

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЯНЫХ ЛУГОВ ПОДЕСЕНЬЯ В ФОНОВЫХ УСЛОВИЯХ (БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Поцепай Светлана Николаевна¹, аспирантка кафедры «Агрономия, селекция и семеноводство»

Бельченко Сергей Александрович¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Агрономия, селекция и семеноводство»

Анищенко Лидия Николаевна², доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «География, экология и землеустройство»

¹ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

243365, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская, 2 а,

e-mail: e-mail:cit@bgsha.com

²ФГБОУ ВО Брянский ГУ имени академика И.Г. Петровского»

241036 Брянск, ул. Бежицкая, 14, тел. (4832)666733, e-mail: eco_egf@mail.ru

Ключевые слова: сеяные луга, фоновые местообитания, староосвоенный регион, радиоэкологический контроль, тяжёлые металлы, Брянская область

В работе представлены данные фонового мониторинга сеяных лугов в пределах сельскохозяйственных районов Брянской области как староосвоенного региона. Показатели урожайности, кормовых характеристик и содержания клетчатки для шести основных типов сеяных лугов составляют основные эколого-биологические характеристики лугов для разработки стратегии интенсификации производства высококачественных растительных кормов. Установлено, что наиболее перспективно возделывание многолетних травосмесей из *Arrhenatherum elatius* (L.) J. & C. Presl, *Dactylis glomerata* L., *Phleum pratense* L. При характеристике удельной активности радионуклидов и валового содержания четырёх тяжёлых металлов в травостое сеяных лугов не установлено превышения санитарно-гигиенических нормативов для полевой биомассы растений. Рекомендовано включать в мониторинговые показатели радиоэкологического контроля по показаниям для базовых или фоновых исследований. В травостое накапливается только подвижный эссенциальный элемент медь, что позволяет рекомендовать включение определения концентрации этого тяжёлого металла в мониторинг для фоновых условий. Препарат Ковелос Рост может быть рекомендован для ремедиации и оптимизации биохимических процессов в травостое сеяных лугов, так как выявлено снижение коэффициентов накопления дозообразующего радионуклида в биомассе всех типов сеяных лугов.

Введение

Для определения мероприятий на сеяных лугах, направленных на оптимизацию их структуры, нормирование нагрузок антропогенного характера, осуществление мониторинга почв и растительного покрова этих сообществ, необходимы масштабные работы по оценке продуктивности (запасов биомассы) и выявлению количественного химического состава луговых растений [1].

Исследования продуктивности, химических показателей биомассы растений на сеяных лугах проведены в Дубровском, Жирятинском и Рогнединском районах Брянской области, развивающих мясное животноводство и увеличивающих площади сеяных лугов как источник ценных высокопитательных кормов и силоса. Дополнительно изучались луговые доминантные виды растений, преобладающие по числу видов в созданных многолетних ценозах. Уточнение эколого-биологических и агротехнических характеристик сеяных лугов - необходимое условие стабильности луговодства в староосво-

енном регионе Брянской области для расширения площади кормовых угодий и получения стабильного урожая биомассы.

Цель работы – исследование урожайности и эколого-химических качеств травостоя основных видов сеяных лугов в староосвоенном регионе для разработки и коррекции программ мониторинга и создания концептуально-методических разработок пасторальных сообществ.

Объекты и методы исследований

В полевых условиях с площади 1 м² в 4-кратной повторности собирались пробы почвы и биомассы растений [2, 3]. Отбор почвы производился с пробных площадок в 1 м² методом конверта, затем готовилась смешанная проба, число точечных проб соответствовало ГОСТ 17.4.3.01-83 (4-е первичные пробы) [3]. Пробы почвы для химического анализа высушивали до воздушно-сухого состояния и хранили в стеклянной таре.

