



УДК 636.6.087.74:612.1

## ЗМІНИ АКТИВНОСТІ ЛУЖНОЇ ТА КИСЛОЇ ФОСФАТАЗИ І ПОКАЗНИКІВ МІНЕРАЛЬНОГО ОБМІНУ В ОРГАНІЗМІ КУРОК-НЕСУЧОК ЗА ЗГОДОВУВАННЯ НАНОХЕЛІТІВ СЕЛЕНУ, ЦИНКУ ТА ТОКОФЕРОЛУ

**М. П. НИЩЕМЕНКО**, доктор ветеринарних наук, професор

<https://orcid.org/0000-0003-3172-4768>

E-mail: [nick.physiol@gmail.com](mailto:nick.physiol@gmail.com)

**В. І. КОЗІЙ**, доктор ветеринарних наук, професор

<https://orcid.org/0000-0002-8221-6678>

**Білоцерківський національний аграрний університет**

**В. О. ТРОКОЗ**, доктор сільськогосподарських наук, професор

<https://orcid.org/0000-0001-8619-195X>

**Національний університет біоресурсів і природокористування України**

**О. В. ОМЕЛЬЧУК**, аспірант

<https://orcid.org/0000-0001-6271-3784>

**О. А. ПОРОШИНСЬКА**, кандидат ветеринарних наук, асистент

<https://orcid.org/0000-0001-9882-1963>

**Л. С. СТОБЕЦЬКА**, кандидат ветеринарних наук, асистент

<https://orcid.org/0000-0002-6672-5560>

**А. А. ЄМЕЛЬЯНЕНКО**, кандидат ветеринарних наук, асистент

<https://orcid.org/0000-0003-4907-6324>

**Білоцерківський національний аграрний університет**

<https://doi.org/10.31548/bio2019.04.020>

Сучасне птахівництво України – це галузь сільського господарства, яка найбільш інтенсивно розвивається та її важливим завданням є покращення життєздатності птиці на різних етапах розвитку, а також підвищення продуктивності. Одним із можливих методів збільшення яєчної продуктивності є застосування біологічно активних препаратів, у тому числі й наноаквахелатів біогенних та біоцидних металів, таких як Аргентум, Купрум, Магній, Кобальт, Селен, Цинк тощо. Ці біологічно активні речовини поліпшують фізіологічний стан і обмін речовин, сприяють кращому засвоєнню поживних речовин раціону птиці, а також позитивно впливають на несучість курей.

Відомо, що у країнах Європейського союзу та США заборонено використання антибіотиків, які через можливі залишки в продукції мають негативний вплив на організм споживача. На сьогодні в Україні розробляються нові методи та застосову-

\* Науковий керівник – доктор ветеринарних наук, професор Ніщепенко М. П.

ються альтернативні кормові добавки, що здатні замінити антибіотичні стимулятори продуктивності, росту, розвитку та захисту здоров'я птиці. До речовин, які тут є перспективними відносять наноаквахелати біогенних та біоцидних металів і, зокрема, Селену та Цинку. Для вивчення впливу цих елементів разом із токоферолом на активність важливих ферментів – лужної та кислотої фосфатази, а також на показники мінерального обміну проведені дослідження на курках-несучках породи Ломан Браун.

Встановлено, що згодовування наноаквахелатів Селену і Цинку з вітаміном Е позитивно впливає на активність лужної та кислотої фосфатази, яка зростала протягом дослідження відповідно на 17,2–38,6 та 16,5–21,0 %. Уміст Кальцію та неорганічного Фосфору в сироватці крові курок-несучок також збільшився. Зокрема, вміст Кальцію у дослідних несучок був вірогідно вищим під час експерименту на 12,8–18,2 % порівняно з контрольною групою. Така ж картина була і стосовно неорганічного Фосфору (10,0–26,3 %).

