УДК: 504.5

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ И ТРАВЯНЫХ КОРМОВ ЛУГОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ДОБРУШСКОГО РАЙОНА

EVALUATION OF TECHNOGENIC POLLUTION OF SOILS AND GRASS FODDER FROM MEADOW ECOSYSTEMS IN DOBRUSH DISTRICT

©Дайнеко Н. М.
канд. биол. наук, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь, Dajneko@gsu.by
©Daineko N.
Ph.D., Skorina Gomel State University, Gomel, Belarus, Dajneko@gsu.by
©Тимофеев С. Ф.
канд. сел.–хоз. наук, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, г. Гомель, Беларусь, sertimo@mail.ru
©Timofeev S.
Ph.D., Skorina Gomel State University Gomel, Belarus, sertimo@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрена агрохимическая и радиологическая оценка почв четырех луговых экосистем поймы р. Ипуть Добрушского района, а также накопление травяными кормами тяжелых металлов, цезия-137 и стронция-90.

Использовались следующие виды методов: флористический, геоботанический, агрохимический, радиологический.

Почвы изучаемых объектов относятся к сильнокислым и кислым, являются низкообеспеченными подвижными соединениями фосфора и калия, отличаются низким содержанием органического вещества. Наибольшей удельной активностью по цезию-137 отличались почвы ассоциации *Caricetum gracilis*, а также ассоциации *Poo–Festucetum pratensis*. Максимальная удельная активность стронция-90 отмечена также в четвертом объекте ассоциации *Caricetum gracilis*. Наибольшее содержание железа было в ассоциации *Calamagrostietum epigeii*, накопление меди, цинка, кобальта, марганца, свинца, кадмия и хрома было гораздо ниже ПДК. Только в ассоциации *Caricetum gracilis* наблюдалось некоторое превышение ПДК по никелю. Анализ удельной активности травяных кормов по цезию-137 выявил, что травяной корм двух ассоциаций *Caricetum gracilis* и *Poo–Festucetum pratensis* превышал допустимый уровень 1300 Бк/кг, и этот корм не использовать для получения цельного молока. Удельная активность травяных кормов по стронцию-90 во всех ассоциациях не превышала допустимый уровень 260 Бк/кг, и этот корм можно без ограничений использовать для кормления сельскохозяйственных животных.

Abstract. The paper considers the agrochemical and radiological evaluation of soil of four floodplain meadow ecosystems of the Iput river in Dobrush district as well as the accumulation of heavy metals, cesium-137 and strontium-90 by grass fodder.

Methods: floral, geobotanical, agrochemical, zootechnical, radiological.

The studied soils are strongly acidic and acidic, have low content of mobile phosphorus and potassium as well as organic matter. Soils with *Caricetum gracilis* and *Poo–Festucetum pratensis* plant associations revealed the highest specific activity of cesium-137. The maximum specific activity of strontium-90 was revealed in the fourth object, i. e. *Caricetum gracilis* association. *Calamagrostietum epigeii* association is characterized by having the highest iron content while the

accumulation of copper, zinc, cobalt, manganese, lead, cadmium and chromium were much lower than the threshold limits. Caricetum gracilis was the only association with exceeding the threshold limits by nickel. Analysis of the specific activity for cesium-137 revealed the herbal fodder from *Caricetum gracilis* and *Poo–Festucetum pratensis* associations exceeded the threshold limit of 1300 Bq/kg, and therefore can not be used for whole milk production. The specific activity of grass fodder for strontium-90 did not exceed the permissible level of 260 Bq/kg in all the associations, and this fodder can be freely used for feeding livestock.

Ключевые слова: луговые экосистемы, агрохимический состав, цезий-137, стронций-90.

Keywords: grassland ecosystems, agrochemical composition, cesium-137, strontium-90.

Естественные луга составляли в Гомельской области около 25% от кормовых угодий и 10,3% от всех с/х угодий (загрязненных пойменных лугов в республике насчитывается 250 тыс. га) [1, 2]. Пойменные луга представляют наибольший интерес из-за широкого ботанического состава травостоя и наиболее сбалансированных кормов по количеству аминокислот и витаминов.

При изучении накопления радионуклидов в травостое недостаточно исследовать только почвенные характеристики. Установлено, что коэффициенты перехода радионуклидов в травы также зависят от ботанического состава. Доказано, что видовые различия накопления радионуклидов могут отличаться до 40 раз [2]. В природной обстановке растения произрастают не изолированно, а находятся в определенных растительных сообществах (фитоценозах), где они приспосабливаются к данному местообитанию (среде), а также одно к другому [3]. На территории Гомельской области Сапегин Л. М. описывает 12 типов луговых сообществ [3–6]. В Беларуси (по классификации Степановича Я. М.) насчитывается 71 тип луговых растительных сообществ (ассоциаций) [7].

