

The effect of intramuscular administration of “Tryvit” preparation on protein content in the blood serum of mares in case of nutrients’ deficit in the ration

K. Suprunenko | N. Dmytrenko | L. Karysheva | V. Slynko

Article info

Correspondence Author

K. Suprunenko

E-mail:

kostiantyn.suprunenko@pdaa.edu.ua

Poltava State Agrarian University,
Skovoroda Str., 1/3, Poltava,
36000, Ukraine

Citation: Suprunenko, K., Dmytrenko, N., Karysheva, L., & Slynko, V. (2025). The effect of intramuscular administration of “Tryvit” preparation on protein content in the blood serum of mares in case of nutrients’ deficit in the ration. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 256–261. doi: 10.31210/spi2025.28.03.39

The research results were presented in the paper concerning the issues of indicators’ dynamics of vitamin A, total protein content in the blood serum and its fractional composition in mares at the last trimester of pregnancy and the first months of lactation under the effect of intramuscular administration of “Tryvit” preparation. For this purpose, the analysis was conducted as to ration of feeding mares on the nutrients’ content. In case of the latters’ deficit, in the control group the tendency to the decrease in total protein and vitamin A content is observed in the blood serum beginning from the ninth month of pregnancy. At the same period, the above mentioned indicators in vitaminized mares increase. After 30 days after “Tryvit” preparation administration, vitamin A indicator in the blood serum in the experimental group of mares in foal becomes almost 4 times higher ($p < 0.001$). Later on, up to 10 days before parturition, the probable difference ($p < 0.001$) in vitamin A content is preserved compared to the animals of the control group. On the 40th day of lactation, though the content of vitamin A in the blood serum of the mares in the experimental group decreased, it was almost twice higher ($p < 0.05$) than vitamin A content in the animals of the control group. A month before parturition, total protein content grew to the highest value during the study period, being higher ($p < 0.01$) than this indicator in the control group. A month after lactation, the tendency to the decrease in the total protein content in the blood serum of the mares in the experimental group was observed, and in the control group animals, the total protein content increased. Analyzing the dynamics of albumins’ content in the blood serum, almost the equal dynamics of their content was registered both in the control and experimental groups. Changes connected with protein globulins fraction redistribution took place. In the majority of cases, the content of α -globulins fell in the animals of the experimental group two months before the delivery, and no such changes occurred in the mares of the control group. In the blood serum of the experimental group mares, the content of β -globulins after administering “Tryvit” preparation to them gradually increased and a month after lactation, it was higher ($p < 0.01$) compared to the animals of the control group. It should be mentioned that during the whole research period, the highest content of β -globulins was observed in the blood serum of the control group mares a month before the parturition and this content was higher ($p < 0.05$) than the similar indicator in the experimental group mares. The dynamics of γ -globulins’ indicators in the two groups of animals was similar, but the increase in their content ($p < 0.001$) in the experimental group mares took place a month before the parturition.

Keywords: mares in foal (pregnant mares), blood serum, proteins of blood serum, retinol, vitamin A, carotene, ration’s nutritive value, feeding of mares, albumins, globulins.

Вплив внутрішньом’язового введення препарату «Тривіт» на вміст білків у сироватці крові кобил за дефіциту у раціоні поживних нутрієнтів

K. В. Супруненко | Н. І. Дмитренко | Л. П. Каришева | В. Г. Слинько

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

У роботі наведені результати досліджень з питань динаміки показників вмісту вітаміну А, загального білку у сироватці крові та його фракційний склад у кобил в останній триместр жеребності та перші місяці лактації під впливом внутрішньом’язового введення препарату «Тривіт». З цією метою був проведений аналіз раціону годівлі кобил на вміст поживних нутрієнтів. За дефіциту останніх у групі контролю спостерігається тенденція до зниження вмісту загального білку та вітаміну А у сироватці крові починаючи з дев’ятого місяця жеребності. У цей же період у вітамінізованих кобил дані показники збільшуються. Через 30 днів після застосування препарату «Тривіт», у дослідній групі жеребних кобил, показник вмісту вітаміну А у сироватці крові підвищується, майже, у чотири рази ($p < 0.001$). У подальшому, до 10 доби перед пологами зберігається вірогідна ($p < 0.001$) різниця у вмісті вітаміну А у порівнянні з тваринами групи контролю. На 40-ву добу лактації, хоча і знижувався вміст вітаміну А у сироватці крові кобил дослідної групи, але він був, майже, у двічі вищим ($p < 0.05$) від такого показника у тварин групи контролю. За місяць до пологів у кобил дослідної групи вміст загального білку підвищувався до найбільшого значення за період досліджень, будучи вищим ($p < 0.01$) від цього показника у групи контролю. Через місяць лактації спостерігалася тенденція до зниження вмісту загального білку в сироватці крові кобил дослідної групи, а у тварин групи контролю до підвищення. Аналізуючи динаміку вмісту альбумінів у сироватці крові спостерігали, майже однаково динаміку їх вмісту в контрольній та дослідній групах. У глобуліновій фракції білків відбувалися зміни пов’язані з їх перерозподілом. У переважній більшості вміст α -глобулінів знижувався у тварин дослідної групи за два місяці до пологів, а у кобил групи контролю таких змін не відбувалося. У сироватці крові кобил дослідної групи вміст β -глобулінів, після введення їм препарату «Тривіт», поступово збільшувався та через місяць лактації був вищим ($p < 0.01$) у порівнянні з тваринами групи контролю. Слід зауважити, що у сироватці крові кобил контрольної групи за місяць до вижеребки спостерігався найвищий вміст β -глобулінів за увесь період дослідження, який був вищим ($p < 0.05$) від такого у кобил дослідної групи. Динаміка показників γ -глобулінів в обох групах тварин була схожою, але підвищення ($p < 0.001$) вмісту їх у кобил дослідної групи відбувалося за місяць до пологів.

