

ОСОБЛИВОСТІ ЛІПІДНОГО ОБМІНУ У КОНЕЙ (ОГЛЯД)

Васюта Ю.М., здобувач вищої освіти ОП «Ветеринарна медицина»
 Науковий керівник – **Вікуліна Г.В.**, к. вет. н., доцент
Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

Ліпіди (від грец. *lipos* – жир) – органічні сполуки, загальними властивостями яких є відносна нерозчинність у воді і розчинність в органічних розчинниках. Хімічно вони складаються зі спиртів, жирних кислот та інших компонентів. Ліпіди виконують різноманітні функції: енергетичну (при розщепленні жирів вивільняється набагато більше енергії, ніж при розщепленні вуглеводів – 9,3 ккал/1 г жиру; важливі енергетичні субстрати для метаболізму в скелетних м'язах), структурну (складні ліпіди і їх природні комплекси є основами біологічних мембран), регуляторну (стероїдні гормони), терморегуляторну (підшкірний жир), захисна (підшкірний жир, сурфактант). Жири можуть бути як тваринного (тверді), так і рослинного походження (зазвичай рідкі). Останні є необхідними для нормального функціонування деяких травних залоз у тварин і транспорту жиророзчинних вітамінів (А, Д, Е, К). Крім того, ліпіди беруть участь в утворенні молочного жиру у лактуючих тварин [14].

Усі кормові ліпіди поділяються на прості (моно-, ди- і триацилгліцероли; містять Карбон, Гідроген і Оксиген) та складні (додатково містять Нітроген, Сульфур та Фосфор). Властивості ліпідів залежать від властивостей жирних кислот, що входять до їх складу, – насичених (пальмітинова кислота, масляна кислота, каприлова кислота та міристинова кислота) та ненасичених (олеїнова кислота, лінолева кислота, ліноленова кислота, арахідонова кислота та ін.) [18].

Коні відрізняються від інших тварин тим, що їх основною діяльністю є м'язова робота. В їх раціонах жир є значущим, безпечним та ефективним джерелом енергії, завдяки цьому зменшується втомленість та травматизм тварин, підтримується нормальний фізичний стан. Жир є найбільш концентрованим джерелом енергії для даного виду тварин, його вміст коливається від 0,1% в коренеплодах і до 30% в олійних рослинах. У м'язовій тканині коня вміст жиру коливається від 3-4 до 20%, що залежить від статі, віку та породи. Вживання жиру покращує як транспортування жирних кислот через внутрішню мембрану мітохондрій, так і окислювальну здатність високоаеробних м'язів. Введення до раціонів більшої кількості жиру сприяє рівномірному приросту, знижує ризик кольок та захворювань кінцівок, і підвищує заплідненість кобил. Раціон з високим вмістом жиру має високу енергетичну цінність, особливо у періоди вагітності, лактації та інтенсивної роботи. Але короткий травний тракт коней, що є однією з їх особливостей, обмежує споживання загального об'єму кормів, ефективне перетравлення і всмоктування ліпідів. Для підвищення енергетичної цінності кормів за допомогою ліпідів необхідно розумно підійти до збільшення їх частки у раціоні, враховуючи, що жири містять у 2,25 рази більше енергії, ніж вуглеводи. Завдяки додаванню 5-10% жирів до раціону коней можна підтримувати нормальний фізичний стан, знижуючи споживання концентрованих кормів. Але важливо, щоб зміна раціону проходила поступово та з урахуванням усіх факторів загального стану тварини. Для розуміння використання ліпідів як джерела енергії у коней необхідні подальші дослідження впливу програм тренувань з використанням різних умов і порід коней [7,14]. Так, за даними Андрійчук А.В. зі співав. (2013) підвищення інтенсивності тренувальних навантажень призводить до максимальної мобілізації функціональних резервів організму спортивних коней з подальшим посиленням ліполізу та активацією перекісного окиснення ліпідів. Це може призвести до ушкодження клітинних мембран, інгібування активності ферментів, порушення поділу клітин, апоптичних змін тощо [12]. За даними Geelen S. (2000) харчовий жир порівняно з ізоенергетичною кількістю неструктурних вуглеводів стимулює ліполіз у жировій тканині, а також стимулює здатність до окиснення жирних кислот у скелетних м'язах коней [4].

Загалом у коней в діагностиці застосовують наступні показники ліпідного профілю: холестерол (ХС), триацилгліцероли (ТАГ) та ліпопротеїди (ЛП) різної щільності.

