

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПРЕПАРАТУ ДЛЯ ТВАРИН НА ОСНОВІ ОЛІЙНИХ РОЗЧИНІВ НАНОАЛМАЗІВ ДЕТОНАЦІЙНОГО СИНТЕЗУ, МОДИФІКОВАНИХ В-КАРОТИНОМ**

Розроблено експериментальний препарат для тваринництва на основі нафтових розчинів наноалмазів детонаційного синтезу, модифікованих бета-каротином. Ефективність використання експериментального препарату визначали в умовах фізіологічного двору Інституту тваринництва НААН на кролях та ДП ДГ «Гонтарівка» Харківської області на телицях української чорно-рябї молочної породи парувального віку. Доведено нешкідливість експериментального препарату. Підтверджено кращу засвоюваність препарату, введеного внутрішньом'язово дослідним кролям, в яких підвищувалася енергія росту (на 2,2 %), жива маса (на 0,4 %) і довжина тулуба (на 2,1 %) порівняно з ровесниками, яким вводили препарат підшкірно. Рухова активність у дослідних кролів знаходилася в межах добових коливань, не відрізнялася у розрізі груп, патологічних станів не виявлено.

Встановлено вірогідний позитивний вплив на підвищення рівня  $\beta$ -каротину у сироватці крові дослідних телиць. У сироватці крові телиць дослідної групи після введення тетравіту рівень  $\beta$ -каротину підвищився на 102,8 мг% (20,9 %), а у сироватці крові тварин, яким вводили експериментальний препарат, – підвищився на 301,0 мг% (61,2 %). Показники вмісту  $\beta$ -каротину підвищилися за рахунок того, що тварини, яким був введений тетравіт, вже відновили вміст вітаміну А в організмі, і бета-каротин, який надійшов з кормами, залишився в організмі в незмінному вигляді, а у тварин, яким не вводили тетравіт, бета-каротин трансформувався у вітамін А, тому ми і бачимо різницю вмісту  $\beta$ -каротину у сироватці крові I групи (контрольної) і II дослідної групи (тетравіт). У III дослідної групи, якій вводили експериментальний препарат, значне підвищення рівня бета-каротину можна пояснити тим, що наноалмази, що знаходяться у препараті, значно підвищують засвоюваність  $\beta$ -каротину з кормів, що надходять до організму.

\* Науковий керівник – кандидат економічних наук В. А. Марченко.

© Руденко С. В., Ткачов А. В., Тришин О. К.,  
Чигринов С. І., Марченко А. В., 2022

Решта досліджених біохімічних показників сироватки крові тварин усіх груп також знаходилися в межах референтних значень і змінювалися в різних ступенях після введення препаратів. Встановлено, що після отелення корови дослідної групи мали підвищений рівень каротину в крові ( $1,045 \pm 0,031$  мг%), на 0,252 мг% вище, ніж до отелення. Через місяць після повторного введення препарату і два місяці від початку лактації рівень каротину у крові ще незначно знизився (0,092 мг%). Відповідно знизився і вміст вітаміну А.

**Ключові слова:** кролі, телиці, наноалмази детонаційного синтезу, бета-каротин, тетравіт, неспецифічна резистентність, біохімічні показники, альбуміни, глобуліни.

**Yevhen Rudenko, Anatolii Tkachov, Olexii Tryshyn, Yevhen Chyhrynov, Valerii Marchenko**

Institute of Animal Sciences of NAAS

**Effectiveness of the usage of an experimental preparation for animals based on oil solutions of nanodiamonds of detonation synthesis, modified with  $\beta$ -carotene**

The harmlessness of the experimental preparation for animal organism that based on oil solutions of nanodiamonds of detonation synthesis modified with  $\beta$ -carotene. Efficiency of the use of experimental preparation was determined in the conditions of physiology court of Institute of Animal Sciences of NAAS on crawls and SF of experience economy of "Gontarivka" of the Kharkiv area on the heifers of the Ukrainian black-white suckling breed of accidental age.

The better digestibility of this preparation administered intramuscularly in experimental rabbits was confirmed. These rabbits' growth, weight and body length have increased in comparison with the peers who received the drug subcutaneously. The experimental rabbits' motor activity did not differ within group selection and the pathological conditions were not detected.

A probable positive effect on increasing the level of  $\beta$ -carotene in experimental heifers' blood serum was fixed. Biochemical analysis of the experimental heifers' blood serum showed that the carotene content in the blood of heifers in the control group (saline solution) almost was not changing during the experiment. After injection of the experimental heifers of Tetravit the level of  $\beta$ -carotene in their blood serum increased by 102.8 mg% (20.9 %), while the level of carotene in the blood serum of heifers that were injected with the experimental preparation increased by 301.0 mg% (61.2 %). The indicators of the content of  $\beta$ -carotene increased due to the fact that the animals that were injected with Tetravit have already been restored the content of vitamin A in the body and beta-carotene, which came with feed, remained in the body in an unchanged form, while Beta-carotene was transformed into vitamin A in the animals that were not injected with Tetravit, so we see the difference in the content of  $\beta$ -carotene in the blood serum of the 1st group (control group) and the 2nd research group (Tetravit). A significant increase in the level of beta-carotene in the 3rd research group, that was administered the experimental drug, can be explained by the fact that the nanodiamonds contained in the preparation drug have increased the assimilation of  $\beta$ -carotene from the feed received by the body significantly. The rest of the studied

biochemical indicators of the animals' blood serum of all groups were also within the reference values and changed in different degrees after the injection of the preparations. It was found that after calving, the cows of the experimental group had an increased level of carotene in the blood ( $1.045 \pm 0.031$  mg%), 0.252 mg% higher than before calving. A month after re-introduction of the drug and two months after the beginning of lactation, the level of carotene in the blood decreased slightly (0.092 mg%). Accordingly, the content of vitamin A also decreased.