Ключові слова: жеребні кобили, сироватка крові, білки сироватки крові, ретинол, вітамін А, каротин, поживність раціону, годівля кобил, альбуміни, глобуліни.

Бібліографічний опис для цитування: Супруненко К. В., Дмитренко Н. І., Каришева Л. П., Слинько В. Г. Вплив внутрішньом’язового введення препарату «Тривіт» на вміст білків у сироватці крові кобил за дефіциту у раціоні поживних нутрієнтів. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 256–261.

Вступ

Жеребність є доволі напруженим фізіологічним станом, що обумовлений змінами у складних обмінних процесах, зокрема вітамінному та білковому [1]. Такі зміни обумовлені необхідністю адекватного росту та розвитку плода, забезпечення його усіма необхідними поживними речовинами, а також підготовкою організму кобили до лактації [2].

Білки сироватки крові кобил, зокрема, альбуміни та різні фракції глобулінів виконують різноманітні функції. Вони підтримують онкотичний тиск, транспортують поживні речовини, регулюють імунні процеси [3]. Ті чи інші зрушення у білковому складі сироватки крові можуть стати маркерами у порушеннях метаболізму та змін фізіологічного стану жеребної кобили.

Ретинол відноситься до жиророзчинних вітамінів, що відіграє важливу роль у обмінних процесах, росту клітин та їх диференціації, регуляції імунного захисту, а також рості та розвитку плода [4]. Дефіцит ретинолу, під час жеребності, може спричинити порушення ембріогенезу, зниження рівня імунного захисту та викликати проблеми у репродукції [1, 5].

Особливу цікавість викликають дослідження пов'язані зі змінами у білковому та вітамінному обміні у кобил в останній триместр жеребності, оскільки, у цей період усі системи в організмі тварин знаходяться у доволі напруженому стані, а плід швидко росте і розвивається [6].

У останні три місяці жеребності відбувається розрідження крові, що спричинює зниження вмісту альбумінів, стимуляцію захисних механізмів, що викликає зміни у вмісті глобулінової фракції [3, 7].

У цей період розвитку плід потребує значної кількості вітаміну А, що може викликати недостатність його в організмі кобили, а особливо на фоні дефіциту каротину у кормах та сезонних коливань [5, 8–12].

У сучасних умовах ведення конярства існує досить широка лінійка кормів промислового виробництва для годівлі коней [13]. Ці корми здатні задовольнити потребу організму тварин різних порід за будь-якого навантаження та фізіологічного стану [14–16].

Нажаль, не усі господарі тварин можуть правильно збалансувати раціон годівлі коней. Особливої уваги заслуговує годівля глибоко жеребних та лактуючих кобил, оскільки дефіцит поживних компонентів вплине на ріст і розвиток як плода, так і молодняку [17]. Тривала недостатність білкових компонентів у раціоні годівлі кобил здатна викликати доволі суттєві порушення у обміні речовин, що спричинить низку негативних наслідків, таких як, розлади гормонального статусу, зниження загальної резистентності організму, метаболічні розлади та інші [18, 19]. Такі глибокі розлади гомеостазу у організмі кобил на фоні недостатності вітамінів можуть спричинити порушення гомеостазу в плоді та новонароджених лошат, наслідком чого може бути аборт або народження слабкого не життєздатного молодняку [20].

Тому головним завданням лікарів ветеринарної медицини у кінних господарствах є моніторинг статусу організму кобил та своєчасна корекція критичних змін. Ось чому з'ясування динаміки показників білкового та вітамінного обмінів на фоні недостатньо поживного раціону годівлі є актуальним.

