

3. Попков, Н. А. Промышленная технология производства молока: [монография] / Н. А. Попков, В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка; Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларусь по животноводству. – Жодино, 2018. – 228 с.
4. Нормы кормления крупного рогатого скота: справочник / Н. А. Попков [и др.]; Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларусь по животноводству. – Жодино, 2011. – 260 с.
5. Степура, В. Д. Определение комфортности в условиях привязанного содержания молочного скота / В. Д. Степура // Науч.-техн. бюлл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1983. – Вып. 9. – С. 42-47.
6. Админ, Е. И. Изучение поведения сельскохозяйственных животных в больших группах / Е. И. Админ // Науч.-техн. бюл. НИИЖ Лесостепи и Полесья УССР. – Харьков, 1971. – № 2. – С. 44-50.
7. Дуюн, А. Боремся с тепловым стрессом у молочных коров [Электронный ресурс] / А. Дуюн // The DairyNews. – 2020. – Режим доступа: <https://www.dairynews.ru/news/boremся-s-teplovym-stressom-u-molochnykh-korov.html>. – Дата доступа: 09.09.2020.
8. Влияние микроклимата на продуктивность и здоровье животных: научно-практические рекомендации / А. П. Курдеко [и др.]. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – 67 с.

УДК 636.234.1

НАСЛЕДУЕМОСТЬ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ СКОРОСТЬ МОЛОКООТДАЧИ КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ

И. П. Шейко, В. Н. Тимошенко, Н. И. Песоцкий, Ж. И. Шеметовец, Е. Н. Песоцкий

РУП «Научно-практический центр по животноводству Национальной академии наук Беларусь»

г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 222163,

г. Жодино, ул. Фрунзе, 11; e-mail: krsby@mail.ru)

Ключевые слова: коровы, скорость молокоотдачи, наследуемость, изменчивость.

Аннотация. Целью работы было изучить наследуемость и изменчивость основных показателей, характеризующих скорость молокоотдачи коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции. В ходе исследований установлено, что значение коэффициента изменчивости для разных показателей, характеризующих скорость молокоотдачи, изменялось от 20,4 % для разового удоя до 73,0 % для фазы возрастания. Коэффициент наследуемости h^2 для признаков, характеризующих скорость молокоотдачи, изменялся от $h^2 = 0,035$ для продолжительности фазы возрастания до $h^2 = 0,37$ для продолжительности фазы плато. Для селекционно-племенной работы по оценке пригодности коров к современным технологиям доения наиболее перспективными показателями являются продолжительность фазы плато и максимальная скорость потока молока в комплексе с показателями разового удоя и общего времени доения.

HERITABILITY AND VARIABILITY OF THE MAIN INDICATORS CHARACTERIZING THE MILK FLOW RATE OF HOLSTEIN COWS

**I. P. Sheiko, V. N. Timoshenko, N. I. Pesotsky, Z. I. Shemetovets,
E. N. Pesotsky**

RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
Belarus for Animal Breeding»

Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222163, Zhodino,
11 Frunze st.; e-mail: krsby@mail.ru)

Key words: cows, milk flow rate, heritability, variability.

Summary. The aim of the work was to study the heritability and variability of the main indicators characterizing the milk flow rate of Holstein home-bred dairy cattle. The studies showed that the value of the variability coefficient for different indicators characterizing the milk flow rate varied from 20,4 % for a single milk yield to 73,0 % for the increasing phase. The heritability coefficient h^2 for the traits characterizing the milk flow rate varied from $h^2 = 0,035$ for the duration of the increasing phase to $h^2 = 0,37$ for the duration of the plateau phase. For selection and breeding work to assess the suitability of cows for modern milking technologies, the most promising indicators are the duration of the plateau phase and the maximum milk flow rate combined with the indicators of single milk yield and total milking time.

(Поступила в редакцию 05.06.2025 г.)

Введение. В настоящее время оценка и отбор молочного скота по пригодности к машинному доению осуществляется на основании оценки комплекса морфофункциональных свойств вымени. Наиболее важным среди них является скорость молокоотдачи коров.

