

УДК 637.12+637.22+637.146+637.32

## КАЧЕСТВО МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НИЗКОВАКУУМНОЙ ДОИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Н. В. БАРАБАНЩИКОВ, А. П. ЯРОШКЕВИЧ, С. Х. ТОЛСТЯКОВА, И. А. ХАРИТОНОВА,  
Н. В. РЯБОКОНЬ

(Кафедра молочного дела)

Технологические параметры и конструктивные особенности оборудования доильных линий могут оказывать определенное воздействие на молоко, изменяя его исходные свойства. В зависимости от степени изменения отдельных компонентов молока и их свойств меняется качество молока как сырья для получения молочных продуктов.

К числу факторов, определяющих конструктивные особенности доильных линий и оказывающих воздействие на компоненты молока и их свойства, относятся: уровень и перепады вакуума в доильной системе, сила и частота механических ударов при передвижении молока по линии и др. Степень воздействия указанных факторов на компоненты молока и их свойства ранее изучались нами совместно с сотрудниками ВИЭСХ при использовании специально сконструированной ими лабораторной установки, имитирующей фрагмент доильной линии с широким диапазоном исследуемых технологических параметров.

Выявленные оптимальные технологические параметры (по минимальному воздействию изученных факторов на молоко) нашли свое конструктивное воплощение при модернизации сотрудниками ВИЭСХ применяемых на фермах доильных установок (ДУ-150) для доения коров в стационарные молокопроводы путем оборудования их низковакуумной доильной системой. Такая система обеспечивает надежное и безопасное доение коров при низком вакууме в молокопроводе ( $320 \pm \pm 20$  мм рт. ст.), исключая его перепады. Кроме того, в этой молочной линии отсутствуют молочные насосы и гарантировано стабильное охлаждение молока.

Эффективность использования низковакуумной доильной системы изучается совместно с ВИЭСХ. В нашу задачу входило изучение влияния режимов движения молока по молокопроводу с низковакуумной доильной системой на состав, физико-химические показатели молока, его технологические свойства при переработке в ярославский сыр, сладкосливочное масло, консервы, кисломолочные продукты и их качество.

### Методика исследований

Научно-производственные опыты проводили в пастбищный период 1978 г. на ферме совхоза «Подмосковный» Раменского района Московской области. Исследовалось молоко обеденного удоя в 3-кратной повторности от группы коров черно-пестрой породы в количестве 29 гол. на 2—7-м месяце лактации, их продуктивность за предыдущую лактацию — 4200 кг молока,

среднесуточный удой в период опыта — 14 кг. Подопытные коровы получали хозяйственный рацион, состоящий из комбикорма — 250 г в расчете на 1 л молока — и зеленой массы — 12 кг. Животных выпасали на пастбищах.

Половину всего молока от каждой коровы, выдоенное аппаратом в специальное ведро, отбирали для контроля, затем мо-

локо всех подопытных коров объединялось и немедленно охлаждалось до температуры 10—12°.

Вторая половина молока от каждой ко-

ровы подавалась в молокопровод при принятых на ферме режимах дойки. Молоко отбирали после холодильника из приемной ванны (опытный вариант).

### Результаты исследований

Потери жира при прохождении молока от доильного аппарата по молокопроводу до холодильника составили в среднем 0,13 % (табл. 1). Наблюдаемое при этом увеличение плотности молока, по-видимому, частично связано с уменьшением содержания в нем жира. Кислотность молока по вариантам практически не различалась. Значения показателей, характеризующих количество и состав белков, средние для коров черно-пестрой породы, мало различаются по вариантам опыта.

Не выявлено различий между вариантами в общем уровне минеральных веществ и в содержании отдельных их элементов. Можно лишь отметить слабую тенденцию к уменьшению количества фосфора в молоке коров опытного варианта, что, вероятно, обусловлено потерей части фосфора, связанной с мембранами жировых шариков в качестве их оболочечного компонента в структуре фосфолипидов в результате снижения содержания жира.

