



УДК: 619:636.02:636.08.003

## Репродуктивна функція самок щурів F1 і постнатальний розвиток щуренят F2 за дії різних доз наногерманію цитрату

У.І. Тесарівська<sup>1</sup>, Р.С. Федорук<sup>2</sup>, М.І. Шумська<sup>3</sup>  
tesar21@gmail.com

<sup>1</sup> Державний контрольний науково–дослідний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок, вул. Донецька, 11, м. Львів, 79000 Україна;

<sup>2</sup> Інститут біології тварин НААН, вул. Василя Стуса, 38, м. Львів, 79000, Україна;

<sup>3</sup> Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна

Представлено результати досліджень впливу вживання щурам різних доз “наногерманію” цитрату (HGeЦ) на репродуктивну здатність самок F<sub>1</sub> і постнатальний розвиток і життєздатність приплоду. Дослідження виконані на самках лабораторних щурів, розділених на 4 групи: 1 – контрольна, 2 – дослідна (10 мкг Ge), 3 – 20 мкг Ge, 4 – 200 мкг Ge/ кг м. т. наногерманію цитрат вживали самкам від молочного періоду з матерями F<sub>0</sub> і до запліднення, впродовж вагітності та лактації. Визначали показники репродуктивної функції самок щурів, масу гнізда і співвідношення самців і самок, їх життєздатність, розвиток сенсорно–рухових рефлексів. Встановлено вищі показники запліднюваності самок 4 групи – 100 % проти 85% у контролі, а також багатоплідності самок усіх дослідних груп на 6,4 – 17% та маси гнізда на 3,1 – 15,1%, середньої маси щуренят на 1,6 – 3,0% в 2 групі, на 9,8 – 11,5% – в 3-ій, і 2,8 – 4% – у 4-ій групах, інтенсивності їх росту за 7 діб у 2 і 3-ій, за 14 діб – у 4, і за 27 діб життя – в 2 та 4-ій групах. Відзначено збільшення кількості народжених самців у 2 та 4 групах, прискорення розвитку і прояву сенсорних реакцій у щуренят дослідних груп, що більше виражено за дії 200 мкг Германію. Збереженість приплоду була високою у всіх групах і становила 100% у період відлучення на 37 добу життя. Біологічна дія застосованого з водою наногерманію цитрату більше виражена у щурів, які отримували 20 і 200 мкг Германію.

**Ключові слова:** щури, ріст, маса тіла, наногерманію цитрат, запліднюваність, збереженість, репродуктивна функція, сенсорні реакції.

## Репродуктивная функция самок крыс F1 и постнатальное развитие крысят F2 за действия различных доз наногермания цитрата

У.И. Тесаривская<sup>1</sup>, Р.С. Федорук<sup>2</sup>, М.И. Шумская<sup>3</sup>  
tesar21@gmail.com

<sup>1</sup> Государственный контрольный научно–исследовательский институт ветеринарных препаратов и кормовых добавок, ул. Донецкая, 11, г. Львов, 79000 Украина;

<sup>2</sup> Институт биологии животных НААН, ул. Василя Стуса, 38, г. Львов, 79000, Украина;

<sup>3</sup> Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С.З. Гжицкого, ул. Пекарская, 50, г. Львов, 79010, Украина

Представлены результаты исследований влияния выпойки крысам различных доз «наногермания» цитрата (HGeЦ) на репродуктивную способность самок F<sub>1</sub> и постнатальное развитие и жизнеспособность приплода. Исследования выполне-

### Citation:

Tesarivska, U., Fedoruk, R., Shumska, M. (2016). Reproductive function of rat females and postnatal development of F1 and F2 offspring for the actions of different doses of nanogermanium citrate. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 18, 3(71), 124–129.

