

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ»
ЦЕНТР «НА ДОНСКОЙ»

Травяные палы: путь к снижению биоразнообразия

Работу выполнил:

Воронов Александр Александрович,
ученик 8 класса «Н»
ГБОУ Школа №2033

Руководители:

Киричок Елена Ивановна,
педагог дополнительного образования
Центра «На Донской»
ГБПОУ «Воробьевы горы»

Москва 2018/2019

Оглавление

Введение.....	3
Литературный обзор	5
Материалы и методы	7
Результаты и их обсуждение.....	8
Выводы	17
Литература	19
Приложения	21

Введение

В последнее время осенью и особенно весной наблюдается активизация травяных палов и лесных пожаров. Основная причина травяных палов - незаконная, но довольно распространенная практика поджога сухой травы. Несмотря на существующий запрет на законодательном уровне, люди жгут сухую траву, объясняя это тем, что они пытаются очистить луга и повысить их плодородие. Однако плодородие почв в результате палов не улучшается, а напротив – снижается. Это происходит потому, что при сгорании сухих остатков растений одни важные элементы, определяющие плодородие, выделяются в атмосферу (соединения азота), а другие (минеральные вещества) вымываются с поверхности почвы (Конюхова, Ефремова, 2011).

Из-за пожаров происходит коренная перестройка природных биоценозов, начавшаяся в историческое время и продолжающаяся до сих пор (Восточноевропейские леса, 2004). Пожары значительно изменяют видовой состав и ценологическую структуру природных экосистем, поэтому анализ воздействия огня и изучение послепожарных (пирогенных) сукцессий вызывает объяснимый интерес у исследователей (Перевозникова. и др., 2005; Конюхова, Ефремова, 2011; Рябцов, 2011). Однако до сих пор целенаправленные мероприятия по профилактике и борьбе с пожарами проводятся практически только на землях лесного фонда, а прочие экосистемы в этом плане не контролируются. Известно много работ, которые касаются изучения изменения лесных сообществ после воздействия огня (Фуряев, 1996; Перевозникова, 2005; Бобровский, 2010; Малиновских, 2011; Москаленко 2014 и др.), и изменения степей (Рябцов, 2011; Самбуу, 2014; Павлейчик, Мячина, 2016). Но оказалось, что трудно найти источники, описывающие изменения и сукцессии после травяных палов в травяных экосистемах Средней полосы России. Этот пробел мы решили восполнить.

Цель работы: выявить изменения в луговом сообществе в результате эпизодических травяных палов на суходольном лугу.

Задачи работы:

1) сделать геоботанические описания на двух участках – на суходольном лугу, не подвергавшегося палам много лет, и на участке рядом, где эпизодически происходят палы;

2) проанализировать флористическое разнообразие, изменение встречаемости и обилия видов;

3) проанализировать состав жизненных форм и эколого-ценотических свит на выбранных участках;

4) предположить, какие последствия могут возникнуть после травяных палов и предложить возможный путь решения проблемы.

Литературный обзор

Лугами называют сообщества, состоящие из многолетних трав-мезофитов, т.е. трав, обитающих в условиях средней водообеспеченности. Однако среди типичных луговых растений на лугах нередко встречаются примеси нелуговых растений, например, лесные растения, вплоть до деревьев и кустарников. На лугах могут встречаться как местные виды разных жизненных форм, так и мигранты (виды, проникшие из других областей) (Шенников, 1941; Работнов, 1984). В конкретном луговом фитоценозе может насчитываться от 2 до 100 и более видов трав, но обычно в его состав входят 30-40 видов (Работнов, 1984). Считается, что луга могли возникать в результате деятельности человека на месте уничтоженных им лесов, осушенных болот и спущенных озер, а также при орошении степных и полупустынных биогеоценозов (Работнов, 1984). Человек использовал и использует луга по-разному, но в основном – как пастбища и сенокосы, и с давних времен для расширения и улучшения продуктивности кормовых угодий, для механического очищения поверхности почвы от ветоши и опада человек сознательно использует огонь. За последние 15-20 лет частота антропогенных пожаров в лесах и в травяных ценозах значительно возросла (Павлейчик, 2016). Многие травянистые растения по-разному реагируют на огонь: многолетники и двулетники не всегда уничтожаются огнем, а однолетники страдают больше всего; среди злаков сильнее от пожара страдают мелкодерновинные растения, а у крупнодерновинных злаков обгорают лишь края дерновин (Работнов, 1978; Рябцов, 2011). Во время даже небольших пожаров происходит уничтожение надземных и подземных частей растений, почвенного банка семян; сгорание цветков и плодов снижает семенную продуктивность (Ильина, 2011). Степень влияния огня зависит от его интенсивности, времени возникновения: рано весной и

поздней осенью пожары наименее губительны для растений, а летние наиболее губительные (Рябцов, 2011).

