

УДК 633.2.031:631.82:631.862.1

## ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА БОТАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕНОКОСНОГО ФИТОЦЕНОЗА И КАЧЕСТВО ПОЛУЧАЕМОГО КОРМА

**Д.М. Тебердиев**, доктор сельскохозяйственных наук  
**А.В. Родионова**, кандидат сельскохозяйственных наук  
**С.А. Запивалов**, научный сотрудник  
**М.А. Щанникова**, научный сотрудник

*ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»  
141055, Московская область, г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1  
[vik\\_lugovod@bk.ru](mailto:vik_lugovod@bk.ru)*

## INFLUENCE OF LONG-TERM APPLICATION OF FERTILIZERS ON BOTANICAL COMPOSITION OF HAYFIELD PHYTOCENOSIS AND THE QUALITY OF THE RECEIVED FODDER

**D.M. Teberdiev**, Doctor of Agricultural Sciences  
**A.V. Rodionova**, Candidate of Agricultural Sciences  
**S.A. Zapivalov**, Researcher  
**M.A. Shchannikova**, Researcher

*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)*

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2021-2-6-14>

В ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в 1947 г. заложен опыт по изучению эффективности минеральных и органических удобрений. За 74 года использования травостоя без перезалужения выявлены особенности сукцессионной изменчивости. Произошло переформирование сеяного бобово-злакового травостоя в два типа: низовой злаково-бобово-разнотравный (регрессивная сукцессия) на фоне внесения одно- и двухкомпонентных минеральных подкормок и навоза и злаково-разнотравный (прогрессивная сукцессия) на фоне внесения полного минерального удобрения с высокими дозами азота. На травостоях первого типа преобладающим является внедрившийся вид — овсяница красная (43,8–75,4%), второго типа — верховые злаки (лисохвост луговой, ежа сборная, кострец безостый). Переформирование травостоя не привело к снижению урожайности. За последние 28 лет (в среднем за 1993–2020 гг.) урожайность травостоев при регрессивной сукцессии превосходила контроль (3,3 т/га сухого вещества) в 1,1–1,9 раза, при прогрессивной сукцессии — в 1,9–2,6 раза. Ежегодное потребление травами азота на контрольном варианте составляло 54 кг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 14 кг, K<sub>2</sub>O — 46 кг. Внесение одно- и двухкомпонентных минеральных подкормок и навоза увеличивает потребление азота в 1,1–2,4 раза, фосфора — в 1,3–3,1 раза, калия — в 1,3–3,6 раза, при внесении полного минерального удобрения — соответственно в 2,3–3,5, 2,9–3,9 и 2,4–3,9 раза. Качество получаемого корма по содержанию сырого протеина, сырой клетчатки и

сырой золы на обоих типах травостоя отвечало требованиям ГОСТ для первого и второго классов. Содержание минеральных элементов также соответствовало зоотехническим нормам.

**Ключевые слова:** сенокос, удобрение, ботанический состав, урожайность, качество корма.

In the Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology in 1947 the study of the effectiveness of mineral and organic fertilizers was started. For 74 years of using the herbage without re-sowing, the features of succession variability have been revealed. There was a reformation of the seeded legume-grass herbage into two types: low grass-legume-motley grass against the background of the use of one- and two-component mineral fertilizers and manure (regressive succession) and grass-motley grass with the application of complete mineral fertilizer with high doses of nitrogen (progressive succession). On the herbage of the first type, the predominant species is the introduced species — red fescue (43.8–75.4%), on the herbage of the second type — high grasses (meadow foxtail, cocksfoot, awnless brome). The reformation of the herbage did not lead to a decrease in yield. Over the past 28 years (average for 1993–2020), the yield of herbage with regressive succession exceeded the control (3.3 t/ha dry matter) by 1.1–1.9 times, with progressive succession by 1.9–2.6 times. The annual consumption of nitrogen by grasses in the control was 54 kg,  $P_2O_5$  — 14 kg,  $K_2O$  — 46 kg. The application of one- and two-component mineral fertilizer and manure increases the consumption of nitrogen by 1.1–2.4 times, phosphorus — by 1.3–3.1 times, potassium — by 1.3–3.6 times, the application of complete mineral fertilizer, respectively, in 2.3–3.5, 2.9–3.9 and 2.4–3.9 times. The quality of the received feed for the content of crude protein, crude fiber and crude ash on both types of herbage met the requirements of standard for the first and second class. The content of mineral elements also met the zootechnical standards.

