

## ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФІЗИКО-ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ЦИСТЕРНАЛЬНОГО ТА АЛЬВЕОЛЯРНОГО КОЗЯЧОГО МОЛОКА ЗА УМОВ ВИДОЮВАННЯ

**Т. І. Фотіна**<sup>1</sup>, доктор ветеринарних наук

**С. О. Шаповалов**<sup>2</sup>, кандидат біологічних наук

**В. О. Калашніков**<sup>2</sup>, кандидат ветеринарних наук

**О. В. Кисельов**<sup>1</sup>, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

**Л. М. Ладика**<sup>1</sup>, старший викладач

<sup>1</sup>Сумський національний аграрний університет

<sup>2</sup>Інститут тваринництва НААН України

У роботі викладено особливості різниці між масовою часткою компонентів цистернального та альвеолярного молока. Показано, що в альвеолярному молоці масова частка жиру, протеїну, лактози, сухої речовини більша в середньому на 15; 4; 2,8; 7% відповідно. Показано різницю точки замерзання цистернального та альвеолярного молока, визначено, що в альвеолярному молоці температура замерзання більша в середньому на 2,76%.

**Ключові слова:** молоко кіз, альвеолярне молоко, транзиторно-альвеолярне молоко, цистернальне молоко, масова частка жиру, масова частка протеїну, масова частка лактози, масова частка сухої речовини, точка замерзання молока кіз.

**Постановка проблеми.** Останніми роками, з появою більш прогресивних молекулярних методів, було зроблено більш поглиблені дослідження молекулярної регуляції лактації, особливо сільськогосподарських тварин [1, 8-10]. Одна з основних причин у тому, що прогрес у наших знаннях про ключові контрольні точки, що регулюють синтез компонентів молока в молочній залозі, наприклад молочний білок, може бути зроблений тільки за допомогою більш механістичних досліджень на великомасштабній експресії мРНК та на посттрансляційних подіях, наприклад фосфорилювання/дефосфорилювання ключових білків.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Поєднання накопичених знань регуляторних механізмів синтезу білка молока останніми роками відкрило нові рубежі, де можуть бути зроблені спроби щодо поліпшення синтезу білка молока [11, 15]. За останні кілька років достатньо вивчено біохімічні шляхи

синтезу в молочній залозі жуйних основних компонентів молока: ліпідів, білків, лактози. З'ясовано і багато з ферментних білків і їх ДНК, які також були охарактеризовані повною мірою [1-5]. Це дозволило розвинути науковий напрямок з вивчення харчової регуляції та виявленню «генів кандидатів», що беруть участь у регуляції процесів абсорбції (поглинання) з русла крові, синтезу *de novo*, процесів десатурації. Однак інші дослідження показали, що ці «кандидати експресії генів» не завжди збігаються з процесами секреції, особливо – у молоці кіз. На сьогодні показано, що цис-9, транс-11 C18:2, основні кон'югати лінолевої кислоти (CLA) мають ряд фізіологічних ефектів у біосинтезі ліпідів молока корів і більшості жуйних тварин [5, 7], а кількість інших трансізомерів транс-10, цис-12 CLA іноді корелює з депресією синтезу ліпідів молока. У той же час така закономірність щодо жирсинтетичної функції для молока кіз не підтвердилася [6, 7]. Також відомо, що утворення молока – це багатоетапний процес, в якому беруть участь усі системи лактуючої тварини. У процесі молокоутворення велику роль відіграє кровопостачання вимені. Інтенсивний приплив крові до залозистої тканини сприяє утворенню молока в альвеолярних клітинах. Процес молокоутворення протікає постійно. У період між доїннями близько трьох чвертей молока концентрується в альвеолярній частині вимені і тільки одна чверть – у цистернах і сосках [12-15]. Для синтезу молока клітини молочної залози використовують складові частини крові, які відрізняються від складових частин молока. У крові немає казеїну, лактози, а вміст глобуліну, альбуміну, натрію в ній у декілька разів вищий, ніж у молоці. У молоці більше жиру, кальцію і калію. Отже, лактоза, казеїн і жир утворюються в молочній залозі шляхом складної перебудови хімічних речовин крові. Перехід же мінеральних речовин з крові в молоко відбувається вибірково. Без змін це характерно для вітамінів, гормонів, пігментів, деяких білків, ферментів.

