

На правах рукописи

Мартемьянова Анна Анатольевна

ОСОБЕННОСТИ КОНКУРЕНТНЫХ ОТНОШЕНИЙ МНОГОЛЕТНИХ  
РАСТЕНИЙ В АГРОФИТОЦЕНОЗАХ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

03.00.16 – экология

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Улан-Удэ – 2009

Работа выполнена на кафедре сельскохозяйственной экологии в ФГОУ ВПО  
Иркутской государственной сельскохозяйственной академии

Научный руководитель: Доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Хуснидинов Шарифзян Кадинович

Официальные оппоненты: Доктор биологических наук, профессор  
Анцупова Татьяна Петровна

Кандидат биологических наук, доцент  
Холбоева Светлана Александровна

Ведущая организация: Сибирский институт физиологии и  
биохимии растений СО РАН

Защита состоится «15» декабря 2009 г. в 15 часов  
на заседании диссертационного совета Д 212.022.03 по защите докторских дис-  
сертаций при Бурятском государственном университете по адресу: 670000,  
г. Улан-Удэ ул. Смолина, 24а, конференц-зал.  
Факс: (3012) 210588, e-mail: d21202203@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке  
Бурятского государственного университета

Автореферат разослан «14» ноября 2009 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат биологических наук



Н.А. Шорноева

**Актуальность исследований.** Одним из важнейших направлений в разработке теоретических основ фитоценологии является изучение взаимоотношений многолетних растений при конструировании сложных травосмесей.

Конструирование высокопродуктивных устойчивых агрофитоценозов (АФЦ) путем подбора многолетних растений и совместного их возделывания основано на знании специфики их взаимоотношений между собой.

Одним из недостатков рекомендуемых технологий создания многокомпонентных (смешанных) агрофитоценозов является использование простых механических смесей высеваемых семян.

В процессе функционирования АФЦ компоненты смеси вступают в сложные конкурентные взаимоотношения. В результате уже в первые годы ценные виды растений выпадают из травостоя. Поэтому при подборе компонентов смесей помимо общеизвестных правил необходимо учитывать экологическую индивидуальность (жизненную стратегию) вида и конкурентоспособность растений.

В настоящее время, слабо изученными остаются вопросы регулирования конкурентных отношений растений, научное обоснование взаимоотношений растений в поливидовых (смешанных) АФЦ в зональных условиях. Не изучены вопросы снижения конкурентных отношений в поливидовых АФЦ с участием новых и малораспространенных растений (свербиги восточной, горца забайкальского, козлятника восточного).

Вопросы регулирования и снижения межвидовых конкурентных отношений растений, научное обоснование взаимоотношений растений в поливидовых (смешанных) АФЦ с участием новых и малораспространенных растений в зональных условиях являются актуальными.

**Цель исследований.** Изучить межвидовые конкурентные взаимоотношения многолетних растений в одновидовых и совместных АФЦ, изыскание путей управления этими взаимоотношениями, с целью повышения их устойчивости и продуктивности.

Оценка конкурентоспособности основного компонента АФЦ – костреца безостого и многолетних растений: козлятника восточного, горца растопыренного, свербиги восточной при различных способах их создания.

#### **Задачи исследований.**

1. Произвести оценку виолентных свойств костреца безостого; патиентности свербиги восточной, козлятника восточного и горца растопыренного;

2. Оценить взаимовлияние семян многолетних растений на начальных этапах их совместного проращивания и возделывания;

3. Изучить численность популяций, скорость линейного роста и облиственность многолетних растений в одновидовых и совместных АФЦ;

4. Оценить фотосинтетическую деятельность совместных АФЦ: площадь листьев, фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза;

5. Оценить общую и продуктивную конкурентоспособности изучаемых многолетних растений в конструируемых АФЦ;

6. Рассчитать экономическую и энергетическую эффективности конструируемых АФЦ.

**Научная новизна.** Впервые в условиях Предбайкалья изучены совместные

(двойные) АФЦ, жизненная стратегия многолетних растений, дана оценка конкурентных отношений, степень поведения и выживания растений различных ботанических семейств: козлятника восточного, свербиги восточной, горца растопыренного в совместных АФЦ с кострцом безостым; их выносливость при различных технологиях конструирования АФЦ, общая и продуктивная конкурентоспособности, энерго-экономическая эффективность совместных АФЦ.

#### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Кострец безостый в совместных АФЦ с козлятником восточным, свербигой восточной и горцем растопыренным обладает важнейшими экологическими свойствами – высокой виолентностью.

2. Козлятник восточный, свербига восточная и горец растопыренный в условиях острой конкуренции с кострцом безостым проявляют выносливость (устойчивость) в борьбе за жизненное пространство. В двойных АФЦ они ведут себя как типичные растения – пациенты.

3. При конструировании двойных АФЦ кострца безостого с козлятником восточным, свербигой восточной и горцем растопыренным с увеличением ширины междурядий снижаются конкурентные отношения, повышается продуктивность создаваемых АФЦ.

**Практическая значимость.** Теоретические положения могут быть использованы при разработке зональных технологий создания высокопродуктивных, экологически устойчивых, длительно функционирующих, энерго-экономически обоснованных АФЦ. Полученный экспериментальный материал используется в учебном процессе при чтении курсов «Сельскохозяйственная экология», «Фитоценология», «Экология и устойчивое сельское хозяйство» и подготовке учебно-методических пособий. Результаты исследований внедряются в СХ ОАО «Белореченское», в хозяйстве «Хайтинское».

**Апробация работы.** Результаты исследований докладывались и обсуждались на научно-практических конференциях профессорско - преподавательского состава и аспирантов Иркутской ГСХА (Иркутск - 2007), на Международных научно-практических конференциях (Иркутск - 2006, 2008, 2009, Улан-Удэ - 2009).

**Публикации результатов исследований.** По материалам диссертационной работы опубликовано 16 научных статей, в том числе 6 статей в списке реферируемых изданиях ВАК. Издана одна монография, подготовлено два учебно-методических пособия.

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 189 страницах машинописного текста, состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы. Содержит 36 таблиц, иллюстрирована 22 рисунками. Список использованной литературы включает 224 наименования, в том числе 25 на иностранных языках.

## **Глава 1. Обзор литературы**

В обзоре литературы даются сведения о конкурентных отношениях растений, складывающихся в фитоценозах (Сукачев, 1953, Ипатов, 1970, Миркин, 1986, Марков, 1955, 1964, Андреев, Тюльдюков, 1974, 1977, Рахтеенко, 1958, 1971, 1975, Часовенная, 1975, Грюммер, 1964, 1975, Уиттекер, 1980 и др.).