ны на самках лабораторных крыс, разделенных на 4 группы: 1 – контрольная, 2 – опытная (10 мкг Ge), 3 – 20 мкг Ge, 4 – 200 мкг Ge/кг м. т. NGeC выпаивали от молочного периода с матерями F0 и до оплодотворения, в течение беременности и лактации. Определяли показатели репродуктивной функции самок, массу гнезда и соотношение самцов и самок, их жизнеспособность, развитие сенсорно-двигательных рефлексов. Установлены более высокие показатели оплодотворяемости самок 4 группы – 100% против 85% в контроле, а также многоплодия самок всех опытных групп на 6,4 – 17% и массы гнезда на 3,1 – 15,1%, средней массы крысят – на 1,6 – 3,0% во 2 группе, на 9,8 – 11,5% – в третьей, и 2,8 – 4% – в четвертой группах, интенсивности их роста за 7 суток во второй и третьей, за 14 суток – в четвертой, и за 27 суток жизни – во второй и четвертой группах. Отмечено увеличение количества рожденных самцов во 2 и 4 группах, ускорения развития и проявления сенсорных реакций в крысят опытных групп, что более выражено при действии 200 мкг Германия. Сохранность приплода была высокой во всех группах и составила 100% на 37 сутки жизни, при завершении молочного периода. Биологическое действие примененного с водой наногерманий цитрата больше выражено у крыс, получавших 20 и 200 мкг Германия.

**Ключевые слова:** крысы, рост, масса тела, наногерманий цитрат, фертильность, сохранность, репродуктивная функция, сенсорные реакции.

## Reproductive function of rat females and postnatal development of F1 and F2 offspring for the actions of different doses of nanogermanium citrate

U. Tesarivska<sup>1</sup>, R. Fedoruk<sup>2</sup>, M. Shumska<sup>3</sup>  
tesar21@gmail.com

<sup>1</sup> State Scientific–Research Control Institute of Veterinary Medicinal Products and Feed Additives,  
Donetsk Str., 11, Lviv, 79000, Ukraine;

<sup>2</sup> Institute of Animal Biology,  
Vasyl Stus Str., 38, Lviv, 79000, Ukraine;

<sup>3</sup> Lviv national university of veterinary medicine and biotechnologies named after S. Gzhytskyj  
Pekarska Str., 50, Lviv, 79010, Ukraine

The article presents the results of give to drink of female rats the water contained different levels of «nanogermanium» citrate (NGeC) on the reproductive ability of females F1 and postnatal development and viability of offspring. Studies performed on laboratory rats female divided into 4 groups: 1 – control, 2 – 10  $\mu$ , 3 – 20  $\mu$ , 4 – 200  $\mu$  of Ge per kg of body weight. Rat females received the NGeC starting with suckling (together with F0 mothers) to fertilization and during pregnancy and lactation. Fertility, average litter weight, offspring sex ratio, viability, and development of sensitive and motor reflexes have been investigated. In the female of 4 group higher level of fertility (100% against 85% in control) was observed. It has been shown also higher levels of multiple pregnancy, (6.4 – 17%), average litter weight (3.1 – 15.1%) in all experimental groups and average infant rat weight (1.6 – 3.0%) — in 2-nd experimental group, on 9.8 – 11.5% — in 3-st experimental group, on 2.8 – 4% — 4-th experimental group. The animals of 2 and 3 – experimental groups are characterized by higher rate of growth up to 7 days of life. The growth intensity was higher also in the rats of 2-nd group up to 14 days of life and in 2-nd and 4-th groups — up to 27 days of life. The increasing of a number of male births – in 2 infant 4 experimental groups accelerated development and manifestation of infant sensory reactions in all experimental group have been found. These differences was more expressed when dose of 200 mkg Ge was used. Off spring survival has been high in all groups and was 100% after weaning at 37 days of life. Biological effect of «nanogermanium» citrate in water form was more pronounced in rats, fed 20 or 200 mkg of Germany.

**Key words:** rats, height, weight, nanogermanium citrate, fertilization, survival, reproductive function, sensory response.