**Keywords:** hayfield, fertilizer, botanical composition, productivity, feed quality.

**Введение.** Одним из факторов интенсификации животноводства является обеспечение животных высококачественными кормами с высокой энергетической и протеиновой питательностью и содержанием минеральных элементов. Значительную роль в создании устойчивой кормовой базы играет луговое кормопроизводство. В результате проведения многолетних исследований (Ротамстедская опытная станция в Великобритании — более 150 лет пользования травостоем, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» — 74–85 лет пользования) доказано, что создание долголетних высокоурожайных сенокосных агрофитоценозов позволяет в течение длительного времени получать корм высокого качества при низких затратах за счет экономии материальных и технических средств на переизлужение, сохранения высокой урожайности и качества получаемого корма при

внесении удобрений и сохранения ценного видового состава травостоя. Применение интенсивных технологий является ключевым фактором повышения продуктивности и качества корма долголетних сенокосов, определяемого химическим составом и соотношением в нем питательных веществ [1–7].

**Материалы и методы.** С целью определения эффективности различных систем и технологий создания и использования сенокосов в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» с 1947 г. проводится долголетний полевой опыт. Исследования проводятся на типичном суходольном лугу временно избыточного увлажнения с дерново-подзолистой среднесуглинистой почвой. Травостой создан в 1946 г. путем посева сложной травосмеси. В ее состав входили клевер луговой *Trifolium pratense* L. (норма высева — 3 кг/га), клевер ползучий *Trifolium repens* L. (2 кг/га),

тимOFFеевка луговая *Phleum pratense* L. (4 кг/га), овсяница луговая *Festuca pratensis* Huds. (10 кг/га), лисохвост луговой *Alopecurus pratensis* L. (3 кг/га), кострец безостый *Bromus inermis* Leyss. (3 кг/га), мятлик луговой *Poa pratensis* L. (2 кг/га). Перед посевом трав в слое почвы 0–20 см содержалось 2,03% гумуса, 70 мг/кг обменного калия, 50 мг/кг подвижного фосфора, pH<sub>сол.</sub> 4,3. Перед закладкой опыта было внесено 4,5 т/га извести. В качестве удобрений применяются аммиачная селитра, суперфосфат, хлористый калий и полуперепревший навоз КРС. Азотные удобрения в зависимости от технологии вносились единоразово весной или дробно под укос, калийные и фосфорные — весной. Отчуждение надземной массы проводилось в фазу цветения преобладающего вида (лисохвоста лугового) и в первой декаде сентября. Ботанический состав долголетнего травостоя определяли методом весового анализа, биохимический состав получаемого корма — в лаборатории массовых анализов ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». На основе балансового метода проведено сравнение потребления элементов питания (азот, фосфор, калий) и поступления их за счет подкормок травостоя минеральными и органическими удобрениями. Статистическую обработку данных по урожайности проводили методом дисперсионного анализа [8].

Опыт включен в реестр Географической сети опытов с удобрениями, является достоянием отечественной сельскохозяйственной науки. Имеется аттестат РАСХН длительного опыта № 145 от 1 января 2009 года.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Ботанический состав исход-

ного сеяного травостоя в зависимости от видов и доз применяемых удобрений с течением времени подвергался существенным изменениям. В результате при внесении одно- и двухкомпонентных минеральных подкормок и навоза сформировался низовой злаково-бобово-разнотравный тип травостоя (регрессивная сукцессия), при систематическом внесении полного минерального удобрения — злаково-разнотравный (прогрессивная сукцессия) (рис. 1). На 75-й год жизни при прогрессивной сукцессии в травостое преобладали верховые злаки (50,1–98,4%), при регрессивной — низовые 54,7–91,2% (рис. 2). При регрессивной сукцессии доминантом является овсяница красная — 43,8–75,4%, из верховых видов доминантом остается лисохвост луговой при внесении N<sub>90</sub>K<sub>90</sub> и N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>90</sub> — 41,8 и 48,7% соответственно. При внесении фосфорных, калийных и органических удобрений участие бобовых в травостое составляет 13,4–29,6%. При прогрессивной сукцессии доминантами являются лисохвост луговой (36,0–64,5%), ежа сборная (44,5–49,1%) и кострец безостый (71,5%).

