

УДК 633.2.031

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2023-2-6-15>

## ВЛИЯНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВСТОЕВ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ЛУГОВЫХ СЕНОКОСОВ

**А.А. Кутузова**, доктор сельскохозяйственных наук  
**Е.Е. Проворная**, кандидат 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)*

## INFLUENCE OF IMPROVED TECHNOLOGIES FOR THE CREATION AND USE OF LEGUME-CEREAL GRASS STANDS ON THE YIELD AND FERTILITY OF SOD-PODZOLIC SOIL OF MEADOW HAYFIELDS

**A.A. Kutuzova**, Doctor of Agricultural Sciences  
**E.E. Provornaya**, Candidate 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)*

Для решения проблем, поставленных в Доктрине по обеспечению продовольственной безопасности населения России (2020), актуальное значение имеет повышение продуктивности и качества объемистых кормов на луговых сенокосах. В ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» разработаны усовершенствованные технологии по созданию и использованию бобово-злаковых травостоев (с участием четырех видов бобовых) при применении предпосевной инокуляции семян комплементарными штаммами клубеньковых бактерий, а также земледельческого приема — смены предшественника при перезалужении (с целью устранения явления почвоутомления). В опубликованных за последние годы статьях (2008, 2020, 2021, 2023) показана высокая эффективность создания и использования этих сенокосов. Перспективные технологии позволяют получать 5,8–6,2 тыс. корм. единиц с 1 га при высоком качестве сена с содержанием обменной энергии (ОЭ) 9,13–9,65 МДж в 1 кг сухого вещества (СВ) и обеспеченности переваримым протеином одной кормовой единицы — 118–164 г. Окупаемость капитальных вложений составляет 1–1,5 года, а себестоимость одной кормовой единицы на 26–30% ниже сложившихся цен на 1 кг фуражного овса. Впервые приведены материалы по влиянию разработанных технологий на изменение плодородия дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны.

**Ключевые слова:** бобово-злаковые сенокосы, продуктивность, качество корма, экономическая эффективность, изменение почвенного плодородия.

To solve the problems posed in the Doctrine to ensure the food security of the population of Russia (2020), it is important to increase the productivity and quality of voluminous fodder on meadow hay-

fields. In the Federal Scientific Center "VIK named after V.R. Williams", improved technologies have been developed for the creation and use of legume-grass stands (with the participation of four legume species) using presowing inoculation of seeds with complementary strains of nodule bacteria, as well as an agricultural technique — changing the predecessor during overplanting (in order to eliminate the phenomenon of soil fatigue). Articles published in recent years (2008, 2020, 2021, 2023) show the high efficiency of the creation and use of these hayfields. Promising technologies make it possible to obtain 5.8–6.2 thousand feed units/ha with high quality hay with a content of metabolic energy of 9.13–9.65 MJ per 1 kg of dry matter and availability of digestible protein per feed unit — 118–164 g. The payback of capital investments is 1–1.5 years, and the cost of 1 feed unit is 26–30% lower than the prevailing prices for 1 kg of fodder oats. For the first time in the article, materials are presented on the impact of the developed technologies on the change in the fertility of soddy-podzolic soils of the Non-Chernozem zone.

**Keywords:** legume-grass hayfields, productivity, feed quality, economic efficiency, changes in soil fertility.

На основе принятой Доктрины по продовольственной безопасности страны [1] для увеличения молока и мяса актуальное значение имеет повышение качества объемистых кормов.

В настоящее время перспективные технологии создания и использования бобово-злаковых травостоев, разработанные для луговых угодий, позволяют получать 5,8–6,2 тыс. корм. ед./га [2–4] при высоком качестве произведенного сена с содержанием обменной энергии 9,13–9,65 МДж и обеспеченности одной кормовой единицы переваримым протеином 118–164 г в 1 кг СВ, в среднем по укосам за семь лет [5]. Капитальные затраты на их создание окупаются за 1–1,5 года, рентабельность производства достигает 115–140%, а себестоимость одной кормовой единицы (4,1–4,6 руб.) на 26–30% ниже сложившихся цен 1 кг фуражного овса. Такая высокая экономическая эффективность использования бобово-злаковых травостоев в луговодстве обусловлена высокой долей использования природных факторов — до 60–80% в структуре совокупных затрат [6].