Пожары в растительных сообществах опасны тем, что они увеличивают скорость процесса минерализации органического вещества в миллионы – десятки миллионов раз (Бобровский, 2010), что способствует его потерям в экосистеме. При этом минеральные элементы быстро переходят в растворимую форму и впоследствии легко вымываются первым же сильным дождем (Конюхова, Ефремова, 2011). Кроме того, значительно снижается общее содержание почвенного азота – от 4% до 88% (Бобровский, 2010). При выгорании подстилки теряется гумус, что ухудшает показатели и физических свойств почвы (Бобровский, 2010). После пожаров возрастает засоление почв, а на склонах может происходить эрозия (Ильина, 2011). При сильном травяном пожаре погибают практически все животные, живущие в сухой траве или на поверхности почвы – кто-то сгорает, кто-то задыхается в дыму), снижается микробиологическая активность почв (Работнов, 1978; Конюхова, Ефремова, 2011).

При сильных и частых пожарах в атмосферу выделяется углекислый газ, что усугубляет «парниковый эффект» (Конюхова, Ефремова, 2011), а из-за повышения температуры поверхности почвы и отсутствия травостоя осенью после пожара наблюдается снижение мощности снегового покрова и сокращение продолжительности его залегания. Это в свою очередь усиливает промерзание почвы зимой и понижает ее увлажнение весной (Павлейчик, Мячина, 2016).

Материалы и методы

Описание растительности проводилось 04.06.17 – 05.06.17 в Московской области Сергиево-Посадском районе в окрестностях поселка Радо-неж на суходольном лугу. Данный участок представляет собой склон первой террасы левого берега реки Пажа и на данный момент представляет собой суходольный луг. Почва на месте проведения работы – легкий суглинок. На участке луга встречались норы мышевидных грызунов, муравейники и кротовины – как новые, так и старые, зарастающие.

На площадках 1 м x 1 м (1 м²) проводились геоботанические описания по методу Браун-Бланке. Также учитывалось общее проективное покрытие, покрытие ветошью, высота травяного покрова (злаков и разнотравья). Всего было описано по 6 площадок на участке суходольного луга и горелом участке, где последний пал был ранней весной 2017 года. Описанный горелый участок представлял собой травяной фитоценоз.

Определение растений проводилось по определителям сосудистых растений Средней полосы европейской России (Губанов и др., 2002 – 2004; Маевский, 2014; Скворцов и др., 2015).

Обработка материалов и подготовка графических иллюстраций проводились с помощью программы MS Excel. При анализе учитывались следующие параметры:

- общее число видов на участках (видовое богатство);
- видовая насыщенность (среднее число видов на единицу площади – 1 м²);
- коэффициент общности видов – коэффициент Серенсена (Мэгарран, 1992) – вычисляли по формуле:

$$K_s = \frac{2c}{a+b}$$
, где **a** – количество видов на горелом участке, **b** – количество видов на негорелом участке, **c** – количество видов, общих для двух площадок);

- спектр жизненных форм по классификации И.Г. Серебрякова (1962),

■ спектр эколого-ценотических свит, основанный на типологии А.А. Ниценко (отношение видов к эколого-ценотическим группам взято из публикация О.И. Евстигнеева и Ю.П. Федотова «Флора сосудистых растений заповедника «Брянский лес» (2007).

Результаты и их обсуждение

Для оценки состояния исследованных травяных фитоценозов мы проанализировали средние значения некоторых общих показателей – общее проективное покрытие растительностью (ОПП) двух вариантов фитоценозов, проективное покрытие ветошью, а также сравнили наибольшую высоту растений, разделив их на группы – злаки и разнотравье (Таблица 1). Для удобства участок, который эпизодически (раз в несколько лет) подвергался палу, назвали «горелый луг», а суходольный луг – «негорелый луг».

Таблица 1. Некоторые геоботанические показатели суходольного луга и горелого участка.

№ пробной площадки	Горелый луг							Негорелый луг						
	1	3	5	7	9	11	ср.	2	4	6	8	10	12	ср.
общее проективное покрытие, %	73	60	55	30	60	30	51	90	50	70	80	75	70	73
проективное покрытие ветошью, %	5	3	5	7	25	15	10	50	80	75	90	30	95	70
высота злаков (см)	56	36	53	63	43	43	49	35	34	40	37	45	47	40
высота разнотравья (см)	37	28	25	31	32	33	31	23	23	29	30	30	43	30

Обозначения: ср. – средние значения для площадок.

Так, на горелом лугу отмечается низкое проективное покрытие подстилкой – ветошью, т.е. отмершими частями растений. Это совершенно естественно – здесь практически все сухие части растений сгорели в течение весеннего пожара и остались лишь небольшие вкрапления – ОПП всего около 10% против 70% на суходольном лугу. На горелом участке наблюдается много золы, которая покрывает оголенную от подстилки почву, обычно видны минеральные части почвы, а на оставшихся сухих стеблях и листьях имеются подпалины (рис.1).



