бобового травостоя наблюдалось и на пастбищах субальпийского пояса по мере увеличения циклов стравливания. В субальпийском поясе, несмотря на двукратное отращивание отавы, при урожае 115,2 ц/га за три цикла (третий цикл мы не использовали, так как при такой высоте травостоя и урожае зеленой массы пастбище не рекомендуется использовать).

В альпийском поясе в связи с коротким вегетационным периодом нами был проведен один цикл стравливания при 50 % использовании травостоя на высоте 3–4 см. При этом в целях предотвращения образования смылов и размывов крупных склонов нагрузка на пастбища уменьшалась на 25, а иногда на 50 %. Одновременно с увеличением нагрузки был запрещен выпас скота в дождливую погоду на склонах круче 35°.

Следовательно, определение оптимального варианта по частоте интенсивности использования травостоя горных пастбищ, в зависимости от высоты и экспозиции склона, позволяющих повысить урожай и качество корма, сократить эрозионные процессы, требует дополнительных исследований.

Результаты химического анализа корма исследуемого в середине пастбищного использования травостоя (кущение, бутонизация), за период проведения опытов по переваримости (табл. 1) показали, что с увеличением высоты над уровнем моря концентрация сухого вещества повышается с 25,67 в лугостепном поясе до 27,27–27,40% в субальпийском и альпийском поясах, о чем свидетельствует преобладание в травостое этих пастбищ разнотравья.

Таким образом, стравливание следует начинать, после того как травы отрастут на 9–12 см, соблюдая следующую очередность использования: с лугостепного пояса с постепенным переходом на субальпийские и альпийские пастбища за 145 дней и обратно в течение 35 дней. Вертикальная зональность горных кормовых угодий обуславливает изменение величины урожая: в лугостепном поясе – 139,2 ц/га, субальпийском – 115, что на 24,0 ц/га ниже первого и 71,7 в альпийском, что на 43,5 ц/га ниже субальпийского и на 67,5 ц/га лугостепного поясов.

1. Адиньяев Э.Д., Абаев А.А., Мисик Н.А., Мамиев Д.М., Кучиев С.Э., Доева Л.Ю., Тедеева А.А., Кокоев Л.П., Шалыгина А.А. Схемы почвозащитных севооборотов в горных условиях РСО-Алания - Владикавказ, 2010.
2. Кокоев Л.П. Хозяйственно-полезные признаки черно-пестрого скота разной кровности по голштинской породе / Автореферат дисс. ... кандидата с.-х. наук. - Владикавказ, 2000.
3. Кумсиев Э.И., Кокоев Л.П., Мамиев Д.М. Аккумуляция тяжелых металлов в органах, тканях и крови крупного рогатого скота // Научная жизнь.- 2015.- № 4.- С. 99-105.
4. Мамиев Д.М., Абаев А.А., Кумсиев Э.И., Шалыгина А.А. Улучшенные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в горной зоне Центрального Кавказа. - Владикавказ, 2014.
5. Мамиев Д.М., Абаев А.А., Кумсиев Э.И., Шалыгина А.А. Усовершенствованная структура посевных площадей для различных агроэкологических групп земель предгорной зоны // Научная жизнь.- 2016.- № 6.- С. 37-46.

Кумсиев Э.И., Кокоев Л.П.

Содержание тяжелых металлов в различных органах растений горной зоны

*Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного
сельского хозяйства ВНЦ РАН
(Россия, Владикавказ)*

doi: 10.18411/lj-07-2018-49

idsp: 000001:lj-07-2018-49

Аннотация

Хорошо установленный механизм загрязнений экосистемы РСО-Алания тяжелыми металлами, в том числе свинцом, служит основанием для утверждения проблемы ее радиоактивного загрязнения. Регион РСО-Алания не обладает возможностями для объективного измерения опасности. В данных условиях прослеживается более высокое

накопление ТМ в группе разнотравье, у всех групп растений содержание ТМ превышает ПДК по Cu Ав 3 раза Zn - 1.6.

Ключевые слова: тяжелые металлы, органы растений, химические элементы, пастбища.

Растения пастбищ являются основой кормовой базы для животноводства региона. Кормовая ценность пастбищных сообществ обусловлена высокой интенсивностью самовозобновления, большим запасом биомассы и урожайностью к выпасу. Продукция надземной части растений пастбищ за год практически равна ее общей массе [2, 5].

Растения могут накапливать микроэлементы, особенно тяжелые металлы (ТМ) в тканях или на их поверхности вследствие больших возможностей адаптации, изменения химических свойств окружающей среды. Они являются промежуточным звеном, через которое микроэлементы переходят из почв, а частично из воды и воздуха в организм человека и животных [3].

Горные экосистемы хрупкие и весьма восприимчивы к негативным воздействиям. Сохранить экосистемы в условиях глубокого экологического кризиса непросто. [1, 4].

В траве естественных пастбищ значительно изменяется содержание микроэлементов, концентрация которых обусловлена биохимическими зонами, видовым составом травосмесей, климатическими и погодными условиями, фазой вегетации растений и другими факторами и колеблется (мг/кг): цинка - от 33 до 41; меди - от 7,3 до 21,5; марганца - от 59 до 65 и кобальта - от 0,09 до 0,11 [5].

Следовательно, качество травы естественных пастбищ зависит от ботанического состава травостоя, природно-климатических условий и других агротехнических факторов.

Цель исследований – установить закономерности накопления ТМ в органах растений травостоя в зависимости от уровня их содержания в экосистемах.

