

На правах рукописи

Батоева Евгения Александровна

**ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОРОШАЕМЫХ  
ОСТЕПНЕННЫХ ЛУГОВ В ЮГО-ЗАПАДНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ**

03.02.08 – экология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Улан-Удэ 2011

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

**Научный руководитель** доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор Бутуханов Анатолий Богомолович

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук, профессор  
Убугунова Вера Ивановна  
кандидат биологических наук, профессор  
Бардонова Людмила Капитоновна

**Ведущая организация:** Федеральное государственное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования Иркутская  
государственная сельскохозяйственная  
академия

Защита состоится «29» апреля 2011 г. в 13<sup>00</sup> часов в конференц-зале на заседании диссертационного совета Д212.022.03 при Бурятском государственном университете по адресу: 670000, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а; факс: (3012) 21-05-88; e-mail: d21202203@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Бурятского государственного университета и на сайте d21202203@mail.ru

Автореферат разослан «29» марта 2011 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук

Н.А. Шорноева

## **Общая характеристика работы**

**Актуальность исследований.** Республика Бурятия располагает значительными площадями кормовых угодий. По данным статистического управления, республика имеет в своем пользовании 486,3 тыс. га сенокосов. Однако кормов с этих угодий получается далеко недостаточно, урожайность остается низкой, и поэтому повышение продуктивности природных лугов является актуальной проблемой.

В росте урожайности и повышении качества продукции основная роль принадлежит удобрениям. Наряду с применением азотных, фосфорных и калийных удобрений для увеличения валового сбора кормов и улучшения их качества целесообразно использовать микроудобрения. Территория Бурятии относится к биогеохимической зоне с недостаточным содержанием бора и молибдена в почвах (Макеев, 1973; Сеничкина, Абашеева, 1986; Абашеева, 1992; Абашеева и др., 2002), что дает основание предполагать положительное действие этих элементов на урожайность и качество сенокосных угодий. На разных почвах при различных климатических условиях не может быть одинакового применения микроэлементов, поэтому необходимо разработать практические рекомендации для каждого конкретного случая, для каждой почвенно-климатической зоны.

Экспериментальных данных об эффективности применения бора и молибдена в луговодстве в условиях Бурятии, особенно на фоне полного минерального удобрения, очень мало и совершенно недостаточно для обоснованных рекомендаций производству, что и определило актуальность и приоритетность проведения наших исследований.

**Цель исследований** – комплексная экологическая оценка влияния удобрений на продуктивность орошаемых остепненных лугов в юго-западном Забайкалье.

### **Задачи исследований:**

1. Определить содержание бора и молибдена в почве, отдельных видах растений и кормах;
2. Исследовать влияние минеральных удобрений, бора и молибдена на биопродуктивность и ботанический и биохимический состав природного сенокоса;
3. Изучить особенности формирования надземной и подземной массы лугового травостоя и использования питательных веществ почвы и удобрений;
4. Установить экономическую и биоэнергетическую эффективность применения макроудобрений, бора и молибдена.

**Научная новизна.** В условиях юго-западного Забайкалья установлено влияние бора и молибдена, вносимых разными способами на фоне NP и NPK, на биопродуктивность, ботанический и биохимический состав сухого вещества природного травостоя, на формирование его надземной и подземной массы. Определено влияние азотно-фосфорного и полного удобрений, а также вносимых на их фоне поверхностно и в качестве внекорневой подкормки бора и молибдена на агрохимические свойства почвы, баланс общего азота и подвижных форм калия и фосфора в системе:

«удобрения – почва – урожай». Применение бора и молибдена снижает отрицательное влияние  $N_{90}P_{60}$  и  $N_{90}P_{60}K_{60}$  на биологическую азотфиксацию и баланс усвояемого фосфора и калия в системе: «удобрения – почва – урожай». В условиях Бурятии изучено содержание бора и молибдена в почве, установлено их последствие при различных способах внесения.

**Защищаемые положения:**

- минеральные удобрения, а также вносимые на их фоне разными способами борные и молибденовые удобрения повышают урожайность сухого вещества, оказывают влияние на формирование природного травостоя, биохимический состав растений;

- агрохимические свойства почвы, баланс общего азота и усвояемых форм фосфора и калия в системе: «удобрения – почва – урожай», определяются вносимыми элементами питания.

**Теоретическая и практическая значимость.** Результаты исследований подтвердили возможность преобразования с помощью макро- и микроудобрений мятликово-бобово-разнотравного травостоя в бобово-мятликовый и мятликово-бобовый.

Применение  $N_{90}P_{60}$  и внесение 3 кг/га борной кислоты и 3 кг/га молибденовокислого аммония поверхностным и внекорневым способом через 2-3 года замедляют процессы «старения» луга, т.е. переход его из корневищной стадии в плотнокустовую, и обеспечивают более эффективное использование минеральных удобрений. Применение борных и молибденовых удобрений на природном лугу приводит в норму содержание бора и молибдена в сухом веществе.

**Условия, объекты и методы исследований.** Опыт с применением бора и молибдена был проведен в 2005-2007 гг. на сенокосном участке учебного хозяйства Бурятской государственной сельскохозяйственной академии в 2 км от с. Гурульба.

Почва участка – лугово-каштановая, по механическому составу – супесчаная на легком суглинке. Обеспеченность подвижными формами фосфора и калия средняя. Содержание гумуса – 3,8-5,0 %. Участок определен как остепненный луг со злаково-бобово-разнотравным травостоем. Встречаются осоковые (осока ранняя *Carex praecox* Schreb., осока твердоватая *Carex duriuscula* C. A. Mey.). Из злаковых преобладают полевица Триния *Agrostis trinii* Turcz., кострец безостый *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub., овсяница луговая *Festuca pratensis* Huds., мятлик луговой *Poa pratensis* L., из бобовых – люцерна желтая *Medicago falcata* L., клевер луговой *Trifolium pratense* L., астрагал донниковый *Astragalus melilotoides* L., из разнотравья – тысячелистник обыкновенный *Achillea millefolium* L.