Молоко обоих вариантов характеризовалось нормальной витаминной активностью. Несколько меньше была концентрация пантотеновой кислоты, пиридоксина и кобаламина и несколько больше количество биотина в молоке коров опытного варианта.

Технологические свойства молока при его переработке в масло в значительной мере обусловлены состоянием его жировой фазы, стабильность которой зависит прежде всего от дисперсности жира, степе-

Таблица 1

Состав и физико-химические показатели молока

Показатель	Вариант		Показатель	Вариант	
	конт- рольный	опытный		конт- рольный	опытный
Плотность, °А	29,0	29,7	Магний общий, мг%	16,2	16,5
Кислотность, °Т	18,1	18,0	Состав сывороточных белков, %:		
Жир, %	4,13	4,0	иммунные глобулины	12,3	13,4
Фосфолипиды, мг%	28,7	27,5	α-лактоальбумин	23,7	27,0
Общий белок, %	3,19	3,21	β-лактоглобулин	60,7	55,8
Казеин, %	2,57	2,6	В <sub>3</sub> (пантотеновая кислота), мг/кг	4,87	4,65
Сывороточные белки, %	0,62	0,61	В <sub>6</sub> (пиридоксин), мкг/кг	674,2	595,9
Зола, %	0,634	0,641	В <sub>12</sub> (кобаламин), мкг/кг	2,74	2,66
Кальций общий, мг%	129,3	129,7	Н (биотин), мкг/кг	18,43	21,59
Фосфор общий, мг%	103,9	102,8			

ни повреждения оболочек жировых шариков, соотношения закристаллизованного и жидкого жира в них.

О количестве и размере жировых шариков в исследуемых образцах молока можно судить по данным табл. 2.

При прохождении молока по молокопроводу происходит диспергирование жировой фазы, в результате возрастает количество жировых шариков, одновременно уменьшается их средний диаметр. При этом доля жировых шариков диаметром <2 мкм увеличивается с 13,56 до 39,09 % за счет снижения количества крупных шариков диаметром >2 мкм (с 86,44 до 60,91 %). Наиболее крупные жировые шарики

Дисперсность жира в молоке

Вариант	Количество жировых шариков, млрд. в 1 мл	Средний диаметр жировых шариков, мкм	Распределение, %, жировых шариков диаметром, мкм				
			< 1	1—2	2—3	3—4	> 4
Контрольный	3,42	3,22	—	13,56	59,71	20,32	6,41
Опытный	3,74	2,81	5,02	34,07	46,95	10,05	3,91

(>3 мкм) особенно чувствительны к воздействию различных факторов, которым они подвергаются в доильной линии. По-видимому, с увеличением размера шариков энергия столкновения и способность к деформации, а также к разрыву липопротеиновых оболочек возрастают. Полученные нами данные согласуются с результатами исследований, проведенных ранее в экспериментальном хозяйстве «Котово» ВИЭСХ.

Фосфолипиды в молоке составляют около 1 % молочного жира. Большая их часть (около 70 %) в комплексе с белками входит в состав оболочек жировых шариков.

Как следует из полученных данных (табл. 3), концентрация фосфолипидов в молоке, взятом в конце молочной линии, уменьшилась на 1,2 %.

Т а б л и ц а 3

Общее количество фосфолипидов и содержание их отдельных фракций в молоке

Вариант	Содержание жира, %	Общее количество фосфолипидов, мг %	В т.ч., %				
			фосфатидилсерин	сфингомиелин	фосфатидилхолин	фосфатидилинозит	фосфатидилэтаноламин
Контрольный	4,13	28,7	11,11	24,47	32,25	4,39	27,78
Опытный	4,0	27,5	11,67	23,39	31,38	5,1	28,46

Вероятно, при диспергировании молочного жира под действием различных факторов в процессе прохождения молока по молокопроводу часть фосфолипидов переходит из жировой фазы в водную.

