



УДК:636.034:619:612.018

Показники ліпідного обміну у корів за різних фізіологічних станів та періодів утримання

М.Р. Сімонов¹, В.В. Влізло¹, В.І. Буцяк²
msimonov@inenbiol.com.ua

¹ Інститут біології тварин НААН,
вул. Василя Стуса, 38, м. Львів, 79000, Україна;

² Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького,
вул. Пекарська 50, м. Львів, 79010, Україна

Метою даної роботи було вивчити показники ліпідного обміну у корів за різних фізіологічних станів та періодів утримання. Дослідження проведені на двох групах корів української чорно-рябої молочної породи, 2 – 5 лактації, продуктивністю 5,1 – 6,2 тис. кг молока за попередню лактацію. Перша група була сформована у зимово-стійловий період утримання корів, друга – у літньо-пасовищний. Кров для досліджень відбирали чотири рази: перший – у період сухостою, другий, третій та четвертий – на початку, піку та у кінці лактаційного періоду. Отримані результати свідчать про те, що після отелення у корів зростає активність ліпомобілізації, спричинена, з однієї сторони, зростанням потреби у метаболітах для синтезу молока, а з іншої – недостатністю отриманої в складі раціону обмінної енергії. У крові досліджених молочних корів після отелення високовірогідно зріс вміст триацилгліцеролів, загального та етерифікованого холестеролу і неетерифікованих жирних кислот. На піку та завершенні лактації реєструється поступове зниження вмісту зазначених показників у крові корів. Водночас встановлено вплив періоду утримання тварин на показники ліпідного обміну. Так, після отелення та на піку лактації у сироватці крові корів за зимово-стійлового періоду утримання вміст триацилгліцеролів, етерифікованого холестеролу та неетерифікованих жирних кислот є вірогідно вищим порівняно із аналогічними періодами за літньо-пасовищного утримання.

Ключові слова: корови, лактація, сухостій, періоди утримання, ліпіди, триацилгліцерол, холестерол, вільні жирні кислоти.

Показатели липидного обмена у коров при различных физиологических состояниях и периодах содержания

М.Р. Симонов¹, В.В. Влизло¹, В.И. Буцяк²
msimonov@inenbiol.com.ua

¹ Институт биологии животных НААН,
ул. Василя Стуса, 38, г. Львов, 79000, Украина;

² Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С.З. Гжицкого,
ул. Пекарская, 50, г. Львов, 79010, Украина

Целью данной работы было изучить показатели липидного обмена у коров при различных физиологических состояниях и периодах содержания. Исследования проведены на двух группах коров украинской чёрно-пёстрой молочной породы, 2 – 5 лактации, производительностью 5,1 – 6,2 тыс. кг молока за предыдущую лактацию. Первая группа была сформирована в зимне-стойловый период содержания коров, вторая – в летне-пастбищный. Кровь для исследований отбирали четыре раза: первый – в период сухостоя, второй, третий и четвертый – в начале, пике и конце лактационного периода.

Citation:

Simonov, M.R., Vlizlo, V.V., Butsyak, V.I. (2016). Lipid abnormalities in cows under different physiological state and withdrawal periods. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 18, 3(70), 204–209.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что после отела у коров возрастает активность липомобилизации, вызванная, с одной стороны, ростом потребности в метаболитах для синтеза молока, а с другой – недостаточностью полученной в составе рациона обменной энергии. В крови исследованных молочных коров после отела высокодостоверно выросло содержание триацилглицеролов, общего и этерифицированного холестерина и неэтерифицированных жирных кислот. На пике и завершении лактации регистрируется постепенное снижение содержания указанных показателей в крови коров. В то же время установлено влияние периода содержания животных на показатели липидного обмена. После отела и на пике лактации в сыворотке крови коров при зимне-стойловом периоде содержания концентрация триацилглицеролов, этерифицированного холестерина и неэтерифицированных жирных кислот достоверно выше по сравнению с аналогичными периодами за летне-пастбищного содержания.

