

УДК 581.9 (571.17)

ВЛИЯНИЕ ПОЖАРОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЕСНЫХ ЛУГОВ КАРАКАНСКОГО ХРЕБТА

В. И. Уфимцев, О. А. Куприянов, Т. О. Стрельникова

THE IMPACT OF FIRES ON THE PRODUCTIVITY OF FOREST MEADOWS OF THE KARAKANSK RIDGE

V. I. Ufimtsev, O. A. Kupriyanov, T. O. Strelnikova

В статье представлены результаты исследования продуктивности лесных лугов Караканского хребта в зависимости от пожаров. Изучены величины подземной и надземной биомассы с распределением по хозяйственно-ботаническим группам, видовой состав и количество видов высших растений на четырех пробных площадях и в контрольном варианте. Определено вторичное (послепожарное) происхождение лесных лугов Караканского хребта. Установлено, что пожары происходят по беглому низовому типу, при этом не оказывают влияния на подземную биомассу, которая значительно превышает надземную биомассу вследствие полного сгорания надземных растительных остатков и подстилки. Пирогенный фактор способствует снижению общего количества видов высших растений и препятствует возобновлению на лесных лугах древесной растительности.

The paper presents the results of researching the efficiency of forest meadows of the Karakansk ridge depending on fires. The sizes of an underground and elevated biomass with distribution on economic and botanical groups, the species structure and the number of higher plants species in the four trial areas and in the control option have studied. The secondary (postfire) origin of forest meadows of the Karakansk ridge is defined. The fires were found to be of fluent local type, thus having no impact on the underground biomass, which considerably exceeds the elevated biomass owing to full combustion of the elevated vegetable remains and the laying. The pyrogenic factor promotes decrease in the total number of higher plants species and interferes with renewal of wood vegetation on forest meadows.

Ключевые слова: пожары, лесные луга, травостой, продуктивность, биомасса.

Keywords: fires, forest meadows, herbage, efficiency, biomass.

Караканский хребет – это уникальный природный комплекс, расположенный в географическом центре Кемеровской области на границе Беловского и Прокопьевского районов. Его уникальность состоит в огромном своеобразии растительного покрова: в Кузнецкой котловине больше нет таких единых ландшафтных комплексов с хорошо сохранившимися участками лугово-степной и лесной растительности, расположенными друг от друга в нескольких десятках метров. Флора хребта насчитывает свыше 500 видов растений, немало из которых являются редкими для территории Сибири и Кемеровской области [6].

Растительные сообщества Караканского хребта подвержены пирогенному воздействию. Наблюдениями установлено, что периодичность пожаров на различных участках составляет 1 раз в 2 года. Территория Караканского хребта, пронизанная сетью полевых дорог, испытывает постоянное антропогенное воздействие. В связи с этим и пожары, очевидно, имеют антропогенное происхождение. В отличие от естественных возгораний (например, вызванных молниями), которые, как правило, возникают на возвышенностях и, спускаясь по склону, теряют силу пламени, антропогенные пожары чаще начинаются в низинах и распадках, что определяет более быстрое и опасное их развитие [7]. Такие пожары распространяются с большой скоростью, обходя места с повышенной влажностью, поэтому часть площади остается незатронутой огнем. Скорость распространения огня при весенних палах – 180 – 300 м/мин и находится в прямой зависимости от скорости ветра в приземном слое. Лесная подстилка сгорает на глубину 2 – 3 см [4, с. 14].

Пожары приводят, прежде всего, к значительному изменению экологических условий в местообитаниях. В зависимости от вида и интенсивности пожаров их влияние во многом неравнозначно. Так, в одних условиях (особенно на склоновых поверхностях) будут происходить водноэрозионные и дефляционные процессы, в других – длительные восстановительные сукцессии, а в третьих – фитоценозы не претерпевают каких-либо изменений в своем развитии.

