

## ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАВНОМЕРНОГО РАЗВИТИЯ ЧЕТВЕРТЕЙ ВЫМЕНИ ЖИВОТНЫХ

Кашапов И.И., Зиганшин Б.Г., Цой Ю.А., Лукманов Р.Р., Фокин А.И.

**Реферат.** Повышение экономической эффективности машинного доения возможно путем использования высокопроизводительных, частично и (или) полностью автоматизированных установок для реализации прогрессивных технологий доения. При использовании традиционных доильных аппаратов отключение доильных стаканов происходит одновременно, при этом не учитывается неравномерность развития четвертей вымени, это в конечном итоге может привести к сухому доению, которое вызывает заболевания вымени коров. Цель исследований изучить степень развития четвертей коровьего вымени по количеству выдоенного молока и доказать целесообразность использования автоматизированного доильного аппарата с почетвертным контролем процесса доения. Работу проводили в Республике Татарстан на доильном роботе компании «ДеЛаваль». Большое количество животных в стаде имеют неравномерное развитие четвертей вымени, при этом часть из них по продуктивности превосходит остальных коров и выбраковка таких животных по причине неравномерности развития четвертей вымени крайне не желательна. На основании анализа кривых молокоотдачи по четвертям вымени, построенных по результатам собственных исследований и данным других авторов, предложена схема интегральных кривых молокоотдачи, которая свидетельствует, что молокоотдача у животных по долям вымени завершается не одинаково. С учетом изложенного актуальна задача современной инженерной науки разработка отечественного автоматизированного доильного аппарата с почетвертным отключением доильных стаканов.

**Ключевые слова:** доильный аппарат, доильный робот, мастит, доение, молоко, развитие четвертей, сухое доение, индекс вымени, скорость доения.

В Республике Татарстан на доильных роботах доят менее 3 % поголовья коров, то есть на подавляющей части ферм используют традиционные доильные аппараты, предусматривающие одновременное отключение и снятие доильных стаканов. При этом из-за неравномерно развитых долей вымени происходит «сухое» доение отдельных четвертей вымени, что ведет к заболеванию маститом. При ежегодной выбраковке до 30 % приходится на заболевания вымени [1, 2, 3].

Общепринятый показатель равномерности развития вымени – индекс вымени. Его величина равна отношению удоев из передних долей к общему удою, выраженному в процентах. Оптимальным индексом вымени принято считать, когда на долю передних четвертей вымени приходится 45...50 % общего удоя. Именно неравномерность развития четвертей вымени – одна из основных причин выбраковки высокопродуктивных животных и формирования молочного стада, которое непригодно для машинного доения [4, 5, 6].

Цель работы – исследовать степень развития четвертей коровьего вымени по количеству выдоенного молока и доказать целесообразность использования автоматизированного доильного аппарата с почетвертным контролем процесса доения.

**Условия, материалы и методы исследований.** Исследования проводили на базе молочного комплекса «Тимершик» ООО «Саба» Сабинского района Республики Татарстан, где для доения использовали доильные роботы ДеЛаваль. Был проведен анализ и обработка сведений, полученных из компьютерной базы данных комплекса на 200 голов черно-пестрой породы, с продуктивностью 25 кг/сут.

Для исследования использовали данные за весь цикл доения стада на доильном роботе. Оценку равномерности развития четвертей вымени осуществляли путем учета количества выдоенного молока из каждой четверти вымени животного. После чего было рассчитано процентное соотношение выдоенного молока по передним и задним долям вымени.

Следует отметить, что такой подход не всегда дает возможность для объективной оценки пригодности животных к машинному доению [7]. Поэтому был апробирован другой способ оценки равномерности развития четвертей вымени коров, который заключается в следующем: вначале определяется количество выдоенного молока по четвертям вымени при машинном доении, затем высчитывается коэффициент вариации (Cv) удоя по четвертям вымени с последующим расчетом показателя равномерности развития четвертей вымени (ПРРЧВ) коров.

