

Молчанов Виктор Иванович

**ВЛИЯНИЕ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА НА ОСОБЕННОСТИ  
СТРУКТУРЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЛУГОВЫХ СООБЩЕСТВ  
ЮГО-ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ**

03.02.08 – экология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Улан-Удэ 2012

Работа выполнена на кафедре растениеводства и луговодства в ФГБОУ ВПО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова»

**Научный руководитель:** доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор Бутуханов Анатолий Богомоллович

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук,  
Давыдов Владимир Никандрович  
кандидат биологических наук,  
Швецова Нина Ефимовна

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВПО «Иркутская государственная сельскохозяйственная академия»

Защита состоится «20» февраля 2012 г. в 14.00 ч. на заседании Диссертационного совета Д 212.022.03. при Бурятском государственном университете по адресу: 670000 г. Улан - Удэ, ул. Смолина, 24а, конференц-зал.

Факс (301-2) 21-05-88. E-mail: [d21202203@mail.ru](mailto:d21202203@mail.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Бурятского Государственного Университета и на сайте [d21202203@mail.ru](mailto:d21202203@mail.ru)

Автореферат разослан «\_\_» января 2012 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат биологических наук, доцент

Н.А. Шорноева

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** Стихийные пожары и преднамеренные сельскохозяйственные палы в открытых ландшафтах в условиях Южной Сибири – обычное явление. Однако их влияние на травянистую растительность лугово-степных сообществ изучено недостаточно. Известно, например, что выжигание способствует ранней вегетации растений по сравнению с невыжженными угодьями (Ларин, Матвеев, Сырокомская, 1956; Дымина, 1965; Падеревская, 1971 и др.).

На участках лугово-степных ценозов, на нескошенных и не подвергшихся сельскохозяйственному палу, прошлогодние побеги (старика, ветошь, опад) нередко составляют свыше 30 % от общей урожайности. Это препятствует весеннему возобновлению побегов и обуславливает их медленный рост. Кроме этого, старика мешает животным использовать их с достаточной полнотой.

Сельскохозяйственные палы нередко являются причиной возникновения лесных пожаров, и с этим был связан запрет на выжигание сухой травы на прилегающих к лесным массивам угодьях. Исследования, обосновывающие возможность использования контролируемого выжигания опада и ветоши на безлесных участках с целью профилактики весенних лесных пожаров проведено недостаточно. Имеются лишь некоторые данные исследований Ю.А. Кузнецова (2001), проведенные на территории Бурятии в бассейне рек Тугнуй и Сухара.

Огневое воздействие на рост и развитие травяных ценозов, на устойчивость отношений, сложившихся между растениями, а также их взаимовлияние условиями среды зависит от сочетания ряда факторов. Основными факторами, определяющими эффект выжигания, является время его проведения и условия увлажнения почвы после огневого уничтожения сухого травянистого слоя. Поэтому продуктивность природных кормовых угодий региона, их качество, а также приемы использования и сроки выжигания опада и ветоши в условиях Западного Забайкалья, юга Бурятии представляет не только практический, но и научный интерес.

**Цель работы** – выявление особенностей экологического воздействия пирогенного фактора на структуру и продуктивность лугово-степных сообществ юго-западного Забайкалья.

**Задачи исследований.** 1. Установить изменения структуры луговых и степных ценозов в результате воздействия сельскохозяйственных палов.

2. Определить влияние сроков выжиганий старики и опада на видовой и биохимический состав, а также продуктивность травостоев.

3. Выявить особенности формирования подземной массы в луговых сообществах при внесении азотных удобрений после влияния весенних палов.

4. Дать экологическое обоснование влияния пирогенного фактора на растительность лугово-степных сообществ.

**Защищаемые положения.** 1. Весенние палы, вызывая некоторые изменения в экологических условиях поверхностного слоя почвы, способствуют, изменению видового и биохимического составов растений и повышают продуктивность лугово-степных сообществ.

2. Пирогенный фактор, в сочетании с внесением азотных удобрений, изменяет соотношение надземной и подземной массы, усиливают выход валовой биопродукции травяных экосистем и способствует минерализации почвы.

**Научная новизна.** В условиях юго-западного Забайкалья установлено, что воздействие ранневесенних выжиганий сухой травы, прежде всего, отражается на биоморфологических особенностях видов. Выявлено, что степень их воздействия в наибольшей степени зависит от начала вегетации растений, типа строения корневой системы, экологических условий среды, а также глубины залегания почек возобновления и их защищенности. Установлены различные реакции видов растений к условиям среды, изменившимся в результате устранения с поверхности почвы сухого опада и ветоши. Это в значительной степени зависит от жизненных форм растений. Установлена более выраженная устойчивость длиннокорневищных злаков (*Elytrigia repens*, *Hordeum brevisubulatum*, *Bromopsis inermis*) и сравнительно слабая защищенность дерновинных и короткокорневищных (*Agropyron cristatum*, *Medicago falcata*) травянистых многолетников к воздействию палов.

**Практическая значимость.** Установлено, что ранневесеннее выжигание ветоши, вследствие низкой интенсивности горения и при сохранении влажности поверхностных горизонтов, устраняет опасность уничтожения гумусового слоя почвы. Все это создает благоприятные условия для прорастания семян и дальнейшего их развития в степных и луговых ценозах за счет удаления опада сухих травянистых остатков, что увеличивает число всходов.

Исследования проводились в соответствии с государственными научно-техническими программами и заданиями в рамках выполнения тематического плана ФГБОУ ВПО «Бурятская ГСХА им. В. Р. Филиппова» в 2006-2010 гг. Основные результаты исследований прошли производственную проверку и внедрены в лесхозе «Иволгинский» филиал ГУ РБ и хозяйствах различных форм собственности Иволгинского, Селенгинского районов Республики Бурятия.

**Апробация работы.** Материалы диссертационной работы доложены и обсуждены на международной научно-практической конференции «Адаптивные ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Сибири» (Улан-Удэ, 2009); на международной научно-практической конференции «Образование, наука, практика: экологические аспекты» (Улан-Удэ, 2010); всероссийской с международным участием конференции «Оптимизация агрохимических свойств почв и продукционных процессов в горно-степных экосистемах» (Улан-Удэ, 2010); на ежегодных научно-практических конференциях сотрудников агрономического факультета ФГБОУ

ВПО «БГСХА им. В. Р. Филиппова» (2007-2011), а также на заседаниях кафедры лесоводства и лесоустройства ФГБОУ ВПО «БГСХА им. В. Р. Филиппова».

