

КОРМОПРОИЗВОДСТВО: ПОЛЕВОЕ И ЛУГОВОЕ /
FODDER PRODUCTION: FIELD AND MEADOW<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.2.227-235>

УДК 633.2:631.559

**Продуктивность и питательная ценность многолетних злаковых трав в Среднем Предуралье**

© 2024. Н. И. Касаткина ✉, Ж. С. Нелюбина

ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», г. Ижевск, Российская Федерация

Целью исследований являлась оценка кормовой продуктивности и питательной ценности 13 новых сортов тимофеевки луговой, овсяницы луговой и костреца безостого при возделывании на зеленую массу в Среднем Предуралье. Исследования проведены в 2018–2022 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Удмуртской Республики. Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований были различными: 2018, 2021 и 2022 гг. характеризовались как засушливые (ГТК – 0,89, 0,78 и 0,91 соответственно), 2020 г. – незначительно засушливый (ГТК – 1,04), 2019 г. – переувлажненный (ГТК – 1,73). Начало отрастания изучаемых сортов многолетних злаковых трав было отмечено в третьей декаде апреля, укосной спелости трав достигали за 44–60 дней. Урожайность сортов тимофеевки луговой в среднем за три года пользования травостоем была на уровне 3,5–3,9 т/га сухой массы, овсяницы луговой – 2,3–2,4 т/га, костреца безостого – 4,5–4,7 т/га. Фактор «условия года» оказывал преимущественное влияние на варьирование урожайности, плотности и высоты травостоя – 92,4...97,4 %, 62,9...79,2, 80,3...82,6 % соответственно. На количество побегов и их высоту влиял также фактор «генотип × год». Сорта овсяницы отличались относительно большим содержанием сырого жира (2,5–3,1 %), сахаров (15,6–17,7 %), кальция (0,31–0,36 %). В растительных пробах сортов костреца отмечено высокое содержание сырого жира (2,3–2,6 %), фосфора (0,68–0,71 %), калия (2,45–2,52 %), кальция (0,31–0,39 %). Выявлена положительная сильная корреляция между урожайностью сухой массы злаковых трав и содержанием в ней фосфора ($r = 0,87...0,96$) и калия ($r = 0,69...0,85$). Среди сортов многолетних злаковых трав по кормовой питательности выделились тимофеевка луговая Слейпнир (Финляндия), Атуро (Германия) и Тамиза (Германия) с выходом с 1 га обменной энергии 32,3–34,4 ГДж, переваримого протеина – 0,14–0,16 т, кормовых единиц – 2,41–2,60 тыс., овсяница луговая Карпатчи (Нидерланды) – 21,2 ГДж, 0,09 т, 1,57 тыс. и кострец безостый Гвардеец (Россия) – 35,7 ГДж, 0,25 т и 2,58 тыс. соответственно. Возделывание овсяницы Карпатчи, тимофеевки Слейпнир и костреца Гвардеец энергетически и экономически выгодно: коэффициент энергетической эффективности – 1,9; 3,0 и 3,6, уровень рентабельности – 65; 101 и 161 % соответственно.

Ключевые слова: тимофеевка луговая, овсяница луговая, кострец безостый, сорт, урожайность, сухое вещество, структура урожайности, биохимический состав

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (тема № FUUE-2022-0001).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликтов интересов.

Для цитирования: Касаткина Н. И., Нелюбина Ж. С. Продуктивность и питательная ценность многолетних злаковых трав в Среднем Предуралье. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2024;25(2):227–235.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.2.227-235>

Поступила: 27.02.2024

Принята к публикации: 28.03.2024

Опубликована онлайн: 24.04.2024

Productivity and nutritional value of perennial cereal grasses in the Middle Cis-Urals

© 2024. Nadezhda I. Kasatkina ✉, Zhanna S. Nelyubina

Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk, Russian Federation

The purpose of the research was the assessment of feed productivity and nutritional value of 13 new varieties of meadow timothy, meadow fescue and awnless brome when cultivated for green mass in the Middle Cis-Urals. The research was carried out in 2018–2022 on sod-podzolic medium loamy soil of the Udmurt Republic. Meteorological conditions of the growing seasons during the years of the research were different: 2018, 2021 and 2022 were arid (hydrothermal coefficient – 0.89, 0.78 and 0.91, respectively), 2020 – slightly arid (HTC – 1.04), 2019 – waterlogged (HTC – 1.73). The beginning of regrowth of the studied varieties of perennial cereal grasses was noted in the third ten days of April; the grass reached mowing ripeness in 44–60 days. The yield of meadow timothy varieties on average for three years of using the grass stand was at the level of 3.5–3.9 t/ha of dry weight, meadow fescue – 2.3–2.4 t/ha, awnless brome – 4.5–4.7 t/ha. The “year conditions” factor

