

УДК 504.5:581.526.452(282.247.321.78)

АНАЛИЗ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛУГОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЙМЫ р. ИПУТЬ

Н.М. Дайнеко, С.Ф. Тимофеев, С.В. Жадько
Учреждение образования «Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины»

Одной из проблем сельскохозяйственного производства является техногенное загрязнение почвы и растений.

Цель работы – изучить накопление цезия-137 и тяжелых металлов в почве и надземной фитомассе луговых экосистем поймы.

Материал и методы. *Материалом исследования являлись пойменные луга р. Ипуть на территории Добрушского района. При этом использовали эколого-флористический подход, радиологические, агрохимические, химические, зоотехнические методы.*

Результаты и их обсуждение. *Почва исследуемых объектов, в основном кислая и слабокислая, бедна подвижными соединениями калия и фосфора. Удельная активность цезия-137 в почве находилась в диапазоне 820–1188 Бк/кг. Наибольшее содержание цезия-137 отмечено в травяном покрове ассоциации *Caricetum gracilis* – 828 Бк/кг, а наименьшее – в ассоциации *Poo pratensis*–*Agrostietum caninae* – 309 Бк/кг. По среднему содержанию тяжелые металлы могут быть размещены в следующих нисходящих рядах: Fe, Mn, Zn, Pb, Cu, Cr, Co, Ni, Cd. Содержание тяжелых металлов в воздушной фитомассе колебалось от 0,06 мг/кг до 104,8 мг/кг. Наибольшая изученная урожайность отмечена в ассоциации *Caricetum gracilis* – 28 кг/га сухой массы. Пищевая ценность растительной пищи варьировала от 0,5 до 0,64 кормовых единиц.*

Заключение. *Удельная активность цезия-137 в травяном корме не превышала предельно допустимой концентрации 1300 Бк/кг. В наших исследованиях не установлено превышения предельно допустимой концентрации тяжелых металлов как в почве, так и в растительных образцах. На урожайность луговых экосистем оказали влияние засушливые условия первой половины мая месяца. Получаемый травяной корм отвечает требованиям кормления сельскохозяйственных животных.*

Ключевые слова: *луговая растительность, пойма, р. Ипуть, техногенное загрязнение.*

ANALYSIS OF TECHNOGENIC POLLUTION OF MEADOWLAND VEGETATION OF THE FLOODPLAIN OF THE IPUT RIVER

M.M. Dayneko, S.F. Tsimafeyeu, S.V. Zhadko
Educational Establishment "F. Skorina Gomel State University"

One of the problems of agricultural production is man-made pollution of soil and plants.

The purpose of the research is to study the accumulation of cesium-137 and heavy metals in the soil and aboveground phytomass of meadow ecosystems of the floodplain.

Material and methods. *The objects of the research were floodplain meadows of the Iput River on the territory of Dobrush District. When conducting the research, an ecological-floristic approach, radiological, agrochemical, chemical, and zootechnical methods were used.*

Findings and their discussion. *The soils of the studied objects, mainly acidic and slightly acidic, are poor in mobile compounds of potassium and phosphorus. The specific activity of cesium-137 in the soil was in the range of 820–1188 Bq/kg. The highest content of cesium-137 was noted in the grass stock of the association *Caricetum gracilis* – 828 Bq/kg, and the lowest – in the association *Poo pratensis*–*Agrostietum caninae* – 309 Bq/kg. According to the average content, heavy metals can be placed in the following descending series: Fe, Mn, Zn, Pb, Cu, Cr, Co, Ni, Cd. The content of heavy metals in the aerial phytomass ranged from 0,06 mg/kg to 104,8 mg/kg. The highest yield studied was noted in the association *Caricetum gracilis* – 28 kg/ha of dry mass. The nutritional value of herbal food varied from 0,5 feed units to 0,64 feed units.*

Conclusion. *The specific activity of cesium-137 in grass feed did not exceed the maximum permissible concentration of 1300 Bq/kg. In our studies, it has not been established that the maximum permissible concentration of heavy metals is exceeded both in the soil and in plant samples. The productivity of meadow ecosystems was influenced by the arid conditions of the first half of May. The resulting herbal feed met the requirements for feeding farm animals.*

Key words: *meadow vegetation, floodplain, the Iput River, technogenic pollution.*

Одной из проблем сельскохозяйственного производства является загрязнение почв тяжелыми металлами. Загрязнение тяжелыми металлами и токсическими элементами становится все более частым явлением. При сжигании угля и нефти с твердыми и жидкими отходами в почву поступает значительное количество химических элементов и их соединений разной природы.

Тяжелые металлы поступают в почву с удобрениями и пестицидами, в основном они аккумулируются в подстилке и гумусовом горизонте. Их распределение зависит от розы ветров, ландшафта, характера и особенностей источника загрязнения.

