

## Original researches

## Dynamics of Lipid Content in the Fetus and Amniotic Fluid of Cattle

M. D. Kambur

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Received: 30 September 2018  
Revised: 19 December 2018  
Accepted: 25 December 2018

Sumy National Agrarian University,  
Gerasima Kondrateva Str., 160, Sumy, 40021,  
Ukraine

Tel.: +38-054-262-78-16  
E-mail: kambur.m.d@gmail.com

Cite this article: Kambur, M. D. (2019).  
Dynamics of lipid content in the fetus and  
amniotic fluid of cattle. *Theoretical and Applied  
Veterinary Medicine*, 7(1), 14–20.  
doi: 10.32819/2019.71003

**Abstract.** The necessity in the lipids for an organism during the prenatal period of ontogenesis is satisfied, in particular with the mother's body, by means of their transport through the placental barrier. The article provides data on the specifics of the use of lipids in the fetus during the gestation period. Features of use of lipids in the fetus of cattle during the period of gestation are discussed. In blood samples of fetus of different age gestation (group I – 1–2 months (n = 10); group II – 3–5 months (n = 15); group III – 6–7 months (n = 16); group IV – 8–9 months (n = 16) and the content of the main classes of lipids (total phospholipid fraction, phosphoryl choline, cholesterol, and triacylglycerols) was determined. It is established, that content of total phospholipid fraction in the blood of fetus from the beginning of the embryonic period to the end of gestation, was reduced by 1.69 times, but in an amniotic fluid it was unreliably increased by 1.07 times. It was proved that the content of phosphorylcholine in the blood of the fetus during the whole period of its gestation decreased by 1.65 times, and in amniotic fluid – by 1.24 times. Cholesterol of amniotic fluid is the highest at end of the early fetal period – to 1.43 times more than in the late fetal period, and 1.53 times more than fetal period of gestation. It is revealed the gradual reduction of content of cholesterol in the blood of the fetus during gestation to 2.05 times and amniotic fluid at 1.38 times. It was established that the content phosphorylcholine in the first two fetation periods almost did not differ and at the end of the late fetal period of gestation was in amniotic fluid by 1.25–1.29–1.07 times more than in previous periods of gestation of the fetus. In the blood of the fetuses at the prenatal period, the content of triacylglycerols was reliable decreased in comparison with the late fetal period in 1.45 times. In the amniotic fluid, the content of the total fraction of triacylglycerols in the late fetal period of gestation of the fetus was decreased and was 1.26 times smaller. The most intensive use of lipids by fetus was observed in the early fetal period of gestation (3–5th month of gestation) and in the fetal period (8–9 months of gestation). During the aforementioned periods, the weight of the fetal body was increased.

**Keywords:** lipids; fetus; amniotic fluid; gestation.

## Динаміка вмісту ліпідів в організмі плода та амніотичній рідині великої рогатої худоби

М. Д. Камбур

Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна

**Анотація.** Потреба організму в ліпідах протягом пренатального періоду онтогенезу задовольняється, зокрема організмом матері, шляхом їх транспорту через плацентарний бар'єр. У статті обговорюються особливості використання ліпідів плодом великої рогатої худоби протягом періоду гестації. У зразках крові плодів різного віку гестації (I група 1–2 місяць (n = 10); II група 3–5 місяць (n = 15); III група 6–7 місяць (n = 16); IV група 8–9 місяць (n = 16) і амніотичній рідині визначали вміст основних класів ліпідів (сумарну фракцію фосфоліпідів, рівень фосфорилхоліну, холестеролу та триацилгліцеролів). Встановлено, що вміст сумарної фракції фосфоліпідів у крові плода від початку ембріонального періоду до кінця гестації знижується в 1,69 раза, а в амніотичній рідині невірогідно підвищується в 1,07 раза. Вміст фосфорилхоліну в крові плода протягом усього періоду його гестації знижувався в 1,65 раза, а в амніотичній рідині – в 1,24 раза. Холестерол амніотичної рідини є найвищим наприкінці раннього плідного періоду – в 1,43 рази більше, ніж у пізній плідний, та в 1,53 рази більше, ніж у плідний період гестації. Виявлено поступове зниження вмісту холестеролу в крові плода протягом гестації в 2,05 раза та амніотичній рідині в 1,38 раза. Встановлено, що вміст фосфорилхоліну в перші два періоди розвитку практично не відрізнявся та наприкінці пізнього плідного періоду був у амніотичній рідині в 1,25–1,29–1,07 рази менше, ніж у попередні періоди. У крові плодів у пренатальний період уміст триацилгліцеролів порівняно з пізнім плідним періодом знизився вірогідно, в 1,45 рази. В амніотичній рідині вміст сумарної фракції триацилгліцеролів у пізній плідний період гестації плода знизився і виявився в 1,26 рази менше. Найбільш інтенсивне використання ліпідів плодом спостерігається в ранній плідний період гестації (3–5-ий місяці гестації) та в плідний період (8–9-ий місяці гестації). У вищезазначені періоди маса тіла плода збільшувалась.