had a primary influence on the variation in yield, density and height of the grass stand – 92.4...97.4 %, 62.9...79.2, 80.3...82.6 %, respectively. The “genotype x year” factor also influenced the number of shoots and their height. Fescue varieties were distinguished by a relatively high content of crude fat (2.5–3.1 %), sugars (15.6–17.7 %), and calcium (0.31–0.36 %). High content of crude fat (2.3–2.6 %), phosphorus (0.68–0.71 %), potassium (2.45–2.52 %), calcium (0.31–0.39 %) noted in plant samples of awnless brome varieties. A positive strong correlation between the yield of dry mass of cereal grasses and the content of phosphorus ($r = 0.87...0.96$) and potassium ($r = 0.69...0.85$) in it was revealed. Some varieties of perennial cereal grasses were distinguished by their nutritional value: meadow timothy varieties Sleipnir (Finland), Aturo (Germany) and Tamiza (Germany) with a yield per 1 hectare of metabolic energy of 32.3–34.4 GJ, digestible protein – 0.14–0.16 tons, feed units – 2.41–2.60 thousand; meadow fescue variety Karpachi (Netherlands) – 21.2 GJ, 0.09 tons, 1.57 thousand; awnless brome variety Gvardeets (Russia) – 35.7 GJ, 0.25 tons and 2.58 thousand, respectively. Cultivation of Karpachi fescue, Sleipnir timothy and Gvardeets brome is energetically and economically profitable: energy efficiency coefficient – 1.9; 3.0 and 3.6, profitability level – 65; 101 and 161 %, respectively.

Keywords: meadow timothy, meadow fescue, awnless brome, variety, yield, dry matter, yield structure, biochemical composition

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (theme No. FUUE-2022-0001).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflicts of interest.

For citation: Kasatkina N. I., Nelyubina Zh. S. Productivity and nutritional value of perennial cereal grasses in the Middle Cis-Urals. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2024;25(2):227–235. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.2.227-235>

Received: 27.02.2024

Accepted for publication: 28.03.2024

Published online: 24.04.2024

Многолетние мятликовые травы являются хорошим кормом для жвачных животных, могут использоваться на сенокосные и пастбищные цели в зависимости от способности к отрастанию после укуса [1, 2, 3]. Одним из наиболее ценных и широко распространенных видов многолетних трав является тимopheевка луговая [4, 5], которая характеризуется высокой зимо-, холодостойкостью, продуктивным долголетием [6, 7, 8]. Кострец безостый – многолетний злак, обладает высокой способностью к вегетативному размножению. При укосном использовании может возделываться в течение 8–10 лет. Вегетативные побеги хорошо облиственные, имеют высокие кормовые достоинства. Кострец хорошо поедается животными, стравливается на 80–90 %. Кроме этого, он отличается высокой засухоустойчивостью и зимостойкостью [9, 10, 11, 12]. Овсяница луговая также получила более широкое распространение в настоящее время. Характеризуется высокой облиственностью, образует куст с высоким стеблем, генеративными побегами с большим количеством укороченных сильно облиственных побегов и прикорневых листьев. В травостое держится до 10 лет, в основном используется для пастбищных целей. Имеет высокую зимостойкость, засухоустойчивость и рано отрастает весной [12, 13, 14]. Актуальным является поиск новых перспективных сортов многолетних злаковых трав с высокой зимостойкостью и продуктивностью.

Цель исследований – оценить кормовую продуктивность и питательную ценность новых

сортов тимopheевки луговой, овсяницы луговой и костреца безостого при возделывании на зеленую массу в Среднем Предуралье.

Научная новизна – получены новые экспериментальные данные по урожайности сухой массы, структуре урожайности, биохимическому составу и кормовой питательности новых сортов тимopheевки луговой, овсяницы луговой и костреца безостого; выявлено влияние генотипа и условий года на их урожайность; установлены корреляционные зависимости между биохимическим составом и урожайностью сухой массы.

Материал и методы. Исследования по конкурсному испытанию 13 сортов многолетних злаковых трав проводили в 2018–2022 гг. на опытном поле Удмуртского НИИСХ – филиала Удмуртского федерального исследовательского центра УрО РАН. В испытание были включены 7 сортов тимopheевки луговой иностранной селекции (Германия, Финляндия) и по 3 сорта овсяницы луговой и костреца безостого российской и иностранной (Нидерланды, Дания) селекций. В качестве стандартных сортов использовали тимopheевку луговую Грация (оригинатор – Ставропольский НИИСХ, РФ), овсяницу луговую Злата и кострец безостый Свердловский 38 (оригинатор – Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН, РФ). Посев проведен в 2018 и 2019 гг. сеялкой СН-16 обычным рядовым способом, норма высева сортов тимopheевки – 22 млн всх. семян на 1 га, овсяницы и костреца – 5,5 млн всх. семян на 1 га. На зеленую

массу травы убирали в фазу «колошение - начало цветения». Учетная площадь делянки – 10 м². Полевой опыт проводили согласно требованиям методики опытного дела в кормопроизводстве¹. Существенность разницы в показателях между вариантами определяли методом дисперсионного анализа, тесноту и форму связи – методом корреляционно-регрессионного анализа².

Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая с нейтральной (рН_{сол.} = 6,13) реакцией среды (ГОСТ 26483-85),

низким (2,2 %) содержанием гумуса (ГОСТ 26213-91), очень высоким (346 мг на 1 кг почвы) – подвижного фосфора и средним (101 мг на 1 кг почвы) – обменного калия (ГОСТ 26207-91).