Многолетние травы естественных сенокосно–пастбищных угодий отличаются наибольшей способностью аккумулировать ^{137}Cs и ^{90}Sr. Осоково–разнотравные и, особенно, осоковые фитоценозы, приуроченные к постоянно переувлажненным дерновым и торфяно–болотным типам почв, накапливают ^{137}Cs в 5–100 раз больше, чем злаковые фитоценозы [8–10].

В отличие от пашни, на сенокосно–пастбищных угодьях выпавшие радионуклиды сосредоточены в дернине, откуда они сравнительно медленно мигрируют в почву. Накопление радионуклидов луговыми растениями из дернины и почвы намного превосходит поглощение их полевыми культурами [11], поэтому разработка наиболее эффективных способов использования сенокосов и пастбищ в зоне радиоактивного загрязнения является одной из наиболее важных задач сельскохозяйственной радиологии.

Основные физико–химические свойства почв, влияющие на подвижность и доступность как ^{137}Cs, так и ^{90}Sr, можно расположить по возрастающей значимости в следующей последовательности: влажность, содержание обменных K, Ca, Mg, емкость катионного обмена, содержание органического вещества, pH, степень насыщенности основаниями [12, 13].

Исследования разных авторов показывают, что чем больше содержание подвижного калия, подвижного фосфора, обменного магния в верхнем почвенном горизонте, тем менее ^{137}Cs накапливают растения. В засушливые годы удельная активность и запас ^{137}Cs в травостое снижается в 1,5–1,7 раза, по сравнению с более влажными [14]. В зависимости от видовых особенностей травянистые растения также могут по-разному накапливать радионуклиды [15–16].

Материалы и методы исследований

Объектами исследований были луговые экосистемы поймы р. Ипуть. Ниже дается характеристика этих объектов.

Объект 1. Сглаженная грива правобережной поймы р. Ипуть. Аспект травостоя пепельно–серый от соцветий полевицы обыкновенной. Проективное покрытие 70–90%, высота травостоя 90–100 (110) см. По эколого–флористической классификации луговая экосистема относится к ассоциации *Agrostietum vulgaris* Domin 1926, союзу *Cynosurion cristatu* R. Tx. 1947, порядку *Arrhenatheretea* Pawl.1928, классу *Molinio–Arrhenatheretea* Tx. 1937.

Объект 2. Пониженная равнина 15 м × 40 м. Травостой сообщества серо–зеленый от соцветий содоминантных видов овсяницы луговой (*Festuca pratensis*) и мятлика лугового (*Poa pratensis*). Проективное покрытие 80 %, высота травостоя 60–70 (90) см. По эколого–флористической классификации луговая экосистема относится к ассоциации *Poo–Festucetum pratensis* Sapegin 1986, союзу *Festucion pratensis* Sipaylova, Mirkin, Shelyag et V. Solomakha 1985, порядку *Arrhenatheretea* Pawl.1928, классу *Molinio–Arrhenatheretea* Tx. 1937.

Объект 3. Плоская пониженная равнина прирусловой части правобережной поймы р. Ипуть. Аспект травостоя пепельно–зеленый. Проективное покрытие 90–95%. Высота травостоя 90 (110) см. По эколого–флористической классификации луговая экосистема относится к ассоциации *Calamagrostietum epigeii* — Sapegin 1986 var. *Poa pratensis*, союзу *Agrostio vinealis* Sipaylova et al. 1985, порядку *Galietalia very* Mirk. et Naum. 1986, классу *Molinio–Arrhenatheretea* Tx. 1937.

Объект 4. Пониженная равнина в притеррасной части поймы р. Ипуть. Доминантом травостоя является осока острая (*Carex acuta*). Проективное покрытие 100 %, высота травостоя 90–110 см. Почва перегнойно–глеевая. По эколого–флористической классификации луговая экосистема относится к ассоциации *Caricetum gracilis*, союзу *Magnocaricion* elatae Koch 1926, порядку *Magnocaricetalia* Pignatti 1953, классу *Phragmiti — Magnocaricetea*.

Флористический состав изучали по методу А. А. Корчагина [17] одновременно с геоботаническим описанием травостоев луговых экосистем [18–23]. Латинские названия видов высших растений даны по определителю [24].

Классификацию растительности луговых экосистем выполняли в соответствии с принципами и методами эколого–флористической классификации Браун–Бланке [22, 23, 25–31]. При этом использовали индуктивно–дедуктивный подход и определитель Matuszkiewicz W. [26]. При анализе синтаксонов [32–35] применяли метод градиентного анализа [36].

Результаты исследований и их обсуждение

Агрохимическая характеристика почв изучаемых объектов (Таблица 1) показала, что почвы в основном относятся к сильнокислым и кислым. По обеспеченности подвижными соединениями фосфора и калия почвы являются низкообеспеченными, отличаются низким содержанием органического вещества, за исключением луговой экосистемы *Caricetum gracilis*.