С учетом современных требований для сохранения и повышения плодородия почв при интенсификации перспек-

тивных технологий, сформулированных для земледелия страны академиком РАН А.А. Жученко [7], В.И. Кирюшиным [8] и Л.А. Ивановым [9], впервые показаны закономерности изменения плодородия дерново-подзолистой почвы при применении перспективных технологий создания и использования бобово-злаковых сенокосов в Нечерноземной зоне.

**Методика и условия проведения исследований.** Исследования проводились в соответствии с тематическим планом ВНИИ кормов, по целевой программе фундаментальных и приоритетных прикладных исследований РАСХН и федеральной целевой программе «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», проект № 2009-1.5-0000-010-070. Опыт проводился в 2000–2006 годы на Центральной экспериментальной базе ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса, расположенной в северо-западной части Московской области. Опытный участок по типологии растительности и местонахождению в рельефе относится к суходольным лугам, которые занимают около 73% в Нечерноземной зоне и 66% в Центральном районе. Почва дерново-подзолистая, близкая к

нейтральной ( $pH_{\text{сол}} = 5,8$ ) в результате известкования в предшествующие годы, содержание подвижных форм фосфора и калия составляло соответственно 118 мг/кг  $P_2O_5$  и 74 мг/кг  $K_2O$ , гумуса — 2,2%. Опыт заложен методом обычных повторений с рендомизированным размещением вариантов по повторностям. Обработка почвы для создания сеяных травостоев включала осеннее дискование в два следа и вспашку, весеннюю культивацию, прикатывание кольчатым катком до посева и гладким катком после посева. Посев травосмеси проведен под покров райграса однолетнего Московский 74 (14 кг/га).

Изучаемые бобово-злаковые травосмеси включают тимофеевку луговую ВИК 9 (8 кг/га, в смеси с бобовыми — 6 кг/га), овсяницу луговую ВИК 5 (8 кг/га) и одного из следующих бобовых компонентов: клевер луговой Тетраплоидный ВИК (10 кг/га), клевер гибридный Первенец (8 кг/га), люцерна изменчивая Пастбищная 88 (12 кг/га), лядвенец рогатый Луч (10 кг/га) при 100%-ной посевной годности семян. Перед посевом проведена обработка семян бобовых трав комплементарным штаммом клубеньковых бактерий соответственно КР-2, 348а и СХМІ-412б. В связи с низкой конкурентной способностью лядвенца рогатого в травосмесях с этим видом норма высева тимофеевки луговой снижена до 4 кг/га. Схемой опыта (табл. 1–3) было предусмотрено дать оценку эффективности смены предшественника при перезалужении. С учетом экологических требований бобовых видов трав к условиям местообитания и ограниченности площадей для их размещения нередко в производственных условиях состав травосмесей сохраняет-

ся. В результате этого, как показали наши исследования и исследования других авторов, проявляется эффект почвоутомления, снижается доля бобовых и общая урожайность травостоев. Это обусловлено накоплением фитопатогенов и поражение ими бобовых компонентов. Кроме того, в схеме опыта предусмотрены злаковые варианты на фоне РК и НРК для оценки влияния биологического азота бобовых трав (благодаря их азотфиксирующей способности) на продуктивность и качество корма. Использование травостоя двуукосное: первый укос — в фазу колошения злаков — начала цветения бобовых, второй укос — в первой декаде сентября. Все учеты и наблюдения проводили по принятым в луговодстве методикам, статистическую обработку данных урожайности — методом дисперсионного анализа [10]. Оценка влияния бобово-злаковых травостоев на изменение плодородия почвы проведена по комплексной методике ВНИИА имени Д.Н. Прянишникова с учетом многосторонних процессов, проходящих в агроэкосистемах [11]: выноса элементов питания с урожаем трав, накопления подземной массы и закрепления в ней зольных элементов, а также определения основных агрохимических показателей почвы в слое 0–20 см. Агрохимические показатели определяли по следующим методикам, применяемым в лаборатории массовых анализов ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»: ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО [12]; ГОСТ 54650-2011. Почвы. Определение подвижных форм фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО [13]; ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического веще-

ства [14]; ГОСТ 26107-84. Почвы. Методы определения общего азота [15]. Оценку изменения почвенного плодородия проводили по «Методике оценки потоков энергии в луговых агроэкосистемах» [16].