Влагообеспеченность периодов вегетации оценивали по гидротермическому коэффициенту (ГТК) методом Г. Т. Селянинова³ (табл. 1). Вегетационные периоды в годы исследований характеризовались преимущественно засушливыми условиями (ГТК – 0,78...1,04), за исключением 2019 г. с избыточным увлажнением (ГТК – 1,73).

*Таблица 1 – Влагообеспеченность вегетационного периода в годы исследований /
Table 1 – Moisture availability of the growing season during the years of research*

Месяц / Month	ГТК / Hydrothermal coefficient				
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Май / May	1,12	1,49	0,89	0,42	1,57
Июнь / June	1,30	0,90	0,65	0,52	2,33
Июль / July	0,61	1,44	1,59	1,34	0,41
Август / August	0,72	3,24	0,79	0,79	0,02
Сентябрь / September	1,72	0,98	0,68	2,46	1,74
За период / For the period	0,89	1,73	1,04	0,78	0,91

Примечание: ГТК: 0,4–0,7 – значительная засушливость; 0,7–1,0 – засушливость; 1,0–1,3 – незначительная засушливость; 1,3–1,6 – достаточное увлажнение; больше 1,6 – переувлажнение /

Note: Hydrothermal coefficient: 0.4–0.7 – significant aridity; 0.7–1.0 – aridity; 1.0–1.3 – slight dryness; 1.3–1.6 – sufficient moisture; more than 1.6 – waterlogging

Результаты и их обсуждение. В связи с преимущественно засушливыми условиями вегетационных периодов в годы исследований изучаемые сорта злаковых трав обеспечили в основном один укос. Второй укос смогли сформировать в 2020 г. сорта тимopheевки луговой и костреца безостого, в 2022 г. – только сорта костреца.

Начало отрастания сортов тимopheевки луговой было отмечено 21–23 апреля, самое раннее – 10 апреля 2020 г. Продолжительность вегетационного периода до их укосной спелости составила 52–60 дней. В первый год пользования урожайность сортов тимopheевки луговой составила 4,1–4,8 т/га сухой массы. Существенную прибавку урожайности 0,3 т/га при НСР₀₅ – 0,3 т/га получили у сорта Атуро, внесенного в 2020 г. в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Волго-Вятскому региону (Госреестр). Во второй год пользования урожайность сортов тимopheевки луговой полу-

чена на уровне 3,7–4,1 т/га, в третий год – 2,7–3,1 т/га, при урожайности сорта-стандарта Грация 3,9 и 2,8 т/га соответственно. В среднем за три года пользования травостоем урожайность составила 3,5–3,9 т/га при плотности травостоя 1071–1227 шт/м² и высоте 45–47 см. Существенную прибавку урожайности 0,2 т/га сухой массы при НСР₀₅ = 0,2 т/га обеспечили сорта Анье, Атуро и Слейпнир. У сортов Атуро и Слейпнир отмечено существенное увеличение количества побегов относительно контрольного сорта на 156 и 142 шт/м² при НСР₀₅ = 82 шт/м² (табл. 2).

Отрастание сортов овсяницы луговой в годы исследования начиналось 23–28 апреля, самое раннее – 16 апреля 2020 г. Продолжительность вегетационного периода до укосной спелости составила 46–54 дня, наименьший – 37 дней, в засушливых условиях 2021 г. Изучаемые сорта овсяницы в первый год пользования обеспечили урожайность 2,2–2,5 т/га сухой массы с существенным повышением

¹Новоселов Ю. К., Киреев В. Н., Кутузов Г. П. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М., 1997. 156 с.

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 416 с.

³Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата. Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928;20:165–177.

кормовой продуктивности на 0,3 т/га ($НСП_{05} = 0,2$ т/га) у сорта Свердловская 37. Во второй год пользования сбор сухого вещества составил 2,5–2,9 т/га. Существенная прибавка на 0,4 т/га ($НСП_{05} = 0,1$ т/га) отмечена у сорта Карпатчи (включен в Госреестр в 2020 г.). Урожайность сортов овсяницы в третий год пользования составила 2,1–2,2 т/га, на уровне стандарта Злата. В среднем за три года пользования

травостоем урожайность была 2,3–2,4 т/га при плотности травостоя 1051–1199 шт/м² и высоте 53–55 см. Существенная прибавка урожайности на 0,1 т/га ($НСП_{05} = 0,1$ т/га) отмечена у сортов Свердловская 37 и Карпатчи, у Свердловская 37 – за счет увеличения на 137 шт/м² ($НСП_{05} = 50$ шт/м²) количества побегов, у сорта Карпатчи – за счет увеличения на 5 % их облиственности.