Неполный перечень примеров исследований по взаимоотношениям травянистых растений показывает, что в опытах констатируется положительное или отрицательное влияние растений друг на друга, отражение этого влияния на физиологических процессах, но почти не дается причинного объяснения взаимовлияния компонентов смесей и определения их конечного эффекта. Вследствие этого создаваемые в условиях производства сложные АФЦ имеют низкую экологическую устойчивость и продуктивность.

У растений существует различная система приспособлений, различная стратегия, обеспечивающая им возможность совместного обитания с другими организмами в условиях изменчивой среды и занимать в ценозах соответствующее место. Экологическая индивидуальность видов характеризуется диапазоном условий, в которых вид может произрастать, его экологическим ареалом и приуроченностью их наилучшего развития к определенным условиям, их экологическим оптимумом (Работнов, 1985).

Отношение вида к среде зависит от его конкурентной способности в данных условиях и от уровня конкурентной способности других видов, с которыми он совместно произрастает; он может реагировать на данные условия отрицательно, если другой вид или виды в этих условиях более конкурентоспособны (Работнов, 1985).

Проведенные исследования ряда авторов (Воробьев, 1972, Драгавцев, Шкель, 1982, Куркин, 1986, Одум, 1986, Работнов, 1974, 1983, Сукачев, 1953, Харпер, 1964, Шкель, Кац, 1981, Grime, 1979, Hanson, 1961) показали, что конкурентоспособность зависит от комбинации характеристик растения и представляет собой многокомпонентное свойство, в значительной степени связанное с условиями среды и конкурентом.

При создании сложных АФЦ могут использоваться растения различных ботанических семейств: кострец безостый, козлятник восточный, свербига восточная, горец забайкальский. По данным Ш.К. Хуснидинова (1998, 1999), Г.Д. Харьковца и Л.А. Трузиной (1999), Г.С. Скоблина, В.И. Скоблиной (1988), Н.Г. Андреева (1960, 1981, 1988) и других авторов кострец безостый, козлятник восточный, свербига восточная, горец забайкальский обладают ценными эколого-биологическими и хозяйственными особенностями: высокой экологической устойчивостью и пластичностью, неприхотливостью, засухоустойчивостью, способностью произрастать в условиях низкой обеспеченности тепловыми ресурсами, хорошими кормовыми достоинствами, многофункциональностью хозяйственного использования.

Однако вопросы, связанные с оценкой их жизненной стратегии и конкурентных отношений с другими видами растений остаются слабо изученными.

## **Глава 2. Абиотические и эдафические условия региона**

Климат Иркутской области резко континентальный, с большими колебаниями температуры воздуха по сезонам года и коротким безморозным периодом. Зима продолжительная, с малым количеством осадков, лето сравнительно тёплое, с обильными осадками. Среднегодовая температура воздуха в области отрицательная. Продолжительность теплого периода (со средней суточной тем-

пературой выше 0°C) сравнительно невелика: 120-190 дней. Сумма температур выше 10°C за теплый период года составляет 1200-1700°C.

Среднее многолетнее количество осадков на территории области составляет 350-450 мм. В течение года осадки распределены крайне неравномерно. В теплый период (май-сентябрь) выпадает 65-85 % годовой суммы, в основном летом, с максимумом в июле. Минимум наблюдается в феврале-марте. Устойчивый снежный покров держится в течение 160-170 дней.

В связи с разнообразием природных условий почвенный покров области представлен различными типами почв. В составе пахотного фонда наибольшее распространение имеют серые лесные – 47,7%, дерново-карбонатные – 35,5%. Черноземные почвы занимают – 7,4, лугово-черноземные – 3,2%, пойменные – 2,4, дерново-подзолистые – 1,9, луговые – 1,6, прочие – 0,3 % от общей площади.

### **Глава 3. Методика и условия проведения исследований**

Программой исследований предусматривалось изучение теоретических основ и практических приемов создания высокопродуктивных, устойчивых АФЦ многолетних растений.

Полевые исследования проводились с 2006 по 2008 годы на опытном поле кафедры сельскохозяйственной экологии Иркутской государственной сельскохозяйственной академии.

Схема опытов: Одновидовые агрофитоценозы:

1. Кострец безостый (*Bromopsis inermis* Holub.)
2. Козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.)
3. Свербига восточная (*Bunias orientalis* L.)
4. Горец растопыренный (*Polygonum divaricatum* L.)

Совместные (двухвидовые) агрофитоценозы:

5. Кострец безостый со свербигой восточной
6. Кострец безостый с козлятником восточным
7. Кострец безостый с горцем растопыренным

Растения в конструируемых агрофитоценозах высевались с различной шириной междурядий: 15, 30, 45, 60, 75 см. Изучаемые агрофитоценозы закладывались в трех временных закладках, по чистому пару, обработанному по общепринятой технологии. Полевые исследования проводились на не удобренном фоне.

Компоненты в совместных АФЦ высевались через рядок. Норма высева – рекомендованная в зоне (Хуснидинов, 2000). В совместных посевах норма высева уменьшалась в два раза. Срок посева вторая декада мая. Соотношение компонентов в смеси 50/50. Площадь опытных делянок 4 м<sup>2</sup>. Повторность опыта – четырехкратная. Расположение делянок систематическое.

Полевые исследования, наблюдения и учеты выполнялись в соответствии с методическими указаниями (Доспехов, 1985, ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1971). Определение площади листьев проводили по методике, разработанной А.А. Ничипоровичем и др. (1956, 1961, 1982). Определение фотосинтетического потенциала проводилось по методикам И.С. Шатилова (1975) и М. К. Каюмова (1989). При оценке конкурентоспособности растений использовали показатель

коэффициента конкурентоспособности (Competitive ratio, CR), который был предложен R.W. Willey, M. Rao (1980). Оценку жизненных стратегий определяли по Т.А. Раменскому (1938). Расчеты энергетической эффективности проводились в соответствии с методиками В.И. Марымова, А.И. Сухова, В.В. Коринец (1991). Экономическая оценка агрофитоценозов осуществлялась на основании расчетов и разработанных технологических карт (Третьякова, 1993). Математическую и статистическую обработку опытов проводили в соответствии с «Методикой полевого опыта» Б.А. Доспехова (1973, 1985).

Почва экспериментального участка светло-серая лесная с низким естественным плодородием. По механическому составу средний суглинок. Содержание гумуса менее 3%. Мощность гумусового слоя 20-22 см. Сумма поглощенных оснований 10-20 мг-экв на 100 г почвы, степень насыщенности почв основаниями 80-85%. Содержание подвижного фосфора P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 26 мг, калия K<sub>2</sub>O 5 мг, нитратного азота 1,9 мг на 100 г почвы (Хуснидинов, 2000).