Рис. 1. Обугленные остатки ветоши и оголенная после пожара почва с минеральными частицами на горелом участке.

Похожая ситуация с проективным покрытием наблюдается и при сравнении ОПП этих участков растительностью – на суходольном лугу среднее покрытие более 70%, в то время как на горелом участке около 50% (Табл.1). Это можно объяснить тем, что после последнего весеннего пала у некоторых многолетних растений погибли почки возобновления, семена

однолетников и многолетних трав. Поэтому весной развились побеги только тех растений, чьи почки пережили экстремальное воздействие огня, и проросли семена, попавшие на почву, видимо, уже после пожара. Так, на оголенных участках часто встречались проростки бодяка полевого и полыни обыкновенной (рис. 1). Семена этих растений мелкие, легкие, могли быть занесены сюда ветром.

Высота травостоя на горелом участке оказалась несколько выше, чем на суходольном лугу, правда в первую очередь это касается злаков – средние значения по разнотравью практически не отличаются (Табл.1). Но на нашем участке встречались злаки, выдерживающие воздействие огня и часто заселяющие гари – это вейники наземный и незамеченный, а также ежа сборная. Вейники – растения довольно высокорослые и именно они составляли до 25% проективного покрытия пробных площадок – балл 2 по Браун-Бланке (Приложение 2). Из разнотравья наибольшую высоту имели крапива двудомная и бодяк полевой – тоже растения, высота которых может быть значительной, и их проективное покрытие на отдельных площадках было оценено на баллы 2-3 (т.е. от 5% до 25% и от 25% до 50% соответственно) по Браун-Бланке (Приложение 1). Известно, что при сгорании органики в почве и на ней остается много минеральных веществ в виде золы. Эти вещества легко усваиваются растениями и способствуют быстрому накоплению биомассы. Однако такая почва быстро истощается, и в дальнейшем здесь смогут расти растения не требовательные к богатству почвы, их высота и объем биомассы не будут максимальными для этих видов.

На следующем этапе анализа мы сравнили биоразнообразие двух участков. Сначала рассмотрим флористическое разнообразие. Всего во время работы на пробных площадках обоих участков было обнаружено 74 вида высших растений. На суходольном негорелом лугу число видов составило 64

из этого списка, а на горелом всего 38 (Таблица 2). Видовая насыщенность, т.е. число видов на 1 м², на негорелом лугу также выше и почти вдвое превышает таковую на горелом участке (Таблица 2). Очевидно, что эпизодические, даже не ежегодные травяные палы в данном случае привели к резкому снижению видового разнообразия растений.

Таблица 2. Показатели видового разнообразия двух исследуемых участков.

	горелый луг	негорелый луг
Видовое богатство, всего видов	38	64
Видовая насыщенность, число видов/м ²	13,3	25,8
Число общих видов	28	
Коэффициент Серенсена	0,55	

Интересно, что среди обнаруженных видов всего 28 были общими для двух участков (Таблица 2). Используя число видов на двух участках и число общих видов, мы вычислили коэффициент общности – коэффициент Серенсена. Максимальный коэффициент общности видов – 1 может быть получен в том случае, если состав видов на участках полностью совпадает. В нашем случае коэффициент оказался всего 0,55 (Таблица 2). Это довольно низкий коэффициент для граничащих друг с другом участков. Объяснить такое явление в данном случае можно только влиянием огня, поскольку иных видов воздействия мы не обнаружили.

Многие виды по-разному реагируют на огонь. Мы выделили 5 групп растений с разной реакцией (Таблица 3, Приложение 2). Большинство видов

(всего 36) просто выпадают из сообщества; немало видов, которые снижают обилие, иногда сильно, но сохраняются на горелом участке. Есть и такие виды, которые в условиях сниженной конкуренции повышают обилие – это борщевик сибирский, пижма обыкновенная и хвощ полевой, причем заметное повышение обилия и встречаемости наблюдается у пижмы и борщевика сибирского (Приложение 1). Появляются на горелом участке в основном сорные виды, которые легко распространяются (бодяк полевой, вьюнок полевой, крапива, костер безостый). Появление таких видов, как зеленчук желтый и будра плющевидная можно объяснить случайным заносом - эти виды были найдены в виде единичных побегов. В любом случае, видов, которые появляются на нарушенном горелом участке немного, но их обилие довольно высокое. Все эти данные говорят о том, что из-за выпадения из сообщества видов разнотравья освободившиеся ниши занимают сорные, агрессивные по своему экологическому поведению виды.

Таблица 3.

