

**РАСТЕНИЕВОДСТВО,
СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО**

УДК 631.82:633.1 (571.54)

И. М. Андреева

ФГБОУ ВПО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия
им. В.Р. Филиппова», Улан-Удэ
E-mail: Anir-UO@mail.ru

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ХЛОРИДА НАТРИЯ
В ПОСЕВАХ ПОЛЕВЫХ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР**

Ключевые слова: овес на зеленую массу, агрозем аллювиальный светлогумусовый, хлорид натрия, минеральные удобрения, продуктивность, кормовая ценность, Западное Забайкалье

В полевых опытах изучено влияние применения возрастающих доз хлорида натрия на фоне N60P40K60 на продуктивность и кормовую ценность зеленой массы овса сорта Баргузин, выращиваемого на агроземе аллювиальном светлогумусовом при орошении. Установлено, что дозы Na10 и Na20 повышают урожайность культуры по сравнению с фоном, улучшают соотношение макроэлементов в сухом веществе, не ухудшают биохимический состав и питательность зеленой массы овса.

I. Andreeva

FSBEI HPE "Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov", Ulan-Ude

**THE USE OF MINERAL FERTILIZERS AND SODIUM CHLORIDE
IN GROWING OF FIELD AND FORAGE CROPS**

Key words: oat herbage, light-humus alluvial agrozem, sodium chloride, mineral fertilizers, productivity, feed value, Western Transbaikalia

The effect of increasing doses of sodium chloride in combination with N60P40K60 background on the productivity and feed value of oat herbage (variety: Barguzin), grown on irrigated light-humus alluvial agrozem, has been studied during field experiments. It is established that the doses of Na10 and Na20 increase the crop yield in comparison with the background, improve the ratio of macroelements in the dry matter and don't impair the biochemical composition and nutrition value of oat herbage.

Введение. В регионах, где основная отрасль сельскохозяйственного производства – животноводство, получение достаточного количества разнообразного растительного корма с высокой питательной ценностью является актуальной проблемой, от решения которой зависит экономическое благополучие территории. Натрий важен в питании животных и, следовательно, необходим в производстве кормовых культур [10]. Как правило, растения с незасоленных почв содержат мало Na (0,05-0,12 %), тогда как норма его в растительном корме составляет 0,2 % [7]. Недостаток натрия в корме снижает аппетит у животных, синтез жира и белка, усиливает теплообразование. Повысить его концентрацию в растениях можно внесением удобрений, содержащих натрий. Натриевыми удобрениями могут служить сульфаты, нитраты и хлориды натрия. Но практически используется только NaCl.

Физиологическая роль натрия определяется его участием в регулировании водно-солевого обмена в организме животных. Он улучшает рост растяжением, заменяет неспецифические функции калия. Растения способны усваивать натрий в разных количествах. В повышенном обеспечении натрием нуждаются природные многолетние травы сенокосов и пастбищ. Внесение натриевых удобрений нормализует в травах соотношение Na/K, что улучшает качество корма и его усвоение животными [19, 15].

Хлор – важнейший биогенный элемент, входит в состав всех живых организмов, незаменимый компонент водно-солевого обмена и осморегуляции, поддерживает кислотно-щелочное равновесие в тканях. Он положительно влияет на поглощение корнями кислорода, калия, кальция, магния [20, 18]. По данным В.Б. Абдыева [1], скорость поглощения ионов хлора корнями растений имеет обратную коррелятивную зависимость по отношению к солеустойчивости. Корни растений в большем количестве поглощают Cl⁻ из раствора KCl, чем NaCl.

С.Е. Головатым с соавт. [4] в услови-

ях вегетационного опыта на дерново-подзолистой супесчаной почве при возделывании яровых зерновых культур (ячмень, пшеница) было установлено, что ориентировочно допустимое содержание водорастворимых натрия и хлора в почве составляет Na₁₀₀Cl₁₃₀ мг/кг почвы. Превышение этих концентраций снижало урожайность зерновых культур. В естественных же условиях водорастворимый натрий в меньшей степени, а анионы хлора в большей очень подвижны и быстро мигрируют при обильных осадках или с поливными водами, особенно в почвах легкого гранулометрического состава [16]. Однако дефицита хлора для растений не обнаруживается. Его недостаток для растений проявляется только на очень щелочных почвах. Для растительного корма норма содержания хлора составляет 0,5-0,7 % сухого вещества [7].