Для экспериментального подтверждения этого способа отобрали 20 голов животных с высокими показателями индекса вымени. Были проанализированы их продуктивность: по четвертям, разовый, среднесуточный надой за 7 дней и общий надой в год, показатели индекса вымени.

**Анализ и обсуждение результатов исследований.** В основном у исследуемых животных отмечали неравномерное развитие четвертей вымени. Результаты анализа показателей индекса вымени животных в стаде свидетельствуют, что у значительной части поголовья он не соответствует оптимальному (табл. 1). Это означает, что при доении традиционными доильными аппаратами, с одновременным отключением доильных стаканов, вымя животных подвержено негативному последствию

Таблица 1 – Показатели индекса вымени животных в стаде

Индекс передней доли – задней доли	Количество, голов	Доля от общего поголовья, %
25-75	11	7
30-70	14	15
40-60	77	46
50-50	37	22
60-40	17	10

«сухого доения», риску заболевания маститом, к ухудшению качества молока и его потерям во время лечения коров.

Результаты оценки с расчетом ПРРЧВ показали, что если ориентироваться только на индекс вымени не пригодными для машинного доения могут оказаться высокопродуктивные животные, что в конечном итоге приводит к их выбраковке. Так, в изученном поголовье животные № 507 и 88 (табл. 2) характеризовались достаточно высокими удоями при низких показателях индекса вымени (38 % и 67 % соответственно). Использование доильных роботов импортного производства позволяет решить эту проблему, однако их приобретение и техническое обслуживание обойдутся очень дорого.

По результатам исследований отечественных и зарубежных ученых были построены кривые молокоотдачи по четвертям вымени животного. При этом чаще всего передние четверти выдаиваются раньше задних (см. рисунок) [8]. На графике линией *H-H* указано рекомендуемое время снятия доильных стаканов для уменьшения вредного воздействия «холостого» доения. При этом холостое до-

ние коснется только передних четвертей вымени, а задние останутся недодоенными. Недодой животных приводит к снижению продуктивности и воспалению молочных желез.

На основании результатов исследований У.Г. Уитлстоуна [9], в отечественной литературе и зоотехнических требованиях отключение доильного аппарата рекомендовано осуществлять при снижении молокоотдачи на уровне 200 мл/мин. Анализ технических характеристик импортного автоматизированного доильного оборудования (ДеЛаваль, ГЕА Фарм, Интерпульс) свидетельствует, что величина этого показателя должна быть выше – 400...600 мл/мин. При этом сокращается продолжительность вредного воздействия вакуума на отдоившиеся соски и соответственно их травмирование. Что касается полноты выдаивания долей, молокоотдача с которых еще продолжается, то количество остающегося молока незначительно. На практике это мало отразилось на удоях, однако благодаря снижению заболеваний коров маститом позволило резко уменьшить содержание соматических клеток и получить соответствующие префе-

Таблица 2 – Показатели надоев животных в стаде

Номер животного	Надой, кг					Среднесуточный надой за 7 дней, кг	Общий надой в год, кг	Индекс вымени, %
	ЛЗ*	ЛП*	ПЗ*	ПП*	разовый			
507	0,00	5,48	7,38	6,54	19,40	37,81	4455,71	38
1080	5,49	4,36	2,13	4,75	16,73	38,27	2976,50	45
676	4,82	4,03	2,61	4,68	16,14	34,11	2139,30	46
128	4,28	4,06	4,24	4,26	16,84	30,88	3759,93	50
70	4,67	3,57	2,55	3,41	14,20	27,76	3382,19	50
66	3,48	3,26	3,19	3,07	13,00	29,22	4036,77	51
56	6,33	4,53	4,79	5,79	21,44	43,24	4687,75	51
504	7,12	4,30	2,87	4,59	18,88	35,87	3118,17	52
369	3,55	3,10	3,40	3,02	13,07	32,24	1499,86	53
836	4,00	3,23	3,77	3,02	14,02	34,92	3953,02	55
196	3,87	2,93	3,92	2,93	13,65	27,30	1307,45	57
164	4,43	2,95	3,88	3,16	14,42	29,03	2827,25	57
314	6,98	4,41	6,97	5,34	23,70	44,89	3139,57	58
448	6,52	3,91	5,25	4,09	19,77	40,42	3510,67	59
27	4,39	3,33	5,56	3,42	16,70	39,71	2077,89	61
315	5,63	3,17	5,49	3,92	18,21	37,01	3682,62	63
468	4,67	3,47	5,15	2,20	15,49	33,18	1156,85	64
121	4,06	2,93	5,55	2,47	15,01	31,26	4775,16	64
88	7,02	2,13	5,92	5,05	20,12	41,26	4702,43	67
767	4,50	1,89	4,22	2,38	12,99	39,08	4599,51	67