**Публикации.** Основные результаты исследований опубликованы в 6 печатных работах, в том числе 2 статьи в рецензируемых изданиях.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 156 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 6 глав, выводов и предложения производству; содержит 46 таблиц, 1 приложение, 19 рисунков. Список литературы включает 193 источника, в том числе 7 иностранных авторов.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава 1. Влияние выжигания на растительность лугово-степных сообществ (обзор литературы)

В главе приводится анализ литературных источников (Ларин, 1933, 1937, 1969; Конюшков, 1935; Иванов, 1950, 1952; Дымина, 1965; Падеревская, 1971; Работнов, 1978, 1983; Неустроева, 1980; Родин, 1981; Полозова, 1986; Кузнецов, 2001; Бутуханов, 2005 и др.), рассматривающих вопросы влияния пирогенного фактора на растительные сообщества, при применении которого нарушается естественный ритм разложения растительных остатков, происходит вмешательство в сложившиеся фитоценоотические связи и изменяются условия существования ценоза.

### Глава 2. Природные условия района исследований

Западное Забайкалье расположено в глубине Азиатского субконтинента, в бассейне озера Байкал. Климат региона резко-континентальный.

Метеорологические условия вегетационных периодов 2006-2010 гг. в целом характерны для климата юга Западного Забайкалья и представлены в таблице 1. Распределение осадков и температурный режим по годам исследований несколько отличается от среднемноголетних данных. Среднегодовая температура воздуха составляет от -0,5 до -8,7°C (средняя температура января – -23 и -26<sup>0</sup> С; июля – 19-20°C). Среднегодовая сумма осадков составляет от 126 до 242 мм.

**Таблица 1.** Среднемесячные осадки и температура воздуха (°С) за вегетационный период в годы проведения исследований

Год	Осадки, мм					Сумма и средняя температура за вегетационный период
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	
Среднемноголетние данные	12,0/8,4	32,0/15,5	65,0/18,9	59,0/15,6	27,0/8,3	195,0/13,3
2006	15,0/8,1	83,3/16,7	63,3/20,1	49,1/15,7	31,7/9,6	242,4/14,0
2007	29,7/11,7	42,4/16,3	25,4/21,6	18,3/18,2	35,5/12,0	151,3/15,9
2008	8,6/8,6	92,2/18,7	85,5/20,3	27,2/15,7	9,8/9,9	223,3/14,6
2009	7,9/11,0	64,3/16,2	26,0/19,3	53,9/16,5	14,5/8,1	166,6/14,2
2010	3,7/10,4	20,6/19,7	56,9/21,0	26,7/15,9	17,7/9,7	125,6/15,3

Примечание: Показатели в числителе – среднемесячные осадки, в знаменателе – среднемесячную температуру воздуха

### Глава 3. Объект и методы исследований

Исследования влияния пирогенного фактора проводили в производственных условиях на 6 опытных участках в пределах 6 растительных сообществ, характерных для Западного Забайкалья.

Видовой состав сообществ растительности разнообразен, изменяется в зависимости от водного и пищевого режима и представлен в таблице 2.

**Таблица 2.** Видовой состав растительных сообществ опытных участков

Виды растений	Растительные сообщества					
	Ковыльно-житняковая	Польно-леймусовая	Разнотравно-мятликовое	Польнохолодно-типчаковое	Ковыльно-леймусовое	Стопоосоково-пырейное
1	2	3	4	5	6	7
Житняк гребенчатый <i>Agropyron cristatum (L.) Gaertn.</i>	2	1	+	1	2	-
Пырей ползучий <i>Elytrigia repens (L.) Nevski</i>	-	1	-	1	-	-
Кострец безостый <i>Bromopsis inermis</i>	-	-	1	+	-	+
Ячмень короткоостый <i>Hordeum brevisubulatum (Trin.) Link</i>	1	+	-	1	1	1
Полынь веничная <i>Artemisia scoparia Waldst. et Kit.</i>	-	+	1	-	+	-
Полынь холодная <i>Artemisia frigida Willd</i>	-	1	+	1	2	1
Полынь широколистная <i>Artemisia latifolia Ledeb.</i>						
Овсяница ленская <i>Festuca lenensis Drobov</i>	2	-	-	-	-	-
Овсяница даурская <i>Festuca dahurica (St.-Yves) Krecz. et Bobrov</i>	-	-	-	3	1	-
Леймус китайский <i>Leymus chinensis (Trin.) Tzvel.</i>	-	3	-	-	3	-
Люцерна желтая <i>Medicago falcata L.</i>	1	-	-	2	2	3
Клевер луговой <i>Trifolium pratense L.</i>	-	1	-	-	-	1
Ковыль байкальский <i>Stipa baicalensis Roshev.</i>	1	-	-	2	2	3
Ковыль Крылова <i>Stipa krylovii Roshev.</i>	+			1		2
Змеевка растопыренная <i>Cleistogenes squarrosa (Trin.) Keng</i>	-	2	-	1	1	-
Лапчатка гусиная <i>Potentilla anserina L.</i>	-	1	-	+	1	-
Лапчатка бесстебельная <i>Potentilla acaulis L.</i>	-	+	-	-	-	1
Лапчатка вильчатая <i>Potentilla bifurca L.</i>	-	-	-	+	-	-
Остролодочник остролистный <i>Oxytropis oxurphylla (Pall.) DC.</i>	1	1	-	-	-	1
Нителистник сибирский <i>Filifolium sibiricum (L.) Kitam.</i>	-	+	-	-	1	-
Астра альпийская <i>Aster alpinus</i>	-	-	-	-	+	-
Кохия простертая <i>Kochia prostrata (L.) Schrad</i>	-	+	-	-	1	-
Осока Коржинского <i>Carex supina ssp. korshinskyi (Kom.) Hult.</i>	-	2	-	-	-	2