Соотношение фракций фосфолипидов в молоке по вариантам существенно не различалось. В фосфолипидах молока обоих вариантов содержалось максимальное количество фосфатидилэтанолamina, фосфатидилхолина и сфингофосфатида и минимальное — фосфатидилинозита.

Следует отметить, что в молоке коров опытного варианта, взятом для исследования в конце молочной линии, было несколько больше фосфатидилинозита и фосфатидилэтанолamina и несколько меньше сфингомиелина и фосфатидилхолина, чем в контрольном. Технологические свойства молока прежде всего зависят от количества и степени дисперсности жировых шариков.

В молоке коров опытного варианта количество жировых шариков было больше, а их средний диаметр меньше. При этом количество мелких жировых шариков (<2 мкм) на 25,42 % превышало таковое в контрольном молоке (табл. 2).

В результате повышения дисперсности молочного жира технологические свойства молока коров опытного варианта при выработке масла ухудшились (табл. 4).

Таблица 4

## Технологические свойства молока при переработке на масло

Вариант	Содержание жира в сливках, %	Кислотность сливок, °Т	Продолжительность сбивания сливок, мин	Содержание жира в пахте, %	Использованное жира, %	Количество молока на 1 кг масла, кг
Контрольный	33,6	14,7	41,6	0,91	96,05	22,78
Опытный	34,0	15,6	44,3	1,02	95,36	23,22

Таблица 5

## Физико-химические показатели свежего масла

Вариант	Влажность, %	Кислотность жира, °К	Йодное число	Перекисное число
Контрольный	16,4	1,16	31,75	0,10
Опытный	16,6	1,54	32,00	0,15

В опытном варианте содержание жира в пахте было выше, что отрицательно сказалось на использовании жира и расходе молока на производство 1 кг масла. По содержанию жира в сливках и их кислотности различий между вариантами не установлено. Продолжительность сбивания сливок в опытном варианте была больше (на 3 мин).

Нами определялись физико-химические показатели свежеработанного масла.

Содержание влаги в исследуемых образцах масла практически не различалось по вариантам. Кислотность жира и перекисное число в образцах масла опытного варианта были выше (соответственно на 0,48 °К и 0,05), что свидетельствует о большем содержании свободных жирных кислот и перекисей.

Таблица 6

## Органолептическая оценка масла (баллы)

Вариант	Вкус и запах	Консистенция	Цвет	Общая оценка
Свежеработанное				
Контрольный	47,6	25	5	97,6
Опытный	47,4	25	5	97,4
После годичного хранения				
Контрольный	43,1	25	5	93,1
Опытный	43,8	25	5	93,8

По значению йодного числа существенной разницы между вариантами не установлено. Не было различий и в органолептической оценке свежеработанного сладкосливочного масла (табл. 6). Все работанное масло признано высшим сортом. За цвет и консистенцию оба образца при экспертизе получили максимальный балл.

Для определения стойкости масла при хранении его закладывали в холодильную камеру при  $-18^{\circ}\text{C}$  на 12 мес. Мало различались образцы масла и после хранения. Консистенция и цвет продукта в процессе хранения практически не изменились, и оценка по этим показателям была почти такой же, как и свежеработанного масла. За вкус и аромат масло после хранения оценено по группам соответственно на 4,5 и 3,6 балла ниже, чем свежее. Лучше сохранились вкусовые качества и аромат масла, работанного из молока, взятом в конце молочной линии.

Не наблюдалось существенных различий между вариантами и по показателям, характеризующим технологические свойства молока при переработке его в сыр (табл. 7). Отмечена лишь тенденция к большей продолжительности сычужной свертываемости в опытном варианте (на

1 мин), что, по-видимому, связано с некоторым уменьшением среднего диаметра мицелл казеина за счет отделения от них непрочно связанных компонентов под воздействием различных факторов в молокопроводе.