\*ЛП – левая передняя, ПП – правая передняя, ЛЗ – левая задняя, ПЗ – правая задняя

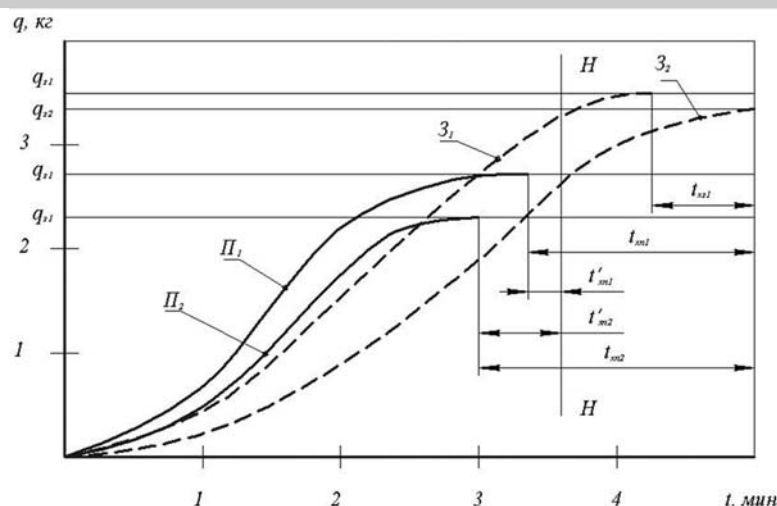


Рисунок – Схема кривых молокоотдачи от долей вымени: П<sub>1</sub> и П<sub>2</sub> – передние доли вымени, З<sub>1</sub> и З<sub>2</sub> – задние, q<sub>n1</sub>, q<sub>n2</sub>, q<sub>z1</sub>, q<sub>z2</sub> – удой от долей вымени передних и задних; t<sub>x</sub> – продолжительность «холостого» доения; t<sub>n1</sub>, t<sub>n2</sub> – продолжительность «холостого» доения передних четвертей вымени, t<sub>z1</sub>, t<sub>z2</sub> – задних четвертей

ренции за качество молока [10].

**Выводы.** В результате исследований было выявлено, что численность животных, с равномерным индексом вымени (50-50) составляет всего 20 % от общего поголовья. Это означает, что 80 % стада требуют индивидуального отключения доильных стаканов из каждой четверти.

Использование доильных роботов импортного производства позволяет осуществлять

доение животных с неравномерно развитыми четвертями вымени, однако их приобретение и техническое обслуживание обходятся очень дорого.

В связи с этим возникает необходимость разработки отечественного доильного аппарата с почетвертным отключением доения, что позволит исключить негативное «сухое доение» и уменьшить заболевание животных маститом.