Таблица 2 – Урожайность сортов многолетних злаковых трав и ее структура /
Table 2 – The yield of varieties of perennial grasses and its structure

Сорт / Variety	Урожайность сухой массы, т/га / Yield of dry weight, t/ha				Кол-во побегов, шт /m ² / Shoots, pcs /m ²	Высота травостоя, см / Height of the herbage, cm
	1 г. п., в среднем за 2019 и 2020 г. / 1 year of use, on average for 2019 and 2020	2 г. п., в среднем за 2020 и 2021 г. / 2 year of use, on average for 2020 and 2021	3 г. п., в среднем за 2021 и 2022 г. / 3 year of use, on average for 2021 and 2022	среднее / average		
Тимофеевка луговая / Meadow timothy						
Грация – ст. / Graciya – st.	4,5	3,9	2,8	3,7	1071	48
Анье / An'e	4,7	4,1	2,9	3,9	1140	47
Атуро (6n)* / Aturo (6n)*	4,8	4,1	2,8	3,9	1227	46
Овация / Ovaciya	4,4	4,0	2,9	3,8	1183	45
Поларкинг / Polarking	4,1	3,7	2,7	3,5	1167	45
Слейпнир / Slejpniir	4,6	4,1	3,1	3,9	1213	47
Тамиза / Tamiza	4,7	3,9	2,7	3,8	1091	46
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,3	F _ф <F _т	F _ф <F _т	0,2	82	-
Овсяница луговая / Meadow fescue						
Злата (4n) – ст. / Zlata (4n) – st.	2,2	2,5	2,1	2,3	1062	54
Свердловская 37 / Sverdlovskaya 37	2,5	2,5	2,1	2,4	1199	55
Карпатчи / Karpatchi	2,2	2,9	2,2	2,4	1051	53
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,2	0,1	0,2	0,1	50	-
Кострец безостый / Awnless brome						
Свердловский 38 – ст. / Sverdlovskij 38 – st.	3,4	5,4	4,9	4,6	809	54
Гвардеец (8n) / Gvardeets (8n)	3,4	5,6	5,1	4,7	735	56
Карлтон (8n) / Karlton (8n)	3,4	5,3	4,8	4,5	808	55
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	F _ф <F _т	0,2	0,2	0,1	56	-

*Сорт имеет полиплоидный набор хромосом / *The variety has a polyploid set of chromosomes

Начало отрастания сортов костреца безостого было отмечено 21–23 апреля, самое раннее – 10 апреля 2020 г., вегетационный период до укосной спелости составил 44–52 дня.

Изучаемые сорта в первый год пользования сформировали урожайность сухой массы 3,4 т/га, что на уровне стандартного сорта Свердловский 38. Во второй год пользования урожайность у сортов костреца была выше – 5,3–5,6 т/га, наибольшая прибавка 0,2 т/га ($НСП_{05} = 0,2$ т/га) получена у сорта Гвардеец,

включенного в Госреестр в 2021 г. В третий год пользования урожайность составила 4,8–5,1 т/га, также с существенной прибавкой 0,2 т/га у сорта Гвардеец ($НСП_{05} = 0,2$ т/га). В среднем за три года пользования урожайность сухой массы составила 4,5–4,7 т/га при плотности травостоя 735–809 шт/м² и высоте 54–56 см. Существенную прибавку (0,1 т/га) обеспечил сорт Гвардеец за счет повышения травостоя на 2 см.

Выявлено, что наибольший вклад в варьирование изучаемых признаков оказывали

условия года. Так, у сортов тимopheевки влияние фактора «год» на варьирование урожайности сухой массы составило 95,0 %, плотности травостоя – 79,2 %, высоты травостоя – 82,6 %, у сортов овсяницы – 92,4, 73,1 и 88,6 %, у сортов костреца – 97,4, 62,9 и 80,3 % соответственно. На изменение количества побегов и высоты травостоя большое влияние оказывало взаимодействие факторов «генотип x год» (табл. 3).

у сортов костреца – 97,4, 62,9 и 80,3 % соответственно. На изменение количества побегов и высоты травостоя большое влияние оказывало взаимодействие факторов «генотип x год» (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние генотипа и условий года на признаки и урожайность многолетних злаковых трав, %
Table 3 – The influence of genotype and conditions of the year on the traits and yield of perennial grasses, %

Признак / Trait	Фактор / The factor		Сочетание факторов (AB) / Combination of factors (AB)
	генотип (A) / genotype (A)	год (B) / year (B)	
Тимофеевка луговая / Meadow timothy			
Урожайность сухой массы / Yield of dry mass	1,7	95,0	3,2
Количество побегов / Number of shoots	6,4	79,2	13,2
Высота травостоя / Height of the herbage	2,7	82,6	14,6
Овсяница луговая / Meadow fescue			
Урожайность сухой массы / Yield of dry mass	0,8*	92,4	6,8
Количество побегов / Number of shoots	2,9	73,1	24,0
Высота травостоя / Height of the herbage	2,1	88,6	9,1
Кострец безостый / Awnless brome			
Урожайность сухой массы / Yield of dry mass	1,6	97,4	0,8*
Количество побегов / Number of shoots	3,6	62,9	33,2
Высота травостоя / Height of the herbage	1,8*	80,3	17,6

* $F_{\phi} < F_T / F_f < F_t$

Биохимический состав многолетних злаковых трав зависел от биологических особенностей культур. Содержание сырой золы в растительных пробах изучаемых трав в среднем за 3 года составило от 5,2–5,7 % у сортов тимopheевки до 6,6–6,9 % у сортов костреца и овсяницы (по ГОСТ 55452-2021 «Сено и сенаж» – не более 10 % для 1-го класса). У сортов овсяницы выявлена отрицательная средняя корреляционная зависимость ($r = -0,41$) между содержанием сырой золы и урожайностью сухой массы (табл. 4).

