

УДК 631/635; 502/504; 911

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-3-15-23>

**РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ В.Р. ВИЛЬЯМСА  
ПО НАУЧНЫМ ОСНОВАМ ЛУГОВОДСТВА  
(К 160-летию академика Василия Робертовича Вильямса)**

**К.Н. Привалова**, доктор сельскохозяйственных наук

*ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»*

*141055, Россия, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1*

[vik\\_lugovod@bk.ru](mailto:vik_lugovod@bk.ru)

**DEVELOPMENT OF THE DOCTRINE OF V.R. WILLIAMS  
OF THE SCIENTIFIC BASIS OF MEADOW PRODUCTION  
(To the 160th anniversary of Academician Vasily Robertovich Williams)**

**K.N. Privalova**, Doctor of Agricultural Sciences

*Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology*

*141055, Russia, Moscow region, Lobnya, Nauchnyi gorodok str., k. 1*

[vik\\_lugovod@bk.ru](mailto:vik_lugovod@bk.ru)

Идеи академика В.Р. Вильямса послужили основой развития луговедения и луговодства в нашей стране. Он дал всестороннюю оценку луга как элемента географического агроландшафта. Его интересовали исследования луговой флоры, ее местообитания, почв, природных лугов, способов их улучшения. На кафедре почвоведения и земледелия Московского сельскохозяйственного института профессор В.Р. Вильямс читал курсы по луговодству и культуре кормовых растений. Исследования по луговедению и луговодству явились основой создания показательного хозяйства, станции, а в 1922 г. — Государственного лугового института. На протяжении всей истории развития института они оставались и остаются в числе важнейших направлений его научных исследований. В.Р. Вильямс обосновал ведущую роль многолетних трав в жизнедеятельности луговых сообществ, в продукционном и почвообразовательном процессах. Он ввел понятие о типах кущения злаков — корневищный, рыхло- и плотнокустовый. В условиях культурного луговодства благодаря длительному сохранению первой и второй стадий развития луга (корневищной и рыхлокустовой) обеспечивается устойчивое продуктивное долголетие фитоценозов. Важной заслугой В.Р. Вильямса является изучение дерновообразовательного процесса — взаимодействия луговой растительности с почвой. Учение В.Р. Вильямса о дерновом процессе являлось предпосылкой для разработки травопольной системы земледелия, а также для создания краткосрочных сеяных травостоев в лугопастбищных севооборотах.

**Ключевые слова:** луговедение, луговодство, исследования, многолетние травы, почвы.

The ideas of academician V.R. Williams served as the basis for the development of meadow science and meadow farming in our country. He gave a comprehensive assessment of the meadow as an element of the geographical agricultural landscape. He was interested in studies of meadow flora, its habitat, soils, natural meadows, and ways to improve them. At the Department of Soil Science and Agriculture of the Moscow Agricultural Institute, Professor V.R. Williams taught courses on meadow farming and forage plant culture. Research on meadow science and meadow farming was the foundation for the creation of a

demonstration farm, a station, and the State Meadow Institute in 1922. Throughout the history of the Institute's development, they have remained and remain among its most important areas of scientific research. V.R. Williams proved the leading role of perennial grasses in the vital activity of meadow communities, in the productive and soil-forming processes. He introduced the concept of the types of tillering of cereals — rhizomatous, loose and dense. In the conditions of cultivated grassland, due to the long-term preservation of the first and second stages of the development of the meadow (rhizome and loose shrub), stable productive longevity of phytocenoses is ensured. An important merit of V.R. Williams is the study of the sod-forming process — the interaction of meadow vegetation with soil. The teaching of V.R. Williams about the turf process was a prerequisite for the development of a grass-field system of agriculture, as well as for the creation of short-term sown grass stands in grassland crop rotations.