**Keywords:** rabbits, heifers, detonation synthesis Nanodiamonds, beta-carotene, Tetravit, non-specific resistance, biochemical indicators, albumins, globulins.

**Вступ.** Швидке посилення неспецифічної резистентності молочної худоби, підвищення антиоксидантних та детоксикаційних властивостей можливе шляхом застосування імуностимулюючих препаратів [7, 10, 16]. На етапі розвитку біотехнологій постійно відбувається пошук нових специфічних препаратів для тваринництва, що забезпечуватимуть ефективну профілактику і лікування порушень обміну речовин [6, 11, 13, 14, 22]. Перспективним напрямом є розробка імуностимулюючих препаратів, виготовлених на основі нанотехнологій [5, 9, 12, 13, 25, 31]. Втім, механізми їх дії на організм тварин залишаються малодослідженими, розвиток цього напрямку в Україні значно поступається світовому рівню. Це питання може бути вирішене завдяки розробкам у галузі нанотехнологій, які передбачають виробництво та використання як альтернативи органічним формам мікроелементів добавок у вигляді ультрадисперсних частинок металів [4, 8, 15, 26, 28]. Їхні переваги – екологічна безпека, економічна доцільність та ефективність. На цьому фоні вчені та практики все частіше звертають увагу на використання екологічно чистих препаратів, зокрема бета-каротину, значно поширеного в природі рослинного пігменту та попередника вітаміну А [17]. Як відомо, А-вітамінну поживність кормів для худоби нормують саме за бета-каротином [18]. Давно відома позитивна дія  $\beta$ -каротину на організм тварин як імуностимулюючої речовини [21, 25]. Вплив бета-каротину на функціональну активність імунокомпетентних клітин організму тварин ґрунтується на антиоксидантних властивостях цієї речовини. Він також впливає на життєздатність та запліднення яйцеклітин, підготовку слизової оболонки ендометрію до імплантації ембріона, тим самим знижуючи ембріональну смертність, та сприяє росту й розвитку плода [19].

Бета-каротин потрапляє до організму корів із рослинними кормами, але балансування раціонів за ним часто малоєфективне через те, що він є нестійкою сполукою, швидко окиснюється і руйнується

під дією світла, кисню повітря, термічної обробки, бродіння. Через це багато каротину втрачається у процесі збирання, приготування і зберігання кормів. Отже, впродовж зберігання сіна і силосу втрати каротину у них сягають відповідно 70 і 90 %. Крім того, зоохімічний аналіз кормів свідчить про значний дефіцит каротину у кормах і його низьку біологічну доступність [2]. Тому актуальним напрямом є розробка ін'єкційних форм каротиномістких препаратів, що дозволить вводити до організму потрібну кількість  $\beta$ -каротину [27].

У таких умовах одним з актуальних завдань є розробка засобів, що зміцнюють імунітет тварин. Швидке посилення неспецифічної резистентності худоби можливе шляхом застосування імуностимулюючих препаратів [20, 23, 24, 30].

Метою роботи було визначення ефективності препарату на основі олійних розчинів наноалмазів детонаційного синтезу, модифікованих  $\beta$ -каротином.

**Матеріали і методи.** Для реалізації поставлених завдань фахівці науково-виробничого підприємства "Synta" і Інституту тваринництва Національної академії аграрних наук України розробили експериментальний препарат для тваринництва на основі нафтових розчинів наноалмазів детонаційного синтезу, модифікованих бета-каротином. Розроблений препарат є розчином для введення, солом'яного кольору, в'язкої консистенції, із запахом рослинної олії. Можливі об'єкти для використання: кролики, свині, вівці, велика рогата худоба, коні, хутрові звірі, собаки тощо. Особливості застосування: температура розчину наближена до температури тіла тварин і становить 35–40 °С, консистенція однорідна.

Ефективність використання експериментального препарату визначали в умовах фізіологічного двору Інституту тваринництва НААН та ДП ДГ «Гонтарівка» Харківської області на кролях, а також телицях української чорно-рябої молочної породи парувального віку.

Завданням першого етапу досліджень було встановити нешкідливість і ефективність нового препарату шляхом різних способів його введення в організм кролів.

Відповідно до схеми (табл. 1) для першого експерименту було сформовано три групи кролів-самців у віці 45 діб: I група – контрольна, II і III – дослідні. Різниця між дослідними групами полягала в способі введення препарату: II група – підшкірно, III – внутрішньом'язово. Препарат вводили медичним шприцом, об'єм розчину – 1 мл. Інтервал часу між двома ін'єкціями становив 7 діб. Для експерименту використовували розчин, який наливали в чисту скляну

емність, герметично закривали гумовою пробкою з алюмінієвою обкаткою і стерилізували в автоклаві перед використанням.

### 1. Схема дослідів

Групи	Вік, діб	Спосіб введення препарату	Дозування і графік введення
I (контрольна)	45	–	–
II (дослідна)		підшкірно	1 мл один раз у 7 діб з повторенням курсу через 7 діб
III (дослідна)		внутрішньом'язово	

У ході експерименту здійснювали контроль за загальним станом піддослідних тварин. Зміни в розвитку визначали за результатами індивідуального зважування. За щоденними показниками живої маси було розраховано середньодобові і відносні прирости кролів.