Закладка опыта и последующие наблюдения были проведены в соответствии с методикой опытов на сенокосах и пастбищах (Вильямс, 1971). Район проведения эксперимента обеспечен достаточным количеством тепла. Осадков выпадает мало – 200-250 мм, в основном в конце лета. Площадь учетной делянки 10 м<sup>2</sup> (5 x 2), повторность четырехкратная. Раньше на

участок удобрения не вносили, проводили орошение с двухкратным поливом при оросительной норме 1500 м<sup>3</sup>/га.

Фоном послужили N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> и N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>. Борную кислоту и молибденовокислый аммоний вносили двумя способами: внекорневым и поверхностным. При внекорневом способе растения опрыскивали водными растворами бора и молибдена при помощи ручного опрыскивателя в 2005 г. – 5 мая, в 2006 г. – 7 мая. Водные растворы микроэлементов готовили из расчета 4 л на одну делянку. Поверхностно бор и молибден были внесены в 2005 г. – 2 мая, в 2006 г. – 4 мая. Поверхностное внесение микроэлементов на почву проводилось после их тщательного смешивания с просеянным речным песком. В качестве азотных удобрений вносили аммиачную селитру (338 г на одну делянку), фосфорных – двойной гранулированный суперфосфат (103 г на одну делянку), калийных – хлористый калий (103 г на одну делянку) за два дня до первого полива.

Полив всего участка был проведен в следующие сроки: первый в 2005 г. – 18 мая, в 2006 г. – 21 мая, в 2007 г. – 20 мая; второй – соответственно по годам 22, 24 и 23 мая.

Учет урожая проводили сразу после скашивания трав. Урожайность учитывалась методом дробного учета на площадках по 20 х 20 см, размещенных по диагонали. Трава скашивалась на высоте 3-4 см от поверхности почвы и взвешивалась после скашивания, при этом брали пробу весом 1 кг на сушку. Пересчет на сухую массу осуществляли по коэффициенту усушки образцов. Защитные полосы между делянками и блоками скашивались в каждый год наблюдений за 7-10 дней раньше скашивания травостоя на делянках, вручную. В течение 1-го и 2-го годов опыта проводилось измерение роста растений.

Содержание абсолютно сухого вещества определялось термостатно-весовым методом. Зола определялась озолением в муфельной печи; протеин – методом пересчета азота, определенного по Къельдалю; жир – методом обезжиренного остатка; клетчатка – по Кюршнеру-Ганеку; БЭВ – путем вычисления суммы аналитически определенных веществ из 100 %. Исследования проведены по общепринятым методикам. Основные их результаты подвергались статистической обработке методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1979).

**Апробация работы.** Материалы диссертационной работы доложены и обсуждены на *международных*: Сухэ-Батор, 2007, Улан-Батор, 2007, 2010, Улан-Удэ, 2007 *всероссийских с международным участием* Улан-Удэ, 2007, 2010 *и межвузовской конференциях*, Улан-Удэ, 2011; на ежегодных научно-практических конференциях сотрудников агрономического факультета ФГОУ ВПО «БГСХА им. В.Р. Филиппова» (2006-2011), а также на заседаниях кафедры растениеводства и луговодства ФГОУ ВПО «БГСХА им. В.Р. Филиппова».

**Публикации.** По результатам диссертационной работы опубликовано 11 научных работ, в том числе 3 статьи в реферируемых журналах.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 136 страницах компьютерного текста, содержит 55 таблиц, 11 рисунков, 1 схему, 1 приложение, включает введение, 6 глав, выводы, библиографический список из 258 наименований, из них 17 иностранных авторов.

### Результаты исследований

**Роль бора и молибдена в жизни растений (краткий обзор литературы).** В главе на основе анализа литературных источников описываются вопросы влияния микроэлементов на жизнь и продуктивность растений, взаимосвязь между некоторыми заболеваниями животных и человека и микроэлементным составом окружающей их среды обитания.

**Содержание бора и молибдена в почве.** Валовое содержание микроэлементов по горизонтам распределено неравномерно. Наибольшее содержание валового бора приходится на горизонт 10-30 см.

После внесения бора из расчета 3 кг/га и молибдена из расчета 3 кг/га в почве резко увеличивается их содержание. Среднее всех разрезов (горизонт 0-30 см) показывает, что содержание валового бора повышается с 2,3 до 2,8 мг/кг при обоих способах внесения, а подвижных форм – с 0,25 до 0,60 мг/кг при внекорневой подкормке, а при поверхностном способе внесения – до 0,61 мг/кг. Содержание валового молибдена (среднее всех разрезов) повышается в горизонте 0-10 см с 1,6 до 2,68 мг/кг, а подвижного соответственно – с 0,09 до 0,20 мг/кг почвы после внекорневой подкормки.

Таблица 1 - Среднее содержание бора и молибдена (мг/кг) в лугово-каштановой почве до и после внесения микроудобрений

Горизонт (см)	Валовое		Подвижное		Подвижное в % от валового	
	бор	молибден	бор	молибден	бор	молибден
До внесения микроудобрения						
0 – 10	1,8	1,6	0,19	0,09	10,6	5,6
10 – 20	2,3	1,9	0,24	0,03	10,4	1,5
20 – 30	2,7	1,7	0,31	0,03	11,5	1,6
среднее	2,3	1,7	0,25	0,05	10,8	2,9
После внекорневой подкормки микроудобрениями						
0 – 10	2,7	2,68	0,70	0,20	25,9	7,5
10 – 20	3,0	2,36	0,65	0,17	20,0	7,2
20 – 30	2,8	2,30	0,75	0,15	17,9	6,5
среднее	2,8	2,45	0,60	0,17	21,3	6,9
После поверхностного внесения микроудобрений						
0 – 10	3,4	4,30	0,80	0,40	23,5	9,3
10 – 20	2,8	1,05	0,56	0,10	20,0	9,5
20 – 30	2,3	0,8	0,48	0,07	20,9	8,75
среднее	2,8	2,05	0,61	0,19	21,5	9,3

При сравнении с внекорневым способом внесения микроэлементов, в среднем по всем разрезам содержание бора при поверхностном способе на одном и том же уровне (2,8 мг/кг). А вот содержание молибдена – ниже на

0,4 мг/кг почвы. Содержание подвижных форм бора в горизонте 0–10 см увеличилось на 0,71 мг/кг, а содержание подвижных форм молибдена – на 0,31 мг/кг.