**Ключові слова:** ліпіди; плід; амніотична рідина; гестація.

## Вступ

Через плацентарну мембрану здійснюється надходження поживних речовин, у тому числі ліпідів, до організму плода в різні періоди гестаційного розвитку. Відомо, що до складу плаценти виві входять 62,5% фосфоліпідів, 11,3% вільного холестеролу та 16,1% етерифікованого холестеролу, 9,9% триацилгліцеролів, 1% неетерифікованих жирних кислот, тобто серед ліпідів переважають фосфоліпіди. Представниками цієї групи є фосфатидилхолін, сфінгомієлін, фосфатидилетаноламін. Серед жирних кислот у складі ліпідів виділені жирні кислоти: олеїнова – 40,3–46,8%; пальмітинова – 18,1–22,9%; стеаринова – 13,5–13,8%, лінолева – 1,7–7,1%; арахідонова – 2,1–10% (Rivis, 1998; Titov & Lisicyn, 2006). Доведено, що жирні кислоти оновлюються у складі фосфоліпідів у 3 рази повільніше, ніж у триацилгліцеролах. Фосфоліпіди виконують здебільшого структурну функцію, а триацилгліцероли – енергетичну та транспортну до кровоносної системи плода (Piven & Kambur, 2018).

Дослідженнями на щурах встановлений уміст триацилгліцеролів у плаценті; на 19–22 добу вагітності він становить 7–14% від загального вмісту жирів. Виявлена також активність ферменту ліпопротеїніпази, яка нижча, ніж у жировій тканині, але вища, ніж у серцевому м'язі. Роль ліпопротеїніпази зводиться до розщеплення ліпопротеїнів і транспорту жирних кислот у кровоносну систему плода (Zajcev et al., 2003; Kurtiak et al., 2004; Tkach, 2010; Korjakina, 2011).

У плаценті встановлено велику кількість вільного та етерифікованого холестеролу, яка навіть перевищує вміст його в печінці. Дослідники пояснюють цей факт умістом холестеролу не лише в структурах клітин плаценти, а й у цитоплазмі для синтезу статевих гормонів. Холестерол, що не пов'язаний з оргanelами клітин, має високу метаболічну активність. На відміну від триацилгліцеролів, фосфоліпідів, він містить незначну кількість насичених жирних кислот. Джерелом холестеролу є плазма крові, оскільки він не синтезується в плаценті.

Утворення у плаценті жирних кислот незначне (Zahra et al., 2006; Fateeva, 2007; Kambur & Zamazij, 2009). Насичені та ненасичені жирні кислоти синтезуються, але в малій кількості. Плід забезпечується арахідоновою кислотою за рахунок її синтезу в плаценті та транспортування із крові матері. Орім цього, у даному органі утворюються простогландини, фосфоліпіди, зокрема фосфатидилетаноламін.

Аналіз результатів досліджень, проведених на лабораторних тваринах, свідчить про те, що потреби плода в жирних кислотах задовольняються шляхом їх транспорту через плацентарний бар'єр з організму матері. Провівши експерименти на щурах, науковці встановили, що кількість жирних кислот, яка надходить із кровообігу тварини в плаценту, становить 0,3 ммоль/хв, із них 0,13 ммоль/хв використовується для етерифікації, 0,17 ммоль/хв потрапляє в систему плода. Загалом потреби плода в жирних кислотах становлять 0,25 ммоль/хв. Проте дослідження на вівцях доводять, що плацента цього виду тварин менш проникна для довголанцюгових жирних кислот (DePeters et al., 2001). У кровоносну систему плода з материнської транспортуються також жирні кислоти транс-форми та з непарним числом вуглецевих атомів (Khorasani & Armstrong, 1990).

У деяких видів тварин спостерігається двостороння проникність плаценти, тобто в напрямках “матір–плід”, “плід–матір”. Kurtiak & Ivaniak (2000) стверджують, що це має значення для регуляції рівня жирних кислот у плазмі крові плода.

Триацилгліцероли з материнської системи кровообігу потрапляють у плодове після розщеплення в плаценті під дією ліпопротеїніпази. Wright et al. (2006), досліджуючи проникність хіломікронів і ліпопротеїнів через плаценту, довели, що триацилгліцероли цих речовин у систему плода не потрапляють.

Вивчали також питання проникності плаценти до фосфоліпідів. Із цією метою визначали радіоактивність фосфоліпідів крові плодів шляхом введення міченого фосфору в кровонос-

ну систему матерів. Було з'ясовано, що радіоактивність плазми крові плодів менша, ніж у матерів. Проникність плаценти для холестеролу досліджували додаванням до раціонів стеролу і подальшим визначенням його кількості в плаценті та плазмі крові плодів. Результати свідчать про незначний транспорт холестеролу через систему плаценти до організму плода, він переходить у плодове частину в складі ліпопротеїнів низької густини (Kambur et al., 2012).

Аналіз наведених даних передбачає наявність процесів синтезу ліпідів в організмі плодів *de novo* з попередників, оскільки забезпечення його основними групами ліпідів із материнської системи незначне.

Синтез жирних кислот залежить від певних чинників, таких як годівля тварин і їх гормональний статус, уміст у кровоносній системі плода попередників жирів. Доведена роль глюкози як основного попередника утворення жирних кислот (Matjaev & Mungin, 2009). Концентрація її в організмі плода великої рогатої худоби у два рази вища, ніж у дорослих тварин, що має важливе значення для процесів стимуляції ліпогенезу. Для синтезу довголанцюгових жирних кислот у період гестації використовується оцтова кислота, кількість якої у крові плодів незначна, і вона використовується печінкою і жировою тканиною. У дорослих тварин з однокамерним шлунком у крові встановлено 1–4 мг оцтової кислоти, вона надходить із товстого кишечника, у жуйних – 10–14 мг потрапляє у кров'яне русло з рубця. Зважаючи на це у плодів великої рогатої худоби рівень кислоти вищий, ніж у плодів тварин з однокамерним шлунком.