**Результаты исследований.** Урожайность злакового травостоя (контроль 1, фон РК) составила 38 ц/га в среднем за семь лет, при внесении азотного удобрения  $N_{110}$  повысилась на 157%. Урожайность бобово-злаковых травостоев без смены предшественника повысилась на 15–114% по сравнению с контролем 1, при смене предшественника — на 57–137% (табл. 1). Оценка роли смены предшественника по содержанию азота в урожае (аналогично по содержанию сырого протеина) была существенно выше по сравнению с оценкой по урожаю (СВ): без смены предшественника она составила 140–240% и после смены соответственно 170–400%. Приведенные в таблице 1 показатели по выносу фосфора, калия и кальция с урожаем подтверждают ранее установленный П.И. Ромашовым [17] вывод, что в первом минимуме для луговых травостоев в дерново-подзолистой почве находится азот по сравнению с доступными формами фосфора, калия, кальция. Накопление биологического азота в урожае без смены предшественника в среднем за семь лет составило 19–29 кг/га для клевера гибридного и клевера лугового, 50 кг/га — для лядвенца рогатого, 116 кг/га — для люцерны изменчивой; при смене предшественника эти показатели существенно повысились, соответственно до 31–45, 55 и 149 кг/га.

С учетом полученного коэффициента использования азотного удобрения (79%) приведенные показатели по био-

логическому азоту соответствуют эффекту азота минеральных удобрений (действующее вещество): 39–57 кг/га — для клеверов, 70 кг/га — для лядвенца рогатого, 189 кг/га — для люцерны изменчивой в среднем за семь лет использования. В соответствии с нормой высева бобовых видов на 1 кг семян клевера гибридного в сумме за семь лет эквивалент биологического к минеральному азоту составил 94 кг/га действующего вещества, клевера лугового — 40 кг/га, лядвенца рогатого — 49 кг/га, люцерны изменчивой — 110 кг/га.

Новая информация получена по дерново-образовательному процессу на основе динамики накопления подземной массы бобово-злаковыми луговыми травостоями и содержания в ней элементов питания (табл. 2). По сравнению со злаковым травостоем (фон РК) накопление подземной массы с клевером луговым повысилось на 13–24%, с клевером гибридным — на 7–16%, с лядвенцем рогатым — на 1–12%, с люцерной изменчивой — на 23–33%.

После выпадения бобовых из травостоя и минерализации их подземной массы азот поступает злаковым компонентам. Участие бобового компонента в травостоях с люцерной изменчивой на шестой–седьмой годы жизни сохранилось высоким — 52 и 67%, в других травостоях оно также было достаточно высоким: в травостое с участием лядвенца рогатого — 28 и 30%, с клевером луговым — 21 и 30%, с клевером гибридным — 16 и 24%; для люцерны и лядвенца это объясняется долголетием этих видов, для клеверов — восполнением популяции из твердых семян.

Следует указать, что содержание в подземной массе всех элементов пита-

ния имеет важное экологическое значение для снижения их потерь вследствие промывного режима увлажнения на суходолах Нечерноземной зоны.

