

Влияние пожара на динамику подземной фитомассы степных фитоценозов на участке «Буртинская степь» Оренбургского заповедника

Дусаева Г. Х., Калмыкова О. Г., Дусаева Н. В.

Институт степи Уральского отделения РАН
Оренбург, Россия
16guluy@mail.ru, o.k.81@list.ru, maksutova1@mail.ru

Степные экосистемы являются наименее защищенными от воздействия пирогенного фактора. Изучение закономерностей восстановления растительного покрова в горевших степных фитоценозах, является актуальной проблемой, что связано с широким распространением пожаров в степной зоне в настоящее время. Возрастающая частота и площадь пожаров, говорит о тенденции активизации пожаров, что в конечном итоге может привести к существенным экологическим последствиям. Нами изучено воздействие пирогенного фактора на динамику запасов подземной фитомассы степных фитоценозов на участке «Буртинская степь» Оренбургского заповедника. Территория исследования расположена в степной зоне Предуралья. Общая площадь участка составляет 45 км². В августе 2014 года на участке сгорело более 20 км² заповедной степи, после чего была заложено 2 мониторинговых участка, каждый участок включал в себя контрольную (Б) и горевшую (А) площадку. Исследования были проведены в 2015–2016 годы. В каждом сообществе проводили геоботанические описания; учеты надземной и подземной фитомассы в весенний, летний, осенний периоды. Полученные образцы подземной фитомассы промывали, высушивали при 105 °С и взвешивали. Образцы надземной фитомассы высушивались до воздушно-сухого состояния. В результате сравнения негоревших и пострадавших от огня площадок на всех участках не было выявлено статистически значимых различий по непараметрическому U-критерию Манна-Уитни ($\alpha < 0,05$) в общих запасах подземной фитомассы и запасах живой подземной фитомассы. В запасах подземной мортмассы различия выявлены ко второму году исследования на одном участке.

Ключевые слова: запасы подземной фитомассы, пирогенный фактор, степные особо охраняемые природные территории, Оренбургский заповедник, Оренбургская область.

ВВЕДЕНИЕ

Основной запас фитомассы (растительного вещества) в степных экосистемах депонирован в почве. Сосредоточенность основного запаса фитомассы в почве является результатом приспособления растительных сообществ к условиям аридного климата степной зоны (Базилевич, 1993; Титлянова, Косых, Миронычева-Токарева, 1994; Гаджиев и др., 2002; Романова, 2002; Титлянова, Самбуу, 2016).

Подземная фитомасса является основным источником гумусовых веществ в почвах степных биогеоценозов (Кононова, 1963; Титлянова, 1984). В этой связи становится особенно актуальным изучение сезонных и разногодичных закономерностей накопления подземной фитомассы (Ушачева, 1998). Показатели запасов подземной фитомассы дают представление о количестве растительного вещества, протекании биологического круговорота, а также позволяют определить влияние на растения факторов внешней среды и приспособления к ним (Титлянова, Косых, Миронычева-Токарева, 1994). Несмотря на достаточную степень изученности влияния пожаров на видовой состав, геоботанические характеристики фитоценозов, динамику надземной фитомассы, исследований посвященных динамике запасов подземной фитомассы степей недостаточно. В России пожары, в контексте их воздействия на подземную фитомассу степей изучались в Бурятии (Бутуханов и др., 2016) и Туве (Дапылдай, 2013; Титлянова, Самбуу, 2016).

Цель наших исследований – изучить влияние пожара на динамику подземной фитомассы степных фитоценозов на участке «Буртинская степь» Оренбургского заповедника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на участке «Буртинская степь» Оренбургского заповедника в Беляевском районе Оренбургской области. Участок площадью 45 км² расположен в восточной части Предуральяского краевого прогиба (Степной заповедник..., 1996). В ботанико-географическом отношении этот заповедный кластер расположен в подзоне разнотравно-дерновиннозлаковых Заволжско-Казахстанских степей (Зоны и типы поясности..., 1999а, 1999б; Сафронова, Калмыкова, 2012).

Общая площадь участка составляет 45 км². В августе 2014 года на участке сгорело более 20 км² заповедной степи, после чего было заложено 2 мониторинговых участка, каждый участок включал в себя контрольную (Б) и горевшую (А) площадку (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика мониторинговых участков

Год	Площадки	5А (гарь)	5Б (контроль)	6А (гарь)	6Б (контроль)
	Показатель				
2015	Название сообщества	Разнотравно-типчакково-ковыльковое (<i>Stipa lessingiana</i> , <i>Festuca valesiaca</i> , <i>Herbae stepposae</i>)	Разнотравно-типчакково-ковыльковое (<i>Stipa lessingiana</i> , <i>Festuca valesiaca</i> , <i>Herbae stepposae</i>) с <i>Artemisia marschalliana</i>	Разнотравно-ковыльково-залесскоковыльное (<i>Stipa zalesskii</i> , <i>S. lessingiana</i> , <i>Herbae stepposae</i>) с <i>Helictotrichon desertorum</i> , <i>Poa transbaicalica</i> и петрофитными элементами	Разнотравно-ковыльково-залесскоковыльное (<i>Stipa zalesskii</i> , <i>S. lessingiana</i> , <i>Herbae stepposae</i>) с <i>Helictotrichon desertorum</i> и петрофитными элементами
	Проективное покрытие	45–47 %	90 %	55 %	97–98 %
2016	Название сообщества	Луковичномятликово-разнотравно-типчакково-ковыльковое (<i>Stipa lessingiana</i> , <i>Festuca valesiaca</i> , <i>Herbae stepposae</i>) с <i>Artemisia marschalliana</i>	Разнотравно-типчакково-ковыльковое (<i>Stipa lessingiana</i> , <i>Festuca valesiaca</i> , <i>Herbae stepposae</i>) с <i>Artemisia marschalliana</i>	Разнотравно-ковыльково-залесскоковыльное (<i>Stipa zalesskii</i> , <i>S. lessingiana</i> , <i>Herbae stepposae</i>) с <i>Helictotrichon desertorum</i> и петрофитными элементами	Разнотравно-ковыльково-залесскоковыльное (<i>Stipa zalesskii</i> , <i>S. lessingiana</i> , <i>Herbae stepposae</i>) с <i>Helictotrichon desertorum</i> и петрофитными элементами
	Проективное покрытие	55 %	90 %	78–80 %	95–97 %