Мета дослідження

Дослідити вплив внутрішньом'язового введення препарату «Тривіт» на динаміку показників білкового та А-вітамінного обмінів за дефіциту поживних речовин у раціоні годівлі кобил останнього триместру жеребності та впродовж двох місяців лактації.

Матеріали і методи

Експериментальні дослідження проводилися у в умовах «Олександрійського» кінного заводу Кіровоградської області на 5–10 річних кобилах української верхової породи у останній триместр жеребності та впродовж двох місяців після вижеребки.

Для проведення наших досліджень було сформовано дві групи кобил.

Дослідній групі тварин (n=7) за 90 діб до вижеребки внутрішньом'язово вводили препарат «Тривіт» тричі з інтервалом у сім діб в дозі 700000 ОД у перерахунку на вміст вітаміну А.

Друга група тварин (n=7) слугувала контролем.

Тваринам цієї групи жодних вітамінних препаратів не застосовували.

Тварини дослідної та контрольної груп знаходилися за однакових умов годівлі та утримання.

У сироватці крові тварин визначали вміст вітаміну А за методикою О. Бессея у модифікації Левченка зі співавторами (1998), загального білку за допомогою рефрактометра RL-2, та його фракцій – турбідиметричним методом за допомогою КФК-2 [21].

Також визначали вміст протеїну методом К'ельдаля, а каротину ГОСТ 13496.17-95 [22].

Отриманий цифровий матеріал обробляли з використанням методів варіаційної статистики на комп'ютері за програмою «Excel». Вираховували середнє арифметичне (М) та середню похибку середнього значення (m).

Результати та їх обговорення

Для з'ясування рівня забезпеченості кобил кормовими нутрієнтами було досліджено загальну поживність раціону годівлі тварин яка склала 9,4 к.од. за нормативної потреби у 8,75. Вміст перетравного протеїну був на рівні 640,97 гр., за фізіологічної потреби у 870 гр. Також у раціоні годівлі жеребних кобил був встановлений дефіцит каротину – 178,64 гр.. Отже, аналізуючи дані загальної поживності раціону можна стверджувати про недостатність перетравного протеїну та каротину, що є головним попередником для утворення вітаміну А у організмі тварин. За недостатності каротину у кормах в організмі виникає дефіцит вітаміну А який

компенсується за рахунок депонованої кількості його у печінці, жировій тканині та інших тканинах. Але, слід зауважити, що компенсаторні механізми спрацьовують лише до певного вмісту його у тканинах, а у подальшому проявляються клінічні ознаки патології. Дефіцит білків у раціоні годівлі коней може провокувати виникнення гіповітамінозу А, як прямим, так і опосередкованим впливом.

Такі твердження мають підґрунтя, оскільки вміст загального білку у сироватці крові кобил за 90 діб до вижеребки становив $72,28 \pm 1,77$ та $69,31 \pm 2,47$ г/л у контрольній та дослідній групах відповідно (рис. 1).

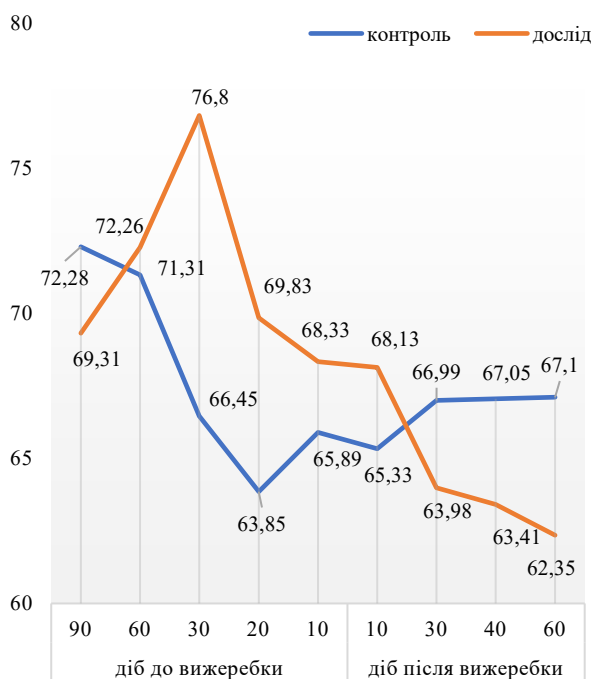


Рис. 1. Динаміка показників вмісту загального білку у сироватці крові кобил (г/л)

У подальшому, за 20 діб до вижеребки, відбувалося зниження вмісту загального білку сироватки крові кобил контрольної групи до $63,85 \pm 0,95$ г/л, вочевидь, це природний процес, що пов'язаний зі збільшенням об'єму крові, зниженням синтезу білків та недостатнім надходженням протеїнів з кормом. Поряд з цим, слід зауважити, що у останній триместр плод найбільш інтенсивно росте і пластичні речовини, у тому числі білки, використовуються у цьому процесі. Після вижеребки на 60 добу відбувалося, хоча і повільне, але збільшення вмісту цього показника до $67,1 \pm 1,7$ г/л. Такий його вміст істотно не змінювався у порівнянні з 30-ю добою до вижеребки. На нашу думку, це пов'язано з використанням білків на утворення молозива та молока.

