

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРЕПАРАТУ СТВОРЕНОГО ЗА НАНОТЕХНОЛОГІЄЮ ПРИ ПАТОЛОГІЇ ГІПОГАММАГЛОБІНЕМІЇ ПОРОСЯТ

Коваленко Лідія Михайлівна

кандидат ветеринарних, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-4350-2284

KovalenkoLm4@gmail.com

Коваленко Олександр Іванович

кандидат ветеринарних, доцент

Сумська регіональна лабораторія Державної Служби України

з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0001-6338-7917

Vetlabsummy@ukr.net

Бордунова Ольга Георгіївна

доктор сільськогосподарських наук, професор

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-7120-1040

bordunova.olga59@gmail.com

У сучасному світі продовольча проблема відноситься до найскладнішим проблемам світової економіки та політики. У вирішенні м'ясної проблеми першорядне значення має галузь свинарства, так як ця галузь тваринництва дозволяє в короткі терміни при високій конверсії корму отримувати високоякісну м'ясну продукцію. У більшості країн світу свині як сільськогосподарські тварини, що змінилися під впливом тривалого впливу людини, є найважливішим джерелом виробництва високопоживних харчових продуктів. В даний час у країнах світу розводять кілька сотень різноманітних порід, всі вони виведуть до обґрунтованого відбору кращих тварин, підбору за бажаним типом та спрямованого вирощування нових поколінь. Різноманітність порід свиней надає можливість фермерським господарствам Сумської області мати широкий вибір для досягнення різної мети отримання здорового поголів'я з високим відсотком їх збереженості. Основна роль у підвищенні ефективності галузі свинарства відводиться ветеринарно-санітарним заходам. Широкий аспект сучасних ветеринарних препаратів дозволяє запобігти зниженню рентабельності господарства від загибелі поросят. У статті наведено дані щодо гострої токсичності та профілактичної ефективності при залізодефіцитній анемії поросят комплексного ін'єкційного препарату, сконструйованого на основі наночастинок мікроелементів. Основні функції заліза пов'язані з його включенням до гемоглобіну та міоглобіну, що здійснюють транспорт кисню, а також до ферментів цитохромів, що забезпечують окислювальні процеси. Негативним наслідком дефіциту в організмі заліза є аліментарна анемія, яка відноситься до масових захворювань тварин, особливо поросят-сосунів, що характеризується порушенням кровотворення у вигляді зменшення насиченості еритроцитів гемоглобіном та еритроцитопенії. Крім порушення функцій кровотворних органів та обміну речовин анемія поросят супроводжується порушенням росту та розвитку, а також зниженням імунітету та високою схильністю до інфекційних респіраторних та шлунково-кишкових захворювань.

Ключові слова: наночастки, поросята, еритроцитопенія, кобальт, мідь, аліментарна анемія.

DOI <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2024.4.8>

Вступ. Кінець минулого та початок нинішнього тисячоліття характеризується бурхливим розвитком галузі нанотехнологій, пов'язаної з отриманням, вивченням та застосуванням частинок хімічних елементів. Через свої унікальні властивості нанокристалічні метали можуть використовуватися для створення біопрепаратів нового покоління, що позитивно впливають на продуктивність сільськогосподарських рослин та тварин (Mazgaj R., et al., 2024; Prunier A., et al., 2022). З аналізу літературних джерел визначена проблема збереженості поросят на від'ємі в фермерських господарствах. Для забезпечення нормального процесу кровотворення у тварин, на ранньому етапі їх розвитку, важливим є оптимальне забез-

печення їхнього організму залізом, кобальтом та міддю (Asperti M., et al., 2018; Mazgaj R., et al., 2021). Основні функції заліза пов'язані з його включенням до гемоглобіну та міоглобіну, що здійснюють транспорт кисню, а також до ферментів цитохромів, що забезпечують окислювальні процеси. Переноситься залізо в організмі білком трансферином, а запасується за допомогою феритину в печінці, селезінці та кістковому мозку. Тому основним негативним наслідком дефіциту в організмі заліза є аліментарна анемія, яка відноситься до масових захворювань тварин, особливо поросят-сосунів, що характеризується порушенням кровотворення у вигляді зменшення насиченості еритроцитів гемоглобіном та