Климат Буртинской степи имеет хорошо выраженные черты континентальности с холодной суровой зимой (январь –15,8 °С), сухим жарким летом – (+22 °С). Среднегодовое количество осадков 327 мм; общая сумма тепла – (+2600 °С) (Степной заповедник «Оренбургский»..., 1996). Годы исследования по погодным условиям (основываясь на значениях гидротермического коэффициента Селянинова) характеризовались как слабо засушливый – 2015 год и удовлетворительно влажный – 2016 год.

Особенности почвенного покрова участка «Буртинская степь» связаны с близким залеганием от поверхности плотных коренных пород и ландшафтно-экологическими характеристиками территории. Почвы участка представлены черноземами южными (обычными), карбонатными, неполноразвитыми. Все они характеризуются укороченным почвенным профилем и наличием щебенки (гальки) с поверхности и по всему профилю (Климентьев и др., 2001).

Геоботанические описания были выполнены с использованием стандартных геоботанических методик (Вальтер, Алехин, 1936; Ярошенко, 1961; Полевая геоботаника, 1964, 1972) на постоянных пробных площадях размером 10×10 м. Учет динамики наземного растительного вещества проводили с помощью методики Н. И. Базилевич, А. А. Титляновой (1978). Укосы проводили в каждом сообществе в течение вегетационного сезона: в весенний, летний и осенний периоды. Растения срезали вровень с почвой, на площадках по 0,25 м² в 3-х кратной повторности. В лабораторных условиях образцы взвешивались, и оценивался запас каждого компонента растительного вещества – масса органов растений на единицу площади в момент исследования.

Учет подземных органов производился методом монолитов (Шалыт, 1949, 1960) на площадках, заложенных для учета наземной фитомассы. После проведения укосов и сбора подстилки вынимали монолит размером 0,25 м² каждые 10 см до глубины 50 см в 3-х кратной повторности с каждого участка. Отобранные пробы отмывались в воде с помощью сеток и сит с отверстиями 0,5 мм. Разделение подземной фитомассы на живую и мертвую проводилось с помощью методики С. А. Алиева (1966). В емкость (например, ведро) набирали воду, погружали весь образец и медленно перемешивали рукой: живые корни – оседали, а мертвые всплывали. Далее в полевых условиях образцы просушивали и взвешивали до воздушно-сухого состояния. В лаборатории живые и мертвые корни высушивали при 105 °С до абсолютно сухого состояния (пока величина навески между взвешиваниями не изменялась) в сушильном шкафу (ШС-40ПЗ). Обработанные навески, соответствующие определенной части растительного покрова, собранные в один период и с одного участка суммировали и пересчитывали в г/м².

Запасы растительного вещества обозначали следующими символами: G – живая наземная фитомасса, L – подстилка, D – ветошь, R – живая подземная фитомасса, V – подземная мортмасса. Вся наземная фитомасса сушилась до воздушно-сухого состояния, затем взвешивалась с точностью 0,05 г.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 6.1. Для оценки статистической значимости различий запасов фитомассы и ее компонентов на горевших и контрольных площадках применяли U-критерий Манна-Уитни ($\alpha < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В исследованных нами фитоценозах в подзоне разнотравно-дерновиннозлаковых степей на южных черноземах в течение двух лет запасы подземной фитомассы контрольных сообществ незначительно превышали запасы горевших, за исключением июля 2015 года (площадка 5А) (рис. 1).

Общие запасы подземной фитомассы в слое 0–50 см в контрольных сообществах изменялись в 2015 году от 1089 г/м² до 2566 г/м², а в горевших от 920 г/м² до 1853 г/м². В следующем году запасы негоревших фитоценозов варьировали от 1324 г/м² до 2053 г/м², в горевших сообществах от 1123 г/м² до 1916 г/м². И в контрольных и в горевших сообществах максимальный запас подземной фитомассы в основном приходился на летне-осенний период, когда максимального развития достигли основные доминанты сообщества (злаки, разнотравье). Минимальные показатели на обоих участках характерны для весеннего периода (рис. 1).