В ряде случаев наличие пожаров с определенной периодичностью является условием сохранения определенного типа экосистем. Полное отсутствие пожаров приводит к накоплению большого количества мертвых растительных остатков. В результате возрастает угроза возникновения более сильных пожаров, которые приводят к изменению структуры сообщества [2, с. 84 – 87] или его замене на совершенно другой тип растительности [9]. Целью данной работы является изучение воздействия пожаров на величину и структурные компоненты биомассы лесных лугов Караканского хребта.

Характеристика объекта

Лесные луга расположены исключительно на северо-восточном макросклоне Караканского хребта. Здесь они занимают достаточно обширные пространства, до 30 % общей площади, представлены участками различных форм и размеров между лесными массивами. Лесные луга находятся под сильным влиянием мощного снежного покрова в зимний период, характерного для подветренного северо-восточного макросклона, что приводит к существенной задержке фенологического развития весной, и обеспечивают обильный влагозапас в почве в течение вегетационно-

го сезона. Совокупность этих факторов приводит к формированию здесь своеобразных высококотравных сообществ. В травостое лесных лугов сочетаются виды трех эколого-фитоценологических групп: луговой, лугово-степной и лугово-лесной. Основную их часть можно считать первичными сообществами, часть же возникла на месте лесов в результате палов [5, с. 13]. Нередко, особенно в верхней части склона, прогалы между лесными массивами заняты зарослями папоротника-орляка, также, видимо, послепожарного происхождения.

Методика

Для оценки влияния пожаров на продуктивность лесных лугов на северо-восточном макросклоне были заложены 4 пробные площади (ПП), по две в нижней и верхней части склона в пределах двух трансект. Трансекты расположены в северо-западной и юго-восточной частях хребта. Закладка пробных площадей проведена в соответствии с принятыми методами учета биомассы в растительных сообществах [3, с. 29]. Расположение пробных площадей в пределах каждой трансекты определялось сравнительной однородностью луговых сообществ. Размеры пробных площадей – 30×30 м². Границы площадей обозначены точками координат с помощью GPS.

Контрольная пробная площадь была заложена в 9 км восточнее хребта, в окрестностях д. Каралда, на участке остепненного лесного луга, где влияние пожаров не отмечалось.

Внутри каждой пробной площади с пяти учетных площадок размером 1×1 м, расположенных методом конверта, отбирались пробы надземной и подземной биомассы. Растения скашивались на высоте 3 см и помещались в полиэтиленовые пакеты. Камеральная обработка проводилась в тот же день. Пробы раскладывались по фракциям на следующие группы: лесная подстилка, мортмасса, злаки, бобовые, разнотравье. Каждая фракция заворачивалась в бумагу и взвешивалась. Фракционные пробы высушивались в помещении с принудительной вентиляцией до постоянного воздушно-сухого состояния и повторно взвешивались на весах с точностью до 1 г.

Для учета подземной биомассы на каждой учетной площадке в пятикратной повторности с глубины 0 – 20 см отбирались почвенные пробы с помощью почвенного бура размерами 75×200 мм. После высушивания образцы почвы просеивались сквозь систему сит С12/38 с одновременным отбором корней. Корневая масса с каждой пробы помещалась в отдельный конверт, высушивалась и взвешивалась с точностью до 0,1 г.

Таким образом, отбор образцов надземной биомассы на каждой пробной площади проведен в 5-кратной повторности, а подземной – в 25-кратной. Обработка результатов отбора биомассы проводилась с использованием пакетов программ MSExcel 2007 и Statistica 6.0®.

Результаты

ПП № 1 – расположена в верхней части склона крутизной до 12 – 14. Преобладающая растительность – мезофильный лесной луг с элементами лесного высококотравья. Травостой густой (общее проективное покрытие 100 %) с доминированием гемибореальных и высококотравно-лесных видов.