Собранные образцы подвергались общепринятой камеральной обработке для пробоподготовки к работе на спектрометре

Таблица 1

Показатели урожайности (первичной продуктивности) и кормовых характеристик сеяных лугов

Тип лугов *	Продуктивность, т/га	Содержание N (%)	Содержание P (%)	Сырая клетчатка (%)
1	3,8	1,25	0,17	39,35
2	2,5	1,58	0,16	27,42
3	3,1	1,11	0,30	29,42
4	3,2	1,39	0,31	46,76
5	3,5	1,41	0,12	34,52
6	3,3	1,19	0,32	35,63

*Примечание. Сеяные многолетние луга: 1 – ежесборный луг, 2 – красноклеверно-лядвенцевый луг, 3 – тимофеевковый луг, 4 – райграсовый луг, 5 – тимофеево-райграсовый, 6 – тимофеево-овсяницевый луг.

«Спектроскан-Макс». Подготовку проб к анализу валового содержания элементов группы тяжёлых металлов (ТМ) осуществляли в соответствии с ОСТ 10259-2000 и проводили измерения по стандартной методике к прибору [4]. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) ТМ в почве и биомассе определялись по ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.2042-06. Анализировались данные для отдельных видов и смешанных образцов фитомассы растений.

Как химический мелиорант вносился поверхностно в виде подкормки полной дозой в один приём синтетический препарат Ковелос Рост из расчёта 50 кг на 1 га. Синтетический аморфный диоксид кремния выпускается под торговой маркой Ковелос, который вносился в виде подкормки полной дозой в один приём, как и фосфорные (суперфосфат простой гранулированный) и калийные (хлористый калий) удобрения – $P_{60}K_{60}$.

Проводили инструментальные полевые и камеральные исследования для радионуклидов. Мощность экспозиционной дозы (МЭД, мкР/ч) на пробных площадках (ПП) измеряли на почве и на высоте 1 м от почвы дозиметрами СРП-68-01, РКБ-104. Удельная активность (УА, Бк/кг) радионуклида ^{137}Cs в образцах устанавливалась с использованием гамма-спектрометрического комплекса «УСК Гамма Плюс» со сцинтилляционным детектором с программным обеспечением «Прогресс 2000» по стандартным методикам [5]. Полученные данные сравнивались с нормативами для РФ [6, 7].

Отбирали почвенные пробы для радиометрического анализа на ПП площадью 10 м², грунт с глубины 0-10 см и фитомассу сосудистых растений с соблюдением основных требований по ГОСТу [5]. Для оценки биодоступности радионуклидов в системе почва-растение использовали коэффициент перехода (Кп) и накопления (Кн) [8]. В серии пробных площадок в Жирятинском, Дубровском и Рогнединском районах Брянской области: МЭД=16,2±1,41 -15,1±1,21 мкР/ч, контроль.

Первичную продуктивность устанавливали для сырой биомассы на пробной площадке 20 м² методом укосов, делали выборку доминантов, а затем сено перемешивали. Число укосов для сеяных лугов – два: во вторую декаду июня, в третью декаду августа. В августе с площадки в 1 м² изымали всю корневую массу растений и взвешивали в очищенном от почвогрунта и высушенном состоянии.

В опытах моделировали сеяные луга из следующих доминантов: райграса высокого, клевера красного, тимофеевки луговой, ежи сборной, овсяницы луговой. Возраст многолетних лугов – три года. Характеристика почв: аллювиальные дерново-оглеенные супесчаные, рН 4,9-5,3, P_2O_5 – 590-610 мг/кг.

Для оценки питательной ценности сена основных типов лугов использованы результаты химического анализа воздушно-сухой массы травостоя. Химический анализ проводился в различные сроки вегетационного периода от бутонизации до осеменения видов-доминантов травостоя (15 мая – 15 июля). Статистическую обработку данных проводили общепринятыми методами. Номенклатура сосудистых растений указана по С. К. Черепанову [9].