На другому етапі досліджень у ДП ДГ «Гонтарівка» Харківської області було сформовано три групи по 20 гол. телиць-аналогів української чорно-рябої молочної породи одного віку за введенням препаратів: I – контрольна (фізіологічний розчин), II дослідна (тетравіт), III дослідна (експериментальний препарат – олійний розчин наноалмазів детонаційного синтезу, модифікований  $\beta$ -каротином). Усі препарати вводили у вигляді підігрітих до 30–35 °С розчинів у дозуванні по 20 мл/гол. внутрішньом'язово у термін 14–30 діб перед осіменінням.

У день введення препаратів і через 14 діб у телиць відбирали зразки крові для біохімічних досліджень адаптаційних властивостей. У сироватці крові визначали кількість еритроцитів та лейкоцитів, вміст гемоглобіну, білкових фракцій (альбумінів і глобулінів), глюкози, загального холестерину, каротину, а також активність лужної фосфатази, аспартатамінотрансферази, алананінамінотрансферази та їх співвідношення [29].

Експерименти виконано згідно із загальними принципами гуманного поводження з тваринами, що ухвалено на Першому національному конгресі з біоетики (м. Київ, 2001 р.), та узгоджено з положеннями Європейської конвенції про захист хребетних тварин, яких використовують для експериментальної та іншої наукової мети (Страсбург, 1985 р.).

Біохімічні дослідження усіх зразків крові проводили в акредитованій лабораторії ВЛ ТОВ «СмартБіоЛаб».

Статистичний аналіз результатів досліджень здійснювали за допомогою програмного середовища Excel.

**Результати та обговорення.** Випробуванням експериментального препарату на кролях встановлено, що він може бути віднесений до нешкідливих, адже внаслідок його введення патологій та негативних змін не виявлено, на кінець досліду всі тварини, незалежно від групи, залишилися живими. За параметрами росту в усі періоди досліду молодняк III групи мав перевагу над ровесниками контрольної та II дослідної груп (табл. 2). Зокрема при другому введенні молодняк кролів III групи мав вищу живу масу порівняно з контрольною групою на 2,6 %, а з II дослідною групою – на 3,0 %. У кінці досліду тенденція щодо збільшення живої маси у них збереглася і знаходилася на рівні відповідно 1,9 і 1,7 %. Водночас у процесі росту підвищення середньодобового приросту живої маси молодняку проходило з більшою інтенсивністю: розбіжності на користь тварин III групи над контрольною групою становили 8,7, а з II дослідною групою – 6,5 %.

## 2. Динаміка живої маси піддослідного молодняку кролів

Показник	Групи		
	I контрольна	II дослідна	III дослідна
Жива маса на початку досліду, г	1972,50±75,65	1967,50±77,28	1981,25±113,33
Жива маса під час другого введення, г	2147,50±64,98	2137,50±78,49	2202,50±99,93
Жива маса в кінці досліду, г	2387,50±61,42	2391,25±83,43	2432,50±116,14
Абсолютний приріст, г	415,00	423,75	451,25
Середньодобовий приріст, г	29,6	30,2	32,2

Аналогічний процес спостерігали й за довжиною тулуба (табл. 3). Зокрема перевага молодняку III групи над контрольною групою становила 4,9 % та II групи – 2,8 %, за обхватом грудей за лопатками молодняк усіх груп не різнився.

## 3. Зміни екстер'єрних промірів піддослідного молодняку кролів

Показник	Групи		
	I контрольна	II дослідна	III дослідна
Довжина тулуба, см	48,50±0,65	49,50±0,84	50,88±1,26
Обхват грудей, см	29,50±0,65	29,25±0,63	29,50±0,96

Рухова активність піддослідних кролів знаходилася в межах добових коливань і мало відрізнялася у розрізі груп. Елементи поведінки були представлені іграми, активними пересуваннями по клітці, сном та кормовими реакціями. Під час введення препаратів молодняк поведився спокійно, погіршення апетиту, відмов від корму і води не спостерігали. Відразу після введення препаратів негативних реакцій з боку піддослідного молодняка не відзначали, а в місці проколу шкіри голкою не було помічено почервоніння та припухлості.

У досліді на телицях після введення експериментального препарату проводили клінічний огляд тварин, видимих патологій не виявлено.

Біохімічний аналіз показав (табл. 4, 5), що фонові показники вмісту  $\beta$ -каротину у сироватці крові всіх груп телиць були в діапазоні 0,490–0,493 мг%. Вміст каротину у крові телиць контрольної групи (фізіологічний розчин) практично не змінювався впродовж досліду. У сироватці крові тварин дослідної групи (тетравіт) рівень  $\beta$ -каротину підвищився на 102,8 мг% (20,9 %), а у сироватці крові телиць, яким вводили експериментальний препарат, рівень каротину підвищився на 301,0 мг% (61,2 %). Показники вмісту  $\beta$ -каротину підвищилися за рахунок того, що тварини, яким було введено тетравіт, вже відновили вміст вітаміну А в організмі, і бета-каротин, який надійшов з кормами, залишився в організмі в незмінному вигляді, а у тварин, яким не вводили тетравіт, бета-каротин трансформувалася у вітамін А, тому ми і бачимо різницю вмісту  $\beta$ -каротину у сироватці крові I групи (контрольної) і II дослідної групи (тетравіт). У III дослідної групи, якій вводили експериментальний препарат, значне підвищення рівня бета-каротину можна пояснити тим, що наноалмази, що знаходяться у препараті, значно підвищують засвоюваність  $\beta$ -каротину з кормів, що надходять до організму.

