

ИЗУЧЕНИЕ СИНТЕЗА ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ МОЛОКА КАК СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОЛИДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЫ

В.В. ЦЮПКО

Молоко можно рассматривать как коллоидную систему (гидроколлоид), состоящую из дисперсной среды и дисперсной фазы. Дисперсная среда молока формируется за счет лактозы при ее достаточно постоянной концентрации в растворе. Белки как дисперсная фаза находятся в дисперсной среде молока в широких пределах концентрации. Молочный жир присутствует в дисперсной среде в виде эмульсии. Исходя из того, что синтез отдельных ингредиентов молока происходит в разных ферментных системах, по содержанию и соотношению элементов полидисперсной системы можно судить об активности этих систем. На основании анализа большого числа проб молока ($n = 6338$) от голштинизированных черно-пестрых коров нами установлена обратная зависимость между величиной удоя и содержанием белка и жира. Содержание лактозы при этом имело незначительные различия как в период лактации, так и у коров с разным удоем. Так, корреляционная зависимость между удоем и содержанием лактозы была положительной: на зимних рационах $r = 0,27$ ($p < 0,01$), на летних — $r = 0,28$ ($p < 0,01$), а корреляция между процентом белка и лактозы и жира и лактозы — отрицательной, что подтверждает значение лактозы как фактора, определяющего величину удоя независимо от синтеза белков и жира. В конце лактации по сравнению с началом содержание жира, белка и лактозы составило соответственно 108,9; 109,2 и 97,3 % при продукции соответственно 84,1; 83,6 и 75,3 %, то есть выход жира и белка снижался за счет уменьшения удоя при повышении содержания этих компонентов в молоке, тогда как количество лактозы падало только с уменьшением удоя без заметного снижения ее доли в молоке. Снижение удоя при затухании лактации происходит за счет снижения продукции молочной лактозы. У коров с максимальным удоем содержание лактозы в молоке на 5 % выше ($p > 0,05$), чем у низкопродуктивных. В то же время продукция жира у высокопродуктивных коров увеличилась на 360 %, белка — на 403 %, лактозы — на 491 %. Близкий процент лактозы имеет место также в цистернальной и альвеолярной порциях удоя. Сделано заключение о том, что составные компоненты молока синтезируются независимо друг от друга, а величина удоя определяется количеством синтезируемой лактозы, создающей относительно постоянную дисперсную среду, благоприятную для существования устойчивой дисперсной фазы.

Ключевые слова: удой, коллоидная система, молоко, жир, белок, лактоза.

С точки зрения физико-химической классификации молоко можно рассматривать как высокодисперсную (коллоидную) систему, которая определяется свойствами воды. Как полярное вещество вода обеспечивает возможность существовать и интенсивно двигаться в броуновском движении, независимо друг от друга, в дисперсной среде (раствор лактозы в воде) частицам дисперсной фазы (мицеллы казеина, молекулы лактоальбуминов и лактоглобулинов). Коллоидное состояние допускает размеры частиц дисперсной фазы от 10 до 200 нм. Более мелкие молекулы (лактоза — 1,0-1,5 нм) находятся в растворе, образуя дисперсную среду, более крупные выделяются из дисперсной среды как неспособные к самостоятельному броуновскому движению (1, 2).

В молоке частицы находятся в трех формах: молекулярно-ионной (лактоза и соли), коллоидной (белки) и взвешенной, в виде эмульсии (жир). Содержание перечисленных основных компонентов в молоке при адекватном обеспечении молочной железы предшественниками определяется количеством и активностью ферментных систем, участвующих в синтезе каждого из ингредиентов. В свою очередь, обеспеченность железы предшественниками зависит как от количества протекающей крови (3, 4), так и от интенсивности извлечения предшественников тканями железы. Объем протекающей крови тесно связан с количеством секреторного эпителия. Изменения активности систем синтеза находятся под влиянием гормонального фона по стадиям лактации. Разные гормоны неодинаково

воздействуют на системы синтеза белков, лактозы и жира. Так, гипертиреоз значительно увеличивает продукцию и синтез жира без адекватного увеличения удоя (5, 6). Под влиянием соматотропина, наоборот, прежде всего повышается удой (7, 8). Исходя из того, что синтез отдельных ингредиентов молока происходит в разных ферментных системах, по их концентрации и взаимоотношению можно судить и об активности систем синтеза. Рассмотрение этих вопросов в связи с удоём, различиями состава молока на разных стадиях лактации и роли отдельных ингредиентов в формировании коллоидной системы молока было предметом наших исследований, представленных в настоящей статье.

