



Science and Technology Bulletin of SRC for Biosafety and Environmental Control of AIC

Lipid metabolism in cows during their lactation and gestation fetal embryonic period

M.S. Piven^{*}, M. D. Kambur^{**}

^{*} Sumy State University, Sumy, Ukraine

^{**} Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Article info

Received 11.05.2018

Received in revised form

27.05.2018

Accepted 31.05.2018

Sumy State University,
Rimsky-Korsakov St., 2,
Sumy, 40000, Ukraine
Tel. +380542-62-78-45
E-mail:
info@ok.sumdu.edu.ua

Sumy National Agrarian
University, Gerasima
Kondrateva St., 160, Sumy,
40021, Ukraine
Tel. +380542-62-78-45
E-mail:
kambur.m.d@gmail.com

The article presents the research on the dynamics of lipid use by mammary tissues in the organism of cows during the period of intensive lactation and the embryonic period of fetal gestation. The results of the study indicate that in the embryonic period of fetal growth and development, the use of basic plastic and energy lipids significantly differed from their use by the body of the mother-cow. The exchange of lipids in the body of cows during intensive lactation (3-4 months of lactation) suggests that the content of the total fraction of phospholipids in the arterial blood of cows during the period of intense lactation on average was a county. At the same time, the cholesterol content in amniotic fluid was 1.55 times higher at the end of the first month of fetus growth and development, and at the end of the second month it was 1.75 times lower than its content in the arterial blood of cows of the corresponding months of pregnancy and 2.0 times lower than its contents in the blood of the fetus. Fetus body weight at the end of the second month of gestation averaged 44.0 ± 1.16 g. The phosphorylcholine content in amniotic fluid at the end of the first month of fetal gestation was 335.90 ± 2.71 county, which is 1.58-1.96 times ($p < 0.01$) lower than its content in the arterial blood of cows and fetus blood. The average phosphorylcholine content in the amniotic fluid of the fetus during the first two months of its development was 347.25 ± 2.79 county. Given the fact that lipid metabolism in the body of cows, fetuses and mammary gland was followed by the use of plastic and energy lipids, the dynamics of the content use of total fraction of triacylglycerols for these processes was studied. It was established that in the embryonic period of gestation, the average index of the total fraction of triacylglycerols in the blood of fetuses was 1.46 times higher than their content in the arterial blood of cows, which also points at a higher lipidic synthesis function in the fetus body.

Key words: fetus; mammary gland; lactation; embryonic period; lipids

Обмін ліпідів в організмі корів в період інтенсивної лактації та ембріональний період гестації плода

Півень С.М.^{*}, М.Д. Камбур^{**}

^{*} Сумський державний університет, Суми, Україна

^{**} Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна

Розглянуто динаміку використання тканинами молочної залози ліпідів в організмі корів у період інтенсивної лактації та ембріональний період гестації плода. Результати досліджень засвідчують, що в ембріональний період росту і розвитку плода використання основних ліпідів пластичного та енергетичного значення суттєво відрізнялося від використання їх організмом корови-матері. Обмін ліпідів в організмі корів у період інтенсивної лактації (3–4-й місяці лактації) свідчать про те, що вміст сумарної фракції фосфоліпідів у період інтенсивної лактації в артеріальній крові корів у середньому становив каунти. Водночас в амніотичній рідині вміст холестеролу наприкінці першого місяця росту та розвитку плодів у 1,55 раза, а наприкінці другого місяця – у 1,75 раза менше, ніж його вміст в артеріальній крові корів відповідних місяців тільності і у 2,0 менше, ніж його вміст у крові плода. Маса тіла плодів наприкінці другого місяця гестації становила в середньому $44,0 \pm 1,16$ г. В амніотичній рідині вміст фосфорилхоліну в кінці першого місяця гестації плода становив $335,90 \pm 2,71$ каунти, що в 1,58–1,96 раза ($p < 0,01$) менше, ніж його

Citation:

Piven, M.S. & Kambur, M. D. (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.

вміст в артеріальній крові корів та крові плодів. Середній показник вмісту фосфорилхоліну в амніотичній рідині плодів за перші два місяці його розвитку становив $347,25 \pm 2,79$ каунти. Враховуючи те, що обмін ліпідів в організмі корів, плодів і молочній залозі супроводжувався використанням пластичних та енергетичних ліпідів, досліджено динаміку використання вмісту сумарної фракції триацилгліцеролів для цих процесів. Виявлено, що в ембріональний період гестації середній показник вмісту сумарної фракції триацилгліцеролів у крові плодів був у 1,46 раза більше, ніж їх вміст в артеріальній крові корів, що також свідчить про вищу жиросинтезуючу функцію в організмі плода.

Ключові слова: плід; молочна залоза; лактація; ембріональний період; ліпіди

Вступ

Вдале розв'язання проблеми забезпечення населення України високоякісними продуктами тваринництва неможливе без ефективного ведення галузі скотарства. Це має базуватися на знаннях закономірностей фізіологічних і біохімічних процесів організму корів, спрямованих на збереження здоров'я тварин, забезпечення генетично зумовленої секреторуючої функції тканин молочної залози, росту та розвитку плода.