Урожайность долголетних травостоев в среднем за последние 28 лет пользования на контрольном варианте составляет 3,3 т/га, при регрессивной сукцессии урожайность возрастает в 1,1–1,9 раза (табл. 1).

При прогрессивной сукцессии на фоне N<sub>90</sub>PK урожайность составляет 6,3 т/га (в 1,9 раз выше контроля), с увеличением дозы азота до 120 кг действующего вещества (д. в.) на 1 га она увеличивается в 2,1–2,3 раза, до 180 кг д.в./га — в 2,5–2,6 раза, при внесении органо-минерального удобрения — в 1,9–2,2 раза.

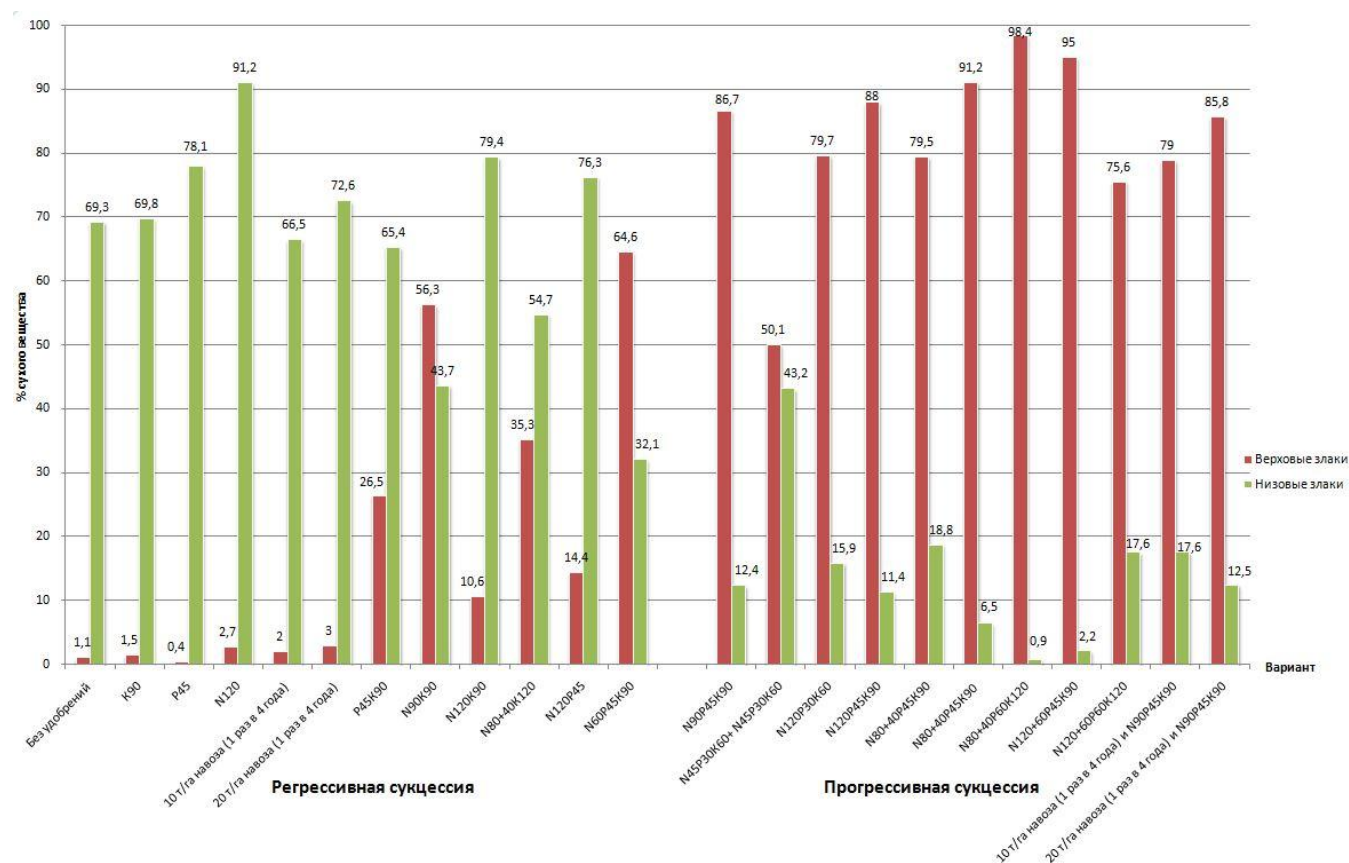


Регрессивная сукцессия



Прогрессивная сукцессия

**Рис. 1. Сформировавшиеся на 74-й год пользования типы травостоев**



**Рис. 2. Ботанический состав долголетних травостоев (74-й год пользования)**

Вынос минеральных веществ без внесения удобрений (контроль) при формировании урожайности за счет естественного плодородия почвы составляет 54 кг

азота, 14 кг  $P_2O_5$ , 46 кг  $K_2O$ . При регрессивной сукцессии сбор азота увеличивается в 1,1–2,4 раза, фосфора — в 1,3–3,1 раза, калия — в 1,3–3,6 раза. При

внесении полного минерального удобрения сбор азота увеличился в 2,3–3,5 раза, фосфора — в 2,9–3,9 раза, калия — в 2,4–3,9 раза по сравнению с контролем. При внесении комплексного органо-минерального удобрения сбор азота в 2,6–2,7 раза выше контроля, в 1,6–1,8 раза выше, чем при внесении навоза, сбор

фосфора в 3,6–3,8 и 2,0–2,2 раза, сбора калия в 3,5 и 2,1–2,4 раза соответственно. Коэффициент использования удобрений при регрессивной сукцессии составил: для азотных 30–58%, для фосфорных 24–40%, для калийных 61–86%, при прогрессивной сукцессии соответственно 40–67%, 47–56% и 92–109%.

**1. Вынос минеральных веществ с урожаем трав  
в среднем за последние 28 лет пользования (1993–2020 гг.)**

Вариант	Урожайность сухого веще- ства, т/га	Вынос из почвы, кг/га			Коэффициент использо- вания удобрений, %		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Регрессивная сукцессия							
Без удобрений	3,3	54	14	46	—	—	—