Территория исследования относится ко второму агроклиматическому району, где сумма среднесуточных температур за период активной вегетации растений от 2100 до 2300 °С [1]. Устойчивый переход среднесуточной температуры через 10 °С весной происходит в конце апреля – начале мая.

Результаты исследований

Основные показатели травостоя сеяных лугов пойменных ландшафтов Брянской области приведены в таблице 1.

Наибольшая продуктивность травостоя обнаружена в ежесборном сообществе, тимофеево-райграсовом и тимофеево-овсяницевом, наименьшая – у красноклеверно-лядвенцевого луга. Показатели продуктивности травостоя значительны, сопоставимы с урожайностью естественных лугов в долинах рек Дес-

Таблица 2

Характеристики удельной активности и накопления радионуклидов в разных частях травостоя сеяных лугов в условиях отсутствия загрязнения

Сообщества сеяных лугов*	УА, Бк/кг	Кн	Кп, $\frac{м^2}{кг} \cdot 10^{-3}$
Показатели почвенного загрязнения радионуклидами, $кБк/м^2$ ($Ки/км^2$) 11,04 (0,29)			
Травостой от 0 до 6 см			
1	76,73±6,67	0,98	5,13±0,05
2	74,73±6,47	0,97	4,95±0,04
3	72,15±6,61	0,94	4,80±0,06
4	71,84±6,88	0,92	4,14±0,05
5	75,31±6,83	0,95	5,19±0,06
6	66,15±5,61	0,86	3,30±0,06
Травостой от 7 до 14 см			
1	51,08±4,10	0,66	2,81±0,02
2	52,55±4,05	0,68	2,76±0,01
3	54,11±4,41	0,71	2,18±0,01
4	52,89±4,28	0,69	2,07±0,01
5	53,32±4,23	0,68	2,02±0,01
6	42,83±3,88	0,56	1,70±0,009

*Примечание. Обозначения, аналогичные таблице 1.

Таблица 3

Основные данные по удельной активности цезия в биомассе доминантов сеяных лугов

Тип луга*	Вид растения	УА, Бк/кг 2017	УА, Бк/кг 2018
4	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J. & C. Presl	60,79±0,60	56,79±0,46
1	<i>Dactylis glomerata</i> L.	58,64±0,58	43,30±0,33
6	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	41,45±0,41	32,73±0,32
3, 6	<i>Phleum pratense</i> L.	39,72±0,39	28,83±0,25
2	<i>Lotus corniculatus</i> L.	18,11±0,29	18,80±0,16
2	<i>Trifolium pratense</i> L.	20,17±0,20	16,28±0,09
1	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	19,35±0,31	21,13±0,19
5	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) Beauv.	32,77±0,27	23,14±0,23
3, 5	<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	32,73±0,32	26,92±0,23
2	<i>Trifolium hybridum</i> L.	25,83±0,25	19,77±0,17

*Примечание. Обозначения, аналогичные таблице 1.

Таблица 4

Коэффициенты накопления ^{137}Cs в травостое луговых сообществ после двукратного внесения кремнийсодержащего препарата

Тип луга*	УА, Бк/кг (почвы)	Высота побеговой биомассы (см)		
		0-5	7-14	16-25
	65,12±6,51	Кн		
1		0,55	0,46	0,37
2		0,47	0,38	0,21
3		0,44	0,39	0,29
4		0,41	0,40	0,31
5		0,42	0,33	0,26
6		0,46	0,35	0,26

*Примечание. Обозначения, аналогичные таблице 1.

ны, Ипути, Болвы в пределах Брянской области в пойменных местностях [10, 11]. Содержание азота и фосфора (в %) благоприятно для получения высококачественных кормов, а содержание сырой клетчатки – для изготовления силоса, особенно из сена райграсового, ежеборового и тимофеевково-овсянищевого лугов. Все сообщества формируются в Брянской области в условиях постчернобыльского периода, особое условие – контроль долгоживущих радионуклидов согласно федеральным программам, в том числе и на фоновых участках сеяных лугов.