Цель работы заключалась в рассмотрении вопросов синтеза и продукции жира, белка и лактозы и их участия в формировании молока как коллоидной системы.

Методика. Исследования проводили на голштинизированных черно-пестрых коровах в опытном хозяйстве «Кутузовка» (Харьковский р-н, Харьковская обл., Украина, 2011 год). Кормление коров соответствовало существующим нормам энергетического, протеинового и минерального питания и достаточно строго корректировалось с учетом фактической питательной ценности используемых кормов. Основу рационов в осенний и зимний периоды, а также ранней весной составляли консервированные корма — силос кукурузный, сенаж и сено. В летний период, при достаточно высоком накоплении питательных веществ в зеленых растениях (зеленая масса озимых, люцерна, кукуруза) в течение июня—августа, животные получали зеленую массу перечисленных кормов. Общий состав рационов корректировался концентратами в соответствии с составом основного грубого корма и удоём. Образцы молока от каждой коровы отбирали ежемесячно во время контрольного доения с использованием аппаратов, снабженных специальными приспособлениями для формирования средней пробы. В каждый цикл получения образцов в течение трех смежных суток отбирали не менее 400-500 проб молока. Всего в разные периоды после лактации (с 14-х по 500-е сут) проанализировали 6338 проб.

При изучении состава разных порций удоя опыты проводили на четырех голштинизированных черно-пестрых коровах с суточной продуктивностью 9,5-6,4 кг молока во второй половине лактации в условиях физиологического двора (Институт животноводства, Украина). Коровы получали кукурузный силос, комбикорм и сено люцерны, содержание животных — привязное. Пробы молока от каждой особи отбирали в утреннее и вечернее доение 3 раза в течение 10 сут. Состав молока определяли в трех порциях суточного удоя: 1 — молоко, полученное в начале доения (цистернальное, выдавали вручную из каждой доли вымени); 2 — усредненная проба (основной удой, отбирали из ведра после выдаивания аппаратом), 3 — остаточное (альвеолярное) молоко (получали из каждой доли вымени вручную после снятия аппарата и массажа вымени).

Пробы молока исследовали на приборе Bentley-150 Comby («Bentley Instruments Inc.», США).

Данные обрабатывали статистически с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты. Значительное ежемесячное число исследованных образцов нивелировало влияние индивидуальных особенностей животных на тестируемые показатели, что позволило достаточно точно охарактеризовать закономерности изменения состава молока и оценить влияние различных факторов с точки зрения их значения для синтеза жира, белка и лактозы и участия в формировании коллоидной системы молока. Нами бы-

ли получены данные по соотношению компонентов молока в зимний и летний периоды, на разных стадиях лактации, у животных с неодинаковым удоем и в разных порциях удоя, которые обсуждаются.

При сравнительном анализе состава молока, полученного на зимних ($n = 4463$) и летних ($n = 1875$) рационах при практически одинаковой суточной продуктивности (соответственно $16,63 \pm 0,090$ и $16,95 \pm 0,153$ л) наиболее значимые различия выявили по содержанию жира — соответственно $3,45 \pm 0,010$ и $3,26 \pm 0,013$ % ($p < 0,001$). В летний период жирность могла снижаться из-за изменения характера брожения в преджелудках коров: вследствие обогащения рационов растворимыми углеводами увеличивается продукция пропионовой кислоты и уменьшается содержание кетогенных соединений — ацетата и бутирата, которые служат основными предшественниками в синтезе жирных кислот (9-13).

При оценке состава молока коров в зависимости от стадии лактации (табл. 1) выявили, что изменение содержания отдельных компонентов в молоке и их продукции происходило неравномерно. Выход жира и белка снижался за счет уменьшения удоя при повышении содержания этих компонентов в молоке в конце лактации. В то же время количество лактозы падало только из-за уменьшения удоя без заметного снижения ее доли в молоке. Таким образом, дисперсная среда молока оставалась постоянной и благоприятной для поддержания дисперсной фазы (белков) и жировой эмульсии на заключительных этапах лактации. Следовательно, снижение удоя при затухании или прекращении лактации происходит за счет уменьшения синтеза лактозы и без изменения состава дисперсной среды молока.