Анализ удельной активности почв луговых экосистем в пойме р. Ипуть Добрушского района по цезию-137 (таблица 2) показал, что наибольшая удельная активность почв отмечена в четвертом объекте, также относительно высокая активность во втором объекте. Близкие значения наблюдались в первом и третьем объектах. Аналогичные закономерности характерны и для плотности загрязнения почвы ^{137}Cs кБк/м^2.

Таблица 1.

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ЛУГОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОЙМЫ Р. ИПУТЬ ДОБРУШСКОГО РАЙОНА

Номер объекта, название ассоциации	*Определяемые показатели*			
	pH_{KCl}	*калий (подвижн.), мг/кг*	*фосфор (подвижн.), мг/кг*	*органическое в–во, %*
Объект 1. *Agrostietum vulgaris*	4,78	26	67	1,19
Объект 2. *Poo–Festucetum pratensis*	4,33	31	49	1,22
Объект 3. *Calamagrostietum epigeii*	4,62	29	78	1,13
Объект 4. *Caricetum gracilis*	5,32	127	134	50,9

Анализ удельной активности почв луговых экосистем в пойме р. Ипуть Добрушского района по цезию-137 (Таблица 2) показал, что наибольшая удельная активность почв отмечена в четвертом объекте, также относительно высокая активность во втором объекте. Близкие значения наблюдались в первом и третьем объектах. Аналогичные закономерности характерны и для плотности загрязнения почвы ^{137}Cs кБк/м^2.

Таблица 2.

УДЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ И ПЛОТНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ЦЕЗИЕМ-137 И СТРОНЦИЕМ-90 ИЗУЧАЕМЫХ ЛУГОВЫХ ЭКОСИСТЕМ В ПОЙМЕ Р. ИПУТЬ ДОБРУШСКОГО РАЙОНА В 2016 Г.

№ объекта	*Название ассоциации*	*^{137}Cs*		*^{90}Sr*	
		удельная активность, Бк/кг	*плотность загрязнения, кБк/м^2*	*удельная активность, Бк/кг*	*плотность загрязнения, кБк/м^2*
1	*Agrostietum vulgaris*	1046 ± 131	251,7	1,6 ± 0,4	0,38
2	*Poo–Festucetum pratensis*	1920 ± 239	462,1	4,9 ± 1,2	1,18
3	*Calamagrostietum epigeii*	1132 ± 142	272,4	8,8 ± 1,8	2,11
4	*Caricetum gracilis*	2383 ± 297	573,5	37,4 ± 5,6	8,98

Максимальная удельная активность Бк/кг по стронцию-90 (Таблица 2) отмечена в четвертом объекте ассоциации *Caricetum gracilis*, в третьем объекте эта величина оказалась в 4,25 раза меньше, чем в четвертом. Наименьшая удельная активность стронция-90 наблюдалась в первом объекте, что в 23,3 раза меньше, чем в четвертом. Таким образом, видно, что по цезию-137 разница в удельной активности между максимальной и минимальной величиной составила 2,3 раза, а по стронцию — до 23,3 раз.

Кроме макроэлементов в почве лимитируется содержание тяжелых металлов. К ним относят железо, медь, цинк, кобальт, марганец, свинец, кадмий, никель, хром. Необходимо отметить, что количество тяжелых металлов лимитируется величинами ПДК или ОДК, некоторые тяжелые металлы вообще не лимитируются. Особое место среди тяжелых металлов занимает железо.

Содержание железа в почве не лимитируется ПДК или ОДК. Не предусмотрено разделение на классы опасности, вредность также не определена. Количество железа, которое может усвоить растение, всегда ниже общего содержания железа в почве. Дефицит железа может стимулировать хлороз, который проявляется на молодых листьях из-за малоподвижности железа в растении. Избыток железа приводит к прекращению роста корневой системы и всего растения. Листья при этом принимают более темный оттенок. Если же в силу каких-либо причин избыток железа оказался очень сильным, то листья начинают отмирать и осыпаться без всяких видимых изменений. При избытке железа

(особенно в кислых почвах) затрудняется усвоение марганца, цинка, меди, молибдена и фосфора, поэтому могут проявляться и признаки недостатка этих элементов.

В почвах подзолистого типа с высоким содержанием железа при его взаимодействии с серой образуется сернистое железо, которое негативно влияет на микрофлору почв (бактерии и др.), что приводит к потере плодородия почв. Однако даже на бедных железом почвах его абсолютного дефицита для растений не отмечается. Наблюдается недостаток только легкорастворимых форм [37].

