

ОЦЕНКА РЕЖИМОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОЛНОРАЦИОННЫХ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ КРС

Резюме. В исследовании оценено влияние различных технологических режимов приготовления полнорационных кормовых смесей (TMR) на их структурно-фракционный состав при кормлении коров айрширской породы. Установлено, что увеличение продолжительности смешивания, частоты вращения рабочих органов кормосмесителя и изменение порядка загрузки компонентов не обеспечивали статистически значимых преимуществ в распределении частиц по фракциям. Базовый режим приготовления (12,5 мин при 540 об/мин с классическим порядком загрузки компонентов) признан технологически достаточным. Показано, что степень измельчения кукурузного силоса играет важную роль в формировании структуры кормовой смеси.

Ключевые слова: полнорационная кормовая смесь, структурно-фракционный состав, режим смешивания, кукурузный силос, айрширская порода.

EVALUATION OF THE PREPARATION MODES OF COMPLETE FEED MIXTURES FOR CATTLE

Abstract. The study evaluated the influence of different technological regimes of total mixed rations (TMR) preparation on particle size distribution when feeding Ayrshire cows. It was found that increasing mixing duration, mixer rotation speed, and changing the feed components loading sequence did not provide statistically significant advantages in terms of particle size distribution. The basic preparation regime (12.5 min at 540 rpm with the standard loading sequence) was recognized as technologically sufficient. The importance of corn silage particle size in shaping the structure of the mixed ration was demonstrated.

Key words: total mixed ration, particle size distribution, mixing regime, corn silage, ayrshire cows.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях промышленного молочного скотоводства стабильность потребления корма и структурная полноценность рациона являются ключевыми факторами реализации генетического потенциала высокопродуктивных коров. Применение полнорационных кормовых смесей позволяет обеспечить равномерное распределение питательных веществ и снизить риск селективного поедания корма. Однако технологические параметры приготовления кормовых смесей — продолжительность смешивания, интенсивность механического воздействия и порядок загрузки компонентов — могут оказывать влияние на их структурно-фракционный состав и, как следствие, на поедаемость и эффективность использования питатель-

ных веществ [1–6, 12, 13]. Особое значение данные вопросы приобретают при включении в рацион объемистых кормов с различной степенью измельчения, в частности кукурузного силоса с початками. В производственной практике нередко применяют интенсифицированные режимы работы кормосмесителей без объективной оценки их целесообразности [2, 9, 13, 15].

Цель исследования — установить влияние различных технологических режимов приготовления полнорационных кормовых смесей на их структурно-фракционный состав и обосновать выбор наиболее оптимального режима при кормлении коров айрширской породы в условиях типового племенного хозяйства.

УДК 636.085 : 636.084

Научная статья

DOI 10.69539/2413-287X-2026-03-2-265

АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ ПОЗДНЯКОВ¹,

старший преподаватель
ORCID: 0000-0002-5361-7069
E-mail: sasha.pozd@yandex.ru

¹Петрозаводский государственный университет
185910, Россия, Республика Карелия,
г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Поступила в редакцию:
26.02.2026

Одобрена после рецензирования:
11.03.2026

Принята в публикацию:
12.03.2026

UDC 636.085 : 636.084

Research article

DOI 10.69539/2413-287X-2026-03-2-265

ALEXANDER P. POZDNYAKOV¹,

Senior Lecturer
ORCID: 0000-0002-5361-7069
E-mail: sasha.pozd@yandex.ru

¹Petrozavodsk State University
185910, Russia, Republic of Karelia,
Petrozavodsk, Lenin's Ave., 33

Received by editor office:
02.26.2026

Approved in revised:
03.11.2026

Accepted for publication:
03.12.2026



МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыт проводился в племенном хозяйстве Республики Карелия (Олонецкий район) на коровах айрширской породы в период раздоя и пика лактации (в среднем третья лактация), средний удой — свыше 8700 кг молока за лактацию при круглогодичном стойловом беспривязном содержании.

Объект исследования — полнораціонные кормовые смеси для высокопродуктивных коров. Рацион включал силосы из многолетних и однолетних трав, кукурузный силос, свекловичный жом, рапсовый жмых, пивную дробину, дробленые кукурузу и ячмень, патоку, комбикорм, энергетическую добавку. До начала учетного периода коровы получали исследуемые рационы не менее 21 суток, продолжительность учета составляла более 7 суток.