**Keywords:** meadow science, meadow farming, research, perennial grasses, soils.

В 1922 г. в издательстве Наркомзема «Новая деревня» вышла книга В.Р. Вильямса «Естественно-научные основы луговодства или луговедение», в которой были изложены научные идеи развития отечественного луговодства, послужившие началом становления этой отрасли как нового направления науки. Академиком В.Р. Вильямсом обоснованы положения современного луговедения по вопросам биологических и экологических особенностей многолетних трав, кормовых растений аридных зон, состава естественных травостоев и сеяных фитоценозов, их реакции на различные природные и антропогенные факторы. В книге В.Р. Вильямс дал всестороннюю оценку луга, охарактеризовав его как сложное природное явление, как элемент географического агроландшафта [1; 2].

За основу луговодства В.Р. Вильямс принял «...не изучение отдельных представителей луговой флоры, а исследования лугов, как особой группы сложных природных комплексов, во всей совокупности их свойств и отношений к тем явлениям, которые определяют существование на них луговых растительных сообществ — автотрофов и гетеротрофов». Впоследствии это положение стало основой научных работ о биогеоцено-

зах в трудах В.Н. Сукачева, Д.Г. Раменского, Т.А. Работнова и других ученых [3; 4].

В.Р. Вильямс был одним из первых русских ученых, проявивших интерес к луговой флоре, природным лугам, способам их улучшения. С 1894 г. он читал в Московском сельскохозяйственном институте курс лекций по луговодству, которые были опубликованы в 1901 г. Однако к тому времени в стране еще не было научных исследований по биологии луговой растительности, биологии почв, системе рационального улучшения лугов. Поэтому из-за отсутствия отечественной практики значительная часть лекций была подготовлена на основе использования западноевропейского опыта, к которому В.Р. Вильямс относился достаточно критически и постоянно совершенствовал вопросы развития луговодства в нашей стране.

Летом 1910 г. В.Р. Вильямс со студентами выехали из Москвы в Муром для обследования луговых массивов. Они начали подробно изучать большие площади лугов в окрестностях города Мурома: делали описание растительности, гербаризировали наиболее интересные виды растений, изучали корневые системы разных представителей луговой флоры, брали образцы почв и монолиты.

Впоследствии в результате многочисленных экспедиций по обследованию пойм главных рек была создана научная классификация пойменных лугов. Были выявлены три типа лугов: высокого, среднего и низкого уровня, что послужило основой размещения сенокосов на долгопоемных, а пастбищ — на короткопоемных местоположениях.

В 1904 г. В.Р. Вильямс создает коллекцию злаковых и бобовых трав (питомник), которая считалась самой обширной в мире (3000 видов) и долгое время выполняла функции лаборатории для разработки проблем луговодства. В.Р. Вильямс пишет докладные записки в департамент земледелия о бедственном положении лугов в России и в 1911 г. добивается организации краткосрочных курсов по луговодству при лаборатории почвоведения; а в 1913 г. при кафедре земледелия открываются постоянные «курсы для подготовки специалистов по луговодству и культуре кормовых растений». Заведующий курсами В.Р. Вильямс развернул большую работу: изучались собранные монолиты почв, использовался богатейший биологический гербарий Вильямса, коллекции семян кормовых растений.

По предложению В.Р. Вильямса в 1914 г. Качалкинская лесная дача под Москвой была отведена под организацию показательного лугового хозяйства, а затем в 1917 г. — станции по луговодству и культуре кормовых культур. В.Р. Вильямс руководил лично всеми работами: строительством, организацией лабораторий, их оснащением, закладкой опытных участков и питомников. В 1922 г. станция была преобразована в Государственный луговой институт, в котором В.Р. Вильямс до 1928 г. заведовал отделом геоботанических экспеди-

ций и руководил экспериментальными исследованиями по луговедению.

Постановлением коллегии Наркомзема РСФСР от 5 апреля 1924 г., признавая большие заслуги В.Р. Вильямса в изучении почв и лугов и в создании русской школы почвоведения и луговодства, Государственному луговому институту присвоено имя профессора Василия Робертовича Вильямса.

В 1920-е гг. сотрудниками Института проведены исследования обширных природных угодий, изучены большие массивы лугов в поймах рек Европейской равнины и Сибири, а также крупные массивы болот в Вологодской, Ярославской, Архангельской и других областях европейской части страны, а также в областях Сибири.

