

Н. Мусиенко, д-р биол. наук, проф., акад. НААН України, Н. Таран, д-р биол. наук, проф., В. Стороженко, канд. биол. наук, Л. Бацманова, канд. биол. наук, Н. Грудина, инж. 1 категории, Н. Светлова, канд. биол. наук, Л. Серга, канд. биол. наук УНЦ "Институт биологии и медицины", Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

ФЕНОТИПИРОВАНИЕ ПО БИОХИМИЧЕСКИМ МАРКЕРАМ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОТВЕТА РАСТЕНИЙ ДЛЯ СКРИНИНГА СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Проведен полевой скрининг и фенотипирование по биохимическим параметрам сортов озимой пшеницы степного экотипа при экзогенной обработке растений пероксидом водорода. Количество ТБК-активных продуктов, фотосинтетических пигментов и сульфохиновозилдиацилглицерола существенно отличалось в листьях исследуемых сортов при нормальных условиях. После первой внекорневой обработки растений пероксидом водорода наблюдалось повышение содержания ТБК-активных продуктов и гидропероксидов, а после второй – их существенное снижение в листьях сорта Шестопаловка. Экзогенная обработка пероксидом водорода положительно влияла на формирование продуктивного стеблестоя и морфометрические параметры исследуемых растений.

Ключевые слова: озимая пшеница, пероксид водорода, ТБК-активные продукты, гидропероксиды, адаптация.

M. Musienko, DSc, Prof., Acad. of National Academy of Agrarian Science of Ukraine, N. Taran, DSc, Prof., V. Storozhenko, PhD, L. Batsmanova, PhD, N. Grudina, engene., N. Svetlova, PhD, O. Serga, PhD ESC Institute of biology and medicine, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

PHENOTYPING WITH BIOCHEMICAL MARKERS OF PHYSIOLOGICAL RESPONSE OF PLANTS TO SCREENING OF WINTER WHEAT VARIETIES

Field screening and phenotyping with biochemical parameters of winter wheat plants of steppe ecotype treated with exogenous hydrogen peroxide was carried out. The content of TBARS, photosynthetic pigments and sulphoquinovosyl diglyceride significantly different in leaves of all varieties under normal conditions. The increase in content of TBARS and hydroperoxides was observed after the first foliar treatment of plants by hydrogen peroxide. After the second treatment we observed significant reduction of them in leaves of Shestopalivka variety. Exogenous treatment with hydrogen peroxide iduced positive influence on the formation of planting and morphometric parameters of investigated plants.

Key words: winter wheat, hydrogen peroxide, TBARS, hydroperoxides, adaptation.

УДК: 636:599:528.6:633.24

Р. Федорук, д-р вет. наук, проф., М. Храбко, асп., М. Цап, канд. с.-г. наук, Г. Денис, канд. с.-г. наук Інститут біології тварин НААН, Львів, Україна, У. Тесарівська, канд. вет. наук

Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок, Львів, Україна

РЕГУЛЯТОРНИЙ ВПЛИВ НАНОГЕРМАНІЮ ЦИТРАТУ НА ВМІСТ МАКРО- І МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ТКАНИНАХ ВАГІТНИХ САМИЦЬ ЩУРІВ F₁

Встановлено вірогідні міжгрупові зміни вмісту макро- та мікроелементів у крові, внутрішніх органах та стегновому м'язі вагітних самиць щурів F₁ за тривалої дії різних доз наногерманію цитрату, отриманого методом нанотехнології. Виявлено інгібуючий вплив цитрату Ge на вміст Ca у крові тварин усіх дослідних груп, проте концентрація P вірогідно зростала за впливу тільки низьких доз цитрату Ge. Характерно, що за дії 10 і 20 мкг Ge відзначено вірогідно нижчий вміст Cu, Co, Fe і Zn у печінці, проте високий вміст Mn у печінці, нирках та стегновому м'язі. Застосування високої дози HGeЦ, в кількості 200 мкг Ge/кг маси тіла, зумовлює збільшення вмісту Fe і Zn у печінці та Co у м'язі, але зменшення Mn у легенях. Неоднаковий вплив різних доз цитрату Ge на вміст окремих елементів у тканинах вагітних самиць щурів F₁ підтверджується аналогічними змінами абсолютного вмісту мікроелементів у внутрішніх органах за перерахунку на їх масу.

