

Литература

1. Калласс, Л. Я. Оценка коров чёрно-пёстрой эстонской породы по пригодности к машинному доению / Л. Я. Калласс // Тез. докл. VI Всесоюз. симп. по машинному доению с.-х. животных, Таллин, 13-16 сент. 1983 г. / ВАСХНИЛ. Эстонский НИИЖВ. – М., 1983. – С. 90-91.
2. Машкин, Н. Д. Морфофизиологические особенности вымени голштинизированных коров / Н. Д. Машкин // Тез. докл. VII симп. по машинному доению с.-х. животных, Ленинград, 19-22 апр. 1988 г. / ВАСХНИЛ. ВНИИРСХЖ. –М.-Л., 1988. – С. 105.
3. Велиток, И. Г. Технология машинного доения коров / И. Г. Велиток. – М. : Колос, 1975. – 255 с.
4. Ерёмин, А. Г. Зоотехническое обоснование выбора доильных машин / А. Г. Ерёмин. – М. : Россельхозиздат, 1973. – 111 с.
5. Михайлова, Л. А. Корреляция индекса вымени с холостым доением у симментализированных коров Бурятии / Л. А. Михайлова, В. А. Тайшин // Тез. докл. VI Всесоюз. симп. по машинному доению с.-х. животных, Таллин, 13-16 сент. 1983 г. / ВАСХНИЛ. Эстонский НИИЖВ. – М., 1983. – С. 99-100.
6. Админ, Е. И. Доение коров на фермах промышленных комплексов / Е. И. Админ. – Киев : Урожай, 1980. – 144 с.
7. Ebendorff, W. Richtiges Ausmelken sichert hohe und stabile Milchleistungen / W. Ebendorff // Tierzucht. – 1982. – Bd. 36, № 5. – S. 230-231.
8. Ebendorff, W. Untersuchungen zum Einfluss auf Milchleistung und Eutergesundheit bei Unterlassen des Nachmelkens Auswirkungen in der 3. Laktation / W. Ebendorff, K. Kram, K. Hartmann // Mh.Veter.-med. – 1985. – Bd. 40, № 4. – S. 116-118.
9. Ebendorff, W. Untersuchungen zum Einfluss des Unterlassens des Nachmelkens auf die Milchleistung und Eutergesundheit der Kuhe / W. Ebendorff, K. Kram, J. Ziesack // Mh. Veter.-med. – 1986. – Bd. 41, № 6. – S. 189-195.

Поступила 23.02.2018 г.

УДК 602.6:579.255:[637.12'6:636.39]

Е.В. ПЕТРУШКО, А.И. БУДЕВИЧ, Д.М. БОГДАНОВИЧ,
Д.А. ШЕМЕТКОВ, С.Н. ПАЙТЕРОВ, Ю.К. КИРИКОВИЧ,
А.С. КУРАК

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ДЕФРОСТАЦИИ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОКА КОЗ-ПРОДУЦЕНТОВ РЕКОМБИНАНТНОГО ЛАКТОФЕРРИНА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ СЫРЬЯ В ЗАМОРОЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

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

Установлено, что низкотемпературная конгеляция обеспечивает стабильное сохранение сырьевого продукта в замороженном молоке коз-производителей лактоферрина человека длительное время, при этом оттаивание приводит к некоторым изменениям в его физико-химическом составе.

Размораживание сырья при комнатной температуре +22 °С способствовало

наибольшему выходу «белка интереса» (3,14 г/л), использование же других способов дефростации молока привело к снижению количества лактоферрина на 7 %, 13 и 20 % при оттаивании сырья в водной среде (2,91 г/л), в термостате (2,73 г/л) и в СВЧ-печи (2,5 г/л) соответственно.

Ключевые слова: дефростированное молоко, замороженное молоко, козы-продуктенты, оттаянное молоко, рекомбинантный человеческий лактоферрин, физико-химические показатели.