### Вступ

Активний розвиток органічної хімії зумовив широке застосування сполук германію в медицині, біології і ветеринарії та став поштовхом для вивчення властивостей цього елемента та його сполук (Lukevic, 1990; Busenka, 2005; Kovalenko, 2012; Vlizlo et al., 2015).

Доклінічні та клінічні випробування різних органічних і комплексних германійвмісних сполук, у тому числі отриманих методом нанотехнологій показали, що вони позитивно впливають на організм, зумовлюючи різносторонні фармакодинамічні ефекти та біологічну дію. Зокрема, органічні та координаційні сполуки германію виявляють протипухлинну, імуномодулюючу, протівірусну, нейро-, кардіо-, гепатопротекторну, антигіпоксичну, детоксикаційну, мембранопротекторну дію (Sejfullyn et al., 2003; Stadnyk et al., 2006; Kovalenko, 2012; Dolajchuk et al., 2014). Крім того, германій є необхідним мікроелементом для нор-

мальної життєдіяльності організму, що особливо важливо у період його росту та розвитку. Серед інших біологічних властивостей можна відзначити його здатність забезпечувати перенесення кисню в тканинах, підвищувати імунний статус організму, виявляти антиоксидантну активність, що може мати суттєве значення у період вагітності та лактації (Thayer, 1985; Lukevics and Ignatovich, 2005; Stadnyk et al., 2006; Dolajchuk et al., 2014, 2015). Однак, дослідження впливу цитрату германію на репродуктивну функцію тільки розпочаті (Dolajchuk, 2014; Fedoruk and Hrabko, 2015; Dolajchuk et al., 2015). Особливе наукове зацікавлення зумовлює вивчення біологічної дії цитрату германію, отриманого методом нанотехнології [Patent Ukraïnu №38391], що має значні переваги — низький рівень токсичності за високої засвоєваності та біодоступності цієї сполуки (Kovalenko, 2012; Dolajchuk et al., 2014, 2015; Fedoruk and Hrabko, 2015). Тому метою досліджень було вивчити особливості репродуктивної здатності самиць шурів F1 та ріст і розвиток їх потом-

ства за дії різних доз цитрату германію, отриманого на основі використання нанотехнології.

### Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на лабораторних щурах, які утримувались у віварії ДНДКІ ветпрепаратів і кормових добавок у стандартних умовах з дотриманням біоетичних вимог (Dolajchuk et al., 2014; European convention). У період фізіологічного і статевого дозрівання, запліднення і вагітності та вигодовування потомства у покоління F0 та F1, тваринам вполювали з добовою нормою води різні концентрації наногерманію цитрату (HGeЦ), виготовленого методом нанотехнології та отриманого від ТВО «Наноматеріали і нанотехнології», м. Київ. Щури контрольної та дослідних груп були отримані від самок покоління F1 за аналогічних умов. Вплив цитрату германію на розвиток щуренят вивчали на потомстві від 41 самки щурів та 4 самців. Формування груп самок проводили у віці 3 – 3,5 місяці з масою тіла 182 – 218 г. Тваринам дослідних груп разом з потомством вполювали HGeЦ в наступних дозах: 2 – група (7самок) — 10 мкг / кг м.т., 3 – група (13 самок) — 20мкг/ кг м.т., 4 – група (7 самок) — 200мкг/кг м.т. Контрольні тварини (1 – група) (14 самок) мали постійний доступ до питної води. Упродовж дослідження визначали масу тіла самок F1 і приплоду ваговим методом, плодючість за кількістю народженого приплоду, запліднюваність, тривалість вагітності.

Фізіологічні реакції самок F1 та їх потомства F2 оцінювали за їх фізичним станом самок і розвитком (розмір та маса приплоду, краніокаудальний розмір плодів, кількість живих плодів, кількість самок і самців F2, появу первинного волосяного покриву, швидкість розвитку сенсорних рефлексів за періодом відкриття очей. Контролювали масу тіла щурів від народження до 37-денного віку. Визначали відносну інтенсивність росту тварин за методикою С. Броді (Busenko, 20095). У методологічну основу роботи з вивчення дії цитрату германію на потомство покладено методичні рекомендації, викладені в довіднику «Доклінічні дослідження ветеринарних лікарських засобів» (Kocjumbas, 2006).