За результатами досліджень (Sales et al., 2010) встановлено використання ацетату в синтезі довголанцюгових жирних кислот у печінці, жировій тканині та слизовій оболонці тонкого кишечника 3-місячних плодів свиней. Радіоактивна мітка виявлялася в триацилгліцеролах у жировій тканині, а у фосфоліпідах – у печінці та слизовій оболонці кишечника. Як попередники синтезу жирних кислот використовуються також деякі амінокислоти: лейцин, ізолейцин, тирозин, серин; їх вуглецевий залишок включається до складу ліпідів жирової тканини (Knudsen, 1991).

Розглянувши питання щодо проникності плаценти для жирних кислот, було зазначено, що транспорт лінолевої кислоти у плодове систему незначний, але виявлена велика кількість арахідонової кислоти у м'язах плодів. Цей факт учені пояснюють синтезом арахідонової кислоти з лінолевої у плаценті жуйних.

В організмі плода розвивається спеціалізована тканина – бурий жир. Його колір зумовлений присутністю великої кількості мітохондрій, у яких міститься пігмент цитохром. Під час окиснення жиру в таких мітохондріях не утворюється АТФ, а вся потенційна енергія міжатомних хімічних зв'язків молекули жиру перетворюється на тепло. Отже, бурий жир існує для вироблення тепла, зменшення втрат білого жиру, що становить основну масу жирової тканини.

Розвиток бурого жирової тканини у плодів різних видів тварин має відмінності. Щури порівняно з морськими свинками характеризуються пізнім розвитком адипоцитів. У плодів вівці максимальна маса жирової тканини може бути визначена на 115 день розвитку, властивість термогенезу до народження в неї відсутня. Повне завершення формування адипоцитів здійснюється після народження. Депонування триацилгліцеролів у цих клітинах відбувається за рахунок синтезу їх із жирних кислот, утворених *de novo* (Kurtyak et al., 2004; Novak, 2010; Tsiupko & Tsiupko, 2012).

Уміст ліпідів у легенях плодів шурів, свиней, овець та корів менший, ніж у дорослих тварин, особливо на ранніх етапах розвитку. Уміст фосфоліпідів і тригліцеридів у легенях плодів овець суттєво збільшується в останні місяці внутрішньоутробного розвитку. Підвищення кількості фосфоліпідів пов'язане зі синтезом специфічного для альвеол ліпиду – дипальмітоїлфосфатидилхоліну безпосередньо перед народженням. Кількість фосфатидилхоліну в альвеолах плодів овець становить 86% від

загального вмісту фосфоліпідів. Це зумовлено формуванням дихальної системи й утворенням поверхнево-активної речовини, що вкриває поверхню альвеол.

Спостерігається різниця в кількості ліпідів у печінці плода та дорослого організму всіх видів тварин, крім великої рогатої худоби. На думку дослідників (Górová et al., 2011), така статистика зумовлена тривалішим періодом внутрішньоутробного розвитку та морфофункціональною зрілістю плодів. У печінці цих плодів в останні місяці гестації реєструється більший вміст холестеролу порівняно з дорослим організмом.

Визначивши ліпідний склад плазмалеми абсорбційних еритроцитів порожньої кишки плодів великої рогатої худоби на 3–5–7-му місяцях гестації, встановлено, що з ростом і розвитком плода зменшується рівень холестеролу у 2,9 раза та збільшується загальний вміст фосфоліпідів у 1,6–7,3 раза (Csapó et al., 1995; Hordiichuk, 2012). Дослідження жирнокислотного складу плазмалеми свідчать про наявність капронової, лауринової, гондіонової та елаїдинової жирних кислот, які не виявляються у дорослих тварин.

Кількість ліпідів у головному мозку плодів залежить від розвитку клітин органа та мієлінізації. У мембранах мієліну значно вищий вміст холестеролу, цереброзидів, сфінгомієліну, ніж у мембранах інших клітин (Knudsen, 1991). Протягом розвитку в головному мозку плодів великої рогатої худоби кількість фосфоліпідів і холестеролу збільшується у 3,5–5 разів, але це майже в половину менше, ніж у дорослих тварин цього виду (Zajcev et al., 2003).

Вміст фосфоліпідів і холестеролу в скелетних м'язах плодів вівці, корови у кілька разів вищий, а триацилгліцеролів – менший, ніж у дорослих тварин. Протягом постнатального розвитку з 1- до 20-місячного віку загальний вміст ліпідів у скелетних м'язах зростає за рахунок збільшення кількості триацилгліцеролів і зменшення – фосфоліпідів. Однак протягом розвитку плода спостерігається динаміка до збільшення вмісту фосфоліпідів і, навпаки, зниження триацилгліцеролів (Sales et al., 2010).

У доступній літературі практично відсутні дані про обмін ліпідів в організмі плода. Тому метою наших досліджень було встановити динаміку використання ліпідів організмом протягом усього періоду гестації великої рогатої худоби за вмістом їх у крові плода та навколоплідній рідині.

### **Матеріали і методи досліджень**

Лабораторні дослідження проведено в умовах кафедри анатомії, нормальної та патологічної фізіології тварин Сумського національного аграрного університету, відділу № 20 Інституту прикладної фізики НАН України (Суми).