1	2	3	4	5	6	7
Осока стоповидная <i>Carex pediformis</i> <i>C.A. Meyer</i>	-	-	-	-	-	1
Осока твёрдоватая <i>Carex duriuscula</i> <i>C. A. Meyer</i>	-	-	-	-	-	1
Володушка козелецелистная <i>Vupleurum scorzonerifolium</i> Willd.	-	-	-	+	-	1
Тонконог стройный <i>Koeleria gracilis</i> <i>Pers.</i>	1	-	+	-	1	-
Тонконог гребенчатый <i>Koeleria cristata</i> (L.) <i>Pers. s. str.</i>	-	2	-	-	-	-
Прострел Турчанинова <i>Pulsatilla turczaninovii</i> <i>Krylov et Serg.</i>	+	+	+	-	+	-
Скабиоза венечная <i>Scabiosa comosa</i> <i>Fischer ex Roemer et Schultes</i>	-	-	-	+	-	-
Мятлик луговой <i>Poa pratensis</i> <i>subsp. pratensis</i>	-	-	3	1	-	-
Мятлик кистевидный <i>Poa botryoides</i> <i>(Trin. ex Griseb.) Roshev.</i>	-	2	1	1	-	-
Полевица Триниуса <i>Agrostis trinii</i> <i>Turcz.</i>	-	-	1	-	-	-
Полевица беловатая <i>Agrostis albida</i> <i>Trin.</i>	-	+	1	-	+	-
Подмаренник настоящий <i>Galium verum</i> <i>L.</i>	1	-	-	-	1	-
Тысячелистник азиатский <i>Achillea asiatica</i> <i>Serg.</i>	-	-	1	+	-	-
Тысячелистник обыкновенный <i>Achillea millefolium</i> L.	1	-	+	-	+	-
Девясил британский <i>Inula britannica</i> <i>L.</i>	1	-	-	-	-	-
Вероника седая <i>Veronica incana</i> L.	+	-	-	-	+	-

Примечание. Шкала обилия растений: 3 – обильно; 2 – рассеяно; 1 – редко; + – единично; - – не встречаются.

**Таблица 3.** Ценотическая характеристика опытных участков

№ участка	Растительные сообщества	Проективное покрытие, %	Высота травостоя, см	Мощность дернины, см
1	Ковыльно-житняковое	60-70	70-80	15-20
2	Полынно-леймусовое	70-80	80-100	20-30
3	Разнотравно-мятликовое	60-70	60-80	15-20
4	Полыннохолодно-типчаковое	60-70	50-70	10-15
5	Ковыльно-леймусовое	60-70	60-90	20-30
6	Стопоосоково-пырейное	70-80	70-90	20-30

Обилие основных видов трав и экологическая оценка растительности участков ко времени начала опыта, определяли при помощи шкалы Д. Г. Раменского и др. (1956). Урожайность учитывалась методом дробного учета на площадках  $S=1,0 \text{ м}^2$  в 3-5 кратной повторностях. Трава скашивалась вручную на высоте 3-4 см от поверхности почвы и взвешивалась сразу после скашивания, при этом брали пробу массой 1 кг на сушку.

Биохимический анализ сухого вещества травянистой растительности проводили по общепринятым методикам. Экспериментальные данные подвергнуты математической

обработке согласно общепринятым методикам (Доспехов, 1985; Основы...,1996). Биохимические анализы выполнены в агрохимической лаборатории станции «Иволгинская» и на кафедре растениеводства и луговодства ФГБОУ ВПО «БГСХА им. В. Р. Филиппова».

#### Глава 4. Влияние пирогенного фактора на травостой лугово-степных сообществ

Прямое воздействие огня на вегетирующую травянистую растительность отрицательно влияет на их рост и развитие. Приспособленность злаков к пирогенному фактору нивелирует негативные последствия при поздневесенних выжиганиях. Ранневесеннее выжигание до начала вегетации трав позволяет избежать прямого контакта высоких температур с особями растений. Однако и в этом случае возможно влияние пирогенного фактора на травостой, которое проявляется опосредованно через изменения условий местообитания.

**4. 2. Прямое воздействие огня на травянистую растительность.** Данные получены по трем вариантам опыта – выжигание сухих остатков трав проводили в марте, апреле и мае. Приуроченность огневых очисток и время схода постоянного снежного покрова на опытных участках указана в таблице 4.

**Таблица 4.** Даты схода постоянного снежного покрова на опытных участках по годам (2006-2008 гг.)

Опытный участок	Год		
	2006	2007	2008
Ковыльно-житняковое	24.03	29.03	25.03
Полынно-леймусовое	24.03	28.03	29.03
Разнотравно-мятликовое	27.03	30.03	31.03
Полыннохолодно-типчаковое	27.03	31.03	29.03
Ковыльно-леймусовое	25.03	03.04	04.04
Стопоосоково-пырейное	30.03	07.04	09.04

Даты проведения выжиганий на опытных площадках по вариантам указаны в таблице 5.

**Таблица 5.** Продолжительность бесснежного периода и дата проведения выжигания опытных участков (2006-2008 гг.)

Опытный участок	Продолжительность бесснежного периода (дни)			Дата проведения выжиганий (число, месяц)		
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
1	2	3	4	5	6	7
Ковыльно-житняковое	5	3	7	28.03	31.03	01.04
	30	30	27	28.04	29.04	29.04
	60	60	57	23.05	26.05	27.05
Полынно-леймусовое	5	3	7	29.03	30.03	04.04
	30	30	27	26.04	29.04	24.04
	60	60	57	26.05	29.05	21.05
Разнотравно-мятликовое	4	7	5	30.03	05.04	04.04
	30	30	30	24.04	28.04	29.04
	60	63	60	25.05	31.05	28.05
Полыннохолодно-типчаковое	6	9	8	30.03	06.04	05.04
	34	31	30	29.04	30.04	27.04
	60	64	60	27.05	27.05	28.05