Содержание сырого жира было на уровне 2,1–3,1 %, наибольшее 2,5–3,1 % – в образцах растений сортов овсяницы. Отмечена отрицательная средняя корреляция ($r = -0,52$) между содержанием сырого жира и урожайностью сортов костреца. Содержание сахаров в растениях тимopheевки получено на уровне 13,8–15,8 %, овсяницы – 15,6–17,7 %, костреца – 13,8–14,2 %. У сортов костреца наблюдалась положительная сильная корреляция ($r = 0,79$) между содержанием сахаров и урожайностью.

Содержание фосфора в образцах растений составляет в среднем 0,5 % сухого вещества, изменяясь от 0,1 до 1,5 % [15]. В растительных пробах изучаемых сортов трав содержалось 0,57–0,71 % фосфора, наибольшее 0,68–0,71 %

отмечено у сортов костреца. Между содержанием данного элемента и урожайностью сухой массы трав выявлена положительная сильная корреляция ($r = 0,87...0,96$).

Среднее содержание калия в растениях составляет около 1,0 % сухого вещества, варьируя от 0,3 до 2,5 % в зависимости от содержания подвижных форм, доз минеральных удобрений и извести, ботанического состава и стадии вегетации. При высокой доступности калия в почве или применении высоких доз калийных удобрений растения способны накапливать высокие концентрации (до 6 %) и аккумулировать калий в тканях [15]. В наших исследованиях в растительных пробах сортов тимopheевки калия содержалось 1,98–2,14 %, сортов овсяницы – 2,11–2,30 % и 2,45–2,52 % у сортов костреца. Между содержанием калия и урожайностью сухой массы отмечена положительная сильная корреляция ($r = 0,69...0,85$).

На содержание кальция в растениях влияют абиотические факторы, более высокое содержание данного элемента наблюдается в сухой вегетационный период, чем в сезоны вегетации с избытком осадков [15]. В наших исследованиях относительное наибольшее содержание данного элемента было выявлено

у сортов костреца (0,31–0,39 %) и овсяницы (0,31–0,36 %). При этом у этих культур наблюдалась отрицательная средняя и сильная корре-

ляционная зависимость ($r = -0,45$ и $r = -0,88$) между содержанием кальция и урожайностью сухой массы.

**Таблица 4 – Биохимический состав сортов многолетних злаковых трав (% массы сухого вещества), корреляционная зависимость между биохимическим составом и урожайностью сухой массы (среднее за 2019–2022 гг.)
Table 4 – Biochemical composition of perennial cereal grass varieties (% by weight of dry matte), correlation between biochemical composition and dry mass yield (average for 2019–2022)**

<i>Coptm / Variety</i>	<i>Сырая зола / Raw ash</i>	<i>Сырой жир / Raw fat</i>	P_2O_5	K_2O	<i>Ca</i>	<i>Сахаров / Sugars</i>
Тимофеевка луговая / Meadow timothy						
Грация – ст. / Graciya – st.	5,4	2,5	0,62	1,98	0,19	14,7
Анье / An'e	5,4	2,4	0,61	2,13	0,26	14,9
Атуро (6n) / Aturo (6n)	5,2	2,4	0,61	2,09	0,36	16,4
Овация / Ovaciya	5,7	2,6	0,57	2,13	0,29	14,0
Поларкинг / Polarking	5,5	2,9	0,65	2,14	0,21	15,8
Слейпнир / Slejpnir	5,6	2,1	0,63	2,10	0,31	13,8
Тамиза / Tamiza	5,7	2,8	0,62	2,11	0,27	15,2
Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	-0,06	-0,16	0,96	0,85	0,25	-0,21
Овсяница луговая / Meadow fescue						
Злата (4n) – ст. / Zlata (4n) – st.	6,8	2,7	0,70	2,25	0,36	17,7
Свердловская 37 / Sverdlovskaya 37	6,8	3,1	0,68	2,30	0,31	16,9
Карпатчи / Karpatchi	6,9	2,5	0,64	2,11	0,33	15,6
Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	-0,41	0,22	0,87	0,69	-0,45	0,30
Кострец безостый / Awnless brome						
Свердловский 38 – ст. / Sverdlovskij 38 – st.	6,7	2,3	0,68	2,45	0,31	14,2
Гвардеец (8n) / Gvardeets (8n)	6,8	2,6	0,71	2,52	0,31	14,2
Карлтон (8n) / Karlton (8n)	6,6	2,4	0,70	2,47	0,39	13,8
Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	0,04	-0,52	0,89	0,71	-0,88	0,79

В зависимости от вида и сорта многолетних злаковых трав их кормовая питательность изменялась. Наибольшее содержание сырого протеина в сухом веществе 10,6–11,3 % было отмечено у сортов костреца Гвардеец и Свердловский 38, что соответствует 2 классу по ГОСТ 55452-2021 «Сено и сенаж», у сортов тимофеевки сырого протеина содержалось 6,8–8,3 %, сортов овсяницы – 7,6–8,5 % (табл. 5).