Основная масса подземного растительного вещества концентрируется в гумусовом горизонте, некоторые корни степных видов проникают на глубину 80–150 см (Титлянова и

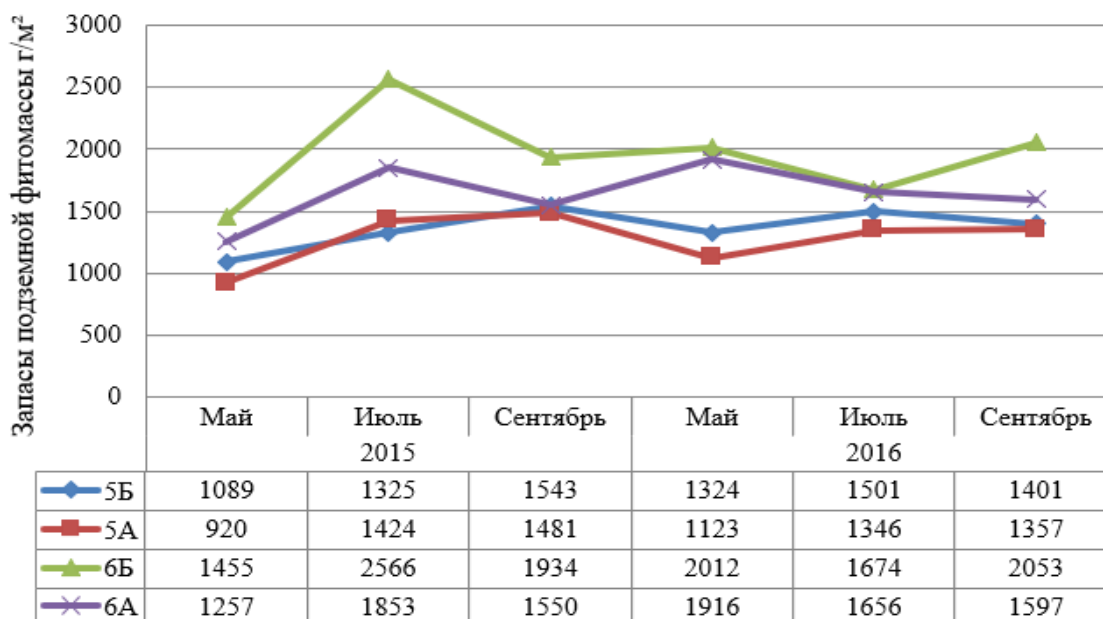


Рис. 1. Динамика запасов подземной фитомассы в 2015–2016 годах в горевших (А) и негоревших (Б) фитоценозах

др., 1996). В нашем исследовании в верхнем слое почвы 0–20 см было сосредоточено от 74 % до 88 % подземной фитомассы горевших и контрольных сообществ, что согласуется с данными А. А. Титляновой и др. (1996). Было выявлено, что в слое почвы 0–20 см сконцентрировано от 50 % до 90 % подземной растительной массы.

Статистически значимых различий между величинами общих запасов подземной фитомассы (R+V) горевших и негоревших растительных сообществ не было выявлено при анализе данных с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни ($p < 0,05$) ни для одной исследованной площадки в оба года исследования. Следовательно, выгорание фитоценозов в разнотравно-дерновиннозлаковых степей незначительно влияет на величину запасов подземной фитомассы.

В структуре подземной фитомассы во все сезоны значительно преобладал живой компонент. Запасы живой подземной (R) фитомассы в 2015 году в контрольных сообществах изменялись от 734 г/м² до 2061 г/м², на горевших участках – от 736 г/м² до 1315 г/м². В 2016 году в не затронутых пожаром сообществах они составляли от 930 г/м² до 1558 г/м², в горевших фитоценозах – от 852 г/м² до 1354 г/м² (рис. 2).

Доля живой подземной фитомассы в естественных степных экосистемах по данным А. А. Титляновой, Н. П. Косых, Н. П. Миронычевой-Токаревой (1994) составляет 20–50 % от общего запаса подземной фитомассы. Подземная мортмасса может составлять от 30 % до 70 % всего подземного вещества. Согласно материалам Н. И. Базилевич, О. С. Гребенщикова, А. А. Тишкова (1986) запасы живых подземных органов травяных сообществ часто составляют более половины, а иногда 1/3 и 1/4 от общих запасов живой и мертвой подземной массы. В настоящих степях и в известной мере в северной части сухих степей на Европейской территории России доля живых подземных органов составляет 50–80 %. По данным Н. И. Саввиновой и Н. А. Панковой (1942) в сухих степях Саратовской области на темно-каштановых почвах доля живых подземных органов превышает 60 % (Базилевич, Гребенщиков, Тишков, 1986).

На мониторинговых участках «Буртинской степи» доля живой подземной фитомассы от общих запасов подземной фитомассы в горевших сообществах в мае 2015 года составляла 80–81 %, тогда как в контрольных фитоценозах этот показатель изменялся в пределах 66–67 %,