Продолжение таблицы 5

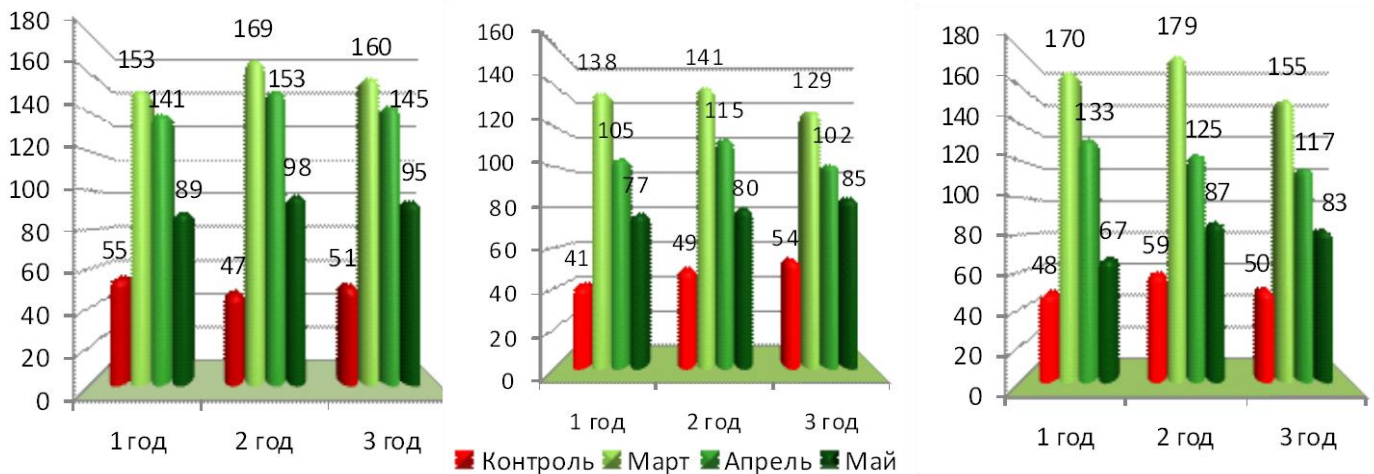
1	2	3	4	5	6	7
Ковыльно-леймусовое	4	7	8	28.03	09.04	11.04
	30	30	30	26.04	02.05	03.05
	60	60	60	27.05	28.05	29.05
Стопоосоково-пырейное	4	7	5	03.04	13.04	13.04
	27	30	35	25.04	06.05	13.05
	61	62	65	28.05	07.06	14.06

При весенних выжиганиях сухих травостоев безлесных участков происходит полное сгорание стáрики и частично подстилки. Чем позднее была проведена огневая очистка участка, тем большая часть подстилки устраняется с поверхности почвы, но полного сгорания не наблюдалось. Удаление сухих травянистых остатков огнем в марте вызывает усиление ростовых процессов трав и показало превышение контрольных показателей надземной вегетирующей массы трав в 2,4-5,3 раза. При использовании огня в апреле это проявилось в несколько меньших размерах – в 1,2 и 4,6 раза. В августе, разница в запасах зеленой массы травостоев, выжженных в марте и не тронутых огнем, колебалась от 40 до 66 %. В апрельском варианте опыта она варьировала от 24 до 68 %.

Огневая очистка в конце мая ведет к снижению урожайности травостоя, т.к. в августе зарегистрировано значительное снижение запасов надземной массы вегетирующей травы, особенно на опытных участках 2 и 3. По отношению к контролю они составили соответственно 89 и 69 % (рис. 1).

Запасы вегетирующей массы в третьем году исследований опытных фитоценозов в августе составили по отношению к контролю соответственно по участкам в мартовском варианте опыта 160 %, 129 % и 155 %, в апрельском – 145 %, 102 % и 117 %, а в майском всего лишь – 95 %, 85 % и 83 %. (рис. 1).

Таким образом, степень влияния весенних выжиганий сухих травянистых остатков на травяное сообщество зависит от времени их проведения (продолжительности периода со дня схода снежного покрова до начала выжигания). Выжигания сухих остатков трав в марте-апреле (не позднее середины апреля) увеличивает запас надземной фитомассы трав в июле и августе до 60 %. Однако, более позднее выжигание особенно сильно отражается на участках 5 и 6 (ковыльно-леймусовый и стопоосокво-пырейный). Использование огня ранней весной позволяет удалить ветошную часть травостоя и сохранить часть травяной подстилки как источник накопления гумуса почвы.



Опытный участок 1  
Ковыльно-житняковый

Опытный участок 2  
Полынно-леймусовый

Опытный участок 3  
Разнотравно-мятликовый

**Рисунок 1.** Влияние ежегодно повторяющихся выжиганий на рост травостоев (запас надземной массы вегетирующих трав в августе в % по отношению к контролю – без выжигания)

**4.3. Влияние выжигания на рост растений в различных фитоценозах.** Огневая очистка изменяет питательный и температурный режимы почв и вследствие этого могут в значительной степени влиять на ботанический состав травостоев, причем большинство авторов (Кузнецов, 2001; Бутуханов, 2010 и др.) отмечают увеличение участия в урожае ценных в кормовом отношении видов злаковых растений.

Ранневесеннее выжигание создает более благоприятные условия для роста злаков. Положительность данного эффекта усиливается при устранении с поверхности почвы значительной массы сухих остатков трав. Количество растений, начавших к этому времени вегетацию и испытавших прямое воздействие огня, было выше на участках с ковыльно-житняковым и разнотравно-мятликовым растительными сообществами. Однако мы наблюдали и противоположную ситуацию. Различия в интенсивности роста злаков, ввиду особенностей месторасположения узла кущения отдельных видов, по этим вариантам опыта (участки 1 и 3) характеризуются следующими данными: в августе запас вегетирующей массы в майском варианте опыта был ниже, чем в апрельском соответственно на 21 % и 20 %. На участке 6 разница достигла 33 %. Запас сухих травянистых остатков, сгоревших на этом участке в апреле, более чем в 2 раза превысил этот показатель опытных участков 1 и 3. Тем самым создались наиболее благоприятные условия для роста злаков (табл. 6).

В ходе исследований установлено более выраженная устойчивость длиннокорневищных злаков (*Elytrigia repens*, *Hordeum brevisubulatum*, *Bromopsis inermis*) и сравнительно слабая защищенность дерновинных и короткокорневищных (*Agropyron cristatum*, *Medicago falcata*) травянистых многолетников к воздействию палов. Это в основном связано с меньшей

доступностью к температурному стрессу почек возобновления, расположенных на горизонтальных и удлинённых корневищах злаков в поверхностных слоях почвы.

**Таблица 6.** Влияние весеннего выжигания на рост растений в разных сообществах

Растительные сообщества	Сроки выжиганий	Запас надземной вегетирующей массы трав в абсолютно-сухом состоянии, г/м <sup>2</sup>					
		Злаки		Осоки		Разнотравье	
		опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль
Ковыльно-житняковое	Апрель	38	36	91	75	64	63
	Май	30	36	32	75	55	54
Полынно-леймусовое	Март	172	118	-	-	92	67
	Апрель	165	118	-	-	64	67
	Май	131	118	-	-	33	67
Разнотравно-мятликовое	Март	85	64	-	-	149	127
	Апрель	77	64	-	-	115	127
	Май	48	64	-	-	110	127
Полыннохолодно-типчачковое	Апрель	-	-	167	118	122	74
	Май	-	-	98	118	94	74
Ковыльно-леймусовое	Апрель	125	65	60	57	135	120
	Май	121	65	30	57	86	120
Стопоосоково-пырейное	Март	153	80	37	46	121	96
	Апрель	130	80	20	46	70	96
	Май	106	80	12	46	68	96

Реакция осоковых растений на весенние выжигания зависит от сочетания двух факторов: времени проведения огневой очистки и присутствия в составе травостоя представителей злаков, обладающих большей устойчивостью к огневому воздействию.