### 1. Вынос питательных веществ с урожаем трав (в среднем за 7 лет)

Травосмесь, фон удобрения, новые технологические приемы	Урожайность, ц/га СВ	Вынос, кг/га					
		N общий	N биологический		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
			кг/га	эквивалент биологического к минеральному азоту, кг/га			
Злаки, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> (контроль 1)	38,0	50	—	—	25	87	28
Злаки, фон N <sub>110</sub> P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> (контроль 2)	97,5	137	—	—	55	182	56
Злаки + клевер луговой Тетраплоидный ВИК, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub>	43,7	79	29	37	28	103	40
Злаки + клевер луговой Тетраплоидный ВИК, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> + смена предшественника	56,6	95	45	57	36	126	50
Злаки + клевер гибридный Первенец, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub>	43,7	69	19	24	29	103	34
Злаки + клевер гибридный Первенец, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> + смена предшественника	52,5	81	31	39	36	133	46
Злаки + лядвенец рогатый Луч, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub>	59,5	100	50	63	41	138	56
Злаки + лядвенец рогатый Луч, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> + смена предшественника	62,1	105	55	70	43	141	59
Злаки + люцерна изменчивая Пастбищная 88, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub>	81,3	166	116	147	54	163	99
Злаки + люцерна изменчивая Пастбищная 88, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> + смена предшественника	89,9	199	149	189	66	173	115
НСР <sub>05</sub>	7,7						

**2. Накопление подземной массы и содержание в ней элементов питания  
на сенокосных травостоях 7-го года пользования (слой 0–20 см)**

Травосмесь, фон удобрения, новые технологические приемы	Подземной массы на 1 га		Содержание питательных веществ							
			N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		CaO	
	т/га СВ	% к конт- ролю	%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%	кг/га
Злаки, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> (контроль 1)	15,21	100	1,54	234,2	0,80	121,6	0,89	135,4	0,28	42,6
Злаки, фон N <sub>110</sub> P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> (контроль 2)	23,30	153	1,46	340,2	0,80	186,4	0,57	132,8	0,17	39,6
Злаки + клевер луговой Тетра- плоидный ВИК, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub>	18,89	124	1,65	311,7	0,78	147,3	1,14	215,3	0,36	68,0
Злаки + клевер луговой Тетра- плоидный ВИК, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> + смена предшественника	17,24	113	1,66	286,2	0,78	134,5	0,80	137,9	0,25	43,1
Злаки + клевер гибридный Первенец, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub>	17,62	116	1,47	259,0	0,76	133,9	0,87	153,3	0,24	42,3
Злаки + клевер гибридный Первенец, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> + смена предшественника	16,31	107	1,44	234,9	0,78	127,2	0,92	150,0	0,35	57,1
Злаки + лядвенец рогатый Луч, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub>	16,97	112	1,93	327,5	0,80	135,8	0,93	157,8	0,29	49,2
Злаки + лядвенец рогатый Луч, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> + смена предшественника	15,40	101	1,58	243,3	0,71	109,3	0,82	126,3	0,32	49,3
Злаки + люцерна изменчивая Пастбищная 88, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub>	18,76	123	1,77	332,0	0,76	142,5	0,82	153,8	0,26	48,8
Злаки + люцерна изменчивая Пастбищная 88, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> + смена предшественника	20,22	133	1,92	388,2	0,73	147,6	0,70	141,5	0,21	42,5
НСР <sub>05</sub>	0,50									