Окремої уваги заслуговує фракційний склад білків сироватки крові кобил. За 20 діб до вижеребки спостерігалось зниження вмісту альбумінів у сироватці крові до $30,63 \pm 1,4$ % у порівнянні з цим показником за три місяці до пологів (рис. 2).

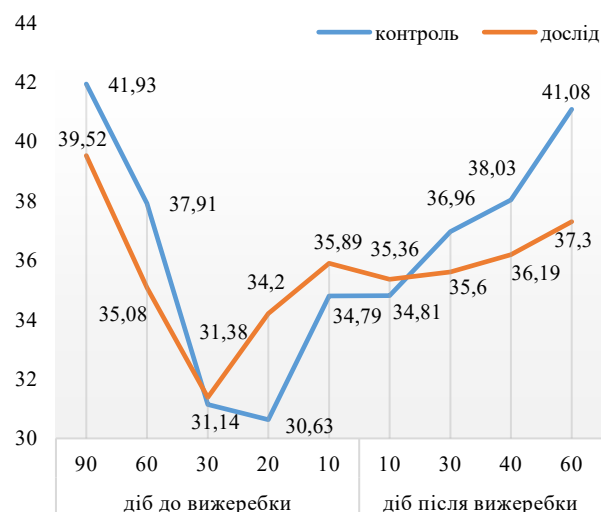


Рис. 2. Динаміка показників вмісту альбумінів у сироватці крові кобил (%)

Ми вважаємо, що такі зміни пов'язані з підтримкою онкотичного тиску крові та використанням їх як джерела амінокислот. Слід зауважити, що за 10 діб до вижеребки даний показник підвищується і становить $34,79 \pm 1,72$ %. Вочевидь, таке підвищення вмісту альбумінів пов'язано з періодом родового стресу, оскільки їх вміст тримається на одному рівні до 10 доби після пологів.

У подальшому, до 60 доби після пологів їх вміст поступово підвищується до показників початку останнього триместру жеребності.

Динаміка до зниження вмісту альбумінів у сироватці крові кобил останнього періоду жеребності пов'язана з доволі інтенсивним періодом росту плода. Поряд з цим підвищується токсичне навантаження на організм кобили [3], а дана фракція білків транспортує ці речовини у нирки та печінку.

За три місяці до вижеребки вміст α -глобулінів становив $21,58 \pm 0,84$ % (рис. 3).

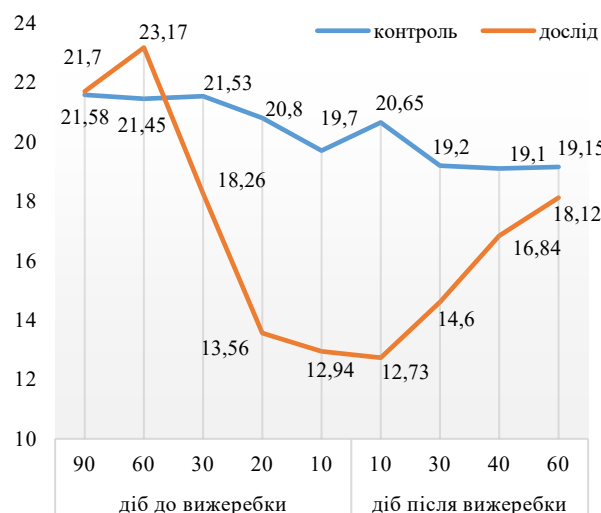


Рис. 3. Динаміка показників вмісту α -глобулінів у сироватці крові кобил (%)

У подальшому, як до пологів, так і впродовж двох місяців після них, дана фракція зазнає певних змін, але вони не є показовими у групі контролю.