еритроцитопенії (Lipinski P., et al., 2010; Pu Y., et al., 2015). Мідь потрібна тваринам для синтезу та активації деяких ферментів, які відіграють важливу роль у забезпеченні тканинного дихання та нормального обміну речовин. Вона каталізує включення заліза до структури гемму та сприяє дозріванню еритроцитів (Szudzik M., et al., 2019; Qunibi WY., 2010). При дефіциті міді порушується кровотворення через недостатню мобілізацію заліза, що веде до зменшення кількості еритроцитів без зміни в них кількості гемоглобіну. Кобальт свій біологічний ефект в організмі тварин виявляє, головним чином, завдяки включенню до молекули вітаміну B12 (Starzyński R.R., et al., 2013; Stangl G.I., et al., 2000). На думку деяких дослідників (Zhang H., et al., 2020; Zhang H., Li Y., et al., 2020), механізм впливу кобальту на процес кровотворення ще до кінця не вивчений, але відомо, що вітамін B12 позитивно впливає на швидкість синтезу протопорфірину (Reichert C.O., et al., 2017; Chen X., et al., 2019). Передбачається також, що іони кобальту здатні стимулювати утворення та інших гемопоетичних факторів, еритропоетину. З урахуванням вищезазначеного, ряд науковці вважають, що при одночасній недостатності заліза, міді та кобальту розвивається важка перніціозна форма анемії, яка протікає як злоскісна (Leyshon B.J., et al., 2016; Pu Y., et al., 2015). Крім порушення функцій кровотворних органів та обміну речовин анемія поросят супроводжується порушенням росту та розвитку, а також зниженням імунітету та високою схильністю до інфекційних респіраторних та шлунково-кишкових захворювань (Lipinski P., et al., 2010; Pu Y., Guo B., et al., 2015). Відомо також, що проти анемічні препарати, які широко застосовуються, сприяють збільшенню в сироватці крові вільної фракції заліза, це може стимулювати розмноження ряду бактерій і підвищувати сприйнятливість до інфекційної патології. Спостереження показують, що при парентеральному введенні порослятам, які народилися від свиноматок з дефіцитом вітаміну E, іонів заліза в дозах, що рекомендуються, можуть спостерігатися ознаки токсикозу і загибелі (Dr. Kalyan Sarma, et al., 2015; Wan D., et al., 2019; Mazgaj R., et al., 2021). На теперішній час розроблений ветеринарний препарат на основі наночасток сполук заліза, кобальту, міді під назвою «Суіферровіт» виробником якого є Biowet (Poland). В склад якого входить декстрал заліза 700мг, хлорид міді 2,707 мг, хлорид кобальту 0,266 мг, вітаміни групи B, нікотинова кислота 42,84 мг, пантотенат кальцію, 1,6 мг. Препарат добре розчиняється в воді, уявляє собою непрозору рідину темно-коричневого кольору. За фармакологічними властивостями вміст сприяє пасивному імунітету. Наночастки заліза, при його засвоєнні стимулюють синтез гемоглобіну кровотворною системою. Одночасно поповнюється дефіцит заліза, збільшується приріст живої маси. Немало важливе значення мають мікроелементи і вітаміни, які регулюють обмін речовин і відновлюють дефіцит їх компонентів в кормах для тварин.

Метою наших досліджень було вивчення токсичності та проти анемічної ефективності нового комплексного ін'єкційного препарату на основі наночастинок заліза, кобальту та міді.

Матеріали і методи досліджень. Ефективність препарату визначали згідно з методичними вказівками та встановлювали першоетапно токсикологічну оцінку хімічних речовин та фармакологічних препаратів, що застосовуються у ветеринарії (Levchenko V.I., et al., 2015). Дослідження проводили в Сумській регіональній лабораторії Державної Служби України, хіміко-токсикологічному відділі та ДНДІЛДВСЕ. Об'єктом для досліджень служили клінічно здорові білі миші. Спостереження за ними вели протягом 14 діб, враховуючи при цьому їхній загальний стан, поведінку, зміну реакцій на зовнішні подразники, відхилення з боку основних фізіологічних функцій, динаміку інтоксикації, її характер та результат. Загиблих мишей піддавали патолого-анатомічному розтину. Спочатку провели попередні випробування на 9 мишах, поділених на 3 групи. Створений зразок препарату вводили підшкірно у дозах 3000, 20000 та 15000 мг/кг для визначення орієнтовної середньолітальної дози. Потім провели розгорнутий дослід, у якому випробували на 3 білих мишах препарат в цих же дозах. Як контроль використовували 3 білі миші, яким аналогічно вводили стерильний ізотонічний розчин натрію хлориду. Середньолітальну дозу (ЛД50) препарату розраховували методом Кербера. Цей метод розроблений для обчислення ЛД50, це не вимагає графічного зображення характерної кривої, а використовується для безпосередніх результатів експерименту. За даною методикою достатньо випробувати 3-4 дози, включаючи дозу, яка не викликає ефекту в одній тварині в групі, а з іншого навпаки демонструє вплив на всіх тварин групи. Значення ЛД50 розраховується за формулою. Розрахунки в якій враховуються інтервал між кожними суміжними дозами, середнє арифметичне з $-n-$ числа тварин, в яких спостерігається врахований ефект під впливом кожних двох суміжних доз. При отриманні цих цифр в графі загиблі вони додаються і поділяються навпіл. Метод Кербера дозволяє визначати стандартну помилку ЛД50, величину стандартного відхилення. Виробничі випробування ветеринарного препарату «Суіферровіт» щодо оцінки його протианемічної ефективності проводили в період 2023-2024 р.р у фермерському господарстві «Здагода» Сумської області. Дослід проводили на 24 порослятах, розділених за принципом умовних аналогів на 4 рівних групи (1-3 дослідні, 4-контрольна). Групи формувалися таким чином, щоб під кожною свиноматкою знаходилися сисунки контрольної та дослідних груп. Сосунам 1, 2, 3 дворазово внутрішньом'язово вводили випробуваний лікарський засіб «Суіферровіт». Його доза при першому введенні на 3 добу життя становила відповідно 0,5; 1,0; 1,5 мл, а при повторному, на 15 добу життя – 0,75; 1,5; 2,25 мл. Поросята 4 групи служили як контроль і їм залізовмісні препарати протягом усього експерименту не застосовувалися. Профілактичну ефективність препарату «Суіферровіт» оцінювали за клінічним станом тварин, захворюваності, збереження, приросту живої маси, а також шляхом виявлення динаміки морфологічних та біохімічних показників крові. Живу масу поросят контролювали шляхом індивідуального зважування на 3, 15 та 30 дні життя. Взяття проб крові для лабораторних дослі-