K <sub>90</sub>	4,2	76	18	101	—	—	61
P <sub>45</sub>	3,5	60	25	48	—	24	—
N <sub>120</sub>	5,0	117	23	58	52	—	—
10 т/га навоза (1 раз в 4 года)	4,4	79	23	66	—	—	—
20 т/га навоза (1 раз в 4 года)	5,0	92	27	76	—	—	—
P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	4,9	90	34	114	—	36	73
N <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	5,8	112	25	141	40	—	—
N <sub>120</sub> K <sub>90</sub>	6,0	128	25	137	43	—	86
N <sub>80+40</sub> K <sub>120</sub>	6,3	123	30	167	—	—	—
N <sub>120</sub> P <sub>45</sub>	5,4	129	41	60	58	40	—
N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	5,9	108	44	135	30	—	—
Прогрессивная сукцессия							
N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	6,3	126	44	146	40/60	—	—
N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	6,5	122	48	160	—	—	—
N <sub>120</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	6,8	139	41	112	—	—	—
N <sub>120</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	7,2	146	48	145	47/63	51	94
N <sub>80+40</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	7,1	139	46	143	41/52	47	92
N <sub>80+40</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> + Ca	7,5	148	50	152	48/67	56	109
N <sub>80+40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	7,0	138	46	181	—	—	—
N <sub>120+60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	8,2	181	48	151	50/61	—	—
N <sub>120+60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	8,5	187	55	177	—	—	—
10 т/га навоза (1 раз в 4 года) и N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	6,4	143	50	161	—	—	—
20 т/га навоза (1 раз в 4 года) и N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	7,4	144	53	159	—	—	—
НСР <sub>05</sub>	0,8	—	—	—	—	—	—

Качество корма долголетнего сенокоса оценивали в соответствии с

ГОСТ Р 55452–2013 «Сено и сенаж. Технические условия». В зависимости

от типа травостоя получаемый корм относится к одной из двух указанных в ГОСТ категорий: сеяные злаковые травы или травы естественных угодий.