Отримані нами результати свідчать про збільшення активності лужної і кислотої фосфатази, стимуляцію фосфорно-кальцієвого обміну, завдяки вираженим властивостям наноаквахелатів біогенних металів Селену, Цинку з вітаміном Е, які засновані на їх біофізичних властивостях і активації багатьох біохімічних процесів згідно з ефектом Борисевича–Каплуненка–Косінова.

*Ключові слова:* лужна і кислота фосфатази, наноаквахелати, Селен, Цинк, вітамін Е, Кальцій, неорганічний Фосфор, кури-несучки, продуктивність

**Актуальність.** У сільськогосподарської птиці спостерігаються ті ж загальнобіологічні закономірності перебігу фізіологічних процесів, що й у тварин інших видів. Разом із тим, птиця має багато суттєвих відмінностей у своїй будові, способі життя, прояві безперервних процесів обміну речовин між організмом та зовнішнім середовищем. В організмі птахів проходять такі ж метаболічні процеси, як і в будь-якому живому організмі: це використання поживних речовин для росту й розвитку та побудови організму, для забезпечення джерела енергії та різних видів продуктивності. Необхідно зазначити, що всі ці процеси мають особливості, які притаманні тільки птиці. Продуктивні якості сільськогосподарської птиці також визначаються комплексом її біологічних особливостей, які необхідно враховувати за використання цього виду тварин.

На сьогодні у промисловому птахівництві створені сприятливі умови для підвищення продуктивності та росту поголів'я, виробництва яєць та м'яса. Проте для підтримки продуктивності на високому рівні необхідно точно знати потреби птиці й, зокрема, курей-несучок, в енергії та пластичних речовинах. Науково обґрунтована

годовля курей витікає з їх біологічних особливостей. Інтенсивний обмін речовин, відсутність зубів, короткий травний тракт, велика швидкість проходження поживних речовин по ньому зумовлюють значні складності в організації годівлі високопродуктивних курей (Borysevych et al., 2009, 2009-1; Kaplunenko et al., 2007).

**Аналіз основних досліджень і публікацій,** у яких започатковано розв'язання проблеми. У живленні курей-несучок велике значення має також рівень їх мінерального забезпечення. Мінеральні елементи, до яких, зокрема, відносяться Кальцій та неорганічний Фосфор, можна вважати надзвичайно важливими речовинами для організму птиці, хоча вони не мають поживної цінності та не використовуються організмом як джерело енергії.

Особливо необхідні Кальцій і Фосфор для несучок у період інтенсивного відкладання яєць, оскільки ці елементи у великій кількості входять до складу шкаралупи, а тому від їх наявності в раціоні та в організмі курок-несучок у значній мірі залежить продуктивність та якість яєць (Suray, 2006; Lemesheva, 2007). Крім того, Кальцій є основою кісткової тканини, де його кількість становить біля 97 % і тільки 3 % зна-

ходить в інших тканинах. В організм Кальцій надходить у складі рослинних кормів та мінеральних добавок. Під впливом шлункового соку переважна більшість його у птахів перетворюється у кальцію хлорид, який є основною формою для абсорбції в тонкому кишечнику. Особливістю обміну Кальцію у яйценосної птиці є те, що несучка використовує накопичений у кістковому мозку запас Кальцію, якого вистачає для утворення від 6 до 30 яєць (Bilokon et al., 2012; Shtele, 2017).

Важливу роль в обміні речовин в організмі птиці відіграє неорганічний Фосфор. Близько 80–85 % Фосфору знаходиться в кістковій тканині, а 15–20 % – в інших тканинах і рідинах. Майже неможливо назвати в організмі фізіологічну функцію, у здійсненні якої сполуки фосфору не беруть прямої або опосередкованої участі. Він входить до складу нуклеїнових кислот і макроергічних сполук (АТФ, АДФ, АМФ, креатинфосфату, гексозофосфату та ін.), в яких акумулюється енергія й активно використовується в усіх обмінних процесах. Цей макроелемент також входить до складу ензимів, які регулюють процеси тканинного дихання, він необхідний для обміну й транспорту ліпідів, білків та вуглеводів. Велике значення в регуляції фосфорно-кальцієвого обміну належить групі ензимів-фосфатаз (Iopov et al., 2011; Melnyk, 2008). Особливе значення дослідники відводять лужній (ЛФ – ЕС 3.1.3.1) та кислій (КФ – ЕС 3.1.3.2) фосфатазі, які беруть участь у каталізі фосфорних ефірів у плазмі крові та в тканинах.