джен проводилося в ранкові години до початку годування з орбітального венозного синуса на 3 добу життя до застосування препаратів, а в подальшому на 15 та 30 добу їх життя. В одну з пробірок додавали антикоагулянт із розрахунку 2,0- 2,5 ОД/мл. Сироватку отримували після згортання крові при температурі 38°C та центрифугування протягом 10 хв при 3000 об/хв. Для визначення морфологічних показників використали автоматичний гематологічний аналізатор. Біохімічні показники крові визначали за допомогою автоматичного біохімічного аналізатора (Levchenko V.I., et al., 2015; Ding H., et al., 2020; Fjelkner J., et al., 2024). Усі тварини, незалежно від схеми лікування, протягом дослідження піддавалися загальноприйнятими профілактичним та протиепізоотичним заходам. Отриманий цифровий матеріал статистично оброблений за допомогою критерію Стьюдента із застосуванням пакета програм Microsoft Excel.

Результати досліджень. Отримані результати викладені та проаналізовані в таблицях. У попередньому досліді з визначення токсичності препарату «Суіферровіт» після введення дози 30000 мг/кг живої маси всі миші загинули, 20000 мг/кг живої маси загинула одна миша і 15000 мг/кг всі тварини залишилися живими. Доза препарату 15000 мг/кг живої маси викликала на початку збудження, а потім миші заспокоювалися. Через 4-5 годин у двох мишей спостерігалось погіршення стану, вони були пригніченими, дихання прискорене, апетит ослаблений. На другу добу загинула одна миша. Після введення препарату в дозі 20000 мг/кг живої маси у лабораторних тварин відзначалось протягом 5-7 хв збудження, потім деякі лягали, потім піднімалися, ставали на задні лапки, апетит був ослаблений. До кінця третьої доби загинула одна миша. Зі збільшенням дози препарату до 30000 мг/кг живої маси клінічні ознаки інтоксикації поси-

лювалися. Період збудження тривав 1-2 хв, потім миші лягали, у них спостерігалось прискорене дихання, реакція на зовнішні подразники ослаблена, у деяких з них спостерігалась тремор. До корму та води тварини не підходили. Протягом 1-4 діб загинуло 4 миші. Контрольні миші залишалися активними, апетит у них був збережений, відмінка не відзначалась. Розрахунок методом Кербера на основі даних, отриманих в експерименті на лабораторних тваринах, показав, що середньо літальна доза (ЛД50) нового препарату, створеного на основі наноелементів, склала 30000 мг/кг живої маси. Результати морфологічного дослідження крові поросят представлені в табл. 1.

Аналіз результатів таблиці 1 показує, що на початку дослідження досліджувані фонові показники загального аналізу крові, включаючи еритроцитарні індекси, достовірних між групових відмінностей не мали. При цьому кількість еритроцитів склала від $4,02 \pm 0,06$ до $4,52 \pm 0,12 \cdot 10^{12}/л$, середній їх обсяг – від $58,8 \pm 1,44$ до $63,2 \pm 2,01$ фемтолітрів (фл), загального обсягу еритроцитів – від $28,5 \pm 0,33$ до $30,7 \pm 0,56\%$, рівень гемоглобіну – від $81,4 \pm 2,83$ до $90,2 \pm 2,88$, середня концентрація гемоглобіну в еритроциті – від $16,4 \pm 0,74$ до $18,5 \pm 0,89$ пікограм (пг), вміст лейкоцитів – від $7,82 \pm 0,26$ до $8,58 \pm 0,45 \cdot 10^9/л$. На 15 добу життя у поросят контрольної групи всі зазначені вище показники, за винятком кількості еритроцитів та рівня гематокриту, знизилися на $12,4-27,3\%$ і були достовірно ($P < 0,05$) нижчими, ніж у ссавців дослідних груп. В останніх у цьому віці достовірні між групові відмінності були відсутні. До кінця дослідження на 30 добу життя, у контрольних тварин 4 групи, за винятком кількості лейкоцитів та середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті, діагностовано подальше зниження гематологічних показників порівняно з попереднім періодом дослідження, що