Із різноманіття значень ліпідів у життєдіяльності тваринного організму, насамперед, виділяють їх структурну і енергетичну ролі, а також те, що вони є активними метаболітами клітини (Kambur et al., 2017).

Структурна функція ліпідів зумовлена їх гідрофобними властивостями, здатністю сполучатися з молекулами інших речовин, брати участь у побудові складних клітинних структур. Зі співвідношенням і молекулярною формою деяких класів фосfolіпідів та триацилгліцеролів пов'язані важливі функції біологічних мембран, забезпечення організму тварин депонованою енергією та енергією росту і розвитку.

Антенатальний ріст і розвиток плода тварин у всіх його аспектах: гістогенез, органогенез, імуногенез у значній мірі визначають в подальшому життєздатність приплоду і значну роль у цьому процесі мають пластичні та енергетичні ліпіди. Відсутність значних резервів ліпідів в організмі ембріона на ранніх періодах гестації, їх депонування в організмі у плідний період, постійність забезпечення плода продуктами живлення з материнського організму, його ріст і розвиток у добре терморегульованому оточенні, захищеність амніотичною рідиною та тканинами материнського організму від впливів чинників зовнішнього середовища визначають специфіку ліпідного обміну в організмі плода у різні періоди його гестації.

Дослідження проводились за тематикою «Розробка мультипараметричної системи виробництва молока на основі секреторуючої функції молочної залози пре- та постнатального розвитку тваринного організму і методи їх корекції». Номер державної реєстрації 0108U010281.

Процес травлення, всмоктування поживних речовин і загалом обмін ліпідів у жуйних залежать від розвитку передшлунків. У дорослих тварин (Ribeiro et al., 2016) шлунок розділяють морфологічно та функціонально на чотири відділи. Значну роль в обміні ліпідів відіграє слизова оболонка передшлунків. Через неї здійснюється транспорт продуктів бродіння з рубцевої рідини в кров і навпаки – з крові в рубець.

За даними зарубіжних дослідників (Gresco et al., 2015), кількість ліпідів у раціоні жуйних знаходиться в межах від 2 до 9 % від сухої речовини. Переважають гліколіпіди, вони становлять 70–80 % від усієї кількості жирів, фосfolіпідів і фітолів. Дослідивши жирнокислотний склад кормів, вчені встановили, що у грубих кормах міститься 5–20 % лінолевої, 25–60 % ліноленової та незначна кількість пальмітинової і стеаринової жирних кислот. Тобто, кількість ліпідів, отриманих організмом тварин з кормом, залежить прямо пропорційно від вмісту їх у раціоні.

Відомо, що ліпідний обмін у передшлунках жуйних – процес багатогранний і складний. Він включає всі процеси обміну речовин: гідроліз і біосинтез ліпідів, модифікацію, біогідрогенізацію та всмоктування жирних кислот, ферментацію гліцерину і галактози. Здійснення метаболізму відбувається за участі частинок корму та мікрофлори шлунково-кишкового тракту великої рогатої худоби (Kononsky, 2006) Інші автори (Kambur et al., 2017) стверджують, що з передшлунків у кишечник тварин надходить значно більша кількість ліпідів, ніж вона є у кормі. Отже, було зроблено висновок про те, що високий вміст речовин припадає на ліпіди мікроорганізмів, роль яких у гідрогенізації ненасичених жирних кислот, гідролізі ліпідів та їх синтезі з неліпідних компонентів велика (Ribeiro et al., 2016). Гідролізу в рубці під дією бактерій піддаються фосфатидилхолін (ФХ), лізофосфатидилхолін (ЛФХ), фосфатидилетаноламін (ФЕ). Вони розщеплюються до жирних кислот.

У рубцевій рідині корів виявлено мікроорганізми різних груп: лампропедії, розеткоподібні, селеномонади, спірили, і їх загальна кількість у рубці телят 3,5–4-місячного віку становить 10–12 млрд/мл, а число

найпростіших – 115–190 тис/мл. (Piven, 2012; Kambur and Plyuta, 2014).

Саме вивчення кількісного і видового складу мікроорганізмів, що населяють шлунково-кишковий тракт жуйних, їх ролі в обміні ліпідів дало можливість сприяти становленню травлення в телят за рахунок застосування мікробних кормових добавок та підвищувати продуктивність корів за рахунок корекції раціону (Zamasiy et al., 2012; Kambur et al., 2012; Kambur et al., 2017).

За часткової заміни сінажу раціону корів на концентрати у вмісті рубця виявлено зниження процесу біогідрогенізації ПНЖК і накопичення ізомерів олеїнової та лінолевої кислот, що відіграють важливу роль у регуляції синтезу молочного жиру (Kambur and Plyuta, 2014). Під час згодовування ріпакової олії у вмісті рубця збільшується відношення ацетат/пропіонат на 34 %, а кількість лінолевої кислоти – у два рази.