E.V. PETRUSHKO, A.I. BUDEVICH, D.M. BOGDANOVICH, D.A. SHEMETKOV,
S.N. PAYTEROV, Y.K. KIRIKOVICH, A.S. KURAK

EFFECT OF THAWING METHODS ON PHYSICAL AND CHEMICAL INDICATORS OF MILK OF RECOMBINANT HUMAN LACTOFERRIN PRODUCING GOATS DURING LONG-TERM STORAGE OF RAW MATERIAL IN FROZEN CONDITION

RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Husbandry»

It has been determined that low-temperature congelation ensures stable preservation of the raw material in frozen milk of human lactoferrin producing goats for a long period of time, and thawing leads to some changes in its physical-and-chemical composition.

Thawing the raw material at room temperature of +22 °C ensured the greatest yield of “protein of interest” (3.14 g/l), while other methods of milk thawing led to decrease in the amount of lactoferrin by 7%, 13 and 20% when thawing the raw material in aquatic environment (2.91 g/l), in thermostat (2.73 g/l) and in microwave oven (2.5 g/l), respectively.

Key words: thawed milk, frozen milk, producing goats, thawed milk, recombinant human lactoferrin, physical-and-chemical parameters.

Введение. Производство и реализация быстрозамороженных продуктов питания, различных органических соединений является перспективным сегментом существующего рынка продовольствия во многих странах мира [1]. Расширение поставок сохранённой таким образом продукции в потребительскую сеть свидетельствует о необходимости дальнейшего развития технологий, позволяющих сократить потери сельскохозяйственного сырья, увеличивать объёмы продовольственных ресурсов, создавать долгосрочные запасы и преобразовывать систему поставок пищевой продукции на рынок в течение года, при этом снижая сезонность в производстве и потреблении отдельных ее видов [2].

В странах Европы и США методология замораживания находит своё применение при разработке технологий, направленных на повышение эффективности грудного вскармливания детей. По мнению некоторых авторов [3], необходимость низкотемпературной конгеляции грудного молока с целью создания индивидуального «банка» позволит большинству женщин увеличить длительность лактации и максимально продлить срок использования данного уникального продукта.

В этой связи технологические подходы при замораживании и отта-

ивании молока стали объектом глубоких научных исследований. Так, было отмечено [4], что процесс заморозки грудного молока почти не снижал содержание основных пищевых ингредиентов (белков, жиров, углеводов). Например, количество протеинов в нативном сырье колебалось в пределах от 1,1 до 2,7 г/дл, после его хранения при минусовых температурах указанный показатель составил от 0,9 до 1,7 г/дл. При этом энергетическая ценность молока практически не изменялась как при пастеризации, так и при замораживании. Авторами был констатирован факт отсутствия неблагоприятных трансформаций в структуре и биологической ценности грудного молока при его быстром замораживании в специальных контейнерах и хранении при температуре -18-20 °С в течение 3-6 месяцев и даже 9 месяцев, при этом микробиологические исследования оттаянного молока показали его микробную обсеменённость не выше уровня свежего продукта.

Научным центром здоровья детей РАМН (отделение недоношенных детей) проведены бактериологические и биохимические исследования грудного молока сразу после помещения в контейнер «Philips AVENT» и его хранения в замороженном состоянии при температуре -18 °С в течение 1 и 3 месяцев. Проведённый анализ оттаянного продукта не выявил значимых различий в содержании sIgA (секреторный иммуноглобулин А), лизоцима и трансформирующего фактора роста между нативным и размороженным грудным молоком независимо от сроков его хранения при минусовых температурах, не изменилось содержание Mg и P, однако уровни K и Ca снизились на 10-20 %, также было отмечено статистически значимое повышение pH [4].

По данным некоторых исследователей [5], процессы замораживания и оттаивания грудного молока могут вызвать денатурацию белков, что в итоге может исказить показатель концентрации белкового состава продукта. Немаловажным остаётся предположение об утрате антибактериальных и противовоспалительных свойств соответствующих компонентов молока, в том числе и лактоферрина, призванного участвовать в формировании и поддержании естественного иммунитета ребёнка. Вместе с тем, теми же авторами сообщается о значительных изменениях свойств лактоферрина лишь в результате пастеризации сырья на основе определения концентрации белка в незамороженных молоке и молозиве, после чего делается вывод о том, что замораживание непастеризованного грудного молока при температуре -20 °С является одним из лучших способов сохранения его свойств.

