

ІНТЕНСИВНІСТЬ ПЕРОКСИДНОГО ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ В ОРГАНІЗМІ СВИНЕЙ ЗА ВПЛИВУ НАНОПРЕПАРАТУ Zn, Fe, Ge І МІЦЕЛЯРНОЇ ФОРМИ ТОКОФЕРОЛУ

М. Р. Ключук¹, асистент

Подільський державний аграрно-технічний університет
вул. Шевченка, 13, Кам'янець-Подільський, Хмельницька область, 32316, Україна

У статті представлено нові наукові данні щодо впливу нанопрепарату Zn, Fe і Ge та міцелярної форми токоферолу на інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів у крові підсвинків різного віку. Встановлено значний вплив нанопрепарату Zn, Fe, Ge і міцелярної форми токоферолу на вміст проміжних і кінцевих продуктів пероксидного окиснення ліпідів в еритроцитах крові. Якщо введення нанопрепарату Zn, Fe і Ge стимулює (у межах норми) інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів (вміст основ Шиффа в еритроцитах крові цих поросят був вище на 11-32 % ($p < 0,001$) від показників тварин контрольної групи), то вполювання міцелярної форми токоферолу знижує інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів у організмі підсвинків.

Ключові слова: ПІДСВИНКИ, ПЕРОКСИДНЕ ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ, НАНОПРЕПАРАТ Zn, Fe, Ge, МІЦЕЛЯРНА ФОРМА ТОКОФЕРОЛУ.

Пероксидне окиснення ліпідів (ПОЛ) – це фізіологічний процес, що забезпечує в організмі фаго- і пиноцитоз, синтез простагландинів, холестеролу, і інші речовин. До вільнорадикального окислення сприйнятливі всі без виключення органічні сполуки, однак найбільш чутливими є ліпіди, особливо поліненасичені жирні кислоти [1]. При певних умовах нормальні клітини організму можуть стати мішенню активних форм Оксигену, зокрема, при стресах різної етіології [2]. Реакцій ПОЛ протікають на мембранних структурах в присутності іонів Феруму включають в себе декілька стадій. Володіючи високою реакційною здатністю, первинні продукти ПОЛ здатні пошкоджувати різні біомолекули за рахунок взаємодії з SH-, NH₂- і CH₃- групами, що часто призводить до інактивації дії багатьох ферментів [3]. Пероксили ліпідів є порівняно нестійкими речовинами і легко піддаються гомолітичному розпаду, особливо в присутності каталізаторів (іонів металів змінної валентності), в наслідок чого утворюються проміжні (вторинні) продукти ПОЛ (спирти, альдегіди, діальдегіди тощо) [4]. Ці продукти, володіючи високою реакційністю, досить швидко металізуються. Такі вторинні продукти ПОЛ, як кетони і альдегіди в клітинах і тканинах, з одного боку, є субстратами багатьох цитозольних і ферментів, а з іншого – утворюються при розпаді деяких інших речовин [5].

Діальдегід і ряд інших вторинних продуктів ПОЛ, взаємодіючий з NH₂- кінцевими залишками амінокислот, білків і аміногрупами фосфоліпідів, інших речовин, утворюють кон'юговані флуоресцентні з'єднання типу основ Шиффа, які є більш стабільними і здатні накопичуються в тканинах тварин [6].

Флуорисцюючі продукти ПОЛ є комплексами ліпопротеїдів, що входять до складу відомого внутрішньоклітинного утворення – ліпофусцину [7].

Нанотехнології у ветеринарній медицині являють собою сучасну перспективну галузь. Наночастки біогенних металів, зокрема Zn, Fe та Ge, володіють сильнішим стимулюючим ефектом, ніж їхні молекулярні форми [8]. Жиророзчинний вітамін E, представлений у

¹Науковий керівник – д. с.-г. н., професор В. В. Данчук

воднодисперсній (міцелярній) формі має високу біодоступність, швидко всмоктується та активніше використовується у процесах обміну речовин. Міцелярна система є нетоксичною і продемонструвала гарні результати у випробуваннях на білих мишах [9]. Дослідження останніх років показують, що застосування нанопрепаратів біогенних металів для корекції обміну речовин є досить перспективним проте їх вплив на інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів у організмі свиней є не з'ясованим. Отже, проведення комплексних досліджень з вивчення впливу нанопрепарату Zn, Fe і Ge та міцелярної форми токоферолу на пероксидне окиснення ліпідів є актуальним, оскільки дозволить розробити нові методи підвищення продуктивності та резистентності тварин. За даним зарубіжної літератури це питання мало вивчене, а у доступній нам вітчизняній літературі ці дослідження практично не висвітлені.

Мета і завдання дослідження – дослідити інтенсивність ПОЛ в організмі свиней різного віку за ведення нанопрепарату Zn, Fe та Ge і міцелярної форми токоферолу.