З метою дослідження використання основних класів ліпідів для росту і розвитку плода в умовах двох м'ясокомбінатів використовували корів української чорно-рябої та української червоно-рябої порід другої–четвертої лактації. Інформація щодо осіменіння корів після отелення отримана від власників тварин і спеціалістів господарств. Стан тварин в умовах господарства контролювався за основними фізіологічними показниками, перебігом лактаційного і сухостійного періодів. Під час досліджень господарства були вільні від інфекційних і паразитарних хвороб. Тварини перебували під постійним клінічним наглядом. Корів утримували на прив'язі, годівля триразова, раціон збалансований за поживними речовинами згідно з нормами (Ібатуллин І. І., 2009). Напування тварин – автоматизоване. Доїння – триразове, установкою з молокопроводом АДМ-8.

Після забою корів за наявності плода визначали період його гестації, довжину тулуба масу тіла, кількість амніотичної та алантоїсної рідин (мл), відбирали проби амніотичної рідини та крові з пупкової артерії за допомогою тонкої голки інсулінового шприца.

Період гестації плода визначали за його промірами, наявністю та ступенем розвитку шерстного покриву і рогових по-

хідних шкіри і корів відносили до групи тварин у відповідному періоді лактації та гестації плода: тварини на 3-му місяці лактації – 1-й місяць ембріонального росту та розвитку плода (n=5); корови на 4-му місяці лактації – 2-й місяць гестації плода (n=5); на 5-му місяці – 3-й місяць (n = 5); на 6-му – 4-й місяць (n = 5); на 7-му – 5-й місяць (n = 5); на 8-му – 6-й місяць (n=3); тварини на 9-му місяці лактації – 7-й місяць гестації плода (n=3); корови у сухостійний період – 8-й місяць гестації плода (n=3); корови у сухостійний період – 9-й місяць гестації плода (n = 3). Враховуючи періоди гестації плода, тварин об'єднали у відповідні групи:

I – ембріональний період росту та розвитку плода, що відповідає 1–2-му місяцям гестації (n=10);

II – ранній плідний період, що відповідає 3–5-му місяцям гестації плода (n=15);

III – пізній плідний період, що відповідає 6–7-му місяцям гестації (n=6);

IV – плідний період, що відповідає 8–9-му місяцям гестації (n=6).

У зразках крові та амніотичної рідини визначали вміст основних класів ліпідів методом атомно-десорбційної мас-спектрометрії (PDMS) на мас-спектрометрі виробництва «МСБХ» (ВАН Селмі, Суми, Україна). Для цього зразки 10 мкл зазначених рідин наносили на позолочений зразокнесучий диск, розподіляли тефлоновою платівкою на поверхні площею 0,5 см<sup>2</sup>, підсушували в атмосфері азоту та поміщали в аналітичний блок приладу. Мас-спектри реєстрували при використанні прискорюючої напруги +15кВ, кількість стартів 100000. Як контроль використовували стандартний набір триацилгліцеролів “Sigma”, (США). Вміст ліпідів у досліджуваних зразках визначали, виходячи зі значень молекулярної маси (M/z) та інтенсивності піків квазімолекулярних іонів (КМІ), які відповідають зазначеним речовинам. Інтенсивність КМІ виражали в каунтах.

Під час проведення експериментальних досліджень дотримувалися міжнародних вимог “Європейської конвенції захисту хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях” (Страсбург, 1986 р.), та відповідного Закону України “Про захист тварин від жорстокого поводження” № 3447-IV від 21.06.2006 р.

Отриманий цифровий матеріал оброблений статистично за допомогою комп'ютерної програми з визначенням середньої арифметичної (M), статистичної помилки середньої арифметичної (m), вірогідності різниці (p) між середніми арифметичними двох варіаційних рядів за критерієм вірогідності (t) Стьюдента. Різницю між двома величинами вважали вірогідною за  $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ;  $p < 0,001$ .

### **Результати**

Встановлено, що протягом пренатального періоду збільшення морфометричних показників, зокрема маси і довжини тіла плода, відбувається нерівномірно (таблиця). Відзначимо, що з кінця першого місяця гестації до кінця другого маса тіла плода збільшилася максимально в 64,71 раза ( $p < 0,001$ ).

Із урахуванням значення ліпідного обміну в процесі росту та розвитку плода досліджена динаміка використання основних класів ліпідів протягом його гестації. Встановлено, що використання сумарної фракції фосфоліпідів організмом плода протягом чотирьох періодів гестації знижувалося (рис.1). Так, вміст сумарної фракції фосфоліпідів у крові плодів становив  $134,7 \pm 3,42$  каунти в ембріональний період. У ранній плідний період вміст сумарної фракції фосфоліпідів у крові плодів знизився порівняно з попереднім в 1,17 раза ( $p < 0,05$ ) і практично не змінювався до кінця пізнього плідного періоду. Наприкінці плідного періоду гестації плодів вміст сумарної фракції фосфоліпідів у крові був в 1,69 ( $p < 0,001$ ), 1,45 ( $p < 0,01$ ) та 1,41 раза ( $p < 0,01$ ) менше, ніж у попередні періоди.