1. Состав молока у голштинизированных черно-пестрых коров на разных стадиях лактации ($M \pm m$, опытное хозяйство «Кутузовка», Харьковский р-н, Харьковская обл., Украина, 2011 год)

Показатель	Время после отела, сут					Всего, в среднем
	14-30	31-80	81-150	151-305	306-500	
Число проб, n	44	717	1368	2835	1374	6338
Возраст в лактациях	$3,39 \pm 0,290$	$3,15 \pm 0,070$	$3,09 \pm 0,050$	$2,97 \pm 0,030$	$2,53 \pm 0,050$	$2,92 \pm 0,020$
Суточный удой, кг	$21,69 \pm 1,090$	$20,80 \pm 0,250$	$19,33 \pm 0,170$	$16,05 \pm 0,100$	$13,23 \pm 0,130$	$16,72 \pm 0,780$
Содержание в молоке, %:						
жир	$3,12 \pm 0,090$	$3,28 \pm 0,020$	$3,27 \pm 0,020$	$3,40 \pm 0,010$	$3,58 \pm 0,020$	$3,40 \pm 0,010$
белок	$3,04 \pm 0,050$	$3,05 \pm 0,010$	$3,19 \pm 0,010$	$3,36 \pm 0,010$	$3,53 \pm 0,010$	$3,32 \pm 0,004$
лактоза	$5,08 \pm 0,040$	$5,05 \pm 0,010$	$4,99 \pm 0,010$	$4,92 \pm 0,010$	$4,90 \pm 0,010$	$4,95 \pm 0,003$
К начальной стадии лактации, %:						
жир	100	105,2	104,8	108,9	114,9	108,9
белок	100	100,4	104,8	110,5	116,1	109,2
лактоза	100	99,4	98,2	96,8	96,3	97,3
Продукция в суточном удое, г:						
жир	$661,0 \pm 30,53$	$671,0 \pm 8,14$	$622,7 \pm 5,54$	$535,3 \pm 3,46$	$467,0 \pm 4,60$	$555,6 \pm 2,53$
белок	$654,3 \pm 32,63$	$630,3 \pm 7,50$	$611,6 \pm 5,30$	$534,1 \pm 3,34$	$463,6 \pm 4,41$	$547,3 \pm 2,40$
лактоза	$1101,9 \pm 56,80$	$1051,9 \pm 12,69$	$967,7 \pm 8,65$	$793,1 \pm 5,28$	$652,1 \pm 6,66$	$831,6 \pm 4,02$
Изменения продукции в суточном удое, %:						
жир	100	101,5	94,2	81,0	70,7	84,1
белок	100	96,3	93,5	81,6	70,9	83,6
лактоза	100	95,5	87,8	72,0	59,2	75,3

Сравнение содержания белка, жира и лактозы в молоке у коров с разным удоем (независимо от стадии лактации, или времени после отела) продемонстрировало, что процент жира и белка у особей с высоким удоем был заметно (или существенно) ниже, чем у низкопродуктивных коров (табл. 2). Концентрация этих соединений закономерно снижалась у коров с повышенным удоем. Содержание лактозы в молоке у коров с максимальным удоем было на 5 % выше ($p > 0,05$), чем у низкопродуктивных. В то же время продукция жира у высокопродуктивных коров увеличилась на 360 %, белка — на 403 %, а лактозы — на 491 %. Таким образом, с ростом

продуктивности происходило значительное (или резкое) увеличение объема дисперсной среды без заметного изменения в ее составе доли лактозы — основного компонента, формирующего эту среду. Интересно отметить, что объем дисперсной среды изменялся независимо от количественных показателей по компонентам дисперсной фазы. Образующаяся в секреторных клетках и выходящая в полость альвеол лактоза неспособна преодолеть барьер стенки и выходить как из альвеолы, так и из протоковой системы. Лактоза (и галактоза) никогда не обнаруживаются в оттекающей от вымени крови. Приведенные данные показывают, что регуляция синтеза лактозы не зависит от регуляции синтеза белка и продукции жира в молочной железе коров.