**Постановка завдання.** Викладене вище і спонукало нас дослідити фізико-хімічний склад цистернального та альвеолярного козячого молока за умов видоювання [11, 14, 15].

**Матеріали і методи дослідження.** Експериментальна частина роботи включала дослідження на лактуючих козах у

весняний період 2013 року. Досліджували дійних кіз у Сумській області щодо встановлення різниці між показниками фізико-хімічного складу молока, отриманого з різних порцій у результаті видоювання. Для досліду відбирали клінічно здорових кіз відповідно до загальноприйнятої методики зоотехнічних досліджень. Визначення хімічного складу проводили у випробувальному центрі Інституту тваринництва НААН України, який акредитований за вимогами ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 (ISO/IEC 17025:2005; атестат акредитації № 2Т621 в Національному агентстві акредитації України). У лабораторії зразки молока нагрівали до 40°C, гомогенізували і проводили вимірювання на приладі BentleyComby 150 (США), що сертифікований за ISO 9001:2000 в США. Хімічний склад молока за вмістом масової частки (м. ч.) сухих речовин (СР), жиру, істинного білка (Tru) і загального протеїну (Total), лактози, сухого знежиреного залишку (СЗЗМ) визначали методом інфрачервоної спектроскопії (ISO 9622:1999). Референс методами для калібрування інфрачервоного аналізатора за м. ч. жиру був кислотний метод Гербера (ГОСТ 5867) або ДСТУ ІЗО 1211, м. ч. загального та істинного білка – метод К'ельдаля (відповідно ДСТУ ISO 8968-1 і ДСТУ ISO 8968-5), м. ч. лактози – метод високоефективної рідинної хроматографії (ISO 2262:2007), м. ч. сухої речовини (ДСТУ ISO 6731). Розширена невизначеність вимірювань U при калібруванні  $k = 2$ ,  $p = 0,95$  становила відповідно 0,06, 0,04, 0,03, 0,12 і 0,08%.

**Результати досліджень.** Було досліджено молоко дійних кіз щодо встановлення різниці між показниками фізико-хімічного складу молока, отриманого у різних порціях молока кіз за умов видоювання. Результати представлено у таблицях 1 та 2. Відомо, що при видоюванні молока перші струмені розрізняються за хімічним складом: менш багаті жиром, ніж останні. Це пояснюється складними механізмами і узгодженими рефлекторними реакціями міоепітелія і гладкої мускулатури вимені, стінок і сфінктера соска. Однак існує, на нашу думку, неправильне трактування порцій молока за умов видоювання. На нашу думку, перші цівки – це цистернальне молоко, другі – це транзиторно-альвеолярне молоко і треті – це альвеолярне молоко. Видоювання «перших цівок» (частково істинно

перших) вирішує відразу кілька завдань у підвищенні якості молока: активізує рефлекс молоковиведення; звільняє молоко від так званої «бактеріальної пробки» з соскового каналу, тим самим знижуючи кількість бактерій; дозволяє діагностувати здоров'я вимені шляхом огляду «перших цівок» молока на наявність згустків, слизу, крові і т.п. Тобто здоюють і не використовують молоко «перших цівок», які являють собою бактеріальну масу, злушений епітелій, залишки соматичних клітин, тобто «пробку» із частковим об'ємом цистернального молока. Сама «пробка» має різкий надзвичайно гіркий смак молока, що пояснюється дією ліпази, активність якої починає розщеплювати молочний жир, що призводить до окиснення ненасичених жирних кислот та утворення кетонів та альдегідів. Друга причина – підвищений вміст редуктази. Попадання «пробки» у досліджувану пробу молока зумовлює спотворення показників та отримання хибних результатів.