Поряд з цим необхідно вказати, що вміст сумарної фракції

Таблиця. Маса тіла плода та об'єм навколоплідної рідини (M ± m; n = 37)

Місяць гестації плода	Маса тіла плода, г	Об'єм рідини, мл		Довжина тулуба плода, см	Підвищення маси тіла плода, раз
		амніона	алантоїса		
1	0,68 ± 0,01	7,08 ± 0,12	45,40 ± 1,40	0,92 ± 0,01	–
2	44,0 ± 1,16	112,00 ± 1,52	157,00 ± 1,92	6,72 ± 0,51	64,71
3	287,0 ± 1,57	738,00 ± 2,63	879,40 ± 3,93***	14,24 ± 1,41	6,50
4	1628,0 ± 2,92	2087,00 ± 3,92***	1671,00 ± 3,04	22,80 ± 2,08***	5,72
5	4401,0 ± 3,23	3505,00 ± 3,10	2102,40 ± 3,70**	35,64 ± 1,49	2,70
6	6901,0 ± 5,81**	3620,67 ± 4,63**	2789,67 ± 3,76***	52,67 ± 4,29**	1,57
7	11300,0 ± 6,06	5723,00 ± 54,69	4087,33 ± 4,67	68,10 ± 4,53*	1,64
8	19801,0 ± 8,09**	11286,67 ± 4,63	5644,00 ± 3,79**	81,50 ± 4,19	1,75
9	28700,0 ± 5,29	12544,00 ± 8,08	6980,33 ± 6,06	103,10 ± 4,13	1,45

Примітка: \*p < 0,05; \*\*p < 0,01; \*\*\*p < 0,001 – порівняно з попереднім місяцем.

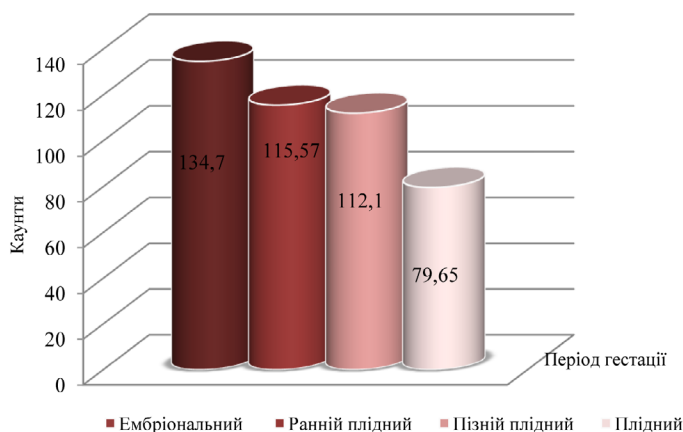


Рис. 1. Уміст сумарної фракції фосфоліпідів у крові плодів протягом періоду гестації

фосфоліпідів в амніотичній рідині плодів мав іншу динаміку (рис. 2). В ембріональний період уміст сумарної фракції фосфоліпідів в амніотичній рідині плодів становив  $46,9 \pm 1,59$  каунти та не вірогідно збільшувався до кінця раннього плідного періоду (до  $50,2 \pm 1,68$  каунтів). У подальшому, до завершення періоду гестації плодів, уміст сумарної фракції фосфоліпідів в амніотичній рідині майже не змінювався та коливався незначно.

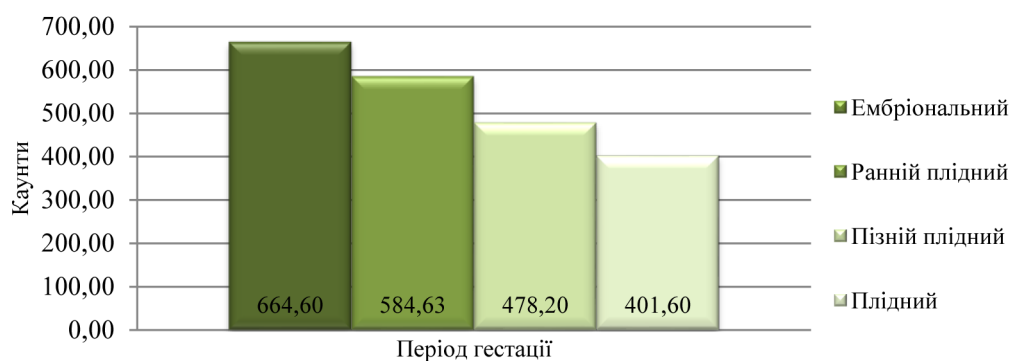
У крові плода уміст фосфорилхоліну (рис. 3) протягом усього періоду гестації знижувався послідовно в 1,65 раза ( $p < 0,001$ ).

В амніотичній рідині уміст фосфорилхоліну в перші два періоди гестації практично не змінювався, наприкінці пізнього плідного періоду знижувався і був в 1,25; 1,29; 1,07 раза ( $p < 0,01$ ) менше, ніж у попередні періоди гестації плода, відповідно (рис. 4).

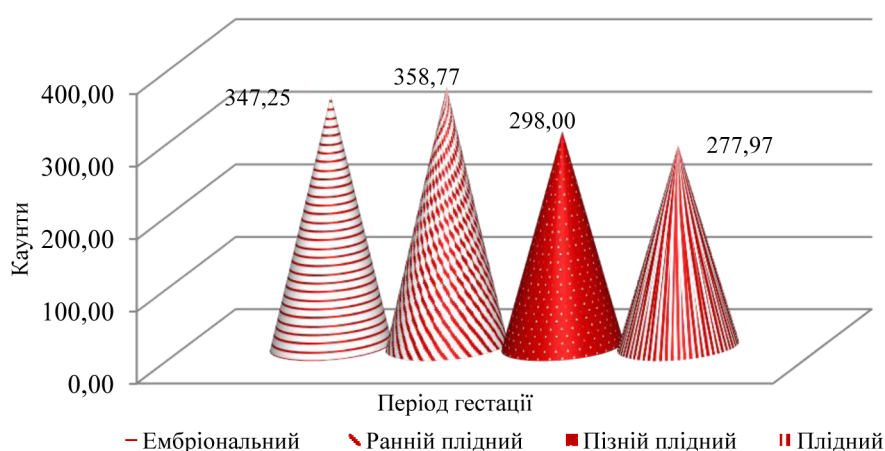
Уміст сумарної фракції триацилгліцеролів у крові плодів і амніотичній рідині протягом пренатального періоду розвитку мав практично однакову динаміку. У крові плодів уміст сумарної фракції триацилгліцеролів знижувався з ембріонального періоду до плідного періоду в 1,45 раза ( $p < 0,01$ ). Подібна ж