Концентрация обменной энергии (КОЭ) в сухом веществе сортов костреца составила 8,9 МДж/кг (ГОСТ для 1 класса – не менее 8,9 МДж/кг), содержание кормовых единиц – 0,64. У сортов овсяницы и тимофеевки эти показатели были выше: 9,1–9,2 МДж/кг; 0,67–0,68 и 9,0–9,3 МДж/кг; 0,66–0,71 соответственно.

Выход обменной энергии наибольший получен у сортов костреца и тимофеевки: 33,3–35,7 и 30,0–34,4 ГДж/га соответственно,

сортов овсяницы данный показатель составил 20,0–21,2 ГДж/га. Выход кормовых единиц с 1 гектара у сортов костреца составил 2,40–2,58 тыс., тимофеевки – 2,21–2,60 тыс., овсяницы – 1,48–1,57 тыс. У сортов костреца аналогично высоким 0,19–0,27 т/га был сбор сырого протеина. По комплексу показателей кормовой питательности можно отметить следующие сорта трав: тимофеевка Атуро, Слейпнир и Тамиза, овсяница Карпатчи, кострец Гвардеец.

При проведении анализа агроэнергетической эффективности возделывания сортов многолетних злаковых трав было выявлено, что возделывание новых перспективных сортов злаковых трав обеспечило высокий коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) в сравнении со стандартными сортами: овсяница Свердловская 37 и Карпатчи – 1,9, тимофеевка Слейпнир, Атуро – 3,0–3,1, кострец Гвардеец – 3,6.

Таблица 5 – Кормовая питательность сухого вещества и продуктивность посевов сортов многолетних злаковых трав (среднее за 2019–2022 гг.)

Table 5 – Feed nutritional value of dry matter and productivity of crops of perennial cereal grass varieties (average for 2019–2022)

Сорт / Variety	Содержание в 1 кг / Content in 1 kg			Выход с 1 га / Output from 1 ha		Сбор сырого протеина, т/га / Collec- tion of raw protein, t/ha
	сырой протеин, % / raw protein, %	КОЭ, МДж / COE, MJ	корм. ед. / food units.	обменной энергии, ГДж / exchange energy, GJ	тыс. корм. ед. / thousand feed units.	
Тимофеевка луговая / Meadow timothy						
Грация – ст. / Graciya – st.	7,8	9,0	0,66	31,4	2,29	0,08
Анье / An'e	7,8	9,0	0,66	32,8	2,39	0,14
Атуро (6н) / Aturo (6n)	7,7	9,1	0,66	33,1	2,42	0,14
Овация / Ovaciya	7,6	9,1	0,67	31,9	2,34	0,13
Поларкинг / Polarking	6,8	9,1	0,67	30,0	2,21	0,10
Слейпнир / Slejpniir	8,3	9,3	0,71	34,4	2,60	0,16
Тамиза / Tamiza	8,1	9,2	0,69	32,3	2,41	0,15
Овсяница луговая / Meadow fescue						
Злата (4н) – ст. / Zlata (4n) – st.	8,5	9,2	0,68	20,0	1,48	0,10
Свердловская 37 / Sverdlovskaya 37	8,4	9,1	0,67	20,4	1,50	0,10
Карпатчи / Karpatchi	7,6	9,2	0,68	21,2	1,57	0,09
Кострец безостый / Awnless brome						
Свердловский 38 – ст. / Sverdlovskij 38 – st.	11,3	8,9	0,64	34,3	2,46	0,27
Гвардеец (8н) / Gvardeets (8n)	10,6	8,9	0,64	35,7	2,58	0,25
Карлтон (8н) / Karlton (8n)	9,1	8,9	0,64	33,3	2,40	0,19

Стоимость валовой продукции злаковых трав составила от 39,9–43,3 тыс. руб/га у сортов овсяницы до 68,1–74,4 тыс. руб/га у сортов костреца, производственные затраты – 25,6–32,4 тыс. руб/га. Низкая себестоимость произведенной продукции и, соответственно, наиболее высокий чистый доход получили при выращивании костреца Гвардеец (0,63 и 46,9 тыс. руб/т), тимopheевки Слейпнир (0,82 и 33,7 тыс. руб/т) и овсяницы Карпатчи (1,02 и 18,0 тыс. руб/т). Уровень рентабельности возделывания данных сортов находился в пределах 161 %, 101 и 65 % соответственно.