Содержание железа наибольшим было в ассоциации *Calamagrostietum epigeii*. Содержание меди и цинка отличалось незначительной величиной. Содержание кобальта было также гораздо ниже ПДК. Гораздо ниже ПДК отмечено накопление марганца, свинца, кадмия. В ассоциации *Caricetum gracilis* наблюдалось некоторое превышение ПДК по никелю. Содержание хрома было значительно ниже ПДК (Таблица 3).

Таблица 3.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ЛУГОВЫХ ЭКОСИСТЕМ В ПОЙМЕ Р. ИПУТЬ ДОБРУШСКОГО РАЙОНА

Номер объекта, название ассоциации	*Определяемые показатели, абс.–сух. сост., мг/кг*								
	Fe	*Cu*	*Zn*	*Co*	*Mn*	*Pb*	*Kd*	*Ni*	*Cr*
Объект 1. *Agrostietum vulgaris*	36,17	0,44	0,75	0,29	20,46	0,29	<0,06	<0,24	<0,16
Объект 2. *Poo–Festucetum pratensis*	34,82	0,31	0,81	0,41	18,74	0,34	<0,06	<0,24	<0,16
Объект 3. *Calamagrostietum epigeii*	46,88	0,37	0,88	0,36	36,21	0,22	<0,06	<0,24	<0,16
Объект 4. *Caricetum gracilis*	24,24	2,41	3,62	0,55	55,72	3,79	<0,15	4,47	0,33
ПДК	—	3,0	37,0	20,0	1500,0	25,0	0,4	4,0	6,0

Анализ содержания тяжелых металлов (Таблица 4) в травяных кормах выявил, что наибольшее содержание железа было в ассоциации *Agrostietum vulgaris*, а минимальное — в ассоциации *Caricetum gracilis*. Больше всего содержание меди обнаружено в третьем объекте, а менее всего в четвертом, почти в три раза меньше. Также невысоким содержанием цинка отличалась ассоциация *Caricetum gracilis*. Между другими ассоциациями разница в содержании была незначительной. Во всех изучаемых луговых ассоциациях содержание кобальта и свинца было одинаковым. Более всего марганца содержалось в травяном корме ассоциации *Agrostietum vulgaris*, а в ассоциации *Calamagrostietum epigeii* в 5,8 раза меньше. В трех ассоциациях из четырех накопление кадмия и хрома было равным, а в ассоциации *Caricetum gracilis* оно оказалось выше.

Таблица 4.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТРАВЯНЫХ КОРМАХ ЛУГОВЫХ ЭКОСИСТЕМ В ПОЙМЕ Р. ИПУТЬ ДОБРУШСКОГО РАЙОНА

Номер объекта, название ассоциации	*Определяемые показатели, абс.–сух. сост., мг/кг*								
	Fe	*Cu*	*Zn*	*Co*	*Mn*	*Pb*	*Cd*	*Ni*	*Cr*
Объект 1. *Agrostietum vulgaris*	323,65	4,95	31,22	<0,03	476,52	<0,04	<0,08	<0,18	<0,15
Объект 2. *Poo–Festucetum pratensis*	98,72	5,48	28,76	<0,03	114,60	<0,04	<0,08	<0,18	<0,15
Объект 3. *Calamagrostietum epigeii*	65,92	5,12	26,15	<0,03	82,12	<0,04	<0,08	<0,18	<0,15
Объект 4. *Caricetum gracilis*	48,23	2,97	11,53	<0,03	97,62	<0,04	<0,08	<0,18	<0,15

Таким образом, видно, что в накоплении тяжелых металлов отмечаются как общие черты, так и различия.

Анализ удельной активности травяных кормов по цезию-137 (Таблица 5) выявил, что травяной корм двух ассоциаций *Caricetum gracilis* и *Poo–Festucetum pratensis* превышал допустимый уровень 1300 Бк/кг.

Таблица 5.

УДЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ^{137}CS И КН В ТРАВЯНЫХ КОРМАХ ЛУГОВЫХ ЭКОСИСТЕМ В ПОЙМЕ Р. ИПУТЬ ДОБРУШСКОГО РАЙОНА В 2016

№ объекта	*Название ассоциации*	*^{137}Cs*		*^{90}Sr*	
		удельная активность, Бк/кг	*КН ^{137}Cs загрязнения, Бк/кг/Бк/кг*	*удельная активность, Бк/кг*	*КН ^{90}Sr загрязнения, Бк/кг/Бк/кг*
1	*Agrostietum vulgaris*	90,6 ± 13,5	0,087	7,3 ± 1,70	4,56
2	*Poo–Festucetum pratensis*	1382 ± 173	0,72	36,3 ± 7,90	7,40
3	*Calamagrostietum epigeii*	112 ± 16,4	0,09	7,6 ± 0,95	0,86
4	*Caricetum gracilis*	1692 ± 219	0,71	5,5 ± 1,30	0,15

Этот корм не нужно использовать для получения цельного молока. В этих двух ассоциациях также отмечен и высокий коэффициент накопления. Удельная активность травяных кормов по стронцию-90 во всех ассоциациях не превышала допустимый уровень 260 Бк/кг, и этот корм можно без ограничений использовать для кормления сельскохозяйственных животных. Следует отметить высокий КН ^{90}Sr у луговой экосистемы во втором объекте и в первом, в третьем и четвертом они были гораздо ниже по сравнению с предыдущими в 49,3 раза — 5,3 раза.