В книге В.Р. Вильямса «Естественно-научные основы луговодства или луговедение» была обоснована ведущая роль многолетних трав в жизнедеятельности луговых сообществ, в продукционном и почвообразовательном процессах. По заключению В.Р. Вильямса, определяющая роль в жизнедеятельности луговых сообществ принадлежит многолетним травам. Впервые изучив развитие злаковых трав от прорастания семени до отмирания плодоносящего побега, он ввел понятие о типах кущения злаков — корневищный, рыхло- и плотнокустовой. При корневищной и рыхлокустовой фазах развитие дернового процесса происходит в аэробных условиях, а при смене их на плотнокустовую — в анаэробных. Это положение не утратило своей актуальности и в современных условиях, например, для обоснования выбора способа улучшения луга.

В дальнейшем это направление исследований нашло теоретическое обоснова-

ние в работах С.П. Смелова и его школы, в которых выявлены этапы жизни побегов луговых злаков, показано значение запасных пластических веществ и влияние антропогенных факторов на рост и развитие многолетних трав.

В современных условиях в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» продолжаются

исследования по изучению побегообразовательной способности злаковых и бобовых трав при интенсивных приемах ухода и использования луговых травостоев.

В таблице 1 приведены показатели механизма возобновления популяций корневищного злака мятлика лугового.

**1. Потенциал вегетативного возобновления мятлика лугового в составе разновозрастных злаковых травостоев (среднее за 2 года)**

Пастбищное использование (4 цикла за сезон)			
Показатели на 1 м <sup>2</sup>	Годы жизни травостоя		
	7–8 гг.	19–20 гг.	
	N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>
Длина корневищ, м	165,4	152,4	186,6
Количество узлов на корневищах, шт.	26,6	24,9	31,6
Количество почек на корневищах, шт.	6195	2345	5900
Ортотропные (вегетативные побеги), шт.	2595	2345	3105
Количество почек на ортотропных побегах, шт.	4760	3335	5110
Всего почек на корневищах и побегах, шт.	10955	5680	11010

Преобладание почек возобновления над побегами в составе долголетнего травостоя в 4,2 раза обосновывает высокий потенциал мятлика лугового при соблюдении рекомендуемых приемов ухода и использования. Поэтому мятлику луговому отводится ведущая роль в длительном сохранении самовозобновляющихся травостоев. Сравнительная оценка показателей биологического механизма возобновления клевера ползучего в составе разновозрастных пастбищных травостоев (5-й, 11-й, 17-й годы) обосновывает его высокий биологический потенциал, который сохраняется в течение длительного времени. Обеспеченность 1 м ползучих побегов клевера поч-

ками возобновления в составе травостоя пятого года составила 58 шт., а в составе травостоя 17-го года — 80 штук. Благодаря длительному сохранению первой и второй стадий развития луга (корневищной и рыхлокустовой) в условиях культурного луговодства обеспечивается устойчивое продуктивное долголетие фитоценозов. Эти исследования согласуются с результатами 167-летних опытов Ротамстедской опытной станции (Великобритания). В опытах ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса, заложенных П.И. Ромашовым в 1946 г., высокая продуктивность пастбищных фитоценозов и ценный ботанический состав сохраняются в течение 77 лет (табл. 2)

## 2. Продуктивность пастбищ в среднем за 30–77-й годы пользования (1976–2022 гг.)

Удобрение	Урожайность, т/га СВ	Произведено на 1 га		
		ОЭ, ГДж/га	кормовых единиц	сырой протеин, кг
Без удобрений (контроль)	2,2	22,9	1892	317
P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	4,8	48,9	3969	770
N <sub>120</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	5,5	57,2	4730	918
N <sub>180</sub> P <sub>45</sub> K <sub>120</sub>	7,4	76,4	6307	1469
Навоз, 10 т (1 раз в 4 года)	3,1	33,7	2739	468
Навоз, 20 т (1 раз в 4 года)	3,8	38,9	3162	545

Урожайность долголетнего пастбища под влиянием удобрений повысилась с 2,2 до 7,4 т/га, производство обменной энергии выросло в 3,3 раза, сырого протеина — в 4,6 раза. Аналогичные закономерности отмечены при формировании долголетних сенокосов.