Согласно действующим «Зоотехническим правилам оценки селекционируемых признаков племенного животного, племенного стада, их расчета и измерения», утвержденных постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 17.08.2022 № 84, скорость молокоотдачи у коров определяют один раз за лактацию во время проведения контрольной дойки в период с 30 по 150 день [1]. Для определения скорости молокоотдачи учитывают общее количество молока за дойку в килограммах, продолжительность доения в минутах с момента надевания стаканов до окончания молокоотдачи и среднее количество молока за учетный день в килограммах на единую минуту.

Используемые методические рекомендации разработаны несколько десятилетий назад для технологий производства молока при привязном содержании дойного стада и доении в молокопровод. В настоящее время в Республике Беларусь более 70 % молока производится на современных фермах промышленного типа. Вместе с этим

современное доильное оборудование позволяет более глубоко изучить молокоотдачу, включая кривые потока молока отдельных животных [2].

В некоторых странах с развитым молочным скотоводством используются различные методики оценки параметров скорости молокоотдачи. Например, для оценки коров бурой швейцкой породы разработана специальная 6-балльная шкала, схожая с линейной оценкой экстерьера. В ассоциации по разведению скота бурой швейцкой породы считают, что признак молокоотдачи характеризует способность коровы при правильном доении быстро и полностью отдавать молоко [3].

По данным норвежских скотоводов около 55 % норвежских коров доятся на роботизированных установках. Это самый высокий в мире показатель роботизации молочно-товарных ферм. Это стало возможным благодаря селекции молочного норвежского скота по ряду селекционных признаков, в т. ч. и по скорости молокоотдачи. Норвежские скотоводы считают скорость молокоотдачи важным экономическим признаком, который в комплексном индексе TMI составляет 2 %. Оценка по скорости молокоотдачи осуществляется у коров-первотелок по 3-балльной шкале [4, 5].

Большинством исследователей установлено, что наследуемость средней скорости молокоотдачи находится на уровне $h^2 = 0,20-0,37$ [6, 7]. Финские ученые установили, что наследуемость молокоотдачи коров-первотелок айрширской породы составила 0,41 при оценке потока молока на индивидуальных счетчиках типа Tru-test и 0,52 при оценке потока молока на роботизированных установках Lely [8].

По данным исследователей из университета штата Миннесота, показатель наследуемости максимальной скорости молокоотдачи находится на уровне $h^2 = 0,46$, а периода от начала доения до машинного доивания – на уровне $h^2 = 0,68$ [9]. Высокие значения наследуемости отдельного признака свидетельствуют о возможности эффективной селекции по нему.

Цель работы – изучить наследуемость и изменчивость основных показателей, характеризующих скорость молокоотдачи коров голштинской породы молочного скота отечественной селекции.

Материалы и методика исследований. Объектом исследований являлись коровы голштинской породы молочного скота отечественной селекции ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» и СПК «Агрокомбинат Снов».

Материал по молокоотдаче отдельных животных учитывался с помощью программного обеспечения для управления стадом «DairyPlan C21», установленный на современных молочно-товарных фермах и комплексах Республики Беларусь компанией GEA Farm Technologies. В случае сбоев работы программного обеспечения скорость

молокоотдачи коров учитывалась с помощью секундомера и показателей устройств управления доением типа Metatron 21.

Оценка селекционно-генетических параметров осуществлялась на основании электронной базы данных информационной системы «Племдело-КРС», разработанной УП «ГИВЦ Минсельхозпрода».

Наследуемость – это доля фенотипической вариансы, которая включает аддитивные генетические эффекты и определяется по формуле 1:

$$h^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_p^2} = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_A^2 + \sigma_e^2}, \quad (1)$$

где σ_A^2 – аддитивная генетическая варианса;

σ_p^2 – фенотипическая варианса;

σ_e^2 – случайная варианса.