Ключевые слова: коровы, лактация, сухостой, периоды содержания, липиды, триацилглицеролы, холестерол, свободные жирные кислоты.

Lipid abnormalities in cows under different physiological state and withdrawal periods

M.R. Simonov¹, V.V. Vlizlo¹, V.I. Butsyak²
msimonov@inenbiol.com.ua

¹ Institute of animal biology NAAS,
Vasyl Stus Str., 38, Lviv, 79000, Ukraine;

² Lviv national university of veterinary medicine and biotechnologies named after S. Gzhytskyj,
Pekarska Str., 50, Lviv, 79010, Ukraine

The aim of this research was to study the lipid metabolism in high-yielding dairy cows during different physiological states and maintenance periods. Study was conducted on two groups of animals of Ukrainian Black-and-White dairy breed. The first group was formed in the winter stall-feeding period, the second one during the grazing period. Blood samples were taken four times: the first during dry period, the second, third and fourth were withdrawn at the beginning, on the peak and at the end of lactation period. Results showed increased lipomobilization activity after calving caused on the one hand by growing requirements in metabolites for milk synthesis and on the other hand by inadequate dietary supply with metabolic energy. Highly significant increase of the content of triacylglycerols, total and esterified cholesterol and non-esterified fatty acids in blood of dairy cows was revealed. On the peak and at the end of lactation the level of indicated substances in blood gradually decreased. Influence of the period of the animals maintenance on lipid metabolism was established. For instance, after calving and on the peak of lactation serum levels of triacylglycerols, esterified cholesterol and non-esterified fatty acids were significantly higher in comparison with such under the same physiological states but during grazing period of maintenance.

Key words: cows, lactation, lipids, maintenance periods, triacylglycerols, cholesterol, free fatty acids.

Вступ

Протягом фізіологічного циклу у молочних корів виникає кілька критичних періодів, пов'язаних передусім із рівнем метаболічної енергії. Найбільш критичний період – це фаза інтенсивної лактації, коли на синтез молока використовується більше метаболічної енергії, ніж поступає. Багато вчених і практикуючі фахівці ветеринарної медицини вважають, що найбільш часто метаболічні порушення виникають в період переходу від тільності до лактації (Ingvarsen and Andersen, 2000; Quiroz-Rocha et al., 2009; Vlizlo et al., 2013, 2014). Три тижні перед отеленням є коротким, але дуже важливим відрізком часу в житті корови, від якого залежить здоров'я і продуктивність в наступну лактацію та збереженість поголів'я в цілому. У останні три тижні тільності витрати поживних речовин є дуже високими. Крім цього, в першій місяць лактації відбувається втрата маси тіла в зв'язку з дефіцитом енергії. Так, здорові молочні корови на 4-й день після отелення використовують 97% спожитої енергії та 83% протеїну для продукції молока (Levchenko et al., 2015). Якщо в організм корови надходить недостатня кількість енергії та поживних речовин з кормами, то використовуються внутрішні резерви, зокрема посилюється використання жирів із

депо (Drackley et al., 2005; Levchenko et al., 2015). Виходячи з цього, метою даної роботи було вивчити показники ліпідного обміну у високопродуктивних корів за різних фізіологічних станів та періодів утримання.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили у фермерському господарстві на двох групах корів української чорно-рябої молочної породи, 2 – 5 лактації, продуктивністю 5,1 – 6,2 тис. кг молока за минулу лактацію, по 10 тварин у кожній групі.

Перша група була сформована у зимово-стійловий період утримання корів, друга – у літньо-пасовищний. Кров для досліджень у корів відбирали чотири рази: перший – у період сухостою, другий, третій та четвертий – на початку, піку та у кінці лактаційного періоду.