Активність мікрофлори передшлунків жуйних вища, ніж у товстому відділі кишечника моногастричних тварин. Вчені встановили, що у жуйних тварин, залежно від раціону, травлення в товстому відділі кишечника компенсується за рахунок травлення в передшлунках. У зв'язку з цим було введено поняття «індекс подрібненості кормів» – це відсотковий вміст тонкоподрібнених і грубостебельних компонентів корму, що визначає його тривалість перебування в передшлунках і відповідно експозицію дії мікроорганізмів на корм. Отже, високий рівень подрібненості кормів сприяє швидкому переходу вмісту в сичуг та кишечник.

Значну кількість ПНЖК жуйні тварини отримують з кормом, але саме насичені жирні кислоти переважають у тканинах організму. Таким чином, після деетерифікації ненасичених жирних кислот здійснюється їх сатурація в рубці з утворенням транс-кислот. Наявність в організмі жирних кислот з трансконфігурацією подвійних зв'язків є особливістю ліпідного обміну у жуйних тварин. У рубці відбувається біогідрогенізація лінолевої, олеїнової, ліноленової кислот, цей процес забезпечується ферментами, що виробляються бактеріями. Вважається, що у процесі гідрогенізації лінолевої кислоти у стеаринову беруть участь також цис-кислоти з одним подвійним зв'язком. Вчені довели, що в період всмоктування і транспорту частина стеаринової кислоти денатурується. Отже, приблизно 7–8 % лінолевої кислоти відновлюється й утворюється олеїнова (Santos et al., 2016).

Загалом процес гідрогенізації в організмі жуйних тварин складний і дуже важливий. Науковці встановили, що саме мікрофлора рубця має вирішальне значення для гідрогенізації. Метаноутворюючі бактерії мають властивість інтенсивної адсорбції ПНЖК, цією здатністю

володіють і целюлозолітичні бактерії, але меншою мірою. Завдяки біогідрогенізації мікроорганізми позбавляються шкідливої поверхнево активної дії ненасичених жирних кислот. Крім того, наявність високої кількості ненасичених жирних кислот у кишечнику знижує всмоктування токоферолів, що негативно впливає на фізіологічні процеси в організмі.

Ліпіди, як структурні елементи, входять до складу клітин всіх тканин організму. Як основне джерело енергії вони впливають на продуктивність тварин у період лактації та на ріст і розвиток плода під час гестації.

Молочна залоза (*glandula lactifera*) пов'язана з органами розмноження, тому її функціонування залежить від стадії репродуктивного циклу тварин.

Лактація – складний процес утворення, накопичення, виведення молока або молозива. Попередниками для синтезу молока є різні компоненти крові: жири, жирні кислоти, ацетат, β -гідроксибутират, глюкоза. За даними науковців, на виробництво 1 літра секрету молочної залози використовуються компоненти 400 л крові.

Процес лактації у корів пов'язаний зі змінами в деяких органах, що трансформують поживні речовини для синтезу секрету. Тому він характеризується морфологічними та функціональними змінами в молочній залозі. Саме в останні місяці тільності (сухостійний період) виникають зміни в молочній залозі, відбувається процес гіпертрофії тканин органа, що збільшує його масу. У цей час починається синтез компонентів молозива. Автори (Contreras et al., 2017) стверджують, що збалансований раціон згідно з нормами годівлі в сухостійний період дозволить підвищити продуктивність корів, якість молока, одержати розвинутий повноцінний приплід та запобігти виникненню хвороб. У середньому сухостійний період триває від 45 до 60 днів, інколи його подовжують залежно від віку, вгодованості та продуктивності тварини.

На процеси синтезу молока активно впливає гормональний фон, зокрема такі гормони, як кортикостероїдні, естрадіол, тестостерон, соматотропні та інші. Соматотропін стимулює транспорт попередників синтезу компонентів молока в молочну залозу, регуляторно впливає на ріст і розвиток плода.

Метаболічні реакції підтримують енергетичну постійність в організмі. Найбільш активні фізіолого-біохімічні процеси виникають в організмі продуктивних тварин на початку лактації. Цей період характеризується недостатністю енергії, оскільки до 90 % поживних речовин іде на утворення молока. Тому забезпечення організму енергією відбувається насамперед за рахунок резервних жирів. У цей час

у жировій тканині переважають процеси ліполізу, що призводить до зменшення резервних ліпідів, відповідно тварина втрачає у вазі. Це передусім стосується продуктивних тварин у період після отелення. Зниження живої маси корів також залежить від генотипу, кількості лактацій, вгодованості, а головне – від раціону тварин.