Рис. 2. Уміст сумарної фракції фосфоліпідів в амніотичній рідині плодів протягом періоду гестації



**Рис. 3.** Уміст фосфорилхоліну в крові плодів протягом періоду гестації



**Рис. 4.** Уміст фосфорилхоліну в амніотичній рідині плода протягом періоду гестації

динаміка за вмістом їх сумарної фракції встановлена і в амніотичній рідині плодів.

В ембріональний період в амніотичній рідині плодів уміст сумарної фракції триацилгліцеролів становив  $37,4 \pm 1,27$  каунти і підвищився в 1,16 рази ( $p < 0,05$ ) до  $43,6 \pm 1,43$  каунти в ранній плідний період гестації. У крові плодів у плідний період уміст триацилгліцеролів порівняно з пізнім плідним періодом знизився вірогідно в 1,45 рази ( $p < 0,01$ ). В амніотичній рідині уміст сумарної фракції триацилгліцеролів у пізній плідний період гестації плода знизився та виявився в 1,26 рази менше ( $p < 0,01$ ), ніж їх вміст в амніотичній рідині в ранній плідний період.

В амніотичній рідині вміст сумарної фракції триацилгліцеролів (рис. 5) наприкінці плідного періоду гестації плода практично залишився на рівні показників попереднього періоду гестації ( $36,0 \pm 1,44$  каунти).

Виявлено, що вміст холестеролу в крові плода протягом періоду гестації вірогідно знижувався (рис. 6).

В ембріональний період гестації вміст холестеролу в крові плодів знижувався до кінця раннього плідного періоду в 1,15 рази ( $p < 0,05$ ) до  $583,0 \pm 5,61$  каунти. У кінці пізнього плідного періоду гестації плодів уміст холестеролу в крові знизився в 1,5 та 1,31 рази ( $p < 0,01$ ) та виявився нижче, ніж у попередні



**Рис. 5.** Уміст сумарної фракції триацилгліцеролів в амніотичній рідині плодів протягом періоду гестації

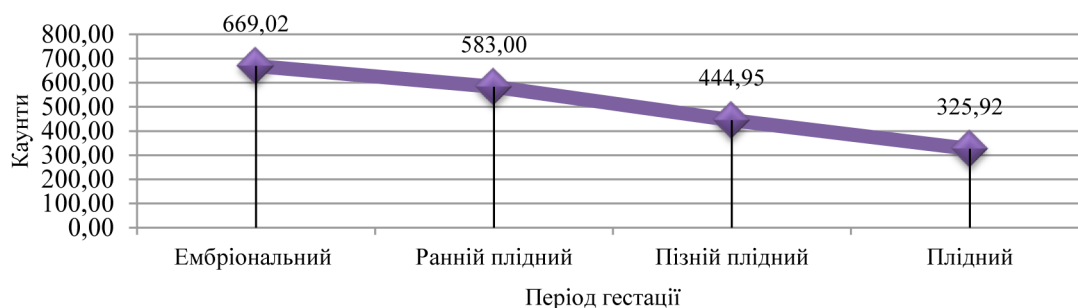


Рис. 6 Уміст холестеролу в крові плодів протягом періоду гестації

періоди гестації. Найнижчий уміст холестеролу в крові плодів нами встановлений у плідний період його гестації. Порівняно з попередніми періодами уміст холестеролу в плідний період гестації виявився відповідно в 2,05 ( $p < 0,001$ ); 1,79 ( $p < 0,001$ ) та 1,37 рази ( $p < 0,01$ ) менше.

Одночасно наголосимо, що чітка динаміка зниження вмісту холестеролу в крові плодів протягом періоду гестації не супроводжувалась зниженням його вмісту в амніотичній рідині (рис. 7). Навпаки, уміст холестеролу в амніотичній рідині виявився найвищим наприкінці раннього плідного періоду – в 1,43 рази ( $p < 0,01$ ) більше, ніж у пізній плідний та в 1,53 рази ( $p < 0,01$ ) більше, ніж у плідний період гестації плода.

### Обговорення

У процесі внутрішньоутробного розвитку, особливо 8–9-й місяці гестації, маса плода збільшується на 60–70 %, відповідно підвищується потреба в структурних ліпідах і жирних кислотах (Tkach, 2010; Kambur et al., 2012). Динаміка використання основних класів ліпідів відображається на масі тіла плода протягом періоду його гестації. Маса тіла плода збільшується протягом усього періоду гестації, а в період ембріонального росту та розвитку найінтенсивніше, у 64,71 рази ( $p < 0,001$ ). Встановлено, що найбільш інтенсивне використання ліпідів плодом у процесі гестації спостерігається в ранній плідний (3–5-й місяці гестації) і в плідний період (8–9-й місяці гестації). У зазначені періоди маса тіла плода збільшується.