У коней показники загального ХС в сироватці крові у нормі складають 2,0-4,0 ммоль/л (можуть відрізнятись залежно від статі та віку). Гіперхолестеролемія може спостерігатися за дії стрес-факторів, гіпохолестеролемія – під час тренувань [2]. Рівень ХС збільшується у перший тиждень життя лоша завдяки споживанню молозива та молока [1]. Концентрація ТАГ у плазмі коней знижується при дітах з високим вмістом жиру [2] та збільшується під дією стрес-факторів [10]. Гіпертриацилгліцеролемія визначається при введенні кормів, багатих на жир чи легкоферментовані вуглеводи, за нестачі протеїну та ліпотропних речовин в раціоні, при гострому гепатиті, жировій гепатодистрофії, нефротичному синдромі, діабеті, гіпотиреозі, панкреатиті, при інсулінорезистентності чи гіперліпідемії. Є повідомлення, що підвищення рівня ТАГ у коней відбувається саме за ожиріння та інсулінової резистентності [6]. Новонароджені лоша також можуть мати гіпертриацилгліцеролемію, особливо у перший тиждень життя. Зниження рівня ТАГ спостерігається за недостатньої годівлі. У коней норми концентрації ТАГ у крові можуть варіювати залежно від віку, породи, режиму годівлі [1]. Так, за даними Pleasant R.S. (2013) рівень ТАГ вищий у кобил, ніж у меринів, що може бути свідченням того, що на метаболізм ліпідів впливає стать [6].

ТАГ разом з ХС, вільними жирними кислотами, фосфоліпідами та альбумінами або глобулінами входять до складу ЛП [16], що входять до складу клітинних мембран і ферментів, забезпечують транспорт ліпідів до місця депонування або утилізації, нейтралізують токсини, переносять надлишок вільного ХС від клітин периферійних тканин до печінки, де трансформуються. Транспортування ТАГ, ХС та його ефірів, фосфоліпідів забезпечується аполіпопротеїнами (зв'язують ліпіди у плазмі крові) [18]. Виділяють наступні основні види ЛП: ліпопротеїни високої щільності (ЛПВЩ) або α -ліпопротеїни, що транспортують ХС з печінки до інших тканин (в медицині антиатерогенні форми ЛП); ліпопротеїни дуже низької щільності (ЛПДНЩ) або пре- β -ліпопротеїни, транспортують ТАГ та ХС, з печінки до тканин та беруть участь у регуляції рівня ХС в крові (разом з ЛПНЩ); ліпопротеїни низької щільності (ЛПНЩ) – β -ліпопротеїни – основна фракція ліпідів, вміст у сироватці крові якої складає >50% від загальної кількості усіх ліпідів (в медицині атерогенні форми ЛП); хіломікрони – у їх вигляді синтезовані жири входять зі ШКТ до системи кровообігу [13,18]. Нормальний рівень ЛП у коней залежить від породи, віку та стану здоров'я. Є дані щодо зниження рівня ЛПНЩ під час тренувань коней [2]. Підвищений рівень ЛП в цього виду тварин може бути пов'язаний із різними захворюваннями. З іншого боку, низькі рівні ЛП можуть бути пов'язані з поганою годівлею, захворюваннями печінки, тощо [16]. Дослідженнями Землянського А.О. (2018) встановлено, що у коней з ламінітом ЛПВЩ не збільшуються, проте виразно зростають рівні ЛПНЩ і ЛПДНЩ. Зокрема, у коней та поні, які страждають на ожиріння, у більшості випадків розвивається метаболічний синдром, що супроводжується гіперінсулінемією та гіперліпідемією за рахунок всіх показників ліпідограми. За даними Стоцького О.Г. зі співав. (2014) у коней з гнійними ранами у різних частинах тіла зростання вмісту фосфоліпідів, можливо, пов'язане з руйнуванням тканин з подальшим вивільненням ліпідів з клітинних елементів. Крім того, ліпіди зумовлюють підвищення ферментативної активності за самоочищення рани та зниження відповідно їх кількості у процесі гранулювання та епітелізації ран [17].

За даними деяких досліджень [6], рівні НЕЖК нижчі у коней, які тренуються, при цьому на це не впливають конституційні особливості, вік або стать. Конституційні особливості за статтю відзначалися у рівні лептину в плазмі крові, відповідно до цього коні з надмірною кондицією та ожирінням мали більший рівень лептину ($p < 0,01$). Крім того, у надкондиційних кобил він також був вищий, ніж у надкондиційних меринів. Конституція тіла за віком також була значущою для рівнів лептину, при цьому кобили віком від 4 до 8 років і від 13 до 16 мали більший рівень лептину, ніж мерини. Зокрема автори зазначаються, що підвищений рівень лептину є потенційним фактором ризику ламініту [6]. Ожиріння, гіперінсулінемія та ламініт іноді розвиваються одночасно у коней без виявленої дисфункції