При регрессивной сукцессии в вариантах без удобрений и при внесении навоза, P<sub>45</sub>, K<sub>90</sub>, P<sub>45</sub>K<sub>90</sub>, N<sub>90</sub>K<sub>90</sub> и N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>90</sub>

по содержанию сырого протеина (10,37–12,19%) сено соответствовало второму классу качества, при увеличении дозы азота в составе одно- и двухкомпонентных подкормок до 120 кг д.в./га качество корма повысилось до первого класса (12,12–15,06% СП) (табл. 2).

## 2. Качество корма долголетнего агрофитоценоза в среднем за последние 28 лет пользования (1993–2020 гг.)

Вариант	Содержание в сухом веществе, %					
	сырой протеин	сырая клетчатка	сырая зола	фосфор	калий	кальций*
<b>Регрессивная сукцессия</b>						
Без удобрений	10,37	25,58	6,58	0,20	1,17	0,60
K <sub>90</sub>	11,25	27,30	7,87	0,18	1,98	0,68
P <sub>45</sub>	10,69	25,43	7,27	0,32	1,13	0,69
N <sub>120</sub>	14,56	26,22	5,88	0,19	0,95	0,56
10 т/га навоза (1 раз в 4 года)	11,25	25,84	6,32	0,23	1,26	0,64
20 т/га навоза (1 раз в 4 года)	11,56	26,10	6,60	0,25	1,26	0,68
P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	11,44	27,94	7,32	0,31	1,93	0,61
N <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	12,19	26,49	6,78	0,20	2,04	0,52
N <sub>120</sub> K <sub>90</sub>	13,38	26,90	7,05	0,18	1,93	0,63
N <sub>80+40</sub> K <sub>120</sub>	12,12	27,14	6,92	0,21	2,21	0,46
N <sub>120</sub> P <sub>45</sub>	15,06	26,34	5,63	0,32	0,94	0,54
N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	11,50	27,72	7,01	0,32	1,90	0,57
<b>Прогрессивная сукцессия</b>						
N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	12,56	28,57	6,76	0,30	1,93	0,48
N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	11,75	29,23	7,23	0,32	2,04	0,53
N <sub>120</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	12,81	27,45	5,80	0,27	1,37	0,48
N <sub>120</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	12,75	28,95	6,19	0,30	1,68	0,46
N <sub>80+40</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	12,25	27,03	6,03	0,28	1,68	0,48
N <sub>80+40</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> + Ca	12,38	27,45	6,09	0,30	1,69	0,57
N <sub>80+40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	12,25	27,96	6,95	0,29	2,13	0,51
N <sub>120+60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	13,81	29,11	6,08	0,26	1,53	0,47
N <sub>120+60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	13,75	27,14	6,19	0,28	1,73	0,47
10 т/га навоза (1 раз в 4 года) и N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	12,00	28,73	6,97	0,32	1,79	0,57
20 т/га навоза (1 раз в 4 года) и N <sub>90</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub>	12,19	25,57	6,22	0,28	1,19	0,52

\*Данные по содержанию кальция представлены за 1993–2006 гг.

Содержание сырой клетчатки в корме во всех вариантах соответствовало требованиям для сена первого класса.

При прогрессивной сукцессии в вариантах с внесением полного минерального удобрения с дозой азота 90–

120 кг д.в./га содержание сырого протеина (11,75–12,81%) соответствовало второму классу качества, при увеличении дозы азота до 180 кг д.в./га — первому классу (13,75–13,81%). Содержание сырой клетчатки при внесении полного минерального удобрения с дозой азота 90–180 кг д.в./га увеличивается (25,57–29,23%), полученный корм преимущественно соответствует требованиям первого класса. Содержание сырой золы (5,6–7,9%) в регрессивной и прогрессивной сукцессиях соответствовало требованиям первого класса качества.