До складу β -глобулінової фракції входять такі речовини як, трансферин, фібріноген, гемопексин, ліпопротеїди та інші білкові комплекси. За три місяці до вижеребки їх вміст був на рівні $17,91 \pm 0,91$ %. У зв'язку зі збільшенням потреби плода у поживних речовинах, у тому числі і ліпідних комплексів, дана фракція білків транспортує такі речовини до плаценти та інших тканин, оскільки ліпіди мають значну енергетичну цінність. На цьому фоні спостерігали підвищення вмісту β -глобулінової фракції за 30 днів до пологів до $29,5 \pm 1,13$ %. У подальшому, до 10 доби після вижеребки відбувалося зниження вмісту білків цієї фракції до $20,79 \pm 1,12$ %. Вочевидь, це пов'язано з масованим депонуванням ліпідних комплексів під час жеребності та поступовим їх витрачанням тваринами контрольної групи (рис. 4).

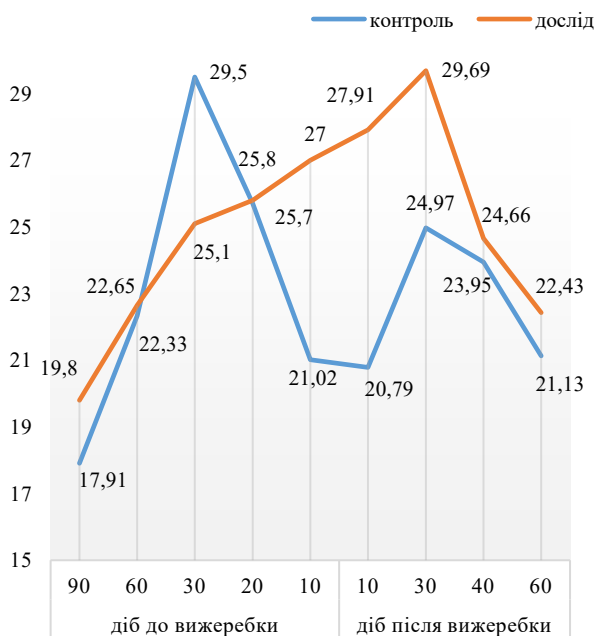


Рис. 4. Динаміка показників вмісту β -глобулінів у сироватці крові кобил (%)

Подальша динаміка змін β -глобулінової фракції білків, на нашу думку, пов'язана з процесами молокоутворення та молоковиділенням.

У переважній більшості гуморальний захист організму тварин забезпечують імуноглобуліни, що входять до складу γ -глобулінової фракції білків. На початку своїх досліджень ми не спостерігали суттєвих змін у динаміці даного показника. Але за 20 днів до пологів відбулося підвищення даного показника до $22,85 \pm 1,09$ %, (рис. 5). що, вочевидь пов'язано з початком накопичення їх у молочній залозі. Така тенденція спостерігалася до 10 доби лактації, становлячи $23,73 \pm 1,1$ %, що спричиняється виведенням їх з молозивом. До 30 доби вміст γ -глобулінів стабілізується і знаходиться на рівні 9-го місяця жеребності.

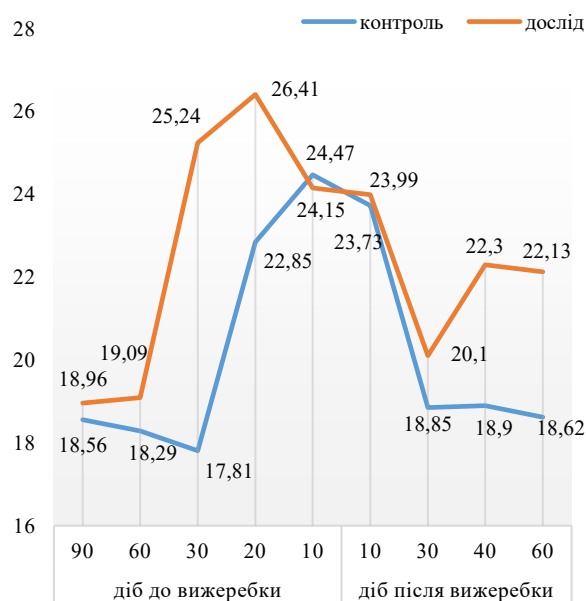


Рис. 5. Динаміка показників вмісту γ -глобулінів у сироватці крові кобил (%)

За дефіциту каротину в кормах відбувається зниження рівня синтезу ретинолу в організмі тварин [2]. Нами було з'ясовано, що у кобил дев'ятого місяця жеребності вміст ретинолу був на рівні $4,59 \pm 0,26$ мкг/100 мл, що майже у двічі нижче від фізіологічної норми. До моменту пологів спостерігалася тенденція до зниження його вмісту у сироватці крові кобил, становлячи $2,51 \pm 0,26$ мкг/100 мл за 10 днів до вижеребки. Також така динаміка вмісту ретинолу у сироватці крові пов'язана із зростаючою потребою плода у вітаміні А для росту і розвитку (рис. 6).