Недостаток микроэлементов в почвах приводит к снижению урожайности растений и их качества. Основными микроэлементами для жизнедеятельности растений и других живых организмов являются марганец, медь, бор, цинк, молибден, никель, кобальт, фтор, ванадий, йод. Они же и тяжелые металлы.

Почва оказывает существенное воздействие на минеральный состав растительности. Минеральный состав растений варьирует в широких пределах, что обусловлено воздействием многочисленных факторов. Прежде всего, необходимо отметить биологические видовые особенности растения, которые способствуют различному поглощению тяжелых металлов. Другим важным фактором является видовой состав фитоценоза, который также оказывает воздействие на данный параметр. Поглощение элементов может быть как корневое, так и не корневое. Один из факторов – форма нахождения тяжелого металла в почве. Кроме того, существенное значение могут иметь кислотность почвенного раствора и катионный состав почвы. Мелиорация почв и внесение различных удобрений также являются мощными факторами воздействия на минеральный состав растений. Таким образом, содержание тяжелых металлов в надземной фитомассе растений может варьировать в широких пределах.

Цель работы – изучить накопление цезия-137 и тяжелых металлов в почве и надземной фитомассе луговых экосистем поймы р. Ипуть.

Материал и методы. Материалом исследования являлись пойменные луга бассейна р. Ипуть на территориях Добрушского района Гомельской области. При этом использовали эколого-флористический подход [1].

Определение качественных показателей параметров сена проводили по следующим методикам. Обменная энергия и кормовые единицы по ГОСТу 4808-87, массовая доля сухого вещества по ГОСТу 27548-97, массовая доля сырого протеина по ГОСТу 13496.4-93, массовая доля сырой клетчатки по ГОСТу 13496.2-91, массовая доля сырой золы по ГОСТу 26226-95, массовая доля фосфора по ГОСТу 26657-97, массовая доля сырого жира по ГОСТу 13496.15-97, массовая доля кальция по ГОСТу 26570-95, массовая доля калия по ГОСТу 30504-97 [2–10].

Зоотехнический анализ кормов проводили в лаборатории массовых анализов РНИУП «Институт радиологии», аккредитованной Государственным предприятием «БГЦА» на соответствие требованиям СТБ ИСО/МЭК 17025-2007 в сфере проведения испытаний, аттестат аккредитации ВУ/112 1.0938.

Оценку радиоактивного загрязнения растений и возможности их безопасного использования давали путем сопоставления полученных результатов с нормативным показателем Республиканского допустимого уровня содержания ¹³⁷Cs в кормах, равным 1300 Бк/кг, а по ⁹⁰Sr – 260 Бк/кг [11]. Содержание тяжелых металлов (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) в пробах почвы и образцах растений определялось на атомно-абсорбционном спектрометре SOLAAR M6 в Институте радиологии НАН Б.

Латинские названия видов сосудистых растений даны по [12].

Результаты обрабатывали статистически с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение. Исследования проводили в 2016–2018 гг. Анализ метеорологических условий показал, что все среднемесячные температуры воздуха превышали средние многолетние данные. Так, в апреле на 4,4°C, мае – 4,5°C, июне – 2,2°C, июле – 0,5°C, августе – 2,2°C, сентябре – 3,5°C, в среднем за вегетационный сезон (табл. 1).

Таблица 1

Среднемесячная температура воздуха (°C, над чертой) и сумма осадков (мм, под чертой) по данным Гомельского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

Месяц	°C/мм	Средние многолетние
Апрель	11	6,6
	19,1	45,0
Май	18,4	13,9
	20,6	55,0
Июнь	19,2	17,0
	67,6	79,0
Июль	20,3	19,8
	186,0	90,0
Август	20,9	18,7
	186,0	61,0
Сентябрь	16,5	13,0
	68,5	58,0
Сумма осадков, мм	399,5	388,0

Анализ суммы осадков выявил, что в апреле, мае и июне количество осадков соответственно на 25,9 мм, 34,4 мм, 11,4 мм меньше, чем средние многолетние данные. В июле месяце количество осадков было в два раза больше средней многолетней величины, а в августе на 125 мм выше средней многолетней, а в сентябре – на 10 мм больше средней многолетней.

Ниже приводится характеристика луговых ассоциаций поймы р. Ипуть Добрушского района. Ассоциация *Caricetum gracilis*, вариант *typica*. Д.в. асс. – *Carex acuta*. Прочие виды: *Caltha palustris*, *Lysimachia vulgaris*, *Sium latifolium*, *Galium palustre*, *Lythrum salicaria*, *Carex vesicaria*, *Glyceria fluitans*, *Agrostis stolonifera*, *Lysimachia nummularia*. Проективное покрытие 70–80%. Количество видов 7–10. Места описаний: межгрядное понижение правобережной центральной поймы; понижение левобережной центральной поймы; межгрядное понижение левобережной центральной поймы; глубокое межгрядное понижение левобережной центральной поймы; понижение левобережной прирусловой поймы. Почвы: дерново-глеевая, суглинистая перегнойно-илувато-глеевая, дерново-глееватая, супесчаная.