Важной заслугой В.Р. Вильямса является изучение дерновообразовательного процесса — взаимодействия луговой растительности с почвой. По заключению В.Р. Вильямса, в результате дернового процесса происходит интенсивное накопление неразложившегося органического вещества в почве, что приводит к снижению ее плодородия. Впоследствии эта научная гипотеза была экспериментально проверена в долголетних опытах ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса.

В исследованиях, выполненных под руководством П.И. Ромашова на долголетних сенокосах, установлено, что при систематическом удобрении и регулярном отчуждении надземной массы развитие дернового процесса происходит замедленными темпами и не приводит к вырождению луга. При длительном использовании травостоев в почве сохраняются аэробные условия, и не происходит прогрессирующего накопления корневой массы. Прогрессирующее накопление подземной массы наблюдается только первые 10 лет жизни травостоев; начиная с третьего десятилетия и до 75-го года жизни процесс ее образования и разложения стабилизируется. Это положение служит научным обоснованием формирования не только краткосрочных, но и долголетних фитоценозов (табл. 3).

## 3. Запас корневой массы и содержание в ней азота и фосфора на 75-й год использования травостоев

Удобрение	Подземная масса, ц/га СВ	Азот		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
		%	кг/га	%	кг/га
Без удобрения	179	1,29	231	0,39	70
P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	185	1,26	233	0,60	111
N <sub>120</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	166	1,50	249	0,57	95
N <sub>180</sub> P <sub>45</sub> K <sub>120</sub>	180	1,43	257	0,55	99
Навоз, 20 т (1 раз в 4 года)	186	1,42	264	0,62	115

Учение В.Р. Вильямса о дерновом процессе являлось предпосылкой для разработки травопольной системы земледелия, пришедшей на смену паровой системы, а также для создания краткосрочных сеяных травостоев в лугопастбищных севооборотах.

В воспроизводстве почвенного плодородия важная роль отводится гумусу, участвующему в создании структуры почвы и активизации биохимических процессов. Гумус есть результат единства противоположных процессов: жизни — смерти; симбиоза — антибиоза органических веществ в живом растении — разложения их микроорганизмами после отмирания — синтеза гумусо-

вых веществ.

Минерализация органического вещества и накопление гумуса на лугах происходит очень медленно и поэтому агрохимические показатели почвы довольно стабильны в течение длительного времени (табл. 3). На 75-й год жизни запас подземной массы при разном уровне удобрений составил 166–186 ц/га, что в 3–8 раз превышало показатели урожайности травостоев.

За 75-летний срок использования пастбищных травостоев содержание гумуса повысилось с 2,03 до 2,62 %, за счет дерновообразовательного процесса — до 2,84% (на фоне N<sub>180</sub>РК) и до 3,28% при внесении компоста (табл. 4).

#### 4. Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой почвы долголетнего пастбища (75-й год пользования, слой 0–20 см)

Удобрение	Гумус, %	рН <sub>сол</sub>	N общий, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Накопление	
				мг/кг		гумус, т/га	N, кг/га
Показатели исходного состояния	2,03	4,3	0,12	60	70	45,7	2700
Без удобрения	2,62	5,0	0,13	24	54	59,0	2880
P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	2,76	4,6	0,13	103	77	62,1	2925
N <sub>120</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	2,83	4,8	0,13	110	38	63,7	2992
N <sub>180</sub> P <sub>45</sub> K <sub>120</sub>	2,84	4,6	0,16	73	45	63,9	3488
Навоз, 10 т (1 раз в 4 года)	3,00	4,9	0,14	44	56	67,5	3105
Навоз, 20 т (1 раз в 4 года)	3,38	5,3	0,15	54	70	76,0	3262

Большое внимание В.Р. Вильямс уделяет изучению состава гумуса. Впервые в течение длительного времени (10 и более лет) проводились испытания почв, доставляемых из разных концов России в лизиметрах (*лизис* — растворять, *метрео* — измерять). В.Р. Вильямс пришел к выводу, что перегнойные вещества почвы — продукт синтеза, происходящего

под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов почвы. Эта работа по оригинальности признана в «почвенной» литературе — единственной.