Вместе с тем, длительное сохранение молока с высокоактивным рекомбинантным лактоферрином человека представляет одну из проблем, решение которой позволит иметь постоянный источник белка независимо от физиологического состояния трансгенных животных. В свою очередь, вопросы, связанные с изменениями физико-химических

свойств молока и, как следствие, его технологических параметров (способность к качественной переработке с наименьшими потерями «белка интереса») в сочетании с выбором режимов оттаивания сырья, являются открытыми и требуют более детального рассмотрения в контексте повышения эффективности использования животных в качестве «биореакторов» получения ценных субстанций человека.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в лаборатории воспроизводства, трансплантации эмбрионов и трансгенеза животных РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и на Биотехнологическом научно-экспериментальном производстве по трансгенезу животных (д. Будагово) Минской области в течение 2017 года. Изучены физико-химические показатели молока коз-продуцентов рекомбинантного лактоферрина человека (рчЛФ), замороженного в 2014 году, которое хранилось при температуре $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Молоко было получено от здоровых коз-продуцентов лактоферрина человека с ярко выраженными признаками зааненской породы живой массой 30–40 кг. Свежеполученный продукт фильтровался, собирался в одну ёмкость и после тщательного перемешивания разливался в ПЭТ-бутылки вместимостью 1 литр, которые помещались в морозильную камеру холодильника ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$). Накопленные партии молока расфасовывались в ящики и перевозились рефрижератором на хранение при $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ в холодильные камеры учреждения «Западный» МЧС РБ.

Для проведения исследований из партий молока, поступившего на хранение в 2014 году, было отобрано замороженное сырьё в количестве 715,5 кг с учётом месяца упаковки. Длительность хранения составила 1400 дней.

Замороженное молоко коз-продуцентов рчЛФ подвергалось следующим способам дефростации: в воздушной среде – при комнатной температуре ($+22\text{ }^{\circ}\text{C}$) и в условиях термостата ($+40\text{ }^{\circ}\text{C}$); в жидкой среде – под проточной водой ($+8\text{ }^{\circ}\text{C}$); в электромагнитном поле сверхвысоких частот (СВЧ) при периодическом перемешивании.

Исследования физико-химических свойств рекомбинантного лактоферрина человека в данной статье не приводятся.

Отбор дефростированных образцов молока осуществлялся следующим образом:

– для определения физико-химических показателей сырья, таких как жирность (%), белок (%), плотность ($^{\circ}\text{A}$), СОМО (%), лактоза (%), точка замерзания ($^{\circ}\text{C}$), титруемая кислотности ($^{\circ}\text{T}$) пробы отбирались только из молока, размороженного в термостате при $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, ($n=40$). Измерения выполнялись на ультразвуковом анализаторе молока

Екомилкултра (Болгария);

– для определения активной кислотности пробы были отобраны после оттаивания сырья при комнатной температуре (+22 °С), n=40; в проточной воде (+8 °С), n=40; в СВЧ-печи (n=38). Использовался прибор рН-150МП (РУП «Гомельский завод измерительных приборов»);

– для определения содержания рчЛФ было исследовано 158 проб, которые отбирались из каждой единицы упаковки после оттаивания различными способами. Измерения проводились методом твердофазного иммуноферментного анализа (ELISA) с использованием фотометра Tecan Sunrise (Австрия) с применением набора реагентов ФГБ-НУ «Институт экспериментальной медицины» (г. Санкт-Петербург).

Кормление животных осуществлялось по общепринятым нормам.

Полученные результаты были обработаны с помощью приложения Microsoft Office Excel.

Результаты эксперимента и их обсуждение. Существуют две основные группы методов размораживания объектов. При применении первой тепло подводится к продукту через его поверхность, которая подвергается воздействию воздуха, пара, жидкости или излучения горячего твёрдого материала. При использовании второй тепло генерируется внутри продукта – это диэлектрический, микроволновой нагрев или явление электрического сопротивления [6].

В таблице 1 приведены данные по влиянию способа оттаивания молока коз-производителей рчЛФ на продолжительность его разморозки и дана характеристика консистенции полученного сырья.