Ключові слова: тканини, цитрат германію, щури, макро- та мікроелементи.

Вступ. Органічні сполуки Ge активно досліджуються в біології, медицині та ветеринарії, оскільки мають високу біологічну активність порівняно з його оксидами та солями мінеральних кислот. В Україні методом нанотехнології одержано екологічно безпечний цитрат Ge, що володіє низкою переваг порівняно з його мінеральними та хімічно синтезованими органічними сполуками [1–3]. Висока метаболічна спроможність наногерманію цитрату (HGeЦ) зумовлює різноманітні фізіологічно виражені ефекти, у тому числі виявляє різнонаправлені зв'язки з іншими макро- і мікроелементами, впливає на їх кумуляцію у тканинах і органах [2–4]. У зв'язку з цим у біологічній науці приділяється значна увага особливостям взаємодії Ge з окремими макро- та мікроелементами в організмі, як важливий медико-біологічній і соціальній проблемі [2, 5]. Значна кількість робіт присвячена дослідженню взаємозв'язку есенційних елементів, у тому числі їх цитратів, у фізіолого-біохімічних процесах організму [5, 6]. Зокрема відзначено, що Ge, Cu, Zn, Se, Mo беруть участь у процесах клітинного дихання, репродукції ДНК і РНК, дезактивації вільних радикалів, а перекисне окиснення ліпідів у гепатоцитах щурів інгібується введенням Cr, Mn і Zn [3, 5]. Одержано дані про важливу роль Ge у процесах мінералізації кісток. Зокрема, відзначено позитивний вплив карбоксиметилгермесквіок-

сану на терапевтичний перебіг експериментальної моделі остеопорозу [7]. Доведено, що застосування сполук Ge з органічними кислотами впливає на обмін Ca і P в організмі та депонування їх у кістковій тканині. Такі сполуки виявляють карієс-профілактичну дію і сприяють покращенню процесів мінералізації кісток [2, 3, 7].

На даний час вивчено умови регуляторного впливу середовища на засвоєння макро- і мікроелементів в організмі [5, 8]. Відзначено, що вміст Ge у лікарських рослинах (женьшень, деревій, кульбаба) виявляє регуляторний прямо пропорційний зв'язок із рівнем Fe, Cu, Zn, Mn [9]. Установлено, що на біодоступність та депонування мінеральних елементів в організмі впливає їх взаємодія як у травному каналі, так і у процесах метаболізму [3, 10]. Експериментальне вивчення HGeЦ, що започатковане в Інституті біології тварин НААН, також указує на його високу фізіологічну активність у різних дозах і метаболічний зв'язок з іншими мікроелементами [4, 6]. Однак, вікові, статеві та органо-тканинні особливості дії різних доз HGeЦ, синергічні та антагоністичні зв'язки Ge з іншими мікроелементами не з'ясовані.

Матеріали і методи. Дослідження проведено у віварії Інституту біології тварин НААН на білих лабораторних щурах-самицях, поділених на 4 групи за принци-