Важным показателем качества корма является содержание минеральных элементов в кормах [9]. При регрессивной сукцессии содержание фосфора в корме без внесения фосфорных удобрений и при внесении навоза составляет 0,18–0,25%, при внесении  $P_{45}$ ,  $P_{45}K_{90}$ ,  $N_{120}P_{45}$  и  $N_{60}P_{45}K_{90}$  возрастает до 0,31–0,32%, что приближается к нижней границе оптимального содержания фосфора в кормах (0,35%). В прогрессивной сукцессии при внесении полного минерального и органико-минерального удобрения содержание фосфора увеличивается до 0,26–0,32%. Содержание калия также возрастает при внесении одно- и двухкомпонентной подкормки, включающей данный элемент, и полного минерального удобрения. Содержание кальция в корме соответствует зоотехническим нормам.

Концентрация обменной энергии при регрессивной (9,48–9,94 МДж в 1 кг сухого вещества) и прогрессивной сукцессии (9,45–9,77 МДж в 1 кг сухого веще-

ства) и содержание кормовых единиц соответственно 0,72–0,79 и 0,71–0,76 в 1 кг сухого вещества отвечает требованиям для объемистых кормов высокого качества. Это позволяет снизить расход концентратов в зимний стойловый период при включении в рацион сена.

**Заключение.** При долголетнем использовании сенокосного фитоценоза без перезалужения при внесении различных доз минеральных удобрений, навоза и их сочетания произошло его переформирование в два типа травостоя: низовой злаково-бобово-разнотравный (регрессивная сукцессия) и злаково-разнотравный (прогрессивная сукцессия). Из сеяных видов злаковых в травостое сохранился лисохвост луговой — до 64,5%, кострец безостый — до 71,5% и мятлик луговой — до 6,1%, преобладающим внедрившимся видом является овсяница красная — до 75,4%. Ежегодное потребление азота, фосфора и калия возрастает с внесением повышенных доз минеральных удобрений на обоих типах травостоя. Переформирование долголетнего сенокоса в низовой тип травостоя не привело к снижению урожайности (3,5–6,3 т/га сухого вещества), урожайность травостоев верхового типа составляет 6,3–8,5 т/га, что в 1,9–2,6 раза выше контрольного варианта. По содержанию сырого протеина, сырой клетчатки и сырой золы получаемый на обоих типах травостоя корм соответствовал требованиям ГОСТ к высококлассному сену, по содержанию минеральных элементов — зоотехническим нормам.

## Литература

1. Косолапов В.М. Владимир Косолапов: «Кормопроизводство — это основа устойчивого развития высокопродуктивного животноводства» // Аграрная наука. — 2019. — № 2. — С. 25–26.

2. Справочник по кормопроизводству. – 5-е изд., перераб. и доп. / под ред. В.М. Косолапова, И.А. Трофимова. – М. : Россельхозакадемия, 2014. – 717 с.
3. Жезмер Н.В. Потребление травами питательных веществ и качество травяного сырья долголетних раннеспелых многоукосных злаковых агроценозов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр. – 2018. – Вып. 17 (65). – С. 94–100.
4. Кутузова А.А., Привалова К.Н. Перспективы развития лугового кормопроизводства России // Передовые достижения науки в молочной отрасли : сб. науч. тр. по результатам работы Всероссийской научно-практической конференции «Передовые достижения науки в молочной отрасли» в рамках III молочного форума «Вологда – молочная столица России» (Вологда, 25 октября 2019 года). – Вологда, 2019. – С. 156–163.
5. Работнов Т.А. Влияние долголетнего внесения удобрений на луговой фитоценоз // Бюллетень Московского общества испытателей природы (отдел биологический). – 1982. – Т. 87, вып. 4. – С. 78–90.
6. Кутузова А.А., Зотов А.А., Тебердиев Д.М., Привалова К.Н. Разработать энергосберегающие многовариантные технологии создания сеяных сенокосов и пастбищ, адаптивных по типам угодий и зонам, обеспечивающие повышение продуктивности при ускорении окупаемости капитальных вложений // Программа и методика проведения научных исследований по луговодству (по Межведомственной координационной программе НИР Россельхозакадемии на 2011–2015 гг.) / под ред. А.А. Кутузовой, К.Н. Приваловой. – М. : ФГОУ РЦСК, 2011. – С. 29–43.
7. Кутузова А.А., Проворная Е.Е., Цыбенко Н.С. Влияние видов и сортов бобовых трав на качество пастбищного корма // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр. – 2018. – Вып. 17 (65). – С. 74–82.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Косолапов В.М., Чуйков В.А., Худякова Х.К., Косолапова В.Г. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа : монография. – М. : Угреша Т, 2019. – 272 с.