Матеріали і методи. Дослід проводився на свинофермі науково-виробничого центру «Поділля» Подільського державного аграрно-технічного університету. Для проведення даного досліді було проведено три серії досліджень на свинях великої білої породи відповідно віком 30-, 60-, 90-, 120-, 150- та 180 діб. Свині утримувались згідно з існуючими нормами і були вільні від інфекційних та інвазійних хвороб. Було підібрано чотири групи тварин різного віку (по 10 свиней у кожній). Дослід проведено відповідно до наданої схеми (табл. 1).

Таблиця 1

Схема досліді

Групи тварин			
Контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
-	в/м 2,5 мл нанопрепарату Zn, Fe та Ge	випоювали міцелярний розчин вітаміну E у дозі 2 мл/кг	в/м нанопрепарат Zn, Fe, Ge + з водою міцелярна форма токоферолу

Тваринам I дослідної групи внутрішньом'язово вводили комплексний нанопрепарат мікроелементів (Zn, Fe, Ge) в кількості 2,5 мл. Свиням II дослідної групи випоювали вітамінну кормову добавку у вигляді водного міцелярного розчину вітаміну E у дозі 2 мл/кг маси тіла. Тваринам III дослідної групи внутрішньом'язово вводили комплексний нанопрепарат мікроелементів (Zn, Fe, Ge) та випоювали міцелярну форму токоферолу у вищенаведених дозах. Матеріалом для досліджень слугували зразки крові відібрані через 7 діб після введення нанопрепарату та випоювання вітаміну. У гемолізатах еритроцитів підсвинків визначали продукти ПОЛ за принципом що базується на тому, що процес ПОЛ супроводжується переорієнтацією подвійних зв'язків із виникненням специфічних оптичних властивостей. При чому максимум поглинання при 232 нм мають дієнові кон'югати, 273 нм – кетодієни і спряжені триєни та 400 нм – основи Шиффа.

Результати й обговорення. Вміст дієнових кон'югатів в еритроцитах крові свиней всіх груп упродовж всього періоду досліджень не виходив за фізіологічні межі та становив – 0,82-1,0 у.о. (табл. 2). Проведеними дослідженнями встановлено, що введення поросят нанопрепарату Zn, Fe і Ge в ранні періоди онтогенезу супроводжується збільшенням вмісту дієнових кон'югатів (ДК) в еритроцитах крові поросят. Зокрема, вміст ДК в еритроцитах кров поросят I дослідної групи в 1-, 2- та 3-місячного віку був достовірно вище на 13,2 % ($p < 0,01$), 12,7 % ($p < 0,01$) та 12,9 % ($p < 0,01$) від показників поросят контрольної групи. На подальших етапах досліджень вміст ДК в еритроцитах крові свиней достовірно не відрізнявся від такого у тварин контрольної групи.

Випоювання міцелярної форми токоферолу поросят різного віку достовірно впливало на вміст ДК в гемолізаті еритроцитів лише у 30-добових та 4-місячних поросят

(даний показник був нижче на 7,2 % ($p<0,05$) та 5,5 % ($p<0,05$) від такого у тварин контрольної групи). Випоювання міцелярної форми токоферолу разом із введенням нанопрепарату металів істотно не впливало на вміст ДК в еритроцитах крові поросят. Слід лише відзначити достовірне збільшення вмісту ДК в еритроцитах крові поросят 4-місячного віку на 11,4 % ($p<0,05$) відповідно до показників тварин контрольної групи. Слід відмітити істотний вплив нанопрепарату Zn, Fe і Ge на вміст КД і СТ в еритроцитах крові поросят. Зокрема, вміст КД і СТ в еритроцитах крові поросят I дослідної групи в 1-, 2-, 4-, 5- та 6-місячному віці був на 19,5 % ($p<0,01$), 22,6 % ($p<0,001$), 8,2 % ($p<0,05$), 13,7 % ($p<0,001$) та 12,7 % ($p<0,001$) нижче відповідно до показників тварин контрольної групи на даному етапі онтогенезу.

Випоювання поросятм міцелярної форми токоферолу у меншій мірі впливає на вміст КД і СТ в еритроцитах крові поросят. Потрібно відзначити, що на відміну від показників тварин I дослідної групи у поросят II дослідної групи вміст КД і СТ у 1- та 6-місячному віці був достовірно нижче відповідно до такого у тварин контрольної групи відповідно на 12,4 % ($p<0,01$) та 7,7 % ($p<0,05$). Таким чином вміст КД і СТ у еритроцитах крові поросят II дослідної групи нижче на 26,7 % ($p<0,001$) і 18,4 % ($p<0,001$) відповідно до показників тварин I дослідної групи.