**Мета досліджень** – з'ясувати вплив наноаквахелатів Селену, Цинку та вітаміну Е на активність лужної та кислої фосфатази, вміст Кальцію та неорганічного Фосфору в сироватці крові курок-несучок.

**Матеріал і методи досліджень.** Досліди проведені на курках-несучках породи Ломан-Браун, віком 45 тижнів. Годівлю птиці здійснювали сухими збалан-

сованими кормами з поживністю, відповідною до норм годівлі. Було сформовано за методом аналогів дві групи курей: контрольну та дослідну, по 40 голів у кожній. Умови утримання відповідали зоогігієнічним параметрам, кури знаходились у клітках з вільним доступом до кормів та води. Несучки дослідної групи на одну голову отримували в складі стандартного раціону: Zn 30 мг/кг, Se – 30 мг/кг та вітамін Е – 40 мг/кг, а в контрольній групі на кожну голову – до раціону додавали 30 мл дистильованої води. Дослід тривав 90 діб, облік яєчної продуктивності вели протягом усього експерименту по кожній групі окремо.

Під час експерименту досліджували вміст у сироватці крові Кальцію та неорганічного Фосфору за методикою, описаною Danchuk et al. (2013). Активність ЛФ і КФ визначали за допомогою набору реактивів «Фелісит діагностика». Про інші умови проведення досліду ми повідомляли раніше (Nischemenko et al., 2019).

Отримані результати досліджень обробляли загальноприйнятими методами статистики з використанням програми Microsoft Excel.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Відомо, що ензими, це високомолекулярні органічні сполуки білкової природи, які в живому організмі виконують роль біологічних каталізаторів. До групи фосфатаз відноситься ЛФ, яка бере участь у каталізі фосфорних ефірів у плазмі крові та в тканинах. Вона міститься також в епітеліальних клітинах стінок тонкого відділу кишечника, печінці, кістковій тканині, лейкоцитах. У птиці велике значення цього ензиму полягає ще і в тому, що він крім вище згаданих функцій, бере активну участь в обміні мінеральних речовин в організмі несучок та перенесенні іонів Кальцію при формуванні шкаралупи яйця (Fisinin, 2016).

Активність ЛФ сироватки крові зумовлена інтенсивністю обмінних процесів, що

протікають у різних органах, з яких вона «вимивається» у кров'яне русло. Встановлено, що надмірне зростання активності ензиму в 2–3 рази порівняно з нормою спостерігається за холестази та у разі порушення мінерального обміну. Збільшення активності ЛФ у фізіологічних межах спостерігається також у разі зростання інтенсивності обміну Кальцію та Фосфору між кістковою тканиною та макроорганізмом. Активність ЛФ збільшується частіше всього у тварини в період її інтенсивного росту та розвитку, а у курок-несучок – під час яйцеутворення та відкладання яєць (Fisinin, 2016; Nishchemenko et al., 2016).

Значне фізіологічне зростання активності ЛФ у період активної яйцекладки необхідне несучкам, оскільки вище згаданий ензим бере участь як в обмінних процесах, так і в перенесенні йонів Кальцію та Фосфору. В організмі несучок ці макро-

елементи використовуються для формування шкаралупи яйця, на що вказують і ряд літературних повідомлень (Okolelova, 2016; Okolelova, 2016-1).

У таблиці 1 показано, що активність ЛФ вірогідно зростала на 60–90 добу досліду на 32,3–38,6 % у несучок дослідної групи порівняно з контролем. Отже, збільшення активності ЛФ у сироватці крові несучок у період активної яйцекладки є необхідною адаптивною реакцією їх організму. Можна висловити припущення, що у цей період активність ЛФ у крові зростає за рахунок кісткового ізоферменту й забезпечується інтенсивним функціонуванням остеокластів, а наявність у раціонах хелатних сполук селену та цинку з вітаміном Е та інших біологічно активних речовин сприяє зростанню активності цього ензиму.