Овес – ценная кормовая культура, которая в Забайкалье широко возделывается в качестве однолетних трав: на зеленую массу, сено, сенаж и силос. По биохимическому составу, питательности и калорийности овес на зеленую массу имеет достаточно высокие качества [2, 13, 14], но по содержанию и соотношению макроэлементов, в частности K/Na, не соответствует нормам кормления [12].

В литературе отсутствуют данные по применению хлорида натрия под посевы овса. Учитывая, что овес относится к группе растений, среднеустойчивых к засолению, а в последние годы при выращивании его в Забайкалье используются новые высокопродуктивные сорта местной селекции [3], целью наших исследований было изучение влияния возрастающих доз хлорида натрия (на фоне NPK) на биологическую продуктивность овса на зеленую массу, биохимический и минеральный составы.

Условия и методы исследования. Опыты проводили в 2007-2009 гг. на агроземе аллювиальном светлогумусовом (по классификации 1977 г. – аллювиальная дерновая пахотная). По степени и динамике атмосферного увлажнения

район (Заиграевский р-н, Республика Бурятия) является одним из наименее благоприятных. Среднемноголетняя сумма осадков составляет 231 мм, за май-сентябрь – 201 мм (рис. 1). Вегетационные сезоны в годы исследований характеризовались следующими количествами осадков: 2007 г. – 85 %, 2008 г. – 76%, 2009 г. – 137 % от среднемноголетних показателей.

Свойства и плодородие неорошаемых и орошаемых аллювиальных дерновых почв охарактеризованы ранее [16]. Здесь приведем кратко агрохимические показатели почвы опытного участка: рН слабощелочная, в подпахотном горизонте отмечено наличие карбонатов, содержание гумуса в $A_{\text{пах}}$ 1,31 %, сумма поглощенных оснований невысокая, обеспеченность нитратным азотом, подвижным фосфором, обменным калием низкая. Количество подвижного натрия находится в пределах 40-70 мг/кг. Почва не засолена, содержание сухого остатка составляет 0,031 %, Na^+ – 0,001 и Cl^- – 0,002 %, или 10-20 мг/кг соответственно.

Гранулометрический состав почвы супесчаный в верхних горизонтах с доминированием фракций мелкого песка (67-68 %) и крупной пыли (16 %), ниже подстилается несвязанным песком. Наименьшая влагоемкость (НВ) почвы в естественном состоянии составляет 12-13 %. Влажность почвы поддерживалась в пределах 65-70 % НВ одним предпосевным и 3-4 вегетационными поливами из расчета 200-250 м³/га.

Выращивали среднеспелый сорт овса Баргузин на зеленую массу после картофеля. Посев – 20 июня, уборка в фазе молочной восковой спелости – 1-я декада сентября. Норма высева на делянку из расчета 3,75 млн/га. Схема опыта: 1 – контроль; 2 – N60P40K60 – фон; 3 – фон+Na10; 4 – фон+Na20; 5 – фон+Na40. Удобрения и Na вносили в виде Naa, Pcg, Kx и NaCl. Агротехника – принятая для культуры в регионе. Площадь делянки 1 м², повторность 4-кратная.

Определение нитратного азота в почве проводили дисульфифеноловым

методом, подвижного фосфора и обменного калия – по Мачигину, подвижного (обменного) натрия – по ГОСТ 4651-76 1М $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ при соотношении почвы и раствора 1:20 с конечным определением на пламенном фотометре Plapho 4.

В растительных образцах содержание сухого вещества определяли термостатно-весовым методом, сахаров – по методу Бертрена, сырой клетчатки – по Кюршнеру и Ганеку в модификации Петербургского, сырой протеин – (Nx6,25). Макроэлементы: после сырого озоления P – фотоколориметрически, K и Na – пламеннофотометрически; после сухого – Ca и Mg трилонометрически, N – по Кьельдалю. Кормовые единицы, переваримый протеин и обменную энергию рассчитывали по [11].

Результаты урожайных данных обработаны статистически по Доспехову [5].