пом аналогів, по 4–5 тварин у кожній. Контрольна (К) група отримувала збалансований стандартний раціон (СР) зі згодовуванням гранульованого комбікорму впродовж усього періоду досліджень і споживанням води без обмеження. Тваринам дослідних (Д1, Д2, Д3) груп згодовували корми СР і застосовували з водою наногерманію цитрат, виготовлений нанотехнологічним методом [1], у таких кількостях (мкг Ge/кг маси тіла): Д1 – 10; Д2 – 20; Д3 – 200. Водний розчин наногерманію цитрату у концентрації 1,2 г/дм³, рН 1,30 отримано від ТОВ "Нанотехнології та наноматеріали", м. Київ. Надходження НGeЦ в організм щурів F₁ дослідних груп тривало впродовж лактації самиць F₀ (із материнським молоком) і спожитою водою після виходу із гнізда, у період фізіологічного і статевого дозрівання та запліднення і завершувалося на 19–20 добу вагітності. Природне парування проводили у віці 4–4,5 місяці з розрахунку 1 самець на 2–3 самиці. На 19–20 доби вагітності відповідно до міжнародних [11] і національних [12] вимог від самиць після наркозу, знерухомлення та розтину черевної і грудної порожнин, відбирали кардіальну кров, печінку, нирки, легені та м'язи стегна. Досліджували концентрацію Ca і P у сироватці крові на біохімічному аналізаторі "Humalyzer" 2000 (Німеччина), масу органів, а після сухої мінералізації зразків – вміст мікроелементів у тканинах за допомогою атомно-адсорбційного спектрофотометра СФ-115 ПК згідно з методикою, що описана в довіднику [13]. Отриманий цифровий матеріал опрацьовано методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента. Роз-

раховували середні арифметичні величини (M) та похибки середніх арифметичних величин ($\pm m$) маси внутрішніх органів, вміст Ca і P у крові, а Cu, Co, Mn, Fe і Zn – у печінці, нирках, легенях і стегновому м'язі, а також абсолютного вмісту вказаних елементів з урахуванням маси цих органів. Зміни вважали вірогідними за $p \leq 0,05$. Для розрахунків використано комп'ютерну програму Excel.

Результати та обговорення. Установлено вірогідно нижчий вміст Ca у крові самиць щурів дослідних груп, яким відповідно вводили 10, 20 і 200 мкг наногерманію цитрату (рисунок). Це може вказувати на посилення використання Ca крові у метаболічних процесах організму вагітних самиць, у тому числі на забезпечення і розвиток плодів за дії цитрату Ge. Крім того, можливо цитрат Ge виступає антагоністом надходження іонів Ca через кишковий епітелій самиць щурів за дії як низьких (10 і 20 мкг), так і високої (200 мкг) доз. Концентрація загального P у крові самиць щурів Д1 і Д2 груп була вищою ($p < 0,01$; $p < 0,05$), ніж у тварин контрольної групи і вірогідно не відрізнялась у самиць Д3 групи за дії вищої (200 мкг) дози Ge. Аналогічні зміни щодо вмісту Ca у крові отримано нами у самиць щурів F₀ [11], за дії цих доз Ge. Однак, концентрація P у самиць F₁, на відміну від F₀ виявляла протилежне спрямування змін у тварин дослідних груп, що може зумовлюватися відмінностями фізіологічного стану самиць F₀ у період виведення з досліді (2 місяці після народження щуренят) і F₁ – 20-та доба вагітності у період етаназії.

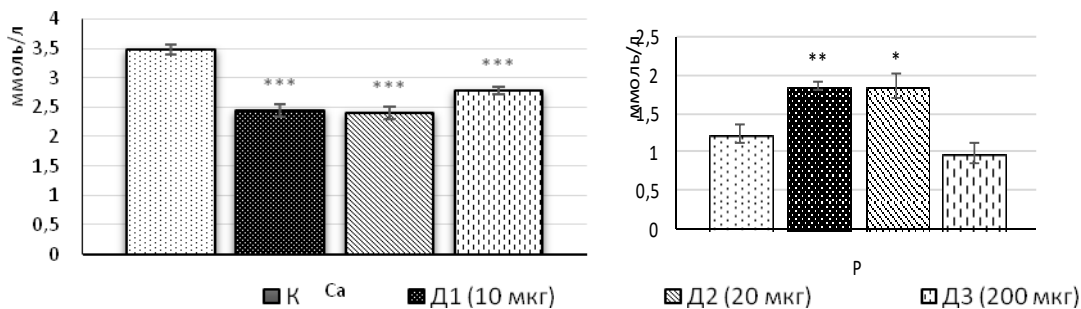


Рисунок. Вміст кальцію та фосфору у крові вагітних самиць щурів F₁ (n=4, 5)

