Растительный покров Хакасии [под ред. А.В. Куминовой.]. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 95-153.
5. Куминова А.В. Геоботаническое районирование // Растительный покров

Хакасии. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 390-368.

6. Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Л.И. Степи Евразии. – Л.: Наука, 1991. – 145 с.

7. Ларионов А.В. Разнообразие степной растительности на градиенте континентальности климата в Хакасии: дисс. канд. биол. наук. – Новосибирск, 2014. – 246 с.

8. Ларионов А.В., Ермаков, Н.Б., Полякова М.А. и др. Степная растительность Хакасии: разнообразие и экология – Абакан: Издательство ФГБОУ ВПО «Хакасский гос. Университет им. Н.Ф. Катанова», 2015. – 196 с.

9. Лебедева С.А. Высшие сосудистые растения // Природный комплекс и биоразнообразие участка «Оглахты» заповедника «Хакасский». – Абакан, 2019. – С. 136-137.

10. Макунина Н.И. Степи Минусинских котловин // Turczaninowia. – 2006. – Т. 9. Вып. 4. – С. 112-144.

11. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Современное состояние основных концепций науки о растительности. – Уфа: АНРБ, Гилем, 2012. – 488 с.

12. Намзалов Б.Б., Ершова Э.А. Редкие степные сообщества Западной Тувы // Ботан. Журнал. – 1981. – Т.66, №9. – С. 1320-1324.

13. Полевая геоботаника. Методическое руководство /под ред. Е. М. Лавренко. – Новосибирск: Издательство Академии Наук СССР, 1964. – Т. 3. – 530 с

14. Павлова Е.В., Махрова М.Л., Ямских Г.Ю. Экологический каркас Южно-Минусинской котловины // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2015. – Т. 2. – № 1. – С. 591.

15. Ревердатто В.В. Опустыненные степи Хакасии // «Труды Томск, ун-та». – 1957. – Т. 147. – С. 203-211.

16. Czerepanov S.K. Vascular plants of Russia and adjacent states (the former USSR). Cambridge. University Press, Cambridge. – 1995. – 516 p.

17. Hennekens S.M. TURBO(VEG). Software package for input, processing, and presentation of phytosociological data: User's guide. – Lancaster: IBN-DLO, University of Lancaster, 1996. – 59 p.

18. Hill M.O. DECORAN TWINSpan, for ordination and classification of multivariate species data: a new edition, together with supporting programs, in FORTRAN 77. – Huntington: Inst. of Terrestrial Ecology, 1979. – 58 p.

19. Westhoff V. The Braun – Blanquet approach // Handb. Veg. Sci., 1973. – Vol. 5. – P. 617-726.

Статья поступила в редакцию 14.09.2022 г.

Porabeikina O.O. Petrophyte pratum steppes of the «Oglakhty» site of the «Khakassky» State Nature Reserve // Bull. of. the State Nikit. Botan. Gard. – 2022. – № 145. – P. 101-109

As a result of the classification of the petrophytic-steppe vegetation of the Oglakhty section of the Khakassky Nature Reserve, two variants of the communities of the association *Youngio tenuifoliae* – *Agropyretum cristati* Makunina 2006 were identified, differing in the degree of moisture content of ecotopes. The *Artemisia maritjanovii* variant includes typical meso-xerophytic communities of petrophytic steppes, and the *Stellaria cherleriae* variant includes more mesophytic petrophytic-steppe communities. The isolated units are placed in the union of petrophytic steppes *Erichio pectinati*–*Selaginellion sanguinolentae* Ermakov et al. 2006, order *Festucetalia lenesis* Mirkin in Gogoleva et al. 1987, class of Central Asian steppes *Cleistogenetea squarrosae* Mirkin et al. ex Korotkov et al. 1991. The characteristics of the variants of the described associations are given and the regularities of their placement in the relief are given. The importance of the presented communities for preserving the diversity of the natural mountain-steppe vegetation of the Minusinsk intermountain basin and monitoring its conditions is noted.

Key words: vegetation; monitoring; plant ecology; Khakassia; biodiversity