Фенотипические вариансы рассчитаны по формуле 2:

$$\sigma_p^2 = \frac{\sum (X_i - M_x)^2}{n-1}, \quad (2)$$

где σ_p^2 – варианса признака в популяции;

X_i – значение признака x у i -ой особи;

M_x – среднее значение признака x в популяции;

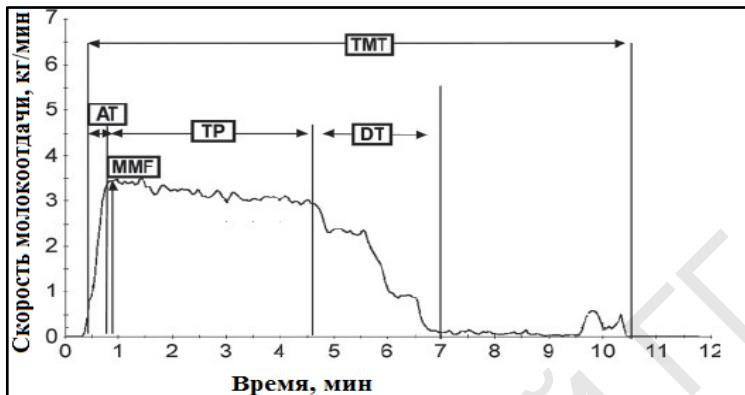
n – число учтенных особей.

Расчет генетических вариансов осуществлен в соответствии с формулой 3:

$$\sigma_A^2 = \frac{4\sigma_S^2}{n-1}. \quad (3)$$

Обработка материалов проведена в статистической среде R [10].

Результаты исследований и их обсуждение. В настоящее время поток молока во время доения правильно стимулированной отдельной коровы можно представить как состоящий из 5 фаз или интервалов (рисунок 1).



AT = время возрастания; TP = время плато; DT = убывающее время; MMF = максимальный поток молока; и TMT = общее время доения

Рисунок 1 – Графическое представление характеристик потока молока

Следовательно, в современной селекционно-племенной работе по оценке молочных коров на пригодность к промышленной технологии производства молока возможно использование следующих показателей: время возрастания потока молока; время плато; время снижения молокоотдачи, максимальный поток молока и общее время доения.

На основании кривой скорости молокоотдачи определили показатели, характеризующие скорость молокоотдачи (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели, характеризующие скорость молокоотдачи

Показатель молокоотдачи	Ед. изм.	Характеристика параметра
Разовый убой	кг	Количество молока, полученное за доение
Общее время доения	мин	Время доения
Продолжительность фазы возрастания	мин	Время увеличения скорости от первого потока до пиковой скорости
Продолжительность фазы плато	мин	Время начала и окончания максимальной скорости молокоотдачи
Максимальная скорость потока молока	кг/мин	Количество молока за минуту максимальной интенсивности скорости молокоотдачи
Продолжительность фазы спада	мин	Время снижения скорости после пиковой нагрузки

В таблице 2 приведены результаты исследований о средних значениях и изменчивости показателей, характеризующих скорость молокоотдачи.

Таблица 2 – Средние значения и изменчивость показателей молокоотдачи коров

Показатель молокоотдачи	$M \pm m$	$Cv, \%$
Разовый удой	$14,5 \pm 1,8$	20,4
Общее время доения	$5,93 \pm 1,3$	24,7
Продолжительность фазы возрастания	$0,63 \pm 0,15$	73,0
Продолжительность фазы плато	$2,3 \pm 0,9$	35,0
Максимальная скорость потока молока	$4,20 \pm 0,8$	27,0
Продолжительность фазы спада	$2,7 \pm 1,4$	50,1

В среднем разовый удой за утреннее доение составил $14,5 \pm 1,8$ кг, максимальная скорость молокоотдачи – $4,2 \pm 0,8$ кг/мин. В среднем для исследуемого поголовья коров максимальная скорость молокоотдачи фиксировалась спустя $0,63$ минуты после прекращения автоматического массажа вымени. Общее время доения составляло, в среднем, $5,93 \pm 1,3$ мин. Фаза возрастания была очень короткой ($0,63 \pm 0,15$ мин), но имела большую изменчивость ($Cv=73,0 \%$). Фаза плато имела среднюю продолжительность $2,3 \pm 0,9$ мин, а фаза спада $2,7 \pm 1,4$ мин.