Таблиця 2

Інтенсивність ПОЛ в організмі свиней за впливу нанопрепарату Zn, Fe, Ge і міцелярної форми токоферолу ($M\pm m, n=5$)

Вік, діб	Групи тварин			
	Контроль	I дослідна	II дослідна	III дослідна
Вміст діснових кон'югатів, E_{232}/E_{220}				
30	0,846±0,020	0,958±0,037**	0,786±0,019*	0,844±0,027
60	0,884±0,024	0,996±0,025**	0,858±0,034	0,868±0,03
90	0,822±0,031	0,928±0,018**	0,786±0,028	0,888±0,028
120	0,898±0,012	0,898±0,042	0,888±0,025	1,000±0,051*
150	0,870±0,028	0,820±0,026	0,822±0,008*	0,904±0,038
180	0,846±0,034	0,818±0,029	0,814±0,035	0,866±0,037
Вміст кетодієнів і спряжених триєнів, E_{273}/E_{270}				
30	0,370±0,014	0,442±0,027**	0,324±0,011**	0,362±0,012
60	0,328±0,009	0,402±0,012***	0,328±0,012	0,322±0,007
90	0,418±0,016	0,422±0,004	0,410±0,007	0,400±0,009
120	0,466±0,022	0,504±0,010*	0,444±0,020	0,484±0,012
150	0,410±0,005	0,466±0,012***	0,396±0,008	0,424±0,014
180	0,440±0,014	0,496±0,012***	0,406±0,008*	0,436±0,013
Вміст основ Шиффа, E_{400}/E_{220}				
30	0,091±0,002	0,111±0,001***	0,071±0,001***	0,084±0,001**
60	0,091±0,002	0,120±0,001***	0,083±0,001**	0,083±0,001**
90	0,071±0,001	0,090±0,002***	0,067±0,002*	0,071±0,001
120	0,087±0,001	0,092±0,001**	0,081±0,001***	0,080±0,001***
150	0,111±0,001	0,092±0,001***	0,092±0,001***	0,089±0,001***
180	0,101±0,002	0,112±0,001***	0,090±0,001***	0,103±0,001

Примітка: Різниця із показниками контрольної групи тварин достовірна при: * – $p<0,05$; ** – $p<0,01$; *** – $p<0,001$.

Проведені дослідження свідчать, що введення нанопрепарату Zn, Fe і Ge поросятм різного віку сприяє накопиченню основ Шиффа в еритроцитах крові поросят. Встановлено збільшення вмісту основ Шиффа в еритроцитах крові поросят 1-, 2-, 3, 4- та 6-місячного віку I дослідної групи відповідно на 22,0 % ($p<0,001$), 31,9 % ($p<0,001$), 26,8 % ($p<0,001$), 5,7 % ($p<0,01$), та 10,9 % ($p<0,001$) відповідно. Натомість у поросят 5-місячного віку I дослідної групи вміст основ Шиффа був нижчим на 17,1 % ($p<0,001$) від такого у тварин контрольної групи на даному періоді онтогенезу. Випоювання поросятм міцелярної форми токоферолу

сприяло достовірному зниженню вмісту основ Шиффа в еритроцитах крові поросят на 5,6- 22 % ($p < 0,05-0,001$) залежно від віку тварин. Слід відмітити, що комплексне введення нанопрепарату Zn, Fe, Ge і міцелярної форми токоферолу мало менший вплив ніж їх окреме використання на вміст основ Шиффа в еритроцитах крові поросят. Так, вміст Основ Шиффа в еритроцитах крові 1-, 2-, 4- та 5-місячних поросят III дослідної групи був достовірно на 7,7 % ($p < 0,01$), 8,8 % ($p < 0,01$), 8,0 % ($p < 0,001$) та 19,8 % ($p < 0,001$) нижче від такого у тварин контрольної групи на даному етапі онтогенезу.

В И С Н О В К И

1. Введення нанопрепарату Zn, Fe і Ge поросятм різного віку сприяє достовірному зростанню вмісту продуктів ПОЛ у гемолізатах еритроцитів підсвинків різного віку, однак їх вміст не виходив за фізіологічні межі.

2. Доведено антиоксидантну дію випоювання міцелярної форми токоферолу підсвинкам різного віку, що виливає із зниження вмісту продуктів пероксидного окиснення ліпідів в еритроцитах їх крові тварин.

Перспективи досліджень полягають розробці методу корекції інтенсивності пероксидного окиснення ліпідів за допомогою введення нанопрепарату Zn, Fe, Ge і випоювання міцелярної форми токоферолу.