Выводы

1. Почвы изучаемых объектов относятся к сильнокислым и кислым, являются низкообеспеченными подвижными соединениями фосфора и калия, отличаются низким содержанием органического вещества.
2. Наибольшей удельной активностью по цезию-137 отличались почвы ассоциации *Caricetum gracilis*, а также ассоциации *Poo–Festucetum pratensis*.
3. Максимальная удельная активность стронция-90 отмечена также в четвертом объекте ассоциации *Caricetum gracilis*.
4. Наибольшее содержание железа было в ассоциации *Calamagrostietum epigeii*, накопление меди, цинка, кобальта, марганца, свинца, кадмия и хрома было гораздо ниже ПДК. Только в ассоциации *Caricetum gracilis* наблюдалось некоторое превышение ПДК по никелю.
5. Анализ удельной активности травяных кормов по цезию-137 выявил, что травяной корм двух ассоциаций *Caricetum gracilis* и *Poo–Festucetum pratensis* превышал допустимый уровень 1300 Бк/кг, и этот корм не использовать для получения цельного молока.
6. Удельная активность травяных кормов по стронцию-90 во всех ассоциациях не превышала допустимый уровень 260 Бк/кг, и этот корм можно без ограничений использовать для кормления сельскохозяйственных животных.

Список литературы:

1. Правила ведения агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2002–2005 г. г. / под ред. И. М. Богдевича. Минск, 2002. 74 с.

2. Руководство по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 1997–2000 г. г. / под ред. И. М. Богдевича. Минск, 1997. 76 с.

3. Сапегін Л. М. Лугазнаўства: Дапаможнік для студэнтаў спеціяльнасці «Біялогія» вышэйшых навучальных устаноў. Гомель: Ўстанова адукацыі «Гомельскі дзяржаўны ўніверсітэт», 2002. 84 с.

4. Сапегін Л. М. Геабатаніка: вучэб. дапам. / навук. рэд. В. І. Парфенаў. Минск: Тэсей, 2000. 192 с.

5. Сапегин Л. М. Пойменные луга юго–востока БССР. Минск: Университетское, 1985. 100 с.

6. Сапегин Л. М. Структура и изменчивость луговых фитоценозов. Минск: Изд–во БГУ, 1981. 100 с.

7. Степанович Я. М. Сінтаксанамія и сінтдынаміка лугавой расліннасці Беларусі. Минск,1999. 528 с.

8. Подоляк А. Г., Тимофеев С. Ф. Влияние перезалужения сенокосно–пастбищных угодий, расположенных на торфяно–болотном типе почв, на снижение размеров перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в урожай многолетних трав // Сельскохозяйственная деятельность в условиях радиоактивного загрязнения: материалы межд. науч.–практ. конф., Горки, 29 июня — 2 июля 1998 г. / Белорус. с.–х. акад. Горки, 1998. С. 102–105.

9. Подоляк А. Г., Персикова Т. Ф. Влияние условий питания на размеры перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr в урожай злаковых трав заболоченного луга // Современные проблемы использования почв и повышения эффективности удобрений: материалы междунар. научно–практич. конф., Горки, 24–26 октября 2001 г. / Мин. сельского х–ва РБ, БГСХА. Горки, 2001. Т. 2. С. 147–150.

10. Подоляк А. Г. и др. Влияние различных способов перезалужения кормовых угодий на поступление радионуклидов в урожай многолетних трав // Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства в условиях техногенного загрязнения агроэкосистем: сборник докладов Всероссийской научно–практической конференции. Казань: Из–во Казан. гос. техн. ун–т, 2001. С. 177–179.

11. Фирсакова С. К., Гребенщикова Н. В., Тимофеев С. Ф. Об изменении доступности Cs-137 для корневого усвоения растениями в зоне аварии на Чернобыльской АЭС // Доклады Академии наук СССР, 1991. Т. 320. №6. С. 1498−1500.

12. Сапегин Л. М., Дайнеко Н. М., Тимофеев С. Ф. Эколого–флористическая характеристика и продуктивность луговых экосистем поймы р. Сож и пригорода г. Гомеля // Пойменные луговые экосистемы как объекты с высоким фиторазнообразием, их изучение и картирование: материалы Междунар. науч.–практ. семинара, г. Гомель, 11–12 июня 2009 г. / редкол.: Л. М. Сапегин (отв. ред.) и др. Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. С. 13–25.