Наибольшей встречаемостью (100 %) обладают *Pteridium aquilinum*, *Hieracium umbellatum*, *Sanguisorba officinalis*, *Trollius asiaticus*. С высокой встречаемостью (80 %) присутствуют *Calamagrostis canescens*, *Brachypodium pinnatum*, *Inula salicina*, *Lathyrus pisiformis*, *Solidago virgaurea*. Низкой встречаемостью (20 %, т. е. встречены на одной из пяти учетных площадок) обладают сорные и полусорные растения – *Chamaenerion angustifolium*, *Taraxacum officinale*, *Dactylis glomerata* и растения суходольных лугов – *Poa pratensis*, *Solidago virgaurea*, *Helictotrichon pubescens*. Всего на пробной площади зарегистрировано (без учета эфемероидов) 40 видов сосудистых растений, относящихся к 30 родам из 15 семейств.

Общая биомасса на пробной площади в среднем составляет 2454 г/м² (табл.), из которых надземная часть составляет 20 %. В срезанном травостое преобладает масса злаков – 60 %, масса разнотравья составляет 38 %, и только 2 % – бобовые.

Таблица

Структура биомассы высших растений лесных лугов Караканского хребта

№ пробной площади	Средние значения элементов биомассы, г/м ² возд.-сух. веса							
	подземная часть	надземная часть			живая биомасса			
		общая	подстилка	мортмасса	общая	злаки	бобовые	разнотравье
1	1970	484	0	66	418	250	8	160
2	1677	415	0	33	382	209	10	162
3	2195	509	0	38	471	110	8	353
4	1260	345	54	99	192	145	4	43
Среднее	1833	1762	825	460	477	227	15	235

ПП № 2 – расположена в нижней части склона крутизной 6 – 7°. По характеру растительности участок представляет собой остепненный лесной луг, изредка скашиваемый и подверженный весенним палам.

Присутствуют единичные взрослые березы с высотой менее 0,2. Подрост березы отсутствует.

Травостой густой, проективное покрытие 90 – 100 %. По встречаемости и обилию преобладает *Brachypodium pinnatum* (встречаемость 100 %,

28,4 шт./м²). С таким же высокой встречаемостью (100 %), но с меньшим обилием, встречаются *Trollius asiaticus*, *Galium boreale*. С несколько меньшей встречаемостью (80 %) представлены *Hieracium umbellatum*, *Rubus saxatilis*, *Vicia cracca*. На трех из пяти площадках встречаются 9 видов, среди которых выделяются *Parnassia impatiens*, *Sanguisorba officinalis*, *Veratrum lobelianum*, *Polygonatum odoratum*, *Pteridium aquilinum*, *Filipendula ulmaria* др. Только на одной учетной площадке присутствуют 23 вида, среди которых *Tanacetum vulgare*, *Thalictrum minus*, *Origanum vulgare*, *Gentiana pneumonanthe*, *Lupinaster pentaphyllus*, *Viola arvensis*, *Vicia unijuga* и др. Емкость фитоценозов – 42 вида.

Общая биомасса на ПП 2 составила 2093 г/м², в т. ч. доля надземной части составляет 20 %. В структуре надземной массы преобладают злаки – 55 %, разнотравье – 42 %. Бобовые составляют 3 %.

ПП № 3 – расположена в верхней части склона крутизной до 15°. Преобладающая растительность – мезофильный лесной луг с элементами лесного высокоотравья. Травостой густой, с доминированием (на разных участках) лесных видов, преимущественно гемибореальных и высокотравно-лесных – *Cacalia hastata*, *Euphorbia pilosa*, *Serratula coronata*, *Aconitum septentrionale*, *Crepis sibirica*, *Heraclium dissectum* и др., встречающихся в разных сочетаниях и с разным обилием. Местами – почти одновидовые заросли *Pteridium aquilinum*. На небольших по площади возвышенных участках развиты остепненные лесные луга с заметной долей луговых и лугово-лесных видов: *Calamagrostis epigeios*, *Galium boreale* и др.; в их травостое участвуют также лугово-степные виды – *Phlomis tuberosa*, *Peucedanum morisonii*. Всего на пробной площадке № 3 зарегистрировано (без учета эфемероидов) 48 видов сосудистых растений, относящихся к 42 родам из 18 семейств.