Проби крові у корів відбирали з яремної вени до їх ранкової годівлі. Вміст триацилглицеролів визначали за кольоровою реакцією з хромotropовою кислотою, неэтерифікованих жирних кислот – кольоровою реакцією з 1,5-дифенілкарбазидом, загального та етерифікованого холестеролу – за допомогою біохімічного аналізатора типу Humalyzer 2000 (Vlizlo et al., 2012).

Одержані дані опрацьовували статистично, визначаючи середню арифметичну величину, статистичну помилку середньої арифметичної величинита вірогідність різниці між середніми арифметичними двох варіаційних рядів.

Результати та їх обговорення

Проведений нами аналіз вмісту нейтральних ліпідів у крові корів показав низку відмінностей, які залежали від періоду утримання тварин та їх фізіологічного стану. Зокрема, проведені дослідження вмісту триацилгліцеролів у сироватці крові корів показали, що найнижчий їх рівень було зареєстровано за два тижні до отелення (табл. 1). Після родів рівень триацилгліцеролів крові вірогідно зріс, як за зимово-стійлового періоду утримання (на 44,4%; $p < 0,05$), так і літньо-пасовищного (на 56,0%; $p < 0,01$; табл. 1). За літньо-пасовищного періоду рівень триацилгліцеролів крові був на 50% ($p < 0,01$) вищим, порівняно зі зимово-

стійловим. Триацилгліцероли належать до нейтральних ліпідів, це складні етери гліцеролу та трьох залишків жирних кислот. Зазвичай рівень триацилгліцеролів прямо залежить від годівлі (Torsein et al., 2011). Однак, у післяотельний період, зростання рівня триацилгліцеролів, очевидно пов'язано зі зростанням ліпогенезу та глюконеогенезу за умови енергетичного дефіциту. Молочна залоза майже не засвоює неетерифіковані жирні кислоти крові. Близько 95% жирних кислот вона отримує у вигляді триацилгліцеролів ліпідів дуже низької щільності. З жирової тканини у кров вивільняються саме неетерифіковані жирні кислоти, які надходять у печінку, ресинтезуються в триацилгліцероли і у складі ліпідів дуже низької щільності повертаються у кров'яне русло (Lake et al., 2006; Vudmaska, 2008). Отже, лактація потребує посилення синтезу та секреції триацилгліцеролів печінкою, головним чином зростає потреба в ліпопротеїдах низької щільності, які активно використовуються молочною залозою.

Таблиця 1

Вміст триацилгліцеролів у сироватці крові корів залежно від фізіологічного стану та періоду утримання; ммоль/л; n = 10

Фізіологічний стан	Статистичні показники	Період утримання		p<
		Зимово-стійловий	Літньо-пасовищний	
До отелення	M±m	0,18 ± 0,029	0,25±0,031	0,1
	коливання	0,08 – 0,25	0,18 – 0,36	
Початок лактації	M±m	0,26 ± 0,024	0,39 ± 0,035	0,01
	коливання	0,19 – 0,32	0,28 – 0,46	
	1. p<	0,05	0,01	
Пік лактації	M±m	0,31 ± 0,042	0,29 ± 0,036	0,5
	коливання	0,20 – 0,46	0,21 – 0,42	
	1. p<	0,01	0,5	
	2. p<	0,1	0,1	
Закінчення лактації	M±m	0,25 ± 0,032	0,27 ± 0,024	0,5
	коливання	0,21 – 0,38	0,21 – 0,35	
	1. p<	0,5	0,5	
	2. p<	0,5	0,01	
	3. p<	0,5	0,5	

Примітки: У цій та наступних таблицях p<, різниці статистично вірогідні, порівняно зі зимово-стійловим періодом утримання; 1. p< – ступінь вірогідності, порівняно із дородовим періодом; 2. p< – ступінь вірогідності, порівняно із початком лактації; 3. p< – ступінь вірогідності, порівняно із піком лактації.