Відомо, що в складі ліпідів у процесі постнатального розвитку спостерігається тенденція до збільшення концентрації насичених жирних кислот і відповідно зменшення ненасичених. Відбуваються процеси перетворення адипоцитів бурої

жирової тканини в білу жирову тканину. Під час вирощування тварин в умовах низької температури процес перетворення затримується. У деяких тварин, наприклад кролів, овець і великої рогатої худоби, бура жирова тканина з віком взагалі зникає. Найвища активність ферменту ліпопротеїназа спостерігається в пізній період гестації, оскільки плід набирає масу (Zajcev et al., 2003; Kurtyak et al., 2004; Tkach, 2010).

Науковці стверджують, що протягом розвитку в організмі плода відбуваються кількісні та якісні зміни ліпідів, змінюються вміст фосfolіпідів та жирнокислотний склад триацилгліцеролів у різних органах плода, якщо порівнювати з дорослим організмом (Miettinen & Huhtanen, 1996; Tkach, 2010; Tsiupko & Tsiupko, 2012). Але різниця вмісту жирів у печінці плодів корови та дорослих тварин незначна, порівняно з іншими видами тварин (Novak, 2010).

Нашими дослідженнями доведено, що у функціональній системі “мати–плід” важливе значення має амніотична рідина, яка забезпечує життєдіяльність плода (Kambur et al., 2009). Серед різноманітних компонентів навколоплідної рідини ліпіди використовуються плодом як пластичний матеріал, включаються в енергетичний обмін. Рівень фосfolіпідів розглядається як критерій зрілості сурфактантної системи легень. Уміст фосфорилхоліну в крові плода протягом усього періоду його гестації знижувався в 1,65 рази ( $p < 0,001$ ), а в амніотичній рідині – в 1,24 рази ( $p < 0,01$ ). Виявлено поступове зниження вмісту холестеролу в крові плода протягом гестації у 2,05 рази ( $p < 0,001$ ) та амніотичній рідині в 1,38 рази ( $p < 0,01$ ). Уміст сумарної фракції фосfolіпідів у крові плода від початку ембріонального періоду до кінця гестації знизився в 1,69 рази ( $p < 0,001$ ), а в амніотичній рідині невірогідно підвищився, в 1,07 рази.

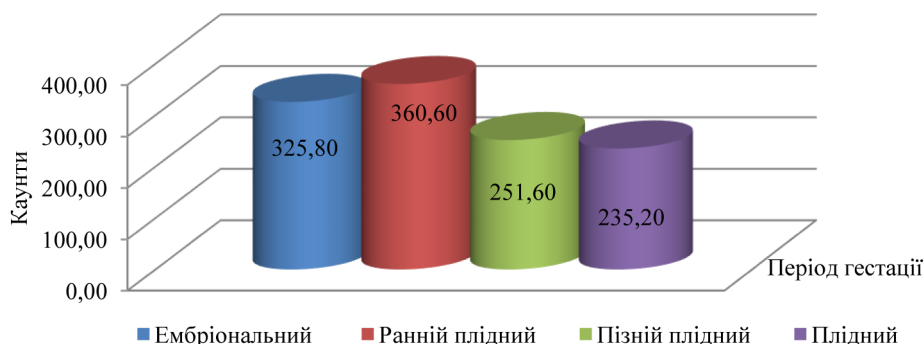


Рис. 7. Уміст холестеролу в амніотичній рідині плодів протягом періоду гестації

## Висновки

У великої рогатої худоби в пренатальний період онтогенезу вміст ліпідів у крові та амніотичній рідині неоднаковий і змінюється залежно від періоду гестації. У крові плодів відмічено поступове зниження сумарної фракції фосфоліпідів, фосфорилохоліну і хосфоліпідів. В амніотичній рідині сумарна фракція фосфоліпідів поступово зростає, вміст фосфорилохоліну та холестеролу зростає лише протягом перших двох періодів гестації, а у подальшому поступово знижується. Протягом періоду гестації як у крові, так і в амніотичній рідині плодів вміст триацилгліцеролу має тенденцію до зниження.