Примітка. У цьому рисунку та наступних таблицях різниця статистично вірогідна порівняно з контрольною (I) групою; * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$, *** – $p \leq 0,001$.

Аналіз результатів дослідження вмісту мікроелементів у тканинах внутрішніх органів і стегового м'яза самиць щурів вказує на вірогідно вищий рівень Mn у печінці, нирках і м'язі тварин Д1 і Д2 груп (табл. 1). У м'язах щурів Д3 групи, які отримували 200 мкг Ge, встановлено вищий ($p < 0,05$), а у Д2 – нижчий ($p < 0,001$)

вміст Co, що вказує на протилежний вплив високої і низьких доз Ge на його рівень у м'язах. Характерно, що за дії високої дози цитрату Ge вірогідно збільшується вміст Fe і Zn ($p < 0,05$; $p < 0,01$) у печінці вагітних самиць F₁, тоді як у легенях – зменшується вміст Mn ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою.

Таблиця 1. Вміст мікроелементів у тканинах вагітних самиць щурів F₁, мг/кг (n=3–5)

Тканини	Елементи	Група			
		К	Д1	Д2	Д3
Печінка	Cu	4,5±0,22	2,5±0,18***	2,2±0,16***	5,0±0,26
	Co	1,3±0,09	0,5±0,05***	0,7±0,02***	1,1±0,06
	Mn	2,5±0,16	8,6±0,23***	5,0±0,17***	2,6±0,21
	Fe	27,0±1,34	12,4±0,66***	19,2±0,90**	32,6±1,60*
	Zn	41,5±2,15	22,5±2,44***	30,0±2,76*	53,1±2,42**
Нирки	Cu	7,7±0,45	6,6±0,39	3,99±0,13***	8,1±0,39
	Co	1,15±0,24	1,00±0,26	1,13±0,19	1,49±0,07
	Mn	1,96±0,17	3,46±0,14***	3,88±0,14***	2,23±0,16
	Fe	40,3±4,30	25,0±1,91**	33,4±1,24	39,2±2,66
	Zn	74,1±5,96	56,6±3,80*	76,4±4,60	71,0±4,37

Завершення табл. 1

Тканини	Елементи	Група			
		К	Д1	Д2	Д3
Легені	Cu	5,6±0,48	5,6±0,45	4,01±0,38*	5,3±0,30
	Co	1,2±0,05	0,8±0,04***	1,0±0,03*	1,4±0,07
	Mn	2,07±0,13	1,86±0,07	2,16±0,14	1,55±0,11*
	Fe	38,3±2,91	33,8±3,09	40,6±0,59	45,4±1,79
	Zn	53,6±3,94	41,1±1,00*	48,9±2,20	56,2±2,85
М'язи	Cu	2,2±0,07	1,8±0,10**	2,3±0,06	2,2±0,19
	Co	0,64±0,02	0,69±0,06	0,47±0,01***	0,76±0,04*
	Mn	0,46±0,04	0,99±0,06***	0,93±0,08***	0,49±0,04
	Fe	10,0±0,96	8,9±0,75	9,7±0,45	7,9±0,50
	Zn	27,4±1,94	23,6±1,52	24,0±1,82	23,0±1,95