Реакция видов на травяной пал	Число видов
исчезают на горелом участке	36
снижают обилие на горелом участке	13
не меняет обилия или меняют обилие незначительно	12
увеличивают обилие на горелом участке	3
появляются на горелом участке	10

Биоразнообразии можно рассматривать не только как видовое разнообразие, но как набор и соотношение жизненных форм, как набор видов с разными экологическими требованиями к среде. Среда любого естественного фитоценоза неоднородна – она мозаична. Пятна этой мозаики

могут отличаться по минеральному питанию, увлажнению, освещению и другим факторам (Восточноевропейские леса, 2004). В точке нашего исследования также обнаруживалась неоднородность среды: на склоне были небольшие понижения и ямы, на лугу встречались муравейники, норы мышевидных грызунов, распадающиеся старые дерновины луговых злаков. Растения также были разной высоты, и высокие растения могли затенять низкорослые. В данных условиях могут сосуществовать растения разных жизненных форм и растения с разными требованиями к среде. Растения, у которых сходные ритмы развития и которые имеют сходное отношение к совокупности экологических факторов определенного биотопа относят к эколого-ценотическим свитам (Булохов, Семенищенков, 2009). Мы в своем анализе используем эколого-ценотические свиты (ЭЦС), разработанные А.А. Ниценко.

Сравним набор и соотношение жизненных форм и ЭЦС на двух изученных участках. Обнаруженные виды растений можно отнести к 10 жизненным формам (ЖФ) по классификации И.Г. Серебрякова. Из них на горелом участке встречаются виды 9 ЖФ, а на негорелом – 8 ЖФ (Рис. 2). Соотношение видов, которые относятся к пересекающимся ЖФ различен. Пожалуй, только доля стержнекорневых и короткокорневищных растений более-менее одинакова, остальные сильно разнятся. На горелом участке довольно высокая доля приходится на длиннокорневищные растения, поскольку их корневища обычно заглублены в почву, сильно не перегреваются при палах и не погибают, не погибают и почки возобновления этих растений. К ним на горелом участке относятся такие сорные растения как хвощ полевой, пырей ползучий, вейники наземный и незамеченный, костер безостый, тысячелистник обыкновенный, крапива двудомная, пижма обыкновенная (Приложение 2). Из этих видов злаки и крапива – очень агрессивные сорняки, они быстро захватывают территорию и долго ее

удерживают, выигрывая в конкуренции с другими травами. На негорелом участке большинство растений из этого списка отсутствуют – указанных злаков и крапивы здесь нет.