Решта досліджених біохімічних показників сироватки крові тварин усіх груп також знаходилися в межах референтних значень і змінювалися в різних ступенях після введення препаратів. Кількісні характеристики біохімічних показників крові великої рогатої худоби залежать від різноманітних факторів [1]. Так, відомо, що концентрація загального протеїну і залишкового азоту у сироватці крові більш високопродуктивних тварин вища ніж у менш продуктивних. Показник загального протеїну варіює залежно від різних видів і порід тварин, їх віку і статі [32]. Також біохімічні показники крові залежать від фізіологічного стану тварин, наприклад, наприкінці вагітності у сироватці крові підвищується концентрація імуноглобулінів, що пов'язане із подальшим їх вмістом у молозиві [33].

## 4. Результати біохімічних досліджень зразків сироватки крові дослідних телиць

Біохімічний показник	Групи тварин						Референтні значення
	I (контрольна)		II (дослідна)		III (дослідна)		
	перед дослідом (n=10)	після досліду (n=5)	перед дослідом (n=10)	після досліду (n=5)	перед дослідом (n=10)	після досліду (n=5)	
β-каротин, мкг%	490,0±7,977	494,2±9,107	523,0±8,471	595,8±11,719**	538,1±8,437	793,0±18,371***	450–2000
Загальний білок, г/л	65,554±0,534	66,484±0,591	66,482±0,832	68,396±0,601	66,905±0,703	69,488±0,670*	59–85
Альбуміни, г/л	31,824±0,455	32,142±0,412	31,502±0,319	32,586±0,352	31,334±0,547	32,608±0,799	27–43
Альбуміни, %	48,571±0,781	48,352±0,590	47,404±0,292	47,644±0,295	46,831±0,613	46,922±1,012	38–50
α-глобуліни, %	12,061±0,368	12,056±0,647	12,842±0,771	13,102±0,376	14,441±0,622	13,536±0,489	10–20
β-глобуліни, %	10,824±0,308	11,362±0,247	10,543±0,415	11,374±0,313	10,448±0,389	11,328±0,229	8–16
γ-глобуліни, %	28,544±0,422	28,230±0,360	29,211±0,671	27,880±0,433	28,280±0,300	28,214±0,443	25–40
Білковий коефіцієнт (А/Л), од.	0,947±0,032	0,936±0,022	0,902±0,010	0,910±0,010	0,882±0,021	0,888±0,034	0,6–1,1

Примітка: \* P&gt;0,95, \*\* P&gt;0,99, \*\*\* P&gt;0,999.

## 5. Результати біохімічних досліджень зразків сироватки крові дослідних телиць

Біохімічний показник	Групи тварин						Референтні значення
	I (контрольна)		II (дослідна)		III (дослідна)		
	перед дослідом (n=10)	після досліду (n=5)	перед дослідом (n=10)	після досліду (n=5)	перед дослідом (n=10)	після досліду (n=5)	
Сечовина, ммоль/л	3,807±0,074	3,954±0,071	3,948±0,134	4,018±0,100	4,069±0,108	4,318±0,104	3,30–6,70
АСТ, од./л	71,942±2,761	74,558±3,527	74,572±3,315	71,454±1,572	73,392±2,812	72,562±2,091	48–108
АЛТ, од./л	25,833±1,021	27,226±1,662	27,425±0,637	27,256±0,945	24,618±1,030	25,520±1,299	17–40
(АСТ/АЛТ)	2,808±0,120	2,766±0,168	2,735±0,135	2,628±0,074	2,952±0,063	2,864±0,121	1,0–3,4
Лужна фосфатаза, од.	69,831±2,746	76,714±2,795	67,315±3,631	81,540±1,995**	57,913±2,790	71,478±3,365**	29–99
Глюкоза, ммоль/л	2,612±0,050	2,654±0,089	2,634±0,097	2,786±0,106	2,764±0,047	2,912±0,068*	2,2–3,5
Загальний холестерол, ммоль/л	3,528±0,101	3,644±0,249	3,413±0,204	3,654±0,348	3,244±0,201	3,802±0,162*	2,3–6,6

Примітка: \* P&gt;0,95, \*\* P&gt;0,99, \*\*\* P&gt;0,999.

Білкова картина крові значно змінюється під впливом умов годівлі та утримання, так, біохімічні показники залежать від сезону року (і зміни складу кормів у раціонах) – влітку у крові вища концентрація каротину та інших вітамінів, лужний резерв, вміст кальцію і фосфору порівняно із зимовим періодом [34].

У нашому досліді ми спостерігали вірогідне ( $P > 0,95$ ) збільшення вмісту загального білка у сироватці крові телиць після введення експериментального препарату і підвищення (з невисокою вірогідністю,  $P > 0,90$ ) – після введення тетравіту. Водночас рівень загального білка у сироватці крові тварин III дослідної групи після введення препарату був вищим, ніж у телиць інших груп, що свідчить про більш інтенсивну продукцію імунних глобулінів. Підвищення рівня загального білка в усіх групах можна пояснити тим, що тварини отримували більше концентрованих кормів у зв'язку з початком осіменіння.

Рівень альбумінів підвищувався у телиць усіх груп після досліді. Білковий коефіцієнт (А/Г) майже не змінювався у тварин усіх груп. Збільшення глобулінової фракції білка у телиць дослідної групи відбулося за рахунок  $\alpha$ -глобулінів.