**3. Агрохимическая характеристика почвы сенокоса после семи лет пользования  
(слой почвы 0–20 см)**

Травосмесь, фон удобрения, новые технологические приемы	Агрохимические показатели					Содержание, кг/га				Накопление гумуса, т/га в год
	pH <sub>сол</sub>	подвижный фосфор, мг/кг	обменный калий, мг/кг	общий азот, %	гумус, %	подвижный фосфор	обменный калий	общий азот	гумус	
Исходное состояние	5,80	118	74	0,14	2,20	273,3	173,9	3290	51700	—
Злаки фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> (контроль 1)	5,00	185	87	0,16	2,79	434,8	204,5	3760	65565	2,0
Злаки фон N <sub>110</sub> P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> (контроль 2)	5,19	171	99	0,16	2,91	401,9	232,7	3760	68385	2,4
Злаки + клевер луговой Тетраплоидный ВИК, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub>	5,50	217	116	0,18	2,82	510,0	272,6	4230	66270	2,1
Злаки + клевер луговой Тетраплоидный ВИК, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> + смена предшественника	5,07	151	99	0,16	2,68	354,9	232,7	3760	62980	1,6
Злаки + клевер гибрид- ный Первенец, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub>	5,00	187	138	0,18	2,79	439,5	324,3	4230	65565	2,0
Злаки + клевер гибрид- ный Первенец, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> + смена предшественника	4,81	206	105	0,17	3,05	484,1	246,3	3995	71675	2,8
Злаки + люцерна рого- тый Луч, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub>	5,04	182	80	0,17	2,77	427,1	188,0	3995	65095	2,0
Злаки + люцерна рого- тый Луч, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> + смена предшественни- ка	5,26	218	90	0,18	3,14	512,3	211,5	4230	73790	3,2
Злаки + люцерна из- менчивая Пастбищ- ная 88, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub>	4,95	168	97	0,16	2,89	394,5	228,0	3760	67915	2,5
Злаки + люцерна из- менчивая Пастбищ- ная 88, фон P <sub>50</sub> K <sub>110</sub> + смена предшественни- ка	5,08	157	96	0,17	2,79	369,0	225,6	3995	69090	2,0

Изменение агрохимических показателей почвы зависит от выноса элементов питания с урожаем трав, внесения разных доз удобрений и частичного закрепления их в подземной массе с последующей минерализацией ее и поступлением подвижных форм в почвенную среду (табл. 3). Вследствие промывного режима, а также выноса кальция урожаем трав, обменная кислотность повысилась с 5,8 до 5,1, а под травостоем с клевером гибридным до 4,8 (в связи с большим выносом кальция с урожаем при смене предшественника — 46 кг/га, табл. 1). Установлена общая положительная тенденция повышения содержания азота в почве в среднем за 7 лет на 0,02–0,04 % под бобово-злаковыми травостоями. Благодаря внесению фосфорных и калийных удобрений отмечена положительная тенденция повышения содержания этих элементов в почве. Обобщающим показателем изменения плодородия является содержание гумуса по фону всех злаковых и бобово-злаковых травостоев, этот показатель повысился по сравнению с исходным состоянием. Среднее накопление гумуса под травостоями с клевером составило 1,6–2,8 т в год, с лядвенцем рогатым — 1,9–3,2 т, с люцерной изменчивой — 2,0–2,5 т.

## Литература

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. №20) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: справочные правовые системы: Законодательство. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
2. Кутузова А.А., Проворная Е.Е., Иванова Н.В. Усовершенствованная технология бобово-злаковых сенокосов в Нечерноземной зоне // Кормопроизводство. – 2003. – № 8. – С. 7–11.
3. Проворная Е.Е., Селиверстов И.В. Усовершенствованная технология бобово-злаковых сенокосов // Кормопроизводство. – 2008. – № 1. – С. 7–12.
4. Экономическая эффективность усовершенствованных технологий создания и использования сеяных сенокосов / А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, А.В. Родионова, Н.В. Жезмер, С.А. Запивалов // Кормопроизводство. – 2020. – № 3. – С. 3–8.

Повышенное содержание фосфора и калия в почве объясняется тем, что в течение 13-ти лет на этом участке создавались бобово-злаковые травостои на фоне РК. Так, в течение шести предшествующих лет пользования (1994–1999 гг.) вносили удобрения в дозе  $P_{60}K_{100}$  и в среднем за семь лет (вторая закладка опыта 2000–2006 гг.) — в дозе  $P_{50}K_{110}$ .

**Заключение.** Наряду с повышением урожайности бобово-злаковых травостоев по сравнению со злаковыми (фон РК) на 57–137%, установлены закономерности изменения плодородия почвы по повышению содержания азота и гумуса благодаря участию бобовых видов в травостоях, а также доступных форм фосфора и калия за счет регулярного внесения подкормки соответствующими удобрениями. Поэтому для увеличения площади бобово-злаковых сенокосов необходимо повышение обеспеченности хозяйств семенами районированных отечественных сортов. Такой комплексный подход к оценке агроэкосистем и применяемых на них технологий с учетом урожайности, качества корма, экономической эффективности и влияния на плодородие почвы необходимо применять в научных исследованиях при разработке прогрессивных технологий в разных зонах страны.