Метеорологические условия за годы исследований не отличались постоянством. 2006 год отличался засушливостью вегетационного периода. 2007 год был близок к средним многолетним показателям по температурному фактору и увлажненности. Вегетационный период 2008 года был холодным и переувлажненным.

## **Глава 4. Оценка жизненной стратегии и конкурентных отношений многолетних растений в поливидовых (совместных) агрофитоценозах**

### **4.1 Виолентность костреца безостого**

#### **4.1.1 Динамика густоты травостоя растений**

Теоретической основой создания устойчивых АЭС является знание жизненной стратегии растений. Виолентные свойства костреца безостого наиболее отчетливо проявились в вариантах опыта, в которых компоненты смеси возделывались с междурядьями 15 и 30 см. Кострец безостый в двойных АФЦ подавлял сопутствующие компоненты и вёл себя как растение доминант. В одновидовых АФЦ густота нетрадиционных растений была выше, чем в совместных (табл. 1).

Таблица 1 – Густота травостоя АФЦ многолетних растений в конце вегетации, шт/м<sup>2</sup>

Видовой состав АФЦ	1 год жизни					2 год жизни				
	Ширина междурядий, см									
	15	30	45	60	75	15	30	45	60	75
Козлятник восточный	284	276	172	160	152	228	425	520	560	440
Свербига восточная	92	96	84	58	44	80	68	118	108	102
Горец растопыренный	144	108	118	124	114	-	-	-	212	-
Козлятник в смеси с кострцом	236	272	140	136	148	124	316	482	392	268
Свербига в смеси с кострцом	68	60	64	52	36	52	56	102	96	84
Горец в смеси с кострцом	128	88	91	106	102	86	82	128	168	192

В опытных АФЦ при рядовых способах посева к концу вегетации наблюдалось резкое снижение густоты травостоя нетрадиционных трав. По мере увеличения ширины междурядий снижение густоты травостоя компонентов смесей было менее выраженным.

### 4.1.2 Оценка высоты травостоя растений

Полевые наблюдения и учет высоты растений показал, что во всех вариантах опытов кострец безостый опережал другие компоненты смеси в скорости линейного роста. Для костреца безостого характерно ранее, чем у других растений, наступление фазы активного формирования надземной вегетативной массы и корневой системы. Кострец безостый при рядовом посеве оказывал сильное угнетающее влияние на другие компоненты АФЦ.

Кострец безостый во второй год жизни был более высокорослым (рис. 1).

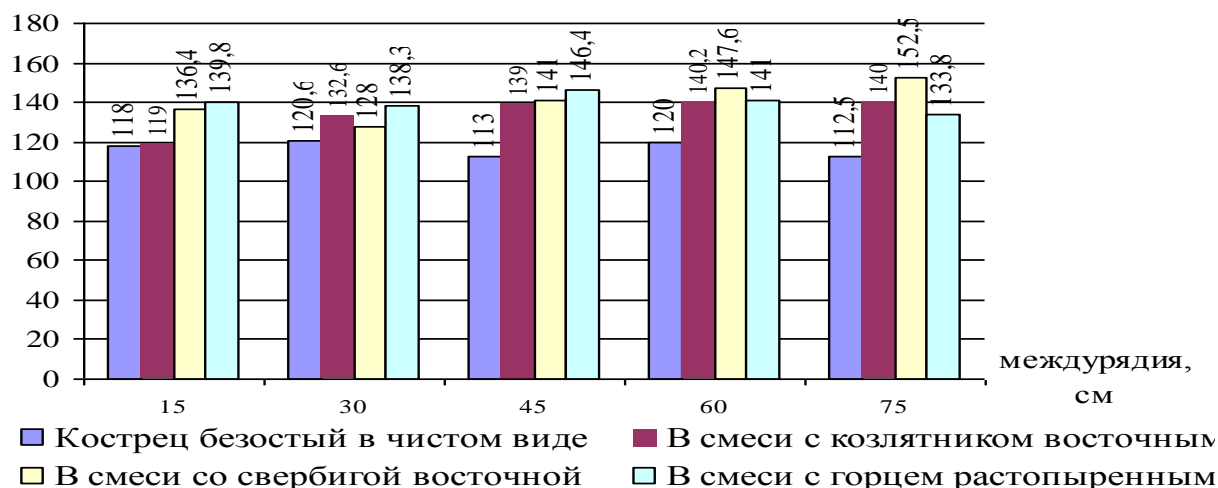


Рисунок 1 – Линейный рост костреца безостого в АФЦ 2 года жизни, в конце вегетации, см

Наибольший линейный рост костреца безостого наблюдался в совместных агрофитоценозах с горцем забайкальским и свербигой восточной при широко-рядных способах посева.

### 4.1.3 Показатель облиственности растений в экспериментальных агрофитоценозах

С увеличением ширины междурядий отмечалась тенденция повышения облиственности костреца безостого. Наибольший показатель облиственности – выше 65% имели совместные АФЦ костреца безостого со свербигой восточной, при ширине междурядий 60 и 75 см, а так же с горцем растопыренным в вариантах опыта с междурядиями 45 и 75 см. С возрастом травостоев наблюдалось снижение облиственности костреца безостого.

Анализ жизненной стратегии растений показал, что кострец безостый в совместных посевах с козлятником восточным, свербигой восточной и горцем растопыренным проявил себя как типичный виолент (от англ. violent - сильный).

## 4.2 Оценка пациентности многолетних растений

### 4.2.1 Козлятника восточного

В совместных АФЦ, при рядовых способах размещения компонентов смеси козлятник восточный оказывал негативное воздействие по отношению к кострецу безостому. Во всех вариантах опыта густота травостоя костреца безостого в «чистом» посеве была выше, чем в поливидовых АФЦ (табл.2).

Наименьшая густота травостоя костреца безостого во второй год жизни



Таблица 2 – Оценка густоты травостоя АФЦ костреца безостого, шт/м<sup>2</sup>

Видовой состав АФЦ	В начале вегетации					В конце вегетации				
	Ширина междурядий, см									
	15	30	45	60	75	15	30	45	60	75
1 год жизни										
Кострец безостый в чистом виде	1152	1084	1014	1088	1018	1212	1156	1120	1176	1172
В смеси с козлятником восточным	1052	796	518	546	512	1032	1216	916	1136	1020
2 год жизни										
Кострец безостый в чистом виде	1048	772	696	644	612	756	780	1640	1140	1320
В смеси с козлятником восточным	612	532	784	792	712	712	1120	1428	1420	500

наблюдалась в совместных АФЦ с шириной междурядий 15 и 30 см.