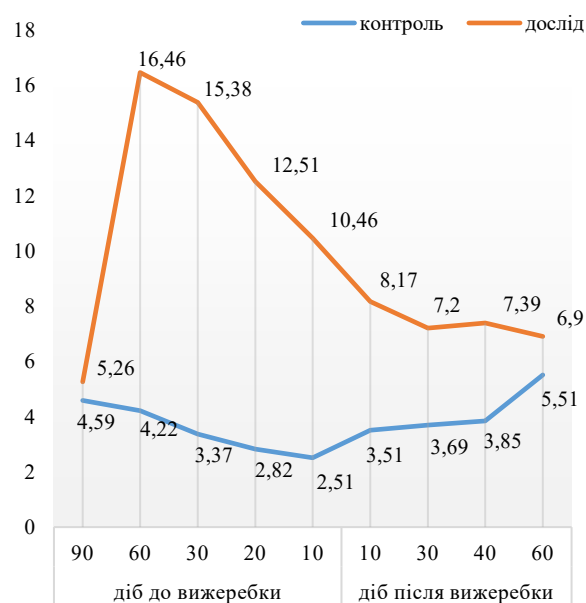


Рис. 6. Динаміка показників вмісту ретинолу у сироватці крові кобил (мкг/100 мл)

Зниження рівня ретинолу в сироватці крові кобил клінічно проявлялася у вигляді тьмяності волоссяного

покриву, волосіння було скуйовджене, копитний ріг мав матовий відтінок.

Окрему цікавість викликають дані отримані нами після внутрішньом'язового введення, курсовим призначенням, препарату «Тривіт».

За три місяці до пологів вміст загального білку у сироватці крові кобил становив $69,31 \pm 2,47$ г/л. Застосувавши препарат, впродовж двох місяців ми спостерігали підвищення його вмісту до $76,8 \pm 1,44$ г/л, ($p < 0,01$) відносно показника контрольної групи. Вочевидь, така динаміка викликана підвищенням всмоктуванням протеїнів з кишечника тварин. За 20 дів до вижеребки, хоча і продовжувалося зниження вмісту загального білка у сироватці крові кобил дослідної групи, але він був вищим $69,83 \pm 1,95$ г/л, ($p > 0,05$) ніж такий у контрольній групі. До 60 доби після пологів відбувалося зниження цього показника у тварин дослідної групи майже до нижньої межі фізіологічної норми, становлячи $62,35 \pm 1,15$ г/л. Вочевидь, така динаміка пов'язана з тим, що з молозивом та молоком тварина виводить з організму білки, у тому числі і власного тіла.

Динаміка показників вмісту альбуміні в сироватці крові кобил дослідної групи не має суттєвих відмінностей від таких у контрольній (рис. 2).

Визначивши вміст α -глобулінів, нами було встановлено, що його вміст у кобил 9-го місяця жеребності дослідної групи був на рівні $21,7 \pm 1,05$ % (рис. 3). Після введення препарату «Тривіт» відбувалося не значне зростання цього показника через 30 дів, вочевидь це пов'язано з процесами розсмоктування препарату та транспортуванням його у печінку. У подальшому відбувалося зниження їх вмісту до $13,56 \pm 1,24$ % ($p < 0,01$). На нашу думку, така динаміка показників викликана перерозподілом між іншими фракціями білків, зокрема γ -глобуліновою. На 30 добу лактації даний показник починає підвищуватися до $14,6 \pm 0,77$ % ($p < 0,05$), але залишається нижчим від такого у кобил контрольної групи.

Динаміка показників вмісту β -глобулінів має тенденцію до поступового підвищення, але за 30 дів до пологів перебуває на нижчому рівні ніж у тварин контрольної групи, становлячи $25,1 \pm 1,4$ % ($p < 0,05$). Вочевидь, тварини, яким вводили препарат «Тривіт» не депонують у великих кількостях ліпідні комплекси у молочній залозі. До 30 доби лактації вміст β -глобулінів підвищувався, становлячи $29,69 \pm 0,72$ % ($p < 0,01$) (рис. 4) у порівнянні з аналогічним періодом у тварин контрольної групи. До 60 доби відбувалося зниження показників даної фракції до меж початку дослідження.