Таблица 1 – Влияние способа оттаивания молока коз-производителей рчЛФ на продолжительность разморозки сырья и его консистенцию

№ п/п	Способ оттаивания	Продолжительность оттаивания, час.	Визуальная оценка
1.	Под проточной водой (+8 °С)	8±1,0	Жидкость неоднородной консистенции с отделившимся сгустком
2.	В термостате при +40 °С	8±1,0	Однородная белая жидкость, схожая со свежим молоком, с незначительным наличием хлопьев
3.	При комнатной температуре, +22 °С	24±0,3	Жидкость неоднородной консистенции с отделившимся сгустком
4.	В СВЧ-печи	1±0,1	Жидкость неоднородной консистенции с отделившимся сгустком

В результате оттаивания определение физико-химических показателей было возможно только у образцов, находившихся в термостате в течение 8 часов при температуре +40 °С, которые представляли собой типичный свежий сырьевой продукт с наличием небольших хлопьев белка.

Молоко, полученное с использованием других способов дефростации, визуализировалось как жидкость в виде сыворотки с отделившейся жировой фракцией и было пригодно только для исследования по показателю рН.

В таблице 2 представлены данные по физико-химическим показателям молока коз-производителей рЧЛФ, дефростированного в условиях термостата при +40 °С в течение 8 часов.

Таблица 2 – Физико-химические показатели дефростированного в условиях термостата (+40 °С) молока коз-производителей рЧЛФ (1-4 квартал 2014 года), n=40

Показатели	Заморожено-оттаянное молоко				ТУ ВУ 100098867.3 09-2012
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	
Массовая доля жира, %	2,2±0,13	2,3±0,1	2,1±0,28	2,8±0,17	не менее 2,5
Массовая доля белка, %	2,9±0,08	3,0±0,17	3,0±0,12	3,2±0,06	не менее 2,9
СОМО, %	7,4±0,22	7,9±0,37	7,9±0,32	8,0±0,15	-
Плотность, °А	25,1±0,82	26,4±1,90	26,4±1,05	27,5±0,49	не менее 27,0
Лактоза, %	4,1±0,12	4,3±0,26	4,0±0,20	4,4±0,08	-
Точка замерзания, °С	-0,48±0,59	-0,52±0,03	-0,48±0,01	-0,49±0,69	-
Активная кислотность, рН	6,8±0,03	6,46±0,03	6,5±0,06	6,52±0,04	-
Титруемая кислотность, °Т	19,5±1,15	18,3±0,25	19,0±1,43	19,5±0,60	не менее 11,5 не более 23

Из данных таблицы 2 видно, что полученные значения физико-химического состава молока были сопоставимы с показателями ТУ ВУ 100098867.309-2012 «Молоко коз, трансгенных по гену лактоферрина человека» [7]. Однако необходимо отметить, что некоторые из показателей отличались от нормативных значений и были ниже установленного уровня. Так, показатель массовой доли жира был меньше регламентируемого в 1, 2 и 3 кварталах на 0,3; 0,2 и 0,4 п/п соответственно. Вместе с тем, в 4 квартале содержание жира было выше его нормативного значения на 0,4 п/п.

Результаты таблицы 2 также свидетельствуют о том, что все исследуемые показатели молока, полученные в 4 квартале, были выше относительно результатов предыдущих кварталов, что, вероятно, связано с

сезоном года.

Прослеживается тенденция поквартального снижения значений для показателей СОМО и плотности. Так, плотность оттаянного молока по отношению к нормативным данным была ниже в 1 квартале на 7 %, во 2 и 3 кварталах – на 2 %, а в 4 квартале было выше регламентируемого значения на 2 %.

Необходимо отметить, что при дефростации молока при +40 °С в течение 8 часов наблюдалось изменение титруемой кислотности. Так, во 2 квартале результат составил 18,3 °Т, что соответствует уровню показателя свежего молока. В 1, 3 и 4 кварталах кислотность была незначительно повышена (19-19,5 °Т), но, вместе с тем, не превосходила пороговых значений действующего ТУ ВУ 100098867.309-2012, где указано, что данный показатель не должен превышать 23 °Т, что в результате подтверждает его технологическую пригодность как сырьевого продукта.