проміжної частини гіпофіза (хвороба Кушинга у коней), і цю групу розладів називають синдромом × або метаболічним синдромом коня. Також у роботі вказується, що концентрації ТАГ у плазмі крові та загального ХС не відрізняються у клінічно нормальних та поні з гіперінсулінемією, але в ослів існує позитивна кореляція між концентрацією інсуліну та ТАГ із природною гіперліпідемією [3]. Також у роботі Suagee J.K. (2013) вказується на залежність концентрації лептину, ТАГ і НЕЖК у плазмі від маси тіла коней, зокрема ожиріння, годівлі, статі [9].

У роботі [8] концентрації сироваткових фосфоліпідів, ТАГ, ХС, НЕЖК визначали протягом у 19 коней і поні (8 коней породи Морган, 7 коней чистокровних порід і 4 поні Шетлендської породи). У коней породи Морган концентрація загальних ліпідів була вищою за чистокровних коней, хоча відносні пропорції кожного типу ліпідів були подібними серед обох порід. Поні мали вищі концентрації НЕЖК. У коней концентрації ТАГ у сироватці крові в холодні місяці (з грудня по березень) були нижчими, ніж у теплі. У поні не було сезонних коливань ТАГ, але спостерігалось значне збільшення концентрації НЕЖК у холодні місяці.

За даними Saeed Nazifi (2005) концентрація ХС у каспійських мініатюрних коней була вищою за арабських, чистокровних і коней стандартних порід, але подібною до значення, повідомленого для туркменських коней, концентрація ТАГ – нижчою, але подібною до значень для туркменських коней. Але наголошується про існування малої інформації щодо загальної кількості сироваткових ліпідів у коней. У коней більшість ХС циркулює як ЛПВЩ. Харчові і метаболічні зміни метаболізму ЛП є важливими для коней. У цій роботі також наводяться дані, що годівля дієтою, збагаченою жирами, незалежно від енергетичного вмісту, призводить до значного зниження рівня ТАГ у плазмі крові, що пов'язане зі збільшенням активності ліпопротеїнліпази плазми в середньому на 50%. Вік каспійських мініатюрних коней мав значний вплив на концентрацію ХС, ТАГ, загальних ліпідів, ЛПВЩ, ЛПНЩ та ЛПДНЩ, їх значення були вищими у старших тварин. Є повідомлення, що концентрації ХС, ТАГ і ЛПНЩ у плазмі значно вищі у молочних лошат, ніж у дорослих поні [5]. Плазмові концентрації ЛПДНЩ, ЛПВЩ, ТАГ були значно вищими у коней за ожиріння+інсулінової резистентності у дослідженнях Frank N. (2006). Це відрізняється від інформації щодо людей і авторами пояснюється тим фактом, що перенесення ХС від ЛПВЩ до ЛПДНЩ у людей каталізується білком-переносником ефіру ХС, тоді як у крові коней його активності майже не спостерігається. Більш високі концентрації ЛПВЩ у плазмі пов'язували з підвищеною активністю ліпопротеїнліпази у коней, яких годували дієтами з високим вмістом жиру, що свідчить про те, що вищі концентрації ЛПВЩ, виявлені у коней за ожиріння+інсулінової резистентності, можуть бути пов'язані зі збільшенням активності ліпопротеїнліпази [3].

Висновки. Визначення ліпідного профілю у коней є важливим для встановлення енергетичного статусу, реакції на дієту та метаболічних розладів. Енергетичні потреби коней є різними для утримання, росту, вагітності, лактації та роботи. У виснажених і дуже худих коней знижена стійкість до дії стресів і холоду, а також підвищена сприйнятливність до інфекцій. Коні з ожирінням мають знижену переносимість фізичних навантажень і спеки, а також підвищений ризик ламініту та странгуляційних коліків, ліпоми. Якщо голодувати протягом тривалого періоду часу (> 24 годин), поні та тяглові породи особливо є схильними до гіперліпідемії та гіпертриацилгліцеролемії, що супроводжуються в подальшому печінковою недостатністю. Отже, дослідження ліпідів у коней важливе для визначення їхнього здоров'я та розробки оптимальних стратегій годівлі та догляду.

Проведений літературний пошук буде продовжений та інформація отримає більш широке висвітлення як наукова публікація. В подальшому планується проведення власних досліджень щодо ліпідного обміну у коней.

Бібліографічний список:

1. Arfuso, F., Giudice, E., Di Pietro, S., Quartuccio, M., Giannetto, C., & Piccione, G. (2016). The dynamics of serum lipid and lipoprotein profiles in growing foals. *Journal of Equine Veterinary Science*, 40, 1-5. doi.org/10.1016/j.jevs.2016.01.012.