## References

- Csapó, J., Stefler, J., Martin, T.G., Makray, S., & Csapó-Kiss, Zs. (1995). Composition of mares' colostrum and milk. Fat content, fatty acid composition and vitamin content. *International Dairy Journal*, 5(4), 393–402.
- DePeters, E. J., German, J. B., Taylor, S. J., Essex, S. T., & Perez-Monti, H. (2001). Fatty Acid and Triglyceride Composition of Milk Fat from Lactating Holstein Cows in Response to Supplemental Canola Oil. *Journal of Dairy Science*, 84(4), 929–936.
- Fateeva, V. M. (2007). Pervye kapli moloziva srazu posle rodov – zalog zdorov'ja rebjonka i uspehnoj laktacii [The first drops of colostrum immediately after childbirth – the guarantee of the child's health and successful lactation]. *Voprosy Detskoj Dietologii*, 5(2), 47–51 (in Russian).
- Górová, R., Pavlíková, E., Blaško, J., Meľuchová, B., Kubinec, R., Margetin, M., & Soják, L. (2011). Temporal variations in fatty acid composition of individual ewes during first colostrum day. *Small Ruminant Research*, 95(2-3), 104–112.
- Hordiichuk, L. M. (2012). Letki zhyrni kysloty u krovi i molotsi ta molochna produktyvnist koriv za riznoho vmistu klitkovyny v ratsioni [Fatty acids in blood and milk and milk yield of cows for different dietary fiber contents]. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Biology and DNDKI of Veterinary Preparations and Feed Additives*, 13(1–2), 24–28 (in Ukrainian).
- Kambur, M. D., Zamazii, A. A., & Piven, S. M. (2012). Lipidnyi spektr krovi koriv u period zavershennia laktatsii [Lipid spectrum of blood of cows in a period of completion of lactation]. *Bioloheia Tvaryn*, 14(1–2), 128–132 (in Ukrainian).
- Kambur, M. D. & Zamazij, A. A. (2009). Vpliv energetichnogo zabezpechennja organizmu koriv na sekretornu funkciu molochnoi zalozi i zhittezdarnist' priplodu. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Biology and DNDKI of Veterinary Preparations and Feed Additives*, 1(2), 45–50 (in Russian).
- Khorasani, G. R., & Armstrong, D. G. (1990). Effect of sodium and potassium on overall digestibility of a semi-purified diet and microbial protein production in the rumen of sheep. *Livestock Production Science*, 24(4), 347–357.
- Knudsen, J. (1991). Acyl-CoA-binding and transport, an alternative function for diazepam binding inhibitor (DBI), which is identical with acyl-CoA-binding protein. *Neuropharmacology*, 30(12), 1405–1410.
- Korjakina, L. P. (2011). Osobennosti kletchnogo sostava moloziva korov v pervye sutki laktacii [Features of the cellular composition of the colostrum of cows in the first day of lactation]. *Dostizhenija Nauki i Tehniki APK*, 2, 54–55.
- Kurtiak, B. M., & Ivaniak, V. V. (2000). Zminy vmistu okremykh klasiv lipidiv u plazmi koriv u kintsi tilnosti i na pochatku laktatsii [Changes in the content of individual classes of lipids in the plasma of cows at the end of carnality and at the beginning of lactation]. *The Animal Biology*, 2(1), 84–87.
- Kurtiak, B. M., Yuskiv, L. L., & Yanovych, V. H. (2004). Vplyv vitaminiv A, D3, E i senu na zhyrnokyslotnyi sklad zahalnykh lipidiv i vmist produktiv perekysnoho okysnennia lipidiv u plazmi krovi tilnykh koriv pry parenternalnomu yikh uvedenni [Influence of vitamins A, D3, E and selenium on the fatty acid composition of total lipids and the content of products of peroxidation of lipids in the blood plasma of single cows with parenteral introduction]. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Biology and DNDKI of Veterinary Preparations and Feed Additives*, 5(1–2), 67–70 (in Ukrainian).
- Matjaev, V. I., & Mungin, V. V. (2009). Vlihanie urovnja syrogo zhira i sootnosheniya zhirnykh kislot v racional'nom ovcematok na molochnuju produktyvnost', sostav moloka i rost jagnjat [The impact of the level of crude fat and the ratio of fatty acids in the diets of ewes on milk production, milk composition and growth of lambs]. *Zootekhnj*, 1, 15–17 (in Russian).
- Miettinen, H., & Huhtanen, P. (1996). Effects of the ratio of ruminal propionate to butyrate on milk yield and blood metabolites in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 79(5), 851–861.
- Novak, I. V. (2010). Zhyrnokyslotnyi sklad moloka koriv ukraïnskoi chorno-riaboi molochnoi porody [Fatty acid composition of milk of cows of Ukrainian black-and-white milk breed]. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Biology and DNDKI of Veterinary Preparations and Feed Additives*, 11 (1), 64–67 (in Ukrainian).
- Piven, S., & Kambur, M. (2018). Lipid metabolism in cows during their lactation and gestation fetal embryonic period. *Science and Technology Bulletin of SRC for Biosafety and Environmental Control of AIC*, 6(2), 98–105.
- Rivis, Y. F. (1998). Riven ta forma linolevoi kysloty v orhanizmi zhuinykh tvaryn. *Fizioloheichni Zhurnal*, 44(3), 236–237 (in Ukrainian).
- Sales, J., Homolka, P., & Koukolová, V. (2010). Effect of dietary rumen-protected choline on milk production of dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 93(8), 3746–3754.
- Titov, V. N. & Lisicyan, D. M. (2006). Zhirnye kysloty. Fizicheskaja himija, biologija i medicina. Triada, Moscow (in Russian).
- Tkach, I. M. (2010). Vplyv spivvidnoshennia krokhmalju ta zhyru v ratsioni na rubtsevu fermentatsiju ta molochnu produktyvnist koriv [Influence of the ratio of starch and fat in the diet on scar fermentation and dairy productivity of cows]. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Animal Biology and DNDKI of Veterinary Preparations and Feed Additives*, 11(1), 136–140 (in Ukrainian).
- Tsiupko, V. V., & Tsiupko, V. V. (2012). Cows' milk composition and regularities of fat, protein and lactose synthesis. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 3(2), 96–101.
- Wright, T. C., Cant, J. P., Brenna, J. T., & McBride, B. W. (2006). Acetyl CoA carboxylase shares control of fatty acid synthesis with fatty acid synthase in bovine mammary homogenate. *Journal of Dairy Science*, 89(7), 2552–2558.
- Zahra, L. C., Duffield, T. F., Leslie, K. E., Overton, T. R., Putnam, D., & LeBlanc, S. J. (2006). Effects of rumen-protected choline and monensin on milk production and metabolism of periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(12), 4808–4818.
- Zajcev, S. Ju., Krapivkin, B. A., & Makarov, T. B. (2003). Issledovanie izmeneniya soderzhanija zhirnykh kislot v molozive i moloke korov v nachal'nyj period laktacii [The study of changes in the content of fatty acids in colostrum and milk of cows in the initial period of lactation]. *Doklady RASHNIL*, 5, 41–42 (in Russian).