Результаты исследований и их обсуждение. У растений овса, выращиваемого на зеленую массу в почвенно-климатических условиях сухостепной зоны Забайкалья, после цветения площадь ассимилирующей поверхности вновь нарастает. Это связано с появлением побегов второго яруса, тормозящего рост боковых точек узла кущения. Побеги развиваются при функционирующей корневой системе и рост их происходит, как правило, в более благоприятных условиях влагообеспеченности (август, сентябрь). Однако, в период проведения полевых опытов июль, август и сентябрь 2007-2008 гг. были очень сухими (рис. 1) с температурой воздуха, превышающей среднемноголетний показатель на 1,8-3,9°C и, соответственно, с низкой относительной влажностью воздуха, т.е. наблюдалась атмосферная засуха.

Климатические условия влияют на количество доступных питательных веществ в почве и на действие удобрений на культуру. Погода не только определяет скорость роста растений и их потребность в питательных веществах, но воздействует на физиологические процессы, благодаря которым ионы поступают в корни [10].

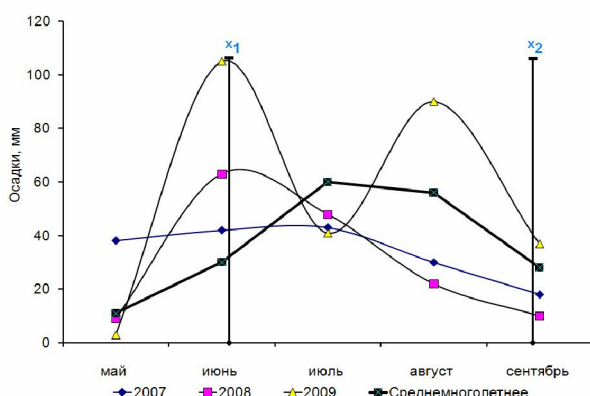


Рисунок 1 – Обеспеченность осадками вегетационных сезонов, мм в месяц.
Усл. обозн.: x_1 – посев овса, x_2 – уборка

Атмосферная засуха, даже при поливах, обусловила снижение эффективности минеральных удобрений и хлорида натрия (на фоне NPK) в посевах овса на зеленую массу в вегетационные сезоны 2007-2008 гг. по сравнению с 2009 г.

Продуктивность надземной сухой фитомассы на фоновом варианте в засушливые сезоны превышала контроль в 1,3-1,4 раза, во влажный – в 1,8 раза (табл. 1); на вариантах с возрастающими дозами натрия (на фоне NPK), соот-

ветственно, в 1,4 и 1,3 раза, в 1,7 и 1,5, в 1,4 и 1,2 раза. Урожайные данные в среднем за 3 года свидетельствуют о невысокой прибавке сухой массы овса при внесении возрастающих доз хлорида натрия. В то же время по показателям 2009 г. прибавка от хлорида натрия достаточно существенная, что свидетельствует о потенциальной эффективности этого удобрения под овес при соответствующих условиях увлажнения.

Снижение продуктивности надземной фитомассы при внесении Na_{20} и Na_{40} по сравнению с фоном и вариантом с Na_{10} вызвано уменьшением накопления корней (табл. 2), что подтверждается статистически ($r=0,59$). Возможно, это связано со значительным возрастанием содержания Na в корнях и резким изменением величины соотношения K/Na ($r=-0,89$). Отрицательное действие высокой концентрации солей влияет раньше на корневую систему растений, т.к. корни более чувствительны к засолению, чем надземные органы [17].

Таблица 1 – Продуктивность овса на зеленую массу в зависимости от минеральных удобрений и хлорида натрия, ц/га сухой массы

Варианты опыта	2007	2008	2009	Среднее за 3 года	Прибавка			
	г.	г.	г.		к контролю		к фону	
					ц/га	%	ц/га	%
Контроль	41,1	45,9	43,6	43,5	–	–	–	–
N60P40K60 – фон	53,6	65,5	78,0	65,7	22,2	51,0	–	–
Фон+Na10	58,6	64,1	83,9	68,9	25,4	58,4	3,2	4,9
Фон+Na20	53,3	59,6	88,4	67,1	23,6	54,2	1,4	2,1
Фон+Na40	47,5	56,0	64,9	56,1	12,6	29,0		
НСР ₀₅ , ц/га	3,7	3,6	3,55					

При этом увеличивается число придаточных корней и их суммарная длина,

однако сухая масса существенно сокращается [17, 8].