Отриманий цифровий матеріал обробляли загальноприйнятими методами статистичного аналізу на комп'ютері за допомогою програм MS Excel і StatGraphics Plus 2.1.

### Результати та їх обговорення

Аналіз репродуктивної здатності самок контрольної та дослідних (2,3,4) груп вказує на виражений біологічний вплив застосованих доз HGeЦ у щурів. Зокрема, маса тіла самок 2,3,4-ї груп була більшою відповідно на 9,9; 20,1 і 3,4%, що вплинуло на їх запліднюваність, масу гнізда і чисельність народженого приплоду (табл. 1). Запліднюваність самок відзначалася значними коливаннями в дослідних групах і становила: контроль — 85,7; 2-га група — 85,7; 3-тя — 84,6; 4-та — 100%.

Таблиця 1

Показники маси тіла і репродуктивної функції самок F1, М ± м

Показники	Групи					
	I – контроль	II – 10 мкг	III – 20 мкг	IV – 200 мкг		
Маса тіла, г	182,0 ± 6,04	200,0 ± 7,87	218,6 ± 8,84	188,2 ± 5,56		
% від контролю	100,0	109,9	120,1	103,4		
Запліднюваність, %	85,7	85,7	84,6	100		
Тривалість вагітності, діб	21,8 ± 0,20 (n=5)	23,00 ± 0,0 (n=3)	21,8 ± 0,40 (n=6)	22,0 ± 0,40 (n=3)		
% від контролю	100	105,5	100	100,9		
Кількість щуренят на самку	9,4 ± 0,75	10,5 ± 1,50	10,0 ± 0,63	11,0 ± 0,60		
% від контролю	100	111,7	106,4	117,0		
Народи-лось на самку	самців	гол.	4,2 ± 0,50	6,5 ± 0,50*	4,83 ± 0,50	6,3 ± 0,30*
		%	44,7	61,9	48,0	57,3
	% від контролю		100	154,8	114,3	150,0
	самок	гол.	5,2 ± 0,54	4,0 ± 1,00	5,2 ± 0,50	4,7 ± 0,67
		%	55,3	38,1	52,0	42,7
% від контролю		100,0	76,9	100,0	90,4	
Середня маса гнізда, г	57,5	65,1	66,2	59,3		
% від контролю	100,0	113,2	115,1	103,1		
Краніокаудальний розмір, см (n=10)	4,1 ± 0,08	4,3 ± 0,16	4,0 ± 0,15	4,0 ± 0,20		
% від контролю	100,0	104,9	98,3	98,3		

**Примітки:** 1 — у цій і наступних таблицях вірогідність різниць порівняно до контрольної групи враховували\* —  $p < 0,05$ . 2 — кількість самок F1: I — 14; II — 7; III — 13; IV — 7. 3 — кількість самців F2: I — 59; II — 46; III — 62; IV — 44. самок F2: I — 72; II — 28; III — 68; IV — 33.

Тривалість вагітності у самок 3 і 4-ї груп зберігалася на рівні контролю, але була більшою на 5,5% у 2-й групі. Багатоплідність самок за кількістю народжених щуренят була вищою в дослідних групах на 6,4 – 17,0% порівняно з контрольною групою. Отримані результати вказують на стимулюючий вплив застосованих доз HGeЦ на багатоплідність самок щурів, що відзначено нами у самок F0 (Dolajchuk et al., 2014, 2015; Fedoruk and Hrabko, 2015). Випоювання HGeЦ самкам перед заплідненням та у період вагітності впливало на співвідношення самці/самки у гнізді, що більше виражено в 2-й (6,5:4 або 1,6 раза) і в 4-й (6,4:4,7 або 1,3 раза) групах. У самок 3 – і групи цей коефіцієнт становив 0,93 (4,8:5,2), що вказує на відмінності впливу випоювання самкам високих, середніх і малих доз HGeЦ на формування статі у щурів. Краніокаудальний розмір щуренят суттєво не відрізнявся між контрольною і дослідними групами.