5. Кутузова А.А., Проворная Е.Е. Качество травяного сырья для приготовления сена в усовершенствованных люцерно-злаковых травостоях в динамике по укосам и годам пользования // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр. Вып. 30 (78). Материалы Междунар. конгресса по кормам, посвящ. 100-летию ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (Москва, 21–24 июня 2022 г.). Часть II / ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». – М., 2023. – С. 58–66.
6. Агроэнергетическая эффективность усовершенствованных технологий и современных систем производства высококачественных объемистых кормов на луговых сенокосах в Нечерноземной зоне / А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, В.М. Косолапов, Л.С. Трофимова, А.В. Родионова, Н.В. Жезмер, Е.Е. Проворная, С.А. Запывалов // Кормопроизводство. – 2021. – № 7. – С. 3–10.
7. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). – Пушкин, 1994. – 148 с.
8. Кирюшин В.И. Методика разработки адаптивных ландшафтных систем земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур. – М., 1995. – 82 с.
9. Иванов Л.А. Научное земледелие России: итоги и перспективы // Земледелие. – 2014. – № 3. – С. 25–29.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М. : Агропромиздат, 1985. – 381 с.
11. Сычев В.Г., Рухович О.В., Беличенко М.В. Географическая сеть опытов с удобрениями (состояние, перспективы и современные вызовы) // Материалы Всероссийского координационного совещания научных учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями «Итоги выполнения программы фундаментальных научных исследований Государственных Академий на 2013–2020 гг.» (Москва, 16–17 апреля 2018 г.). – М., 2018. – С. 3–11.
12. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО. – М., 1985.
13. ГОСТ 54650-2011. Почвы. Определение подвижных форм фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. – М. : Стандартинформ, 2013.
14. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. – М., 1992.
15. ГОСТ 26107-84. Почвы. Методы определения общего азота. – М., 1984.
16. Кутузова А.А., Трофимова Л.С., Проворная Е.Е. Методика оценки потоков энергии в луговых агроэкосистемах. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Угрешская типография, 2015. – 32 с.
17. Ромашов П.И. Удобрение сенокосов и пастбищ. – М. : Колос, 1969. – 184 с.

## References

1. Doktrina prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii (Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 21 yanvarya 2020 g. № 20) [Doctrine of food security of the Russian Federation (Decree of the President of the Russian Federation dated January 21, 2020 No. 20)]. *Konsul'tantPlyus: spravochnyye pravovyye sistemy: Zakonodatel'stvo* [Consultant Plus: reference legal systems: Legislation]. (Access mode: <http://www.consultant.ru>).
2. Kutuzova A.A., Provornaya E.E., Ivanova N.V. Usovershenstvovannaya tekhnologiya bobovo-zlakovykh senokosov v Nechernozemnoy zone [Improved technology of legume-grass hayfields in the Non-Chernozem zone]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2003, no. 8, pp. 7–11.
3. Provornaya E.E., Seliverstov I.V. Usovershenstvovannaya tekhnologiya bobovo-zlakovykh senokosov [Improved technology of legume-cereal hayfields]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2008, no. 1, pp. 7–12.
4. Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Rodionova A.V., Zhezmer N.V., Zapivalov S.A. Ekonomicheskaya effektivnost' usovershenstvovannykh tekhnologiy sozdaniya i ispol'zovaniya seyanykh senokosov [Economic efficiency of improved technologies for the creation and use of seeded hayfields]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2020, no. 3, pp. 3–8.
5. Kutuzova A.A., Provornaya E.E. Kachestvo travyanogo syr'ya dlya prigotovleniya sena v usovershenstvovannykh lyutserno-zlakovykh travostoyakh v dinamike po ukosam i godam pol'zova-