Таким образом, при обоих способах внесения микроэлементов в почву было обнаружено, что почва обогащается этими элементами уже в год внесения и поэтому можно ожидать их положительного влияния на рост и развитие травянистых растений, на ботанический состав, содержание их непосредственно в отдельных видах трав.

**Содержание бора и молибдена в отдельных видах растений.** Мятликовые по средним данным для пастбищ и сенокосов содержат меньше бора и молибдена по сравнению с другими рассматриваемыми группами растений; в свою очередь бобовые по сравнению с разнотравьем содержат больше бора и молибдена. Было взято 10 видов, отобрано 40 образцов, и выполнены анализы в трехкратной повторности (рис. 1).

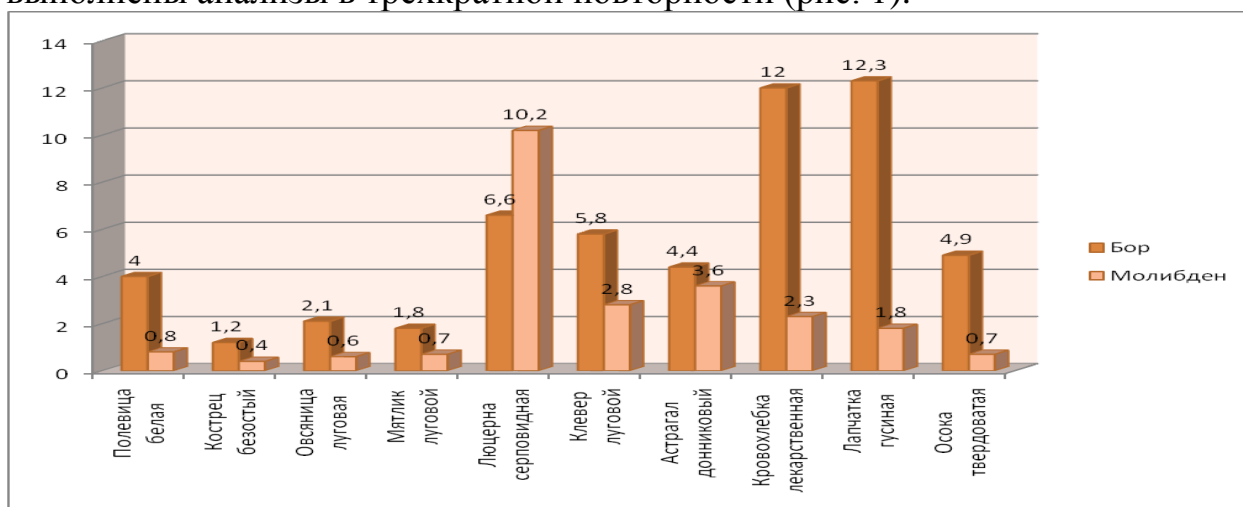


Рисунок 1 – Среднее содержание бора и молибдена в отдельных видах растений природного сенокоса, мг/кг

Из рисунка 1 видно, что по содержанию бора «самыми богатыми» являются люцерна серповидная (6,6 мг/кг), полевица белая (0,8 мг/кг), лапчатка гусиная (12,3 мг/кг) и кровохлебка лекарственная (12,0 мг/кг). Меньше всего бора обнаружено в растениях костреца безостого (1,2 мг/кг) и мятлика лугового (1,8 мг/кг). Меньше всего молибдена обнаружено в растениях костреца безостого (0,4 мг/кг), а «самой богатой» по содержанию этого элемента является люцерна серповидная (10,2 мг/кг).

Анализ на содержание бора и молибдена в растениях отдельных видов и с группировкой их по семействам показывает, что содержание бора и молибдена сильно варьирует, притом пределы колебания даже на опытном участке значительны. Тем не менее, полученные данные дают возможность судить о качестве корма в отношении в них изучаемых микроэлементов. Наши исследования свидетельствуют о том, что мятликовые травы по содержанию бора и молибдена богаче, чем осоковые, группы разнотравья и бобовые.

**Содержание бора и молибдена в кормах.** С целью определения содержания бора и молибдена в сухом веществе опытного участка нами был

проведен лабораторный анализ. Анализ показал, что сухое вещество участка можно отнести по содержанию бора и молибдена к средней обеспеченности.

Было изучено влияние микроэлементов на содержание их в сухом веществе при двух способах внесения – внекорневом и поверхностном. После внесения обоих микроэлементов внекорневым способом содержание бора в сухом веществе увеличилось с 18 до 25,1 мг/кг, а молибдена - с 2,2 до 2,6 мг/кг. По градации В.В. Ковальского (1971), сухое вещество с нашего опыта становится по содержанию бора и молибдена «нормальным», отвечающим потребностям в животном организме.

Отсюда следует, что оптимальной нормой внесения внекорневым способом на мятликово-бобово-разнотравном сенокосе на лугово-каштановой почве бора (борная кислота) и молибдена (молибденовокислый аммоний) следует считать по 3 кг на 1 гектар. При внесении поверхностным способом бора и молибдена также проявляется тенденция к увеличению их в кормах.

Также был изучен вопрос о влиянии полного минерального удобрения на содержание этих микроэлементов в кормах (табл. 2).

Таблица 2 - Среднее содержание микроэлементов в кормах в зависимости от внесения минеральных удобрений (мг/кг сухого вещества)

Микро-элементы	Число проб	Контроль без макро-удобрений	Число проб	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Число проб	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub>
Бор	4	18,0	6	18,2	5	18,4
Молибден	4	2,2	6	2,2	5	2,3

Из таблицы 2 видно, что внесение полного минерального удобрения не оказывает существенного влияния на содержание бора и молибдена в кормах.

Таким образом, внесение бора и молибдена при обоих способах значительно обогащает сухое вещество природного луга с мятликово-бобово-разнотравным травостоем на лугово-каштановой почве.