Асс. *Poo palustris*–*Alopecuretum pratensis*; вариант *Beckmannia eruciformis*. Д.в. асс. *Poa palustris*, *Alopecurus pratensis*; Д.в. варианта *Beckmannia eruciformis*, *Carex vulpine*, *Vicia cracca*. Д.в. союза *Molinion* – *Achillea ptarmica*, *Allium angulosum*; Д.в. порядка *Molinietalia* – *Coronaria flos-cuculi*; Д.в. *Caltion* – *Myosotis palustris*; Д.в. союза *Filipendulo*–*Petasion* – *Veronica longifolia*; Д.в. союза *Magnocaricion* – *Galium palustre*. Прочие виды: *Rumex thyrsoifloru*, *Lysimachia nummularia*. Проективное покрытие – 85%. Количество видов 16–17. Места описаний: плоская равнина правобережной центральной поймы; плоская равнина левобережной центральной поймы, плоская равнина левобережной центральной поймы; пониженная равнина правобережной центральной поймы. Почвы: дерново-глееватая, суглинистая, дерново-глееватая, супесчаная.

Асс. *Poo-Festucetum pratensis*, вариант *typica*, субассоциация *deschamysietosum*. Д.в. асс. *Festuca pratensis*, *Poa pratensis*, *Deschampsia cespitosa*, *Ranunculus acris*, *Trifolium pratense*, *Plantago lanceolata*. Д.в. союза *Molinion* – *Cnidium dubium*, *Allium angulosum*, *Achillea ptarmica*. Д.в. класса *Molinio*–*Arrhenatheretea* – *Vicia cracca*, *Rhinanthus minor*, *Achillea millefolium*. Д.в. порядка *Molinietalia* – *Coronaria flos-cuculi*, *Filipendula ulmaria*. Д.в. союза *Geum rivale*, *Myosotis palustris*. Д.в. союза *Cynosurion* – *Trifolium repens*. Д.в. союза *Agropyro*–*Rumicion* *crispi* – *Ranunculus repens*, *Potentilla anserina*, *Leontodon autumnalis*. Д.в. союза *Magnocaricion* – *Poa palustris*. Прочие виды – *Prunella vulgaris*, *Rumex thyrsoiflorus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Veronica chamaedrys*, *Ranunculus auricomus*, *Inula britannica*, *Agrostis tenuis*, *Stellaria graminea*, *Rumex acetosella*. Общее проективное покрытие – 70%. Количество видов 20–25. Места описаний: плоская гряда левобережной центральной поймы, широкая плоская гряда правобережной центральной поймы. Почвы: дерново-глееватая, супесчаная.

Асс. *Poo pratensis*–*Agrostietum caninae*. Д.в. асс. *Agrostis canina*, *Poa pratensis*. Д.в. класса *Sedo*–*Scleranthetea*–*Potentilla argentea*, *Rumex acetosella*, *Sedum acre*. Д.в. класса *Phleum pretense*, *Rhinanthus vernalis*. Д.в. порядка *Molinietalia* *Deschampsia cespitosa*, *Vicia cracca*. Д.в. союза *Molinion* – *Allium angulosum*. Д.в. союза *Magnocaricion* – *Poa palustris*. Прочие виды: *Rumex thyrsoiflorus*, *Inula britannica*, *Juncus atratus*, *Gratiolla officinalis*, *Sedum purpureum*. Общее проективное покрытие 75%. Количество видов 15–18. Места описаний: плоская равнина левобережной прирусловой поймы, плоская гряда левобережной центральной поймы, склон гряды левобережной центральной поймы. Почвы: дерновая, слабо-развитая, супесчаная, дерновая, слабоподзоленная, супесчаная.

Рассматривая результаты агрохимического анализа почв поймы р. Ипуть Добрушского района можно отметить, что почвы, в основном, кислые и слабокислые, бедны подвижными соединениями калия и фосфора. Наибольшим содержанием органического вещества отличались почвы ассоциаций *Caricetum gracilis* и *Poo palustris*–*Alopecuretum pratensis*, а минимальное количество было в почве ассоциации *Poo*–*Festucetum pratensis* (табл. 2).