Важным проявлением дерновообразовательного процесса является закрепление в корневой массе элементов питания. Под влиянием удобрений количество закрепленного в корнях азота повы-

силось на 11–14%, фосфора — на 36–64%. Эти результаты являются подтверждением учения В.Р. Вильямса о выполнении дерниной луга функции живого фильтра в сохранении и накоплении зольных элементов питания растения в биологическом круговороте почвы.

В 1930 г. была опубликована работа В.Р. Вильямса «Луговое хозяйство и кормовая площадь» (она переиздавалась еще три раза). В ней излагались вопросы агротехники лугового севооборота — основного направления улучшения природных кормовых угодий, приводилось понятие — культурные кормовые площади сенокосов и пастбищ, было четко сформулировано деление способов улучшения лугов на поверхностное и коренное. Важным направлением исследований с целью повышения продуктивности лугов В.Р. Вильямс считал организацию луговых севооборотов на основе коренного улучшения, что не утратило актуальности в настоящее время. Технологии коренного улучшения природных кормовых угодий с обоснованием всех их звеньев (обработка почвы, удобрение, подбор травосмесей) разработаны для всех зон и постоянно совершенствуются благодаря созданию новых сортов луговых видов.

Большое значение имеют теоретические положения В.Р. Вильямса по вопросам лугового травосеяния — составу смеси луговых трав, нормам высева семян, срокам и способам посева. В.Р. Вильямс впервые сформулировал принципы подбора трав в смеси для создания сеяных травостоев, отвечающих требованиям хозяйственной годности (урожайность и качество), условия местообитания.

В.Р. Вильямс строго разграничивал

требования к травам для полевого травосеяния и для луговой культуры. В поле-вом травосеянии главное не кормодобы-вание, а восстановление структуры поч-вы, в луговом главное — добывание корма. Для краткосрочного пользования кормовых угодий (3–4 года) рекомендо-валось в состав травосмеси включать до пяти видов (три рыхлокустовых злака и два бобовых), для долголетнего (6–8 лет) — 9–10 видов, добавляя к рыхлоку-стовым корневищные виды.

По вопросам использования луговых угодий В.Р. Вильямс предлагал вместо старых способов выпаса по парам и жнивью создавать сеяные пастбища в севооборотах. Впоследствии это послу-жило основой разработки, создания и использования технологий специализи-рованных пастбищ для различных видов скота. В.Р. Вильямс обосновал положение об основных составляющих и взаи-модополняющих элементов сельскохо-зяйственного производства — растение-водство, животноводство и земледелие. Реализация этого положения послужила основой выполнения комплексных ис-следований по системе «почва — расте-ние — животное — животноводческая продукция» и была принята главным де-визом XII Международного конгресса по луговому хозяйству, проходившего в 1974 г. в Москве при участии 1100 ученых из 40 стран мира.

Для решения актуальных задач в об-ласти лугового и полевого травосеяния В.Р. Вильямс считал важным вопросом развитие селекции и семеноводства и указывал селекционерам на необходи-мость создания отечественных сортов злаковых и бобовых трав на основе ди-корастущих видов. Он ставил вопрос о создании семеноводческих хозяйств. В

работах В.Р. Вильямса обосновывается роль механизации кормопроизводства — создания системы сельскохозяйственных машин и орудий. Он подчеркивал, что этот вопрос должен решаться в неразрывной связи с системой агротехнических мероприятий. В 1931 г. были организованы первые травопольные МТС.

В современных условиях новым важным направлением в области лугового

кормопроизводства является изучение роли агроэкосистем в воспроизводстве валовой энергии в биосфере. Результаты исследований по накоплению валовой энергии пастбищными экосистемами за 76-летний период, выполненных в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», обосновывают и развивают гипотезу В.Р. Вильямса «о формировании плодородия почвы при притоке космических факторов» (табл. 5).