**Влияние макро- и микроудобрений на урожайность сухого вещества.** Для выращивания высоких урожаев луговых трав большое значение имеет обеспеченность их всеми элементами питания и в определенных соотношениях. Недостаток одного из элементов снижает эффективность других. Необходимо не столько количественное увеличение, сколько качественное совершенствование в использовании агрохимикатов. Практикой уже доказано, что неприменение минеральных удобрений приводит к недобору урожая, а систематический избыток их – к загрязнению окружающей среды биогенными элементами.

Были заложены опыты с макро- и микроудобрениями на орошаемом сенокосе с мятликово-бобово-разнотравным травостоем (табл. 3). Оба микроэлемента вносились двумя способами – внекорневым и поверхностным. Из результатов полевого опыта следует, что внесение калия на фоне N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> и N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> + микроудобрения не оказывает существенного влияния на урожайность сенокоса.



Таблица 3 - Влияние макро- и микроудобрений на урожайность сухого вещества, т/га

Вариант	Год			Среднее
	2005	2006	2007	
Опыт с внекорневым внесением микроудобрений				
Без удобрений	1,7	2,1	1,3	1,7
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> – фон 1	2,4	2,7	1,8	2,3
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон 2	2,5	2,7	1,8	2,4
Фон 1 + В	2,8	3,1	2,3	2,7
Фон 2 + В	2,7	3,0	2,3	2,7
Фон 1 + Мо	3,0	3,2	2,3	2,8
Фон 2 + Мо	3,1	3,3	2,4	2,9
НСР <sub>0,95</sub>	0,2	0,3	0,2	
Опыт с поверхностным внесением микроудобрений				
Без удобрений	1,5	1,7	1,1	1,4
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> – фон 1	2,2	2,4	1,6	2,1
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон 2	2,2	2,6	1,7	2,1
Фон 1 + В	2,6	2,8	2,0	2,5
Фон 2 + В	2,5	2,8	2,1	2,5
Фон 1 + Мо	2,9	3,3	2,2	2,8
Фон 2 + Мо	2,8	3,5	2,1	2,8
НСР <sub>0,95</sub>	0,3	0,3	0,2	

Такой же результат в своих исследованиях получили К.А. Монтосов (2002), А.Б. Бутуханов (2005). Следовательно, калийные удобрения при дозах N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> вносить не следует (табл. 4).

Анализируя данные таблиц 3 и 4, можно отметить, что действие макроудобрений наиболее сильно проявляется в годы с повышенной влагообеспеченностью и более длинным вегетационным периодом, т.е. 2005 и 2006 гг. При резком недостатке влаги (2007 г.) действие азотно-фосфорных удобрений проявилось слабее, чем в другие годы.

Действие борных и молибденовых удобрений проявлялось в разные годы по-разному. Однако четкой закономерности влияния метеоусловий вегетационного периода на эффективность микроудобрений не наблюдалось (табл. 3). Это объясняется, с одной стороны, тем, что бор и молибден лучше проявляют свое действие при обеспеченности растений макроэлементами, влагой и теплом. С другой стороны, эти микроэлементы повышают устойчивость растений к неблагоприятным условиям, что обеспечивает их относительную высокую эффективность в неблагоприятные годы, в том числе и засушливый (2007 год).

Из двух способов внесения микроэлементов лучшим оказался внекорневой, особенно по молибдену. В среднем по двум фонам внекорневое внесение молибдена дало на 0,2 т/га большую прибавку сухого вещества, чем поверхностное. Это вызвано тем, что внекорневое внесение удобрений оказывает благоприятное действие на деятельность микроорганизмов и

поглонительную способность корней растений сильнее, чем поверхностное. Кроме того, в условиях высокого дефицита влажности воздуха при поверхностном внесении, особенно борной кислоты, растения могут получать локальные ожоги. Именно этим можно объяснить то, что при поверхностном способе внесения действие молибдена было сильнее, чем бора.

Испытано совместное внесение бора и молибдена. Урожайность трав по сравнению с отдельным внесением этих элементов в среднем за два года существенно не увеличилась (табл. 4).

Таблица 4 - Урожайность трав при комбинированном поверхностном внесении микроэлементов, ц/га

Вариант	2006 год	2007 год	Среднее
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + В	2,8	2,1	2,5
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + Мо	3,5	2,1	2,8
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + В + Мо	3,5	2,1	2,8

Урожайность трав остается на уровне внесения каждого элемента в отдельности. Очевидно, что совместное внесение бора и молибдена, судя по агрономическому эффекту, экономически не выгодно.

Изучено последствие микроэлементов на урожайность трав. Последствие бора и молибдена на обоих фонах наблюдалось на второй и третий годы, уже на четвертый год урожайность в этих вариантах не отличалась от контроля (табл. 5).

Таблица 5 - Последствие микроудобрений на урожайность сухого вещества

Вариант	Прибавка от микроудобрений (т/га)			
	Год внесения	последствие		
		2-й год	3-й год	4-й год
Внекорневое внесение				
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> + В	0,4	0,4	0,2	0,0
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + В	0,3	0,3	0,1	0,0
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> + Мо	0,6	0,6	0,1	0,0
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + Мо	0,6	0,6	0,1	0,0
Поверхностное внесение				
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> + В	0,4	0,5	0,2	0,1
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + В	0,3	0,4	0,1	0,0
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> + Мо	0,7	0,7	0,1	0,1
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + Мо	0,6	0,6	0,1	0,1

Таким образом, результаты нашего опыта показывают, что нужно вносить борную кислоту и молибдат аммония один раз через 2-3 года.

**Влияние макроудобрений, бора и молибдена на рост и ботанический состав травостоя.** В целях выяснения влияния микроэлементов на ростовые процессы важнейших видов травостоя в первый год полевых опытов учитывались особенности роста трав в условиях пищевого режима, измененного внесением бора и молибдена. В первый год

эксперимента в росте трав и прохождении фенологических фаз отмечалось небольшое запаздывание, что обуславливалось неустойчивой ветреной и сухой погодой. Мятлик луговой является ранним растением, и уже в середине третьей декады мая наблюдался выход в трубку. Продолжался рост до 25 июня, после чего увеличение в росте у этого вида не наблюдалось. С 15 по 25 мая установилась теплая погода, благоприятная для произрастания растений.