Учетные площадки достаточно разнородны по флористическому составу. Ни у одного вида нет встречаемости 100 %. 80 % имеет *Calamagrostis epigeios*, остальные 33 вида имеют низкое значение встречаемости.

Общая биомасса в среднем составила 2705 г/м². Доля надземной части составляет 19 %. В структуре травостоя резко преобладает группа разнотравья – 75 %, массовая доля злаков составляет 23 %, бобовых – 2 %.

ПП № 4 – расположена в нижней выположенной части склона. По характеру растительности площадь представляет собой остепненный лесной луг, ранее используемый как сенокос. Присутствуют отдельно стоящие молодые *Betula pendula* и единичные экземпляры кустарников – *Salix caprea* и *Viburnum opulus*.

Травостой относительно густой, с проективным покрытием 70–90 %. Наибольшую встречаемость (100 %) на пробных площадях имеют мезоксерофиты *Pimpinella saxifraga* и *Poa angustifolia*. Несколько меньше представлены другие злаки – *Festuca pratensis*, *Bromopsis inermis*; группа разнотравья – *Hypericum perforatum*, *Origanum vulgare*, *Pimpinella saxifraga*; бобовые – *Trifolium pratense*, *Vicia cracca* и др. Существенную роль играют «луговые сорняки»: *Galeopsis bifida*, *Bunias orientalis*, *Chenopodium album*, *Tussilago farfara* и др. Наибольшей численностью, 8 –

10 шт./м², обладают сорные растения – *Pimpinella saxifraga* и *Taraxacum officinale*. Всего зарегистрировано 74 вида сосудистых растений из 63 родов, относящихся к 24 семействам.

Общая биомасса в среднем составила 1605 г/м², в т. ч. на долю надземной части приходится 21 %. В структуре надземной биомассы преобладают злаки – 76 % и разнотравье – 22 %, бобовые составляют 2 %.

Контрольная ПП – расположена в окрестностях д. Каралда, в средней части юго-восточного склона, крутизной до 15°.

Преобладающая растительность – разнотравно-злаковый лесной луг с элементами остепнения. Травостой густой, в среднем высотой до 1 м, подразделяется на 2 подъяруса. Хорошо выражено доминирование лесных (гемибореальных) и лугово-лесных злаков – *Brachypodium pinnatum*, *Calamagrostis arundinacea*, *Dactylis glomerata*. Из довольно многочисленных видов лесного разнотравья и высокотравья более обильны *Crepis sibirica* и *Chamerion angustifolium*; луговое разнотравье представлено *Sanguisorba officinalis*, *Centaurea scabiosa*, *Geranium pratense* и др. видами. В травостое, наряду с луговыми и лесными видами, довольно заметно участие лугово-степных: в верхнем подъярусе это – *Peucedanum morisonii*, *Phlomis tuberosa*, *Aconitum barbatum* и др., в нижнем подъярусе – *Primula cortusoides*, *Allium strictum*. Помимо травянистых растений, на участке произрастает небольшая группа средневозрастных *Betula pendula*, также отмечена поросль *Populus tremula*. Из кустарников единично присутствует лишь *Rosa majalis*.

Наибольшая встречаемость (100 %) на учетных площадках обнаружена у *Cirsium setosum* и *Phlomoides tuberosa*. Высокой встречаемостью 80 % обладают луговые растения – *Inula salicina*, *Origanum vulgare*, *Sanguisorba officinalis*. Наибольшей численностью обладают вейники (*Calamagrostis canescens* и *Calamagrostis epigeios*) – 4,8 – 7,4 шт./м². На площадке зарегистрировано (без учета эфемероидов) 68 видов сосудистых растений из 56 родов и 23 семейств.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод о лугово-лесном характере этого участка и о незначительной антропогенной трансформации его растительного покрова.