У тканинах нирок відзначено зниження вмісту Fe і Zn ($p < 0,01$; $p < 0,05$) у Д1 і Cu ($p < 0,001$) – у Д2 групах. Зменшувався ($p < 0,05$; $p < 0,001$) також у тканинах легень тварин Д1 групи вміст Co і Zn, а у Д2 – Cu і Co порівняно з контрольною, що може вказувати на органотканинні відмінності впливу HGeЦ на метаболізм цих елементів у досліджених органах. Це підтверджується менше вираженими відмінностями вмісту вказаних елементів у тканинах м'язів. Зокрема, вміст Fe і Zn у стегновому м'язі щурів усіх дослідних груп порівняно з контролем вірогідно не відрізнявся, але був нижчим для Cu ($p < 0,01$; Д1 група) та Co ($p < 0,001$; Д2 група).

У науковій літературі нам не вдалося знайти прямих даних щодо взаємозв'язку вмісту Ge у тканинах щурів із дослідженими елементами. За даними А. В. Скального, І. А. Рудакова [3] синергісти та антагоністи Ge не відомі. У раніше проведених нами дослідженнях встановлено

аналогічно нижчий вміст Cu (за дії 20 мкг Ge), Co (за дії 20 і 200 мкг Ge), а також Zn (20 мкг Ge) у тканинах печінки і нирок самиць щурів F₀ [4]. Однак, прямих залежностей для інших елементів нами не встановлено, що може зумовлюватися відмінностями фізіологічного стану самиць F₀ і F₁ поколінь у період їх виведення з дослідів.

Визначення абсолютного вмісту мікроелементів з урахуванням маси органів самиць щурів F₁ за дії різних доз HGeЦ свідчить про збільшення вмісту Mn у печінці та нирках ($p < 0,001$) самиць Д1 і Д2 груп і менше виражене – у Д3 групі, а також спостерігається зменшення Cu (Д1–Д3 групи), Co, Fe і Zn (Д1 і Д2 групи) – у печінці та Cu і Fe (Д2 група) – у нирках (табл. 2). У легенях вірогідно зменшується вміст Cu (Д2) на 43 %, Co (Д1 і Д2) – 42,3 і 34,3 %, Mn (Д1 і Д3) – 18,2 і 24,3 % та Zn (Д1 і Д2 групи) – 30,3 і 27,8 % відповідно порівняно з контрольною групою.

Таблиця 2. Абсолютний вміст мікроелементів у внутрішніх органах вагітних самиць щурів F₁, мг (n=3–5)

Орган та його маса, елементи	Група			
	К	Д1	Д2	Д3
Печінка, г	8,2±0,64	6,8±0,34	6,5±0,27*	10,6±0,63*
Cu	37,2±1,78	17,1±1,21***	14,5±1,02***	52,8±2,76**
Co	10,89±0,75	3,54±0,34***	4,70±0,11***	11,53±0,68
Mn	20,6±1,29	58,8±1,60***	32,5±1,08***	25,4±2,59
Fe	221,2±10,96	84,3±4,46***	124,6±5,86***	276,6±70,38
Zn	535,6±77,68	152,8±16,61**	195,2±17,95**	563,3±25,66
Нирки, г	1,15±0,11	1,39±0,09	1,22±0,03	1,33±0,07
Cu	8,9±0,52	9,1±0,54	4,9±0,16***	10,7±0,52*
Co	1,32±0,27	1,39±0,36	1,38±0,23	1,98±0,09*
Mn	2,26±0,19	4,82±0,19***	4,73±0,17***	2,97±0,22*
Fe	46,303,16	34,8±2,66*	40,7±1,52	52,2±3,53
Zn	85,2±6,86	78,7±5,28	93,2±5,61	94,4±5,81
Легені, г	1,43±0,06	1,30±0,06	1,13±0,11*	1,45±0,08
Cu	7,96±0,69	7,34±0,59	4,54±0,43**	7,70±0,43
Co	1,75±0,08	1,01±0,05***	1,15±0,03***	1,96±0,16
Mn	2,96±0,18	2,42±0,10*	2,44±1,6	2,24±0,16*
Fe	54,7±4,16	43,9±4,01	45,8±0,67	65,8±2,60
Zn	76,6±5,63	53,4±1,30**	55,3±2,49*	81,5±4,13

Зазначимо, що за високої дози (200 мкг) HGeЦ вірогідно зростала концентрація Cu у печінці – на 41,9 % та нирках – Cu, Co і Mn відповідно на 20,2; 50 і 31,4 %. Тоді як вміст Mn у легенях вірогідно зменшувався на 24,3 % порівняно з контрольною групою.