Активність кислої фосфатази (КФ) на 30 добу досліджень також зросла, але віро-

### 1. Активність лужної й кислої фосфатази сироватки крові курок-несучок (n = 5)

Показники	Доба досліду	Біометричні показники	Контроль	Дослід	% до контролю
Лужна фосфатаза, од/дм <sup>3</sup>	до досліду	Lim	100,0–140,0	109,6–123,3	
		M ± m	117,5 ± 8,0	122,1 ± 3,5	
	30	Lim	79,0–168,0	138,0–185,0	
		M ± m	122,9 ± 15,2	170,4 ± 8,5	17,2
	60	Lim	110,0–162,0	130,0–200,0	
		M ± m	122,4 ± 10,5	162,0 ± 11,7*	32,3
90	Lim	109,0–126,4	129,0–150,0		
	M ± m	118,9 ± 4,3	139,4 ± 3,3**	38,6	
Кисла фосфатаза, од/дм <sup>3</sup>	до досліду	Lim	9,8–10,8	10,0–15,1	
		M ± m	9,5 ± 11,2	10,8 ± 14,7	
	30	Lim	10,2–14,0	11,0–16,1	
		M ± m	11,6 ± 0,60	12,0 ± 0,5	3,4
	60	Lim	11,0 ± 13,9	12,0 ± 15,0	
		M ± m	12,1 ± 0,3	14,1 ± 0,4**	16,5
90	Lim	12,5 ± 14,0	14,4 ± 16,0		
	M ± m	12,8 ± 0,5	15,5 ± 0,6**	21,0	

Примітка: \*p < 0,05; \*\*p < 0,01 порівняно з контролем

**2. Уміст Кальцію та неорганічного Фосфору в крові курей-несучок (n = 5)**

Показники	Дні досліджень	Контроль	Дослід	% до контролю
		M ± m	M ± m	
Кальцій, ммоль/л	Lim	4,40–4,91	4,40–4,90	
	до дослідю	4,48 ± 0,12	4,68 ± 0,14	–
	Lim	4,29–4,40	5,05–6,12	
	30	4,36 ± 0,20	4,92 ± 0,16	12,8
	Lim	5,24–5,88	5,99–6,33	
	60	5,68 ± 0,14	6,08 ± 0,18	7,0
	Lim	5,19–5,47	6,18–6,91	
Неорганічний фосфор, ммоль/л	до дослідю	1,57 ± 0,20	1,56 ± 0,19	–
	Lim	1,15–1,30	1,20–1,28	
	30	1,24 ± 0,14	1,28 ± 0,12	3,2
	Lim	1,28–1,55	1,40–1,66	
	60	1,40 ± 0,13	1,54 ± 0,18	10,0
	Lim	1,39 – 1,61	1,99–2,23	
	90	1,52 ± 0,11	1,92 ± 0,10*	26,3

**Примітка:** \*p < 0,05; \*\* p < 0,01.

гідне її збільшення відмічене лише на 60 та 90 добу експерименту, відповідно на 16,5–21,0 % (p < 0,01). Таке збільшення активності КФ, на нашу думку, необхідне для активного формування шкаралупи яйця, яка забезпечує необхідну концентрацію йонів Кальцію й неорганічного Фосфору.