На основании данных, полученных в эксперименте, было установлено, что наибольшие количественные изменения при замораживании претерпевает показатель массовой доли жира. Снижение содержания жира, по данным исследований некоторых авторов [8], проведённых с замороженным грудным молоком, происходит потому, что в процессе замораживания, хранения и оттаивания сырья имеет место активный липолиз жирового состава, который разрушает триглицериды, уменьшая их содержание и увеличивая концентрацию диглицеридов, моноглицеридов и свободных жирных кислот. Механизм сводится к появлению разрывов в оболочке жирового шарика, за которым следует коалесценция (процесс слияния слоев дисперсионной среды или адсорбционных слоев и частиц в новые более крупные образования), что приводит к заметному разделению фаз. В отношении белков возникают процессы, которые приводят к образованию осадков вследствие дестабилизации казеиновых мицелл и изменения четвертичной структуры сывороточных белков.

Таким образом, приведённые выше данные авторов, касающиеся механизма липолиза жира, объясняют полученные результаты наших экспериментов в плане снижения значения данного показателя в оттаянном молоке, при этом имеющая место трансформация жира важна с точки зрения снижения трудоёмкости процесса обезжиривания сырья, являющегося одним из этапов технологии при получении рекомбинантного лактоферрина человека из козьего молока.

Как показали результаты исследований, коалесценции были подвержены образцы при оттаивании молока 1-м, 3-м и 4-м способами (таблица 1), которые представляли собой жидкость неоднородной консистенции с отделившимся сгустком. При этом 2-й способ разморозки привёл к получению однородной белой жидкости, схожей со свежим

молоком, с незначительным наличием хлопьев.

Интерес представляет изучение активной кислотности (рН) в оттаянном молоке, которая является одним из показателей его качества. Показано [9], что при хранении молока как при положительных, так и отрицательных температурах происходят различные биохимические процессы, изменяющие рН и кислотность, что может быть вызвано наличием в нём микроорганизмов. Теми же авторами сообщается, что изменение рН приводит к нарушению конформации белковых молекул или их денатурации и, следовательно, к потере их биологической активности. Таким образом, контроль указанного показателя в процессе оттаивания молока является необходимым.

Установлено (таблица 3), что способы оттаивания приводят к изменению рН. Так, рН 6,5 и рН 6,6 наблюдалась при размораживании сырьё в воздушной среде (при комнатной температуре (+22 °С) и термостате (+40 °С) соответственно). Вместе с тем, указанный показатель при оттаивании в СВЧ-печи и в водной среде был выше на 0,2 и 0,1 единиц соответственно по сравнению с другими способами. Повидимому, при температурах, близких к нулю, интенсивность метаболизма молочнокислых бактерий приостанавливается, в связи с этим в СВЧ и в воде рН молока снижается менее быстро, чем при оттаивании в воздушной среде.

Таблица 3 – Влияние способа размораживания молока на показатель его активной кислотности.

Исследуемый период 2014 года	Способ оттаивания молока			
	В термостате при +40 °С (n=40)	Под проточной водой, +8 °С, (n=40)	При комнатной температуре, +22 °С (n=40)	В СВЧ печи (n=38)
	рН	рН	рН	рН
1 квартал	6,6±0,04	6,8±0,08	6,4±0,05	-
2 квартал	6,5±0,06	6,7±0,04	6,5±0,04	-
3 квартал	6,6±0,02	6,7±0,05	6,4±0,03	6,7±0,03
4 квартал	6,6±0,03	6,7±0,03	6,6±0,10	6,6±0,04
Среднее значение	6,6±0,04	6,7±0,05	6,5±0,06	6,7±0,04

По данным некоторых исследователей [10], в замороженном гомогенизированном коровьем молоке после оттаивания присутствует кислый привкус, чего не было отмечено в наших экспериментах. Так, несмотря на то, что оттаянный 3-м и 4-м способами сырьевой продукт не выглядел как товарное молоко (имелся отделившийся сгусток), его вкусовые свойства были сравнимы со свежим продуктом. Более того, оттаянное 2-м способом молоко (в термостате при +40 °С) по своим вкусовым каче-

ствам и по консистенции было сравнимо со свежеполученным.

В таблице 4 представлены данные по содержанию рекомбинантного человеческого лактоферрина коз в заморожено-оттаянном молоке 2014 года при различных способах дефростирования.