Встановлено, що потреби у лактуючих корів у метаболічній енергії на 20–40 % вищі, ніж у нелактуючих. Тому потреби організму лактуючих тварин не задовольняються за рахунок кормів. Отже, організм у цих процесах використовує ендогенні жирні кислоти. Підвищується рівень неетерифікованих жирних кислот у крові за рахунок ліполізу в жирових депо організму. У високопродуктивних тварин спостерігається збільшення енергетичної ролі високо- і низькомолекулярних жирних кислот та зменшення – глюкози й амінокислот. Дослідники пояснюють цю статистику використанням амінокислот для синтезу білків, а глюкози – для утворення лактози.

У корів у період активної лактації високий вміст у крові неетерифікованих жирних кислот та гліцеролу підвищується за рахунок ліполізу ліпідів у жировій тканині. За даними авторів, кількість лінолевої кислоти у крові зростає до другого – восьмого дня після отелення, концентрація інших кислот і холестеролу – до п'ятого – восьмого дня. Серед жирних кислот переважають довголанцюгові, їх кількість найвища в першій місяць лактації. Таким чином, концентрація стеаринової, олеїнової, лінолевої і лінолевої кислот на початку лактації висока, а через місяць знижується до кількості, що виявлена у корів у сухостійний період. Ця динаміка зміни вмісту жирних кислот пояснюється ліполізмом триацилгліцеролів й активним їх використанням у синтезі молочного жиру.

Через три місяці після отелення процеси ліпогенезу в жировій тканині зростають у підшкірній жировій тканині – у 22,7 разів, сальнику – у 9,2 разів. У свою чергу, підвищуються процеси ліполізу, що пояснюється активним оновленням триацилгліцеролів у жировій тканині. У цей період жирова тканина забезпечує потреби організму в жирних кислотах як за рахунок депонованих триацилгліцеролів, так і за рахунок синтезу їх *de novo*.

Дослідники встановили, що концентрація ліпідів у крові тварин залежить від фізіологічного стану. Вміст ліпідів у плазмі крові корів більший, ніж у телиць, а кількість жирів у крові в сухостійний період менша, ніж у період лактації. Загалом, спостерігається незначний вміст ліпідів у крові корів у перші 4 тижні лактації, але концентрація загальних ліпідів, фосфоліпідів, холестеролу у корів другої лактації значно вища, ніж у першої.

Науковці доводять пряму залежність ліпідного складу крові корів від їх молочної продуктивності. Чим більші надої тварин тим вищий рівень вмісту жирних кислот, холестеролу, фосфоліпідів у крові. На 2–3-му місяцях лактації спостерігається максимальний вміст ліпідів у крові, що поступово знижується до сухостійного періоду.

Вчені зазначають, що в кінці лактації зменшується мобілізація триацилгліцеролів у жировій тканині і посилюється синтез жирних кислот у молочній залозі. Встановлена динаміка підвищення низькомолекулярних жирних кислот у молочному жирі та зниження високомолекулярних. Кількість лінолевої кислоти у крові корів переважає над часткою пальмітинової, стеаринової, олеїнової. У період родів кількість олеїнової кислоти значно збільшується порівняно з пальмітиновою, стеариною у корів дев'ятого місяця тільності. Через три тижні ця різниця проявляється меншою мірою. Виділення жирних кислот з молоком залежить від їх кількості у крові тварин. Узагалі, жирнокислотний склад молока змінюється залежно від сезону та стадії лактації. Це впливає на органолептичні та біологічні властивості молока як продукту харчування.

Все це свідчить про тісний взаємозв'язок процесів відтворення секретуючої функції молочної залози, ріст та розвиток плоду та актуальність досліджень з даної проблеми.

Мета роботи – дослідити обмін ліпідів в організмі корів, їх використання тканинами молочної залози для секретування у період інтенсивної лактації та росту і розвитку плода у ембріональний період гестації.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальну частину роботи проведено на базі господарства СВК АФ «Перше травня» Сумського району Сумської області; ТОВ «Ворожба» м'ясокомбінат Білопільського району Сумської області та ПАТ «Конотопм'ясо» м. Конотоп, Сумської області.

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

З метою дослідження використання основних класів ліпідів в організмі корів за періодами лактації, для секретуючої функції молочної залози, росту і розвитку плода в умовах двох м'ясокомбінатів використовували корів української чорно-рябої та української червоно-рябої порід другої–четвертої лактацій.

Інформація щодо осіменіння корів після отелення отримана від власників тварин та спеціалістів господарств.

За умов, що корови осіменилися наприкінці другого – початку третього місяців лактації проводили відбір зразків артеріальної, венозної крові та разових проб молока від цих тварин. Після забою корів за наявності плода визначали період його гестації, довжину його тулуба (см), масу тіла (кг), кількість амніотичної та алантоїсної рідин (мл), відбирали проби амніотичної рідини та крові з серця плода або пупкової артерії. Таких тварин відносили до дослідних корів.

Період гестації плода визначали за його розмірами і наявністю шерстяного покриву за В. С. Шипіловим, Г. В. Зверевою, І. І. Родіним та В. Я. Нікітіним (1988 р.) і корів відносили до групи тварин у відповідному періоді лактації та гестації плода.