Заклучение. Урожайность сортов тимopheевки луговой в среднем за три года пользования травостоем (2019–2022 гг.) получена на уровне 3,5–3,9 т/га сухой массы, овсяницы луговой – 2,3–2,4 т/га, костреца безостого – 4,5–4,7 т/га. Преимущественное влияние на варьирование урожайности, плотности и высоты травостоя оказали условия вегетации (фактор «год»). На количество побегов и их высоту повлияло взаимодействие факторов «генотип х год». Биохимический состав многолетних зла-

ковых трав зависел от биологических особенностей культур. Сорта овсяницы отличались относительно большим содержанием сырого жира (2,5–3,1 %), сахаров (15,6–17,7 %), кальция (0,31–0,36 %). В растительных пробах сортов костреца отмечено высокое содержание сырого жира (2,3–2,6 %), фосфора (0,68–0,71 %), калия (2,45–2,52 %), кальция (0,31–0,39 %). Выявлена положительная сильная корреляция между содержанием фосфора, калия и урожайностью сухой массы злаковых трав. Среди сортов многолетних злаковых трав по кормовой питательности выделились тимopheевка луговая Слейпнир, Атуро и Тамиза с выходом с 1 га обменной энергии 32,3–34,4 ГДж, переваримого протеина – 0,14–0,16 т, кормовых единиц – 2,41–2,60 тыс., овсяница луговая Карпатчи – 21,2 ГДж, 0,09 т, 1,57 тыс. и кострец безостый Гвардеец – 35,7 ГДж, 0,25 т и 2,58 тыс. соответственно. Возделывание овсяницы Карпатчи, тимopheевки Слейпнир и костреца Гвардеец энергетически и экономически выгодно: КЭЭ – 1,9; 3,0 и 3,6, уровень рентабельности – 65; 101 и 161 % соответственно.

Список литературы

1. Золотарев В. Н., Трухан О. В., Комахин П. И., Козлова Т. В. Исторические аспекты, состояние и перспективы развития кормовых трав в России. *Кормопроизводство*. 2022;(7):3–9. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49841894> EDN: XZSNLM
2. Шаманин А. А., Попова Л. А., Гинтов В. В. Малораспространенные кормовые культуры для формирования высококачественных кормовых агроценозов в условиях Северного региона России. *Аграрный вестник Урала*. 2019;(4(183)):40–47. DOI: https://doi.org/10.32417/article_5cf953df8675d5.73728392 EDN: ZDJRRG
3. Kosolapov V. M., Khudyakova K. K., Kosolapova V. G. Evaluation of cereal forage grasses and forages from them according to the content of protein insoluble in acid detergent. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;(901(1)):012028. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/901/1/012028>
4. Волошин В. А. Оценка тимopheевки луговой (*Phleum pratense* L.) в коллекционном питомнике. *Пермский аграрный вестник*. 2019;(3(27)):30–37. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41584559> EDN: KMWRNL
5. Павлова О. В. Исследование кормовых свойств различных сортов тимopheевки луговой в условиях Приморского края. *Аграрный вестник Приморья*. 2019;(4(16)):22–26. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41861321> EDN: WKRIOT
6. Сысуев В. А., Фигурин В. А. Адаптивная стратегия устойчивой продуктивности многолетних трав на Северо-Востоке Европейской части России. *Достижения науки и техники АПК*. 2016;(30(12)):79–82. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28147497> EDN: XRYTCJ
7. Ключкова Н. Л., Теличко О. Н. Оценка селекционного материала многолетних злаковых трав по кормовым достоинствам. *Аграрная Россия*. 2023;(6):3–7. DOI: <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2023-6-3-7> EDN: RDEJAC
8. Касаткина Н. И., Нелюбина Ж. С. Продуктивность сортов тимopheевки луговой в Удмуртской Республике. Развитие современных систем земледелия и животноводства, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды: Всеросс. научн. конф. Пермь: Изд-во «ОТ и ДО», 2023. С. 267–273. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54399065> EDN: OUKSOS
9. Иванов И. С., Золотарев В. Н., Образцов В. Н. Продуктивность костреца безостого в степных условиях Центрального Черноземья России. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2021;14(4):58–64. DOI: https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2021_4_58 EDN: CZIRDH
10. Шепелев В. В., Юсова О. А., Момонов А. Х. Оценка качества, продуктивность семян и зеленой массы сортов костреца безостого омской селекции. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2020;(10(192)):35–42. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44094525> EDN: MXJXS
11. Zolotarev V. N., Saprykin S. V., Ivanov I. S. Evaluation of breeding material of awnless rump (*Bromus inermis* Leyss.) for productivity in agrophytocenoses mixed with alfalfa. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;901(1):012029. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/901/1/012029>
12. Касаткина Н. И., Нелюбина Ж. С. Кормовая продуктивность сортов овсяницы луговой и костреца безостого. Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: Междунар. научн.-практи. конф. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2023. С. 152–156. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53828330> EDN: VSKHVQ
13. Золотарев В. Н. Хозяйственно-полезные признаки и особенности возделывания тетраплоидного сорта овсяницы луговой Бинара. *Адаптивное кормопроизводство*. 2021;(2):31–43. DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2021-2-31-43> EDN: KVDDBL
14. Тормозин М. А., Беляев А. В., Тихолаз Е. М. Влияние обработки растений по вегетации стимуляторами роста и средствами защиты на семенную продуктивность овсяницы луговой сорта Надежда. *Аграрный вестник Урала*. 2020;(11(202)):28–36. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-202-11-28-36> EDN: MVWIPJ
15. Косолапов В. М., Чуйков В. А., Худякова Х. К., Косолапова В. Г. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа. М.: ООО «Угрешская типография», 2019. 272 с. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39203808> EDN: XJCOYG