Показатели содержания радионуклидов в травостое, а также коэффициенты накопления и поглощения показаны в таблице 2.

В биомассе травостоя сеяных лугов на ПП в Брянской области (контроль) накопления радионуклида не зарегистрировано: $Кн < 1$. Наблюдается тенденция в накоплении ^{137}Cs в побеговой биомассе травостоя лугов: наибольшее содержание радионуклидов отмечено в нижних частях побегов. Значения УА ^{137}Cs в средней части побегов скашиваемого травостоя меньше показателей, зарегистрированных в слое побеговой массы 0-6 см. Наибольшие значения $Кн$ рассчитаны для сообществ красноклеверно-люцернового и ежеборового лугов.

Значения УА радионуклида определены для видов-доминантов сеяных лугов во время основных укосов (табл. 3).

Наименьшие значения УА ^{137}Cs выявлены для представителей бобовых растений и разнотравья, различия в данных для бобовых злаковых культур – достоверны. Показатели УА радионуклида в травостое сопоставимо со значениями контрольных ПП ранее проведенных исследований для долины р. Ипути в юго-западных районах области [12].

После поверхностного двукратного внесения синтетического аморфного диоксида кремния (препарата Ковелос) аккумуляция радионуклида травостоем изменилась (табл. 4).

Так, независимо от плотности загрязнения почвы и УА ^{137}Cs в травостое наблюдается уменьшение накопления радионуклида в зависимости от высоты исследуемой побеговой массы. В биомассе травостоя сеяных лугов не наблюдается ярко выраженной аккумуляции ^{137}Cs : все $Кн$ ниже 1,0. Значительно снизилось содержание радионуклида в биомассе растений: при внесении кремнийсодержащих препаратов по высоте побега трав, на лугах различных видов и типов кормовых угодий повторяет ранее установленные закономерности [12]. Наиболее отзывчивыми на внесение препарата Ковелос оказались сеяные тимофеевково-овсянищевые, тимофеевко-

Таблица 5
Валовое содержание тяжёлых металлов (мг/кг) в биомассе сеяных лугов

ТМ	Типа луга* и содержание ТМ					
	1	2	3	4	5	6
Pb	16±1,7	13±3,5	18±1,6	19±1,3	20±2,1	21±1,4
Cu	22±1,3	18±3,1	23±2,4	20±2,1	21±1,8	24±2,5
Zn	34±4,3	32±4,9	37±3,7	33±4,5	28±2,7	31±3,3
Ni	13±1,1	10±1,0	14±1,2	17±1,4	14±1,5	14±1,2

* *Примечание.* Обозначения, аналогичные таблице 1.

Таблица 6
Показатели Кн для биомассы основных типов сеяных лугов

ТМ	Тип луга* и содержание ТМ					
	1	2	3	4	5	6
Pb	0,50	0,21	0,53	0,93	0,74	0,72
Cu	1,27	1,06	1,38	1,58	1,36	1,27
Zn	1,01	0,41	0,74	0,69	1,19	0,74
Ni	0,39	0,38	0,28	0,64	0,62	0,29

Примечание. Обозначения, аналогичные таблице 1.

райграсовые и красноклеверные-лядвенцевые луга. Этот факт объясняется, вероятно, видовой специфичностью видов-доминантов, слагающих травостой в сеяных лугах, так как в основном миграция кремния осуществляется в форме поликремниевой кислоты с помощью специальных транспортных ферментов, которые различаются у видов [13].