Запас надземной вегетирующей массы осок (*Carex supina ssp. korshinskyi*, *Carex pediformis*, *Carex duriuscula*), входящих в состав фитоценоза опытного участка 6 (стопоосоково-пырейная ассоциация), испытавшего огневое воздействие в апреле, превысил контрольный показатель на 42 %. Усиление интенсивности роста растений группы осоковых зарегистрировано в апрельском варианте опыта на участке 1.

Таким образом, весенние выжигания сухих остатков трав приводят к увеличению процентного содержания злаков в ценозах. Использование огня во второй половине весны угнетающе действует на возобновление роста и развитие осок. Огнеустойчивость злаков *Agropyron cristatum*, *Elytrigia repens*, *Bromopsis inermis*, *Hordeum brevisubulatum*, доминирующих в травостоях, в совокупности с ранневесенним сроком проведения выжиганий позволяет получить корма с высокими кормовыми качествами.

**4.4. Влияние пирогенного фактора на биохимический состав растений разных систематических групп.** Исследования, проведенные на участке 6 со стопоосоково-пырейным растительным сообществом показали, что наиболее качественное сено по биохимическому составу дают, после однократной огневой чистки бобовые травы (*Medicago falcata*, *Oxytropis oxyphylla*, *Trifolium pratense*). Эти растения начинают свое развитие позже, поэтому в момент скашивания они

находятся на более ранней стадии развития и содержат больше азота и зольных элементов, чем злаковые и разнотравье (табл. 7).

**Таблица 7.** Биохимический состав сена из трав разных систематических групп в стопоосоково-пырейном сообществе после однократного огневого воздействия (среднее за 2007-2009 гг.)

Группа трав	Содержание сырых веществ, %				
	протеин	клетчатка	жир	БЭВ	зола
Бобовые	10,73	44,35	2,63	36,39	5,96
Злаковые	9,56	46,34	2,38	35,76	5,90
Разнотравье	7,85	54,32	2,23	29,80	5,80

Изменения биохимического состава сена различных групп трав на 6 участке (стопоосоково-пырейное растительное сообщество) могут быть вызваны изменением их соотношения в группе. Это хорошо проявляется в группе разнотравья, так как в нее входят виды разных семейств, часто резко различающихся друг от друга по биохимическому составу.

**Таблица 8.** Биохимический состав бобовых растений в стопоосоково-пырейном сообществе при внесении азотных удобрений после однократного огневого воздействия (в % на сухое вещество)

Вещество	Год	Вариант опыта			
		контроль	N40	N60	N90
Сырая зола	2006	5,0	5,0	5,5	5,3
	2007	5,3	5,6	6,0	6,2
	2008	5,1	5,0	5,2	5,5
	2009	6,0	6,1	6,7	7,0
	В среднем	5,35	5,43	5,85	6,0
Сырой протеин	2006	8,3	8,8	9,4	12,0
	2007	9,0	9,5	9,3	11,7
	2008	8,7	9,0	9,6	11,2
	2009	9,2	9,6	10,4	11,3
	В среднем	8,8	9,2	9,7	11,8
Сырой жир	2006	2,4	2,4	2,3	2,4
	2007	2,4	2,4	2,2	2,3
	2008	2,5	2,8	2,7	2,7
	2009	2,7	3,0	3,2	3,0
	В среднем	2,5	2,7	2,6	2,6
Сырая клетчатка	2006	49,5	48,4	47,4	43,0
	2007	50,4	49,0	48,9	45,0
	2008	48,7	47,8	45,6	43,7
	2009	39,1	39,3	38,7	35,7
	В среднем	46,9	46,1	45,15	41,9
Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ)	2006	34,8	35,4	35,4	37,3
	2007	32,9	33,5	33,6	35,3
	2008	35,0	35,4	33,9	37,0
	2009	43,0	42,2	41,2	42,3
	В среднем	36,4	36,6	3,68	38,0

Внесение азотных удобрений, с возрастанием дозы их внесения, повышает в бобовых содержание золы с 6,0 % до 7,0 %, что выше в 1,7 раза в сравнении с контролем (табл. 8). Удобрения, улучшая азотное питание растений, замедляют их старение, а также и тем, что уменьшается содержание углеводов, повышается содержание белка в растениях.

Действия азотных удобрений на биохимический состав сухого вещества злаковых и разнотравья такое же, как и на качество сена бобовых (табл. 9). Под влиянием этого фактора у злаковых растений содержание сырого протеина существенно отличается (с 8,5 до 11,1%), тогда как у группы разнотравья – от 8,4 до 9,3% (в 2009 г.).

**Таблица 9.** Биохимический состав злаковых растений и разнотравья в стопосоково-пырейном сообществе при внесении азотных удобрений после однократного огневого воздействия (в % на сухое вещество)

Вещество	Год	Вариант опыта			
		контроль	N40	N60	N90
Сырая зола	2006	5,3/5,0	5,7/5,4	5,8/5,3	5,7/5,9
	2007	5,8/5,2	6,1/5,6	6,3/5,8	6,1/6,0
	2008	5,0/5,1	5,4/5,4	5,5/5,2	5,5/5,8
	2009	6,3/6,0	6,5/6,4	6,7/6,6	6,5/6,9
	В среднем	5,6/5,3	5,9/5,7	6,1/5,7	6,0/6,2
Сырой протеин	2006	7,6/6,5	10,0/7,0	10,6/7,0	11,0/6,7
	2007	8,9/8,0	10,2/7,9	11,0/8,2	11,3/8,0
	2008	8,4/7,6	9,7/7,8	10,2/7,6	10,5/7,9
	2009	9,0/8,4	11,4/8,6	11,3/8,9	11,4/9,3
	В среднем	8,5/7,6	10,3/7,8	10,8/7,9	11,1/11,9
Сырой жир	2006	2,0/1,5	2,2/1,9	2,5/2,0	2,4/2,1
	2007	2,1/1,7	2,0/1,9	2,2/2,3	2,3/2,0
	2008	2,3/2,4	2,4/2,8	2,7/2,8	2,6/2,6
	2009	2,5/2,3	2,6/2,7	3,1/3,0	3,3/2,8
	В среднем	2,2/1,98	2,3/2,4	2,6/2,5	2,7/2,38
Сырая клетчатка	2006	44,4/61,2	47,8/57,2	49,1/56,7	47,9/57,1
	2007	42,5/59,6	51,0/57,7	49,2/56,1	48,1/56,4
	2008	50,5/55,9	44,5/52,0	46,6/52,6	46,3/49,7
	2009	40,2/48,3	37,3/45,9	35,4/44,5	35,1/42,0
	В среднем	44,4/56,3	45,2/53,2	45,1/52,5	44,4/51,3
Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ)	2006	30,7/25,8	34,3/28,5	32,0/29,0	33,2/28,2
	2007	30,6/25,5	30,7/26,9	31,3/27,6	32,2/27,6
	2008	33,8/29,0	38,0/32,0	35,0/31,8	34,9/34,0
	2009	42,0/35,0	42,2/36,4	43,5/37,0	43,7/39,0
	В среднем	34,3/28,8	36,3/31,0	35,5/31,4	36,0/32,2