Після застосування препарату «Тривіт» ми визначили вміст γ -глобулінів у сироватці крові кобил дослідної групи, він становив $18,96 \pm 0,82$ % на 9 місяці жеребності. За 30 дів до пологів спостерігали підвищення їх вмісту до $25,24 \pm 0,91$ % ($p < 0,001$) у порівнянні з тваринами контрольної групи. Ми вважаємо, що таке підвищення показника відбулося за рахунок стимулювання синтезу імуноглобулінів яке пов'язано з введенням вітамінного препарату та перерозподілом у β -глобуліновій фракції. За 20 дів до вижеребки продовжувалося збільшення вмісту

γ -глобулінів у дослідній групі ($p < 0,05$). За 10 днів до пологів та після них кількість γ -глобулінів у сироватці крові тварин обох груп була майже однаковою. Вочевидь, зниження цього показника у тварин дослідної групи можливо пояснити більшим накопиченням імунних комплексів у молочній залозі, оскільки, до 30 доби лактації відбувалося зниження цього показника, що пов'язано з виведенням імунних білків з молозивом та молоком кобили. На 40 добу лактації відбувалося підвищення вмісту γ -глобулінів до $22,3 \pm 1,28$ % ($p < 0,05$). Таке підвищення показника відбувається за рахунок зниженого виділення імунних білків з молоком (рис. 5).

За 90 дів до вижеребки вміст вітаміну А у сироватці крові кобил становив $5,26 \pm 0,63$ мкг/100 мл. Після введення препарату «Тривіт» за 60 дів до пологів ми спостерігали підвищення даного показника до $16,46 \pm 1,21$ мкг/100 мл ($p < 0,001$) у порівнянні з тваринами контрольної групи. У подальшому відбувалося поступове зниження вмісту вітаміну А у сироватці крові кобил дослідної групи. Навіть після дворазового зниження його вмісту на 30 добу лактації (рис. 6) він був на рівні $7,2 \pm 0,82$ мкг/100 мл ($p < 0,01$), у порівнянні з тваринами контрольної групи.

Отримані нами, дані за вмістом загального білку у сироватці крові кобил узгоджуються з дослідженнями інших дослідників [3, 18]. Не співпадиння динаміки показників вмісту α -глобулінів у сироватці крові кобил останнього місяця жеребності у дослідній групі тварин вочевидь викликано розрідженням крові, корегуючою дією олійного розчину «Тривіт», недостатністю поживних нутрієнтів та зміненням, на цьому фоні, гормональним статусом у кобил.

Висновки

Утримання жеребних кобил на раціоні дефіцитному за перетравним протеїном та каротином приводить до зниження вмісту загального білку та вітаміну А у сироватці крові тварин. Внутрішньом'язове введення препарату «Тривіт» трічі з інтервалом у сім дів в дозі 700000 ОД у перерахунку на вміст вітаміну А, підвищує вміст його у сироватці крові у три рази, що дає змогу депонувати його у необхідних кількостях. Введення препарату «Тривіт» стимулює синтез γ -глобулінів у сироватці крові кобил останнього місяця жеребності до $25,24 \pm 0,91$ %.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Schweigert, F. J., & Gottwald, C. (1999). Effect of parturition on levels of vitamins A and E and of β -carotene in plasma and milk of mares. *Equine Veterinary Journal*, 31 (4), 319–323. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb03824.x>