Такое влияние аморфного диоксида кремния на массоперенос ^{137}Cs объясняется химическими свойствами кремния как элемента, быстро вымываемого из почвы. Кремниевые удобрения увеличивают концентрацию доступного для растений фосфора, а также повышают показатели кислотности почвенного раствора [13]. При улучшении химических и физико-химических показателей почв с высокими показателями УА ^{37}Cs при положительных динамических процессах уменьшается содержание радионуклида в почвах и, соответственно, в растительной биомассе. Ввиду относительно низкой стоимости кремнийсодержащих удобрений, их меньшего расхода на единицу площади, нанопористой структуры, препарат Ковелос можно рекомендовать для оптимизации состояния луговых сообществ техногенно-преобразованных территорий.

В биомассе травостоя определено содержание техногенных (Pb и Ni) и биогенных (Cu и Zn) элементов (табл. 5).

Валовое содержание ТМ в фитомассе сеяных лугов невелико: содержание техногенных элементов ниже, чем биогенных. Наименьшие значения Pb и Ni зарегистрированы в травостое

– красноклеверно-лядвенцевого луга, а также ежеборового. Наибольшие значения концентрации меди определены для биомассы тимофеевково-овсянищевого, тимофеевково и ежеборового лугов, цинка – для тимофеевково и ежеборового лугов. Для почвы валовое содержание ни одного из ТМ не превышает ориентировочно допустимую концентрацию. Значения Кн основных ТМ приведены в таблице 6.

Биомассой травостоя всех типов сеяных лугов накапливается медь (эссенциальный элемент), однако наибольшей накопительной способностью характеризуются райграсовый и тимофеевковый луга. Также цинк как малоподвижный элемент поглощается биомассой только тимофеевково-райграсового и ежеборового луга. Техногенные элементы не накапливаются ни в одной пробе биомассы сеяных лугов. Установленные показатели для концентрации ТМ фоновых территорий сеяных лугов меньше, чем для естественных пасторальных сообществ на территориях сочетанного техногенно-радиационного загрязнения юго-западных районов Брянской области и республики Беларусь [14].

Выводы

Итак, сеяные многолетние луга на техногенно-трансформированных местообитаниях в Брянской области – источник высококачественных ценных в пищевом отношении кормов, пастбища, что подтверждается сравнительной характеристикой с ранее проведёнными изысканиями по естественным лугам [10, 11, 12, 14]. Главный контролируемый показатель радиэкологического мониторинга в луговых местообитаниях – УА ^{137}Cs , зависящий от плотности загрязнения почв, экологических условий, в которых формируются разные виды лугов и типы кормовых угодий, положения лугов в мезорельефе, находится в пределах нормативных показателей для травостоя сеяных лугов [6, 7]. Исследованный радионуклид распределяется по высоте побега неравномерно: его наибольшее содержание зарегистрировано в горизонте до 5 см, наименьшее – в верхних частях побега. В биомассе травостоя не наблюдается ярко выраженной аккумуляции ^{137}Cs : все Кн ниже 1,0. Таким образом, на изученных сеяных лугах староосвоенного региона тщательный радиэкологический мониторинг может осуществляться только для оперативного контроля по показателям для базового или фонового мониторинга.

Препарат Ковелос Рост может быть рекомендован для ремедиации и оптимизации биохимических процессов в травостое сеяных лугов.

Тяжёлые металлы, валовое содержание которых определено в каждом из укусов био-

массы сеяных лугов, не поглощаются травостоем в значительном количестве, эссенциальный элемент медь как подвижный элемент поглощается растениями и накапливается. Это обстоятельство значимо ввиду значительной роли этого ТМ в биохимических процессах клетки, что определяет показатель биохимического мониторинга сеяных лугов. Для свинца, никеля, цинка виды растений всех типов сеяных лугов в ходе эксперимента считаются «исключителями».

Библиографический список

1. Природные ресурсы и окружающая среда Брянской области / под ред. Н.Г. Рыбальского, Е.Д. Самотесова, А.Г. Митюкова. – М.: НИА Природа, 2007. – 1144 с.

2. ГОСТ 17.4.4.02-84. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа [Электронный ресурс]. – Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». - URL: <http://www.consultant.ru>.