Таблица 2 – Накопление, распределение и химический состав корней овса на зеленую массу при внесении минеральных удобрений и хлорида натрия, среднее за 3 года

Варианты опыта	Накопление корней		Распределение корней по слоям (см) почвы, %			N	P	K	Na	K/Na
	1	2	0-10	10-20	20-30	% на абс.-сух. в-во				
Контроль	20,6	2,1	67,3	18,6	14,1	0,71	0,22	1,23	0,09	13,7
N60P40K60 – фон	23,6	2,8	70,8	16,7	12,5	1,04	0,31	1,25	0,10	12,5
Фон+Na10	23,7	2,9	69,0	15,5	15,5	1,11	0,46	1,28	0,14	9,1
Фон+Na20	20,2	3,3	60,4	24,0	15,6	1,07	0,37	1,17	0,22	5,3
Фон+Na40	14,7	3,8	55,9	22,1	22,0	0,97	0,32	0,95	0,30	3,2
НСР ₀₅ , ц/га	1,5									

Примечание: 1 – ц/га сухой массы; 2 – отношение надземной фитомассы к корневой

Распределение корней при внесении Na₂₀ и Na₄₀ несколько отличалось от фона и варианта Na₁₀ (табл. 2). Следует отметить, что при выращивании овса сорта Баргузин на малоплодородном агроземе аллювиальном светлогумусовом у растений сформировалась относительно небольшая корневая масса, что также отмечено Т. Г. Заболоцкой [6] в опытах с овсом на подзолистых почвах.

Минеральный состав сухого вещества овса на зеленую массу характери-

зовался недостаточным количеством фосфора, натрия и высоким содержанием калия (табл. 3). Внесение возрастающих доз натрия несколько снижало концентрацию калия и повышало натрия. Между этими элементами установлена обратная коррелятивная связь ($r=-0,60$). При этом, соотношение калия к натрию значительно улучшалось, как и K/Ca+Mg. Хлорид натрия независимо от дозы снижал соотношение кальция к натрию.

Таблица 3 – Содержание и соотношение макроэлементов в зависимости от минеральных удобрений и хлорида натрия, среднее за 3 года

Варианты опыта	N	Сырая зола	P	K	Ca	Mg	Na	K/Na	K Ca + Mg	Ca/P	Ca/Na
Контроль	1,66	6,34	0,26	1,72	0,46	0,19	0,13	13,2	2,6	1,8	3,5
N60P40K60 – фон	1,76	7,05	0,29	1,96	0,46	0,23	0,14	14,0	2,8	1,6	3,3
Фон+Na ₁₀	1,75	6,94	0,27	1,83	0,48	0,22	0,22	8,3	2,6	1,8	2,2
Фон+Na ₂₀	1,72	6,75	0,28	1,61	0,50	0,22	0,23	7,0	2,2	1,8	2,2
Фон+Na ₄₀	1,74	6,70	0,28	1,61	0,50	0,20	0,24	6,7	2,3	1,8	2,1

На основе содержания и накопления макроэлементов в сухом веществе овса был рассчитан вынос азота, фосфора,

калия и натрия и определены коэффициенты использования минеральных удобрений (**КИУ**) и хлорида натрия (табл. 4).

Таблица 4 – Вынос макроэлементов зеленой массой овса (кг/га) и коэффициенты использования минеральных удобрений и хлорида натрия, среднее за 3 года

Варианты опыта	N	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	Na	КИУ, %			
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na
Контроль	67,6	10,6(24,3)	70,0(84,4)	5,3	–	–	–	–
N60P40K60 – фон	108,6	17,9(41,0)	120,9(145,7)	8,6	68	42	102	–
Фон+Na ₁₀	108,5	16,7(38,2)	113,5(136,8)	13,6	68	35	87	50
Фон+Na ₂₀	108,2	17,6(40,3)	101,3(122,1)	14,5	68	40	63	29,5
Фон+Na ₄₀	91,2	14,7(33,7)	84,4(101,7)	12,6	39	23,5	29	10

Большая величина коэффициента использования калийных удобрений (>100 %) на фоновом варианте обусловлена двумя причинами: 1) овес возделывался после картофеля, который является культурой высокого выноса калия; 2) недостаточной дозой внесения этого удобрения под овес.