Таблиця 1

Морфологічні показники крові поросят-сосунів, оброблених препаратом «Суіферровіт»

Група	Показники					
	еритроцити, $10^{12}/л$	середній об'єм еритроцитів, фл	гематокритна величина, %	лейкоцити, $10^9/л$	гемоглобін, г/л	середня концентрація гемоглобіну в еритроциті, пг
на 3 добу						
1	$4,45 \pm 0,08$	$58,8 \pm 1,45$	$28,5 \pm 0,32$	$7,82 \pm 0,26$	$87,5 \pm 2,32$	$17,2 \pm 0,51$
2	$4,39 \pm 0,11$	$63,1 \pm 2,19$	$30,2 \pm 0,41$	$8,18 \pm 0,31$	$87,5 \pm 1,89$	$18,4 \pm 0,64$
3	$4,52 \pm 0,12$	$61,3 \pm 1,19$	$30,7 \pm 0,56$	$8,58 \pm 0,45$	$81,4 \pm 2,83$	$16,4 \pm 0,74$
4	$4,02 \pm 0,06$	$63,2 \pm 2,01$	$30,0 \pm 0,56$	$8,39 \pm 0,36$	$90,2 \pm 2,88$	$18,5 \pm 0,89$
на 15 добу						
1	$5,09 \pm 0,07^*$	$58,4 \pm 3,29^*$	$38,9 \pm 1,11^*$	$9,58 \pm 0,69^*$	$104,7 \pm 2,94^*$	$19,7 \pm 0,59^*$
2	$5,12 \pm 0,11^*$	$57,7 \pm 3,11^*$	$37,3 \pm 1,14^*$	$9,29 \pm 0,63^*$	$105,1 \pm 2,80^*$	$20,6 \pm 0,71^*$
3	$5,47 \pm 0,07^*$	$60,4 \pm 2,47^*$	$42,3 \pm 0,82^*$	$9,23 \pm 0,64^*$	$104,4 \pm 3,21^*$	$21,9 \pm 0,69^*$
4	$4,12 \pm 0,12$	$48,3 \pm 2,79$	$31,9 \pm 0,53$	$6,91 \pm 0,32$	$77,1 \pm 3,24$	$13,5 \pm 0,79$
на 30 добу						
1	$5,09 \pm 0,12^*$	$59,5 \pm 2,17^*$	$37,8 \pm 0,79^*$	$7,88 \pm 0,58^*$	$106,2 \pm 2,69^*$	$20,8 \pm 0,72^*$
2	$5,14 \pm 0,16^*$	$59,4 \pm 2,19^*$	$38,9 \pm 1,03^*$	$7,76 \pm 0,39^*$	$105,9 \pm 2,18^*$	$21,3 \pm 0,75^*$
3	$5,39 \pm 0,11^*$	$56,8 \pm 2,67^*$	$39,4 \pm 0,72^*$	$7,12 \pm 0,51^*$	$106,9 \pm 2,77^*$	$21,8 \pm 0,64^*$
4	$4,15 \pm 0,19$	$45,4 \pm 1,72$	$29,8 \pm 0,73$	$6,78 \pm 0,35$	$78,4 \pm 3,58$	$17,3 \pm 0,75$

Примітка: * $P < 0,05$ у порівнянні з тваринами 4 групи

вказує на наявність залізодефіцитної анемії. У цьому максимальні зміни на 5,8% виявлено щодо середнього обсягу еритроцитів. Зміст червоних кров'яних тілець мав найбільше значення $5,47 \pm 0,07$ у свавців 3 групи, перевищивши фоновий рівень на 17,8%. У поросят цієї групи відзначався також максимальний обсяг еритроцитів у плазмі крові – $39,4 \pm 0,72\%$. Середній обсяг еритроцитів максимальним у тварин 2 групи – $59,7 \pm 2,19$ фл. Інші досліджувані показники мали максимальні значення у поросят 2 дослідної групи. Результати біохімічного дослідження крові поросят представлені у таблиці 2.