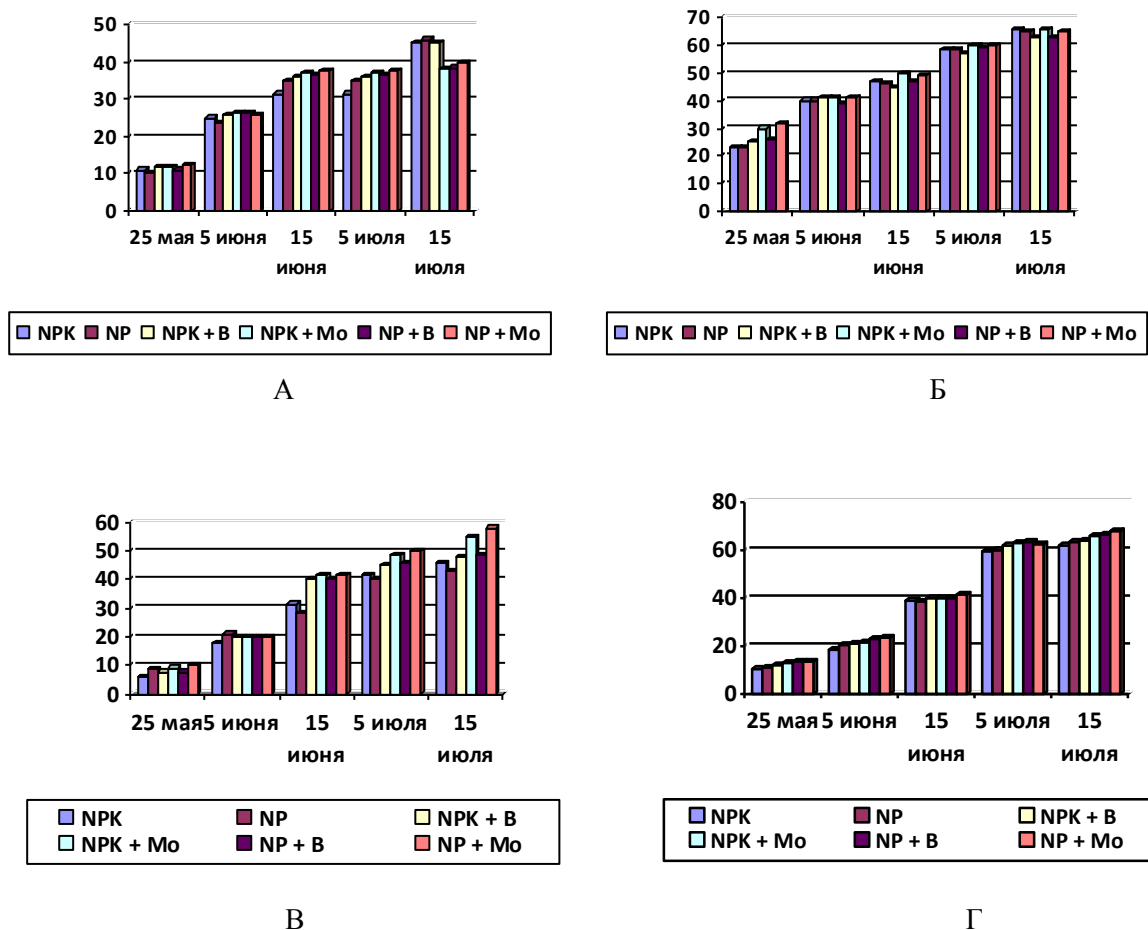


Рисунок 2 – Динамика роста растений за вегетационный период 2006 г.

А-мятлик луговой, Б-кострец безостый,  
В-клевер луговой, Г-люцерна серповидная

С 25 мая по 10 июня установилась жаркая погода, но ночью иногда наблюдались почвенные заморозки. В связи с этим рост растений был замедленным, кроме мятлика лугового.

В последующем с 10 по 15 июня установилась теплая погода, а в отдельные дни – жаркая (дневная температура достигала до 28°С тепла). В этот период основные виды бобовых и также некоторые виды из группы разнотравья имели более интенсивный рост, чем в другие периоды вегетации трав.

**Биохимический состав и энергонасыщенность сухого вещества.** Для установления взаимосвязи содержания в корме разных веществ, средние данные по биохимическому составу сведены в таблице 6. Анализ данных

свидетельствует, что увеличение концентрации сырого протеина в корме при внесении макро- и микроудобрений сопровождается увеличением содержания БЭВ и снижением сырой клетчатки. При этом одновременно возрастает общая питательность, что объясняется повышением концентрации БЭВ, жира, а также снижением содержания клетчатки. Самое высокое содержание кормовых единиц в 100 кг сухого вещества отмечается при внесении поверхностным способом  $N_{90}P_{60} + Mo$ . Оно составляло в этом варианте 75,7 к.ед.

Таблица 6 - Биохимический состав сухого вещества природного луга, % (среднее за 3 года)

Вариант	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Сырой жир	БЭВ	Сырая зола	Корм.ед. в 100 кг
Без удобрений	7,9	42,3	2,1	39,8	7,8	57,3
$N_{90}P_{60}$	8,9	40,2	2,3	40,6	8,1	59,1
$N_{90}P_{60}K_{60}$	9,6	38,6	2,8	41,3	7,7	63,5
Внекорневое внесение микроэлементов						
$N_{90}P_{60} + B$	10,7	33,4	2,8	46,2	6,9	71,9
$N_{90}P_{60} + Mo$	11,1	34,2	2,6	45,5	6,6	71,1
$N_{90}P_{60}K_{60} + B$	10,9	35,4	2,7	43,1	6,9	67,1
$N_{90}P_{60}K_{60} + Mo$	10,9	35,3	2,8	44,2	7,0	70,4
Поверхностное внесение микроэлементов						
$N_{90}P_{60} + B$	10,6	37,7	2,6	41,8	7,3	64,4
$N_{90}P_{60} + Mo$	14,9	31,1	3,3	43,5	6,9	79,7
$N_{90}P_{60}K_{60} + B$	10,8	32,8	2,6	45,8	7,9	70,5
$N_{90}P_{60}K_{60} + Mo$	14,0	31,3	2,9	44,7	7,2	72,9

Наиболее полно продуктивность кормовых угодий отражает сбор валовой (ВЭ) и обменной (ОЭ) энергии (табл. 7).