Зростання багатоплідності самок 2-ї та 3-ї груп зумовлювало підвищення середньої маси гнізда у цих групах на 13,2 і 15,1%. Однак, у 4-й групі цей показник був вищим від його значення в контрольній групі лише на 3,1%, що може бути зумовлено найнижчою (5,4 г) середньою величиною маси тіла щуреняти в перший день після народження (табл. 2). У той час як у 2, 3, і 4 – й групах цей показник перевищував контроль на 1,6 і 11,5% (6,2 і 6,8 г відповідно). Характерно, що на 5 – 7 доби середня маса щуренят була най-

вищою у 3-й групі (108,5 і 109,8%), а міжгруппова різниця у 4-й групі порівняно з контрольною зменшилася до 96,2 і 94,7%.

На 14 добу показник маси тіла щуренят дослідних і контрольної груп зберігався на однаковому рівні. На 27 добу середня маса тіла щуреняти була вищою в 4-й групі на 4,1%, в 2-й — на 2,5%, а 3-ї зменшилася на 2,9% порівняно з контрольною групою. Отже, можна вважати, що застосована доза в 200 мкг Ge /кг м. т. самок F1 стимулювала їх молочність впродовж 27 діб підсисного періоду. Вищий приріст маси у щуренят 4-ї групи в період 14 – 27 діб може також зумовлюватися більшою чисельністю народжених самців у цих групах (див. табл. 1), інтенсивність росту яких є вищою для більшості видів тварин. Це підтверджується і нашими даними щодо вищих показників маси тіла самців, ніж самок щурів як у контрольній, так і у дослідних групах. Однак маса тіла самок 2 – 4 дослідних груп виявляла менш виражене зниження порівняно з самцями (96,9; 93,1 і 94,6%), ніж контрольної (91,9%), що може зумовлюватися відмінностями у співвідношенні самці/самки в контрольній і дослідних групах.

Забезпечення оптимальних зоогігієнічних умов утримання, а також годівлі тварин контрольної та дослідних груп сприяло прояву генетичного потенціалу їх росту, розвитку та резистентності організму як самок-матерів, так і приплоду.

Таблиця 2

**Показники життєздатності та фізичного розвитку щуренят F2, М ± м**

Показники		Групи			
		I – контроль	II – 10 мкг	III – 20 мкг	IV – 200 мкг
Середня маса щуренят:					
1 день	г	6,1 ± 0,17	6,2 ± 0,14	6,8 ± 0,21*	5,4 ± 0,27*
	% від контролю	100,0	101,6	111,5	88,5
5 день	г	10,6 ± 0,41	10,5 ± 0,6	11,5 ± 0,53	10,2 ± 0,29
	% від контролю	100	99,0	108,5	96,2
7 день	г	13,2 ± 0,37	13,5 ± 0,25	14,5 ± 0,59	12,5 ± 0,5
	% від контролю	100,0	103,0	109,8	94,7
14 день	г	23,2 ± 1,05	23,4 ± 3,1	22,8 ± 0,84	22,5 ± 0,55
	% від контролю	100,0	100,9	98,3	97,0
27 день	г	55,4 ± 2,6	56,8 ± 0,05	53,8 ± 1,72	57,7 ± 1,80
	% від контролю	100,0	102,5	97,1	104,1
37 день	самці   г	101,1 ± 3,23	93,6 ± 1,43	98,1 ± 2,62	100,9 ± 8,0
	% від контролю	100,0	92,7	97,1	99,8
	самки   г	92,9 ± 3,37	90,7 ± 7,69	91,3 ± 2,74	95,5 ± 7,01
	% від контролю	100,0	97,6	98,3	102,8
	% від самців	91,9	96,9	93,1	94,6
Смертність		0	0	0	0
Відкриття очей, %:					
14 день		0	16,7	5,8	30,3
15 день		43,4	55,5	54,2	65,6
16 день		98,8	100	88,42	100
17 день		100	100	100	100
Поява первинного волосяного покриву на 4 день, %		100	100	100	100