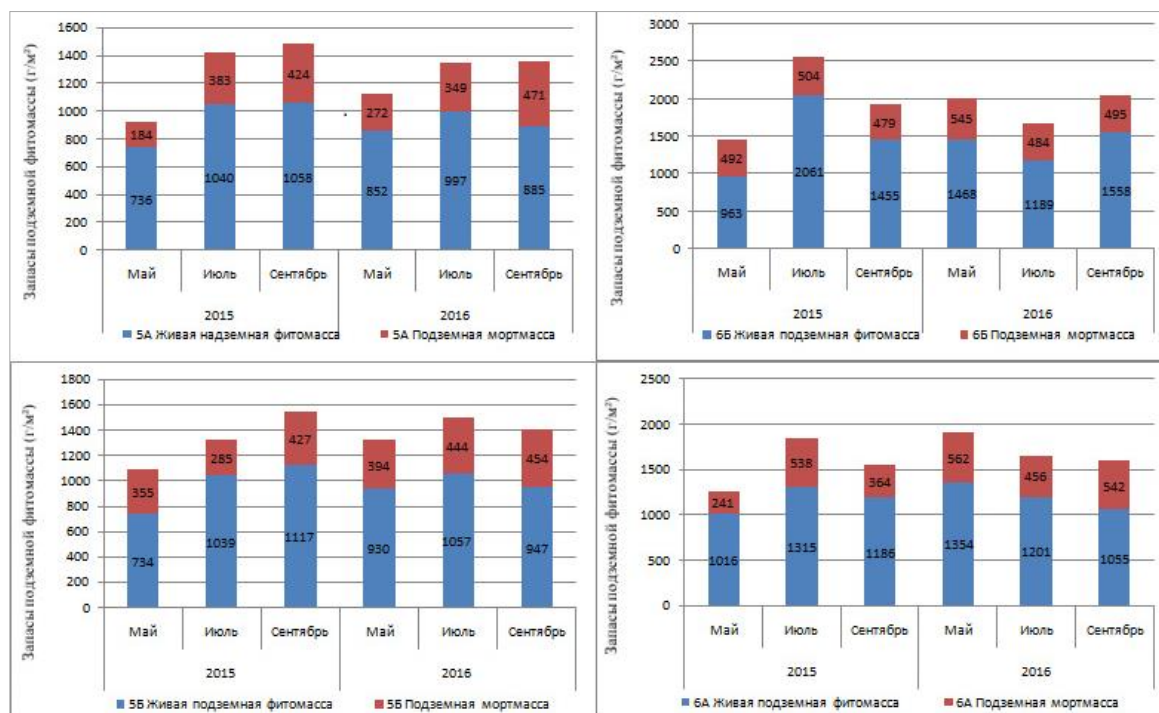


Рис. 2. Динамика живых и мертвых подземных органов растений в 2015–2016 годах

причем вес запасов живой фитомассы в парах площадок (горевшая / негоревшая) были примерно одинаковыми. Такой эффект достигался за счет значительного снижения в горевших фитоценозах подземной мортмассы. В остальной период доля запасов живой подземной фитомассы варьировала в пределах 70–80 % в горевших и контрольных сообществах. Во второй год исследования доля запасов живой подземной фитомассы в горевших и контрольных сообществах изменялась от 65 до 75 %.

Сезонная динамика запасов живой подземной фитомассы была сходной в пределах мониторингового участка и определялась скорее типом сообщества, а не его повреждением пожаром (рис. 3). Например, на площадке № 5 запасы живой надземной фитомассы горевших и контрольных сообществ в 2015 году увеличивались с мая по сентябрь, а в 2016 году увеличивались с мая по июль и снижались к сентябрю, при этом величины запасов этого компонента в горевшем и аналогичном ему негоревшем фитоценозах были очень близки друг к другу, что говорит о минимальном воздействии пирогенного фактора. На площадке № 6 сезонная динамика этого показателя в горевшем и негоревшем фитоценозах в целом была сходной (за исключением сентября 2016 года), но величина запасов горевших сообществ – значительно ниже в летне-осенний период 2015 года и осенний 2016 года.

А. А. Тилянова и А. Д. Самбуу (2016), описывали возрастание запасов живой подземной фитомассы после пожара. Они отмечали, что пал стимулировал рост новых корней и корневищ и отмирание старых. В то же время под действием высоких температур отмирали не только живые корни до пала, но и старые подземные органы. Большое накопление живых подземных органов и быстрое использование хранящихся в них запасных веществ в случае необходимости – адаптивная стратегия растений (Титлянова, Косых, Миронычева-Токарева, 1996).

Нам не удалось пронаблюдать эффекта повышения запасов живой подземной фитомассы после пожара. Статистически значимых различий по U-критерию Манна-Уитни ($p < 0,05$) между запасами живой подземной фитомассы горевших и контрольных сообществ не выявлено ни в один из вегетационных сезонов.