Рівень сечовини (маркер зниження клубкової фільтрації) у сироватці крові усіх груп тварин невірогідно підвищувався пропорційно до вмісту загального білка: у I контрольній групі – на 0,147 ммоль/л, у II дослідній – на 0,070 ммоль/л, у III дослідній – на 0,249 ммоль/л. Втім, в усіх групах вміст сечовини знаходився у межах фізіологічних коливань.

Децю знижувався (невірогідно) після введення обох вітамінних препаратів вміст АСТ (відповідно на 3,118 та 0,830 од./л). Співвідношення АСТ/АЛТ зменшувалося невірогідно у контрольній групі на 0,042 од., у II дослідній – на 0,107 од. і у III дослідній – на 0,088 од. З невисоким ступенем вірогідності ( $P > 0,90$ ) збільшувався вміст АЛТ у контрольній групі (на 1,393 од./л) і III дослідної групи (на 0,902 од./л), у другої дослідної групи незначно зменшувався (на 0,169 од./л).

Високе вірогідне підвищення встановлено між вмістом лужної фосфатази у телиць II і III дослідних груп після введення препаратів – відповідно на 21,1 та 23,4 %.

Рівень глюкози після введення експериментального препарату підвищувався у тварин контрольної групи на 0,042 ммоль/л, II дослідної групи – на 0,152 ммоль/л, у III дослідної – на 0,148 ммоль/л.

Спостерігали тенденцію до підвищення вмісту в сироватці крові загального холестеролу: у телиць контрольної групи він збільшився на

0,116 ммоль/л, у II дослідної групи – на 0,241 ммоль/л і в III дослідної групи найбільше – на 0,558 ммоль/л.

У наступному досліді було відібрано 15 первісток з II дослідної групи, яким у термін не більше 7 діб після отелення вводили по 20 мл/гол. експериментального препарату і через 30 діб робили повторну ін'єкцію. Перед кожною ін'єкцією та через місяць після другої ін'єкції у дослідних корів відбирали зразки крові для біохімічних досліджень.

Встановлено, що після отелення корови дослідної групи мали підвищений рівень каротину в крові ( $1,045 \pm 0,031$  мг%), на 0,252 мг% вище, ніж до отелення. Перед повторним введенням препарату вміст каротину був нижчим, що може бути пов'язаним із початком лактації і витратами каротину на утворення молока. Через місяць після повторного введення препарату і два місяці від початку лактації рівень каротину у крові ще незначно знизився (0,092 мг%). Відповідно знизився і вміст вітаміну А. Втім, рівень каротину у корів у цей період був значно вищим, ніж до отелення.

Після першого і повторного введення препарату помітно знизився вміст загального білка, що свідчить про стабілізацію організму. Рівень альбумінів збільшувався з кожною ін'єкцією, глобулінів – дещо знижувався. Вірогідно підвищився білковий коефіцієнт. Значно збільшився вміст сечовини у крові і відповідно – азоту сечовини, що свідчить про високий рівень засвоювання білка корму. Рівень АсАТ, АлАТ і співвідношення після повторної ін'єкції знижувалися. Вміст лужної фосфатази після першої ін'єкції зростав, після повторної знижувався. Рівень креатиніну знижувався після кожного ведення препарату відповідно на 5,992 і 5,042 мкмоль/л. Зниження вмісту вітаміну Е у сироватці крові може бути пов'язане із гормональною перебудовою організму на другому місяці лактації. Отже, більшість біохімічних показників свідчить про стабілізацію білкового і вуглеводного обміну у корів-первісток після введення експериментального препарату.

Таким чином, олійний розчин наноалмазів детонаційного синтезу, модифікований  $\beta$ -каротином, значно підвищує засвоюваність  $\beta$ -каротину з кормів, що надходять. Розроблений препарат підвищує рівень каротину в сироватці крові телиць молочного напрямку продуктивності парувального віку і може використовуватися для підвищення імунітету.

### **Висновки**

У дослідях на лабораторних тваринах (кролях) встановлено, що експериментальний препарат на основі олійних розчинів наноалмазів

детонаційного синтезу, модифікованих  $\beta$ -каротином, може бути визнано нешкідливим відповідно до класифікації безпеки для їхнього організму.

Доведено перспективність застосування та позитивний вплив розробленого препарату на ріст та розвиток піддослідних кролів. Введення препарату різними способами (внутрішньом'язово та підшкірно) не мало суттєвої різниці, але показники розвитку, властиві молодим кролям, внаслідок внутрішньом'язового введення препарату були дещо вищими.

Одноразове введення експериментального препарату 12-місячним телицям викликало зміну біохімічних показників сироватки крові, більшість із яких свідчить про стабілізацію білкового і вуглеводного обміну у корів-первісток. Зокрема спостерігали достовірне підвищення рівня загального білка у сироватці крові, лужної фосфатази та каротину. З невисоким ступенем достовірності підвищувався вміст АЛТ, глюкози та загального холестеролу після введення експериментального препарату. Рівень креатиніну знижувався після кожного ведення препарату відповідно на 5,992 і 5,042 мкмоль/л. Усі досліджені біохімічні показники сироватки крові дослідних тварин перебували в межах референтних значень, проте введення експериментального препарату викликало більші зміни, ніж введення тетравіту. Після отелення корови дослідної групи мали підвищений рівень каротину в крові ( $1,045 \pm 0,031$  мг%), на 0,252 мг% вище, ніж до отелення. Перед повторним введенням препарату рівень каротину був нижчим, що може бути пов'язаним із початком лактації і витратами каротину на утворення молока.