Нами установлено, что у козлятника восточного отчетливо проявлялась патинентность к неблагоприятным условиям.

Рост козлятника восточного в высоту был неравномерный: умеренный в начале вегетации и ускоряющийся при переходе из вегетативной в генеративные фазы (табл. 3).

Таблица 3– Динамика линейного роста АФЦ козлятника восточного, см

Видовой состав АФЦ	В начале вегетации					В конце вегетации				
	Ширина междурядий, см									
	15	30	45	60	75	15	30	45	60	75
1 год жизни										
Козлятник восточный в чистом виде	17,8	20,3	18,4	17,2	15,5	50,8	45,8	45,0	37,8	36,8
В смеси с кострецом безостым	18,0	23,0	17,0	15,4	16,2	29,0	41,4	39,8	38,7	40,8
2 год жизни										
Козлятник восточный в чистом виде	37,6	27,8	29,6	34,0	38,1	96,3	72,5	93,7	100,0	95,0
В смеси с кострецом безостым	22,2	32,4	33,0	38,6	67,8	84,8	92,0	102,2	109,4	119,0

В совместных АФЦ с широкорядным способом посева создаются хорошие условия для развития высокорослого, хорошо облиственного травостоя козлятника восточного. Наивысший показатель облиственности наблюдался в агрофитоценозах первого года жизни – выше 54 %.

С возрастом травостоев облиственность растений козлятника восточного в совместных агрофитоценозах с кострецом безостым снижалась – на 24%. С увеличением ширины междурядий отмечалась тенденция повышения облиственности травостоев.

#### 4.2.2 Свербиги восточной

В первый год жизни, во всех изучаемых нами АФЦ, свербига восточная устойчиво сохраняла плотность травостоя и оказывала негативное влияние на костреца безостый. Густота травостоя костреца безостого в одновидовых АФЦ была выше, чем в совместных (табл. 4).

Во второй и последующие годы свербига восточная отличалась высокой скоростью нарастания надземной вегетативной массы. Высота линейного роста свербиги восточной роста была выше 125-160см. С увеличением ширины между-

Таблица 4 – Густота травостоя АФЦ костреца безостого, шт/м<sup>2</sup>

Видовой состав АФЦ	В начале вегетации					В конце вегетации				
	Ширина междурядий, см									
	15	30	45	60	75	15	30	45	60	75
1 год жизни										
Кострец безостый в чистом виде	1152	1084	1014	1088	1018	1212	1156	1120	1176	1172
В смеси со свербигой восточной	1068	812	690	594	526	1096	1192	952	1156	1060
2 год жизни										
Кострец безостый в чистом виде	1048	772	696	644	612	756	780	1640	1140	1320
В смеси со свербигой восточной	652	508	696	836	676	716	1080	1520	1440	1360

рядий межвидовые конкурентные отношения снижались, патентные свойства свербиги повышались. Травостои обоих компонентов в совместных АФЦ были более выполненными, растения мощными и развитыми. Высокая облиственность свербиги восточной наблюдалась в вариантах опыта с междурядьями 60 и 75 см.

Наблюдения и анализ жизненной стратегии свербиги восточной показал, что ей присущи ярко выраженные патентные свойства. Ей свойственно раннее отрастание весной и длительная вегетация осенью. Она весьма успешно конкурирует с кострецом безостым за свет и жизненное пространство.

#### 4.2.3 Горца растопыренного

Горец растопыренный в совместных АФЦ в начале вегетации оказывал угнетающее воздействие на кострец безостый. По мере увеличения ширины междурядий конкурентные свойства горца растопыренного повышались. К концу вегетации в широкорядных посевах наблюдалось «равноправное» положение компонентов АФЦ. Компоненты смеси росли и развивались одновременно и не испытывали особых негативных влияний со стороны «соседей».

В первый год жизни к концу вегетации высота растений горца растопыренного достигала максимума – 70-78 см (в среднем 50-60 см). В одновидовых и совместных АФЦ по вариантам опытов высота растений не имела больших различий.

Максимальный рост у горца растопыренного отмечался во второй год жизни от фазы бутонизации до цветения 155-165 см. Горец растопыренный при междурядьях 45, 60 и 74 см превосходил по высоте злаковый компонент в среднем на 10 – 15 см. Наблюдения показали, что горец растопыренный обладал большей конкурентностью за свет и площадь питания.

Во всех изучаемых нами АФЦ горец растопыренный имел высокий процент облиственности. Наибольший процент облиственности горца растопыренного наблюдался в АФЦ с широкорядными способами посева (выше 60 %). Аналогичная ситуация отмечалась в АФЦ второго года жизни.

Анализ жизненной стратегии растений в совместных АФЦ костреца безостого и горца растопыренного свидетельствует о высокой пациентности последнего. Основные фазы роста и развития обоих компонентов проходили в один и те же календарные сроки. К концу вегетации оба растения имели примерно одинаковую высоту травостоя.

### 4.3 Характер взаимоотношений прорастающих семян и многолетних растений в агрофитоценозах

#### 4.3.1 Оценка взаимовлияния семян при совместном проращивании

Нами выявлены различные стимулирующие и ингибирующие взаимовлияния между прорастающими семенами исследуемых растений при их совместном проращивании.

Установлено снижение лабораторной всхожести семян растений-биотестов при совместном их проращивании с нетрадиционными растениями. Наибольшим угнетающим воздействием обладали выделения семян козлятника восточного по отношению к растениям-биотестам. Выделения семян горца растопыренного положительно влияли на прорастание, как пшеницы, так и редьки масличной (табл. 5).

Таблица 5 – Влияние выделений семян многолетних растений на лабораторную всхожесть растений – биотестов

Варианты опыта	Пшеница		Редька масличная	
	Абсолютные данные, %	Процент от контроля, %	Абсолютные данные, %	Процент от контроля, %
Контроль (чистый посев)	98	100	81	100
С кострецом безостым	84	85,7	92	113,6
С козлятником восточным	72	73,5	82	101,2
Со свербигой восточной	88	89,8	94	116,0
С горцем растопыренным	98	100	100	123,5

Всхожесть костреца безостого в присутствии семян козлятника восточного была ниже контроля на 33,4%. Небольшое угнетение на прорастание семян костреца безостого наблюдалось и со стороны пшеницы (табл. 6).

Таблица 6 – Всхожесть костреца безостого при совместном проращивании с различными растениями

Варианты опыта	Абсолютные данные, %	Процент от контроля, %
Контроль (чистый посев)	78	100
С пшеницей	66	84,6
С редькой масличной	74	94,8
С козлятником восточным	52	66,6
Со свербигой восточной	72	92,3
С горцем растопыренным	68	87,2

Выделения семян растений рода крестоцветных – редьки масличной и свербиги восточной имели наименьшее негативное воздействие на прорастание костреца безостого.