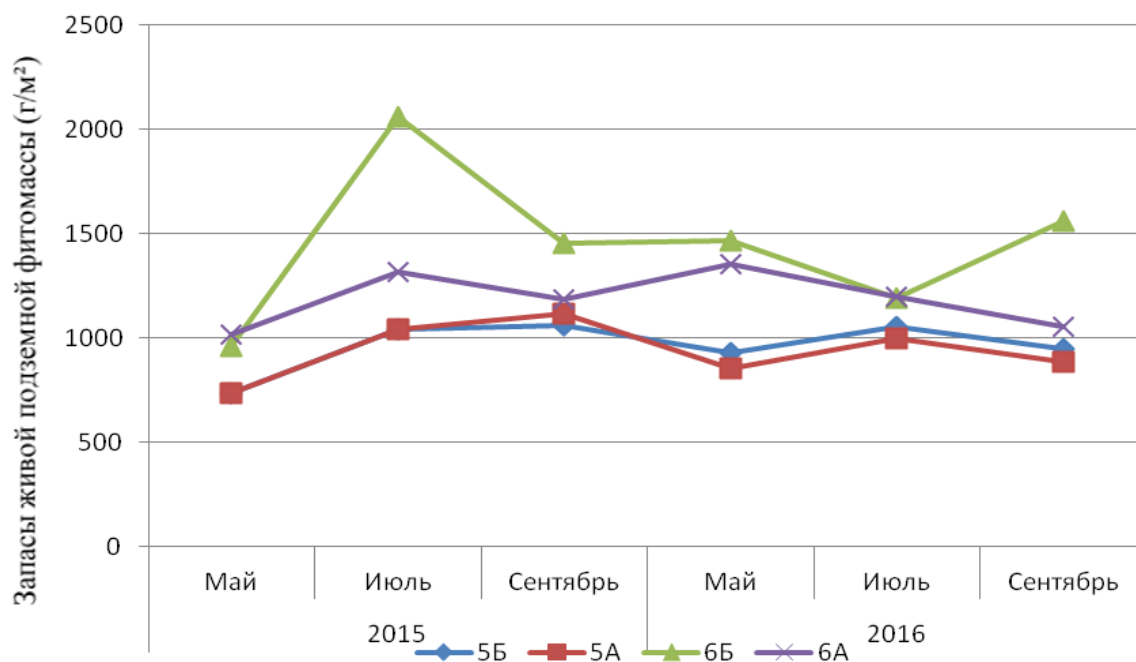


Рис. 3. Динамика запасов живой подземной фитомассы в 2015–2016 годах

Запасы подземной мортмассы в горевших сообществах изменялись в 2015 году от 184 г/м² до 538 г/м² – в горевших фитоценозах и от 285 г/м² до 504 г/м² – в негоревших, а во второй год после пожара – от 272 г/м² до 562 г/м² и от 394 до 545 г/м² соответственно.

В мае 2015 года запасы подземной мортмассы и их доля были значительно ниже, чем в контрольных сообществах, что связано с интенсификацией процессов деструкции на горячих в первое время после пожара (рис. 4). Доля подземной мортмассы от общих запасов подземной фитомассы в горевших и контрольных сообществах изменялась в пределах – 18–19 % и 32–34 % соответственно. В летний период запас подземной мортмассы на горячих резко возрос, что связано с усиленным переходом живых корней в подземную мортмассу, т.е. с процессом минерализации. К концу вегетационного сезона величины запасов подземной мортмассы горевших и контрольных сообществ сравнялись. Доля подземной мортмассы в летне-осенний период в сравниваемых парах горевших и контрольных сообществ была очень близкой друг к другу и изменялась в пределах от 20 до 29 %.

В 2016 году величины подземной мортмассы в горевших фитоценозах приходят в соответствие с контрольными участками. Динамика запасов подземной мортмассы горевших и контрольных площадок № 5 и 6 имеет сходный тренд. И только на площадке № 5 величины запасов различаются. Доля подземной мортмассы от общих запасов подземной фитомассы варьировала в течение этого вегетационного периода от 24 % до 34 %, увеличиваясь к осеннему периоду.

При сравнении значений запасов подземной мортмассы при помощи непараметрического U-критерия Манна-Уитни ($p < 0,05$) в 2015 году статистически значимых различий между этим показателем в горевшем и негоревшем фитоценозах не было выявлено ни на участке № 5, ни на участке № 6. В 2016 году на площадке № 5 запасы подземной мортмассы негоревших сообществ статистически значимо отличались (по непараметрическому U-критерию Манна-Уитни, $p < 0,05$) от горевших и были больше в начале вегетационного периода в 1,5 раза. На площадке № 6 сохранилась тенденция 2015 года.

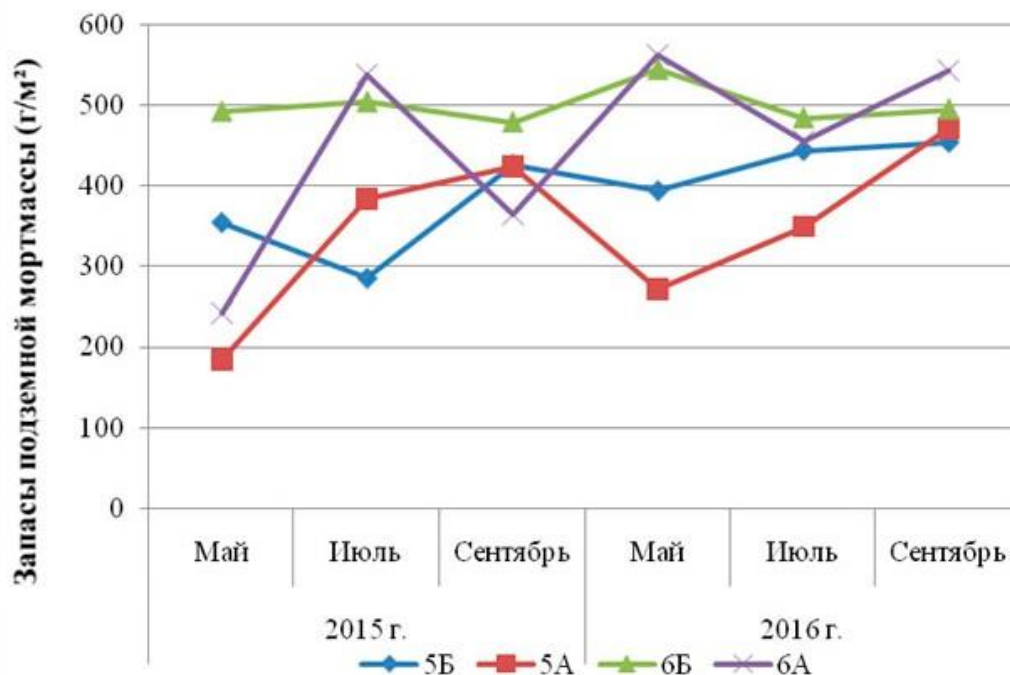


Рис. 4. Динамика запасов подземной мортмассы в 2015–2016 годах

При рассмотрении запасов надземной и подземной фитомассы на эталонных и горевших участках можно отметить, что запасы надземной фитомассы в первые два года после пожара меньше запасов контрольных сообществ на протяжении всего вегетационного периода (рис. 5 и 6). В первые годы после пожара величины запасов надземной фитомассы не достигали значений, характерных для контрольных участков и статистически значимо отличались (по непараметрическому U-критерию Манна-Уитни ($p < 0,05$), что подтвердилось и данными проективного покрытия фитоценозов. Величины общих запасов подземной фитомассы горевших и негоревших сообществ были очень близки, и статистически значимых различий между ними (по непараметрическому U-критерию Манна-Уитни $p < 0,05$) в течение всего периода исследования не было выявлено. Эти результаты согласуются и подтверждают мнение А. А. Титляновой (2017) отмечавшей, что надземная и подземная части растительного сообщества имеют различную устойчивость к факторам окружающей среды. Любой фактор оказывает меньшее влияние на подземный ярус по сравнению с надземным.