Це підтверджується відсутністю загибелі щуренят до відлучення у 37 діб і появою первинного волосяного покриву на 4–5 добу у всіх щуренят, що відповідає фізіологічним нормам онтогенетичного розвитку цього виду тварин. У той час як відкривання очей у щуренят дослідних груп порівняно з контролем розпочалось швидше (14 доба), що більше виражено у щуренят 2-ї групи (16,7%) і 4-ї групи (30,3%). Кількісна перевага цього показника в усіх дослідних групах порівняно з контролем зберігалася і на 15-ту добу життя (54,2% – 65,6% проти 43,4% у контролі), а на 16-ту добу — тільки для 2-ї і 4-ї груп. Ці результати вказують на стимулюючий вплив застосованих доз цитрату германію на формування, розвиток і прояв сенсорних рефлексів у щуренят в ранній постнатальний період.

Отримані дані щодо інтенсивності росту щуренят корелюють з показниками середньої маси щуренят в контрольній та дослідних групах. Це вказує на вищий її рівень у цих тварин у періодах 7 і 27 (2 група) та 5, 14 і 27 діб (4 група) (табл. 3). Важливо відзначити найвищу інтенсивність росту щуренят 4-ї дослідної групи у перші 5 діб — 62,2 % порівняно з 53,5% у контрольній групі. Нижча інтенсивність росту цих тварин у періоді 5–7 діб (20,0%) порівняно з контролем не має фізіологічного пояснення, оскільки у наступні періоди цей показник перевищував контроль на 2,5 — 5,6% зі збереженням цієї тенденції міжгрупової різниці для загального показника приросту як у самців, так і у самок. У той час як у 2-й групі вища інтенсивність росту відзначена у періодах 5–7 і 14–27 діб, а у 3-й групі — тільки на 5–7 добу.

Таблиця 3

**Інтенсивність росту щуренят покоління F2**

Періоди росту, діб	Групи			
	I – контроль	II – 10 мкг	III – 20 мкг	IV – 200 мкг
Середня маса щуреняти, г				
1 (M±m)	6,1 ± 0,17	6,2 ± 0,14	6,8 ± 0,21	5,4 ± 0,27
Відносний приріст маси тіла за 2–37 доби, %:				
5	53,5	52,1	51,8	62,2
7	21,7	25,4	22,6	20,0
14	55,0	53,1	44,6	57,5
27	82,1	83,5	81,0	87,7
37	54,6	47,25	56,2	51,2
Загальний приріст, %	176,3	174,9	173,6	179,5

Отже, проведений аналіз отриманих результатів досліджень репродуктивної функції самок щурів F1 та постнатального розвитку їх приплоду (F2) вказує на виражену біологічну дію застосованих з водою доз наногерманію цитрату, що більше помітна у тварин 3-ї і 4-ї груп.

**Висновки**

Випоювання цитрату германію характеризувалося такими відмінностями:  
 — підвищенням багатоплідності самок щурів дослідних груп на 6,4–17,0 % за кількістю народжених щуренят, а також середнього показника маси гнізда на 3,1–15,1 %;  
 — вірогідним зростанням середнього показника маси тіла щуреняти в 3-й групі (20мкг Ge) і зниженням його рівня у 4-й групі (200 мкг Ge) на тлі вищої інтенсивності росту цих тварин до 27-ї доби підсисного періоду;  
 — збільшенням кількості народжених самців у гнізді 2-ї і 4-ї груп (6,5 і 6,3) порівняно як з контрольною (4,2) так і 3-ю (4,8) дослідною групами;  
 — прискоренням розвитку і прояву сенсорних реакцій у щуренят дослідних груп за періодом відкривання очей, що більше виражено у тварин 4-ї групи.