#### Литература

1. Цой Ю.А., Мишуров Н.П. Состояние и тенденции развития роботизированного оборудования для доения коров / Техника и оборудование для села. 2019. № 5 (263). С. 2-9.
2. Scott V.E., Kerrisk K.L., Thomson P.C. Voluntary cow traffic and behaviour in the premilking yard of a pasture-based automatic milking system with a feed supplementation regime. Livestock Science. 2015. Jan. Vol. 71. 52-63.
3. Техническое решение для повышения эффективности машинного доения коров / Б. Г. Зиганшин, Ю.Х. Шогенов, Р.Р. Лукманов и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2016. Т. 11. № 1 (39). С. 77-81.
4. Алгоритм управления процессом почетвертного доения в роботизированной доильной установке / Д.Ю. Павкин, В.В. Кирсанов, Е.А. Никитин и др. // Инновации в сельском хозяйстве. 2018. № 1 (26). С. 242-248.
5. Schön H., Pirkelman H. Automatisches melken (AMS) KTBLSchriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH Münster-Hiltrup, Darmstadt, 2002.
6. Кашапов И.И. Анализ существующих конструкций доильных аппаратов почетвертного доения // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы. Труды III международной научно-практической конференции. Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2019. С. 122-128.
7. Оценка равномерности развития четвертей вымени коров / Н.А. Сафиуллин, Р.Р. Каюмов, Р.Р. Хисамов и др. // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2014. Т. 219. № 3. С. 237-242.
8. Курак А.С., Шалак М.В., Муравьева М.И. Физиологические свойства вымени, технологические нарушения и эффективность машинного доения коров // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства сборник научных трудов. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. С. 227-232.
9. Уитлстоун У. Г. Принципы машинного доения. М.: Колос, 1964. 197 с.
10. Гулсен Я. «Сигналы коров»: практическое руководство по менеджменту в молочном животноводстве. М.: «ДЛВ Агродело», 2010, 96 с.

#### Сведения о авторах:

Кашапов Ильдар Ильясович – старший преподаватель кафедры машины и оборудование в агробизнесе, e-mail: ildarc.84@mail.ru

Зиганшин Булат Гусманович – доктор технических наук, профессор РАН, профессор кафедры машины и оборудование в агробизнесе, e-mail: zigan.66@mail.ru

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия

Цой Юрий Алексеевич – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий отделом, e-mail: femaks@bk.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный агроинженерный центр ВИИМ", г. Москва, Россия

Лукманов Руслан Рушанович – кандидат технических наук, доцент кафедры машины и оборудование в агробизнесе,

e-mail: look-rus@mail.ru

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань. Россия

Фокин Александр Иванович – директор, e-mail: agromax05@mail.ru

ООО НПП «Агромакс», г. Набережные Челны, Россия

## THE STUDY OF UNEVEN DEVELOPMENT OF THE UDDER QUARTERS OF THE ANIMAL

Kashapov I.I., Ziganshin B.G., Tsoy Y. A., Lukmanov R.R., Fokin A.I.

**Abstract.** Increasing the economic efficiency of machine milking is possible by using high-performance, partially and (or) fully automated milking units using advanced milking technologies. When milking animals with traditional milking machines, turning off the milking cups occurs simultaneously, without taking into account the uneven development of the udder quarters, this can eventually lead to dry milking of the udder quarters, which is fraught with consequences. To substantiate this issue, an analysis was made of the work of DeLaval milking robot in Timershik farm of Saba LLC in the Sabinsky district of the Republic of Tatarstan.

The results of the study of uneven development of cow udder shares based on the processing of the data obtained showed that a large number of animals in the herd have uneven development of udder quarters, but they are superior in productivity to other cows and culling of these animals due to uneven development of udder quarters is excluded.

In this connection, the method proposed by Safiullin N.A. for assessing the uniformity of development of udder quarters is considered, which consists in the following: after determining the number of milk yields by quarters, the coefficient of variation is calculated and the indicators of uniformity of development of quarters are calculated. In our opinion, this method of analysis is more effective. We also analyzed the milk yield curves for udder quarters and proposed a scheme of integral milk yield curves. The obtained curves once again prove that milk production in animals by udder shares does not end in the same way.

Based on the data obtained, it can be stated that the development of a domestic automated milking machine with a quarter-turn shutdown of milking cups is an urgent task today.

The obtained data are necessary for the development of a domestic automated milking machine with a quarter-turn shutdown of milking cups.

**Key words:** milking machine, milking robot, mastitis, milking, milk, quarter development, dry milking, udder index, milking speed.