Висновки. 1. Додавання різних кількостей HGeЦ до питної води самицям щурів F₁ характеризувалось низьким вмістом Са у крові всіх досліджуваних тварин, тоді як концентрація P – зростала за дії 10 і 20 мкг Ge.

2. Тривале додавання самицям щурів F₁ низьких доз HGeЦ зумовлювало зниження у тканинах печінки щурів вмісту Cu, Co, Fe і Zn, нирок – Fe, Zn і Cu, легень – Cu, Co і Zn та м'язів – Cu і Co за дії 10 і 20 мкг Ge, однак такі низькі кількості цитрату Ge викликали збільшення вмісту Mn у печінці, нирках та м'язі.

3. Застосування високої (200 мкг) дози HGeЦ стимулювало збільшення вмісту Fe і Zn у печінці та Co – у

м'язі, проте зменшення Mn – у легенях і не викликало вірогідних змін досліджених елементів у тканинах нирок.

Список використаних джерел:

1. Ukraine patent for utility model number 38391. IPC (2006): C07C 51/41, C07F 5/00, C07F 15/00, C07C 53/126 (2008.01), C07C 53/10 (2008.01), A23L 1/00, B82B 3/00. Method metal carboxylates "Nano technology receiving metal carboxylates" // M. V. Kosinov, V. G. Kaplunenko. – Publish. 12.01.2009, Bull. № 1. In Ukrainian.
2. Pharmacological effects germanium compounds / I. Y. Seyfullina, O. D. Nemyatyh, V. D. Lukyanchuk, E. V. Tkachenko / Odessa Medical Journal. – 2003. – № 6. – P. 111–114. In Ukrainian.
3. Skalny A. V. Bioelements in medicine / A. V. Skalny, I. A. Rudakov // "Onyx 21" Publishing House, World. – 2004. – 272 p. In Ukrainian.
4. Microelements content in tissues of female rats F₀ and males F₁ at the water in nano and chemically synthesized germanium citrate / M. I. Khrabko, R. S. Fedoruk, M. I. Khrabko et al. // The Animal biology. – 2017. – Vol. 19, № 1. – P. 125–134. In Ukrainian.
5. Interaction micronutrients, biological, medical and social aspects / I. M. Trachtenberg, I. S. Chekman, V. O. Linnik, V. G. Kaplunenko // Bulletin of the National Academy of Sciences. – 2013. – Vol. 6. – P. 11–20.

6. Khrabko M. Physiological and biochemical processes in the organism of F₀ female and F₁ males rats under watering the nano germanium citrate and germanium citrate obtained by chemical synthesis / M. Khrabko, R. Fedoruk, O. Dolaychuk // Visnyk of the Lviv University. Series Biology. – 2016. – Issue 73. – P. 226–234. In Ukrainian.

7. Fujii A. Effect of organic germanium compound (Ge-132) on experimental osteoporosis in rats / A. Fujii, N. Kudoyama, J. Yamane // Gen. Pharmacol. – 1993. – Vol. 24, № 6. – P. 1527–1532.

8. Melnychuk S. D. Integrated provision of human micronutrients – problems and solutions / S. D. Melnychuk, L. I. Moklyachuk, M. V. Draha // Agroecological journal. – 2012. – № 2. – P. 24–27.