Кормовые смеси приготавливали в кормосмесителе KUNN 14.2 CS. Опыт проводили при разных режимах, а именно изменяли продолжительность смешивания (12,5 и 40 мин), частоту вращения рабочих органов (540, 1500 и 2000 об/мин), порядок загрузки компонентов: классический — объемистые корма — концентраты и добавки — патока; альтернативный — концентраты и добавки — объемистые корма — патока.

Структурно-фракционный состав кормовых смесей определяли методом ситового анализа с использованием набора Penn State Particle Separator (PSPS, сита с ячейками диаметром 19; 8 и 4 мм, поддон) [8]. Пробы корма

отбирали с кормового стола не менее чем в 10 точках, из них формировали средние образцы и анализировали их в трех повторностях. Аналогично анализировали несъеденные остатки корма с целью оценки селективности потребления. Содержание в кормовых смесях сухого вещества, сырого протеина, клетчатки, жира, золы, минеральных элементов, обменной энергии определяли по общепринятым зоотехническим методикам. Переваримость сухого вещества устанавливали по методу *in vitro* по Tilley & Terry в модификации. Статистическую обработку данных проводили стандартными методами вариационной статистики (результаты представлены как $\bar{X} \pm m$). Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента при уровнях значимости $P \leq 0,05-0,001$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Влияние продолжительности смешивания полнораціонных кормовых смесей на их структурно-фракционный состав оценивали в двух аналогичных секциях коровника (табл. 1). В секции № 1 увеличение времени смешивания с 12,5 до 40 мин сопровождалось несущественным (0,56–1,43%) перераспределением частиц по всем фракциям, но различия не были статистически значимыми ($P > 0,05$). В секции № 2 наблюдалось более заметное (2,81–10,88%) перераспределение между фракциями частиц размером

Таблица 1. Структурно-фракционный состав кормовых смесей при различных режимах приготовления

Фракция	Норматив распределения частиц корма, %	Распределение частиц по фракциям, %			
		Секция № 1		Секция № 2	
<i>Продолжительность смешивания</i>					
		12,5 мин	40 мин	12,5 мин	40 мин
Более 19 мм	2–8	33,88 ± 7,12	35,31 ± 7,80	23,50 ± 4,84	34,38 ± 7,65
8–19 мм	30–50	35,75 ± 4,38	35,19 ± 5,34	45,25 ± 4,25	36,13 ± 5,34
4–8 мм	10–20	13,56 ± 0,48	12,19 ± 0,91	14,44 ± 0,86	11,63 ± 0,90
Менее 4 мм	30–40	15,88 ± 2,40	16,63 ± 2,99	16,56 ± 1,62	17,06 ± 1,93
<i>Частота вращения рабочих органов кормосмесителя</i>					
		12,5 мин			
		540 об/мин	1500 об/мин	2000 об/мин	
Более 19 мм	2–8	24,11 ± 4,87	34,37 ± 7,23	16,83 ± 1,88	
8–19 мм	30–50	44,74 ± 4,18	34,71 ± 4,21	50,83 ± 1,80*	
4–8 мм	10–20	14,13 ± 0,81	13,81 ± 0,44	14,00 ± 0,43	
Менее 4 мм	30–40	16,89 ± 1,68	15,99 ± 2,46	17,17 ± 2,02	
<i>Порядок загрузки компонентов</i>					
		12,5 мин		40 мин	
		классический	альтернативный	классический	альтернативный
Более 19 мм	2–8	23,50 ± 4,84	16,33 ± 2,76	34,38 ± 7,65	24,42 ± 2,42
8–19 мм	30–50	45,25 ± 4,25	45,83 ± 2,57	36,13 ± 5,34	44,42 ± 2,28
4–8 мм	10–20	14,44 ± 0,86	13,00 ± 0,90	11,63 ± 0,90	13,83 ± 0,17
Менее 4 мм	30–40	16,56 ± 1,62	23,75 ± 3,09	17,06 ± 1,93	16,75 ± 1,75

* $P \leq 0,05$.