13. Подоляк А. Г., Богдевич И. М., Ивашкова И. И. Прогнозирование величины накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в травостоях основных типов лугов Белорусского Полесья по агрохимическим свойствам почв // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. 2007. №3. С. 54–62.

14. Тимофеева Т. А. Биогеохимическая оценка миграции ^{137}Cs и ^{90}Sr в экосистемах пойм (на примере поймы р. Сож): автореф. дис. … канд. биол. наук. Гомель, 2006. 30 с.

15. Подоляк А. Г. и др. Рекомендации по использованию загрязненных радионуклидами пойменных земель Белорусского Полесья. Гомель: РПУП «Полеспечать», 2002. 28 с.

16. Сапегин Л. М. Видовая специфичность загрязнения радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr некоторых луговых экосистем поймы р. Сож / Л. М. Сапегин, С. Ф. Тимофеев, Е. В. Трофимова // Пойменные луговые экосистемы как объекты с высоким фиторазнообразием, их изучение и картирование: Материалы Междунар. науч.–практ. семинара, г. Гомель, 11–12

июня 2009 г. / редкол.: Л. М. Сапегин (отв. ред.) и др. Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. С. 234–249.

17. Корчагин А. А. Видовой (флористический) состав растительных сообществ и методы его изучения // Полевая геоботаника: сб. науч. ст. Л.: Наука, 1964. Т. 3. С. 39.

18. Раменский Л. Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука, 1971. 334 с.

19. Миркин Б. М., Розенберг Г. С. Фитоценология. Принципы и методы. М.: Наука, 1978. 212 с.

20. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Наука о растительности // Наука о растительности: сб. науч. ст. Уфа: Гілем, 1998. 413 с.

21. Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И. Современная наука о растительности. М. : Логос, 2002. 264 с.

22. Карамышева З. В. Опыт обработки описаний пробных участков степных сообществ методом Браун–Бланке // Бот. журн. 1967. Т. 52, №8. С. 1132–1145.

23. Александрова В. Д. Классификация растительности. Л.: Наука, 1969. 273 с.

24. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. Минск: Дизайн ПРО, 1999. 472 с.

25. Braun–Blanquet J. Pflanzensociologie. Wien: Springer–Verlag, 1951. 631 p.

26. Matuszkiewicz W. Przevodnik do oznaczania zbiorowisk roslinnych Polski. Warszawa, PWN, 1984. 298 p.

27. Braun–Blanquet J. Pflanzensociologie. Wien–New York: Springer–Verlag, 1964. 865 p.

28. Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Paulssen D. Zeigerwerte von pflanzen in Mitteleuropa // Scripta Geobotanica. 1992. V. 18. 258 p.

29. Westhoff V., Maarel van der E. The Braun–Blanguet approach // Handbook of vegetation science. 5. Ordination and classification of communities. Hague, 1973. P. 617–726.

30. Westhoff V., Maarel van der E. The Braun–Blanquet approach; ed. R. H. Whittaker // Classification of plant communities. Hague: Junk, 1978. P. 278–399.

31. Weber H. E., Moravec J., Theourillat D. P. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3-rd edition // J. Veget. Sci. 2000. V. 2. №5. P. 739–768.

32. Алексеенко Л. Н. К биологии и экологии многолетних трав // Бот. журн. 1958. Т. 43. №11. С. 1582–1588.

33. Ларин И. В. и др. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. М.–Л.: Сельхозгиз, 1950. Т. 1. 688 с.

34. Ларин И. В. и др. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. М.–Л.: Сельхозгиз, 1951. Т. 2. 948 с.

35. Юркевич И. Д., Бусько С. Р., Степанович И. М. Кормовая оценка луговой флоры Белоруссии // Ботаника (Исследования): сб. науч. ст. Минск: Наука и техника, 1987. Вып. 28. С. 3–15.

36. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Градиентный анализ растительности // Успехи совр. биол. 1983. Т. 95. №.2. С. 304–318.

37. Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. №2. С. 7–34.

References:

1. Pravila vedeniya agropromyishlennogo proizvodstva v usloviyah radioaktivnogo zagryazneniya zemel Respubliki Belarus na 2002 — 2005gg. Pod red. I. M. Bogdevicha. Minsk, 2002. 74 p.

2. Rukovodstvo po vedeniyu agropromyishlennogo proizvodstva v usloviyah radioaktivnogo zagryazneniya Respubliki Belarus na 1997 — 2000 gg. Pod red. I. M. Bogdevicha. Minsk, 1997. 76 p.

3. Sapegin, L. M. Lugaznavstva: Dapamozhnik dlya studentav spetsiyalnastsi “Biyalogiya” vyisheyshyih navuchalnyih ustanoў. Gomel: Ustanova adukatsyii “Gomelski dzyarzhavnyi universitet”, 2002. 84 p.