За зимово-стійлового періоду утримання корів на піку лактації було зареєстровано зростання вмісту сироваткових триацилгліцеролів у 1,7 разу ($p < 0,01$), порівняно із передотельним періодом, та на 19%– із початком лактації (табл. 1). За літньо-пасовищного періоду вміст триацилгліцеролів у крові мав виражену тенденцію до зниження (на 25,6%), порівняно із початком лактації.

У кінці лактаційного періоду було встановлено тенденцію до зниження рівня триацилгліцеролів у сироватці крові корів, які перебували в умовах зимово-стійлового утримання, однак ці зміни були в межах статистичної похибки. За літньо-пасовищного періоду зниження рівня сироваткових триацилгліцеролів було вірогідним ($p < 0,01$) і склало, порівняно з початком лактації, 30,8%.

Проведені дослідження вмісту загального холестеролу в сироватці крові досліджених корів показали, що найнижчий за період експерименту його вміст було зареєстровано за два–три тижні до отелення та у період закінчення лактації (табл. 2). Після отелення вміст загального холестеролу вірогідно зріс на 31,0% ($p < 0,01$) за зимово-стійлового періоду утримання та 46,2% ($p < 0,001$) – літньо-пасовищного. Під час періоду максимальних добових надоїв, порівняно із початком лактації, рівень загального холестеролу в сироватці крові корів знизився: зимово-стійлового періоду утримання – на 15,8% ($p < 0,001$) та на 13,2% ($p < 0,01$) під час літньо-пасовищного (табл. 2). На закінченні лактації було встановлено подальше зниження вмісту загального холестеролу (на 28,1 – 30,3%; $p < 0,001$), не залежно від періоду утримання.

Таблиця 2

Вміст загального холестеролу в сироватці крові корів залежно від фізіологічного стану та періоду утримання; ммоль/л; n = 10

Фізіологічний стан	Статистичні показники	Період утримання		p<
		Зимово-стійловий	Літньо-пасовищний	
До отелення	M±m	2,9 ± 0,25	2,6±0,19	0,5
	коливання	2,1 – 3,5	2,1 – 3,1	
Початок лактації	M±m	3,8 ± 0,08	3,8 ± 0,11	–
	коливання	3,6 – 4,0	3,5 – 4,1	
	1. p<	0,01	0,001	
Пік лактації	M±m	3,2 ± 0,07	3,3 ± 0,11	0,5
	коливання	3,0 – 3,5	3,0 – 3,6	
	1. p<	0,1	0,01	
	2. p<	0,001	0,01	
Закінчення лактації	M±m	2,3 ± 0,10	2,3 ± 0,16	–
	коливання	2,0 – 2,6	1,9 – 2,8	
	1. p<	0,05	0,5	
	2. p<	0,001	0,001	
	3. p<	0,001	0,001	

У деяких тканинах організму гідроксильна група холестеролу етерифікується з утворенням більш гідрофобних молекул – етерів холестеролу. У плазмі крові близько 75% холестеролу знаходиться у вигляді етерів. Дана реакція каталізується внутрішньоклітинним ферментом – ацил-КоА-холестеролацил трансферазою. Реакція етерифікації відбувається і в крові, де знаходиться специфічний фермент – лецитин-холестерол-ацилтрансфераза, який каталізує реакцію утворення етерів холестеролу за рахунок перенесення залишку жирної кислоти із положення С-2 холінофосфатиду (лецитину) на холестерол (Azevedo et al., 2011). Обидва субстрати, холінофосфатид і холестерол, локалізовані поряд у зовнішній оболонці ліпопротеїнів високої щільності. Оскільки продукти реакції (етери холестеролу) не мають гідрофільної частини, вони переміщуються із оболонки ліпопротеїну в його ядро. Внаслідок цього вміст холестеролу в оболонці ліпопротеїну зменшується і звільняється місце для надходження нових порцій холестеролу (Nakagawa and Katoh, 2001).