3. ГОСТ 17.4.3.01-83 Почвы. Общие требования к отбору проб [Электронный ресурс]. – Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». - URL: <http://www.consultant.ru>.

4. М 049-П/04. Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошкообразных пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. - С-Пб.: ООО НПО «Спектрон», 2004.- 20 с.

5. Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс». – Менделеево: ГНМЦ «ВНИИФТРИ», 2003. – 30 с.

6. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: санитарно-эпидемиологические правила и нормы СанПиН от 2.3.2.1078-01. – М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.

7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 07.07.2009 № 47

«Об утверждении СанПиН 2.6.1.2523-09» вместе с «НРБ-99/2009. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности: санитарные правила и нормативы от 14.08.2009 N 14534.

8. Лес. Человек. Чернобыль. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации / В.А. Ипатьев, В.Ф. Багинский, И.М. Булавик [и др.]; под ред. В. А. Ипатьева. – Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 1999. – 396 с.

9. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / С.К. Черепанов. – С-Пб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.

10. Булохов, А.Д. Травяная растительность Юго-Западного Нечерноземья России / А.Д. Булохов. – Брянск: БГУ им. И. Г. Петровского, 2001. – 296 с.

11. Поцепай, С.Н. Состояние естественных лугов бассейна Десны Нечерноземья как основа их рационального использования / С.Н. Поцепай, Л.Н. Анищенко, С.А. Бельченко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – № 5. – 2018. – С. 35-41.

12. Аккумуляция ¹³⁷Cs растениями луговых экосистем приграничных территорий Брянской, Гомельской и Черниговской областей / А.Д. Булохов, Н.А. Сковородникова, Н.М. Дайнеко, А.В. Лукаш, Н.Н. Панасенко, Ю.А. Семенищенков // Научный диалог. – 2014. – № 1 (25). – С. 5–13.

13. Матыченков, Иван Владимирович. Взаимное влияние кремниевых, фосфорных и азотных удобрений в системе: почва-растение: дисс. ... канд. биологических наук: 06.01.04 / И.В. Матыченков. – М.: МГУ, 2014. – 136 с.

14. Тяжелые металлы компонентов луговых ценозов в условиях техногенной нагрузки [Электронный ресурс] / А.Д. Булохов, Л.Н. Анищенко, Н.Н. Панасенко, Ю.А. Семенищенков, Н.А. Сковородникова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. - URL: <http://www.science-education.ru/117-13337>

PRODUCTIVITY AND ECOLOGICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOWN MEADOWS OF PODESENYE IN NATURAL CONDITIONS (BRYANSK REGION)

Potsepai S.N.¹, Belchenko S.A.¹, Anischenko L.N.²

¹FSBEI HE Bryansk SAU

243365, Bryansk region, Vygonichsky district, Kokino v., Sovetskaya st., 2 a,
e-mail: e-mail: cit@bgsha.com

² FSBEI HE Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky "

241036 Bryansk, Bezhitskaya st., 14, tel. (4832) 666733, e-mail: eco_egf@mail.ru

Key words: seeded meadows, background habitats, old-developed region, radio-ecological control, heavy metals, Bryansk region

*The paper presents data of background monitoring of seeded meadows within the agricultural areas of Bryansk region as an old-developed region. Yields, feed characteristics and fiber content for the six main types of sown meadows are the main ecological and biological characteristics of the meadows to develop a strategy to intensify the production of high-quality vegetable feed. It has been established that the cultivation of perennial grass mixtures of *Arrhenatherum elatius* (L.) J. & C. Presl, *Dactylis glomerata* L., *Phleum pratense* L. is the most favourable. When analyzing specific activity and the total content of four*

heavy metals in herbage meadows, exceedance of hygienic standards for plant shoot biomass has not been established. It is recommended to include in the monitoring parameters data of radioecological control for baseline or background studies. The herbage accumulates only copper as mobile essential element, which makes it possible to recommend to include study of its concentration in the monitoring for background conditions. Kovelos Growth can be recommended for remediation and improvement of biochemical processes in the grass stand of sown meadows, as a decrease of accumulation factors of the dose-forming radionuclide in the biomass of all types of seeded meadows has been revealed.