2. Состав молока, продукция жира, белка и лактозы у голштинизированных черно-пестрых коров с разным удоем независимо от стадии лактации ($M \pm m$, опытное хозяйство «Кутузовка», Харьковский р-н, Харьковская обл., Украина, 2011 год)

Показатель	Суточный удой, кг					
	5-10	11-15	16-22	23-27	28-35	36-42
Число проб, <i>n</i>	1077	1723	24545	746	312	26
Возраст в отелах	3,4±0,05	2,9±0,04	2,7±0,04	2,8±0,06	3,2±0,09	3,2±0,26
Длительность лактации, сут	274,2±3,36	248,1±2,70	199,3±1,98	150,6±3,22	111,2±3,65	96,3±14,70
Содержание в молоке, %:						
жир	3,70±0,020	3,52±0,020	3,30±0,010	3,17±0,020	3,01±0,030	2,85±0,050
белок	3,49±0,010	3,41±0,010	3,27±0,010	3,15±0,010	3,07±0,020	3,00±0,050
лактоза	4,79±0,010	4,94±0,010	4,99±0,010	5,00±0,010	5,02±0,010	5,05±0,040
Изменение в содержании на единицу удоя, %:						
жир	100	95,3	89,2	85,7	81,5	77,1
белок	100	97,6	93,7	90,2	87,9	86,1
лактоза	100	103,1	104,2	104,4	104,8	105,3
Продукция в суточном удое, г:						
жир	296,3±2,34	461,1±2,17	618,4±2,43	776,8±5,08	906,8±8,70	1070,8±21,00
белок	280,2±1,94	446,6±1,51	613,0±1,61	771,3±3,08	923,4±5,88	1128,7±21,20
лактоза	386,2±2,63	649,0±2,00	937,4±2,23	1226,9±3,37	1510,9±6,21	1896,1±21,10
Продукция в суточном удое при разной продуктивности, %:						
жир	100	155,6	208,7	262,2	306,1	361,4
белок	100	159,4	218,8	275,3	329,5	402,8
лактоза	100	168,0	242,7	317,7	391,2	490,9

Таким образом, очевидно, что регуляция удоя как в сторону увеличения, так и в сторону снижения начинается с изменения синтеза лактозы в клетках альвеолярного эпителия. Синтез лактозы происходит за счет активности лактозосинтетазы — комплекса фермента галактозилтрансферазы и α -лактальбумина (8) в аппарате Гольджи секреторной клетки. Синтез казеина, начинаясь в полисомах клетки, оканчивается также в аппарате Гольджи насыщением фосфором и кальцием. Очевидно, гормон роста, регулирующий величину удоя, оказывает непосредственное влияние прежде всего на лактозосинтетазную активность.

Коэффициенты корреляции (r) между содержанием жира и величиной удоя на зимних рационах составили $-0,34$ ($p < 0,01$), на летних — $-0,35$ ($p < 0,01$), между содержанием белка и удоем — соответственно $-0,32$ ($p < 0,01$) и $-0,40$ ($p < 0,01$). В то же время корреляционная зависимость между удоем и содержанием лактозы была положительной: на зимних рационах $r = 0,27$ ($p < 0,01$), на летних — $r = 0,28$ ($p < 0,01$). По нашему мнению, это также подтверждает роль лактозы как фактора, формирующего объем дисперсной среды для размещения дисперсной фазы (белки) и эмульсии жира и величину удоя в целом. Корреляция между процентом белка и лактозы и жира и лактозы была отрицательной, что подтверждает значение лактозы как фактора, определяющего величину удоя независимо от синтеза белков и жира.

Роль отдельных компонентов молока также рассматривалась нами в исследованиях разных порций удоя (табл. 3). Из представленных данных видно, что у всех животных направленность изменений содержания жира в молоке была одинаковой. Однако этот показатель в разные сроки у каждой коровы существенно различался, в том числе и по всему удою. Отклонения от средних значений, определенных за 3 сут, составляли от -20 до $+16$ %. В то же время отклонения от средних величин по содержанию белка и лактозы оказались существенно ниже.