9. Komarov B. A. About an element of germanium and its role in bioprocesses [Electronresource] / B. A. Komarov, A. B. Komarov, K. B. Komarova // Phytotherapy. – 2014. The mode of access to the resource: http://www.treskunov.ru/fitohitodezi/komarov_o_germanii.html.

10. Telyatnikov A. V. Use of nano particles of Mg, Fe, Co, Cu, Zn, Ag at fractures of bones and the complications in dogs : Author's abstract Dis For obtaining sciences. Degree doc. Vet Sciences: special 16.00.05 "Veterinary surgery" / Telyatnikov A. V. – Bila Tserkva, 2017. – 36 p. In Ukrainian.

11. European convention for the protection of vertebrate animals used for experim. And others scientific purposes. – Coun. Of Europe, Strasbourg. – 1986. – P. 53.

12. Law of Ukraine № 3447-IV "On protection of animals from cruelty" / Supreme Council of Ukraine. – Official. kind. – 2006. – № 27. – S. 990, P. 230. – (Library official publications).

13. Kovalenko L. Evaluation nano kvahel at germanium stimulating action on the natural resistance of animals / L. Kovalenko // Scientific Herald NUBIP Ukraine, 2012. – № 172 (1). – P. 203–209.

14. Vlizlo V. V. Laboratory methods of investigation in biology, stockbreed in g and veterinary / V. V. Vlizlo, R. S. Fedoruk, I. B. Ratychev // Reference book; edited by V. V. Vlizlo. – Lviv : SPOLOM. – 2012. – 764 p. In Ukrainian.

References:

1. Kosinov M., Kaplunenko V. 2009. Method metal carboxylates "Nanotechnology receiving metal carboxylates". Ukraine. Pat. 38391. [Ukrainian].

2. Seyfullina I., Nemyatyh O., Lukyanchuk V., Tkachenko E. Pharmacological effects germanium compounds. Odessa Medical Journal, 2003, 6: 111–114. [Ukrainian]

3. Skalny A., Rudakov I. Bioelements in medicine. "Onyx 21" PublishingHouse, World, 2004: 272 p. [Ukrainian]

4. Khrabko M., Fedoruk R., Khrabko M., Martsinko E., Denys H. Microelements content in tissues of female rats F₀ and males F₁ at the watering nano and chemically synthesized germaniumcitrate. The Animal biology, 2017, 19, (1): 125–134. [Ukrainian]

5. Trachtenberg I., Chekman I., Linnik V., Kaplunenko V. Interaction micronutrients, biological, medical and social aspects. Bulletin of the National Academy of Sciences, 2013, 6: 11–20. [Ukrainian]

6. Khrabko M., Fedoruk R., Dolaychuk O. Physiological and biochemical processes in the organism of F₀ female and F₁ males rats under watering them nanogermanium citrate and germanium citrate obtained by chemical synthesis. Visnyk of the Lviv University. Series: Biology, 2016, 73: 226–234. [Ukrainian]

7. Fujii A., Kudoyama N., Yamane J. Effect of organic germanium compound (Ge-132) on experimental osteoporosis in rats. Gen. Pharmacol, 1993, 24(6): 1527–1532.

8. Melnychuk S., Moklyachuk L., Draha M. Integrated provision of human micronutrients – problems and solutions. Agro ecological journal, 2012, 2: 24–27.

9. Komarov B., Komarov A., Komarova K. About an element of germanium and its role in bioprocesses [Electronresource]. Phytotherapy, 2014. The mode of access to the resource: http://www.treskunov.ru/fitohitodezi/komarov_o_germanii.html.

10. Telyatnikov A. Use of nanoparticles of Mg, Fe, Co, Cu, Zn, Ag at fractures of bones and their complication in dogs. Bila Tserkva, 2017: 36 p. [Ukrainian]

11. European convention for the protection of vertebrate animals used for experim. And others scientific purposes. Coun. Of Europe, Strasbourg, 1986: 53.