Враховуючи те, що корови у м'ясокомбінаті надходили від різних господарів, нами з метою підтвердження динаміки використання основних класів ліпідів в організмі корів для секретотворюючої функції молочної залози, росту і розвитку плода в умовах господарства СВК АФ «Перше травня» Сумського району, Сумської області сформована дослідна група корів (n=10) української чорно-рябї породи другої – четвертої лактації, сервіс-період яких становив 60–68 діб.

Від корів даної групи проводили відбір проб артеріальної та венозної крові, молока, молозива, як і від корів в умовах м'ясокомбінатів, у періоди:

- 1) інтенсивної лактації (n=5, 3–4-й місяці лактації) та ембріональний період росту і розвитку плода (1–2-й місяці гестації плода);
- 2) стабілізації лактації (n=5–10, 5–7-й місяці лактації) та ранній плідний період росту і розвитку плода (3–5-й місяці гестації);
- 3) завершення лактації (n=10, 8–9-й місяці лактації) та пізній плідний період росту і розвитку плода (6–7-й місяці гестації);
- 4) сухостою (n=10, 8–9-й місяці гестації плода).

Стан тварин в умовах господарства контролювався за основними фізіологічними показниками, перебігом лактаційного і сухостійного періодів. Під час досліджень господарство було вільне від інфекційних та паразитарних хвороб.

Тварини перебували під постійним клінічним наглядом. Коров утримували на прив'язі, годівля триразова, раціон збалансований за поживними речовинами згідно з нормами (). Напування тварин – автоматизоване. Доїння – триразове установкою з молокопроводом АДМ-8.

На першому етапі досліджень вивчали обмін ліпідів в організмі корів, використання їх

тканинами молочної залози в період інтенсивної лактації та ембріональний період гестації плода. Для цього використовували тварин, які були сформовані у групу в умовах господарства СВК АФ «Перше травня» у кількості 10 голів на початку періоду інтенсивної лактації. Відбір проб артеріальної крові (з хвостової артерії), венозної крові (з підшкірної черевної вени) та молока від тварин дослідної групи проводили після ранкової годівлі наприкінці третього та четвертого місяців лактації та ембріонального періоду гестації плода (1–2-й місяці гестації).

В умовах м'ясокомбінатів виявлено по 5 корів наприкінці першого і другого місяців гестації ембріона та плода. Від корів, що виявились тільними, попередньо відбирали проби артеріальної та венозної крові і молока до включення їх у технологічний процес, з подальшим визначенням періоду росту і розвитку плода. Проби крові плода відбирали з пупкової артерії за допомогою тонкої голки інсулінового шприца. Поряд з відбором проб крові проводили відбір зразків амніотичної рідини плода.

Впродовж 6-ти місяців після отелення корів визначали їх молочну продуктивність за добовим надоем та складом молока. Вміст сухої речовини, загального білка, жиру в молоці визначали використовуючи прилад ЕКОМІLK–М (Milk Analyzer Kam 98) згідно з інструкцією.

У зразках крові, молозива, молока, амніотичної рідини проводили визначення вмісту основних класів ліпідів методом атомно-десорбційної мас-спектрометрії (PDMS) на мас-спектрометрі виробництва «МСБХ» (BAT Selmi, Суми, Україна). Для цього зразки вищезазначених рідин у кількості 10 мкл наносили на позолочений, зразокнесучий диск, розподіляли його тефлоновою платівкою на поверхні площею 0,5 см², підсушували в атмосфері азоту і 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 із значень молекулярної маси (M/z) та інтенсивності піків квазімолекулярних іонів (КМІ), які відповідають зазначеним речовинам. Інтенсивність КМІ виражали в каунтах.

У зразках крові загальновідомими методами визначали концентрацію загальних ліпідів і ліпідного фосфору за Блюром (Неменова М. Д., 1967 р.), неетерифікованих жирних кислот (НЕЖК) – за Думкомбе (1968 р.), глюкози – методом Хіварінена–Ніккіла (Горячківський А. М., 1994 р.), кетонів тіл – за Енгфельдом–Пінкусеном (1975

р.), біохімічний індекс крові визначали за М. Т. Тарановим (1989 р.).

При проведенні 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 та їх обговорення

Організм корів відрізняється високою напруженістю обміну речовин під час одночасного

Таблиця 1

Вміст основних класів ліпідів в артеріальній крові корів під час інтенсивної лактації (3–4-й місяці лактації, $M \pm m$, $n = 5$, каунти, мг%)

Місяць лактації / гестації	Фосфорилхолін	Сумарна фракція фосфоліпідів	Холестерол	Сумарна фракція триацилгліцеролів	Неетерифіковані жирні кислоти, мг%
3/1	$531,18 \pm 5,09$	$89,60 \pm 3,36$	$496,70 \pm 4,20$	$78,54 \pm 3,08$	$7,36 \pm 0,40$
4/2	$561,76 \pm 5,69$	$91,81 \pm 3,16$	$580,04 \pm 4,36^*$	$74,68 \pm 2,79$	$8,12 \pm 0,38^*$
Середнє	$546,47 \pm 5,39$	$90,70 \pm 3,26$	$538,37 \pm 4,28$	$76,35 \pm 2,94$	$7,74 \pm 0,39$

Примітка: * $p < 0,05$ – порівняно з попереднім місяцем

Використання фосфорилхоліну, як фрагменту фосфоліпідів в організмі корів під час інтенсивної лактації (3–4-й місяці лактації), відбувалося так. В артеріальній крові корів вміст фосфорилхоліну за цей період підвищувався не вірогідно і становив у середньому $546,47 \pm 5,39$ каунти.