Проведен анализ наследуемости основных показателей, характеризующих скорость молокоотдачи. Рассчитанные коэффициенты наследуемости данных показателей представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения коэффициентов наследуемости основных показателей, характеризующих скорость молокоотдачи

Показатель молокоотдачи	Значение коэффициента наследуемости (h^2)
Разовый удой	0,28
Общее время доения	0,27
Продолжительность фазы возрастания	0,035
Продолжительность фазы плато	0,37
Максимальная скорость потока молока	0,33
Продолжительность фазы спада	0,04

Установлено, что коэффициент наследуемости h^2 для признаков, характеризующих скорость молокоотдачи, изменялся от $h^2 = 0,035$ для продолжительности фазы возрастания до $h^2 = 0,37$ для продолжительности фазы плато.

Заключение. Проведен анализ изменчивости и наследуемости основных показателей, характеризующих скорость молокоотдачи. Значение коэффициента изменчивости для разных показателей, характеризующих скорость молокоотдачи, изменялось от 20,4 % для разового удоя до 73,0 % для фазы возрастания.

Коэффициент наследуемости h^2 для признаков, характеризующих скорость молокоотдачи, изменялся от $h^2 = 0,035$ для продолжительности фазы возрастания до $h^2 = 0,37$ для продолжительности фазы плато. Для

селекционно-племенной работы по оценке пригодности коров к современным технологиям доения наиболее перспективными показателями являются продолжительность фазы плато и максимальная скорость потока молока в комплексе с показателями разового удоя и общего времени доения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зоотехнические правила оценки селекционируемых признаков племенного животного, племенного стада, их расчета и измерения от 17.08.2022 № 84 [Электронный ресурс] // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.mshp.gov.by/ru/documents_plem-ru/view/zootekhnicheskie-pravila-otsenki-selekszioniruemyx-priznakov-plemennogo-zhivotnogo-plemennogo-stada-ix-rasc-8697. – Дата доступа: 15.02.2025 г.
2. Miles, A. M. Is there a genetic piece to milking speed? / A. M. Miles // Hoard's Dairyman Intel. – URL: <https://hoards.com/article-32922-is-there-a-genetic-piece-to-milking-speed.html> (date of access: 13.12.2024).
3. Zuchtwertschätzung [Electronic resource]. – URL: <https://homepage.braunvieh.ch/wp-content/uploads/2021/06/Broschüre-ZWS-D-2023.pdf> (date of access: 23.02.2024).
4. Norwegian Red characteristics // Geno. About Norwegian Red [site]. – URL: <https://www.norwegianred.com/about-norwegian-red/norwegian-red-characteristics/> (date of access: 23.02.2024).
5. Production traits // Geno. About Norwegian Red [site]. – URL: <https://www.norwegianred.com/about-norwegian-red/norwegian-ebvs/production-traits/> (date of access: 23.02.2024).
6. Meyer, K. Scope for a Subjective Assessment of Milking Speed / K. Meyer, E. B. Burnside // Journal of Dairy Science. – 1987. – Vol. 70(5). – P. 1061-1068.
7. Genetic parameters for first lactation test-day milk flow in Holstein cows / M. M. M. Laureano, A. B. Bignardi, L. El. Faro [et al.] // Animal. – 2012. – Vol. 6(1). – P. 31-35. – DOI: 10.1017/S175173111001376
8. Ewaoche, A. Genetic (co)variation of milk flow and milkability in the first lactation Finnish Ayrshire cattle / A. Ewaoche, J. Pööö, A. V. Mäki-Tanila // Book of Abstracts of the 68th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, Tallinn, Estonia, 28 August – 1 September 2017. – Tallinn, 2017. – Vol. 23. – P. 430.
9. Rates of Milk Flow and Milking Times Resulting from Selection for Milk Yield / M. L. Petersen, L. B. Hansen, C. W. Young, K. P. Miller // Journal of Dairy Science. – 1987. – Vol. 69(2). – P. 556-563.
10. Кабаков, Р. И. Р в действии. Анализ и визуализация данных в программе R / Р. И. Кабаков; пер. с англ. П. А. Волковой. – Москва: ДМК Пресс, 2014. – 588 с.