Таблица 2

Агрохимическая характеристика почв луговых экосистем поймы р. Ипуть Добрушского района

Номер объекта, название ассоциации	Определяемые показатели			
	pH _{KCl}	калий (подвижный), мг/кг	фосфор (подвижный), мг/кг	органическое в-во, %
1, <i>Caricetum gracilis</i>	4,43	42,0	33,0	72,0
2, <i>Poo palustris</i> – <i>Alopecuretum pratensis</i>	4,10	38,0	13,0	6,23
3, <i>Poo</i> – <i>Festucetum pratensis</i>	4,75	46,0	40,0	1,34
4, <i>Poo pratensis</i> – <i>Agrostietum caninae</i>	5,18	30,0	78,0	3,90

Содержание радиоцезия в почве луговых экосистем в пойме р. Ипуть Добрушского района варьировало от 1180 Бк/кг в почве ассоциации *Caricetum gracilis* до 820 Бк/кг в почве ассоциации *Poo palustris–Alopecuretum pratensis*, промежуточное положение занимали ассоциации *Poo–Festucetum pratensis* – 1015 Бк/кг и *Poo pratensis–Agrostietum caninae* – 980 Бк/кг. В пересчете на плотность загрязнения анализируемые параметры составили 213–307 Бк/кг или 6–8 Ки/км². Предельная плотность загрязнения сельскохозяйственных угодий лимитируется показателем 10 Ки/км². Следовательно, анализируемые почвы являются пригодными для заготовки кормов по данному показателю.

Анализ удельной активности цезия-137 в надземной фитомассе луговых экосистем в пойме р. Ипуть Добрушского района показал (табл. 3), что наибольшая удельная активность отмечена в ассоциации *Caricetum gracilis*, наименьшая удельная активность наблюдалась в ассоциации *Poo palustris–Alopecuretum pratensis*, что в 2,7 раза меньше, чем в ассоциации *Caricetum gracilis*, в ассоциации *Poo palustris–Alopecuretum pratensis* удельная активность была в 2,4 раза, в ассоциации *Poo–Festucetum pratensis* в 2 раза меньше, чем в ассоциации *Caricetum gracilis*. Наибольший коэффициент накопления (КН) также наблюдался в ассоциации *Caricetum gracilis*. В двух ассоциациях *Poo palustris–Alopecuretum pratensis* и *Poo–Festucetum pratensis* разница между КН оказалась незначительной. Минимальный КН отмечался в ассоциации *Poo pratensis–Agrostietum caninae*.

Таблица 3

Удельная активность ¹³⁷Cs и КН в надземной фитомассе луговых экосистем в пойме р. Ипуть Добрушского района

№ объекта	Название ассоциации	¹³⁷ Cs	
		удельная активность ¹³⁷ Cs, Бк/кг	КН ¹³⁷ Cs загрязнения, Бк/кг/Бк/кг
1	<i>Caricetum gracilis</i>	828,0±74,5	0,70
2	<i>Poo palustris–Alopecuretum pratensis</i>	342,0±41,4	0,42
3	<i>Poo–Festucetum pratensis</i>	421,0±50,5	0,40
4	<i>Poo pratensis–Agrostietum caninae</i>	309,0±37,1	0,33

В наших исследованиях выявлены определенные закономерности по концентрации тяжелых металлов в почве поймы р. Ипуть Добрушского района (табл. 4). По среднему содержанию элементов можно построить следующий убывающий ряд слева направо: Fe, Mn, Zn, Pb, Cu, Cr, Co, Ni, Cd. В этом ряду по абсолютному содержанию выделяется железо. Но его количество в почве не нормируется. Соотношение между железом и марганцем 16:1.

По всем остальным тяжелым металлам предусмотрена ПДК. В наших исследованиях не установлено превышение ПДК. Повышенное количество тяжелых металлов, за исключением Co, Cd и Ni, выявлено в почве под ассоциациями *Caricetum gracili* и *Poo palustris–Alopecuretum pratensis*. В почве под ассоциациями *Poo–Festucetum pratensis* и *Poo pratensis–Agrostietum caninae* содержание тяжелых металлов было меньше средних значений.

Амплитуда колебаний содержания тяжелых металлов составляла от 10 до 17 для марганца и железа, и от 1 до 4 для остальных элементов. Безусловно, чем больше элемента в почве, тем больше и варьирование.

Таблица 4

Содержание тяжелых металлов в почвах луговых экосистем в пойме р. Ипуть Добрушского района

Название ассоциации	Определяемые показатели, абс.-сух. сост., мг/кг									
	Fe	Cu	Zn	Co	Mn	Pb	Cd	Ni	Cr	Всего
<i>Caricetum gracilis</i>	1125,0	2,65	2,44	<0,25	60,8	5,12	<0,07	<0,20	0,48	1197,0
<i>Poo palustris–Alopecuretum pratensis</i>	970,0	1,52	1,98	<0,25	52,7	1,18	<0,07	<0,20	0,36	1828,3
<i>Poo–Festucetum pratensis</i>	86,0	0,95	1,14	<0,25	31,2	0,66	<0,07	<0,20	0,40	120,9