Як видно із наведених у таблиці 3 результатів досліджень вмісту етерифікованого холестеролу в сироватці крові корів, динаміка була подібною до змін вмісту загального холестеролу. Найнижчий рівень було зареєстровано перед отеленням та по закінченні лактаційного періоду. Під час зимово-стійлового утримання у крові корів дослідних груп було встановлено зростання вмісту етерифікованої фракції холестеролу (на 50%; p < 0,01) на початку періоду лактації. За літньо-пасовищного періоду утримання його вміст у сироватці крові, незважаючи на зростання (на 31,3%; p < 0,05), був вірогідно (p < 0,05) нижчим (на 22,2%), порівняно із зимово-стійловим. На піку та на закінченні лактації, під час зимово-стійлового утримання корів, вміст етерифікованої фракції холестеролу був нижчим на 33–37% (p < 0,001), порівняно із її початком. Під час літньо-пасовищного періоду утримання показник продовжував зростати до піку лактації (табл. 3). Зокрема, порівняно із доотельним періодом на 50% (p < 0,001).

Таблиця 3

Вміст етерифікованого холестеролу у сироватці крові корів залежно від фізіологічного стану та періоду утримання; ммоль/л; n = 10

Фізіологічний стан	Статистичні показники	Період утримання		p<
		Зимово-стійловий	Літньо-пасовищний	
До отелення	M ± m	1,8 ± 0,20	1,6 ± 0,09	0,5
	коливання	1,5 – 2,6	1,4 – 1,9	
Початок лактації	M ± m	2,7 ± 0,18	2,1 ± 0,17	0,05
	коливання	2,2 – 3,1	1,6 – 2,5	
	1. p<	0,01	0,05	
Пік лактації	M±m	1,8 ± 0,08	2,4 ± 0,16	0,01
	коливання	1,6 – 2,0	2,0 – 2,9	
	1. p<	–	0,001	
	2. p<	0,001	0,5	
Закінчення лактації	M ± m	1,7 ± 0,08	1,7 ± 0,13	–
	коливання	1,5 – 1,9	1,2 – 2,1	
	1. p<	0,5	0,5	
	2. p<	0,001	0,1	
	3. p<	0,5	0,01	

На закінченні лактації рівень етерифікованого холестеролу, незалежно від періоду утримання, знизився до величини показника, який реєструвався у сухостійний період.

Як видно із представлених на рисунку даних співвідношення етерифікованого до загального холестеролу коливалося у межах від $0,55 \pm 0,026$ до $0,76 \pm 0,059$, залежно від періоду утримання корів та їх фізіологічного стану. Індекс етерифікований/загальний холестерол є інформативним діагностичним показником функціонального стану печінки, оскільки етерифікація холестеролу відбувається у гепатоцитах. Отримані нами результати досліджень свідчать про те, що на всіх етапах проведення даного експерименту порушень етерифікації холестеролу в печінці не встановлено.

За дослідження вмісту вільних (неетерифікованих) жирних кислот (НЕЖК) було встановлено значне зростання їх вмісту у сироватці крові корів після отелення (табл. 4). Так, під час зимово-стійлового періоду утримання вміст НЕЖК у сироватці крові корів після отелення зріс у 2,5 рази ($p < 0,001$), а під час літньо-пасовищного – у 1,8 рази ($p < 0,001$). Після отелення значно зростає потреба у вільній метаболічній енергії для синтезу молока, яка не може бути забезпечена лише за рахунок складників спожитого корму. Тому організм корів активує внутрішні резерви тіла. Зокрема, внаслідок ліполізу із жирових депо вивільнюються з триацилгліцеролів неетерифіковані жирні кислоти (Vlzlzo et al., 2014).