4. Sapegin, L. M. Geabatanika: Vucheb. dapam. / L. M. Sapegin. Navuk. red. V. I. Parfenav. Minsk, Tesey, 2000. 192 p.

5. Sapegin, L. M. Poymennyie luga yugo–vostoka BSSR / L. M. Sapegin. Minsk, Universitetskoe, 1985, 100 p.

6. Sapegin, L. M. Struktura i izmenchivost lugovyih fitotsenozov / L. M. Sapegin. Minsk, Izd–vo BGU, 1981, 100 p.

7. Stepanovich, Ya. M. Sintaksanamiya i sintdyinamika lugavoy raslinnastsi Belarusi / Ya. M. Stepanovich. Minsk,1999, 528 p.

8. Podolyak, A. G. Vliyanie perezaluzheniya senokosno–pastbischnyih ugodiy, raspolozhennyih na torfyano–bolotnom tipe pochv, na snizhenie razmerov perehoda ^{137}Cs i ^{90}Sr v urozhay mnogoletnih trav / A. G. Podolyak, S. F. Timofeev // Selskohozyaystvennaya deyatelnost v usloviyah radioaktivnogo zagryazneniya: materialyi mezhd. nauch.–prakt. konf., Gorki, 29 iyunya — 2 iyulya 1998 g. Belorus. s.–h. akad. Gorki, 1998, pp. 102–105.

9. Podolyak, A. G. Vliyanie usloviy pitaniya na razmeryi perehoda ^{137}Cs i ^{90}Sr v urozhay zlakovyih trav zabolochennogo luga / A. G. Podolyak, T. F. Persikova. Sovremennyie problemyi ispolzovaniya pochv i povyisheniya effektivnosti udobreniy: materialyi mezhdunar. nauchno–praktich. konf., Gorki, 24 — 26 oktyabrya 2001 g. Min. selskogo h–va RB, BGSHA. Gorki, 2001, v. 2, pp.147–150.

10. Vliyanie razlichnyih sposobov perezaluzheniya kormovyih ugodiy na postuplenie radionuklidov v urozhay mnogoletnih trav / A. G. Podolyak i dr. Agroekologicheskie problemyi selskohozyaystvennogo proizvodstva v usloviyah tehnogennogo zagryazneniya agroekosistem: sbornik dokladov Vserossiyskoy nauchno–prakticheskoy konferentsii. Kazan, Iz–vo Kazan. gos. tehn. un–t, 2001, pp. 177–179.

11. Firsakova, S. K. Ob izmenenii dostupnosti Cs-137 dlya kornevogo usvoeniya rasteniyami v zone avarii na Chernobyilskoy AES / S. K. Firsakova, N. V. Grebenschikova, S.F. Timofeev. Dokladyi Akademii nauk SSSR, 1991, v. 320, no. 6, pp. 1498–1500.

12. Sapegin, L. M. Ekologo–floristicheskaya harakteristika i produktivnost lugovyih ekosistem poymyi r. Sozh i prigoroda g. Gomelya / L. M. Sapegin, N. M. Dayneko, S. F. Timofeev // Poymennyie lugovyie ekosistemyi kak ob'ektyi s vyisokim fitoraznoobraziem, ih izuchenie i kartirovanie: materialyi Mezhdunar. nauch.–prakt. seminara, g. Gomel, 11–12 iyunya 2009 g. Redkol.: L. M. Sapegin (otv. red.) i dr. Gomel, GGU im. F. Skorinyi, 2009, pp. 13–25.

13. Podolyak, A. G. Prognozirovanie velichinyi nakopleniya ^{137}Cs i ^{90}Sr v travostoyah osnovnyih tipov lugov Belorusskogo Polesya po agrohimicheskim svoystvam pochv / A. G. Podolyak, I. M. Bogdevich, I. I. Ivashkova. Vestsi natsyiyanalnay akademii navuk Belarusi, 2007, no. 3, pp. 54–62.

14. Timofeeva, T. A. Biogeohimicheskaya otsenka migratsii ^{137}Cs i ^{90}Sr v ekosistemah poym (na primere poymyi r. Sozh): avtoref. dis. … kand. biol. nauk. Gomel, 2006, 30 p.

15. Rekomendatsii po ispolzovaniyu zagryaznyonnyih radionuklidami poymennyih zemel Belorusskogo Polesyu / A. G. Podolyak i dr. Gomel, Polespechat, 2002, 28 p.