Всхожесть козлятника восточного и горца растопыренного при совместном проращивании с кострцом безостым, пшеницей и редькой масличной была ниже, чем в контрольных вариантах (табл. 7).

Таблица 7 – Лабораторная всхожесть нетрадиционных растений

Варианты опыта	Козлятник восточный		Горец растопыренный	
	Абсолютные данные, %	Процент от контроля, %	Абсолютные данные, %	Процент от контроля, %
Контроль (чистый посев)	22	100	53	100
С пшеницей	4	18,2	34	64,1
С редькой масличной	0	0	28	52,8
С кострцом безостым	8	36,4	42	79,2

### 4.3.2 Симбиотрофизм многолетних растений

Кроме конкурентных отношений в АФЦ кострца безостого с нетрадиционными растениями, нами отмечалось взаимное положительное влияние компонентов друг на друга. Густота травостоя кострца безостого в совместных АФЦ была большей, чем в одновидовых (рис. 2).

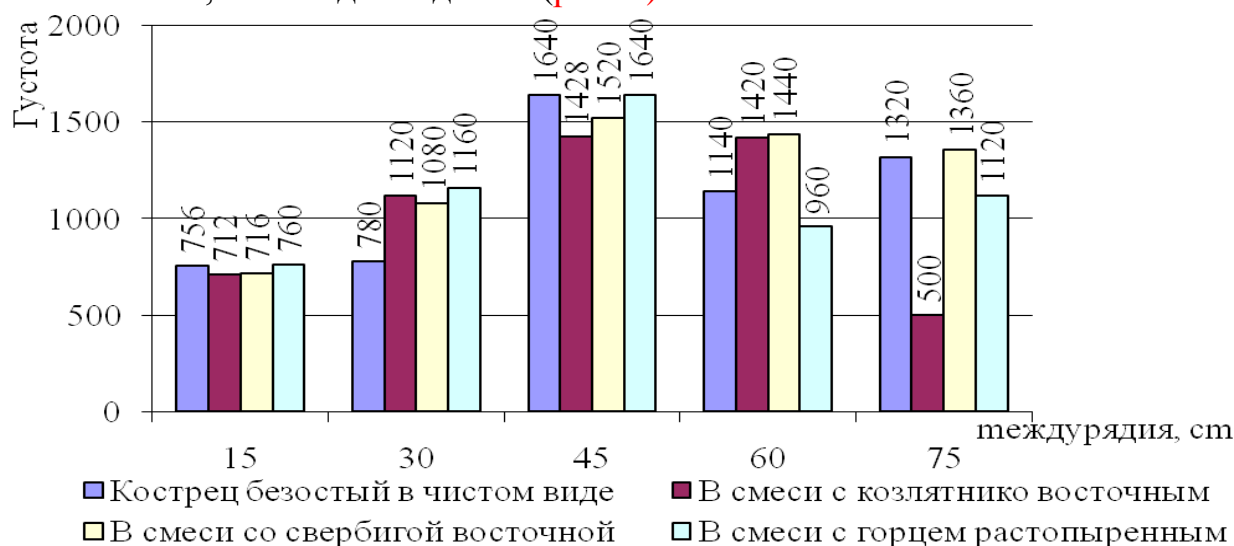


Рисунок 2 – Густота травостоя кострца безостого в АФЦ второго года жизни, в конце вегетации, шт/м<sup>2</sup>

Нетрадиционные растения в совместных АФЦ с кострцом безостым имели большую высоту линейного роста, чем в одновидовых посевах.

Кострец безостый в совместных АФЦ с нетрадиционными растениями во всех вариантах опыта (кроме междурядий 30 см), в первый и во второй годы жизни имел больший процент облиственности, чем в одновидовых посевах.

## Глава 4.4 Оценка конкурентных отношений растений в агрофитоценозах

### 4.4.1 Общая конкурентоспособность многолетних растений

Конкурентная способность компонентов поливидовых АФЦ зависела, в первую очередь, от способа размещения растений, их видового разнообразия. В первый год жизни конкурентные взаимоотношения растений в большей степени определялись густотой травостоя (табл. 8).

В первый год жизни во всех вариантах опытов в двойных АФЦ с нетрадици-

Таблица 8 – Общая конкурентоспособность костреца безостого в совместных АФЦ с нетрадиционными растениями

АФЦ	Годы жизни	В начале вегетации					В конце вегетации				
		Ширина междурядий, см									
		15	30	45	60	75	15	30	45	60	75
С козлятником восточным	1	0,91	0,73	0,51	0,50	0,50	0,85	1,05	0,82	0,97	0,87
	2	0,58	0,69	1,12	1,22	1,16	0,94	1,43	0,87	1,24	0,38
Со свербигой восточной	1	0,92	0,75	0,68	0,55	0,52	0,90	1,03	0,85	0,98	0,90
	2	0,62	0,66	1,0	1,30	1,10	0,95	1,38	0,93	1,26	1,03
С горцем растопыренным	1	0,96	0,69	0,61	0,65	0,65	0,94	1,03	1,08	0,97	0,94
	2	0,69	0,67	1,02	1,18	1,05	1,00	1,48	1,00	0,84	0,85

онными растениями коэффициент конкурентоспособности костреца безостого в начале вегетации был низким.

Наиболее сложные конкурентные отношения складывались в АФЦ, в которых кострец безостый и козлятник восточный высевались с междурядьями 15 и 30 см. Кострец безостый подавлял бобовый компонент. С увеличением ширины междурядий уменьшалась конкуренция между компонентами АФЦ за свет, влагу и элементы питания. Коэффициент конкурентоспособности возрастал.

Проведенные исследования показали, что нетрадиционные травы, в свою очередь, оказывали как негативное, так и позитивное влияние на злаковый компонент (табл. 9).

Таблица 9 – Общая конкурентоспособность новых и малораспространенных растений в поливидовых АФЦ с кострцом безостым

АФЦ	Годы жизни	В начале вегетации					В конце вегетации				
		Ширина междурядий, см									
		15	30	45	60	75	15	30	45	60	75
Козлятник восточный	1	0,89	0,36	0,34	0,25	0,28	0,61	0,98	0,81	0,85	0,97
	2	0,30	0,46	0,77	0,94	0,85	0,54	0,74	0,93	0,70	0,61
Свербига восточная	1	0,88	0,63	0,83	0,71	0,57	0,74	0,62	0,76	0,89	0,82
	2	0,64	0,52	0,85	0,81	0,59	0,65	0,82	0,86	0,89	0,82
Горец растопыренный	1	0,90	0,95	0,88	0,71	0,73	0,89	0,81	0,77	0,85	0,89
	2	-	-	-	0,74	-	-	-	-	0,68	-

Конкурентные отношения между компонентами поливидовых агрофитоценозов с увеличением ширины междурядий снижались.