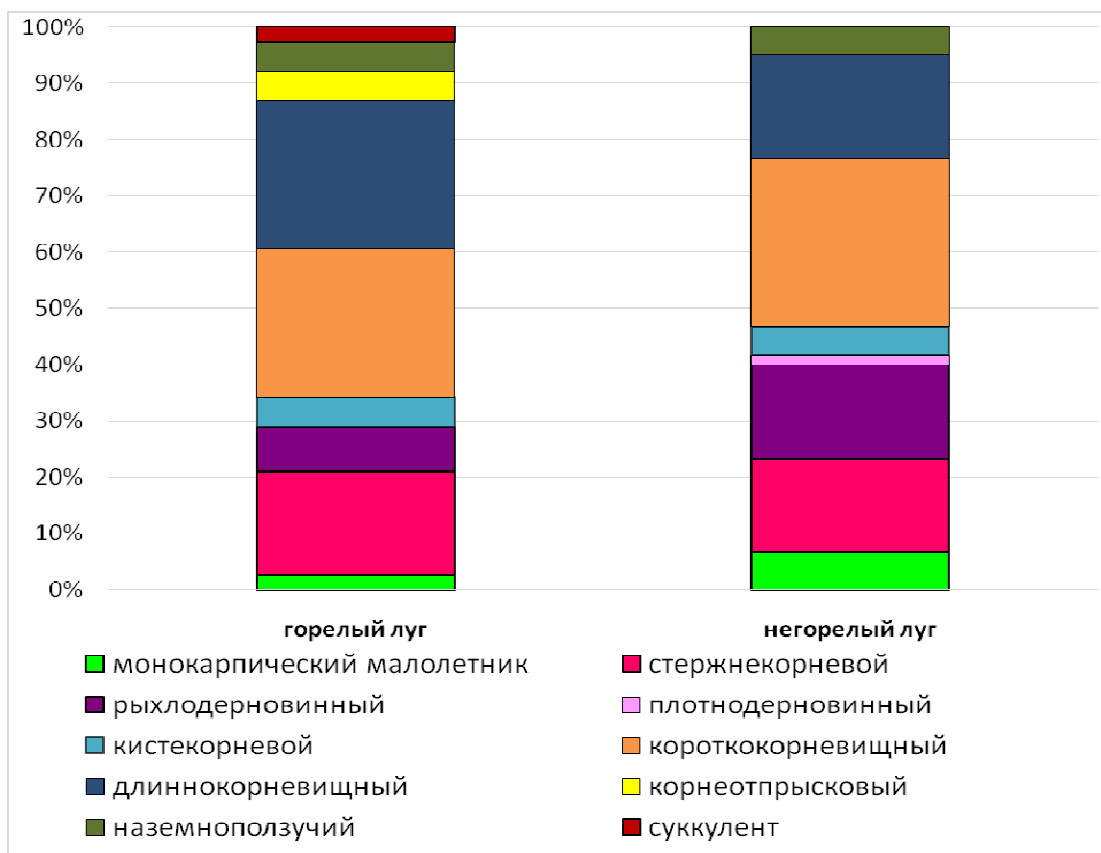


Рис. 2. Соотношение видов по жизненным формам

На горелом участке встречаются и корнеотпрысковые виды, например, бодяк полевой и вьюнок полевой. Их корни и корневые отпрыски проникают глубоко в почву, поэтому колебания температуры в поверхностных слоях почвы и даже перекопка грунта не уничтожат эти растения. Эти травы являются индикаторами нарушений и обычно на суходольных лугах упомянутые виды не встречаются, что мы видим и в нашем случае – данная ЖФ на негорелом участке отсутствует.

Хочется отметить, что на суходольном лугу в обилии встречались дерновинные злаки – среди них был лишь один плотнодерновинный –

овсяница овечья, остальные виды (всего 13) – рыхлодерновинные. На горелом участке рыхлодерновинных злаков всего 3 – это лисохвост луговой, ежа сборная и полевица тонкая. Эти виды встречались в местах, наименее затронутых огнем, обычно по границе пала. В остальных местах дерновинные злаки сгорали и погибали, поскольку их почки возобновления располагаются либо на уровне почвы, либо выше.

Также на обоих участках преобладают многолетние виды трав. Так, на негорелом участке отмечено 4 вида однолетников, а на горелом – лишь один вид – марьянник дубравный. Он был встречен на границе пала. Все эти виды не относят к сорным – это виды, характерные для суходольных лугов, а один вид (марьянник) – опушечный.

Таким образом, анализ ЖФ показал, что на горелом лугу почти полностью выпадают характерные для лугов ЖФ растений – рыхлодерновинные и плотнодерновинные злаки, снижается число видов многих других ЖФ, однако повышается присутствие длиннокорневищных растений и появляются корнеотпрысковые, способные выжить в условиях пожаров. Как правило, последние относятся к рудеральным или сорным видам.

Рассмотрим спектры эколого-ценотических свит (ЭЦС). Спектры ЭЦС представлены на рис. 3. Мы видим, что на горелом участке представлены виды, относящиеся к 9 ЭЦС, а на негорелом – к 7 ЭЦС. Вероятно, интенсивность огня была разной на разных участках горелой территории, и здесь сформировались условия, которые несколько отличаются друг от друга. Тем не менее, на обоих участках преобладают виды, относящиеся к сухолуговой, влажнолуговой и опушечно-широколиственной свитам, хотя на суходольном участке их доля намного больше. Это говорит о том, что в целом, условия этих участков схожи, что неудивительно. На горелом участке появляются такие ЭЦС, как болотно-травяная и черноольховая. К первой

относится вейник незамеченный, а ко второй – крапива двудомная. Оба эти вида имеют легкие семена, они распространяются на дальние расстояния, быстро захватывают свободную от дерновины территорию благодаря длинным корневищам, долго эту территорию удерживают. Это сорные или рудеральные растения, их появление и развитие здесь закономерно.