Олійний розчин наноалмазів детонаційного синтезу, модифікований  $\beta$ -каротином, значно підвищує засвоюваність  $\beta$ -каротину з кормів, що надходять. Розроблений препарат підвищує рівень каротину в сироватці крові телиць молочного напряму продуктивності парувального віку і може використовуватися для підвищення імунітету.

#### Список використаної літератури

1. Бажибіна О. Б. Методичний підхід до інтерпретації результатів біохімічних досліджень. *Ветеринарний журнал: Дрібні домашні та дикі тварини*. 2012. № 2. С. 8–4.
2. Ветеринарна клінічна біохімія : підручник / за ред. В. І. Левченка і В. В. Влізла. Біла Церква, 2019. 415 с.
3. Жиророзчинні вітаміни у

#### References

1. Bazhybina O. B. Methodical approach to the interpretation of biochemical research results. *Veternarnyi zhurnal: Dribni domashni ta dyki tvaruny*. 2012. No 2. P. 8–4.
2. Veterinary clinical biochemistry : pidruchnyk / za red. V. I. Levchenka i V. V. Vlizla. Bila Tserkva, 2019. 415 p.
3. Fat-soluble vitamins in veterinary medicine and animal husbandry : monohrafiia

- ветеринарній медицині та тваринництві : монографія / В. В. Влізло та ін. Львів, 2015. 436 с.
4. Застосування нанобіоматеріалів у ветеринарній репродуктології / П. М. Скларов та ін. *Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології*. 2021. Т. 19, № 2. С. 445–473.
5. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довідник / В. В. Влізло та ін. ; за ред. В. В. Влізла. Львів, 2012. 759 с.
6. Ткачов А. В. Перспективи використання нанотехнологій у тваринництві. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Технічні науки : зб. / Харків. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва імені П. Василенка. 2020. Вип. 209 (Інноваційне, технічне та технологічне забезпечення галузі тваринництва). С. 91–92.
7. Шевченко В. І. Клініко-біохімічний та імунний стан телят раннього віку. *Ветеринарна медицина : міжвід. темат. наук. зб.* 1995. Вип. 70. С. 75.
8. Adeyeye S. A. O. Food packaging and nanotechnology: safeguarding consumer health and safety. *Nutrition & Food Science*. 2019. Vol. 49, No. 6. P. 1164–1179. DOI: 10.1108/NFS-01-2019-0020.
9. Advances in Particle Shape Engineering for Improved Drug Delivery / Y. Yang et al. *Drug Discov. Today*. 2019. Vol. 24. P. 575–583. DOI: 10.1016/j.drudis.2018.10.006.
10. Applications, Challenges, and Strategies in the Use of Nanoparticles as Feed Additives in Equine Nutrition / P. R. K. Reddy et al. *Vet. World*. 2020. Vol. 13. P. 1685–1696. DOI: 10.14202/vetworld.2020.1685-1696.
11. Concentration and heritability of immunoglobulin G and natural antibody immunoglobulin M in dairy and beef colostrum along with serum total protein in their calves / T. E. Altwater-Hughes et al. *J. Anim. Sci.* 2022. Vol. 100, Issue 2. P. 1–9. DOI: 10.1093/jas/skac006.
12. Detail Review on Chemical, Physical and Green Synthesis, Classification, Characterizations and Applications of / V. V. Vlizlo et al. Lviv, 2015. 436 p.
4. Application of nanobiomaterials in veterinary reproductive / P. M. Skliarov et al. *Nanosystemy, nanomaterialy, nanotekhnologii*. 2021. Vol. 19, No 2. P. 445–473.
5. Laboratory research methods in biology, animal husbandry and veterinary medicine : dovidnyk / V. V. Vlizlo et al. ; za red. V. V. Vlizla. Lviv, 2012. 759 p.
6. Tkachov A. V. Perspective for the use of nanotechnology in animal husbandry. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka*. Tekhnichni nauky : zb. / Kharkiv. nats. tekhn. un-t sil. hosp-va imeni P. Vasylenka. 2020. Issue 209 (Innovatsiine, tekhnichne ta tekhnolohichne zabezpechennia haluzi tvarynystva). P. 91–92.
7. Shevchenko V. I. Clinical-biochemical and immune status of early age calves. *Veterynarna medytyna : mizhvid. temat. nauk. zb.* 1995. Issue 70. P. 75.
8. Adeyeye S. A. O. Food packaging and nanotechnology: safeguarding consumer health and safety. *Nutrition & Food Science*. 2019. Vol. 49, No. 6. P. 1164–1179. DOI: 10.1108/NFS-01-2019-0020.
9. Advances in Particle Shape Engineering for Improved Drug Delivery / Y. Yang et al. *Drug Discov. Today*. 2019. Vol. 24. P. 575–583. DOI: 10.1016/j.drudis.2018.10.006.
10. Applications, Challenges, and Strategies in the Use of Nanoparticles as Feed Additives in Equine Nutrition / P. R. K. Reddy et al. *Vet. World*. 2020. Vol. 13. P. 1685–1696. DOI: 10.14202/vetworld.2020.1685-1696.
11. Concentration and heritability of immunoglobulin G and natural antibody immunoglobulin M in dairy and beef colostrum along with serum total protein in their calves / T. E. Altwater-Hughes et al. *J. Anim. Sci.* 2022. Vol. 100, Issue 2. P. 1–9. DOI: 10.1093/jas/skac006.
12. Detail Review on Chemical, Physical and Green Synthesis, Classification, Characterizations and Applications of