2. Assenza, A., Tosto, F., Piccione, G., Fazio, F., Nery, J., Valle, E., & Bergero, D. (2012). Lipid utilization pathways induced by early training in Standardbred trotters and Thoroughbreds. *Journal of equine veterinary science*, 32(11), 704-710. doi.org/10.1016/j.jevs.2012.02.015.
3. Frank, N., Elliott, S. B., Brandt, L. E., & Keisler, D. H. (2006). Physical characteristics, blood hormone concentrations, and plasma lipid concentrations in obese horses with insulin resistance. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 228(9), 1383-1390. doi.org/10.2460/javma.228.9.1383
4. Geelen, S., Jansen, W., Geelen, M., Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M., & Beynen, A. (2000). Lipid metabolism in equines fed a fat-rich diet. *International journal for vitamin and nutrition research*, 70(3), 148-152. doi.org/10.1024/0300-9831.70.3.148
5. Nazifi, S., Saeb, M., Rategh, S., & Khojandi, A. (2005). Serum lipids and lipoproteins in clinically healthy Caspian miniature horses. *Veterinarski arhiv*, 75(2), 175-182.
6. Pleasant, R.S., Suagee, J.K., Thatcher, C.D., Elvinger, F., & Geor, R.J. (2013). Adiposity, plasma insulin, leptin, lipids, and oxidative stress in mature light breed horses. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27(3), 576-582. doi.org/10.1111/jvim.12056
7. Ralston S.L. (2021). Feeding practices in horses and other equids. *Journal of equine veterinary science*. P. 2.
8. Robie, S. M., Janson, C. H., Smith, S. C., & O'Connor Jr, J. T. (1975). Equine serum lipids: serum lipids and glucose in Morgan and Thoroughbred horses and Shetland ponies. *American journal of veterinary research*, 36(12), 1705-1708.
9. Suagee, J. K., Corl, B. A., Crisman, M. V., Pleasant, R. S., Thatcher, C. D., & Geor, R. J. (2013). Relationships between body condition score and plasma inflammatory cytokines, insulin, and lipids in a mixed population of light-breed horses. *Journal of veterinary internal medicine*, 27(1), 157-163. doi.org/10.1111/jvim.12021
10. Zhegunov, G.F., Bayeva, T.I., & Vasilina, E.G. (2016). Метаболічний профіль сироватки крові спортивних коней української верхової породи в умовах фізичного та емоційного навантаження. *Вісник харківського національного університету імені В.Н. Каразіна*. (27), 128.
11. Андрійчук, А.В., Ткачова, І.В., Ткаченко, Г.М., & Кургалюк, Н.М. (2013). Маркери оксидативного стресу та біохімічні показники спортивних коней у динаміці тренінгу. *Науково-технічний бюлетень*, (109 (1)), 3-12.
12. Андрійчук, А.В., Ткачова, І.В., Ткаченко, Г.М., Кургалюк, Н.М., & Вартовник, М.С. (2012). Маркери оксидативного стресу у коней, що використовуються у виїзді в динаміці тренінгу. *Природничий альманах (біологічні науки)*, (17).
13. Вікуліна Г.В. (2008) Деякі показники обміну ліпідів сироватки крові поросят різного віку. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького*. 10 (2-1(37)), 24-28.
14. Жукорський, О. М., Волков, Д. А., Ібатулін, І. І., Іонов, І. А., & Ткачова, І. В. (2013). *Фізіологія живлення і годівля коней*. Аграр. наука, 352 с.
15. Землянський, А.О. (2018). Показники обміну ліпідів у сироватці крові тварин за деяких незаразних хвороб та після переохолодження. *Проблеми кріобіології і кріомедицини*, (28, № 2), 174-174.
16. Левченко, В.І., Головаха, В.І., Кондрахін, І.П., Рубленко, М.В., Сахнюк, В.В., Цвіліховський, М.І., ... & Чуб, О.В. (2010). *Методи лабораторної клінічної діагностики хвороб тварин*. Аграрна освіта, 445 с.
17. Стоцький, О.Г., Лазоренко, Л.М., & Стоцький, А.О. (2014). Вміст сумарної фракції фосфоліпідів та фосфорилхоліну у плазмі крові коней за гнійних ран. *Науковий вісник ветеринарної медицини*, (13), 243.
18. Чечуй, О.Ф., Палій, А.П., Палій, А.П., & Іщенко, К.В. (2022). *Основи біохімії у тваринництві*. Державний біотехнологічний університет, 160 с.