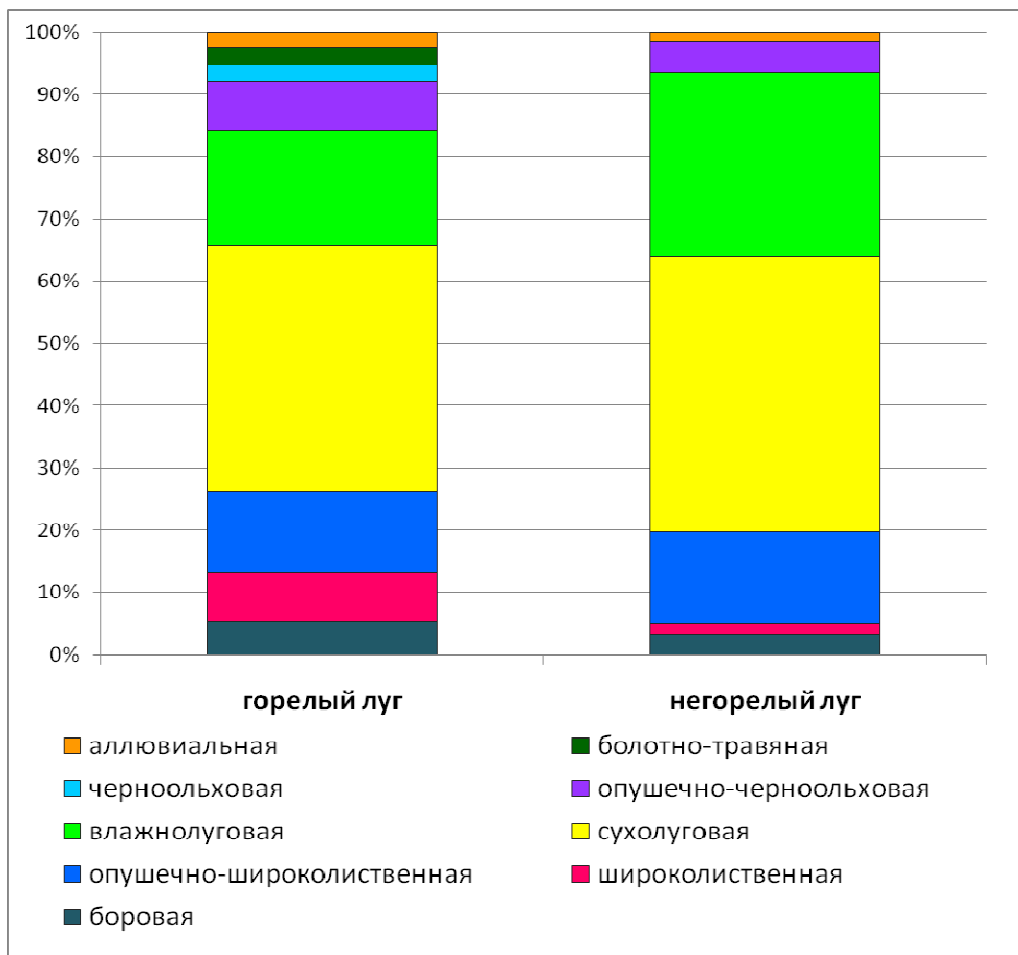


Рис. 3. Соотношение видов по эколого-ценотическим свитам.

Полученные нами данные согласуются с литературными. Так, авторы, изучавшие влияние пожаров на степную растительность отмечали, что в год пожара в зависимости от характера фитоценоза может наблюдаться как повышение, так и снижение видового разнообразия, но в любом случае на горелой территории появлялись и увеличивали свое обилие сорные и нехарактерные для исходного сообщества виды (Самбуу, 2014).

Выводы

1. Установлено, что после травяного пала на суходольном лугу, даже эпизодическом, резко снижается видовое разнообразие и видовая насыщенность растительного сообщества.

2. Подтверждено, что после свежего пала практически вся подстилка сгорает, из-за чего погибают и выпадают из сообщества однолетние травы, а также многолетние травы, чьи почки возобновления находятся на уровне почвы или выше.

3. Отмечено, что после травяного пожара появляются немногочисленные сорные (рудеральные) виды, не характерные для исходного сообщества. Как правило, это длиннокорневищные или корнеотпрысковые виды, которые быстро захватывают территорию и долго удерживают ее, не позволяя восстановиться видам исходного фитоценоза. Сорные виды из-за высокого обилия также могут вытеснять сохранившиеся виды разнотравья, усугубляя действие огня.

4. Выяснено, что набор эколого-ценотических свит после пожара в целом, меняется мало, поскольку климатические условия остаются прежними, а меняются лишь условия почвенного питания.

5. Также можно отметить, что после сгорания подстилки обнажается минеральная часть почвы, из-за чего почва на склоне может быть смыта дождями. Такой процесс может превратить данный участок в овраг, который впоследствии уничтожит и участок суходольного луга.

Заключение

Травяные палы, особенно интенсивные, могут повлечь за собой следующие отдаленные последствия. Преобразование исходной растительности в результате палов приведет к сокращению видового разнообразия, исчезновению возможных редких и охраняемых видов, составляющих флористическое разнообразие региона. Установление вместо исходных разнотравных луговых фитоценозов сообществ с сорной растительностью, которые могут сохраняться долгое время, повлечет увеличение длительности первой стадии сукцессии. За уничтожением огнем почвенных организмов, участвующих в разложении подстилки последует значительное ежегодное накопление сухих частей растений, которые обладают высокой горючестью. Ветошь может легко воспламениться от неосторожного обращения с огнем и это повлечет непредсказуемые последствия, самое малое из которых – уничтожение растений этой территории. Уничтожение подстилки, обнажение почвы и минерализация ее верхних слоев на склонах может привести к эрозии и образованию оврагов. В этом случае территория будет потеряна для многих видов деятельности человека и для восстановления растительности.

Обозначенную проблему решить очень трудно, поскольку сокращение травяных палов связано с изменением менталитета людей, изменением отношения к сухой горящей траве как к источнику катастрофического влияния на природу и жизнь человека. В данном случае можно предложить информировать население о вреде травяных палов, даже контролируемых, привлекать власти к строгому контролю соблюдения законов, запрещающих поджог дикорастущей травы. Также можно предложить вокруг домов и населенных пунктов выкашивать траву в конце лета или осенью и убирать ее в компост. В местах, где проводятся эти мероприятия, для восстановления почвенной биоты можно предложить высеивать почву, взятую из компоста.