Структура запасов растительного вещества – одна из важнейших характеристик экосистемы. Значительные запасы зеленой фитомассы и живых корней свидетельствуют о высокой интенсивности продукционного процесса, а большие запасы мортмассы – о низких скоростях деструкционного процесса. По изменению соотношения запасов можно судить об изменении скорости созидания и разрушения растительного вещества. Для характеристики структуры растительного вещества существует несколько соотношений R/V , R/G , $R+V/G+D+L$ (Титлянова, Косых, Миронычева-Токарева, 1996; Романова, 2002).

Запасы подземной фитомассы в сравниваемых фитоценозах превышают запасы надземной массы ($R+V/G+D+L$) в горевших сообществах в 8–19 раз в первый год после пожара и в 5–7 раз во второй (рис. 5 и 6). Поскольку величины запасов подземной фитомассы существенно не отклонялись от значений контрольных фитоценозов и, по-видимому, мало изменялись после пожара, то такое уменьшение различий обозначенных показателей ко второму году исследования следует связывать с увеличением запасов надземной фитомассы и приближением их к контрольным значениям.

Влияние пожара на динамику подземной фитомассы степных фитоценозов участка «Буртинская степь» Оренбургского заповедника

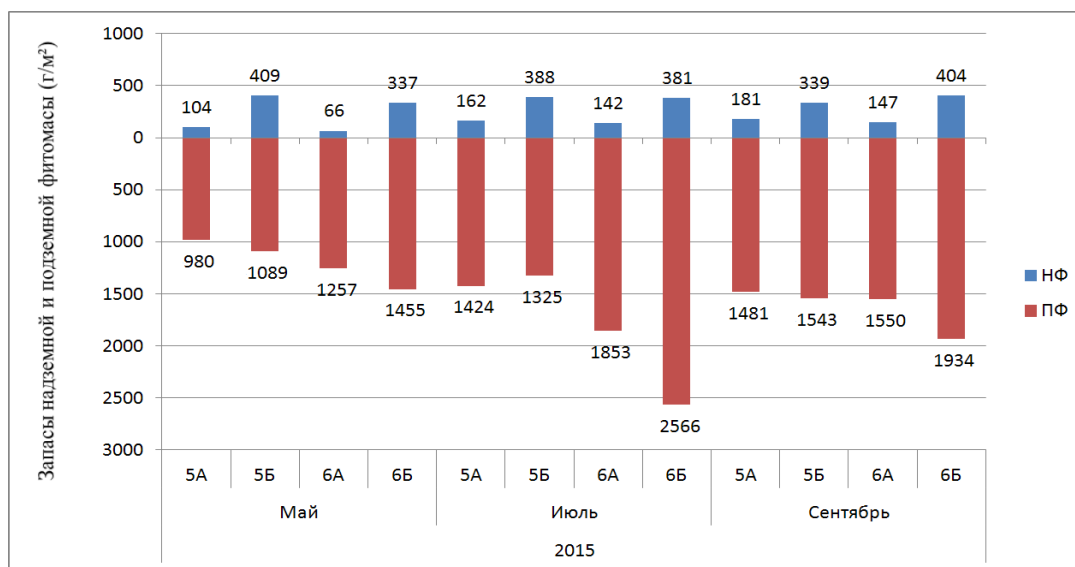


Рис. 5. Динамика запасов надземной (НФ) и подземной фитомассы (ПФ) в 2015 году

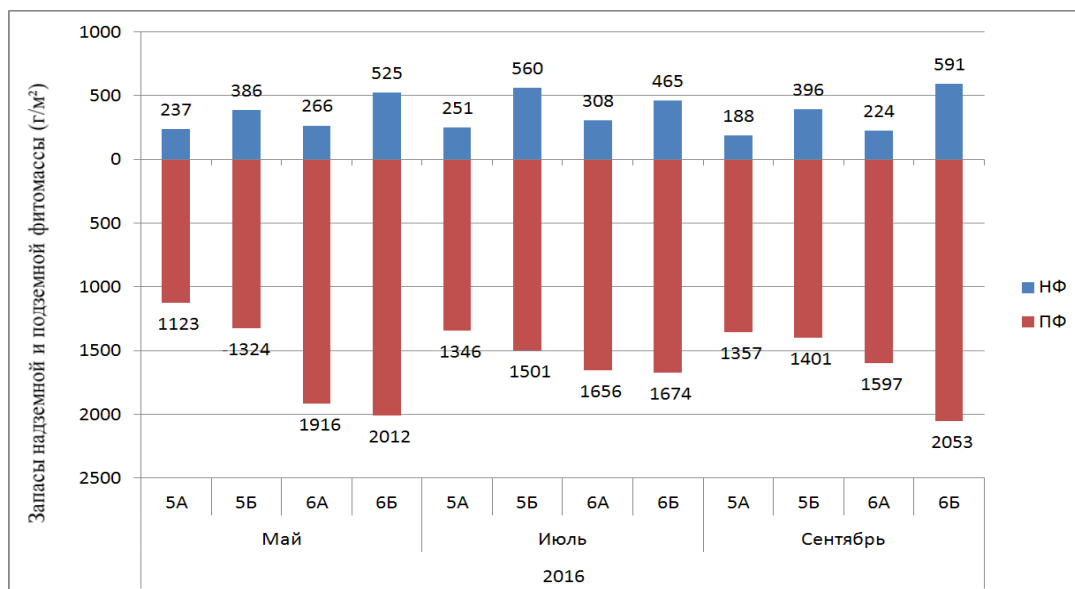


Рис. 6. Динамика запасов надземной (НФ) и подземной (ПФ) фитомассы в 2016 году

Таким образом, соотношение запасов надземной и подземной фитомассы горевших сообществ в разнотравно-дерновиннозлаковых степях постепенно приближаются к значениям, характерным для негоревших фитоценозов, в которых оно составляло в 2015 году – 2,5–7, в 2016 году – 2,5–4.

Отношение R/V в горевших и негоревших сообществах было почти одинаковым: в 2015 году 2,5–4 в горевших и 2–4 негоревших, в 2016 году от 2–3 и в тех и в других.

Соотношение R/G показывает, что в горевших сообществах для обеспечения 1 грамма живой надземной фитомассы водой и питательными веществами требовалось 8–18,5 г живых подземных органов в 2015 году, и 7–15 г в 2016 году. В контрольных сообществах в 2015–2016 годах для 1 г живой надземной фитомассы требуется 6–15 г подземной фитомассы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования, проведенные в разнотравно-дерновиннозлаковых степях течение двух вегетационных сезонов на территории участка «Буртинская степь» Оренбургского заповедника выявили, что на запасы подземной фитомассы горевших и контрольных площадок были близки и выгорание степных фитоценозов влияет на них незначительно. Общие запасы подземной фитомассы в слое 0–50 см в контрольных сообществах изменялись в 2015–2016 годах от 1089 г/м² до 2566 г/м², а в горевших от 920 г/м² до 1916 г/м². Статистически значимых различий между величинами общих запасов подземной фитомассы горевших и контрольных растительных сообществ не было выявлено. Наибольший вклад в общие запасы подземной фитомассы вносила живая подземная фитомасса. Ее запасы в 2015–2016 годах в контрольных сообществах изменялись от 734 г/м² до 2061 г/м², на горевших участках – от 736 г/м² до 1354 г/м². Статистически значимых различий между запасами живой подземной