Примечание: в числителе – показатели по злакам, в знаменателе – разнотравья.

Выявлено, что изменение биохимического состава сухого вещества различных групп трав могут быть также вызваны изменением их соотношения в группе. При проведении однократного выжигания в сочетании с внесением азотных удобрений происходит увеличение зольных элементов, сырого протеина, жира, клетчатки и безазотистых экстрактивных веществ злаков и разнотравья.

Исследования показали, что под действием азотных удобрений (N40), содержание сырого протеина в корме увеличивается в 1,14 раза, а увеличение нормы внесения до N90 также существенно способствовало повышению концентрации сырого протеина в сухом веществе на 1,37%. Влияние азотных удобрений на содержание сырого белка в корме, объясняется двумя причинами: во-первых, улучшением азотного питания растений, за счет чего повышается концентрация азотистых соединений во всех группах растений; во-вторых, уменьшением в травостое разнотравья, имеющего более низкое содержание сырого протеина, чем злаки и

бобовые. В результате, при внесении (N40) в сене, при однократной огневой чистке, содержание сырого протеина в среднем за 5 лет составило 10,7 %, или 107 г в кг корма.

Таким образом, данные, полученные в результате 5-летнего исследования по изучению содержания биохимических веществ, подчеркивают, что внесение возрастающих доз азотных удобрений на природные луга в сочетании с огневым воздействием вызывает определенные изменения в соотношении питательных веществ в сухой массе травостоя. Увеличивается концентрация сырых протеинов, жира и БЭВ, уменьшается содержание сырой клетчатки.

## **Глава 5. Формирование подземной массы растений лугово-степных сообществ при пирогенном факторе**

**5.1. Формирование структуры подземной массы растений лугово-степных сообществ в зависимости от пирогенного фактора.** Эффективность воздействия огня на формирование подземной массы травянистой растительности природного луга зависит от потенциальной возможности отдельных видов в наращивании массы, прежде всего от их способности усвоения элементов питания.

Из общего количества растений изучались численность и выживаемость растений в травостое после первого огневого воздействия таких растений как *Medicago falcata*, *Bromopsis inermis*, *Hordeum brevisubulatum* (табл. 10).

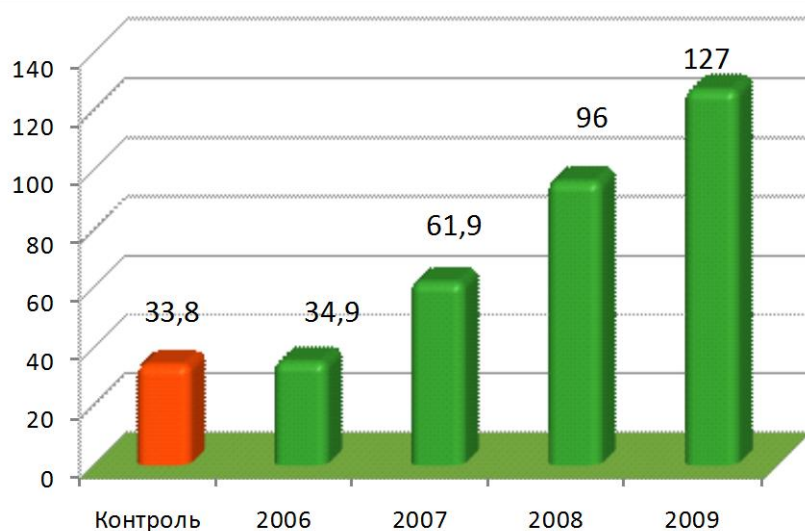
Из данных таблицы 10 видно, что после первого огневого воздействия на опытном участке в первый же год установлено заметное выпадение некоторого количества растений, а выживаемость всех растений после первого, второго, третьего, четвертого и пятого годов огневой чистки составила соответственно 85,6; 70,5; 59,0; 53,8 и 25,4 %. Таким образом, к осени четвертого года огневого воздействия погибло растений (% от полных всходов): люцерны серповидной – 53,9 %, костреца безостого – 34,4 %, а ячменя короткоостого сохранилось всего лишь 3 %. Вероятно, лучшая сохранность особей длиннокорневищного ячменя и рыхлокустового костреца объясняется не только относительно более поздней их вегетацией, но и лучшей сохранностью более заглубленных в поверхностные слои почвы почек возобновления этих злаков, по сравнению со стержнекорневым травянистым многолетником люцерной. Последний, кроме этого, значительно сильнее испытывает влияние огня в связи с ранней вегетацией – конец марта – апрель.

**Таблица 10.** Выживаемость растений в травостое стопоосоково-пырейного сообщества (опытный участок 6)

Год огневого воздействия	Дата учета	<i>Medicago falcata</i> (А)		<i>Bromopsis inermis</i> (Б)		<i>Hordeum brevisubulatum</i> (В)	
		растений, шт	% выживаемости	растений, шт	% выживаемости	растений, шт	% выживаемости
Первый (2006)	01.10	260	85,5	230	83,3	235	88,0
	01.10	<i>Всего растений, шт – 725; % выживаемость – 85,6</i>					
Второй (2007)	10.05	240	79,0	132	47,8	225	81,5
	20.05	208	66,8	130	47,1	185	73,2
	24.06	203	66,8	130	47,1	180	68,4
	10.07	203	66,8	130	47,1	165	65,6
	01.10	203	66,8	179	64,8	164	65,6
	01.10	<i>Всего растений, шт – 597; % выживаемость – 70,5</i>					
Третий (2008)	10.05	190	62,5	155	64,8	155	58,0
	20.05	165	54,2	150	56,1	185	50,6
	25.06	165	54,2	149	54,4	118	44,2
	10.07	152	50,0	139	54,0	108	33,2
	01.10	152	50,0	139	50,3	93	32,8
	01.10	<i>Всего растений, шт – 500; % выживаемость – 59,0</i>					
Четвертый (2009)	10.05	148	48,5	225	81,5	83	31,1
	20.05	142	46,7	202	73,2	36	13,5
	25.06	140	46,1	189	68,4	21	7,9
	10.07	140	46,1	181	65,6	10	3,7
	01.10	140	46,1	181	65,6	8	3,0
	01.10	<i>Всего растений, шт – 456; % выживаемость – 53,8</i>					
Пятый (2010)	10.07	109	35,8	106	38,4	-	-
	01.10	<i>Всего растений, шт – 215; % выживаемость – 25,4</i>					