Таблица 4 – Содержание рекомбинантного лактоферрина человека в молоке коз-производителей при различных способах дефростирования сырья.

Исследуемый период 2014 года	Концентрация рчЛФ при различных способах оттаивания молока, г/л				В среднем, г/л
	В термостате при +40 °С	Под проточной водой, +8 °С	При комнатной температуре, +22 °С	В СВЧ печи	
Среднегодовое значение	2,73±0,59	2,91±0,65	3,14±0,67	2,5±1,00	2,82±0,62

Анализ концентрации рчЛФ показал, что размораживание сырья при комнатной температуре (+22 °С) способствовало наибольшему выходу «белка интереса» (3,14 г/л), использование же других способов дефростации молока привело к снижению количества лактоферрина на 7 %, 13 и 20 % при оттаивании сырья в водной среде (2,91 г/л), в термостате (2,73 г/л) и в СВЧ-печи (2,5 г/л) соответственно.

Мониторинг концентрации рчЛФ в нативном молоке коз-производителей в течение 2014 года показал, что содержание «белка интереса» по стаду составило 3,18 г/л, что на 11 % выше среднего значения при всех способах разморозки сырья (2,82 г/л) и свидетельствует о высокой сохранности целевого продукта при длительном хранении в условиях глубокого замораживания.

Так, минимальное значение в содержании рчЛФ с разницей 1 % получено при размораживании сырья при комнатной температуре (3,18 против 3,14 г/л), разница 8 % составила при оттаивании молока в холодной воде (3,18 против 2,91 г/л), снижение концентрации белка на 14 и 21 % было установлено при разморозке молока в термостате и в СВЧ-печи (2,73 и 2,5 г/л против 3,18 г/л) соответственно.

Таким образом, низкотемпературная конгеляция обеспечивает стабильное сохранение сырьевого продукта в замороженном состоянии длительное время, при этом оттаивание приводит к некоторым изменениям в его физико-химическом составе.

В свою очередь, замораживание молока коз-производителей рчЛФ может рассматриваться не только как важнейший этап его сохранения до переработки, но и как возможную стадию подготовки сырья к выделению рчЛФ, так как полученный в результате оттаивания флокулированный белок, по некоторым данным [11], является, главным обра-

зом, казеином и жиром, части которого подверглись некоторой модификации или денатурации. Это, на наш взгляд, имеет существенное значение в технологическом процессе получения «белка интереса» и, вероятно, может снизить количество липополисахаридов в конечном продукте.

Заключение. Установлено, что значения физико-химического состава молока коз-продуцентов лактоферрина человека сопоставимы с показателями ТУ ВУ 100098867.309-2012 «Молоко коз, трансгенных по гену лактоферрина человека» за исключением показателя массовой доли жира, значение которого было меньше регламентируемого в 1, 2 и 3 кварталах на 0,3; 0,2 и 0,4 п/п соответственно, а в 4 квартале было выше установленных данных на 0,4 п/п.

Установлено, что способы оттаивания приводят к изменению значения активной кислотности. Так, рН 6,5 и рН 6,6 наблюдалась при размораживании сырья в воздушной среде (при комнатной температуре (+22 °С) и термостате (+40 °С) соответственно). Вместе с тем, указанный показатель при оттаивании в СВЧ-печи и в водной среде был выше на 0,2 и 0,1 единиц, соответственно, по сравнению с другими способами.

Размораживание молока при комнатной температуре (+22 °С) способствовало наибольшему выходу «белка интереса» (3,14 г/л). Использование других способов дефростации молока привело к снижению количества лактоферрина на 7 %, 13 и 20 % соответственно при оттаивании сырья в водной среде (2,91 г/л), в термостате (2,73 г/л) и в СВЧ-печи (2,5 г/л).