Общая биомасса на ПП 9 составила 3595 г/м², в т. ч. доля надземной массы составляет 49 %. В структуре живой массы преобладают злаки – 48 % и разнотравье – 49 %, бобовые составляют 3 %.

Обсуждение

Соотношение групп растений лугов северо-восточного макросклона Караканского хребта свидетельствует об их слабой трансформации в результате антропогенного воздействия. По всей видимости, луга имеют вторичное (послепожарное) происхождение. На основе приведенных описаний можно сделать вывод о лугово-лесном характере этих фитоценозов и их генетическом сходстве с растительностью на контрольной пробной площадке, совершенно не подвергнутой трансформации. Исключение составляет ПП № 4, где под влиянием сенокоса в структуре травостоя резко выделяется группа рудеральных и сегетальных видов.

Главной особенностью фитоценозов на всех пробных площадях, в отличие от контрольного варианта, являются следы пожаров, также антропогенного происхождения.

В структуре биомассы на пробных площадях подземная часть повсеместно в 5 раз превышает надземную, тогда как на контрольной пробной площади они равны. Состояние надземной биомассы на пробных площадях показывает полное отсутствие подстилки (кроме ПП № 3) и незначительное количество мортмассы в соотношении с живой биомассой, в отличие от контроля, где налицо признаки долголетнего накопления органики – подстилка вдвое превышает мортмассу, а в сумме они составляют 72 % всей надземной биомассы. Поскольку условия аккумуляции мортмассы и лесной подстилки непосредственно зависят от наличия пирогенного фактора, можно сделать вывод о постоянном воздействии пожаров на склонах Караканского хребта и их полном отсутствии на лесных лугах в окрестностях д. Каралда.

Величина подземной биомассы на ПП № 1, 2, 3 и в контрольной ПП не имеет существенных различий. Следовательно, пожары, в результате которых сгорает только лесная подстилка и мортмасса, не отказывают влияния на продуктивность подземных частей растений. Это выявляет характер возгораний и определяет их как беглые низовые пожары весеннего периода.

Живая надземная биомасса на ПП № 1, 2 и 3 также не отличается от таковой в контрольном варианте, что говорит об отсутствии влияния беглых низовых пожаров на текущую продуктивность фитоценозов. Ежегодное сгорание растительных остатков, безусловно, оказывает влияние на расположенные приповерхностно подземные органы вегетативного размножения и точки роста, что может приводить к исчезновению отдельных, неустойчивых к огню видов.

Из всех пробных площадей, включая контрольную, по структуре биомассы в наибольшей степени выделяется ПП № 4. Наличие лесной подстилки не подтверждает действие пирогенного фактора на данном участке, но ее доля в структуре биомассы существенно меньше, чем в контроле. Это объясняется периодическим изъятием растительной массы в процессе сенокоса. Подземная часть на данной ПП также существенно ниже, чем на остальных ПП и в контроле. Таким образом, снижение общей продуктивности фитоценоза вызвано сенокосом, а не действием весенних палов.

По надземной биомассе среди ботанических групп на ПП № 1, 2, 4 преобладают злаки, второе ме-

сто занимает группа разнотравья. Наиболее существенное преобладание злаков зафиксировано на ПП № 4, что может быть обусловлено влиянием сенокоса [1, с. 61]. На ПП № 3 масса разнотравья преобладает над массой злаков, главным образом, за счет присутствия лесного высокотравья, а в контроле биомасса обеих групп различий не имеет. Присутствие бобового компонента во всех вариантах, также и в контроле, незначительно и нигде существенно не выделяется. Данное соотношение ботанических групп на всех участках не определяет влияние пирогенного фактора, а различия их биомассы обусловлено, по всей видимости, местными фитоценологическими условиями.