3. Состав молока (%) из разных порций удоя у голштиinizированных чернопестрых коров в среднем за 3 сут ($M \pm m$, физиологический двор Института животноводства, Украина, 2011 год)

№ коровы	Порция	Жир	Белок	Лактоза
1	Цистернальная	$2,20 \pm 0,121$	$2,99 \pm 0,022$	$3,84 \pm 0,060$
	Основной удой	$3,82 \pm 0,399$	$3,00 \pm 0,041$	$4,81 \pm 0,084$
	Альвеолярная	$7,21 \pm 0,593$	$2,86 \pm 0,032$	$4,56 \pm 0,077$
2	Цистернальная	$1,60 \pm 0,166$	$2,89 \pm 0,022$	$4,48 \pm 0,150$
	Основной удой	$4,22 \pm 0,084$	$2,98 \pm 0,046$	$4,71 \pm 0,078$
	Альвеолярная	$5,98 \pm 0,266$	$2,79 \pm 0,023$	$4,57 \pm 0,119$
3	Цистернальная	$2,16 \pm 0,058$	$3,31 \pm 0,021$	$4,22 \pm 0,085$
	Основной удой	$4,04 \pm 0,211$	$3,46 \pm 0,035$	$4,88 \pm 0,036$
	Альвеолярная	$7,64 \pm 0,316$	$2,98 \pm 0,050$	$4,63 \pm 0,036$
4	Цистернальная	$1,39 \pm 0,092$	$3,05 \pm 0,059$	$4,65 \pm 0,150$
	Основной удой	$4,80 \pm 0,525$	$2,99 \pm 0,035$	$4,80 \pm 0,054$
	Альвеолярная	$7,04 \pm 0,560$	$2,79 \pm 0,027$	$4,75 \pm 0,054$

В среднем по всем животным в цистернальной порции молока, выделяемой в начале доения, содержание лактозы составляло $4,30 \pm 0,11$ %, жира — $1,84 \pm 0,12$ %, белка — $3,06 \pm 0,05$ %. В альвеолярной порции, полученной после стимуляции вымени по окончании обычного доения, содержание лактозы осталось практически тем же, по жиру показатель равнялся $6,97 \pm 0,27$ %, по белку — $2,85 \pm 0,03$ %. Доля лактозы в целом была близкой к величинам, полученным по всему удою. Это указывает на непрерывность функционирования лактозосинтезирующей системы, находящейся в аппарате Гольджи секреторной клетки. Содержание белка в молоке в проведенном опыте оказалось низким и сходным в разных порциях. Как отмечалось, синтез молекулы казеина происходит в рибосомах (полисомах) с последующим включением ионов кальция и фосфора также в аппарате Гольджи. Низкое содержание белка при обычном содержании лактозы свидетельствует о различиях в метаболических путях, эффекторах и их мишенях, участвующих в регуляции синтеза лактозы и казеина в клетке.

Таким образом, объем продукции молока определяется двумя факторами: первый — количество альвеолярной ткани и секреторного эпителия, второй — активность ферментных систем синтеза компонентов молока (14, 15). В представленной работе рассматривается объем синтеза молока главным образом в связи с активностью ферментных систем. Синтез компонентов молока в молочной железе (лактоза, казеин, лактоальбумин и лактоглобулин) может варьировать без изменения количества альвеолярной ткани. Хорошо известно, что при кратковременном голодании происходит снижение удоя в результате как уменьшения притока предшественников в молочную железу, так и снижения активности ферментных систем. При возобновлении адекватного кормления удой достаточно быстро восстанавливается.

Исходя из данных о том, что величина удоя обусловлена главным образом синтезом лактозы, можно считать регуляцию синтеза лактозы основным фактором, определяющим изменение удоя. В качестве еще одного интересного факта в пользу утверждения о преобладающем влиянии синтеза лактозы на величину удоя следует рассматривать реакцию на сомато-

тропин как основной регулятор молокообразования. В наших исследованиях, как и в экспериментах других авторов, показано, что увеличение удоя происходит уже на следующие сутки после введения экзогенного гормона роста без адекватного быстрого увеличения содержания жира, что свидетельствует о первоочередном действии соматотропина на синтез лактозы, а не других компонентов молока (16-19).