З аналізу результатів таблиці 2 видно, що на початку дослідження досліджувані біохімічні фонові показники між групами достовірно не відрізнялися. При повторному дослідженні крові на 15 добу життя у сироватці крові поросят усіх піддослідних груп спостерігалось збільшення вмісту загального білка та його альбумінової фракції. Результати біохімічного дослідження крові поросят представлені у таблиці 3.

У тварин контрольної групи ці показники, навпаки, знизилися, порівняно з поросятами деяких піддослідних груп, і були достовірно ($P < 0,05$) нижче. На 30 добу життя поросята всіх піддослідних груп мали вищі показники загального білка, альбумінів та заліза сироватки крові ($P < 0,05$) у порівнянні з тваринами 4 групи. Динаміка живої маси поросят піддослідних та контрольної груп, а також їх збереження, представлені в таблиці 4.

Аналіз даних таблиці 4 показує, що протягом перших двох тижнів життя на фоні застосування препарату «Суіферровіт» поросята-сосуни 1-3 груп добре розвивалися, про що свідчить приблизно однакова їхня маса $4,48 \pm 0,25$ тварин другої групи, а третьої $4,39 \pm 0,17$. Дещо нижче $4,38 \pm 0,15$ вона була у тварин першої групи, проте даний показник виявився на 15,8% вище ($P < 0,05$), ніж у поросят контрольної групи. До кінця дослідження тварини 2 та 3 груп мали приблизно однакову живу масу, яка становила відповідно $7,55 \pm 0,39$ та $7,54 \pm 0,39$ кг. З піддослідних поросят найнижчим цей показник був у першій групі та складав $7,49 \pm 0,28$ кг. Проте це на 22,8% вище, ніж у тварин контрольної групи. У цей період досліджень поросята 2 і 3 груп також мали максимальні значення показників середньодобового та абсолютного приросту живої маси, а також збереження, що відповідно на 21% вище, ніж у тварин контрольної групи. При обстеженні останніх у 100% поросят відзначалися також клінічні ознаки, характерні аліментарної анемії: флегматичний темперамент, анемічність шкіри та слизових оболонок, набряклість повік, погана вгодваність, виснаження, збочення апетиту, проноси, суха та ламка щетина.

Обговорення. Випробування показали, що створений препарат на основі наночастинок заліза, кобальту та міді «Суіферровіт» має низьку токсичність і має хорошу профілактичну ефективність при залізодефіцитній ане-

Таблиця 2

Біохімічні показники крові поросят-сосунів, оброблених препаратом «Суіферровіт»

Група	Показники					
	Загальний білок, г/л	альбуміни, г/л	кальцій, ммоль/л	фосфор, ммоль/л	залізо, мкмоль/л	АлАТ, ед/л
на 3 добу						
1	$58,1 \pm 1,41$	$25,1 \pm 1,31$	$3,5 \pm 0,05$	$2,1 \pm 0,11$	$71,2 \pm 3,31$	$52,5 \pm 2,56$
2	$59,1 \pm 1,30$	$27,5 \pm 0,82$	$3,1 \pm 0,07$	$1,7 \pm 0,03$	$79,9 \pm 3,30$	$49,3 \pm 2,48$
3	$57,7 \pm 1,44$	$26,4 \pm 1,85$	$3,4 \pm 0,09$	$2,0 \pm 0,04$	$67,8 \pm 2,89$	$51,8 \pm 2,35$
4	$58,4 \pm 1,35$	$25,4 \pm 0,69$	$3,3 \pm 0,08$	$1,7 \pm 0,21$	$69,4 \pm 3,62$	$51,1 \pm 2,33$

Примітка: * $P < 0,05$ у порівнянні з тваринами 4 групи

Таблиця 3

Біохімічні показники крові поросят-сосунів, оброблених препаратом «Суіферровіт» з 15 доби

Група	Показники					
	Загальний білок, г/л	альбуміни, г/л	кальцій, ммоль/л	фосфор, ммоль/л	залізо, мкмоль/л	АлАТ, ед/л
на 15 добу						
1	$63,2 \pm 2,9^*$	$38,6 \pm 0,77^*$	$3,4 \pm 0,07$	$2,2 \pm 0,11$	$98,3 \pm 3,41^*$	$47,1 \pm 2,37$
2	$65,3 \pm 2,31^*$	$38,7 \pm 0,92^*$	$3,6 \pm 0,12$	$2,1 \pm 0,05$	$98,8 \pm 3,61^*$	$50,3 \pm 2,23$
3	$64,9 \pm 2,28^*$	$37,1 \pm 0,81$	$3,3 \pm 0,06$	$2,3 \pm 0,04$	$95,1 \pm 3,41^*$	$46,3 \pm 2,43$
4	$53,7 \pm 1,73$	$34,81 \pm 0,72$	$2,7 \pm 0,12$	$1,7 \pm 0,05$	$84,2 \pm 3,11^*$	$52,2 \pm 2,25$
на 30 добу						
1	$65,2 \pm 2,76^*$	$37,8 \pm 1,43^*$	$3,1 \pm 0,04$	$2,4 \pm 0,05$	$98,2 \pm 2,27^*$	$44,1 \pm 3,04$
2	$67,4 \pm 3,12^*$	$39,4 \pm 0,71^*$	$3,0 \pm 0,12$	$2,1 \pm 0,03$	$102,5 \pm 3,64^*$	$45,2 \pm 2,33$
3	$67,6 \pm 2,81^*$	$39,7 \pm 1,21^*$	$2,8 \pm 0,05$	$2,2 \pm 0,07$	$102,9 \pm 3,33^*$	$48,8 \pm 2,88$
4	$62,6 \pm 2,32$	$35,6 \pm 1,12$	$2,7 \pm 0,05$	$1,8 \pm 0,06$	$87,9 \pm 2,88$	$55,2 \pm 2,24$