Сумарна фракція триацилгліцеролів у крові корів за перші два місяці росту та розвитку плода (період інтенсивної лактації) зменшувалась від $78,54 \pm 3,08$ до $74,68 \pm 2,79$ каунти, або на 5,17 %. В середньому, сумарна фракція триацилгліцеролів у крові корів становила $76,35 \pm 2,94$ каунти. Зниження вмісту сумарної фракції триацилгліцеролів супроводжувалося підвищенням концентрації неетерифікованих жирних кислот у крові корів. Так на третьому місяці лактації концентрації НЕЖК у крові корів становив $7,36 \pm 0,40$ мг% і підвищився до кінця четвертого місяця лактації до $8,12 \pm 0,38$ мг% (у 1,10 раза, $p < 0,05$), що свідчить про використання у цей час

перебігу процесів лактації та внутрішньоутробного росту і розвитку плода. Ліпіди як основне джерело енергії та пластичний матеріал в організмі тварин активно використовуються для синтезу компонентів молока в період інтенсивної лактації (3–4-й місяці лактації) та формування і розвитку ембріона під час ембріонального періоду гестації (1–2-й місяці гестації плода).

Обмін ліпідів в організмі корів у період інтенсивної лактації (3–4-й місяці лактації) свідчать про те, що вміст сумарної фракції фосфоліпідів у період інтенсивної лактації в артеріальній крові корів у середньому становив $90,70 \pm 3,26$ каунти. Від другого до четвертого місяців лактації сумарна фракція фосфоліпідів коливалася у крові корів від $89,60 \pm 3,36$ до $91,81 \pm 3,16$ каунти.

Сумарна фракція триацилгліцеролів у крові корів за перші два місяці росту та розвитку плода (період інтенсивної лактації) зменшувалась від $78,54 \pm 3,08$ до $74,68 \pm 2,79$ каунти, або на 5,17 % (табл. 1).

депонованої енергії в організмі корів. Так, маса тіла корів за цей період знизилась на $4,90 \pm 0,25$ кг.

Одним з енергетичних і структурних ліпідів в організмі тварин є холестерол. Результати наших досліджень доводять, що вміст холестеролу в артеріальній крові корів від третього до четвертого місяців лактації (1–2-го місяців гестації) збільшувався у 1,17 раза ($p < 0,05$) і в середньому становив $538,37 \pm 4,28$ каунти.

Використання ліпідів в організмі плода у період ембріонального росту та розвитку (1–2-й місяці гестації) мало наступну характеристику. Результати досліджень засвідчують, що в ембріональний період росту і розвитку плода використання основних ліпідів пластичного та енергетичного значення суттєво відрізнялося від використання їх організмом корови-матері.

Встановлено, що вміст сумарної фракції фосфоліпідів у крові плодів у кінці першого місяця гестації становив $135,84 \pm 3,48$ каунти, що у 1,52 раза ($p < 0,01$) більше порівняно з вмістом у крові корів першого місяця тільності. Наприкінці

другого місяця розвитку плодів цей показник у їх крові майже не змінився і становив $133,56 \pm 3,36$ каунти, що у 1,46 рази ($p < 0,01$) більше, ніж їх вміст в артеріальній крові корів. На нашу думку, це пов'язано з процесами синтезу фосфоліпідів в організмі плода.

Водночас результати досліджень свідчать про те, що вміст сумарної фракції фосфоліпідів у амніотичній рідині плодів був значно менше, ніж її вміст в артеріальній крові корів та плодів. Наприкінці першого місяця росту та розвитку плодів вміст сумарної фракції фосфоліпідів в амніотичній рідині становив $44,8 \pm 1,41$ каунти і

був у 2 рази ($p < 0,001$) менше, ніж у крові корів, та у 3,03 рази ($p < 0,001$), ніж у крові плодів.

У крові плодів (табл. 2) вміст фосфорилхоліну протягом першого – другого місяців росту та розвитку коливався від $659,30 \pm 6,01$ до $669,86 \pm 6,06$ каунти. Необхідно зазначити, що в перший місяць росту та розвитку плодів вміст фосфорилхоліну був у 1,24 ($p < 0,01$) і 1,19 рази ($p < 0,05$) більше, ніж вміст фосфорилхоліну у крові корів, із середнім його значенням за період $664,6 \pm 6,04$ каунти (у 1,22 рази більше ($p < 0,01$) порівняно з середнім вмістом в артеріальній крові корів).