Таблица 7 - Выход валовой (ВЭ) и обменной энергии (ОЭ) с 1 га природного сенокоса в зависимости от применения макро- и микроудобрений, ГДж/га (среднее за 3 года)

Вариант	Внекорневая подкормка микроэлементами			Поверхностное внесение микроэлементов		
	ВЭ	ОЭ по формуле Аксельсона	ОЭ по содержанию переваримого вещества для овец	ВЭ	ОЭ по формуле Аксельсона	ОЭ по содержанию переваримого вещества для овец
Без удобрений	23,09	9,33	11,05	24,00	9,70	11,48
$N_{90}P_{60}$	38,42	15,84	18,46	39,88	16,45	19,16
$N_{90}P_{60}K_{60}$	38,74	17,05	18,97	40,39	17,78	19,78
$N_{90}P_{60} + B$	43,93	20,73	22,44	45,47	20,06	22,45
$N_{90}P_{60} + Mo$	45,23	21,34	22,88	46,62	22,92	24,28

$N_{90}P_{60}K_{60}+B$	43,12	19,83	21,53	43,39	20,75	22,04
$N_{90}P_{60}K_{60}+Mo$	46,36	21,74	23,52	44,87	21,98	23,08

Исследования показали, что выход валовой энергии с урожаем сухого вещества природного сенокоса под воздействием азотно-фосфорных удобрений ( $N_{90}P_{60}$ ) увеличивался на 15-16 ГДж/га (в 1,7 раза). Внесение  $K_{60}$  на фоне  $N_{90}P_{60}$  практически не оказало положительного влияния на этот показатель.

Внекорневая подкормка бором на фоне  $NP$  повышала выход ВЭ на 5,5 ГДж/га, а молибденом - на 6,8 ГДж/га, а поверхностное внесение соответственно на 5,7 и 6,7 ГДж/га, т.е. больших различий между способами применения микроудобрений нет. На сбор валовой энергии применение микроудобрений на фоне  $N_{90}P_{60}K_{60}$  оказало даже меньше влияния, чем на фоне  $N_{90}P_{60}$ .

Выход обменной энергии, рассчитанный по формуле Аксельсона на основании биохимического состава сухого вещества, под воздействием  $N_{90}P_{60}$  повышался на 6,5-6,8 ГДж/га (в 1,7 раза). Применение же  $K_{60}$  на фоне  $N_{90}P_{60}$  повышало сбор ОЭ на 1,2-1,3 ГДж/га (Григорьев, Волков, Горбунов, 1985). Внекорневое внесение бора на фоне  $N_{90}P_{60}$  повышало сбор ОЭ на 4,9 ГДж/га, а молибдена на 5,5 ГДж/га, а при поверхностном соответственно на 3,6 и 6,5 ГДж/га.

**Формирование подземной массы природного травостоя в зависимости от внесения макро- и микроудобрений.** Исследование корневых систем позволяет во многом объяснить процесс потребления питательных веществ травостоями и влияние удобрений на урожайность луга. Поскольку действие на луг и почву того или иного фактора при его длительном применении наиболее сильно проявляется в последние годы проведения эксперимента, то влияние макро- и микроудобрений на накопление подземной массы природного травостоя изучалось перед закладкой опыта в 2005 г. и в 2007 г., в начале вегетации и перед скашиванием.

Исследования показали, что без внесения удобрений подземная масса природного травостоя к 2007 г. увеличилась, при этом повышалась доля подземных органов, расположенных в верхнем слое почвы. Это объясняется тем, что орошение в некоторой степени способствует увеличению содержания в травостое мятликов, которые имеют более поверхностную и мощную корневую систему по сравнению с бобовыми. Кроме того, орошение способствует увеличению массы корней растений, причем в большей степени в верхних слоях почвы (табл. 8).

Однако при внесении бора и особенно молибдена больше формируется корней в более глубоких слоях, чем без внесения, что объясняется положительным действием этих элементов на сохраняемость в травостое бобовых видов, имеющих более глубокую, чем злаки корневую систему.

Таблица 8. Влияние макро- и микроудобрений при поверхностном их внесении на формирование подземной массы природного орошаемого травостоя (в числителе – т/га сухого вещества, в знаменателе - % от всей учитываемой массы)

Вариант	Слой почвы, см				
	0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
Пред закладкой, 2005 г.	3,9/43,6	3,2/36,3	1,4/15,4	0,4/4,7	8,9/100
2007 г. (начало отрастания травостоя)					
Без удобрений	4,4/47,8	3,3/35,6	1,2/12,8	0,4/3,8	9,2/100
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub>	5,0/54,2	3,2/34,2	0,8/8,6	0,3/3,0	9,3/100
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5,0/53,9	3,2/34,6	0,8/8,8	0,3/2,7	9,3/100
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> + В	4,9/52,8	3,2/34,1	0,9/9,7	0,3/3,4	9,3/100
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> + Мо	4,9/51,8	3,3/35,0	0,9/9,5	0,4/3,7	9,5/100
2007 г. (перед скашиванием)					
Без удобрений	6,0/47,6	4,4/34,8	1,7/13,5	0,5/4,1	12,6/100
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub>	7,8/55,2	4,7/32,9	1,3/9,0	0,4/2,9	14,2/100
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	7,9/55,5	4,6/32,6	1,3/8,9	0,4/3,0	14,2/100
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> + В	7,7/53,7	4,7/32,7	1,4/9,8	0,6/3,8	14,3/100
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> + Мо	7,5/52,4	4,7/33,0	1,5/10,7	0,6/3,9	14,2/100

Внесение бора и особенно молибдена в наших условиях несколько замедляло процесс выпадения из фитоценоза бобовых и способствовало более равномерному распределению корней и других подземных органов растений по слоям почвы, что свидетельствует о замедлении процесса старения луга. Таким образом, внесение микроэлементов способствует продлению более молодых стадий луга и уменьшает возможность проявления негативных сторон действия поверхностного внесения макроудобрений на почву и травостой.