12. Law of Ukraine № 3447-IV "On protection of animals from cruelty". Supreme Council of Ukraine. Official. kind. 2006, 27, 990: 230. (Library official publications). Kovalenko L. Evaluation nano kvahel at germanium stimulating action on the natural resistance of animals. Scientific Herald NUBIP Ukraine, 2012, 172 (1): 203–209.

13. Vlizlo V., Fedoruk R., Ratychev I. Laboratory methods of investigation in biology, stockbreeding and veterinary. Reference book. Lviv. Spolom. 2012: 764. [Ukrainian]

Надійшла до редколегії 07.11.17

R. Федорук, д-р вет. наук, М. Храбко, асп., М. Цап, канд. с.-х. наук., Г. Денис, канд. с.-х. наук

Институт биологии животных НААН, Львов, Украина,

У. Тесаривска, канд. вет. наук

Государственный научно-исследовательский контрольный институт ветеринарных препаратов и кормовых добавок, Львов, Украина

РЕГУЛЯТОРНОЕ ВЛИЯНИЕ НАНОГЕРМАНИЯ ЦИТРАТА НА СОДЕРЖАНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТКАНЯХ БЕРЕМЕННЫХ САМОК КРЫС F₁

Установлены достоверные межгрупповые изменения содержания макро- и микроэлементов в крови, внутренних органах и бедренной мышце беременных самок крыс при длительном выпаивании различных доз наногермания цитрата, полученного методом нанотехнологии. Выявлено ингибирующее влияние цитрата Ge на содержание Ca в крови животных всех опытных групп, однако концентрация P достоверно возростала при выпаивании низких доз цитрата Ge. Характерно, что при действии 10 и 20 мкг Ge отмечено достоверно более низкое содержание Cu, Co, Fe и Zn в печени, однако высокое содержание Mn в печени, почках и бедренной мышце. Выпаивание высокой дозы HGeЦ в количестве 200 мкг Ge приводит к увеличению содержания Fe и Zn в печени и Co – в мышце, но к уменьшению Mn в легких. Неодинаковое влияние различных доз цитрата Ge на содержание отдельных элементов в тканях беременных самок крыс F₁ подтверждается аналогичными изменениями абсолютного содержания микроэлементов в пересчете на массу исследуемых органов.

Ключевые слова: ткани, цитрат германия, крысы, макро-, микроэлементы.

R. Fedoruk, DSc., M. Khrabko, PhD stud., M. Tsap, PhD, H. Denys, PhD

Institute of animal biology Acad. of National Academy of Agrarian Science of Ukraine, Lviv, Ukraine,

U. Tesarivska, PhD

State Scientific-Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives, Lviv, Ukraine

REGULATORY IMPACT NANOGermanium CITRATE CONTENT OF MACRO AND MICROELEMENTS IN THE TISSUES OF PREGNANT FEMALE RATS F₁

The probable intergroup changes in the content of macro- and microelements in the blood, internal organs and femur of pregnant females have been established for the prolonged release of various doses of nanogermanium citrate obtained by the method of nanotechnology. The inhibitory effect of citrate Ge on Ca content in the blood of animals in all experimental groups was detected, but the concentration of P was significantly increased with the release of low doses of citrate Ge. Characteristically, the effects of 10 and 20 mkg Ge indicated a significantly lower content of Cu, Co, Fe and Zn in the liver, but high content of Mn in the liver, kidneys and femur muscle. The injection of a high dose of HGeCit, in the amount of 200 mkg of Ge, results in an increase in Fe and Zn in the liver and Cu in the muscle, but a decrease in the Mn in the lungs. The unequal effects of various doses of Ge citrate on the content of individual elements in the tissues of pregnant female F₁ rats is confirmed by analogous changes in the absolute content of microelements in terms of the mass of investigated organs.

Key words: tissues, germanium citrate, rats, macro-, microelements.