Примечание. Типы корневых систем: А – стержнекорневищный многолетник; Б – корневищно-рыхлокустовой; В – длиннокорневищный.

Накопление подземных органов травостоя в контроле (без огневого воздействия) и под влиянием огневой чистки в стопоосоково-пырейном сообществе увеличивается с возрастом растительности, особенно в четвертом году жизни растений (рис. 2).



**Рисунок 2.** Динамика накопления подземной массы (ц/га) под влиянием огневой чистки в 2006-2009 гг.

В общую учитываемую подземную фитомассу входили живые и отмершие органы растений. При ненарушенном ритме развития подземная масса растений повышалась ежегодно

на 39-56 %, а в условиях огневого воздействия – значительно, до 77,2% к четвертому году (табл.11, 12).

**Таблица 11.** Динамика накопления массы подземных органов травостоя стоповоосоково-пырейного сообщества при исключении и использовании огневого воздействия, ц/га воздушно-сухой массы (2006-2009 гг.)

Дата учета	Годы жизни трав		
	второй	третий	четвертый
02.05	32,3/33,0	54,0/55,1	88,3/77,2
22.05	40,4	64,8	101,5
22.06	26,6	45,4	76,3
10.07	40,0	60,0	90,0
05.06	51,9	77,1	117,1
10.09	59,4	83,8	125,0
15.10	61,9	96,0	127,0
НСР <sub>05</sub>	1,5	3,8	5,8

Примечание. В числителе показатели массы при исключении, а в знаменателе – после использования огневого воздействия.

Содержание же пластических веществ в подземных органах у систематически скашиваемых и нескшиваемых трав сравнительно быстро выравнивалось (через 23-25 дней после срезания растений – в начале августа).

В целом, ускоренное срезание побегов, летнее кущение и дальнейшее отрастание отавы у кустов растений замедляли рост корней, что в конечном результате уменьшало накопление подземной массы травостоя. Побег отавы трав развивались от середины июля до конца осени, не выходя из фазы вегетации. Дальнейшее их произрастание приостанавливалось под влиянием неблагоприятных осенних погодных условий.

**5.2.Биохимический состав подземной массы травостоя.** Содержание сырого протеина ведет к его уменьшению по мере углубления корневой массы в нижележащий слой (20-50 см) почвенного профиля (табл. 12). Фосфор в корнях, извлеченных из почвенного слоя 0-10 см, содержится в количестве 0,25 %, из слоя 10-50 см – 0,40 %. Калий в подземной массе концентрируется в количестве 0,58-0,70 %, кальций – от 1,80 до 2,13 %, магний – от 0,30-0,35 %.

**Таблица 12.** Химический состав подземной фитомассы растений после огневого воздействия в стоповоосоково-пырейном сообществе (в % на абсолютно сухое вещество)

Фитомасса в слоях почвы, см	Вода	Зола	Сырой протеин	Ca	Mg	P	K
0-10	6	22,3	8,38	1,80	0,30	0,25	0,58
10-20	6	25,8	10,3	1,35	0,36	0,40	0,62
20-50	6	29,0	8,15	2,13	0,31	0,40	0,70

Позитивность воздействия ранневесенних выжиганий на рост фитоценозов Юго-Западного Забайкалья, концентрация элементов в подземной фитомассе находятся в определенной зависимости от структуры корневых систем растений и обусловлены



увеличением интенсивности прогрева поверхностного слоя почвы, которая обеспечивает более раннее начало вегетации травянистых растений, и незначительным и кратковременным понижением влажности почвы.

Таким образом, установлено, что при выжигании старики в накоплении органических веществ и минеральных элементов питания корнями растений прослеживается определенная связь между величиной их концентрации в почве, структурой, мощностью развития корневой системы и глубиной ее распространения в слоях почвы.

## **Глава 6. Экологическое обоснование влияния пирогенного фактора на растения лугово-степных сообществ**

Основные факторы, оказывающие влияние на процесс горения: скорость ветра, запас и влагосодержание горючих материалов, структурность их комплекса, крутизна склона, температура и относительная влажность воздуха (Ткаченко, 1952; Курбатский, 1964; Амосов, 1964; Жуковская, 1970; Конев, 1970, 1984; Шешуков, 1970, 1971; Курбатский, Иванова, 1979 и др.).

Совокупность основных факторов, влияющих на скорость продвижения фронта травяного пожара, в нашем эксперименте представлена во-первых, скоростью ветра и комплексным показателем горимости, во-вторых – высотой травостоев и запасом массы сухих трав. Кроме того, каждый из них в отдельности должен быть управляемым. Требование управляемости позволяет поддерживать выбранное значение фактора постоянным в течение всего опыта. Управляемость таких факторов, как высота и запас массы сухих травостоев, достигается подбором опытных участков.

Единственным фактором, область определения которого колеблется в значительных пределах, является скорость ветра. Зависимость скорости продвижения огня от скорости попутного ветра (по Софронову, 1967) выражается примерно параболой 2-го порядка. Однако параболический участок кончается при силе ветра в 1,5-2,0 м/с. При ветре, превышающим данный показатель, зависимость становится прямолинейной.

Определение факторов, влияющих на скорость распространения огня, с весьма невысокой точностью позволяет не принимать во внимание ошибку, связанную с игнорированием нелинейности изменения факторов при учете их взаимовлияния. В таблице 13 приведены уровни варьирования факторов и их кодированные значения. При выборе уровней факторов и интервалов варьирования мы учитывали необходимость существования реальных областей определения, которые включали в себя всевозможные изменения хода погоды и варьирование фитоценологических условий безлесных пространств Западного Забайкалья.