На основании изложенного схема синтеза базовых компонентов молока представляется следующим образом. В соответствии с обеспеченностью вымени предшественниками в эпителиальной клетке синтезируется лактоза, достаточно свободно секретируемая в полость альвеолы и образующая раствор (дисперсную среду молока), в который поступает дисперсная фаза — белки, синтезируемые в клетке эпителия. Белки (лактоальбумин, лактоглобулин и казеин) из клетки выходят не свободно, а после сжатия альвеолы миоэпителием. Этим, в частности, объясняется разный состав порций молока в начале и конце доения. Выделение в полость альвеолы глобул жира, не включающихся в состав коллоида, также происходит после «выдавливания» содержимого из секреторного эпителия в полость альвеолы и движения молока через систему канальцев.

Итак, полученные результаты позволяют заключить, что образование компонентов молока не находится в достаточно тесной взаимосвязи: различия в изменении содержания и соотношения ингредиентов в ответ на одинаковые воздействия (например, затухание лактации) указывают на неодинаковую чувствительность разных систем синтеза к одним и тем же факторам. Изменения удоя у животного или различия в удое между особями определяются главным образом продукцией лактозы. Однако при этом колебания концентрации лактозы незначительны по сравнению с варьированием по количеству образуемого молочного белка и жира. Это свидетельствует о поддержании постоянной дисперсной среды в молоке как коллоидной системе. Процентное содержание компонентов дисперсной фазы (белки) и эмульгируемого в дисперсной среде жира не зависит от объема дисперсной среды, формирующейся за счет лактозы. Иными словами, величина удоя (объем продуцируемого молока) определяется количеством синтезируемой в молочной железе лактозы при ее относительно постоянной концентрации в молоке.

Институт животноводства Национальной академии аграрных наук Украины,
62404 Украина, Харьковская обл., Харьковский р-н, пгт Кулинич,
ул. 7-й Гвардейской армии, 3,
e-mail: valentiniia@gmail.com

Поступила в редакцию
8 августа 2013 года

Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2014, № 4, pp. 99-105

STUDY OF THE SYNTHESIS OF MILK MAIN INGREDIENTS AS COMPONENTS OF A POLYDISPERSE SYSTEM

V.V. Tsyupko

Institute of Animal, Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 3, vul. 7-I Gvardeiskoi armii, p.d. Kulynychi, Kharkiv Region, Kharkiv Province, 62404 Ukraine, e-mail valentiniia@gmail.com

Received August 8, 2013

doi: 10.15389/agrobiol.2014.4.99eng

Abstract

Milk can be regarded as a colloidal system (hydrocolloid), consisting of the dispersed medium, and the dispersed phase. Dispersed medium is formed by the lactose at its constant concentration in the solution. Proteins in a wide range of concentrations make a dispersed phase in milk. Milk fat presents in the dispersed medium to form an emulsion. Proceeding from the fact that the synthesis of the milk ingredients occurs in various enzyme systems, the content and relation of elements of a polydisperse system can be regarded as the indicators of activity of these systems. Based on the analysis of a large number of milk samples ($n = 6338$) from Holshtine black

mottled cows, we found an inverse relationship between the amount of milk and protein and fat yield. Lactose content differed slightly in cows with the different level of milk yield at the different stages of lactation. Particularly, both on winter and summer diets, a positive correlation of the milk yield and the lactose content was found ($r = 0.27$, $p < 0.01$, and $r = 0.28$, $p < 0.01$, respectively), while the negative correlations were observed between the protein and lactose content, and also between the fat and lactose content. It confirms the role of lactose as a factor influencing the milk yield regardless of protein and fat synthesis. By the end of lactation if compared to its beginning, the fat, protein and lactose content reached 108.9, 109.2 and 97.3 %, respectively, and their yields were 84.1, 83.6 and 75.3 %, respectively. So the fat and protein content increased, but their output decreased due to milk yield depression, whereas small changes were observed in the lactose percentage, and a decrease of lactose output resulted only from the milk yield decline. Decrease of milk yield at damping lactation occurs due to decrease of the lactose production. In cows with the highest milk production the level of lactose was 5 % more ($p > 0.05$) if compared to low-yielding ones, while the fat, protein and lactose output was 360 %, 403 % and 491 % higher, respectively. Close lactose percent was also observed in the cisternal and alveolar portions of milk yield. It is concluded that the constituent components of milk are synthesized independently from each other, and the milk yield is determined by an amount of the synthesized lactose which provides a relatively constant dispersed media, enough to stabilize the dispersed phase.