Таблиця 1

**Масові частки компонентів молока його точки замерзання у різних порціях молока кіз за умов видоювання**

Порції	Тварини у досліді					
	Регіна	Сабіна	Дереза	Лола	Кудряшка	Катунія
<b>Масова частка жиру, %</b>						
1	3,26	3,61	3,70	3,85	4,01	4,21
2	3,36	3,72	3,84	3,98	4,20	4,35
3	3,58	4,39	4,37	4,60	4,80	5,02
<b>Масова частка протеїну, %</b>						
1	3,33	3,22	3,39	3,43	3,51	3,54
2	3,46	3,29	3,51	3,47	3,58	3,62
3	3,46	3,35	3,58	3,54	3,64	3,68
<b>Масова частка лактози, %</b>						
1	4,63	5,07	4,41	4,42	4,40	4,44
2	4,79	5,08	4,50	4,56	4,54	4,59
3	4,79	5,09	4,52	4,58	4,56	4,60
<b>Масова частка сухої речовини, %</b>						
1	12,02	12,70	12,30	12,50	12,72	12,99
2	12,41	12,89	12,65	12,81	13,12	13,36
3	12,63	13,63	13,27	13,52	13,80	14,10
<b>Температура замерзання, мінус, %</b>						
1	0,527	0,563	0,557	0,551	0,554	0,564
2	0,542	0,563	0,562	0,554	0,562	0,570
3	0,545	0,572	0,571	0,569	0,572	0,581

Таблиця 2

**Середні значення та стандартна невизначеність масових часток компонентів та їх співвідношень у різних порціях молока кіз за умов видоювання**

Порції	Розрахункові параметри			
	$\bar{X}$	$\sigma$	$S_{\bar{X}}$	$Cv, \%$
<b>Масова частка жиру, %</b>				
1 Цистернальне (Ц)	3,77	0,33	0,14	8,77
2 Транзиторно-альвеолярне (ТА)	3,91	0,35	0,14	9,05
3 Альвеолярне (А)	4,46	0,50	0,2	11,15
3 ≥ 1, (А / Ц), %	15,14	3,15	1,28	20,77
2 ≥ 1, (ТА / Ц), %	3,43	0,59	0,24	17,21
3 ≥ 2, (А / ТА), %	12,13	3,13	1,28	25,83
<b>Масова частка протеїну, %</b>				
1 Цистернальне (Ц)	3,4	0,05	0,12	1,47
2 Транзиторно-альвеолярне (ТА)	3,49	0,05	0,12	1,43
3 Альвеолярне (А)	3,54	0,05	0,12	1,41
3 ≥ 1, (А / Ц), %	3,9	0,3	0,74	7,69
2 ≥ 1, (ТА / Ц), %	2,44	0,4	0,97	16,39
3 ≥ 2, (А / ТА), %	1,5	0,31	0,75	20,67
<b>Масова частка лактози, %</b>				
1 Цистернальне (Ц)	4,56	0,11	0,26	2,41
2 Транзиторно-альвеолярне (ТА)	4,68	0,09	0,22	1,92
3 Альвеолярне (А)	4,69	0,09	0,22	1,92
3 ≥ 1, (А / Ц), %	2,77	0,51	1,24	18,41
2 ≥ 1, (ТА / Ц), %	2,49	0,5	1,23	20,08
3 ≥ 2, (А / ТА), %	0,29	0,07	0,18	24,14
<b>Масова частка сухої речовини, %</b>				
1 Цистернальне (Ц)	12,54	0,14	0,34	1,12
2 Транзиторно-альвеолярне (ТА)	12,87	0,14	0,34	1,09
3 Альвеолярне (А)	13,49	0,21	0,51	1,56
3 ≥ 1, (А / Ц), %	7,03	0,47	1,14	6,69
2 ≥ 1, (ТА / Ц), %	2,6	0,25	0,61	9,62
3 ≥ 2, (А / ТА), %	4,54	0,57	1,4	12,56

У таблиці 1 показано, що всі три досліджувані порції молока кіз за умов видоювання у всіх тварин мали однакові закономірності та тенденції, на основі яких можна формулювати висновки: концентрації компонентів у альвеолярному молоці були найвищими із досліджуваних порцій.