**Таблица 13.** Характеристика показателей и уровней варьирования факторов на степень распространения огня в травяных ценозах и их кодированные значения

Факторы	Единица измерения	Обозначение факторов	Область определения факторов в эксперименте	Уровни варьирования		
				нижний	основной	верхний
				Кодированные значения		
				-1	0	+1
Скорость ветра	м/с	X1	-10/ 1100	2	6	10
Комплексный показатель горимости	мб. град.	X2	0,15	600	850	1100
Высота сухих трав	м	X3	0,50	0,15	0,325	0,50
Запас массы сухих трав	кг/кв. м.	X4	0,1/03	0,1	0,2	0,3

Эффекты взаимодействия оказывают воздействие на скорость продвижения фронта пожара независимо от степени влияния самих факторов. Наибольшее значение из эффектов взаимодействия имеет сочетание скорости ветра и высоты сухих травостоев (коэффициент при  $X_1$ ,  $X_3$  равен 6,13).

Зависимость скорости продвижения фронта пожара от ветрового режима максимальна. Далее по убывающей следует высота сухих травостоев. Наше априорное предположение о большей значимости погодных условий (комплексный показатель горимости) результатами эксперимента не подтвердилось. Коэффициент при комплексном показателе горимости ( $X_2$ ) составил 4,32, тогда как при  $X_3$  (высота сухих травостоев) – 7,16. Незначительное влияние оказывает четвертый фактор – запас биомассы сухих травостоев.

Область определения скорости ветра в нашем эксперименте ограничена следующими уровнями варьирования: нижний – 2, верхний – 10 м/с. Столь резкое снижение величины данного фактора при его независимом влиянии приводит к понижению скорости фронта пожара. Натуральная величина верхнего уровня высоты сухих травостоев составляет 0,5 м, а нижнего – 0,15м. Изменение данного фактора в сторону понижения при постоянном запасе надземной массы сухих трав приводит к увеличению их структурной плотности. При запасе 0,3 кг/кв. м и высоте сухих травостоев 0,5 м их плотность составит  $0,6 \text{ кг/м}^3$ , тогда как при высоте 0,15 м она равна  $2,0 \text{ кг/м}^3$ .

Таким образом, результаты проведенного огневого эксперимента позволяют сделать следующие выводы: основными факторами, определяющими скорость продвижения фронта пожара на безлесных площадях в весеннее время, являются скорость ветра и высота сухих травостоев; колебание значений запаса надземной массы сухой массы трав от 0,1 до 0,3 кг/м<sup>2</sup> вносит незначительные изменения в скорость продвижения фронта пожара.

## **Выводы**

1. Весеннее выжигание сухого травостоя лугово-степных сообществ отражается на структуре ценозов, приводит к изменению видового состава, соотношение в них жизненных форм, а также на соотношение надземной и подземной массы травостоев.
2. Весенние выжигания сухих остатков трав приводят к увеличению содержания злаков в ценозах, особенно длиннокорневищных (пырей ползучий, кострец безостый, леймус китайский и другие). В травяных экосистемах при использовании сельскохозяйственных палов необходимо учесть, что основными факторами распространения огня является скорость ветра и высота сухого травостоя. При этом менее значим такой показатель, как запас надземной фитомассы.
3. Периодическая огневая чистка приводила к накоплению массы корней и корневищ в почве, особенно к четвертому году жизни, что способствует увеличению запасов гумуса почвы.
4. При сочетании палов с внесением азотного удобрения увеличивается содержание сырых форм протеина, жира, БЭВ. Повышается содержание обменной энергии в сухом веществе, в итоге усиливается выход валовой биопродукции.
5. Степень влияния весенних выжиганий сухих травянистых остатков на травостой зависит от времени их проведения (период со дня схода постоянного снежного покрова до начала выжиганий). Оптимальными сроками выжигания в условиях юго-западного Забайкалья являются март-середина апреля, позволяющие заметно увеличивать надземную фитомассу травостоя лугово-степных сообществ.

## **Рекомендации производству**

1. Наиболее приемлемым сроком проведения выжигания безлесных участков является первая половина весны (март – оптимально до 15 апреля в зависимости от времени схода снега).
2. Ранневесеннее выжигание обеспечивает более раннее начало вегетации травянистых растений.
3. Внесение азотных удобрений до N90 в сочетании с сельскохозяйственным палом улучшает кормовое достоинство в сухом веществе травостоя.

## Список работ, опубликованных по теме диссертации

*Статьи, опубликованные в рецензируемых изданиях:*

1. **Молчанов В. И.**, Имескенова Э. Г., Бутуханов А. Б. Влияние пирогенного фактора на особенности структуры и продуктивность лугово-степных сообществ юго-западного Забайкалья//Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. – Улан-Удэ, 2011. – Вып. 4 (25). – С. 82-89.
2. **Молчанов В.И.** Влияние пирогенного фактора на растительность природного сенокоса/ В.И.Молчанов, А.Б.Бутуханов, Э.Г.Имескенова//Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии (научно-теоретический журнал), 2011. – Вып.4 (17). – С.40-43.

*В других изданиях:*

3. **Молчанов В.И.** Влияние пирогенных факторов на рост и развитие луговых трав/В.И. Молчанов, А.Б. Бутуханов//Оптимизация агрохимических свойств почв и продукционных процессов в горно-степных экосистемах/Мат-лы всеросс. науч.-практ. конф. с межд. участием. – Улан-Удэ, 2010. – С. 144-149.
4. Бутуханов А.Б. Отгонные пастбища Бурятии/А. Б. Бутуханов, Э. Г. Имескенова, Т. Д. Намдакова, **В.И. Молчанов**//Экология, наука, практика; экологические аспекты/Мат-лы межд. науч.-практ. конф. с межд. участием – Улан-Удэ, 2010. – С. 35-41.
5. **Молчанов В.И.** Улучшение ботанического состава травостоев/В.И. Молчанов, Т.Д. Намдакова, Е.А. Батоева//Социально-экологические проблемы Байкальского региона/Мат-лы I межвуз. науч.-практ. конф. студ. и аспирантов. – Улан-Удэ, 2011. – С. 57-59.
6. Намдакова Т.Д. Сбор семян дикорастущих трав/Т.Д. Намдакова, **В.И. Молчанов**//Социально-экологические проблемы Байкальского региона/Мат-лы I межвуз. науч.-практ. конф. студ. и аспирантов. – Улан-Удэ, 2011. – С. 60-62.