Окончание табл. 4

Название ассоциации	Определяемые показатели, абс.-сух. сост., мг/кг									
	Fe	Cu	Zn	Co	Mn	Pb	Cd	Ni	Cr	Всего
<i>Poo pratensis–Agrostietum caninae</i>	70,0	0,67	0,88	<0,25	28,6	0,52	<0,07	<0,20	0,28	101,5
Максимум	1165,0	2,65	2,44	<0,25	60,8	5,12	<0,07	<0,20	0,48	–
Минимум	70,0	0,67	0,88	<0,25	28,6	0,52	<0,07	<0,20	0,28	–
Среднее	683,2	1,36	1,74	<0,25	42,6	1,69	<0,07	<0,20	0,37	–
ПДК	–	3,0	37,0	20,0	1500	25,0	0,4	4,0	6,0	–

Содержание тяжелых металлов в надземной фитомассе ассоциаций существенно отличается. Прежде всего, необходимо отметить, что не выявлены различия по содержанию Co, Ni, Cr, Cd, Pb в фитомассе по ассоциациям. Исследованиями выявлено повышенное, по сравнению со средними значениями, накопление железа, марганца, цинка и меди. Относительно меньшее накопление тяжелых металлов установлено для ассоциаций *Caricetum gracilis* и *Poo pratensis–Agrostietum caninae* (табл. 5).

Таблица 5

Содержание тяжелых металлов в надземной фитомассе луговых экосистем в пойме р. Ипуть Добрушского района

Название ассоциации	Определяемые показатели, абс.-сух. сост., мг/кг									
	Fe	Cu	Zn	Co	Mn	Pb	Cd	Ni	Cr	Всего
<i>Caricetum gracilis</i>	56,12	3,97	14,7	<0,25	107,8	<0,06	<0,07	<0,20	<0,16	183,3
<i>Poo palustris–Alopecuretum pratensis</i>	104,8	5,02	27,2	<0,25	134,7	<0,06	<0,07	<0,20	<0,16	272,5
<i>Poo–Festucetum pratensis</i>	75,2	4,48	30,9	<0,25	196,2	<0,06	<0,07	<0,20	<0,16	307,5
<i>Poo pratensis–Agrostietum caninae</i>	58,1	2,90	26,8	<0,25	98,6	<0,06	<0,07	<0,20	<0,16	187,1
Максимум	104,8	5,02	30,9	<0,25	196,2	<0,06	<0,07	<0,20	<0,16	–
Минимум	58,1	2,90	14,7	<0,25	98,6	<0,06	<0,07	<0,20	<0,16	–
Среднее	73,5	4,09	24,9	<0,25	134,3	<0,06	<0,07	<0,20	<0,16	–

Содержание тяжелых металлов в надземной фитомассе луговых экосистем составило 0,06–104,8 мг/кг.

Сравнение убывающих рядов по содержанию тяжелых металлов приведено в табл. 6. Из девяти элементов лишь совпадают 3 элемента: железо, марганец и цинк. Это элементы, находящиеся в большем количестве в почве. Их содержание в почве 1,7–683,2 и в растениях 24,9–73,5 мг/кг.

Таблица 6

Среднее содержание тяжелых металлов в почвенно-растительном покрове пойменного луга р. Ипуть Добрушского района

Объект	Определяемые элементы, в абс.-сух. сост., мг/кг									
	Fe	Mn	Zn	Cu	Co	Ni	Cr	Cd	Pb	
Фитомасса	Fe	Mn	Zn	Cu	Co	Ni	Cr	Cd	Pb	
	73,5	134,3	24,9	4,09	<0,25	<0,20	<0,16	<0,07	<0,06	
Почва	Fe	Mn	Zn	Pb	Cu	Cr	Co	Ni	Cd	
	683,2	42,6	1,74	1,69	1,36	0,37	<0,25	<0,20	<0,07	

Коэффициенты накопления варьируют в пределах 0,04–14,3 (табл. 7). Наибольшие значения выявлены для цинка, марганца и меди. Остальные металлы имеют показатели гораздо ниже. Минимальный коэффициент выведен для свинца.

Таблица 7

Коэффициенты накопления тяжелых металлов надземной фитомассой пойменного луга р. Ипуть Добрушского района

Объекты	Zn	Mn	Cu	Co	Ni	Cd	Cr	Fe	Pb
Фитомасса	24,9	134,3	4,09	0,25	0,2	0,07	0,16	73,5	0,06
Почва	1,74	42,6	1,36	0,25	0,2	0,07	0,37	683,2	1,69
КН	14,3	3,2	3,0	1,0	1,0	1,0	0,4	0,1	0,04

Анализ урожайности изучаемых луговых экосистем в пойме р. Ипуть Добрушского района (табл. 8) показал, что в связи с засушливыми условиями в первой половине мая отмечалась невысокая урожайность травостоя. Наибольшая урожайность зафиксирована в ассоциации *Caricetum gracilis*, а минимальная – в ассоциации *Poo pratensis–Agrostietum caninae*. Промежуточное положение занимали ассоциации *Poo–Festucetum pratensis* и *Poo palustris–Alopecuretum pratensis*.