Уменьшение доли  $\gamma$ -фракции в составе казеина опытного варианта обусловлено участием этой формы белка в построении вторичных мембран жировых шариков путем адсорбции на поверхности диспергированного жира.

Т а б л и ц а 7

Технологические свойства молока при переработке в сыр и качество сыра (ярославского)

Вариант	Средний диаметр мицелл казеина, Å	Состав казеина, %			Сычужная свертываемость	Органолептическая оценка зрелого сыра, балл	
		$\alpha_s$	$\beta+K$	$\gamma$		общая	за вкус и запах
Контрольный	766	37,3	51,4	11,3	34'6''	92,2	38,9
Опытный	762	37,2	53,2	9,6	35'45''	91,9	38,8

Органолептическая оценка сыров обеих групп была равнозначной, они отнесены к I сорту.

Одинаковую оценку получило сгущенное молоко с сахаром: за вкус и запах — 58,9 и 58,8 балла, за консистенцию — 35, за цвет — 5, общая оценка — соответственно по группам 98,9 и 98,8 балла. Полученный продукт имел оптимальный показатель вязкости (32—34 пуаз) и признан высшим сортом.

В качестве критерия оценки термостабильности молока при выработке консервов использовали алкогольную пробу (по дифференцированному ряду спирта). В обоих вариантах коллоидная стабильность белков молока к коагулирующим агентам была высокой, о чем свидетельствует отрицательная алкогольная проба с 80 % этиловым спиртом.

Органолептическая оценка (4,9 балла) и санитарно-гигиенические свойства (группа чистоты — 1) молока контрольного и опытного вариантов были высокие. Не отмечено механических загрязнений на марле при фильтровании 80 кг молока. Вкус молока чистый, выраженный. По количеству бактерий молоко обоих вариантов соответствует I классу.

Контрольное и опытное молоко оказалось практически одинаковой благоприятной питательной средой для развития индикаторной культуры *Str. diacetylactis*, штамм 3. Размножение культуры, ее энергия кислотообразования и ароматообразования по всему циклу брожения в молоке обоих вариантов проходили нормально, несколько более активно размножалась культура в молоке опытного варианта. Эти данные показывают, что низковакуумная доильная система поточной молочной линии и отсутствие в ней насосов позволяют получать биологически полноценное молоко как питательной среды для роста и развития изучаемого штамма.

Простокваша, приготовленная из контрольного и опытного молока, имела выраженный приятный специфический вкус и аромат (оценка по группам — 4,92 и 4,84 балла), плотную однородную консистенцию (5 баллов). Более приятным сливочным привкусом отличалась простокваша контрольного варианта.

Таким образом, испытанная на ферме совхоза «Подмосковный» низковакуумная доильная система поточной молочной линии без насосов дает возможность получать биологически полноценное молоко как продукт питания для населения и как сырье для производства масла, сыра, сгущенных консервов и кисломолочных продуктов.

Молоко по санитарно-гигиеническим показателям отвечает максимальным требованиям ГОСТа, предъявляемым к I классу. При этом основные компоненты молока (жир, белок) в максимальной степени сохраняют свою нативную структурную организацию и свойства, позволяющие при его переработке получать молочные продукты высокого качества.

*Статья поступила 28 июня 1982 г.*

#### S u m m a r y

On "Podmoskovny" state farm, Ramensky district of the Moscow region, the evaluation of milk quality was carried out. The milk was obtained with the low-vacuum milking machine designed by the All-Union Research Institute for Electrification of Agriculture. Technological properties of milk in processing it for cheese, butter, canned and sour milk products were studied.

Investigations showed that according to sanitary indices the milk studied satisfies the maximum requirements of State standards, first class. Its main components (fat, protein) to the maximum extent retain their native structure and properties, allowing to process it into high quality products.

High biological value of the milk obtained allows it to be recommended for consumption as whole milk and for utilisation as raw material for the products of infantile diet.