Перспективи подальших досліджень. Будуть з'ясовані біологічні механізми дії НGeЦ на формування і прояв сенсорно-рухових реакцій у різні періоди росту

тварин, їх зв'язок з розвитком інших фізіологічних систем.

**Бібліографічні посилання**

Vlizlo, V.V., Iskra, R.Ja., Fedoruk, R.S. (2015). Nanobiotekhnologii. Suchasnist' ta perspektyvy rozvytku. Biologija tvaryn. 17, 4, 18–29 (in Ukrainian).  
 Kocjumbas, I.Ja. (2006). Doklinichni doslidzhennja veterynarnyh likars'kyh zasobiv: Dovidnyk. L'viv: Triada pljus (in Ukrainian).  
 Dolajchuk, O.P., Fedoruk, R.S., Kaplunenko, V.G. (2014). Fiziologichnyj vplyv nanocytratu germaniju za umov jogo vypojuvannja laktujuchym samkam shhuriv ta i'h pryplodu. Fiziologichnyj zhurnal. 60, 3 (in Ukrainian).  
 Kovalenko, L.V. (2012). Ocinka stymuljujuchoi dii nanoakvahelativ germaniju na pryrodnu rezystentnist' tvaryn. Naukovyj visnyk NUBiP Ukrai'ny. 172 (1), 203–209 (in Ukrainian).  
 Lukevic, Je.Ja., Gar, T.K., Ignatovich, L.M., Mironov, V.F. (1990). Biologicheskaja aktivnost' soedinenij germanija. Riga: Zinatne.  
 Patent Ukrai'ny na korysnu model' № 38391. MPK (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. Sposib otrymannja karboksylativ metaliv «Nanotekhnologija otrymannja karboksylativ metaliv» [Tekst] / M. V. Kosinov, V. G. Kaplunenko. — Opubl. 12.01.2009, Bjul. № 1 (in Ukrainian).

- Stadnyk, A.M., Byc', G.O., Stadnyk, O.A. (2006). Biologichna rol' germaniju v organizmi tvaryn ta ljudyny. Naukovyj visnyk L'vivs'koi' nacional'noi' akademii' veterynarnoi' medycyny im. S. Z. Gzhyc'kogo. 8, 2, 1, 185–174 (in Ukrainian).
- Busenko, O.T. (2005). Tehnologija vyrobnyctva produkcii' tvarynnyctva. K.: Vyshha osvita (in Ukrainian).
- Sejfullyna, I.J., Nemjatyh, O.D., Luk'janchuk, V.D., Tkachenko, Je.V. (2003). Farmakologichni efekty germanijevyh spoluk. Odes'kyj medychnyj zhurnal. 6, 111–114 (in Ukrainian).
- Fedoruk, P.S., Hrabko, M.I. (2015). Dynamika masy tila i reproduktyvna funkcija samok shhuriv ta zhyttjezdattist' pryplodu za vypojuvannja riznyh kil'kostej cytratu germaniju. Biologija tvaryn. 17, 3 (in Ukrainian).
- Dolaychuk, O.P., Fedoruk, R.S., Kovalchuk, I.I., Kropyvka, S.I. (2015). Physiological and biochemical processes in the organisms of rats when feeding them with different amounts of germanium citrate. The Animal Biology. 17, 2, 50–56.
- European convention for the protection of vertebrate animals used for experim. and other scientific purposes. Coun. of Europe, Strasbourg. 1986. pp. 53.
- Lukevics, E., Ignatovich, L. (2005). <sup>32</sup>Ge Biological Activity of Organogermanium Compounds. Metallotherapeutic Drugs and Metal-Based Diagnostic Agents. The Use of Metals in Medicine. John Wiley & Sons, Ltd, 279–295.
- Thayer, J.S. (1985). Germanium compounds in biological systems. Rev. Silicon, Germanium, Tin, Lead Compd. 8 (2–3), 133–155.

*Стаття надійшла до редакції 28.09.2016*