#### 4.4.2 Продуктивная конкурентоспособность многолетних растений

При рядовых способах посева совместных агрофитоценозов коэффициенты продуктивной конкурентоспособности многолетних растений были низкими (< 1) (табл. 10).

Кострец безостый обладал наибольшим коэффициентом продуктивной конкурентоспособности в совместных АФЦ с козлятником восточным (от 0,93 до 1,51) и свербигой восточной (от 1,05 до 1,08), при широкорядных способах посевах.

Таблица 10 – Оценка продуктивной конкурентоспособности многолетних растений в АФЦ второго года жизни

Агрофитоценозы	Ширина междурядий, см				
	15	30	45	60	75
Кострец безостый + козлятник восточный	0,51	0,60	1,30	1,51	0,93
	0,70	0,90	1,28	1,87	1,02
Кострец безостый + свербига восточная	0,74	0,55	1,05	1,06	1,08
	0,23	0,56	0,63	0,40	0,79
Кострец безостый + горец растопыренный	1,13	0,94	1,48	0,87	0,70
	–	–	–	1,15	–

Примечание: числитель – кострец безостый, знаменатель – нетрадиционные травы.

Среди нетрадиционных растений наибольшей продуктивной конкурентоспособностью обладали козлятник восточный и горец растопыренный.

#### 4.5 Формирование фитометрических показателей продуктивности одновидовых и совместных АФЦ

##### 4.5.1 Формирование площади листьев

Анализ величины ассимиляционного аппарата растений по годам показал, что изучаемые совместные АФЦ в первый год функционирования имели большую площадь листьев, чем во второй (рис. 3).

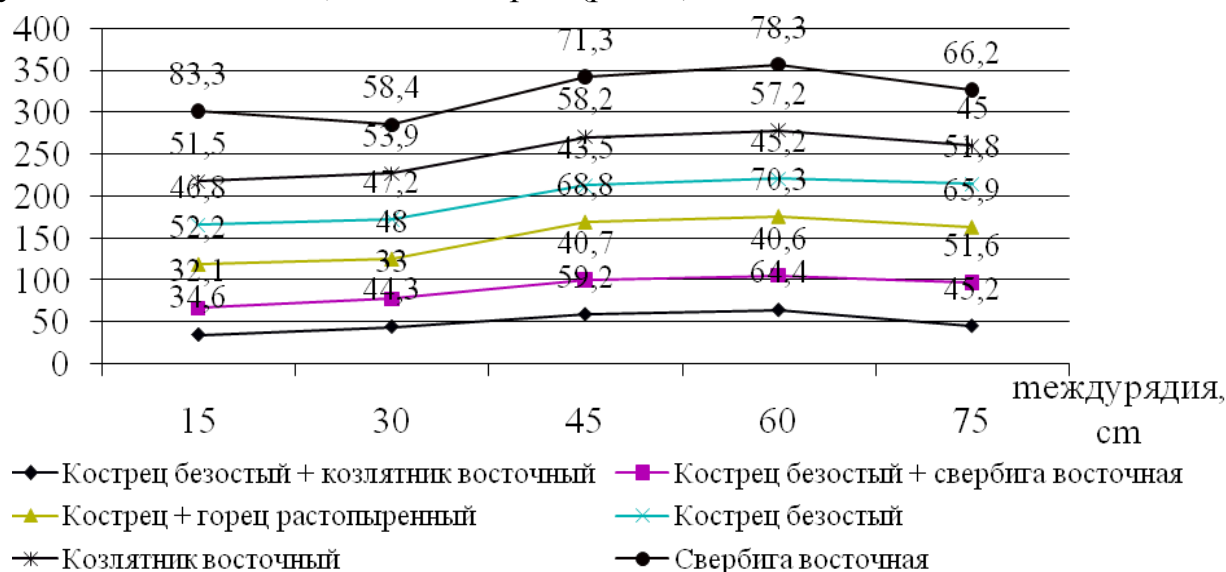


Рисунок 3 – Динамика площади листьев многолетних растений в экспериментальных АФЦ второго года жизни, тыс./ м<sup>2</sup>/га

Наибольший показатель листовой поверхности во второй год жизни наблюдалась в совместных АФЦ костреца безостого с козлятиком восточным и горцем растопыренным при междурядьях 45 и 60 см, со свербигой восточной при ширине междурядий 60 и 75 см.

## 4.5.2 Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза

Исследования показали, что величина фотосинтетического потенциала (ФП) во всех вариантах опыта была высокой, более 2 млн. м<sup>2</sup>/га/сутки. Наивысшим ФП обладали совместные АФЦ, в среднем 5,5–7,7 млн. м<sup>2</sup>/га/сутки.

Наибольшая величина чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) наблюдалась в АФЦ при широкорядных способах посева (45, 60 и 75 см) (табл. 11).

Таблица 11 – Чистая продуктивность фотосинтеза многолетних растений в экспериментальных АФЦ второго года жизни, г/м<sup>2</sup>/сутки

Экспериментальные АФЦ	Ширина междурядий, см					НСР <sub>05</sub>
	15	30	45	60	75	
Кострец безостый + козлятник восточный	2,1	2,7	2,8	3,3	2,6	0,28
Кострец безостый + свербига восточная	2,5	2,6	3,3	3,0	3,5	0,31
Кострец безостый + горец растопыренный	2,5	1,8	4,2	4,4	3,5	0,42
Кострец безостый	2,2	2,4	2,7	2,4	2,5	0,32
Козлятник восточный	2,6	2,3	2,4	2,8	2,6	0,31
Свербига восточная	4,3	3,4	4,2	5,9	3,4	0,35
Горец растопыренный	-	-	-	4,3	-	-
НСР <sub>05</sub>	0,27	0,29	0,31	0,27	0,26	-

## Глава 5. Оценка продуктивности и эффективности агрофитоценозов

### 5.1 Продуктивность агрофитоценозов

Многолетние растения в одновидовых АФЦ, при рядовом способе размещения компонентов (15 и 30 см) имели большую продуктивность зеленой массы (табл. 12).