Литературы

1. Буянова, И. В. Новые технологии замораживания молочных продуктов / И. В. Буянова // Техника и технология пищевых производств [Электрон. ресурс]. – 2012. – Вып. 1(24). – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/novye-tehnologii-zamorazhivaniya-molochnyh-produktov>.
2. Антонов, А. А. Эксергетический анализ работы криогенной проточной системы для холодильной обработки пищевых продуктов / А. А. Антонов, К. П. Венгер, С. А. Пчелинцев // Инженерная защита окружающей среды. – 2002. – С. 45-46.
3. Создание индивидуального «банка» грудного молока: потребности и возможности / О. Л. Лукоянова [и др.] // Вопросы современной педиатрии. – 2014. – Вып. 2, т. 13. – С. 101-106.
4. Влияние замораживания и длительности хранения сцеженного грудного молока на его пищевую, биологическую ценность и микробиологическую безопасность / О. Л. Лукоянова [и др.] // Вопросы современной педиатрии. – 2011. – Вып. 1, т. 10. – С. 28-33.
5. Stability of lactoferrin in stored human milk / D. Rollo [et al.] // Journal of Perinatology. – 2014. – Vol. 34. – P. 1-3.
6. Богданов, В. Д. Общие принципы переработки сырья и введение в технологии производства продуктов питания : учеб. пособие / В. Д. Богданов, В. М. Дауин, М. В. Ефимова. – Петропавловск-Камчатский, 2007. – 215 с.
7. ТУ ВУ 100098867.309-2012. Молоко коз, трансгенных по гену лактоферрина человека. – Введ. 01.08.2012 // Продукция Республики Беларусь [Электрон. ресурс]. – Бел-

ГИСС, 2016. – Режим доступа: <http://gskp.by/DetailProd.php?UrlReg=0&UrlDist=0&UrlGoodsId=50463&UrlKlpId=45010&UrlGoodsAssrId=97179&TabId=3>.

8. García-Lara, N. Effect of Freezing Time on Macronutrients and Energy Content of Breastmilk / N. R. García-Lara [et al.] // *Breastfeed Med.* – 2012. – Vol. 7(4). – P. 295-301.

9. Сандомирский, Б. П. Влияние температуры и времени хранения на качество молока коров / Б. П. Сандомирский, С. Е. Гальченко, Е. С. Гальченко // *Problems of cryobiology.* – 2001. – № 1. – С. 60-64.

10. Studies on frozen milk with special reference to denaturation of milk proteins / Z. N. Saito [et al.] // *J. Facul. Agr., Hokkaido Univ., Sapporo.* – 1962. – Vol. 524. – P. 162-185.

11. Studies on the Changes of the Milk Casein by Various Treatments / T. Nakanishi [et al.] // *Agr. Biol. Chem.* – 1965. – Vol. 29(12). – P. 1099-1103.

Поступила 16.03.2018 г.

УДК 636.3.083.37:631.22.014

Н.Г. ПОВОД, Е.А. ИЖБОЛДИНА, Е.А. САМОХИНА,
Н.Б. ШПЕТНЫЙ, В.Н. НЕЧМИЛОВ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ МУЛЬТИФАЗНОГО КОРМЛЕНИЯ ДЛЯ ПОРΟΣЯТ-ОТЪЕМЫШЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Сумской национальный аграрный университет

В статье рассмотрено влияние сухого и влажного мультифазного типа кормления поросят во время доращивания на их интенсивность роста и сохранность на протяжении двух лет. Анализировались результаты доращивания гибридных поросят, полученных с использованием свиней ирландской фирмы *Hermitage* от маток F₁ ирландского йоркшира и ирландского ландраса, осеменённых спермой хряков синтетической терминальной линии максгро. Установлено, что влажный мультифазный тип кормления способствует повышению интенсивности роста поросят в период доращивания, но приводит к снижению уровня сохранности. Тип кормления имеет достоверное влияние на интенсивность роста поросят на уровне 13,3 %.

Ключевые слова: поросенок, тип кормления, прирост, сохранность, мультифазное кормление.

N.G. POVOD, E.A. IZHBOLDINA, E.A. SAMOHINA, N.B. SHPETNIY,
V. N. NECHMILOV

EFFICIENCY OF MULTI-PHASE FEEDING SYSTEM FOR WEANERS IN CONDITIONS OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

Sumy National Agrarian University

The paper dwells on the effect of dry and wet multiphase type feeding of piglets during growing period on growth intensity and safety during two years. The results of hybrid piglets growth obtained from Irish firm *Hermitage* pigs from F₁ Irish Yorkshire and Irish Landrace in-