Таблица 8

Урожайность изучаемых луговых экосистем в пойме р. Ипуть Добрушского района

№ объекта	Название ассоциации	Урожайность, в ц/га сух. мас.
1	<i>Caricetum gracilis</i>	28±1,4
2	<i>Poo palustris–Alopecuretum pratensis</i>	26±1,3
3	<i>Poo–Festucetum pratensis</i>	22±1,1
4	<i>Poo pratensis–Agrostietum caninae</i>	18±0,09

Самая высокая урожайность наблюдалась в ассоциации *Caricetum gracilis*, в остальных трех ассоциациях разница в урожайности была незначительной (табл. 8).

В целом можно отметить, что в настоящее время в связи с уменьшением количества разливов и их продолжительности, а также отсутствием антропогенного фактора происходит существенное изменение травостоя заливных лугов.

Одним из видов грубых кормов является сено. Это воздушно-сухой корм с содержанием воды не выше 17%. Вода в кормах содержится в свободном и связанном виде. Содержание сухого вещества 81–83%. Первоначальным анализом является определение содержания воды и сухого вещества. Сухое вещество условно разделяют на органическое вещество и минеральное вещество.

Органическое вещество делят на 3 группы – азотсодержащие, биологически активные и безазотистые вещества. В этих группах определяют сырой протеин, сырую клетчатку, сырой жир и безазотистые экстрактивные вещества. В минеральных веществах определяют макроэлементы и микроэлементы. Это и есть схема зоотехнического анализа. Сырой протеин – это все азотсодержащие вещества корма. Его содержание 7–9%.

Сырая клетчатка – основная часть оболочек растительных клеток, состоящая из целлюлозы и гемицеллюлоз. При переваривании пищи сырая клетчатка помогает разрыхлению корма, делает его более доступным пищеварительным сокам.

По количеству клетчатки корма резко различаются. Больше всего ее в соломе – 36–42%, в сене – 20–30%. Мало клетчатки в зерне и очень мало в корнеклубнеплодах – от 0,4% до 2%. В молодых растениях клетчатки меньше, чем в старых. Чем больше клетчатки в корме, тем ниже его питательность. Это связано с тем, что клетчатка переваривается хуже, чем другие питательные вещества. Группа БЭВ состоит из легкоперевариваемых углеводов – крахмала, простых сахаров, органических кислот.

Неорганическое вещество представлено минеральными элементами – макро- (Ca, P, Mg, K, Na, S и Cl) и микроэлементами (Fe, Mn, Zn, Cu, Co, J, Se).

В зоотехнической практике в кормах определяют сырой протеин, сырой жир, сырую клетчатку, БЭВ, сырую золу, основные минеральные макро- и микроэлементы, витамины, нитраты и нитриты.

В соответствии с целью и задачами исследований были отобраны пробы травостоя с пойменных лугов Добрушского района.

Результаты зоотехнического анализа травяных кормов пойменного луга р. Ипуть Добрушского района приведены в табл. 9. Содержание сухого вещества в воздушно-сухих образцах травостоя немногим более 77%. Это означает, что содержание воды составляет около 23%, такое сено не соответствует нормативам и хранится хуже, чем при стандартной влажности 17%. Различий по образцам практически нет.

Таблица 9

Результаты зоотехнического анализа травяных кормов
пойменного луга р. Ипуть Добрушского района

Номер объекта, название ассоциации	Определяемые показатели, абс.-сух. вещ-во, %										Обменная энергия, М/Дж/кг
	сухое в-о	Ca	K	P	сырая клет- чатка	сырой жир	сырой про- теин	сырая зола	перевари- ваемый протеин	КЕ	
1, <i>Caricetum gracilis</i>	77,12	0,22	2,98	0,34	33,90	3,15	16,28	6,28	11,45	0,60	8,65
2, <i>Poo palustris– Alopecuretum pratensis</i>	77,18	0,45	2,25	0,29	34,10	2,06	15,93	8,20	10,81	0,57	8,41
3, <i>Poo pratensis– Agrostietum caninae</i>											
4, <i>Poo–Festucetum pratensis</i>	77,07	0,38	2,13	0,40	35,10	3,12	27,51	11,90	20,57	0,55	8,27

Различия по содержанию макроэлементов – фосфора, кальция и калия – составляли 1,4–2,0 раза.

Оптимальное содержание сырой клетчатки находится в пределах 20–30%. В проанализированных пробах этот параметр составил 33,9–35,1%.