Литература/Literature

1. Булгаков, А. М. Особенности кормления полнорационными кормовыми смесями дойного стада при привязном содержании коров / А. М. Булгаков, Д. А. Булгакова, К. Я. Мотовилов [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2024. — № 7 (237). — С. 42–49.
2. Ганущенко, О. Ф. Структурность кормосмесей для коров / О. Ф. Ганущенко // Животноводство России. — 2019. — № 12. — С. 59–61.
3. Никитин, Е. А. Совершенствование технологии раздачи корма на молочно-товарных фермах для крупного рогатого скота / Е. А. Никитин, В. В. Кирсанов, Г. Н. Самарин [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. — 2024. — № 5. — С. 938–948.
4. Фоменко, П. А. Влияние качества кормов на показатели молочной продуктивности коров / П. А. Фоменко, Е. В. Богатырева, И. С. Сереброва [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. — 2016. — № 4 (24). — С. 65–71.
5. Carneiro, J. H. Accuracy and physical characteristics of total mixed rations and feeding sorting behavior in dairy herds of Castro, Paraná / J. H. Carneiro, J. F. Santos, R. Almeida // Revista Brasileira de Zootecnia. — 2021. — Vol. 50: e20200174.
6. Hanušovský, O. Effect of TMR Physical Structure and Ruminant pH Environment on Production and Milk Quality / O. Hanušovský, M. Šimko, M. Rolínek, [et al.] // Dairy. — 2025. — № 6. — P. 51.
7. Maxin, G. Ruminant degradability of dry matter, crude protein, and amino acids in soybean meal, canola meal, corn, and wheat dried distillers grains / G. Maxin, D. R. Ouellet, H. Lapierre // Journal of Dairy Science. — 2013. — № 8. — P. 5151–5160.
8. Penn State Particle Separator [Электронный ресурс] // extension.psu.edu. — URL: <https://extension.psu.edu/penn-state-particle-separator> (дата обращения: 05.02.2026).
9. Piran Filho, F. A. Physical effectiveness of corn silage fractions stratified with the Penn State Particle Separator for lactating dairy cows / F. A. Piran Filho, J. M. Bragatto, C. S. Parra [et al.] // Journal of Dairy Science. — 2023. — № 9. — P. 6041–6059.
10. Rehemujiang, H. Evaluating Fermentation Quality, Aerobic Stability, and Rumen-Degradation (In Situ) Characteristics of Various Protein-Based Total Mixed Rations / H. Rehemujiang, H. A. Yusuf, T. Ma [et al.] // Animals. — 2023. — № 13. — P. 2730.
11. Schmidt, P. Concentration of mycotoxins and chemical composition of corn silage: A farm survey using infrared thermography / P. Schmidt, C. O. Novinski, D. Junges [et al.] // Journal of Dairy Science. — 2015. — Vol. 98. — № 9. — P. 6609–6619.
12. Singh, N. Total mixed ration feeding of dairy cows / N. Singh, A. Awasthi, P. Patel, G. D. Kumar // IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science. — 2022. — № 4. — P. 25–27.
13. Spina, A. A. Particle Size Distribution and Feed Sorting of Hay-Based and Silage-Based Total Mixed Ration of Calabrian Dairy Herds / A. A. Spina, P. Iommelli, A. R. Morello [et al.] // Dairy. — 2024. — № 5. — P. 106–117.
14. Tassone, S. The Effect of the Stirring Speed on the *In Vitro* Dry Matter Degradability of Feeds / S. Tassone, C. Sarnataro, S. Glorio Patrucco [et al.] // Fermentation. — 2023. — № 9. — P. 56.
15. Turiello, P. Sources of variation in corn silage and total mixed rations of commercial dairy farms / P. Turiello, A. Larriestra, F. Bargo [et al.] // The Professional Animal Scientist. — 2018. — № 2. — P. 148–155.

более 19 мм, 8–19 мм и 4–8 мм, но различия также не были статистически значимыми ($P > 0,05$). Таким образом, увеличение времени смешивания до 40 мин не обеспечивало стабильной оптимизации структурного состава кормовых смесей.