### References

1. Tsoy Yu.A., Mishurov N.P. State and development trends of robotic equipment for milking cows. [Sostoyanie i tendentsii razvitiya robotizirovannogo oborudovaniya dlya doeniya korov]. / *Tekhnika i oborudovanie dlya sela. - Machinery and equipment for the village*. 2019. № 5 (263). P. 2-9.
2. Scott V.E., Kerrisk K.L., Thomson P.C. Voluntary cow traffic and behaviour in the premilking yard of a pasture-based automatic milking system with a feed supplementation regime. *Livestock Science*. 2015. Jan. Vol. 71. 52-63
3. Technical solution for increasing the efficiency of machine milking cows. [Tekhnicheskoe reshenie dlya povysheniya effektivnosti mashinnogo doeniya korov]. / B.G. Ziganshin, Yu.Kh. Shogenov, R.R. Lukmanov and others. // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – The Herald of Kazan State Agrarian University*. 2016. Vol. 11. № 1 (39). P. 77-81.
4. Algorithm for controlling the process of quarter milking in a robotic milking installation. [Algoritm upravleniya protsessom pochvertnogo doeniya v robotizirovannoy doilnoy ustanovke]. / D.Yu. Pavkin, V.V. Kirsanov, E.A. Nikitin and others. // *Innovatsii v selskom khozyaystve. - Innovations in agriculture*. 2018. № 1 (26). P. 242-248.
5. Schön H., Pirkelman H. Automatisches melken (AMS) KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH Münster-Hiltrup, Darmstadt, 2002
6. Kashapov I.I. *Analiz suschestvuyuschikh konstruktivnykh doilnykh apparatov pochvertnogo doeniya*. // *Agrarnaya nauka XXI veka. Aktualnye issledovaniya i perspektivy. Trudy III mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. (Analysis of existing designs of milking machines for quarter milking. // *Agrarian science of XXI century. Current research and perspectives. Proceedings of III International Scientific and Practical Conference*). Kazan: Izd-vo Kazanskogo GAU, 2019. P. 122-128.
7. Assessment of the uniformity of development of udder quarters of cows. [Otsenka ravnomernosti razvitiya chetvertey vymeni korov]. / N.A. Safiullin, R.R. Kayumov, R.R. Khisamov and others. // *Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N.E. Baumana. - Scientific notes of Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman*. 2014. Vol. 219. № 3. P. 237-242.
8. Kurak A.S., Shalak M.V., Muraveva M.I. Fiziologicheskie svoystva vymeni, tekhnologicheskie narusheniya i effektivnost mashinnogo doeniya korov. // *Aktualnye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva sbornik nauchnykh trudov*. [Physiological properties of the udder, technological disturbances and the effectiveness of machine milking of cows. // *Actual problems of intensive development of animal husbandry, collection of scientific papers*]. Gorki: Belorusskaya gosudarstvennaya selskokhozyaystvennaya akademiya, 2013. P. 227-232.
9. Uiltstoun U.G. *Printsipy mashinnogo doeniya*. [Principles of machine milking]. M.: Kolos, 1964. P. 197.
10. Gulsen Ya. "Signalny korov": *prakticheskoe rukovodstvo po menezhmentu v molochnom zhivotnovodstve*. ["Cow signals": a practical guide to management in dairy farming]. M.: "DLV Agrodelo", 2010, P. 96.

### Authors:

Kashapov Ildar Ilyasovich, senior lecturer of the Department "Machinery and equipment in agribusiness",

e-mail: ildarc.84@mail.ru

Ziganshin Bulat Gusmanovich, doktor of technical sciences, professor of RAS, professor the chair « Machinery and equipment in agribusiness », e-mail: zigan.66@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

Tsoy Yuriy Alekseevich, DSc in Engineering, professor, corresponding member of RAS, head of the department,

e-mail: femaks@bk.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia.

Lukmanov Ruslan Rushanovich, candidate of technical sciences, associate professor of the chair «Machinery and equipment in agribusiness », e-mail: look-rus@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

Fokin Alexander Ivanovich, Director of LLC NPP "Agromax", e-mail: agromax05@mail.ru Naberezhnye Chelny, Russia