16. Sapegin, L. M. Vidovaya spetsifichnost zagryazneniya radionuklidami ^{137}Cs i ^{90}Sr nekotoryih lugovyih ekosistem poymyi r. Sozh / L. M. Sapegin, S. F. Timofeev, E. V. Trofimova. Poymennyie lugovyie ekosistemyi kak obektyi s vyisokim fitoraznoobraziem, ih izuchenie i kartirovanie: Materialyi Mezhdunar. nauch.–prakt. seminara, g. Gomel, 11–12 iyunya 2009 g. Redkol.: L. M. Sapegin (otv. red.) i dr. Gomel, GGU im. F. Skorinyi, 2009, pp. 234–249.

17. Korchagin, A. A. Vidovoy (floristicheskiy) sostav rastitelnyih soobschestv i metodyi ego izucheniya / A. A. Korchagin. Polevaya geobotanika: sb. nauch. st. Leningrad, Nauka, 1964, v. 3, pp. 39.

18. Ramenskiy, L. G. Izbrannyie rabotyi. Problemyi i metodyi izucheniya rastitelnogo pokrova / L. G. Ramenskiy. Leningrad, Nauka, 1971, 334 p.
19. Mirkin, B. M. Fitotsenologiya. Printsipyi i metodyi / B. M. Mirkin, G. S. Rozenberg. Moscow, Nauka, 1978, 212 p.
20. Mirkin, B. M. Nauka o rastitelnosti / B. M. Mirkin, L. G. Naumova. Nauka o rastitelnosti: sb. nauch. st. Ufa, GIlem, 1998, 413 p.
21. Mirkin, B. M. sovremennaya nauka o rastitelnosti / B. M. Mirkin, L. G. Naumova, A. I. Solomesch. Moscow, Logos, 2002, 264 p.
22. Karamyisheva, Z. V. Opyit obrabotki opisaniy probnyih uchastkov stepnyih soobschestv metodom Braun–Blanke / Z. V. Karamyisheva. Bot. Zhurn, 1967, v. 52, no. 8, pp. 1132–1145.
23. Aleksandrova, V. D. Klassifikatsiya rastitelnosti / V. D. Aleksandrova. Leningrad, Nauka, 1969, 273 p.
24. Opredelitel vyisshih rasteniy Belarusi. Pod red. V. I. Parfenova. Minsk, Dizayn Pro, 1999, 472 p.
25. Braun–Blanquet, J. Pflanzensociologie / J. Braun–Blanquet. Wien: Springer–Verlag, 1951, 631 p.
26. Matuszkiewicz, W. Przevodnik do oznaczania zbiorowisk roslinnych Polski / W. Matuszkiewicz. Warszawa, PWN, 1984, 298 p.
27. Braun–Blanquet, J. Pflanzensociologie / J. Braun–Blanquet. Wien–New York, Springer–Verlag, 1964, 865 p.
28. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa / H. Ellenberg, H. E. Weber, R. Düll, V. Wirth, D. Paulssen. Scripta Geobotanica, 1992, v. 18, 258 p.
29. Westhoff, V. The Braun–Blanguet approach / V. Westhoff, E. Van der. Maarel. Handbook of vegetation science. 5. Ordination and classification of communities. Hague, 1973, pp. 617–726.
30. Westhoff, V. The Braun–Blanquet approach / V. Westhoff, E. van der. Maarel; ed. R. H. Whittaker. Classification of plant communities. Hague, Junk, 1978, pp. 278–399.
31. Weber, H. E. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3-rd edition. / H. E. Weber, J. Moravec, D.–P. Theourillat. J. Veget. Sci, 2000, v. 2, no. 5, pp. 739–768.
32. Alekseenko, L. N. K biologii i ekologii mnogoletnih trav / L. N. Alekseenko. Bot. zhurn. 1958, v. 43, no. 11, pp. 1582–1588.
33. Kormovyie rasteniya senokosov i pastbisch SSSR / I. V. Larin i dr. Moscow, Leningrad, Selhozgiz, 1950, v. 1, 688 p.
34. Kormovyie rasteniya senokosov i pastbisch SSSR / I. V. Larin i dr. Moscow, Leningrad, Selhozgiz, 1951, v. 2, 948 p.
35. Yurkevich, I. D. Kormovaya otsenka lugovoy floryi Belorussii / I. D. Yurkevich, S. R. Busko, I. M. Stepanovich. Botanika (Issledovaniya): sb. nauch. st. Minsk, Nauka i tehnika, 1987, no. 28, pp. 3–15.
36. Mirkin, B. M. Gradientnyiy analiz rastitelnosti / B. M. Mirkin, L. G. Naumova. Uspehi sovr. Biol, 1983, v. 95, no. 2, pp. 304–318.
37. Uranov A. A. Vozrastnoy spektr fitotsenopopulyatsiy kak funktsiya vremeni i energeticheskih volnovyih protsessov. Biol. nauki, 1975, no. 2, pp. 7–34.

Работа поступила в редакцию 23.11.2016 г.

Принята к публикации 26.11.2016 г.