фитомассы горевших и контрольных сообществ не выявлено ни в один из вегетационных сезонов. Однако, сезонная динамика запасов живой подземной фитомассы была сходной в пределах мониторингового участка и определялась скорее типом сообщества, а не его повреждением пожаром. Запасы подземной мортмассы в горевших сообществах изменялись в 2015–2016 годах от 184 г/м² до 562 г/м² – в горевших фитоценозах и от 285 г/м² до 545 г/м² – в контрольных. При сравнении значений запасов подземной мортмассы в 2015 году статистически значимых различий между этим показателем в горевшем и негоревшем фитоценозе не было выявлено, однако значительно изменилась их динамика. Во второй год исследования запасы подземной мортмассы контрольных сообществ статистически значимо различались только на участке № 5.

Результаты проведенного исследования дополняют данные о воздействии пожаров на растительный покров степей. По результатам исследования выявлены некоторые особенности постпирогенного изменения степных фитоценозов, в том числе динамики запасов надземной, подземной фитомассы, которые могут учитываться при сохранении степных экосистем.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института степи УрО РАН «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем».

Список литературы

- Алиев С. А. Условия накопления и природа органического вещества почв. – Баку: АН АССР, 1966. – 281 с.
- Базилевич Н. И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. – М.: Наука, 1993. – 293 с.
- Базилевич Н. И., Гребенщиков О. С., Тишков А. А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. – М.: Наука, 1986. – 296 с.
- Базилевич Н. И., Титлянова А. А., Смирнов В. В., Родин Л. Е., Нечаева Н. И., Левин Ф. И. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. – М.: Мысль, 1978. – 183 с.
- Бутуханов А. Б., Алтаев А. А., Годорхоева Т. Б., Содбоева С. Ч. Формирование структуры подземной массы растений лугово-степных сообществ в зависимости от пирогенного фактора // Экосистемы Центральной Азии: исследование, сохранение, рациональное использование: Материалы XIII Убсунурского Международного симпозиума (Кызыл, 4-7 июля 2016 г.). – Кызыл: Изд-во ФГБОУ «Тувинский государственный университет», 2016. – С. 156–161.
- Вальтер Г. Алехин В. Основы ботанической географии. – М.; Л.: Биомедгиз, 1936. – 715 с.
- Гаджиев И. М., Королюк А. Ю., Титлянова А. А., Андриевский В. С., Баяртогтох Б., Гришина Л. Г., Косых Н. П., Кыргыз Ч. О., Миронычева-Токарева Н. П., Романова И. П., Самбуу А. Д., Смелянский И. Э. Степи Центральной Азии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 299 с.
- Дапылдай А. Б. Динамика пирогенной растительности настоящих степей Центрально-Тувинской котловины // Вестник Тувинского государственного университета. – 2013. – № 2. – С. 152–155.
- Зоны и типы пояса растительности России и сопредельных территорий. Карта для высших учебных заведений. М. 1 : 8 000 000 / [Под ред. Г. Н. Огуреевой]. – М.: Интеграция, 1999а. – 2 л.
- Зоны и типы пояса растительности. Пояснительный текст и легенда к карте М. 1 : 8 000 000 / [Под ред. Г. Н. Огуреевой]. – М.: Интеграция, 1999б. – 64 с.
- Кононова М. М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. – М.: АН СССР, 1963. – 314 с.