- niya [The quality of grass raw materials for making hay in improved alfalfa-grass stands in dynamics by cuttings and years of use]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo [Multifunctional adaptive fodder production: a collection of scientific articles. Issue. 30 (78). Materials of the International congress on feed, dedicated to the 100th anniversary of the Federal Scientific Center "VIK named after V.R. Williams" (Moscow, June 21–24, 2022)]*. Part II. Moscow, 2023, pp. 58–66.
6. Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Kosolapov V.M., Trofimova L.S., Rodionova A.V., Zhezmer N.V., Provornaya E.E., Zapivalov S.A. Agroenergeticheskaya effektivnost' usovershenstvovannykh tekhnologiy i sovremennykh sistem proizvodstva vysokokachestvennykh ob'yemistykh kormov na lugovykh senokosakh v Nechernozemnoy zone [Agroenergetic efficiency of improved technologies and modern systems for the production of high-quality voluminous fodder on meadow hayfields in the Non-Chernozem zone]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2021, no. 7, pp. 3–10.
  7. Zhuchenko A.A. Strategiya adaptivnoy intensivatsii sel'skogo khozyaystva (kontseptsiya) [Strategy for adaptive intensification of agriculture (concept)]. Pushkin, 1994, 148 p.
  8. Kiryushin V.I. Metodika razrabotki adaptivnykh landshaftnykh sistem zemledeliya i tekhnologiy vozdeystviya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Methodology for the development of adaptive landscape systems of agriculture and technologies for the cultivation of agricultural crops]. Moscow, 1995, 82 p.
  9. Ivanov L.A. Nauchnoye zemledeliye Rossii: itogi i perspektivy [Scientific agriculture of Russia: results and perspectives]. *Zemledeliye [Agriculture]*, 2014, no. 3, pp. 25–29.
  10. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Method of field experience]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 381 p.
  11. Sychev V.G., Rukhovich O.V., Belichenko M.V. Geograficheskaya set' opytov s udobreniyami (sostoyaniye, perspektivy i sovremennyye vyzovy) [Geographical network of experiments with fertilizers (state, prospects and modern challenges)]. *Materialy Vserossiyskogo koordinatsionnogo soveshchaniya nauchnykh uchrezhdeniy-uchastnikov Geograficheskoy seti opytov s udobreniyami «Itogi vpolneniya programmy fundamental'nykh nauchnykh issledovaniy Gosudarstvennykh Akademiy na 2013–2020 gg.» (Moskva, 16–17 aprelya 2018 g.) [Proceedings of the All-Russian coordination meeting of scientific institutions participating in the Geographical network of experiments with fertilizers "Results of the implementation of the program of fundamental scientific research of the State Academies for 2013–2020." (Moscow, April 16–17, 2018)]*. Moscow, 2018, pp. 3–11.
  12. GOST 26483-85. Pochvy. Prigotovleniye solevoy vytyazhki i opredeleniye yeye pH po metodu TSI-NAO [Soils. Preparation of salt extract and determination of its pH by CINAO method]. Moscow, 1985.
  13. GOST 54650-2011. Pochvy. Opredeleniye podvizhnykh form fosfora i kaliya po metodu Kirsanova v modifikatsii TSINAO [Soils. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds by Kirsanov method modified by CINAO]. Moscow, Standartinform Publ., 2013.
  14. GOST 26213-91. Pochvy. Metody opredeleniya organicheskogo veshchestva [Soils. Methods for determination of organic matter]. Moscow, 1992.
  15. GOST 26107-84. Pochvy. Metody opredeleniya obshchego azota [Soil. Methods for determination of total nitrogen]. Moscow, 1984.
  16. Kutuzova A.A., Trofimova L.S., Provornaya E.E. Metodika otsenki potokov energii v lugovykh agroekosistemakh [Methodology for assessing energy flows in meadow agroecosystem]. Moscow, Ugreshskaya tipografiya Publ., 2015, 32 p.
  17. Romashov P.I. Udobreniye senokosov i pastbishch [Fertilization of hayfields and pastures]. Moscow, Kolos Publ., 1969, 184 p.