При продолжительности смешивания 12,5 мин изучено влияние частоты вращения рабочих органов кормосмесителя на фракционный состав кормовой смеси. Повышение частоты с 540 до 1500 об/мин сопровождалось увеличением на 10,26% крупной фракции, в которой частицы имели размер более 19 мм, и снижением на 10,03% фракции 8–19 мм, без статистической значимости различий ($P > 0,05$). Повышение частоты с 1500 до 2000 об/мин приводило к увеличению на 16,12% фракции 8–19 мм ($P \leq 0,05$). По остальным фракциям достоверных различий не установлено. Сопоставление крайних режимов (540 и 2000 об/мин) не выявило достоверных различий ($P > 0,05$). В целом изменение интенсивности смешивания также не приводило к устойчивому улучшению структурных показателей. Следует отметить, что интенсивный режим (2000 об/мин) может повышать износ оборудования [3].

Альтернативный порядок загрузки компонентов смеси при их смешивании в течение 12,5 мин снижал на 7,17% долю крупной фракции (частицы размером более 19 мм) и увеличивал на 7,19% долю мелкой фракции (менее 4 мм). Однако эти различия по сравнению с классическим порядком загрузки компонентов носили характер тенденций ($P > 0,05$). При времени смешивания 40 мин выраженность различий снижалась ($P > 0,05$). Следовательно, изменение последовательности загрузки компонентов оказывает ограниченное влияние на структурно-фракционный состав кормовой смеси.

Вместе с тем при различных режимах приготовления кормовой смеси доля частиц размером более 19 мм превышала рекомендуемые значения для рационов дойных коров, а содержание фракции менее 4 мм оставалось ниже нормы [8]. Подобные отклонения в структуре могут быть обусловлены особенностями используемого в кормовых смесях кукурузного силоса, в том числе наличием крупных ($D = 27–40$ мм) фрагментов початков, полученных при поперечной резке [5, 9, 15].

Результаты анализа остатков корма, представленные в таблице 2, показали увеличение в них доли частиц размером более 19 мм на 2,81–18,00% по сравнению с исходной кормовой смесью, что свидетельствует о селективном потреблении коровами более мелких и средних фракций [5]. Фрагменты початков кукурузы обнаруживались в остатках в большом количестве. Между секциями выявлены высокодостоверные различия (1,25%) по фракции, размер частиц в которой составлял 4–8 мм ($P \leq 0,001$), однако абсолютные значения были близки к рекомендуемому диапазону и не имели существенного зоотехнического значения. В целом, структура остатков корма отражала особенности исходного рациона.



Химический состав кормовых смесей во всех вариантах оставался стабильным и соответствовал нормативным показателям для рационов высокопродуктивных коров [10, 11]. Уровень сухого вещества (СВ) был в пределах 40,2–43,1%. Сырого протеина в СВ содержалось 15,8–16,1%, сырой клетчатки — 15,5–16,5%, сырого жира — 3,8–4,0%, сырой золы — 6,8–7,8%. Концентрация кальция (0,53–0,71%), фосфора (0,41–0,52%) и каротина (42,9–45,1 мг/кг) соответствовала физиологическим нормам для коров.

Таблица 2. Структурно-фракционный состав остатков кормовых смесей

Фракция	Норматив распределения частиц корма, %	Распределение частиц по фракциям, %	
		Секция № 1	Секция № 2
Более 19 мм	2–8	36,69 ± 1,96	41,50 ± 1,63
8–19 мм	30–50	31,69 ± 0,94	31,63 ± 1,99
4–8 мм	10–20	11,13 ± 0,13	9,88 ± 0,16***
Менее 4 мм	30–40	19,75 ± 1,31	16,31 ± 1,65

*** $P \leq 0,001$.

Обменная энергия составляла в среднем 10,7 МДж/кг СВ. переваримость сухого вещества находилась в узком диапазоне (64,11–66,17%) и не зависела от продолжительности смешивания или режима работы кормосмесителя, что свидетельствует о стабильной питательной ценности рационов [7, 14].

ВЫВОДЫ

Полученные данные позволяют сделать заключение, что базовый технологический режим приготовления кормовых смесей (12,5 мин при 540 об/мин с классическим порядком загрузки компонентов) обеспечивает формирование структурно-фракционного состава, сопоставимого с более продолжительными и интенсивными режимами обработки. Отсутствие статистически значимых преимуществ у альтернативных режимов указывает на технологическую достаточность базового варианта и целесообразность его применения в производственных условиях. Для оптимизации структуры рациона следует также уделять внимание степени измельчения кукурузного силоса, в том числе початков, поскольку избыточная доля крупной фракции (более 19 мм) способствует селективному потреблению корма. ■