References

1. Zolotarev V. N., Trukhan O. V., Komakhin P. I., Kozlova T. V. History, state and promising aspects of seed production of forage grasses in Russia. *Kormoproizvodstvo* = Forage Production. 2022;(7):3–9. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49841894>
2. Shamanin A. A., Popova L. A., Gintov V. V. Using the less widespread feed crops for forming a high quality feed agrophytocenosis in conditions of the northern region of Russia. *Agrarnyy vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals. 2019;(4(183)):40–47. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.32417/article_5cf953df8675d5.73728392
3. Kosolapov V. M., Khudyakova K. K., Kosolapova V. G. Evaluation of cereal forage grasses and forages from them according to the content of protein insoluble in acid detergent. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;(901(1)):012028. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/901/1/012028>
4. Voloshin V. A. Evaluation of timothy grass (*Phleum pratense*) in the collection nursery. *Permskiy agrarnyy vestnik* = Perm Agrarian Journal. 2019;(3(27)):30–37. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41584559>

5. Pavlova O. V. Research of fodder properties of various grades of timofeevka meadow in the conditions of Primorsky krai. *Agrarnyy vestnik Primor'ya*. 2019;(4(16)):22–26. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41861321>
6. Sysuyev V. A., Figurin V. A. Adaptive strategy of sustainable productivity of perennial grasses in the North-East of the European part of Russia. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2016;(30(12)):79–82. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28147497>
7. Klochkova N. L., Telichko O. N. Evaluation of the breeding material of perennial grasses on fodder merits. *Agrarnaya Rossiya = Agrarian Russia*. 2023;(6):3–7. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2023-6-3-7>
8. Kasatkina N. I., Nelyubina Zh. S. Productivity of timothy grass varieties in Udmurt Republic. Development of modern systems of agriculture and animal husbandry, ensuring environmental safety of the environment: All-Russian Scientific Conference. Perm: *Izd-vo «OT i DO»*, 2023. С. 267–273.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54399065>
9. Ivanov I. S., Zolotarev V. N., Obraztsov V. N. Productivity of awnless brome in steppe conditions of the central chernozem region of Russia. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh state agrarian university*. 2021;14(4):58–64. (In Russ.).
DOI: https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2021_4_58
10. Shepelev V. V., Yusova O. A., Momonov A. Kh. Quality appraisal and seed and herbage productivity of awnless brome varieties developed in omsk. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2020;(10(192)):35–42. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44094525>
11. Zolotarev V. N., Saprykin S. V., Ivanov I. S. Evaluation of breeding material of awnless rump (*Bromus inermis* Leyss.) for productivity in agrophytocenoses mixed with alfalfa. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021;901(1):012029. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/901/1/012029>
12. Kasatkina N. I., Nelyubina Zh. S. Feed productivity of varieties of meadow fescue and awnless brome. Methods and technologies in plant breeding and crop production: International Scientific- practical conf. Kirov: *FANTs Severo-Vostoka*, 2023. pp. 152–156. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53828330>
13. Zolotarev V. N. Economically useful signs and features cultivation of tetraploid variety meadow fescue 'Binara'. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo = Adaptive fodder production*. 2021;(2):31–43. (In Russ.).
DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2021-2-31-43>
14. Tormozin M. A., Belyaev A. V., Tikholaz E. M. Influence of vegetation treatment with growth stimulants and protection agents on seed productivity of meadow fescue Nadezhda. *Agrarnyy vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020;(11(202)):28–36. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-202-11-28-36>
15. Kosolapov V. M., Chuykov V. A., Khudyakova Kh. K., Kosolapova V. G. Mineral elements in feed and methods of their analysis. Moscow: *ООО «Ugreshskaya tipografiya»*, 2019. 272 p.
URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39203808>

Сведения об авторах

✉ **Касаткина Надежда Ивановна**, доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», ул. Ленина, д.1, с. Первомайский, Завьяловский р-н, Удмуртская Республика, Российская Федерация, 427067, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0725-2254>

Нелюбина Жанна Сергеевна, доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», ул. Ленина, д.1, с. Первомайский, Завьяловский р-н, Удмуртская Республика, Российская Федерация, 427067, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5751-9557>

Information about the authors

✉ **Nadezhda I. Kasatkina**, DSc in Agricultural Science, leading researcher, Udmurt Research Institute of Agriculture – Branch of the Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Lenin str., 1, Pervomaisky village, Zavyalovsky district, Udmurt Republic, Russian Federation, 427067, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0725-2254>

Zhanna S. Nelyubina, DSc in Agricultural Science, leading researcher, Udmurt Research Institute of Agriculture – Branch of the Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Lenin str., 1, Pervomaisky village, Zavyalovsky district, Udmurt Republic, Russian Federation, 427067, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5751-9557>

✉ – Для контактов / Corresponding author