THE INTENSITY OF PEROXIDE OXIDATION OF LIPIDS IN ORGANISM OF PIGS UNDER THE INFLUENCE OF NANOPREPARATION ZN, FE, GE AND MICELLAR FORM OF TOCOPHEROL

M. R. Kliutsuk

Podilsk State Agrarian-Technical University
13, Shevchenko str., Kamyanets-Podilskyi, Khmelnytsk area, 32316, Ukraine

S U M M A R Y

In the article the new scientific data are presented as for the influence of nanopreparation Zn, Fe and Ge and micellar form of tocopherol on intensity of heroxide oxidation of lipids in blood of piglings of different age. Considerable influence of nanopreparation Zn, Fe, Ge and micellar form of tocopherol on content of intermediate and eventual material of heroxide oxidation of lipids in the red corpuscles of blood is identified. If introduction of nanopreparation Zn, Fe and Ge stimulates (within the mark) the intensity of peroxide oxidation of lipids (content of Schiff's bases in the red corpuscles of blood of these piglets was higher on 11-32 % ($p < 0,001$) from the indexes of animals of control group), so that watering of micellar form of tocopherol reduces the intensity of heroxide oxidation of lipids in the organism of piglings.

Keywords: PIGLINGS, PEROXIDE OXIDATION OF LIPIDS, NANOPREPARATION ZN, FE, GE, MICELLAR FORM OF TOCOPHEROL.

ИНТЕНСИВНОСТЬ ПЕРОКСИДНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ОРГАНИЗМЕ СВИНЕЙ ПРИ ВЛИЯНИИ НАНОПРЕПАРАТА ZN, FE, GE И МИЦЕЛЛЯРНОЙ ФОРМЫ ТОКОФЕРОЛА

M. P. Ключук

Подольский государственный аграрно-технический университет

ул. Шевченко, 13, Каменец-Подольский, Хмельницкая область, 32316, Украина

В статье представлены новые научные данные относительно влияния нанопрепарата Zn, Fe и Ge а также мицеллярной формы токоферола на интенсивность пероксидного окисления липидов в крови подсосных поросят разного возраста. Установлено значительное влияние нанопрепарата Zn, Fe, Ge и мицеллярной формы токоферола на содержимое промежуточных и конечных продуктов пероксидного окисления липидов в эритроцитах крови. Если введение нанопрепарата Zn, Fe и Ge стимулирует (в пределах нормы) интенсивность пероксидного окисления липидов (содержание основ Шиффа в эритроцитах крови этих поросят было выше на 11-32 % ($p < 0,001$) от показателей животных контрольной группы), то выпаивание мицеллярной формы токоферола снижает интенсивность пероксидного окисления липидов в организме подсосных поросят.

Ключевые слова: ПОДСОСНЫЕ ПОРОСЯТА, ПЕРОКСИДНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ, НАНОПРЕПАРАТ ZN, FE, GE, МИЦЕЛЯРНАЯ ФОРМА ТОКОФЕРОЛА.

Література

1. Decker, Eric A., and Barbara Welch. "Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food." *Journal of Agricultural and food Chemistry* 38.3 (1990): 674-677.
2. Frankel, Edwin N. *Lipid oxidation*. Elsevier, 2014.
3. Владимиров Ю. А. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах / Ю. А. Владимиров, А. И. Арчаков. – Москва: Наука, 1972. – 252 с.
4. Бурлакова Е.Б. Перекисное окисление липидов мембран и природные антиоксиданты." *Успехи химии* 54.9 (1985): 1540-1558.
5. Конторщикова, К. Н. "Перекисное окисление липидов в норме и патологии." *Н. Новгород* (2000): 14-39.
6. Матяев, В.И. Обмен жирных кислот и оптимизация липидного питания свиней / В.И. Матяев, С.А. Лапшин, И.С. Андин Саранск: Красный Октябрь, 2000. -354 с.
7. Колесова, О. Е., А. А. Маркин, Т. Н. Федорова. "Перекисное окисление липидов и методы определения продуктов липопероксидации в биологических средах." *Лаб. дело* 9 (1984): 540-546.
8. Борисович В.Б. Нанотехнологія у ветеринарній медицині. Посіб. для студ. аграр. закл. освіти I – IV рівней акредитації / В.В. Борисович, В.Г. Каплуненко та ін. – К.: ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології», 2009. – 232 с.
9. Maksin V. Water-soluble form of Vitamin E in metabolism processes of warm-blood animals / V. Maksin, O. Iakubchak, M. Ignatovskaya, T. Zheltonozhskaya, N. Permyakova, V. Kaplunenko // *NUBiP of Ukraine and GCHERA, Int. Sci. Electronic J. "Earth Bioresources and Life Quality"* – 2013. Режим доступу – <http://gchera-ejournal.nubip.edu.ua/index.php/ebql>.

Рецензент - Цвігун Олег Анатолійович кандидат ветеринарних наук, доцент, декан факультету ветеринарної медицини і технологій у тваринництві ПДАТУ