- Климентьев А. И., Чибилёв А. А., Блохин Е. В., Грошев И. В. Красная книга почв Оренбургской области. – Екатеринбург: Институт степи Уральского отделения Российской академии наук, 2001. – 295 с.
- Полевая геоботаника. Т. III. / [Под общей редакцией Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина]. – М.: Издательство Акад. Наук СССР, 1964. – 530 с.
- Полевая геоботаника. Т. IV. / [Под общей редакцией Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина]. – Л.: Наука, 1972. – 330 с.
- Романова И. П. Структура надземной и подземной фитомассы и ее связь с почвенным органическим веществом в степях Тувы: На примере Убсу-Нурской котловины: дис. ... канд. биол. наук спец. 03.00.05 Ботаника, почвоведение. – Томск: ТГУ, 2002. – 213 с.
- Савиннова Н. И., Панкова Н. А. Корневая система растительности целинных участков степей Заволжья и новый метод ее изучения // Сборник памяти академика В. Р. Вильямса. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1942. – С. 177–218.
- Сафронова И. Н., Калмыкова О. Г. Вопросы зональности и роль заповедников в их решении // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 1(6). – С. 1638–1641.
- Степной заповедник «Оренбургский»: физико-географическая и экологическая характеристика / [Под ред. А. А. Чибилёва]. – Екатеринбург: УрО РАН, 1996. – 167 с.
- Титлянова А. А. Изменение продуктивности степей при пастбищной нагрузке и при их восстановлении // Проблемы охраны генофонда и управление экосистемами в заповедниках степной и полупустынной зон: Тез. докл. Всесоюз. совещ. (Аскания-Нова, 21-25 мая 1984 г.) – Аскания-Нова; М., 1984. – С. 118–182.
- Титлянова А. А., Косых Н. П., Миронычева-Токарева Н. П. Корни, как компонент биоты почв Сибири в травяных экосистемах // Почвоведение. – 1994. – № 12. – С. 43–50.
- Титлянова А. А., Косых Н. П., Миронычева-Токарева Н. П., Романова И. П. Подземные органы растений в травяных экосистемах. – Новосибирск: Наука, 1996. – 128 с.
- Титлянова А. А., Самбуу А. Д. Сукцессии в травяных экосистемах. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. – 191 с.
- Титлянова А. А., Шибарева С. В. Новые оценки запасов фитомассы и чистая первичная продукция степных экосистем Сибири и Казахстана // Известия РАН, серия географическая. – 2017. – № 4. – С. 43–55.
- Ушачева Т. И. Динамика накопления подземной фитомассы в почвах заповедника «Аскания-Нова» // Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова» ім. Ф. Е. Фальц-Фейна: Проблеми екомоніторингу та збереження біорізноманіття. – Асканія-Нова, 1998. – С. 136–139.
- Шалыт М. С. Методика изучения корневой системы травянистых полукустарниковых и кустарниковых растений и ценозов в естественных условиях // Полевая геоботаника. (Науч.- метод. записки Главного управления по заповедникам РСФСР. Вып. 12). – М., 1949. – С. 186–220.
- Шалыт М. С. Методика изучения морфологии и экологии подземных частей отдельных растений и растительных сообществ // Полевая геоботаника. – Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т. 2. – С. 369–447.
- Ярошенко П. Д. Геоботаника. – М.; Л.: Изд-во Акад. Наук СССР, 1961. – 474 с.

Dusaeva G. Kh., Kalmykova O. G., Dusaeva N. V. Fire influence on dynamics of steppe phytocenoses below-ground phytomass in Burtinskaya steppe (Orenburg Reserve) // Ekosistemy. 2020. Iss. 24. P. 83–92.

Steppe ecosystems are the most vulnerable to the influence of the pyrogenic factor. The study of the regularities of the vegetation cover restoration in the burnt steppe phytocenoses is urgent, as it is connected with the wide spread of fires in the steppe zone at present time. The increasing frequency and area of fires indicate a tendency of fires intensification, which ultimately can lead to significant environmental consequences. The authors studied the effect of pyrogenic factors on the dynamics of below-ground phytomass stocks of steppe phytocenoses on the territory of the sector “Burtinskaya Steppe” in Orenburg Reserve. The research area is located in the steppe zone of the Zavolzhsk-Ural region. The total area of the sector is 45 km². In August 2014, more than 20 km² of protected steppe burned on the site. After the fire two monitoring plots were laid, each plot included a control (B) and a burnt (A) plot. The research was conducted in 2015–2016. The geobotanical descriptions, registration of the above-ground and below-ground phytomass were conducted in spring, summer and autumn periods for each community. The obtained samples of below-ground phytomass were washed, dried at 105 °C and weighed. All above-ground phytomass was dried to air-dry state. The comparison of unburned and fire-damaged plots at all sites did not reveal statistically significant differences according to the nonparametric Mann-Whitney U-test ($\alpha < 0.05$) in the total stocks of below-ground phytomass and stocks of living below-ground phytomass. Differences in the stocks of dead below-ground phytomass were revealed by the second year of the study at one plot.

Key words: stocks of below-ground phytomass, pyrogenic factor, steppe protected area, Orenburg Reserve, Orenburg region.

Поступила в редакцию 06.08.20