По общепринятым показателям содержание сырого протеина в естественных травостоях в зависимости от классности от 11% до 7%. По данному показателю существенно выделяется травостой ассоциации *Poo–Festucetum pratensis*. Превышение по сравнению с другими образцами составило 1,7 раза. Содержание сырого протеина в других образцах превышало нормативные значения данного показателя.

Показатель перевариваемого протеина был получен расчетным путем на основании сырого протеина. В связи с этим имеет место такая же закономерность по содержанию и по ассоциациям, как и для сырого протеина.

По общепринятым показателям количество кормовых единиц составляет в зависимости от классности сена КЕ 0,64–0,5. Результаты анализа свидетельствуют о том, что по данному показателю сено можно отнести ко 2 классу. По данному показателю доминирует ассоциация *Caricetum gracilis*. Имеют место различия по количеству кормовых единиц по ассоциациям.

Обменная энергия в данном корме нормируется показателями 7,9–8,9 МДж/кг. Поскольку это расчетный параметр, то и зависимости будут аналогично содержанию кормовых единиц.

Заключение. Почвы изучаемых объектов, в основном, кислые, слабокислые, бедные подвижными соединениями калия и фосфора. Удельная активность цезия-137 в почве варьировала в пределах 820–1188 Бк/кг.

Наибольшая удельная активность цезия-137 в фитомассе луговых экосистем отмечена в ассоциации *Caricetum gracilis* (828 Бк/кг), а наименьшая – в ассоциации *Poo pratensis–Agrostietum caninae* (309 Бк/кг).

Выявлены определенные закономерности по концентрации тяжелых металлов в почве. По среднему содержанию элементов можно построить следующий убывающий ряд слева направо: Fe, Mn, Zn, Pb, Cu, Cr, Co, Ni, Cd. В наших исследованиях не установлено превышения в почве предельно допустимой концентрации.

Содержание Co, Ni, Cr, Cd и Pb в надземной фитомассе луговых ассоциаций практически между собой не отличалось. Содержание тяжелых металлов в надземной фитомассе луговых экосистем колебалось от 0,06 мг/кг до 104,8 мг/кг.

Наибольшая урожайность изучаемых луговых экосистем отмечена в ассоциации *Caricetum gracilis* – 28 ц/га сухой массы, а минимальная – в ассоциации *Poo pratensis–Agrostietum caninae* – 18 ц/га сухой массы.

Питательность травяного корма луговых экосистем пойменного луга р. Ипуть варьировала от 0,5 до 0,64 кормовых единиц.

Полученные результаты могут быть использованы в сельскохозяйственном производстве, а также при мониторинге луговых экосистем в поймах рек Белорусского Полесья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Braun-Blanquet, J. Pflanzensociologie / J. Braun-Blanquet. – Wien–New York: Springer–Verlag, 1964. – 865 s.
2. Сено: ГОСТ 4808-87. – Введ. 01.05.1988. Разработан и внесен Госагропромом СССР: утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24.09.87 № 3646. – М., 1988. – 6 с.
3. Корма растительные. Методы определения: ГОСТ 27548-97. Внесен Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 01.01.2005. – Минск, 1997. – 6 с.
4. Корма. Комбикорма. Комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина: ГОСТ 13496.4-93. – Введ. 01.01.1995. Разработан и внесен Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 21.10.1993. – М., 1995. – 16 с.
5. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки: ГОСТ 13496.2-91. – Введ. 01.07.1992. Утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 28.06.91 № 1183. – М., 1992. – 6 с.
6. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы: ГОСТ 26226-95. – Введ. 01.01.1997. Разработан и внесен Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации от 12.10.1995. – Минск, 1995. – 4 с.
7. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора: ГОСТ 26657-97. – Введ. 01.01.1999. Разработан и внесен Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск, 1999. – 10 с.
8. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырого жира: ГОСТ 13496.15-97. – Введ. 01.01.1999. – М.: Стандартиформ, 2011. – 12 с.
9. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция: ГОСТ 26570-95. – Введ. 01.01.1997. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. – 14 с.
10. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения калия: ГОСТ 30504-97. – Введ. 01.01.1999. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2000. – 8 с.
11. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В.И. Парфенова. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
12. Рекомендации по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2011–2015 гг. / В.С. Аверин [и др.]; под общ. ред. д-ра биол. наук В.С. Аверина. – Гомель: Полеспечат, 2013. – 95 с.