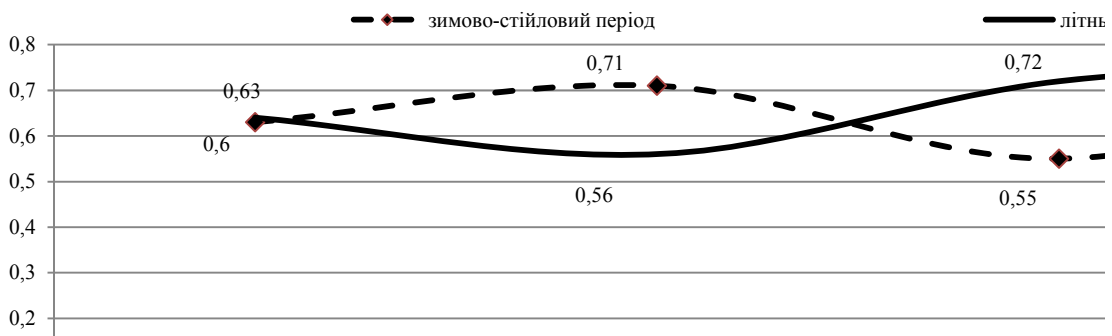


Рисунок. Відношення етерифікованого до загального холестеролу у сироватці крові корів залежно від фізіологічного стану та періоду утримання

Таблиця 4

Вміст неетерифікованих жирних кислот у сироватці крові корів залежно від фізіологічного стану та періоду утримання; мкмоль/л; n=10

Фізіологічний стан	Статистичні показники	Період утримання		p<
		Зимово-стійловий	Літньо-пасовищний	
До отелення	M ± m	334,0 ± 22,74	383,4 ± 21,95	0,5
	коливання	288,5 – 410,8	285,9 – 422,1	
Початок лактації	M ± m	832,4 ± 36,64	675,2 ± 44,6	0,05
	коливання	752,4 – 941,2	588,6 – 789,5	
	1. p<	0,001	0,001	
Пік лактації	M ± m	481,5 ± 42,44	377,8 ± 28,01	0,1
	коливання	385,4 – 624,8	302,8 – 442,5	
	1. p<	0,01	0,5	
	2. p<	0,001	0,001	
Закінчення лактації	M ± m	296,8 ± 28,93	240,9 ± 31,78	0,5
	коливання	242,4 – 398,7	125,8 – 321,4	
	1. p<	0,5	0,001	
	2. p<	0,001	0,001	
	3. p<	0,001	0,01	

Слід зауважити, що абсолютний показник вмісту НЕЖК у сироватці крові корів за зимово-стійлового періоду утримання був вірогідно вищим (на 23,3%; $p < 0,05$; табл. 4), порівняно із показником під час літньо-пасовищного періоду. Також, у цей період, як уже зазначалось попередньо, вірогідно вищим був абсолютний вміст триацилгліцеролів та етерифікованого холестеролу. Виходячи із цього, отримані результати свідчать про вищий дефіцит метаболічної

енергії у молочних корів під час перехідного періоду, який припадає на зимово-стійлове утримання.

Під час періоду максимальних добових надоїв, порівняно з початком лактації, було встановлено зниження (у 1,7 – 1,8 рази; $p < 0,001$; табл. 4) вмісту неетерифікованих жирних кислот у сироватці крові корів, незалежно від періоду їх утримання. Однак, абсолютний вміст НЕЖК у сироватці крові корів під час зимово-стійлового утримання все ще перевищував (на 27,4%; $p < 0,1$) величину показника у корів під час

літньо-пасовищного періоду. У кінці лактації було встановлено подальше зниження вмісту неетерифікованих жирних кислот у сироватці крові корів. Незалежно від періоду утримання вміст НЕЖК знизився у 2,8 раза ($p < 0,001$), порівняно із початком лактації, та 1,6 разу ($p < 0,01 - 0,001$), порівняно із періодом максимальних надойв.