Що стосується точки замерзання, як інтегрального показника сталості катіонно-аніонного балансу секрету молочної залози, то вона зростала.

При порівнянні середніх значень та стандартної невизначеності масових часток компонентів та їх співвідношень у різних порціях молока кіз за умов видоювання встановлено різницю між масовою часткою компонентів цистернального та альвеолярного молока (табл. 2).

Доведено, що в альвеолярному молоці масова частка жиру, протеїну, лактози, сухої речовини більша в середньому на 15; 4; 2,8; 7% відповідно. Різниця між першою порцією цистернального та транзиторно-альвеолярного молока більша в середньому на 3,4; 4,4; 2,5; 2,6% відповідно. Різниця між другою порцією транзиторно-альвеолярного та третьою порцією альвеолярного молока більша в середньому на 12; 1,5; 0,29; 4,5% відповідно.

При аналізі значень точки замерзання молока ми довели, що цей показник є однією із фізичних властивостей цистернального та альвеолярного молока. Встановлено, що в альвеолярному молоці температура замерзання більша в середньому на 2,76% (табл. 3).

Таблиця 3

**Середні значення точки замерзання молока та їх співвідношень у різних порціях молока кіз за умов видоювання**

Порції	Розрахункові параметри			
	$\bar{X}$	$\sigma$	$S_{\bar{X}}$	$C_v, \%$
<b>Температура замерзання, мінус °С</b>				
1 Цистернальне (Ц)	0,553	0,006	0,014	1,08
2 Транзиторно-альвеолярне (ТА)	0,559	0,004	0,01	0,72
3 Альвеолярне (А)	0,568	0,005	0,012	0,88
3 ≥ 1, (А / Ц), %	2,76	0,267	0,654	9,67
2 ≥ 1, (ТА / Ц), %	1,11	0,385	0,944	34,68
3 ≥ 2, (А / ТА), %	1,66	0,275	0,672	16,57

Різниця між першою порцією цистернального та транзиторно-альвеолярного молока більша в середньому на 1,1%, між другою порцією транзиторно-альвеолярного та третьою порцією альвеолярного молока більша в середньому на 1,6% відповідно.

## **Висновки:**

1. Доведено закономірність, що концентрація протеїну, жиру, лактози та сухих речовин вища в альвеолярному молоці, ніж у цистернальному. Ці показники були в середньому вище на **15; 4; 2,8; 7%** відповідно. Це підтверджує більш високу харчову цінність альвеолярного молока.

2. Показано різницю точки замерзання цистернального та альвеолярного молока. Визначено, що температура замерзання в альвеолярному молоці вища в середньому на **2,76%**. Доведено, що ця властивість є важливим показником, який необхідно визначати при оцінці молока.

Список використаних джерел:

1. Coleman R. A. Enzymes of triacyl glycerol synthesis and their regulation / R. A. Coleman, D. P. Lee // *Progress in Lipid Research*. — 2004. — N 43. — P. 134—176.
2. Expression of butyrophilin (Bt1a1) in lactating mammary gland is essential for the regulated secretion of milk-lipid droplets / S. L. Ogg, A. K. Weldon, L. Dobbie [et. al.] // *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. — 2004. — N 101. — P. 10084—10089.
3. Akers R. M. Major advances associated with hormone and growth factor regulation of mammary growth and lactation in dairy cows / R. M. Akers // *J. Dairy Sci.* — 2006. — N 89. — P. 1222—1234.
4. Loor J. J. ASAS centennial paper: Lactation biology for the twenty-first century / J. J. Loor, W. S. Cohick // *Journal of Animal Science*. — 2009. — N 87. — P. 813—824.
5. Bionaz M. Gene networks driving bovine mammary protein synthesis during the lactation cycle / M. Bionaz, J. J. Loor // *Bio inform Biol. Insights*. — 2011. — N 5. — P. 83—98.
6. Major advances associated with the biosynthesis of milk / D. E. Bauman, I. H. Mather, R. J. Wall, A. L. Lock // *J. Dairy Sci.* — 2006. — N 89. — P. 1235—1243.
7. Jenkins T. C. Major advances in nutrition: impact on milk composition / T. C. Jenkins, M. A. McGuire // *J. Dairy Sci.* — 2006. — N 89. — P. 1302—1310.
8. Neville M. C. Hormonal regulation of mammary differentiation and milk secretion / M. C. Neville, T. B. McFadden, I. Forsyth // *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia*. — 2002. — N 7. — P. 49—66.
9. Insulin regulates milk protein synthesis at multiple levels in the bovine mammary gland / K. K. Menzies, C. Lefevre, K. L. Macmillan, K. R. Nicholas // *Funct. Integr. Genomics*. — 2009. — N 9. — P. 197—217.
10. Menzies K. K. Insulin, a key regulator of hormone responsive milk protein synthesis during lactogenesis in murine mammary explants / K. K. Menzies // *Funct. Integr. Genomics*. — 2010. — N 10. — P. 87—95.
11. Wang X. The m-TOR pathway in the control of protein synthesis / X. Wang, C. G. Proud // *Physiology Bethesda*. — 2006. — N 21. — P. 362—369.
12. Prizant R. L. Negative effects of the amino acids Lys, His, and Thr on S6K1 phosphorylation in mammary epithelial cells / R. L. Prizant, I. Barash // *J. Cell. Biochem*. — 2008. — N 105. — P. 1038—1047.
13. Toerien C. A. Nutritional stimulation of milk protein yield of cows is associated with changes in phosphorylation of mammary eukaryotic initiation factor 2 and ribosomal s6 kinase 1 / C. A. Toerien, D. R. Trout, J. P. Cant // *J. Nutr.* — 2010. — N 140. — P. 285—292.

14. Peroxisomeproliferator-activated receptor-gamma activation and long-chain fatty acids alter lipogenic gene networks in bovine mammary epithelial cells to various extents / A. K. Kadegowda, M. Bionaz, L. S. Piperova [et. al.] // J. Dairy Sci. — 2009. — N 92 (9). — P. 4276—4289.
15. McFadden J. W. Activation of liver X receptor (LXR) enhances de novo fatty acid synthesis in bovine mammary epithelial cells / J. W. McFadden, B. A. Corl // J. Dairy Sci. — 2010. — N 93 (10). — P. 4651—4658.

*Т. И. Фотина, С. А. Шаповалов, В. А. Калашников, А. В. Кисельов, Л. М. Ладика. Сравнительная характеристика физико-химического состава цистернального и альвеолярного козьего молока в условиях выдаивания.*

*В работе изложены особенности разницы между массовой долей компонентов цистернального и альвеолярного молока. Показано, что в альвеолярном молоке массовая доля жира, протеина, лактозы, сухого вещества больше в среднем на 15; 4; 2,8; 7% соответственно. Показана разница точки замерзания цистернального и альвеолярного молока, определено, что в альвеолярном молоке температура замерзания больше в среднем на 2,76%.*

*T. Fotina, S. Shapovalov, V. Kalashnikov, A. Kyselov, L. Ladyka. Comparative characteristics of physical and chemical cistern and alveolar goat milk composition by milking conditions.*

*The paper presents the features of the difference between the mass fraction of cistern and alveolar milk. It he's shown that in alveolar milk mass of fat, protein, lactose, dry substance higher in an average of 15; 4; 2.8; 7% , respectively. It has shown the difference in terms freezing of cistern and alveolar milk, determined that the alveolar milk freezing point higher on average by 2.76%.*