- Nanoparticles / I. Ijaz et al. *Green Chem.* 2020. Vol. 13. P. 223–245. DOI: 10.1080/17518253.2020.1802517.
13. Exploration of the Natural Active SmallMolecule Drug-Loading Process and Highly Efficient Synergistic Antitumor Efficacy / J. Wang et al. *ACS Appl. Mat. Interfaces.* 2020. № 12. P. 6827–6839. DOI: 10.1021/acsami.9b18443.
14. Fate of biodegradable engineered nanoparticles used in veterinary medicine as delivery systems from a one health perspective / C. Cerbu et al. *Molecules.* 2021. Vol. 26. P. 523. DOI: 10.3390/molecules26030523.
15. Fatima F., Siddiqui S., Khan W. A. Nanoparticles as Novel Emerging Therapeutic Antibacterial Agents in the Antibiotics Resistant Era. *Biological trace element research.* 2021. 199. P. 2552–2564. DOI: 10.1007/s12011-020-02394-3.
16. Fesseha H., Degu T., Getachew Y. Nanotechnology and its application in animal production: A review. *Vet. Med. Open J.* 2020. № 5 (2). P. 43–50. DOI: 10.17140/VMOJ-5-148.
17. Gerloff B. J. Dry cow management for the prevention of ketosis and fatty liver in dairy cows. *The Veterinary clinics of North America.* 2000. Vol. 16. P. 283–292.
18. Hashem N. M., Gonzalez-Bulnes A. Nanotechnology and Reproductive Management of Farm Animals: Challenges and Advances. *Animals.* 2021. Vol. 11. P. 1–19. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11071932>.
19. Hill E. K., Li J. Current and future prospects for nanotechnology in animal production. *Journal of Animal Science and Biotechnology.* 2017. 8, 26. P. 1–13. DOI: 10.1186/s40104-017-0157-5.
20. Kingshuk Poddar, Anyam Kishore. Emerging Issues in Climate Smart Livestock Production. Chapter Seven – Nanotechnology in animal production. *Biological Tools and Techniques.* 2022. P. 149–170. DOI: 10.1016/B978-0-12-822265-2.00009-0.
21. Kuzminova E. V., Semenenko M. P., Koshchaev A. G. Influence of the carotenoid-based preparations on the metabolic and antioxidant protection of the cows' body. *Advances in Agricultural and Biological* 10.1080/17518253.2020.1802517.
13. Exploration of the Natural Active SmallMolecule Drug-Loading Process and Highly Efficient Synergistic Antitumor Efficacy / J. Wang et al. *ACS Appl. Mat. Interfaces.* 2020. No 12. P. 6827–6839. DOI: 10.1021/acsami.9b18443.
14. Fate of biodegradable engineered nanoparticles used in veterinary medicine as delivery systems from a one health perspective / C. Cerbu et al. *Molecules.* 2021. Vol. 26. P. 523. DOI: 10.3390/molecules26030523.
15. Fatima F., Siddiqui S., Khan W. A. Nanoparticles as Novel Emerging Therapeutic Antibacterial Agents in the Antibiotics Resistant Era. *Biological trace element research.* 2021. 199. P. 2552–2564. DOI: 10.1007/s12011-020-02394-3.
16. Fesseha H., Degu T., Getachew Y. Nanotechnology and its application in animal production: A review. *Vet. Med. Open J.* 2020. No 5 (2). P. 43–50. DOI: 10.17140/VMOJ-5-148.
17. Gerloff B. J. Dry cow management for the prevention of ketosis and fatty liver in dairy cows. *The Veterinary clinics of North America.* 2000. Vol. 16. P. 283–292.
18. Hashem N. M., Gonzalez-Bulnes A. Nanotechnology and Reproductive Management of Farm Animals: Challenges and Advances. *Animals.* 2021. Vol. 11. P. 1–19. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11071932>.
19. Hill E. K., Li J. Current and future prospects for nanotechnology in animal production. *Journal of Animal Science and Biotechnology.* 2017. 8, 26. P. 1–13. DOI: 10.1186/s40104-017-0157-5.
20. Kingshuk Poddar, Anyam Kishore. Emerging Issues in Climate Smart Livestock Production. Chapter Seven – Nanotechnology in animal production. *Biological Tools and Techniques.* 2022. P. 149–170. DOI: 10.1016/B978-0-12-822265-2.00009-0.
21. Kuzminova E. V., Semenenko M. P., Koshchaev A. G. Influence of the carotenoid-based preparations on the metabolic and antioxidant protection of the cows' body. *Advances in Agricultural and Biological Sciences.* 2015. Vol. 1, No 3. P. 33–40.
22. Lu S., Li L. Carotenoid metabolism:

- Sciences. 2015. V. 1, № 3. P. 33–40.
22. Lu S., Li L. Carotenoid metabolism: biosynthesis, regulation and beyond. *Journal of Integrative Plant Biology*. 2008. № 50. P. 778–785.
23. Mechanical Characterization for Cellular Mechanobiology: Current Trends and Future Prospects / B. N. Narasimhan et al. *Bioeng. Biotechnol.* 2020. № 8. P. 595–978. DOI: 10.3389/fbioe.2020.595978.
24. Mekonnen G. Review on Application of Nanotechnology in Animal Health and Production. *Journal of Nanomedicine & Nanotechnology*. 2021. Vol. 12, Iss. 2, No 559. P. 1–7. DOI: 10.35248/2157-7439.21.12.559.
25. Nanotechnologies. 2006. URL: [https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/opinions\\_layman/en/nanotechnologies/1-3/1-introduction.htm](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/en/nanotechnologies/1-3/1-introduction.htm) (last accessed: 05.12.2022).
26. Nanotechnology and nano-propolis in animal production and health: an overview / Pinar Tatli Seven et al. *Italian Journal of Animal Science*. 2018. № 17 (4). P. 921–930. DOI: 10.1080/1828051X.2018.1448726.
27. Raila J., Francis E., Ralf M. Determinations of  $\beta$ -carotene in whole blood of cattle: Comparison of a new cow-side assay with HPLC. *Brief communication*. BioAnalyte GmbH, Teltow, Germany, 2011.
28. Role of nanotechnology in animal production and veterinary medicine /Ahmad Ali et al. *Tropical Animal Health and Production*. 2021. Vol. 53. P. 508. DOI: 10.1007/s11250-021-02951-5.
29. Seasonal variations of some blood parameters in cow / G. Mazzullo et al. *Large Animal Review*. 2014. № 20. P. 81–84.
30. The use of citrate trace elements in animal nutrition / R. Ya. Iskra et al. Lviv, 2015. 30 p.
31. Tkachov A. V. Effectiveness of the Preparation for Animals Based on Oil Solutions of Nanodiamonds. *Proceedings of the International Forum on Climate Change and Sustainable Development: New Challenges of the Century*, Mykolaiv, September, 9–11, 2021. Mykolaiv : PMBSNU, 2021. P. 83.
32. Vasilyeva S. V., Konopatov Yu. V. Clinical biochemistry of cattle : textbook. 2 edition. St-Ptb. : Lan', 2017. 188 p.
33. Wang Y., Cai R., Chen C. The Nano-biosynthesis, regulation and beyond. *Journal of Integrative Plant Biology*. 2008. No 50. P. 778–785.
23. Mechanical Characterization for Cellular Mechanobiology: Current Trends and Future Prospects / B. N. Narasimhan et al. *Bioeng. Biotechnol.* 2020. No 8. P. 595–978. DOI: 10.3389/fbioe.2020.595978.
24. Mekonnen G. Review on Application of Nanotechnology in Animal Health and Production. *Journal of Nanomedicine & Nanotechnology*. 2021. Vol. 12, Iss. 2, No 559. P. 1–7. DOI: 10.35248/2157-7439.21.12.559.
25. Nanotechnologies. 2006. URL: [https://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/opinions\\_layman/en/nanotechnologies/1-3/1-introduction.htm](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/en/nanotechnologies/1-3/1-introduction.htm) (last accessed: 05.12.2022).
26. Nanotechnology and nano-propolis in animal production and health: an overview / Pinar Tatli Seven et al. *Italian Journal of Animal Science*. 2018. No 17 (4). P. 921–930. DOI: 10.1080/1828051X.2018.1448726.
27. Raila J., Francis E., Ralf M. Determinations of  $\beta$ -carotene in whole blood of cattle: Comparison of a new cow-side assay with HPLC. *Brief communication*. BioAnalyte GmbH, Teltow, Germany, 2011.
28. Role of nanotechnology in animal production and veterinary medicine /Ahmad Ali et al. *Tropical Animal Health and Production*. 2021. Vol. 53. P. 508. DOI: 10.1007/s11250-021-02951-5.
29. Seasonal variations of some blood parameters in cow / G. Mazzullo et al. *Large Animal Review*. 2014. No 20. P. 81–84.
30. The use of citrate trace elements in animal nutrition / R. Ya. Iskra et al. Lviv, 2015. 30 p.
31. Tkachov A. V. Effectiveness of the Preparation for Animals Based on Oil Solutions of Nanodiamonds. *Proceedings of the International Forum on Climate Change and Sustainable Development: New Challenges of the Century*, Mykolaiv, September, 9–11, 2021. Mykolaiv : PMBSNU, 2021. P. 83.
32. Vasilyeva S. V., Konopatov Yu. V. Clinical biochemistry of cattle : textbook. 2 edition. St-Ptb. : Lan', 2017. 188 p.
33. Wang Y., Cai R., Chen C. The Nano-

edition. St-Ptb. : Lan', 2017. 188 p.

33. Wang Y., Cai R., Chen C. The Nano-Bio Interactions of Nanomedicines: Understanding the Biochemical Driving Forces and Redox Reactions. *Acc. Chem. Res.* 2019. Vol. 52. P. 1507–1518. DOI: 10.1021/acs.accounts.9b00126.

34. Zinc Nanomaterials: Toxicological Effects and Veterinary Applications / A. A. Hassan et al. *Zinc-Based Nanostructures Environ. Agric. Appl.* 2021. P. 509–541. DOI: 10.1016/b978-0-12-822836-4.00019-7.

Bio Interactions of Nanomedicines: Understanding the Biochemical Driving Forces and Redox Reactions. *Acc. Chem. Res.* 2019. Vol. 52. P. 1507–1518. DOI: 10.1021/acs.accounts.9b00126.

34. Zinc Nanomaterials: Toxicological Effects and Veterinary Applications / A. A. Hassan et al. *Zinc-Based Nanostructures Environ. Agric. Appl.* 2021. P. 509–541. DOI: 10.1016/b978-0-12-822836-4.00019-7.

Отримано 7 листопада 2022 р.  
Погоджено до друку 26 грудня 2022 р.