Висновки

Після отелення у корів зростає активність ліпомобілізації, спричинена зростанням потреби у метаболітах для синтезу молока та недостатністю отриманої в складі раціону обмінної енергії. У кровідосліджених молочних корів високовірогідно зріс вміст триацилгліцеролів, загального та етерифікованого холестеролу і неетерифікованих жирних кислот. На піку та завершенні лактації реєструється поступове зниження вмісту зазначених показників у крові корів. Встановлено вплив періоду утримання тварин на показники ліпідного обміну. Так, після отелення та на піку лактації у сироватці крові корів під час зимово-стійлового періоду утримання вміст триацилгліцеролів, етерифікованого холестеролу та неетерифікованих жирних кислот є вірогідно вищим порівняно із аналогічними періодами під час літньо-пасовищного утримання.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні активності тканинних гормонів (лептин, грелін, соматомедин, адипонектин, резистин та ін.) у критичні фізіологічні періоди та їх впливу на показники ліпідного обміну.

Бібліографічні посилання

- Ingvarsen, K.L., Andersen, J.B. (2000). Integration of metabolism and intake regulation: A review focusing on periparturient animals. *Journal of Dairy Science*. 83, 7, 1573–1597.
- Quiroz-Rocha, G. F., Le Blanc, S., Duffield, T. et al. (2009). Evaluation of prepartum serum cholesterol and fatty acids concentrations as predictors of postpartum retention of the placenta in dairy cows. *Journal of the American veterinary medical association*. 234, 6, 790–793.
- Vlizlo, V.V., Simonov, M.R., Podoljak V.P. (2013). Gormonal'nyj status u zdorovyh i bol'nyh ketozom. *Lucrari Stiintifice: Medicina veterinara*. 35, 117–120 (in Russian).
- Vlizlo, V.V., Simonov, M.R., Gul'tjajeva, O.V. (2014). Lipomobilizacijnyj syndrom u molochnyh koriv. *Veterynarna medycyna Ukraïny*. 11, 225, S. 23–26. (in Ukrainian).
- Levchenko, V.I., Vlizlo, V.V., Kondrahin, I.P. ta in. (2015). Vnutrishni hvoroby tvaryn. *Za red. V.I. Levchenka. Bila Cerkva* (in Ukrainian).
- Drackley, J.K., Dann H.M., Douglas, G.N. et al. (2005). Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. *Ital. J. Anim. Sci.* 4, 323–344.
- Vlizlo, V.V., Fedoruk, R.S., Ratyck, I.B. ta in. (2012). Laboratorni metody doslidzen' u biologii' tvarynnyctvi ta veterynarnij medycyni: dovidnyk; *Za red. V.V. Vlizla. L'viv: SPOLOM* (in Ukrainian).
- Torsein, M., Lindberg, A., Sandgren, C.H. et al. (2011). Risk factors for calf mortality in large Swedish dairy herds. *Prev.Vet.Med.* 99, 2–4, 136–147.
- Lake, S.L., Scholljegerdes, E.J., Nayigihugu, V. et al. (2006). Effects of body condition score at parturition and postpartum supplemental fat on adipose tissue lipogenic activity of lactating beef cows. *J.Anim.Sci.* 84, 2, 397–404.
- Vudmaska, I.V. (2008). Metabolizm u rubci ta jogo vplyv na zhyrno kyslotnyj sklad lipidiv moloka koriv za riznogo vuglevodnogo i lipidnogo skladu racionu: avtoref. dys. dok. s-g. nauk: spec. 03.00.04 “Biohimi-ja”. *L'viv*, 34 (in Ukrainian).
- Azevedo, C., Wajngarten, M., Lo Prete, A.C. et al. (2011). Simultaneous transfer of cholesterol, triglycerides, and phospholipids to high-density lipoprotein in aging subjects with or without coronary artery disease. *J. Clinical Science*. 66, 9, 1543–1548.
- Nakagawa, H., Katoh, N. (2001). Reduction in serum lecithin:cholesterol acyltransferase activity in natural cases of pneumonia in calves. *Vet.Res.Commun.* 1, 27–31.

Стаття надійшла до редакції 3.10.2016