Примітка: * $P < 0,05$ у порівнянні з тваринами 4 групи

Жива маса та збереження поросят-сосунів, оброблених препаратом «Суіферровіт»

Група	Жива маса, кг			Средньодобовий приріст живої маси за період досліджу, г	Абсолютний приріст живої маси за період досліджу, г	Збереженість, %
	на 3 добу	на 15 добу	на 30 добу			
1	1,52±0,05	4,38±0,15	7,49±0,29	23879	5,87	92,4
2	1,53±0,04	4,48±0,25	7,55±0,34	240,5	6,03	100,0
3	1,53±0,02	4,39±0,17	7,54±0,40	240,2	6,01	100,0
4	1,53±0,02	3,68±0,18	5,62±0,41	171,3	4,08	74,0

Примітка: *P<0,05 у порівнянні з тваринами 4 групи

мії поросят-сосунів. Причому з урахуванням результатів лабораторного дослідження крові клінічного обстеження тварин, динаміки їх зростання та розвитку найбільш доцільним є дворазове його парентеральне застосування в дозі 1,0-1,5 та 1,5-2,0 мл на тварину відповідно на 3 та 15 добу.

Висновки.1. Середньолітальна доза (ЛД50) препарату на основі наноелементів при підшкірному вве-

денні для білих мишей становить 30 000 мг/кг живої маси.

2. Препарат «Суіферровіт» при дворазовому внутрішньом'язовому введенні поросяткам на 3 та 15 добу життя в дозах відповідно 1,0-1,5 та 1,5-2,0 мл є безпечним, нормалізує процеси метаболізму, ефективно забезпечує ефективність профілактичних заходів щодо виникненню гіпогаммаглобінемії поросят.

Бібліографічні посилання:

- Asperti M., Gryzik M, Brill E., Castagna A., Corbella M., Gottardo R., Girelli D., Tarantino G., Arosio P., Poli M.. (2018). Iron Supplementation in Mice: Effects on Blood Parameters, Hepcidin, and Inflammation. *Nutrients*. Sep 21;10(10):1349. doi: 10.3390/nu10101349. PMID: 30241424; PMCID: PMC6213119.
- Chen X., Zhang X., Zhao J., Tang X., Wang F., Du H.. (2019). Split iron supplementation is beneficial for newborn piglets. *Biomed Pharmacother*. Dec;120:109479. doi: 10.1016/j.biopha.2019.109479. Epub 2019 Sep 23. PMID: 31557572.
- Ding H., Yu X, Feng J.. (2020). Iron homeostasis disorder in piglet intestine. *Metallomics*. Oct 21;12(10):1494-1507. doi: 10.1039/d0mt00149j. PMID: 32852491.
- Dr. Kalyan Sarma. (2015). Iron Deficiency Anaemia or Piglet Anaemia [Elektronnyj resurs]. Rezhym dostupu: http://www.kiran.nic.in/pdf/publications/Mizoram/piglet_anamia.pdf.
- Fjelkner J., Sannö A., Emanuelson U.. (2024). Iron status in piglets at three days of age and at weaning and possible seasonal effects on the blood haemoglobin levels in a Swedish outdoor pig-producing farm. *Acta Vet Scand*. Mar 19;66(1):13. doi: 10.1186/s13028-024-00735-z. PMID: 38504355; PMCID: PMC10953155.
- Smirnov O.. (2015). Hypoplastic anemia of young animals (2015). *Agricultural sector of Ukraine* [Elektronnyj resurs]. Rezhym dostupu: <http://agroua.net/animals/veterinary/diseases/g1-1/g2-1/d-230/>.
- Levchenko V.I., Golovaha V.I., Sahnjuk V.V. (2015). Laboratorne doslidzhennia krovii tvaryn ta interpetatsiia yoho rezultativ: metod. Posibnyk [Laboratory examination of animal blood and interpretation of its results: methodical manual]. Bila Cerkva: BNAU. 136 s. [in Ukrainian].
- Lipinski P., Starzyński R.R., Canonne-Hergaux F., Tudek B., Oliński R., Kowalczyk P., Dziaman T., Thibaudeau O., Gralak M.A., Smuda E., Woliński J., Usińska A., Zabielski R.. (2010). Benefits and risks of iron supplementation in anemic neonatal pigs. *Am J Pathol*. Sep;177(3):1233-43. doi: 10.2353/ajpath.2010.091020. PMID: 20805566; PMCID: PMC2928957.
- Leyshon B.J., Radlowski E.C., Mudd A.T, Steelman A.J, Johnson R.W.. (2016). Postnatal Iron Deficiency Alters Brain Development in Piglets. *J Nutr*. Jul;146(7):1420-7. doi: 10.3945/jn.115.223636. Epub 2016 Jun 8. PMID: 27281804; PMCID: PMC4926848.
- Lipinski P., Starzyński R.R., Canonne-Hergaux F., Tudek B., Oliński R., Kowalczyk P., Dziaman T., Thibaudeau O., Gralak M.A., Smuda E., Woliński J., Usińska A., Zabielski R.. (2010). Benefits and risks of iron supplementation in anemic neonatal pigs. *Am J Pathol*. Sep;177(3):1233-43. doi: 10.2353/ajpath.2010.091020. PMID: 20805566; PMCID: PMC2928957.
- Kondrahyn Y.P., Arhypov A.V., Levchenko V.Y.. (2004). Metody veterynarnoi klinichnoi laboratornoi diahnostryky: dovidnyk. [Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics: a reference book]. K.:ELAN. 520 s. [in Ukrainian].
- Mazgaj R., Lipiński P., Szudzik M., Jończy A., Kopeć Z., Stankiewicz A.M., Kamyczek M., Swinkels D., Żelazowska B., Starzyński R.R.. (2021). Comparative Evaluation of Sucrosomial Iron and Iron Oxide Nanoparticles as Oral Supplements in Iron Deficiency Anemia in Piglets. *Int J Mol Sci*. Sep 14;22(18):9930. doi: 10.3390/ijms22189930. PMID: 34576090; PMCID: PMC8466487.
- Mazgaj R., Lipiński P., Starzyński R.R.. (2024). Iron Supplementation of Pregnant Sows to Prevent Iron Deficiency Anemia in Piglets: A Procedure of Questionable Effectiveness. *Int J Mol Sci*. Apr 8;25(7):4106. doi: 10.3390/ijms25074106. PMID: 38612915; PMCID: PMC11012493.
- Nenortiene P., Saprągonienė M., Stankevičius A., Matusevičius A.P, Daunoras G. (2002). Geriamuju milteliu su gelezies (II) oksalatu gamyba, analize bei ju antianeminis poveikis. *Ferosolis-1* [Preparation, analysis and anti-anemic action of peroral powders with ferrous oxalate. *Ferosol-1*]. Kaunas: Medicina. 38(1):63-8. Lithuanian. PMID: 12474720. [in Lithuanian]