С увеличением доз хлорида натрия КИУ калия снижался. Следует отметить, что коэффициенты использования натрия на вариантах Na₁₀ и Na₂₀ доста-

точно высоки. Применение хлорида натрия в дозе Na₄₀ (на фоне NPK) существенно снижало коэффициенты использования азотных, фосфорных, калийных и натриевых удобрений растениями.

На биохимический состав и питательную ценность овса на зеленую массу внесение возрастающих доз хлорида натрия (на фоне NPK) не оказали негативного влияния (табл. 5). По всем этим показателям овес на зеленую массу являлся высококачественным кормом.

Таблица 5 – Биохимический состав и питательность овса на зеленую массу при внесении минеральных удобрений и хлорида натрия, % на абс. сух. в-во (среднее за 3 года)

Варианты опыта	Сухое вещество	Протеин		Сахара	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ	сахар протеин	Корм. ед., кг/кг сух. в-ва	ОЭ, Дж/кг сух. в-ва
		сырой	переваримый							
Контроль	33,4	10,4	6,2	7,7	2,7	24,7	55,9	1,2	0,91	10,6
N60P40K60 – фон	32,3	11,0	6,7	7,0	3,1	25,6	53,2	1,0	0,88	10,4
Фон+Na10	32,3	10,9	6,6	6,9	2,9	25,3	53,9	1,0	0,88	10,4
Фон+Na20	32,0	10,8	6,5	7,5	2,9	25,0	54,6	1,2	0,89	10,5
Фон+Na40	32,4	10,9	6,6	7,4	2,9	25,3	54,3	1,1	0,89	10,5

Сбор питательных веществ с единицы площади зеленой массой овса существенно повышался при внесении минеральных удобрений по сравнению с контролем (табл. 6).

При дозе Na20 на фоне NPK отмече-

ны самые большие сборы сухого вещества, сахаров, БЭВ, кормовых единиц и обменной энергии. Наименьший выход питательных веществ был на варианте Na40, но значительно выше, чем на контроле.

Таблица 6 – Сбор питательных веществ зеленой массой овса при внесении минеральных удобрений и хлорида натрия, среднее за 3 года

Варианты опыта	Сухое в-во, ц/га	Протеин		Сахара	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ	Корм. ед., ц/га	Обменная энергия, МДж/га
		сырой	переваримый						
		кг/га							
Контроль	40,7	422	251	312	111	1004	2275	37,0	43142
N60P40K60 – фон	61,7	681	415	430	190	1581	3283	54,3	64168
Фон+Na10	62,0	676	410	425	178	1570	3342	54,6	64480
Фон+Na20	62,9	676	408	472	182	1572	3435	56,0	66045
Фон+Na40	52,4	568	344	390	152	1325	2843	46,6	55020

Заключение. Внесение возрастающих доз хлорида натрия на фоне N60P40K60 под посевы овса сорта Баргузин на зеленую массу, выращиваемого в условиях орошения на агроземе аллювиальном светлогумусовом, показало, что дозы Na10 и Na20 повышали урожайность овса по сравнению с фоном, улучшали соотношение макроэлементов в сухом веществе, особенно величины K/Na, K/Ca+Mg, приближая их к нормам растительного корма. Независимо от доз натрия зеленая масса овса по биохимическому составу и питательной ценности характеризуется высоким качеством. Коэффициенты использования хлорида натрия при этих дозах относительно высоки, 50 и 29 % соответственно. Использование хлорида натрия уменьшало КИУ калия на удобренных

вариантах. Доза Na40 (на фоне NPK) снижала накопление надземной и подземной фитомасс, уменьшала коэффициенты использования азотных, фосфорных, калийных и натриевых удобрений, но не оказывала отрицательного действия на кормовые качества овса.

Библиографический список

1. Абдыев В.Б. Поглотительная активность ионов (по хлору) одно- и двудольных растений // Вестник Московского ГОУ. Серия: Естест. науки. 2010. – № 2. – С. 22-27.
2. Балдаев С.Н. Кормовая проблема и питательные достоинства кормов Бурятии / С.Н. Балдаев // Биохимия кормов Бурятской АССР. – Улан-Удэ, 1979. – С. 3-13.
3. Бобылева Л.И. Селекция зернофуражных культур в Бурятии / Л.И. Бобылева, В.А. Парфенова, Б.О. Доржиева // Совре-

менные проблемы адаптивного земледелия Сибири. – Улан-Удэ, 2006. – С. 78-84.