Таблица 12 – Продуктивность зеленой массы многолетних растений в опытных АФЦ второго года жизни, т/га

АФЦ	Ширина междурядий, см										НСР <sub>05</sub>
	15		30		45		60		75		
Кострец + козлятник	10,5	14,2	13,1	22,5	29,5	31,8	31,0	40,4	23,4	22,9	8,9
	17,9		32,0		34,0		49,9		22,4		
Кострец + свербига	15,2	15,2	12,0	16,6	23,8	29,8	21,7	27,8	26,1	34,1	7,5
	15,1		21,1		36,1		33,9		42,1		
Кострец + горец	23,2	24,5	20,4	21,3	33,6	54,2	27,9	58,5	16,7	42,7	5,3
	25,9		22,2		74,8		89,1		68,7		
Кострец	20,5		21,7		22,7		20,5		24,2		4,2
Козлятник	25,7		23,3		26,6		29,7		22,9		4,3
Свербига	66,9		37,5		57,0		69,0		53,1		7,0
Горец	-		-		-		77,6		-		-

Продуктивность совместных АФЦ костреца безостого с нетрадиционными растениями с междурядиями 45 и 60 см была более высокой, чем в одновидовых посевах, с междурядиями 75 см примерно одинаковой. Наибольший выход сухого вещества обеспечивали АФЦ возделываемые при широкорядных способах посева (45,60 и 75см).

## 5.2 Энергетическая эффективность агрофитоценозов

Расчеты показали, что наибольшей энергоотдачей среди совместных АФЦ обладали посевы костреца безостого со свербигой восточной с междурядьями 45 см, а так же с козлятником восточным и горцем растопыренным с размещением компонентов с шириной междурядий 60 см. На единицу затрат невосполнимой энергии мы получаем – 1.65, 2.11 и 2.80 единиц полезной энергии соответственно.

## 5.3 Экономическая оценка экспериментальных агрофитоценозов

Совместные АФЦ костреца безостого с козлятником восточным и горцем растопыренным при размещении компонентов с междурядьями 60 см обеспечивали наибольший выход кормовых единиц и переваримого протеина, имели меньшую себестоимость 1 т зеленой массы и 1 т к.ед. (табл. 13).

Таблица 13 – Показатели экономической эффективности АФЦ

АФЦ	Показатели			
	Себестоимость зеленой массы, р/т	Уровень рентабельности, %	Себестоимость зеленой массы, р/т	Уровень рентабельности, %
	45 см		60 см	
Кострец	140,7	135	148,7	122
Козлятник	158,2	109	122,9	168
Свербига	112,1	195	99,8	231
Горец	-	-	75,2	339
Кострец + козлятник	116,7	183	112,5	193
Кострец + свербига	142,8	131	150,0	120
Кострец + горец	100,5	228	96,3	243

Высокий доход обеспечивали АФЦ костреца безостого с горцем растопыренным и козлятником восточным, а так же одновидовые посевы горца растопыренного и свербики восточной.

### Выводы

1. Анализ жизненной стратегии растений показал, что кострец безостый в совместных АФЦ с козлятником восточным, свербигой восточной и горцем растопыренным проявил себя как типичный виолент. Виолентные свойства костреца безостого проявились в отрицательном влиянии его на другие растения, слагающие растительное сообщество. В результате конкуренции между растениями снижалась густота травостоя и скорость линейного роста растений. Анализ степени выживания растений в совместных АФЦ показал, что козлятник восточный, свербига восточная и горец растопыренный в условиях острой конкуренции с кострецом безостым проявили выносливость (устойчивость) в борьбе за жизненное пространство. В двойных АФЦ они вели себя как типичные растения – пациенты. Свойство пациентности новых растений усиливалось с увеличением ширины междурядий.

2. Выявлены стимулирующие и ингибирующие взаимовлияния между прорастающими семенами исследуемых растений при их совместном прорастива-



нии. Угнетающим воздействием обладали выделения семян козлятника восточного по отношению к растениям-биотестам и кострецу безостому, наименьшим – выделения семян горца растопыренного.

3. В совместных АФЦ в течение вегетационного периода влияние одного компонента на другое зависело от ширины междурядий, скорости линейного роста, темпов формирования вегетативных побегов и интенсивности кущения растений. Острые конкурентные отношения между растениями складывались в АФЦ при размещении компонентов смеси с междурядьями 15 и 30 см. Коэффициенты конкурентоспособности нетрадиционных растений во всех вариантах были меньше единицы. Коэффициенты конкурентоспособности компонентов двойных АФЦ зависели от биологических особенностей новых и малораспространенных растений, плотности травостоя, количества вегетативных побегов и возраста травостоя. Во второй год функционирования совместных АФЦ между растениями разных ботанических семейств устанавливаются позитивные, взаимовыгодные отношения – явление симбиотрофизма. Растения в совместных АФЦ быстрее росли, развивались и обеспечивали формирование высокорослых, хорошо облиственных растений.

4. Активное регулирование конкурентных отношений растений в двойных АФЦ (ослабление виолентных свойств костреца безостого и усиление патентности нетрадиционных растений при совместном их возделывании), а так же сохранение ценных компонентов достигается путем регулирования ширины междурядий. Снижение конкурентных отношений растений в двойных АФЦ и сохранение ценных видов достигается при применении широкорядных посевов и размещения растений «через рядок».

5. При широкорядных способах посева с размещением компонентов смесей с междурядьями 45, 60 и 75 см в совместных АФЦ складываются благоприятные условия для формирования высоких фитометрических показателей. Наибольшие показатели листовой поверхности, ФП и ЧПФ отмечались в АФЦ при широкорядных способах посева (45, 60 и 75 см).

6. В совместных АФЦ с междурядьями 45 и 60 см продуктивность компонентов была выше, чем в чистых посевах. В АФЦ с междурядьями 75 см. АФЦ с широкорядными способами размещения компонентов обладают высокой экономической и энергетической эффективностью. Проведенные исследования показали, что применение широкорядных способов посева при возделывании многолетних кормовых растений: козлятника восточного, свербиги восточной, горца растопыренного в совместных АФЦ с кострецом безостым обеспечивают создание высокопродуктивных агроэкосистем, с высоким эколого-экономическим потенциалом.

### **Предложения производству**

1. Полученные экспериментальные данные по специфике конкурентных взаимоотношений нетрадиционных многолетних растений могут служить теоретической основой при разработке технологий конструирования устойчивых, длительно функционирующих агроэкосистем.

2. В целях снижения их взаимного угнетения рекомендуем применять раз-

дельный способ посева и размещать компоненты смесей «через рядок».

3. При конструировании совместных АФЦ костреца безостого с козлятником восточным и горцем растопыренным размещать компоненты смесей с шириной междурядий – 60 см, со свербигой восточной – с междурядиями – 45 см.

3. Для формирования хорошо выполненного травостоя многолетних растений рекомендуем размещать агрофитоценозы по чистому пару.