Результаты исследований. В результате исследований установлено, что накопление ТМ в образцах надземной и подземной частей растений не превышает нормативов содержания ТМ в растениях (табл. 1). Однако выявлена тенденция накопления ТМ в надземной части по сравнению с подземной частью. Содержание железа в корневищах в 4-5 раза превышает нижний предел нормативов содержания ТМ в травянистых растениях. Во многих научных статьях указывается, что накопление происходит в основном в корнях растений. Возможно, это связано с видоспецифичностью растений.

Образцы для анализов были взяты в радиусе 500-1000 м² от рудника. Определение ТМ проводилось отдельно для каждого органа растения: лист, соцветие, стебель, корень. Средние значения и пределы измерения концентрации ТМ полученных образцов растений в таблице 1.

Таблица 1

Статистические показатели содержания тяжелых металлов в органах растений

Органы растения	Тяжелые металлы	$M \pm m$	Lim	C, %
Лист	Цинк	1,75 $\pm$ 0,63	1,11–2,52	54,25
	Медь	1,43 $\pm$ 0,60	0,73–2,13	62,25
	Железо	6,17 $\pm$ 0,17	5,05–6,35	5,43
	Кобальт	1,00 $\pm$ 0,11	0,76–1,10	15,95
	Кадмий	0,23 $\pm$ 0,03	0,18–0,25	22,37
	Никель	2,47 $\pm$ 0,17	2,35–2,65	8,95
	Свинец	0,37 $\pm$ 0,18	0,25–0,62	55,45
Соцветие	Цинк	8,95 $\pm$ 1,85	7,10–10,85	28,75
	Медь	2,75 $\pm$ 0,15	2,55–2,95	10,05
	Железо	25,29 $\pm$ 8,35	16,95–34,71	43,95
	Кобальт	0,89 $\pm$ 0,03	0,79–0,89	6,10
	Кадмий	0,24 $\pm$ 0,01	0,23–0,25	10,85
	Никель	3,29 $\pm$ 0,79	2,40–4,15	35,79

	Свинец	0,45 ±0,15	0,25–0,55	54,35
Корень	Цинк	11,12 ±0,42	8,35–11,52	10,10
	Медь	2,67 ±0,84	1,74–3,52	92,10
	Железо	81,03 ±7,71	60,5–76,50	97,95
	Кобальт	0,65 ±0,03	0,65–0,61	98,03
	Кадмий	0,21 ±0,02	0,20–0,24	98,49
	Никель	2,47 ±0,13	2,43–2,65	98,75
	Свинец	0,30 ±0,10	0,7 -0,15	94,02

Из семи проанализированных микроэлементов количество железа превышает предельно допустимую концентрацию. Это также отмечено в корнях: I участок – 85,87 мг/кг, II участок – 72,10 мг/кг. В других органах концентрация железа в 2,4–3,1 раза ниже (табл. 2).

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в органах растений, мг/кг

Части растений	Содержание тяжелых металлов, мг/кг					
	цинк	медь	железо	кобальт	кадмий	никель
I участок						
Лист	1,10	0,75	6,55	1,10	0,25	2,35
Соцветие	10,85	2,85	35,65	0,85	0,26	4,20
Стебель	8,15	2,25	25,25	0,85	0,25	3,45
Корень	10,45	3,55	85,87	0,65	0,25	2,70
II участок						
Лист	2,55	2,07	7,35	0,85	0,20	2,70
Соцветие	7,15	2,50	16,95	0,85	0,25	2,45
Стебель	4,65	2,07	12,35	0,45	0,15	0,25
Корень	10,35	1,94	72,10	0,75	0,25	2,45
ПДК, мг/кг	20,0	5,0	50,0	0,02	–	0,90

Для других элементов не отмечается направленного изменения их концентрации в надземной и подземной частях растения. Наибольшее накопление в абсолютных величинах отмечено для железа.

Таким образом, в группах растений пастбищных сообществ в условиях естественного геохимического фона по опыту содержание ТМ не превышает предельно допустимых концентраций. Исключением является группа разнотравья по содержанию меди, цинка и кобальта. Содержание ТМ в надземной части растений пастбищных сообществ при техногенном загрязнении значительно превышает соответствующие показатели в условиях естественного геохимического фона. Растения в зоне техногенного загрязнения отличаются повышенным содержанием ТМ.

1. Адиньяев Э.Д., Абаев А.А., Мисик Н.А., Мамиев Д.М., Кучиев С.Э., Доева Л.Ю., Тедеева А.А., Кокоев Л.П., Шалыгина А.А. Схемы почвозащитных севооборотов в горных условиях РСО-Алания - Владикавказ, 2010.
2. Кокоев Л.П. Хозяйственно-полезные признаки черно-пестрого скота разной кровности по голштинской породе / Автореферат дисс. ... кандидата с.-х. наук. - Владикавказ, 2000.
3. Кумсиев Э.И., Кокоев Л.П., Мамиев Д.М. Аккумуляция тяжелых металлов в органах, тканях и крови крупного рогатого скота // Научная жизнь.- 2015.- № 4.- С. 99-105.
4. Мамиев Д.М., Абаев А.А., Кумсиев Э.И., Шалыгина А.А. Улучшенные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в горной зоне Центрального Кавказа. - Владикавказ, 2014.
5. Мамиев Д.М., Абаев А.А., Кумсиев Э.И., Шалыгина А.А. Усовершенствованная структура посевных площадей для различных агроэкологических групп земель предгорной зоны // Научная жизнь.- 2016.- № 6.- С. 37-46.