Bibliography

1. Natural resources and the environment of Bryansk region / edited by N.G. Rybalsky, E.D. Samotesov, A.G. Mityukova. - M.: SIA Priroda, 2007. - 1144 p.
2. State Standard 17.4.4.02-84. Methods of sampling and sample preparation for chemical, bacteriological, helminthological analysis [Electronic resource]. - Access from the reference system "Consultant". - URL: <http://www.consultant.ru>.
3. State Standard 17.4.3.01-83 Soils. General requirements for sampling [Electronic resource]. - Access from the reference system "Consultant". - URL: <http://www.consultant.ru>.
4. М 049-Р / 04. Methods for measuring the mass fraction of metals and metal oxides in powdered soil samples by X-ray fluorescence analysis. - S-Pb.: Scientific Production Association "Spectron", 2004.- 20 p.
5. Methods of measuring the activity of radionuclides using a scintillation gamma spectrometer with the Progress software. - Mendeleev: All-Russian Research Institute of Physico-Technical and Radio Engineering Measurements, 2003. - 30 p.
6. Hygienic requirements for safety and nutritional value of food: sanitary-epidemiological rules and regulations SanPiN from 2.3.2.1078-01. - M.: Ministry of Health of the Russian Federation, 2002. - 164 p.
7. Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of 07.07.2009 No. 47 "On approval of SanPiN 2.6.1.2523-09" together with "NRB-99/2009. SanPiN 2.6.1.2523-09. Radiation safety standards: sanitary rules and standards of 14.08.2009 N 14534 [Electronic resource]. - Access from the reference system "Consultant". - URL: <http://www.consultant.ru>.
8. Forest. Person. Chernobyl. Forest ecosystems after the accident at the Chernobyl nuclear power plant: state, forecast, population reaction, ways of rehabilitation / V.A. Ipatiev, V.F. Baginsky, I.M. Bulavik [et al.]; ed. by V.A. Ipatiev. - Gomel: Forestry Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, 1999. - 396 p.
9. Cherepanov, S.K. Vascular plants of Russia and neighboring countries / S.K. Cherepanov. - St. Petersburg: World and Family, 1995. - 992 p.
10. Bulokhov, A.D. Grass vegetation of the South-Western Non-Black soil region of Russia / A.D. Bulokhov. - Bryansk: BSU named after I. G. Petrovsky, 2001. - 296 p.
11. Potsepai, S.N. The state of natural meadows in the Desna basin of the Non-Black soil region as the basis for their rational use / S.N. Potsepai, L.N. Anishchenko, S.A. Belchenko // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. - № 5. - 2018. - P. 35-41.
12. Accumulation of ^{137}Cs by plants of meadow ecosystems in the border areas of Bryansk, Gomel and Chernigov regions / A.D. Bulokhov, N.A. Skovorodnikova, N.M. Daineko, A.V. Lukash, N.N. Panasenko, Yu.A. Semenishchenkov // Scientific dialogue. - 2014. - № 1 (25). - P. 5-13.
13. Matychenkov, Ivan Vladimirovich. Mutual influence of silicon, phosphorus and nitrogen fertilizers in the system: soil-plant: dissertation of Candidate of Biological Sciences 06.01.04 / I.V. Matychenkov. - M.: MSU, 2014. - 136 p.
14. Heavy metals of the components of meadow cenoses in the conditions of anthropogenic burden [Electronic resource] / A.D. Bulokhov, L.N. Anishchenko, N.N. Panasenko, Yu.A. Semenishchenkov, N.A. Skovorodnikova // Current problems of science and education. - 2014. - № 3. - URL: <http://www.science-education.ru/117-13337>