Keywords: milk yield, colloid system, milk, fat, protein, lactose.

REFERENCES

1. Inikhov G.S. *Biokhimiya moloka i molochnykh produktov* [Biochemistry of milk and milk products]. Moscow, 1970.
2. Gorbatova K.K. *Khimiya i fizika moloka* [Chemistry and physics of milk]. St. Petersburg, 2004.
3. Meshcheryakov V.P., Shevelev N.S. *Sel'skokhozyaystvennaya Biologiya* [Agricultural Biology], 2010, 6: 122-126.
4. Meshcheryakov V.P., Shevelev N.S. *Sel'skokhozyaystvennaya Biologiya* [Agricultural Biology], 2011, 2: 77-80.
5. Azimov A.I., Kaplan V.A., Tsyupko V.V. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoi nauki*, 1964, 7: 84-88.
6. Eisner F.F., Tsyupko V.V. *Sel'skokhozyaystvennaya Biologiya* [Agricultural Biology], 1974, 9(4): 617-624.
7. Tsyupko V.V., Solov'eva T.L., Tikhomirova N.S. *Doklady VASKHNIL*, 1989, 5: 24-27.
8. Tsyupko V.V., Solov'eva T.L., Slavov A.P. *Nauch.-tekh. byul. NIIZH Lesostepi i Poles'ya USSR (Kharkiv)*, 1990, 56: 77-83.
9. Vudmaska I.V. *Metabolizm u rubtsi ta iogo vpliv na zhirnokislottii sklad lipidiv moloka koriv za riznogo vuglevodnogo i lipidnogo skladu ratsionu. Avtoreferat doktorskoi dissertatsii* [Rumen metabolism and its influence to fatty acids of milk lipids under feeding diets differing in composition of carbohydrates and lipids. DSc Thesis]. L'viv, 2008.
10. Bauman D.E., Griinari J.M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Ann. Rev. Nutr.*, 2003, 23: 203-227.
11. Heck J.M.L., Van Valenberg H. J.F., Dijkstra J., Van Hooijdonk A.C.M. Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. *J. Dairy Sci.*, 2009, 10(92): 4745-4755.
12. Toni F., Vincenti L., Grigoletto L., Ricci A., Schukken Y.H. Early lactation ratio of fat and protein percentage in milk is associated with health, milk production and survival. *J. Dairy Sci.*, 2011, 4(94): 1772-1783.
13. Lefèvre C.M., Julie A., Sharp J.A., Kevin R. Evolution of lactation: ancient origin and extreme adaptations of the lactation system. *Ann. Rev. Genom. Human Genet.*, 2010, 11: 219-238.
14. Yanovich V.G., Sologub L.I. *Biologichni osnovi transformatsii pozhivnikh rechovin u zhuinikh tvarin* [Biological bases for nutrient transformation in ruminants]. L'viv, 2000.
15. Boutinaud M., Chedly M.H.B., Delamaire E., Guinard-Flament J. Milking and feed restriction regulate transcripts of mammary epithelial cells purified from milk. *J. Dairy Sci.*, 2008, 3(91): 988-998.
16. Tsyupko V.V., Pronina V.V., Mukhin S.M. *Tezi dop. Vses. konf. z fiziol. i biokhim. tvarin* [Proc. Conf. on Physiology and Biochemistry of Animals]. L'viv, 1994: 170.
17. Miller P.S., Reis B.L., Calvert C.C., DePeters E.J., Baldwin R.L. Relationship of early lactation and bovine somatotropin on nutrient uptake by cow mammary glands. *J. Dairy Sci.*, 1991, 11(74): 3800-3806.
18. Gulay M.S., Liboni M., Hayen M.J., Head H.H. Supplementing holstein cows with low doses of bovine somatotropin prepartum and postpartum reduces calving-related diseases. *J. Dairy Sci.*, 2007, 12(90): 5439-5445.
19. Thorup V.M., Larsen T., Damgaard B.M., Ingvarsen K.L., Moyes K.M. Metabolic and production profiles of dairy cows in response to decreased nutrient density to increase physiological imbalance at different stages of lactation. *J. Dairy Sci.*, 2012, 5(95): 2362-2380.