15. Pu Y., Guo B., Liu D., Xiong H., Wang Y., Du H.. (2015). Iron Supplementation Attenuates the Inflammatory Status of Anemic Piglets by Regulating Hcpidin. *Biol Trace Elem Res. Sep*;167(1):28-35. doi: 10.1007/s12011-015-0295-6. Epub 2015 Mar 14. PMID: 25774043.
16. Prunier A., Leblanc-Maridor M., Pauwels M., Jaillardon L., Belloc C., Merlot E.. (2022). Evaluation of the potential benefits of iron supplementation in organic pig farming. *Open Res Eur. Mar* 21;2:11. doi: 10.12688/openreseurope.14367.2. PMID: 37645321; PMCID: PMC10445923.
17. Pu Y., Li S., Xiong H., Zhang X., Wang Y., Du H.. (2018). Iron Promotes Intestinal Development in Neonatal Piglets. *Nutrients. Jun* 5;10(6):726. doi: 10.3390/nu10060726. PMID: 29874829; PMCID: PMC6024698.
18. Pu Y., Guo B., Liu D., Xiong H., Wang Y., Du H.. (2015). Iron Supplementation Attenuates the Inflammatory Status of Anemic Piglets by Regulating Hcpidin. *Biol Trace Elem Res. Sep*;167(1):28-35. doi: 10.1007/s12011-015-0295-6. Epub. Mar 14. PMID: 25774043.
19. Qunibi W.Y.. (2010). The efficacy and safety of current intravenous iron preparations for the management of iron-deficiency anaemia: a review. *Arzneimittelforschung. 60(6a)*:399-412. doi: 10.1055/s-0031-1296304. PMID: 20648931.
20. Reichert C.O., da Cunha J., Levy D., Maselli M.F., Bydlowski S.P., Spada C. (2017). Hcpidin: Homeostasis and Diseases Related to Iron Metabolism. *Acta Haematol. 137(4)*:220-236. doi: 10.1159/000471838. Epub 2017 May 18. PMID: 28514781.
21. Riggs A.F. (2006). Globin in every cell. *Proc. Natl. Acad. Sci USA. Vol. 103, N 8. P.2469–2470.*
22. Szudzik M., Starzyński R.R., Jończy A., Mazgaj R., Lenartowicz M., Lipiński P. (2018). Iron Supplementation in Suckling Piglets: An Ostensibly Easy Therapy of Neonatal Iron Deficiency Anemia. *Pharmaceuticals (Basel). Nov* 22;11(4):128. doi: 10.3390/ph11040128. Erratum in: *Pharmaceuticals (Basel). 2019 Jan* 29;12(1):E22. doi: 10.3390/ph12010022. PMID: 30467279; PMCID: PMC6315738.
23. Starzyński R.R., Laarakkers C.M., Tjalsma H., Swinkels D.W., Pieszka M., Styś A., Mickiewicz M., Lipiński P.. (2013). Iron supplementation in suckling piglets: how to correct iron deficiency anemia without affecting plasma hcpidin levels. *PLoS One. May* 30;8(5):e64022. doi: 10.1371/journal.pone.0064022. PMID: 23737963; PMCID: PMC3667775.
24. Stangl G.I., Roth-Maier D.A., Kirchgessner M.. (2008). Vitamin B-12 deficiency and hyperhomocysteinemia are partly ameliorated by cobalt and nickel supplementation in pigs. *J Nutr. Dec*;130(12):3038-44. doi: 10.1093/jn/130.12.3038. PMID: 11110865.
25. Wan D., Wu Q., Ni H., Liu G., Ruan Z., Yin Y.. (2019). Treatments for Iron Deficiency (ID): Prospective Organic Iron Fortification. *Curr Pharm Des. 25(3)*:325-332. doi: 10.2174/1381612825666190319111437. PMID: 30892157.
26. Zhang Y., Dong Z., Yang H., Liang X., Zhang S., Li X., Wan D., Yin Y.. (2020). Effects of dose and duration of dietary copper administration on hepatic lipid peroxidation and ultrastructure alteration in piglets' model. *J Trace Elem Med Biol. May* 27;61:126561. doi: 10.1016/j.jtemb.2020.126561. Epub ahead of print. PMID: 32480055.
27. Zhang H., Li Y., Wang T.. (2015). Antioxidant capacity and concentration of redox-active trace mineral in fully weaned intra-uterine growth retardation piglets. *J Anim Sci Biotechnol. Nov* 19;6:48. doi: 10.1186/s40104-015-0047-7. PMID: 26587234; PMCID: PMC4652383.

Kovalenko L. M., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Kovalenko A. I., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy Regional Laboratory of the State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection, Sumy, Ukraine

Bordunova O. H., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Effectiveness of a preparation created using nanotechnology in the pathology of hypohammaglobinemia in piglets

In the modern world, the food problem is one of the most complex problems of the world economy and politics. In solving the meat problem, the pig industry is of paramount importance, since this branch of animal husbandry allows for the production of high-quality meat products in a short time with high feed conversion. In most countries of the world, pigs as farm animals that have changed under the influence of long-term human influence are the most important source of production of highly nutritious food products. Currently, several hundred different breeds are bred in countries around the world, all of which will lead to a well-founded selection of the best animals, selection according to the desired type and targeted breeding of new generations. The variety of pig breeds allows farms in the Sumy region to have a wide choice to achieve various goals of obtaining healthy livestock with a high percentage of their survival. The main role in increasing the efficiency of the pig industry is assigned to veterinary and sanitary measures. The wide range of modern veterinary drugs allows to prevent the decrease in profitability of the farm from the death of piglets. The article presents data on the acute toxicity and prophylactic efficacy of a complex injectable preparation designed on the basis of nanoparticles of trace elements in iron deficiency anemia in piglets. The main functions of iron are associated with its incorporation into hemoglobin and myoglobin, which carry out oxygen transport, as well as into cytochrome enzymes, which provide oxidative processes. A negative consequence of iron deficiency in the body is alimentary anemia, which refers to mass diseases of animals, especially suckling piglets, characterized by impaired hematopoiesis in the form of a decrease in the saturation of erythrocytes with hemoglobin and erythrocytopenia. In addition to impaired functions of hematopoietic organs and metabolism, anemia in piglets is accompanied by impaired growth and development, as well as decreased immunity and a high susceptibility to infectious respiratory and gastrointestinal diseases.

Key words: nanoparticles, piglets, erythrocytopenia, cobalt, copper, nutritional anemia.