Литература

1. Бобровский М.В. Лесные почвы Европейской России: ботанические и антропогенные факторы формирования. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 359 с.
2. Булохов А. Д., Семенищенков Ю. А. Практикум по классификации и ординации растительности: Учебное пособие. – Брянск: РИО БГУ, 2009. – 120 с.
3. Восточно-европейские леса: история в голоцене и современность: В 2 кн./ Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов – М.: Наука, 2004.
4. Губанов И.А. и др. Иллюстрированный определитель растений Средней России: в 3 т. – М.: Товарищество научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований, 2002-2004. – 3 т.
5. Евстигнеев О. И., Федотов Ю. П. Флора сосудистых растений заповедника «Брянский лес». Брянск, 2007. – 106 с.
6. Конюхова Т.А., Ефремова Т.И. Влияние травяных пожаров на экологию лесных сообществ // МарГТУ, г. Йошкар-Ола, 2011. – Страницы от 1 до 4.
7. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 635 с.
8. Малиновских А. А. Экологическая структура конкретных флор сосновых лесов Алтайского края после пожара 1997 г. // Вестник АГАУ. – 2011. – №5. – С.47–51.
9. Москаленко Н. Г. Пирогенные сукцессии фитоценозов севера Западной Сибири // Теоретическая и прикладная экология, 1 (2014), с. 45 – 48.
10. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1992. – 184 с.

11. Павлейчик В.М. Многолетняя динамика природных пожаров в степных регионах (на примере Оренбургской области) // ВЕСТНИК Оренбургского государственного университета. – 2016. – №6. – С. 74 – 79.
12. Павлейчик В.М., Мячина К.В. Особенности термического режима земной поверхности после степных пожаров по данным спутников LANDSAT // ВЕСТНИК Оренбургского государственного университета. – 2016. – №4. – С. 83 – 88.
13. Перевозникова В. Д. и др. Видовой состав и структура живого напочвенного покрова в сосняках после контролируемых выжиганий // Сибирский экологический журнал. – 2005. – №1. – С. 135 – 141.
14. Работнов Т.А. Луговедение. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 320 с.
15. Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 384 с.
16. Рябцов С.Н. Анализ проведенных исследований влияния пала на растительный покров степной зоны Оренбуржья // ВЕСТНИК ОГУ. – 2011. – №16 (135). – С. 201 – 203.
17. Самбуу А.Д. Сукцессии растительных сообществ в травяных экосистемах Тувы // Дисс. докт. биол. наук. – КЫЗЫЛ, 2014. – 382 с.
18. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. - М.: Высшая школа, 1962. – 378 с.
19. Скворцов В.Э. и др. Ключ для определения сосудистых растений средней полосы европейской России по вегетативным признакам, 2015. – (http://ashipunov.info/shipunov/school/botanika/veg_key.pdf).
20. Фуряев В. В. Роль пожаров в процессе лесообразования. – Новосибирск : Наука : Сиб. изд. фирма, 1996. – 251 с.
21. Шенников А.П. Луговедение. – Ленинград: Издательство Ленинградского государственного университета, 1941. – 512 с.

Приложения

Приложение 1. Геоботанические описания двух участков. Нечетные номера – горелый участок, четные – суходольный луг.

Название вида русское	Название вида латинское	Номера пробных площадок													
		1	3	5	7	9	11	2	4	6	8	10	12		
Башенница голая	<i>Turritis glabra</i> L.												+		
Бедренец камнеломка	<i>Pimpinella saxifraga</i> L.			+	+					+		+	+	1	+
Бодяк полевой	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	+						2							
Борщевик сибирский	<i>Heracleum sibiricum</i> L.	1												1	1
Будра плющевидная	<i>Glechoma hederacea</i> L.														+
Буквица лекарственная	<i>Betonica officinalis</i> L.														1
Василек луговой	<i>Centaurea jacea</i> L.	+												1	1
Вейник наземный	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth														
Вейник незамеченный	<i>Calamagrostis neglecta</i> (Ehrh) Gaerth., Mey. et Scherb.														
Вероника дубравная	<i>Veronica chamaedrys</i> L.														
Вьюнок полевой	<i>Convolvulus arvensis</i> L.														+
Гвоздика травянка	<i>Dianthus deltoides</i> L.														+
Герань луговая	<i>Geranium pratense</i> L.														
Горошек заборный	<i>Vicia sepium</i> L.														
Горошек мышинный	<i>Vicia cracca</i> L.														
Горошек четырёхсемянный	<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb.														
Дрема белая	<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke														