Таблиця 2

Вміст фосфорилхоліну та сумарної фракції фосфоліпідів у крові плодів і амніотичній рідині (1–2-й місяць гестації, $M \pm m$, $n = 5$, каунти)

Місяць гестації / лактації	Фосфорилхолін		Сумарна фракція фосфоліпідів	
	Кров плодів	Амніотична рідина	Кров плодів	Амніотична рідина
1/3	$659,30 \pm 6,01$	$335,90 \pm 2,71$	$135,84 \pm 3,48$	$44,8 \pm 1,41^*$
2/4	$669,86 \pm 6,06$	$358,64 \pm 2,86$	$133,56 \pm 3,36$	$48,96 \pm 1,77$
Середнє	$664,60 \pm 6,04$	$347,25 \pm 2,79$	$134,70 \pm 3,42$	$46,91 \pm 1,59$

Примітка: * $p < 0,05$ – порівняно з попереднім місяцем

В амніотичній рідині вміст фосфорилхоліну в кінці першого місяця гестації плода становив $335,90 \pm 2,71$ каунти, що в 1,58–1,96 рази ($p < 0,01$) менше, ніж його вміст в артеріальній крові корів та крові плодів. Середній показник вмісту фосфорилхоліну в амніотичній рідині плодів за перші два місяці його розвитку становив $347,25 \pm 2,79$ каунти. Враховуючи те, що обмін ліпідів в організмі корів, плодів і молочній залозі супроводжувався використанням пластичних та енергетичних ліпідів, досліджено динаміку використання вмісту сумарної фракції триацилгліцеролів для цих процесів

У крові плодів вміст сумарної фракції триацилгліцеролів у кінці першого та другого місяців їх росту і розвитку був у 1,43–1,47 рази ($p < 0,01$) більше, ніж вміст в артеріальній крові корів відповідного місяця тільності. Виявлено, що в ембріональний період гестації середній показник вмісту сумарної фракції триацилгліцеролів у крові плодів був у 1,46 рази ($p < 0,01$) більше, ніж їх вміст в артеріальній крові корів, що також свідчить про більш високу жирсинтезуючу функцію в організмі плода.

За цей період концентрація НЕЖК у крові плодів майже не змінилася і коливалася від 8,12 ± 0,38 до $8,08 \pm 0,47$ мг%.

Поряд з тим необхідно зазначити, що, як і за попередньо поданими показниками (сумарної фракції фосфоліпідів та фосфорилхоліну) вміст сумарної фракції триацилгліцеролів в амніотичній рідині в перші два місяці росту та розвитку плода був в 1,85–2,27 рази ($p < 0,001$) менше, ніж їх вміст

в артеріальній крові корів та у 2,73–3,24 рази менше, ніж їх вміст у крові плодів ($p < 0,001$).

Подібна ж картина виявлена у крові плодів за вмістом холестеролу протягом першого–другого місяців гестації. Його вміст підвищився від $640,82 \pm 5,93$ до $697,22 \pm 6,10$ каунти (в 1,09 рази). Вміст холестеролу у крові плодів наприкінці першого місяця гестації був у 1,29 рази ($p < 0,01$), а другого місяця – у 1,20 рази ($p < 0,01$) більше, ніж його вміст у крові корів. На нашу думку, це є показником більш інтенсивного синтезу пластичних матеріалів в організмі плода.

Водночас в амніотичній рідині вміст холестеролу наприкінці першого місяця росту та розвитку плодів був у 1,55 рази ($p < 0,001$), а наприкінці другого місяця – у 1,75 рази ($p < 0,001$) менше, ніж його вміст в артеріальній крові корів відповідних місяців тільності і у 2,0–2,10 рази ($p < 0,001$) менше, ніж його вміст у крові плода. Маса тіла плодів наприкінці другого місяця гестації становила в середньому $44,0 \pm 1,16$ г.

На 180-ту добу досліджень БАСК телят контрольних підгруп осінньо-зимового періоду народження, залежно від маси тіла при народженні, підвищилась порівняно з показниками на 90-ту добу відповідно в 1,32; 1,36; та 1,38 рази ($p < 0,01$), а в середньому в 1,36 рази ($p < 0,01$). У телят дослідних підгруп бактеріцидна активність сироватки крові до 180-ої доби підвищується відповідно в 1,33; 1,28; 1,33 рази ($p < 0,01$), а в середньому в 1,31 рази ($p < 0,01$), порівняно з даним показником на 90-ту добу життя. У телят контрольних підгруп, які народилися у зимово-

весняний період БАСК на час появи жуйного процесу була на рівні $30,45 \pm 0,87\%$. Даний показник у телят дослідних підгруп був в 1,08 рази більше. Надалі бактерицидна активність сироватки крові телят контрольних і дослідних підгруп зимово-весняного періоду народження поступово зростала до 180-ї доби життя відповідно в 1,53 – 1,50 рази ($p < 0,01$).