4. Головатый С.Е. Влияние содержания натрия и хлора на урожайность яровых зерновых культур / С.Е. Головатый, З.С. Ковалевич, Н.К. Лукашенко // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – № 1 (44). – С. 148-156.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

6. Заболоцкая Т.Г. Биологический круговорот элементов в агроценозах и их продуктивность / Т.Г. Заболоцкая. – Л.: Наука, 1985. – 179 с.

7. Игловиков В.Г., Ольящев А.И., Киреев В.Н. и др. Повышение качества и эффективности использования кормов / В.Г. Игловиков, А.И. Ольящев, В.Н. Киреев. – М.: Колос, 1983. – 317 с.

8. Йонева Ж. Биометрические показатели и осмотический потенциал органов растений в условиях хлоридного засоления / Ж.Йонева, А.Е. Петров-Спиридонов // Известия ТСХА. – 1995. – Вып. 3. – С. 120-125.

9. Кабузенко С.Н. Влияние засоления и экзогенных фитогормонов на рост и некоторые физиолого-биохимические функции растений на ранних этапах онтогенеза: автореф. дис... д-ра биол. наук. – Киев: Киев. ун-т им. Т.Шевченко, 1997. – 47 с.

10. Кук Дж.У. Регулирование плодородия почвы / Дж.У. Кук. – М.: Колос, 1970. – 520 с.

11. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. – М., 1993. – 87 с.

12. Меркушева М.Г. Биопродуктивность и распределение химических элементов в растениях овса при применении минеральных удобрений на аллювиальной луговой

почве Забайкалья / М.Г. Меркушева, С.Р. Гармаев, Л.Л. Убугунов, Л.Н. Болонева // Агрохимия. – 2003. – № 5. – С. 13-18.

13. Меркушева М.Г. Биологический круговорот макро- и микроэлементов в пойменных ценозах Забайкалья / М.Г. Меркушева, Л.Л. Убугунов, С.Р. Гармаев. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2003. – 214 с.

14. Тырина З.Д. Овес в Читинской области / З.Д. Тырина. – Чита, 1988. – 111 с.

15. Убугунов Л.Л. Агрохимическая оценка хлорида натрия как удобрения естественных пойменных травостоев Западного Забайкалья / Л.Л. Убугунов, И.М. Андреева, М.Г. Меркушева // Агрохимия. – 2012. – № 3. – С. 32-40.

16. Убугунов Л.Л. Свойства и плодородие неорошаемых и орошаемых аллювиальных дерновых почв Забайкалья / Л.Л. Убугунов, М.Г. Меркушева, В.И. Убугунова // Почвоведение. – 1994. – № 1. – С. 81-87.

17. Федяева Т.Ю. Биометрические показатели у кукурузы при постоянном и прогрессирующем хлоридном засолении / Т.Ю. Федяева, А.Е. Петров-Спиридонов // Известия ТСХА. – 1988. – Вып.3. – С. 99-103.

18. Carmen L.B. Are root hydraulic conductivity responses to salinity controlled by aquaporins in broccoli plants / L. B.Carmen, C.Garcia-Viguera, M. Carvajal // Plant and Soil. – 2006. – P. 279.

19. Hempler K. Spuren-und Sekundarnährstoffe im Pflanzenbau / Hempler K. – Frankfurt am Main, 2001. – 64 с.

20. Shout P. P. Chlorine in Plant Nutrition experiments with plants in nutrient solutions establish chlorine as a micronutrient essential to plant growth / P. P.Shout, C. M. Yohnson, T. C. Broyer // California agriculture, September, 1956, № 9. P. 10.

УДК 631.433.53:574.4(571.53)

Е. В. Матвеева, Ш. К. Хуснидинов

ФГБОУ ВПО «Иркутская государственная сельскохозяйственная академия»,
Иркутск

ИНТЕНСИВНОСТЬ ВЫДЕЛЕНИЯ CO₂ В ЭКОСИСТЕМАХ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

Ключевые слова: козлятник восточный, свербига восточная, горец растопыренный (забайкальский), чистый пар, луговой биогеоценоз, лесной биогеоценоз, залежь, эмиссия, углекислый газ, многолетние травы, экосистема, органическое вещество, светло-серая лесная почва.