##### 5. Производство валовой энергии долголетними (76 лет) пастбищными агроэкоценозами

Удобрение	Валовая энергия, ГДж/га				Антропогенные затраты, ГДж/га	Природные факторы	
	надземная масса	подземная масса	изменение энергоемкости плодородия почвы	всего		ГДж/га	% от суммы ВЭ
Без удобрений (контроль)	41,7	4,2	1,5	47,4	6,9	40,5	85
P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	88,3	4,1	1,9	94,3	9,2	85,1	90
N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	95,4	4,0	2,1	101,5	15,2	86,3	85
N <sub>120</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	120,8	3,8	2,1	126,7	20,7	106,0	84
N <sub>180</sub> P <sub>45</sub> K <sub>120</sub>	143,1	4,1	2,8	150,0	26,5	123,5	82
Навоз, 20 т (1 раз в 4 года)	70,3	4,1	3,7	78,1	15,1	63,0	81

Суммарное воспроизводство валовой энергии за 76-летний период в контроле (без удобрений) составляет 3,6 ТДж/га, при внесении компоста оно повысилось на 65%. Максимальное производство валовой энергии — 11,4 ТДж/га получено на фоне ежегодного внесения N<sub>180</sub>P<sub>45</sub>K<sub>120</sub>. Высокий энергетический потенциал пастбищных агроэкосистем достигается благодаря ведущей роли природных факторов, обеспечивающих 78–90% накопления валовой энергии. Этим объясняется значительная окупаемость антропогенных затрат — от 4,6 до 10,2 раза в зависимости от уровня удобрения. Ре-

зультаты проведенных исследований подтверждают гипотезы российского эколога Г.А. Булаткина и американского эколога Ю. Одума о важной роли луговых агробиоценозов в поддержании положительного баланса энергии в современных биосферных процессах, происходящих на Земле.

Такова многоплановая плодотворная научная и научно-организационная деятельность Василия Робертовича Вильямса в становлении и развитии отечественного луководства. Имя В.Р. Вильямса навечно вписано в историю отечественной и мировой науки.



## Литература

1. Вильямс В.Р. Естественнo-научные основы луговoдства или луговoведение (Приложение основ почвовeдения к культуре многолетних травянистых растений и естественной кормовой площади). – М. : Изд-во Наркомзема «Новая деревня», 1922. – 298 с.
2. История науки. Василий Робертович Вильямс / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева; ГНУ ВИК Россельхозакадемии. – М. : Россельхозакадемия, 2011. – 76 с.
3. Всероссийский научно-исследовательский институт кормов имени В.Р. Вильямса на службе российской науке и практике / Под ред. члена-корреспондента Россельхозакадемии, доктора сельскохозяйственных наук В.М. Косолапова и доктора географических наук И.А. Трофимова. – М. : Россельхозакадемия, 2014. – 1031 с.
4. Справочник по кормопроизводству. – 5-е изд., перераб. и доп. / Под ред. В.М. Косолапова, И.А. Трофимова. – М. : Россельхозакадемия, 2014. – 717 с.

## References

1. Vil'yams V.R. Estestvenno-nauchnye osnovy lugovodstva ili lugovedenie (Prilozhenie osnov pochvo-vedeniya k kul'ture mnogoletnikh travyanistyykh rasteniy i estestvennoy kormovoy ploshchadi) [Natural science fundamentals of meadow farming or meadow science (Application of the fundamentals of soil science to the culture of perennial herbaceous plants and natural forage area)]. Moscow, "Novaya derevnya" Publ., 1922, 298 p.
2. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P. Istoriya nauki. Vasiliy Robertovich Vil'yams [History of science. Vasily Robertovich Williams]. Moscow, Rossel'hozakademiya Publ., 2011, 76 p.
3. Vserossiiskiy nauchno-issledovatel'skiy institut kormov imeni V.R. Vil'yamsa na sluzhbe rossiyskoy nauke i praktike [All-Russian Scientific Research Institute of Feed named after V.R. Williams in the service of Russian science and practice]. Edited by V.M. Kosolapov and I.A. Trofimov. Moscow, Rossel'khozakademiya Publ., 2014, 1031 p.
4. Spravochnik po kormoproizvodstvu [Handbook of feed production]. Edited by V.M. Kosolapov, I.A. Trofimov. Moscow, Rossel'khozakademiya Publ., 2014, 717 p.