Лізоцимна активність сироватки крові у телят осінньо-зимового періоду народження контрольних підгруп в середньому становила $26,30 \pm 0,56\%$. У телят дослідних підгруп ЛАСК виявилась на час появи жуйного процесу на 7–8 % більша. На 45-ту життя телят контрольних та дослідних підгруп ЛАСК підвищилась у порівнянні з даним показником на час появи жуйного процесу в 1,64 рази ($p < 0,01$). В послідуєчому, на 60-ту, 90-ту та 180-ту добу досліджень ЛАСК у телят контрольних підгруп знижувалось до $36,92 \pm 0,42\%$, що в 1,09 рази менше, ніж на 45-ту добу. У телят другої та третьої контрольних підгруп на 60-ту добу життя ЛАСК знизилась у порівнянні з 45-ю добою в 1,14 – 1,17 рази ($p < 0,05$).

Висновки

1. Вміст основних класів ліпідів у крові плодів від ембріонального періоду гестації до кінця пізнього плідного періоду у 1,45–2,05 рази більший ($p < 0,01$ – $0,001$), а у плідний період – у 1,21–1,41 рази ($p < 0,01$) менший, ніж у крові корів.

2. Використання основних класів ліпідів в організмі корів, для секретотворення тканинами молочної залози, росту та розвитку плода за місяцями і періодами лактації та гестації має хвилеподібну динаміку. Тканини молочної залози корів знижували використання сумарної фракції фосфоліпідів від періоду інтенсивної лактації до її завершення (в 3,48 рази, $p < 0,001$) та підвищували їх поглинання до кінця періоду сухостою (в 1,76 рази, $p < 0,001$).

3. Упродовж лактації тканини молочної залози корів вірогідно знижували поглинання фосфорилхоліну і сумарної фракції триацилгліцеролів із притікаючої крові відповідно в 2,05 і 1,83 рази ($p < 0,001$) та підвищували їх поглинання до кінця сухостою в 3,26 і 1,63 рази ($p < 0,001$).

References

- Contreras, G. A., Strieder-Barboza, C., & Raphael, W. (2017). Adipose tissue lipolysis and remodeling during the transition period of dairy cows. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8(1).
- Greco, L. F., Neto, J. T. N., Pedrico, A., Ferrazza, R. A., Lima, F. S., Bisinotto, R. S., Martinez, N., Garcia, M., Ribeiro, E.S., Gomes, G.C., Shin, J.H., Ballou, M.A., Thatcher, W.W., Staples, C.R. & Santos, J. E. P. (2015). Effects of altering the ratio of dietary n-6 to n-3 fatty acids on performance and inflammatory responses to a lipopolysaccharide challenge in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 98(1), 602–617.
- Kambur M. D. Zamazii, A. A. & Kolechko, A. V. (2017). Formuvannia rubtsevoho travlennia u teliat [Formation of scar digestion in calves]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 1 (40), 17-22 (in Ukrainian).
- Kambur, M.D. & Plyuta, L.V. (2014). Dobova dynamika vykorystannya tkanynamy molochnoyi zalozy koriv khloru v novotil'nyy period laktatsiyi [Daily dynamics of the use mammary gland Chlorine in colostric period lactation, *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*, 6 (35), 3-5 (in Ukrainian).
- Kambur, M. D., Zamasiy, A. A. & Piven, S. M. (2012). Lipidnyy spektr krovi koriv u period zavershennya laktatsiyi [Lipid spectrum of blood of cows at the end of lactation]. *Biology of animals*, 14, (1-2), 128-132 (in Ukrainian).
- Kononsky, O. I. (2006). Biokhimiia tvaryn: pidruchnyk . [Biochemistry of animals: a textbook]. High school, Kyiv (in Ukrainian).
- Piven, S.M. (2012). Pokaznyky lipidnoho obminu v krovi koriv u period sukhostoyu [Indicators of lipid metabolism in the blood of cows during dry period]. *Scientific works of the Pension Fund of NUBiP of Ukraine "KATU"*, 148, 308-312 (in Ukrainian).
- Ribeiro, E. S., Santos, J. E. P., & Thatcher, W. W. (2016). Role of lipids on elongation of the preimplantation conceptus in ruminants. *Reproduction*, 152(4), R115–R126.
- Santos, J. E. P., Wiltbank, M. C., Ribeiro, E. S., & Bisinotto, R. S. (2016). Aspects and mechanisms of low fertility in anovulatory dairy cows. *Animal Reproduction*, 13(3), 290–299.
- Zamasiy, A. A., Kambur, M. D., Piven, S. M., Peredera, O. S. (2012). Dynamika pokaznykiv lipidnoho metabolizmu v krovi koriv u novotil'nyy period ta yikh telyat [Dynamics of indicators of lipid metabolism in the blood of cows in the Newborn period and their calves] *Scientific herald of veterinary medicine of Belotserkivsky NAU*, 10 (99), 45-48 (in Ukrainian).