Дудник лесной	<i>Angelica sylvestris</i> L.			1					1				
Душистый колосок обыкновенный	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.							2	1	1	1	2	
Ежа сборная	<i>Dactylis glomerata</i> L.	3				2	2	1	+	+	+		1
Звездчатка злаковая	<i>Stellaria graminea</i> L.							+	+	+			
Зверобой пятнистый	<i>Hypericum maculatum</i> Crantz	+			+		+	1	+	+	+		
Зеленчук желтый	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.		+										
Золотарник обыкновенный	<i>Solidago virgaurea</i> L.				+			1	+	1	1	+	+
Клевер ползучий	<i>Trifolium repens</i> L.								+	+	+	+	
Клевер средний	<i>Trifolium medium</i> L.				1	1		1			+		
Колокольчик раскидистый	<i>Campanula patula</i> L.							+				+	
Колокольчик сборный	<i>Campanula glomerata</i> L.			+	+			+			+		+
Короставник полевой	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.								1		+	+	
Кострец безостый	<i>Bromopsis inermis</i> (Leys.) Holub						2						
Крапива двудомная	<i>Urtica dioica</i> L.	+	3			1	+						
Кульбаба осенняя	<i>Leontodon autumnalis</i> L.							+	+	+		+	
Купальница европейская	<i>Trollius europaeus</i> L.						2						2
Купырь лесной	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	+	+			1	1	1	+				
Лапчатка Гольдбаха	<i>Potentilla goldbachii</i> Rupr.							+				+	
Лапчатка прямая	<i>Potentilla recta</i>			+				1		1	+		
Лапчатка прямостоячая	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.											+	
Лапчатка серебристая	<i>Potentilla argentea</i> L.							1		+			
Лисохвост луговой	<i>Alopecurus pratensis</i> L.	1	1					1					1

Смолка обыкновенная	<i>Steris viscaria</i> (L.) Rafin.										2			
Тимофеевка луговая	<i>Phleum pratense</i> L.								1					
Трясунка средняя	<i>Briza media</i> L.												1	
Тысячелистник обыкновенный	<i>Achillea millefolium</i> L.				+	+			1		2	1	+	1
Фиалка собачья	<i>Viola canina</i> L.				+	+						+		1
Хвощ луговой	<i>Equisetum pratense</i> L.													1
Хвощ полевой	<i>Equisetum arvense</i> L.	+	1						1		+	+		+
Чина луговая	<i>Lathyrus pratensis</i> L.											+		
Щавель кислый	<i>Rumex acetosa</i> L.				+				+	+	+	+	+	+
Ясколка полевая	<i>Cerastium arvense</i> L.										+		+	
Ястребинка волосистая	<i>Hieracium pilosella</i> L.								+				2	1
Ястребинка зонтичная	<i>Hieracium umbellatum</i> L.				2							1	+	

Приложение 2. Группы видов по реакции на травяной пал.

Список видов	Реакция видов на травяной пал	Число видов
Башенница голая, Буквица лекарственная Гвоздика травянка, Горошек заборный Горошек мышиный, Горошек четырехсемянный Дрема белая, Душистый колосок обыкновенный Звездчатка злаковая, Клевер ползучий Колокольчик раскидистый, Короставник полевой Кульбаба осенняя, Лапчатка Гольдбаха Лапчатка прямостоячая, Лапчатка серебристая Лютик многоцветковый, Мятлик луговой Нивяник обыкновенный, Овсяница красная Овсяница луговая, Овсяница овечья Ожика волосистая, Ожика многоцветковая, Ожика бленоватая Осока мохнатая, Первоцвет весенний Подорожник ланцетный, Подорожник средний Смолка обыкновенная, Тимофеевка луговая, Трясунка средняя Хвощ луговой, Чина луговая	исчезают на горелом участке	36

Ясколка полевая, Ястребинка волосистая		
Бедренец камнеломка, Вероника дубравная Герань луговая, Золотарник обыкновенный Купальница европейская, Купырь лесной Лапчатка прямая, Манжетка обыкновенная Марьянник дубравный, Подмаренник мягкий Тысячелистник обыкновенный, Фиалка собачья Щавель кислый	снижают обилие на горелом участке	13
Лютик едкий, Василек луговой Дудник лесной, Ежа сборная Зверобой пятнистый, Клевер средний Колокольчик сборный, Лисохвост луговой Лютик золотистый, Одуванчик лекарственный Полевица тонкая, Ястребинка зонтичная	не меняет обилия или меняют незначительно	12
Борщевик сибирский, Пижма обыкновенная Хвощ полевой	увеличивают обилие на горелом участке	3
Бодяк полевой, Вейник наземный Вейник незамеченный, Вьюнок полевой Зеленчук желтый, Кострец безостый Крапива двудомная, Очиток пурпурный Пырей ползучий, Будра плющевидная	появляются на горелом участке	10