2. Harvey, J. W., Pate, M. G., Kivipelto, J., & Asquith, R. L. (2005). Clinical biochemistry of pregnant and nursing mares. *Veterinary Clinical Pathology*, 34 (3), 248–254. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165x.2005.tb00049.x>
3. Piccione, G., Alberghina, D., Marafioti, S., Giannetto, C., Casella, S., Assenza, A., & Fazio, F. (2011). Electrophoretic serum protein fraction profile during the different physiological phases in comisana ewes. *Reproduction in Domestic Animals*, 47 (4), 591–595. Portico. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2011.01925.x>
4. Bastos Maia, S., Rolland Souza, A. S., Costa Caminha, M. de F., Lins da Silva, S., Callou Cruz, R. de S. B. L., Carvalho dos Santos, C., & Batista Filho, M. (2019). Vitamin A and pregnancy: A narrative review. *Nutrients*, 11 (3), 681. <https://doi.org/10.3390/nu11030681>
5. Kuhl, J., Aurich, J. E., Wulf, M., Hurtienne, A., Schweigert, F. J., & Aurich, C. (2011). Effects of oral supplementation with β -carotene on concentrations of β -carotene, vitamin A and α -tocopherol in plasma, colostrum and milk of mares and plasma of their foals and on fertility in mares. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96 (3), 376–384. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01150.x>
6. Sapin, V., Alexandre, M. C., Chaïb, S., Bournazeau, J. A., Sauviant, P., Borel, P., Jacquetin, B., Grolier, P., Lémery, D., Dastugue, B., & Azais-Braesco, V. (2000). Effect of vitamin A status at the end of term pregnancy on the saturation of retinol binding protein with retinol. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71 (2), 537–543. <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.2.537>
7. Bondo, T., & Jensen, S. K. (2010). Administration of RRR- α -tocopherol to pregnant mares stimulates maternal IgG and IgM production in colostrum and enhances vitamin E and IgM status in foals. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95 (2), 214–222. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01043.x>
8. Johansson, B., Persson Waller, K., Jensen, S. K., Lindqvist, H., & Nadeau, E. (2014). Status of vitamins E and A and β -carotene and health in organic dairy cows fed a diet without synthetic vitamins. *Journal of Dairy Science*, 97 (3), 1682–1692. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7388>
9. Jensen, S. K., Johannsen, A. K. B., & Hermansen, J. E. (1999). Quantitative secretion and maximal secretion capacity of retinol, β -carotene and α -tocopherol into cows' milk. *Journal of Dairy Research*, 66 (4), 511–522. <https://doi.org/10.1017/s0022029999003805>
10. Meram, I., Bozkurt, A. I., Kılınçer, S., Özçirpici, B., & Özgür, S. (2004). Vitamin A and β -Carotene Levels During Pregnancy in Gaziantep, Turkey. *Acta Medica (Hradec Kralove, Czech Republic)*, 47 (3), 189–193. <https://doi.org/10.14712/18059694.2018.90>
11. Mäenpää, P. H., Koskinen, T., & Koskinen, E. (1988). Serum profiles of vitamins A, E and D in mares and foals during different seasons. *Journal of Animal Science*, 66 (6), 1418. <https://doi.org/10.2527/jas1988.6661418x>
12. Mäenpää, P. H., Pirhonen, A., & Koskinen, E. (1988). Vitamin A, E and D nutrition in mares and foals during the winter season: Effect of feeding two different vitamin-mineral concentrates. *Journal of Animal Science*, 66(6), 1424. <https://doi.org/10.2527/jas1988.6661424x>
13. Trombetta, M. F., Accorsi, P. A., & Falaschini, A. (2010). Effect of Beta-Carotene Supplementation on Italian Trotter Mare Peripartum. *Journal of Equine Science*, 21 (1), 1–6. <https://doi.org/10.1294/jes.21.1>
14. Ibatullin, I. I., & Zhukorskyi, O. M. (Red.) (2016). *Dovidnyk z povnotsinnoi hodivli silskohospodarskykh tvaryn*. Kyiv: Ahrama nauka [in Ukrainian]
15. Donoghue, S., Kronfeld, D. S., Berkowitz, S. J., & Copp, R. L. (1981). Vitamin A Nutrition of the equine: Growth, serum biochemistry and hematology. *The Journal of Nutrition*, 111 (2), 365–374. <https://doi.org/10.1093/jn/111.2.365>
16. Del Prete, C., Vastolo, A., Pasolini, M. P., Cocchia, N., Montano, C., & Cutrignelli, M. I. (2024). Effects of maternal dietary supplementation with antioxidants on clinical status of mares and their foal. *BMC Veterinary Research*, 20 (1). <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04252-z>
17. Shcherbatyi, A. R. (2010). Vmist vitaminiv A i E u krovii zherebnykh kobyl. *Naukovyi Visnyk Vetrynarnoi Medytsyny ta Biotehnologii. Seriya "Vetrynarni Nauky"*, 12 (2), 350–354. [in Ukrainian]
18. Holovakha, V. I. (2002). Pokaznyky bilkovoho obminu u konematok. *Naukovi pratsi Poltavskoi derzhavnoi aharnoi akademii*, 21 (2), 264–268. [in Ukrainian]
19. Satué, K., La Fauci, D., Medica, P., Damiá Giménez, E., Cravana, C., & Fazio, E. (2025). Shifts between pro-inflammatory and anti-inflammatory profiles in pregnant mares: a review of physiological functions. *Frontiers in Veterinary Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1660759>
20. Suprunenko, K. V. (2005). A-hipovitaminoz u kobyl za nestachi peretraynogo proteinu i karotyну u kormakh. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Aharnoi Akademii*, 2, 123–124. [in Ukrainian]
21. Levchenko, V. I. (Red.). (2010). *Metody laboratornoi klinichnoi diahnozyky khvorob tvaryn*. Kyiv: Ahrama osvita [in Ukrainian]
22. HOST 13496.17-95 Korma. *Metody vyznachennia karotyну. Chynnyi vid 1998-04-01*. (1997). Retrieved from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=92165 [in Ukrainian]

ORCID

- | | |
|---|---|
| K. Suprunenko  | https://orcid.org/0000-0003-4715-0738 |
| N. Dmytrenko  | https://orcid.org/0000-0001-5336-2361 |
| L. Karysheva  | https://orcid.org/0000-0002-0124-4774 |
| V. Slynko  | https://orcid.org/0000-0002-1673-5840 |



2025 by the author(s). This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.