**Вынос азота с урожаем сухого вещества и коэффициент использования азотных удобрений травостоем.** Одним из показателей, по которому наиболее объективно можно судить о потребности растений в элементах минерального питания является их вынос с урожаем и коэффициент использования удобрений травостоем (табл. 9). Исследования показали, что вынос (общее количество) азота в урожае сухого вещества без внесения удобрений невысок и составляет в среднем за 3 года 17,8 кг/га. Это объясняется как низкой урожайностью травостоя, так и тем, что при сушке травы до сухого вещества значительная часть азотистых веществ распадается до аммиака и азота, которые улетучиваются из растительных тканей. Кроме того, теряется часть листьев и соцветий, которые богаче азотом, чем стебли. Данные таблицы 9 показывают только количество азота, содержащееся в урожае сухого вещества. Потребление же этого элемента травостоем так же, как и других минеральных веществ значительно выше, чем вынос их с сухим веществом.

Таблица 9 - Вынос азота с урожаем сухого вещества и коэффициент использования азотных удобрений

Годы	Вынос азота с урожаем сухого вещества, кг/га						Коэффициент использования азотных удобрений травостоем						
	Без удобрений	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> +B	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> +Mo	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +B	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +Mo	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> +B	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> +Mo	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +B	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +Mo
<b>Поверхностное внесение микроэлементов</b>													
2005	11,7	21,2	22,7	35,7	53,4	38,3	54,2	11,9	12,2	26,7	46,3	29,6	47,2
2006	18,2	33,1	36,4	55,1	72,8	56,5	70,4	16,6	20,2	41,0	60,7	36,4	58,0
2007	22,2	42,1	48,2	38,6	57,3	37,4	47,7	22,1	28,9	20,5	39,1	16,9	28,3
Среднее	17,4	32,1	35,8	43,1	61,2	44,1	57,4	16,9	20,4	29,4	48,7	27,6	44,5
<b>Внекорневая подкормка микроэлементами</b>													
2005	11,9	26,0	23,9	33,3	39,1	31,9	36,3	15,7	13,3	23,8	30,2	22,2	27,1
2006	18,7	33,5	37,5	49,9	49,4	50,1	50,5	16,4	20,9	34,7	34,1	34,9	35,3
2007	22,7	43,3	49,5	39,6	44,5	40,8	48,2	22,9	29,8	18,8	24,2	20,1	28,3
Среднее	17,8	34,3	37,0	40,9	44,3	40,9	45,0	18,3	21,3	25,8	29,5	25,7	30,2

В целом расчеты коэффициентов использования азотных удобрений позволили выявить следующие тенденции. Во-первых, коэффициент использования азотных удобрений в сильной степени зависит от условий вегетационного периода. Во-вторых, внесение бора и молибдена увеличивает коэффициент использования азотных удобрений.

**Экономическая эффективность применения удобрений на природном сенокосе.** Определенный интерес представляют данные по расчету экономической эффективности производства сухого вещества на природном сенокосе (табл. 10 и 11). При этом можно экономическую эффективность рассчитывать по выходу кормовых единиц, принимая их стоимость по рыночной цене овса (табл. 10).

Таблица 10 - Расчет экономической эффективности применения удобрений на природном сенокосе (среднее за 3 года)

	Показатели	Контроль	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> – фон	Фон + B	Фон + Mo
1.	Сбор кормовых единиц с 1 га	728	1247	1711	1744
2.	Стоимость урожая, руб./га (по цене овса 2 руб./кг)	2184	3741	5133	5232
3.	Затраты, руб./га	860	2160	2345	2350
4.	Условный чистый доход, руб./га	1324	1581	2788	2882

Расчеты показали, что внесение N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> из-за высокой стоимости удобрений убыточно. Однако применение N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>+B и N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>+Mo позволяет

дополнительно увеличить условный чистый доход на 1464 и 1558 руб./га, то есть чистый доход в контроле составил 1324 руб./га, в варианте  $N_{90}P_{60} + B$  – 2788 руб./га, а при  $N_{90}P_{60} + Mo$  – 2882 руб./га.

Исследования показали очень высокую экономическую эффективность применения микроудобрений. Следует отметить, что на практике обычно сухое вещество покупается не по кормовым единицам, а по натуральному корму. В настоящее время 1 тонна сухого вещества 3-го класса на рынке стоит 1600 рублей, а 2-го класса – 1800 рублей. В связи с этим нами проведен расчет экономической эффективности по цене в 1600 рублей на контроле и 1800 рублей за тонну из удобренных участков (табл. 11).

Таблица 11 - Экономическая эффективность производства сухого вещества на природном сенокосе в зависимости от применения удобрений (по цене 2006-2007 гг.)

	Показатели	Контроль	$N_{90}P_{60}$ – фон	Фон + B	Фон + Mo
1.	Урожайность сухого вещества, т/га	1,5	2,5	2,8	2,9
2.	Стоимость урожая, руб./га	2400	4572	4968	5130
3.	Затраты, руб./га	860	2160	2345	2350
4.	Условный чистый доход, руб./га	1540	2412	2623	2780
5.	Дополнительный чистый доход от внесения удобрений, руб./га				
	а) всего	-	872	1083	1240
	б) от микроудобрений	-	-	211	368
6.	Рентабельность, %				
	а) производства	-	112	112	118
	б) применения удобрений	-	54	58	66
	в) применения микроудобрений	-	-	78	145

Расчеты (табл. 11) показали, что в современных условиях все-таки внесение  $N_{90}P_{60}$  на орошаемых природных сенокосах дает дополнительный чистый доход 872 руб./га, при этом рентабельность этого приема составляет 54%. Применение  $N_{90}P_{60} + B$  увеличивает чистый доход до 1083 руб. (на 211 руб./га), а  $N_{90}P_{60} + Mo$  – до 1240 (на 368 руб./га). Рентабельность применения микроудобрений на фоне  $N_{90}P_{60}$  составляет 78 и 145%.