Важнейшим показателем влияния пожаров на фитоценозы является количество видов. На ПП, подверженных постоянным пожарам, видов меньше – 40, 44 и 48, чем в контроле – 68, а наибольшее количество видов на ПП 4 – 74, где следов пожаров не обнаружилось. Очевидно, что в результате пожаров исчезают неустойчивые виды, подземные органы которых, расположенные приповерхностно, среди которых, кстати, немало редких и исчезающих видов. Но с другой стороны, как показано рядом исследований [8, с. 42 – 43], при сгорании прошлогодней травы высвобождается аккумулированная биомассой большая часть зольных элементов, которые вовлекаются в круговорот веществ, улучшается водно-воздушный режим поверхности почвы, что благоприятствует росту травянистой растительности, нивелируя возможное угнетающее действие палов. Поэтому продуктивность зеленой массы лугов под воздействием пожаров остается неизменной.

Выводы

1. Лесные луга Караканского хребта имеют вторичное (послепожарное) происхождение и подвержены постоянному воздействию пожаров.
2. По способу возникновения пожары классифицируются как беглые низовые, связанные с антропогенным возгоранием сухих наземных остатков в весенний период.
3. Общая величина надземной биомассы лесных лугов в несколько раз ниже, чем подземная, что связано с горением лесной подстилки и сухих растительных остатков.
4. Беглые низовые пожары не оказывают влияния на продуктивность и структуру живой части надземной и подземной биомассы.
5. Под влиянием низовых пожаров на лесных лугах происходит снижение общего количества видов.

Литература

1. Вагина, Т. А. Луга Барабы / Т. А. Вагина. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1962. – Ч. 1. – 197 с.
2. Валендик, Э. Н. Условия возникновения и распространения крупных пожаров в лесах Сибири / Э. Н. Валендик // Лесоведение. – 1991. – № 6.
3. Гришина, Л. А. Учет биомассы и химический анализ растений: учебное пособие / Л. А. Гришина, Е. М. Самойлова. – М.: Изд-во Московского гос. университета, 1971. – 99 с.
4. Иванов, В. А. Справочник по тушению природных пожаров. Проект ПРООН/МКИ «Расширение сети ООПТ для сохранения Алтае-Саянского экорегиона» / В. А. Иванов, Г. А. Иванова, С. А. Москальченко. – Красноярск, 2011. – 130 с.
5. Растительный мир Караканского хребта / Н. Н. Лашинский [и др.]. – Новосибирск: Гео, 2011. – 120 с.

6. Манаков, Ю. А. Караканский аватар / Ю. А. Манаков // Наука в Сибири. Еженедельная газета сибирского отделения российской академии наук. – 2011. – № 36 – 37(2821 – 2822).
7. Фуряев, В. В. Роль пожаров в процессе лесообразования / В. В. Фуряев. – Новосибирск, 1996. – 251 с.
8. Шешуков, М. А. О некоторых аспектах лесопо-жарной стратегии предупреждения, обнаружения и тушения лесных пожаров / М. А. Шешуков, С. А. Громыко // Лесное хозяйство. – 2002. – № 5.
9. Restoration and canopy type influence soil microflora in a ponderosa pine forest / S. Boyle [et al.] // Soil Science Society of America. – 2005. – Vol. 69. – № 5. – P. 1627 – 1638.

Информация об авторах:

Уфимцев Владимир Иванович – кандидат биологических наук, научный сотрудник ФГБУН Института экологии человека СО РАН, 8-905-965-05-67, uwy2079@gmail.com.

Vladimir I. Ufimtsev – Candidate of Biology, Researcher at the Institute for Human Ecology of the Siberian Branch of the RAS.

Куприянов Олег Андреевич – ведущий инженер-технолог ФГБУН Института экологии человека СО РАН, 8-923-609-73-69, kuproa@gmail.com.

Oleg A. Kupriyanov – Leading Technologist at the Institute for Human Ecology of the Siberian Branch of the RAS.

Стрельникова Татьяна Олеговна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБУН Института экологии человека СО РАН, 8-913-273-42-62, strelnikova21@yandex.ru.

Tatiana O. Strelnikova – Candidate of Biology, Senior Researcher at the Institute for Human Ecology of the Siberian Branch of the RAS.