## References

1. Kosolapov V.M. Vladimir Kosolapov: "Kormoproizvodstvo – eto osnova ustoychivogo razvitiya vysokoproduktivnogo zhivotnovodstva" [Vladimir Kosolapov: "Feeding production in animal husbandry is the ground of sustainable development"]. *Agrarnaya nauka [Agrarian science]*, 2019, no. 2, pp. 25–26.
2. Spravochnik po kormoproizvodstvu [Feed production guide]. Eds.: Kosolapov V.M., Trofimov I.A. Moscow, Rossel'khozakademiya Publ., 2014, 717 p.
3. Zhezmer N.V. Potreblenie travami pitatel'nykh veshchestv i kachestvo travyanogo syr'ya dolgoletnykh rannespelykh mnogoukosnykh zlakovykh agrotsenozov [Consumption of herbs of nutrients and quality of herbal raw materials longstanding multimowing early maturing grass agrocenoses]. *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo [Multifunctional adaptive fodder production : Collection of scientific articles]*. 2018, no. 17 (65), pp. 94–100.
4. Kutuzova A.A., Privalova K.N. Perspektivy razvitiya lugovogo kormoproizvodstva Rossii [Prospects for the development of meadow forage production in Russia]. *Peredovye dostizheniya nauki v molochnoy otrasli [Advanced scientific achievements in the dairy industry : Proc. All-Russian scientific-practical Conf.]*. Vologda, 2019, pp. 156–163.
5. Rabotnov T.A. Vliyanie dolgoletnego vneseniya udobreniy na lugovoy fitotsenoz [Effect of long-term fertilization on meadow phytocenosis]. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody (otdel biologicheskii) [Bulletin of the Moscow Society of Naturalists (biological department)]*, 1982, vol. 87, no. 4, pp. 78–90.
6. Kutuzova A.A., Zotov A.A., Teberdiev D.M., Privalova K.N. Razrabotat' energosberegayushchie mnogovariantnye tekhnologii sozdaniya seyanykh senokosov i pastbishch, adaptivnykh po tipam ugodiy i zonam, obespechivayushchie povyshenie produktivnosti pri uskorenii okupaemosti



- kapital'nykh vlozheniy [To develop energy-saving multivariate technologies for the creation of seeded hayfields and pastures, adaptable according to the types of land and zones, providing an increase in productivity while accelerating the payback of capital investments]. *Programma i metodika provedeniya nauchnykh issledovaniy po lugovodstvu (po Mezhdedomstvennoy koordinatsionnoy programme NIR Rossel'khozakademii na 2011–2015 gg.)* [Program and methodology for conducting scientific research on meadow farming (according to the Interdepartmental coordination program of research work of the Russian Agricultural Academy for 2011–2015)]. Ed.: A.A. Kutuzova, K.N. Privalova. 2011, pp. 29–43.
7. Kutuzova A.A., Provornaya E.E., Tsybenko N.S. Vliyanie vidov i sortov bobovykh trav na kachestvo pastbishchnogo korma [Influence of species and varieties of leguminous grass on the quality of the pasture fodder]. *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo* [Multifunctional adaptive fodder production : Collection of scientific articles], 2018, no. 17 (65), pp. 74–82.
  8. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Field experiment technique]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 351 p.
  9. Kosolapov V.M., Chuykov V.A., Khudyakova Kh.K., Kosolapova V.G. *Mineral'nye elementy v kormakh i metody ikh analiza* [Mineral elements in feed and methods of their analysis]. Moscow, Ugresha T Publ., 2019, 272 p.