Исследования показали очень высокую экономическую эффективность применения удобрений.

### Выводы

1. Использование микроудобрений (бора и молибдена) на лугово-каштановой почве в условиях орошения существенно изменяет ботанический состав травостоя природного луга, оказывает позитивное влияние на качество сена, повышает выход белка, обеспечивает увеличение выхода валовой и обменной энергии, способствует продлению более молодых стадий луга и уменьшает негативное проявление макроудобрений на почву и травостой. При обоих способах внесения



- оптимальная норма составляет для борной кислоты и молибденовокислого аммония по 3 кг на гектар с периодичностью один раз в 2-3 года.
2. На орошаемом сенокосе наибольшее увеличение высоты растений под воздействием молибдена отмечалось у люцерны серповидной и клевера лугового. Однако, молибден не оказывает существенного влияния на рост мятликовых, в частности мятлика лугового и костреца безостого. Бор влияет на рост люцерны серповидной и клевера лугового в меньшей мере, чем молибден. Мятликовые (мятлик луговой и кострец безостый) имели более интенсивный рост при внесении бора.
  3. Выход обменной энергии (ОЭ) на основании биохимического сухого вещества под воздействием  $N_{90}P_{60}$  повышался на 6,5-6,8 ГДж/га. Внекорневое внесение бора на фоне  $N_{90}P_{60}$  повышало сбор ОЭ на 4,9 ГДж/га, молибдена – на 5,5 ГДж/га, а при поверхностном внесении соответственно на 3,6 и 6,5 ГДж/га.
  4. При внесении бора и особенно молибдена больше формируется корней в более глубоких слоях почвы. Внесение бора и молибдена способствует продлению более молодых стадий луга и уменьшает возможность проявления негативных сторон действия поверхностного внесения макроудобрений на почву и травостой. Применение удобрений положительно сказалось на содержании в почве гумуса, фосфора и общего азота. При внесении того или иного элемента увеличивается вынос его с урожаем, ускоряется переход его из усвояемых форм в неусвояемые.
  5. В условиях Юго-Западного Забайкалья внесение из-за высокой стоимости удобрений убыточно. Однако, применение позволяет дополнительно увеличить условный чистый доход на 1464 и 1558 рублей с гектара, т.е. чистый доход в контроле составил 1324 руб., в варианте – 2788 руб., а при – 2882 руб. Внесение калийных удобрений на фоне нецелесообразно.

#### **Список работ, опубликованных по теме диссертации**

#### **Статьи, опубликованные в рекомендуемых ВАК изданиях:**

1. **Батоева Е.А.**, Бутуханов А.Б. Влияние бора на продуктивность и состав травостоя природного сенокоса Бурятии // Вестник БГСХА им. В.Р.Филиппова. – Улан-Удэ. – 2008 – Вып. 10(1). – С.49-51.
2. **Батоева Е.А.**, Бутуханов А.Б. Влияние молибдена на состав и продуктивность травостоя природного сенокоса Бурятии // Вестник БГСХА им. В.Р.Филиппова. – Улан-Удэ. – 2008. – Вып. 10(4). – С.40-43.
3. Бутуханов А.Б., Имескенова Э.Г., **Батоева Е.А.** Химический состав и питательность травы зимних пастбищ // Кормопроизводство. – 2011. – №2. – С.10-12.

#### **В других изданиях:**

4. Бутуханов А.Б., Чагнаадорж Д., **Батоева Е.А.** Влияние выпаса на растительность пастбищ в Орхонском аймаке Монголии // Состояние и перспективы современных систем земледелия Сибири: Мат. междунар.

- науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию каф. общего земледелия БГСХА – Улан-Удэ, 2007. – С.119-122.
5. Бутуханов А.Б., **Батоева Е.А.** Прогрессивные технологии заготовки кормов // Разработка и освоение ландшафтно-адаптивных систем земледелия Монголии и Бурятии: Мат. науч.-практ. конф. – Сухэ-Батор, 2007. – С.28-33.
  6. Бутуханов А.Б., **Батоева Е.А.** Рациональное использование сенокоса и уход за ним // Научное обеспечение АПК Сибири, Монголии и Казахстана: Мат. 10-й междунар. конф. по научному обеспеч. Азиатской территории – Улан-Батор, 2007. – С.399-401.
  7. Бутуханов А.Б., **Батоева Е.А.**, Намдакова Т.Д., Тодорхоева Т.Б. Краткая история создания утугов // Сибирь и Россия: освоение, развитие, перспективы: Мат. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию каф. истории БГСХА им. В.Р. Филиппова. – Улан-Удэ, 2009. – С.72-74.
  8. Имескенова Э.Г., Бутуханов А.Б., **Батоева Е.А.** Ботанический состав сухого вещества природных сенокосов Бурятии // Аграрная наука сельскохозяйственному производству Монголии, Сибири и Казахстана: Мат. XIII междунар. науч.-практ. конф. – Улан-Батор, 2010. – С.246-247.
  9. **Батоева Е.А.**, Бутуханов А.Б. Влияние бора и молибдена на продуктивность природного сенокоса Бурятии // Оптимизация агрохимических свойств почв и продукционных процессов в горно-степных экосистемах: Мат. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием – Улан-Удэ, 2010. – С.30-34.
  10. **Батоева Е.А.** Перспективные виды семейства *Poaaceae* для создания газонов в Республике Бурятия // Социально-экологические проблемы Байкальского региона: Мат. I Межвуз. науч.-практ. конф. студентов и аспирантов. – Улан-Удэ, 2011. – С.39-41.
  11. Молчанов В.И., Намдакова Т.Д., **Батоева Е.А.** Улучшение ботанического состава травостоев // Социально-экологические проблемы Байкальского региона: Мат. I Межвуз. науч.-практ. конф. студентов и аспирантов. – Улан-Удэ, 2011. – С.57-59.