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

#### *Монография:*

Мартемьянова А.А. Конкуренция и её регулирование в агрофитоценозах многолетних растений в условиях Предбайкалья /А.А. Мартемьянова, Ш.К. Хуснидинов, Т.Г. Кудрявцева. – Иркутск: ИрГСХА, 2009. – 164 с.

#### *В изданиях рекомендованных ВАК:*

1. Мартемьянова А.А. Влияние многолетних растений на накопление мортмассы и структурное состояние светло-серых лесных почв Предбайкалья /Ш.К. Хуснидинов, Р.В. Замашиков, А.А. Мартемьянова, Е.Ш. Дмитриева, И.И. Шеметов //Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - Краснообск, 2008. - № 8.- С. 11-15.

2. Мартемьянова А.А. Влияние многолетних растений на накопление свежего органического вещества и структурное состояние светло-серых лесных почв Предбайкалья /Ш.К. Хуснидинов, Р.В. Замашиков, А.А. Мартемьянова, И.С. Шеметова, И.И. Шеметов //Вестник БГСХА им. В.Р. Филиппова. – Улан-Удэ, 2008. –№ 3 (12). – С. 51-54.

3. Мартемьянова А.А. Морфологические признаки и продуктивность поливидовых агрофитоценозов многолетних растений в условиях Предбайкалья /Ш.К. Хуснидинов, А.А. Мартемьянова, Р.В. Замашиков, Э.Ю. Ракоца, Т.Г. Кудрявцева //Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.- Краснообск, 2008. - № 2.- С. 5-8.

4. Мартемьянова А.А. Накопление симбиотрофного азота в агробиогеоценозах многолетних бобовых растений в условиях Предбайкалья/ Ш.К. Хуснидинов, Р.В. Замашиков, А.А. Мартемьянова //Вестник БГСХА им. В.Р. Филиппова. – Улан-Удэ, 2009. - № 1 (15). – С. 44-49.

5. Мартемьянова А.А. Оценка жизненной стратегии многолетних растений в поливидовых (совместных) агрофитоценозах в условиях Предбайкалья /А.А. Мартемьянова, Ш.К. Хуснидинов, Т.Г. Кудрявцева, Р.В. Замашиков //Вестник БГСХА им. В.Р. Филиппова. – Улан-Удэ, 2009. - № 1 (14). – С. 52-58.

6. Мартемьянова А.А. Симбиотрофная деятельность клубеньковых бактерий многолетних бобовых трав в условиях Предбайкалья /Р.В. Замашиков, Ш.К. Хуснидинов, И.И. Шеметов, А.А. Мартемьянова //Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - Краснообск, 2009. - № 6.- С. 50-55.

#### *В других изданиях:*

7. Мартемьянова А.А. Динамика основных морфологических признаков многолетних растений в поливидных АФЦ 2 и 3 годов жизни /А.А. Мартемьянова,

Э.Ю. Ракоца, Ш.К. Хуснидинов //Актуальные вопросы развития регионального АПК /Мат. регион. научн.-практич. конф.- Иркутск, 2007.- С. 23-27.

8. Мартемьянова А.А. Изучение раздела «Лабильное органическое вещество почвы» в курсе «сельскохозяйственная экология» и его значение в теоретической и профессиональной подготовке агроэкологов / Ш.К. Хуснидинов, Т.Г. Кудрявцева, Е.Ш. Дмитриева, А.А. Мартемьянова, Р.В. Замашиков //Климат, экология, сельское хозяйство /Сб. ст. междунар. научн.-пакт. конф. посв. 75-летию образования ИрГСХА. - Иркутск, 2009. - С. 755-761.

9. Мартемьянова А.А. Накопление органического вещества в агробиогеоценозах многолетних растений на светло-серых лесных почвах Предбайкалья /Ш.К. Хуснидинов, А.А. Мартемьянова, Р.В. Замашиков, И.И. Шеметов //Актуальные вопросы развития регионального АПК /Мат. регион. научн.-практич. конф.- Иркутск, 2007.- С. 61-63.

10. Мартемьянова А.А. Оценка конкурентных отношений новых многолетних растений в поливидовых агрофитоценозах Предбайкалья /А.А. Мартемьянова, Ш.К. Хуснидинов, Т.Г. Кудрявцева, Р.В. Замашиков //Совместная деятельность сельскохозяйственных товаропроизводителей и научных организаций в развитии АПК Центральной Азии /Сб. мат. междунар. научн.-пакт. конф.- Иркутск, 2008.- С. 175-182.

11. Мартемьянова А.А. Оценка фотосинтетической деятельности многолетних растений в поливидных агрофитоценозах в условиях Иркутского района /А.А. Мартемьянова, Э.Ю. Ракоца, Ш.К. Хуснидинов //Актуальные вопросы развития регионального АПК /Мат. регион. научн.-практич. конф.-Иркутск, 2007.-С.27-29.

12. Мартемьянова А.А. Проблемы кормопроизводства Иркутской области и пути их решения /Ш.К. Хуснидинов, Э.Ю. Ракоца, А.А. Мартемьянова, Р.В. Замашиков //Вестник ИрГСХА.- Иркутск, 2007. - Вып. 29.- С. 7-11.

13.Мартемьянова А.А. Роль новых многолетних растений в накоплении органического вещества почв Предбайкалья /Ш.К. Хуснидинов, И.И. Шеметов, Р.В. Замашиков, А.А. Мартемьянова //Вестник ИрГСХА.- Иркутск, 2007. - Вып. 29.- С. 11-15.

14. Мартемьянова А.А. Специфика формирования ассимиляционного аппарата растений в поливидных агрофитоценозах /Э.Ю. Ракоца, Т.Г. Кудрявцева, А.А. Мартемьянова //Сельскохозяйственные и прикладные науки в развитии сельского и лесного хозяйства: актуальные вопросы, практика и обмен опытом /Мат. междунар. научн.-практ. конф. – Иркутск, 2006. - С. 125-128.

15.Мартемьянова А.А. Экономическая эффективность поливидных агрофитоценозов /А.А. Мартемьянова, Э.Ю. Ракоца, Ш.К. Хуснидинов //Актуальные вопросы развития регионального АПК/Мат. регион. научн.-практич. конф. – Иркутск, 2007. - С. 30-33.

16. Мартемьянова А.А. Энергетическая эффективность возделывания поливидных агрофитоценозов многолетних растений /А.А. Мартемьянова, Э.Ю. Ракоца, Ш.К. Хуснидинов //Актуальные вопросы развития регионального АПК /Мат. регион. научн.-практич. конф. - Иркутск, 2007.- С. 33-36.

Лицензия ЛР № 070444 от 11.03.98 г.  
Подписано к печати  
Формат 60 84 Тираж 100 экз.  
664038 Иркутская обл., Иркутский район,  
п. Молодежный