REFERENCES

1. Braun-Blanquet, J. Pflanzensociologie / J. Braun-Blanquet. – Wien–New York: Springer–Verlag, 1964. – 865 s.
2. Seno: Gost 4808-87 Vved. 01.05.1988 Razrabotan i vnesen Gosagropromom SSSR, Utverzhdn i vveden v deistviye Postanovleniyem Gosudarstvennogo komiteta SSSR po standartam ot 09.24.87 [HAY: State Standard 4808-87. Adopted: 05/01/1988. Approved and Introduced by the State Agro-Industry of the USSR: Approved and Introduced by the Resolution of the USSR State Committee for Standards of 09.24.87 N 3646], M., 1988, 6 p.
3. Korma rastitelniye Metody opredeleniya: GOST 27548-97 Vnesen Mezhdnarnodnym sovetom po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii ot 01.01.2005 [Fodder Vegetation. Identification Methods: State Standard 27548-97. Introduced by the Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification on 01.01.2005], Minsk, 1997, 6 p.
4. Korma. Kombikorma. Kombikormovoye syrye. Metody opredeleniya soderzhaniya azota i syrogo proteina GOST 13496.4-93. Vved. 01.01.1995 Razrabotan i vnesen Mezhdnarnodnym sovetom po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii ot 10.21.1993 [Fodder. Combined Fodder. Combined Fodder Raw Materials. Identification Methods of Nitrogen and Crude Protein: State Standard 13496.4-93. Introduced 01.01.1995 Developed and Introduced by the Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification on 20.10.1993], M., 1995, 16 p.
5. Korma. Kombikorma. Kombikormovoye syrye. Metod opredeleniya syroi kletchatki GOST 13496.2-91. Vved. 07/01/1992. Utverzhdn i vveden v deistviye Postanovleniyem Gosudarstvennogo komiteta SSSR po upravleniyu kachestvom produktsii i standartyam ot 28.06.91 N 1183 [Fodder. Combined Fodder. Combined Fodder Raw Materials. Identification Method of Crude Cellulose, State Standard 13496.2-91. Introduced 01.07.1992 Approved and Introduced by the Resolution of the USSR State Committee for Product Quality and Standards Management of June 28, 91 N 1183], M., 1992, 6 p.
6. Korma. Kombikorma. Kombikormovoye syrye Metody opredeleniya syroi zoli GOST 26226-95 Vved. 01/01/1997 Razrabotan i vnesen Mezhdnarnodnym sovetom po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii ot 10/12/1995 [Fodder. Combined Fodder. Combined Fodder Raw Materials. Methods for the Identification of Crude Ash: State Standard 26226-95. Introduced 01/01/1997. Developed and Introduced by the Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification of 10/12/1995. – Minsk, 1995, 4 p.
7. Korma. Kombikorma. Kombikormovoye syrye. Metody opredeleniya soderzhaniya fosfora GOST 26657-97. Vved. 01/01/1999. Razrabotan i vnesen Mezhdnarnodnym sovetom po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii [Fodder. Combined Fodder. Combined Fodder Raw Materials. Methods for the Identification of phosphorus content: State Standard. 26657-97. Introduced 01/01/1999. Developed and Introduced by the Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification], Minsk, 1999, 10 p.
8. Korma. Kombikorma. Kombikormovoye syrye. Metody opredeleniya syrogo zhira GOST 13496.15-97. Vved. 01/01/1999 [Fodder. Combined Fodder. Combined Fodder Raw Materials Methods for the Identification of Crude Fat: State Standard 13496.15-97. Introduced 01/01/1999], Moscow: Standartinform, 2011, 12 p.
9. Korma. Kombikorma. Kombikormovoye syrye Metodi opredeleniya kaltsiya GOST 26570-95 GOST 26570-9. Vved, 01/01/1997. [Fodder. Combined Fodder. Combined Fodder Raw Materials Calcium Identification Methods: State Standard 26570-95. Introduced 01/01/1997], Minsk: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification, 2003, 14 p.
10. Korma. Kombikorma. Kombikormovoye syrye. Plamenno-fotometricheski metod opredeleniya kaliya GOST 30504-97. Vved. 01/01/1999 [Fodder. Combined Fodder. Combined Fodder Raw Materials Flame Photometric Method for the Identification of Potassium: State Standard 30504-97. Introduced 01/01/1999], Minsk: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification, 2000, 8 p.
11. Parfenova V.I. Opredelitel vysshikh rastenii Belarusi [Guide to Higher Plants of Belarus], Minsk: Design PRO, 1999, 472 p.
12. Averin V.S. Rekomendatsii po vedeniyu agropromyshlennogo proizvodstva v usloviyakh radioaktivnogo zagrazneniya zemel Respubliki Belarus na 2011–2015 gg. [Guidelines on Agricultural Production in the Conditions of Radioactive Contamination of Lands of the Republic of Belarus for 2011–2015], Gomel: Polespechat, 2013, 95 p.

Поступила в редакцию 06.09.2019

Адрес для корреспонденции: e-mail: dajneko@gsu.by – Дайнеко Н.М.