На цей факт вказують й інші дослідники (Batman, 1968; Arukhovska et al., 2006). Необхідно відмітити, що відкладання мінеральних солей каталізується не тільки ЛФ, а також КФ. Крім того фермент карбоангідраза сприяє утворенню вугільної кислоти, яка з йонами Ca<sup>2+</sup>, утворює карбонати Кальцію. Водночас кисла фосфатаза також сприяє транспортуванню фосфоровмісних сполук, які необхідні для формування мінеральної основи шкаралупи. Зазначимо, що у науковій літературі обмежені повідомлення про вплив наноаквахелатів різних елементів на фізіологічний стан та активність фосфатаз (Kaplunenko et al, 2007; Vorusevych et al., 2009; 2009-1) у курей несучок на промислових підприємствах. Тому вивчення впливу

наноаквахелатів селену, цинку та вітаміну Е на організм несучок потребує ретельного дослідження, у тому числі й дія згаданих препаратів на активність ферментів та інших показників.

У результаті проведеного протягом 90 діб експерименту нами встановлені зміни концентрації Кальцію та неорганічного Фосфору в крові несучок контрольної та дослідної груп (табл. 2).

До початку експерименту рівень Кальцію та неорганічного Фосфору в обох групах курей був майже однаковим. Він зазнав деяких змін у дослідній групі курей після споживання хелатних сполук селену, цинку та вітаміну Е. Зокрема, концентрація Кальцію в крові курей дослідних груп протягом експерименту була вищою, ніж у контрольних на 12,8–18,2 %. Однак достовірне зростання рівня цього важливого макроелементу встановлено нами лише на 90 добу досліджень. Збільшення вмісту йонів Ca<sup>++</sup> у крові курок-несучок у період інтенсивної яйцекладки, на наш погляд, можна пояснити як його активним «вими-

ванням» із кісткової тканини, так й інтенсивним всмоктуванням із шлунково-кишкового тракту для потреб організму та, зокрема, утворення шкаралупи.

Необхідно зазначити, що важливу роль у процесі утворення шкаралупи відіграє ЛФ, яка переносить йони кальцію. Товщина шкаралупи у значній мірі залежить від мінерального живлення та наявності у раціоні Кальцію, неорганічного Фосфору й вітамінів D та Е (Arukhovska et al., 2006).

Оскільки несучість у дослідних курей була більшою, ніж у контролі, про що ми повідомляли раніше (Liebers et al., 2019), то й потреба в цьому елементі в курей зростала. Відомо, що з кожним яйцем несучка втрачає зі свого організму біля 2,0–2,5 г Кальцію (Palii, 2019; Kavtarashvili & Okolelova, 2006). Висловлюється також думка (Kavtarashvili & Okolelova, 2006), що дві третини цієї кількості макроелементу надходить за рахунок спожитого з кормом Кальцію, а третину – з резервів організму. Якщо ж надходження макроелементу в організм різко зменшується, то птиця може нести яйця з тонкою шкаралупою, адже відомо, що в ній міститься до 98 % Кальцію.

Аналізуючи зміни рівня неорганічного Фосфору, представлені в таблиці 2, відзначимо, що в крові курей дослідної групи порівняно з контрольною групою цього елементу протягом експерименту було в середньому більше на 3,2–26,3 %, однак, достовірне зростання встановлено лише на 90 добу досліджень. Засвоєння фосфору організмом птиці залежить від форми, в якій його включають у раціон. У раціоні цей мікроелемент знаходиться у формі органічних сполук – фосфатидів, фосфопротеїдів, які добре розчиняються у воді та доступніші для організму курок-несучок, а сприяє цьому наявність у кормах хелатних сполук Селену, Цинку разом із вітаміном Е. Ці зміни також можна пояснити тим, що Цинк та Селен забезпечують транспортні процеси, пов'язані з металоензимними

перетвореннями значної кількості біохімічних сполук, а вітамін Е, у свою чергу, також бере участь у різних біологічних реакціях та сприяє процесам окиснення, відновлення та ін. в організмі птиці.

Можна висловити припущення, що збільшення концентрації неорганічного Фосфору в сироватці крові курей у період інтенсивної яйцекладки слід розглядати як адаптивну реакцію організму, яка зумовлена, з одного боку, необхідністю підвищеного синтезу білків, які використовуються для утворення білків яйця, а, з іншого боку, під час овогенезу, неорганічний Фосфор використовується, як одна зі складових частин шкаралупи яйця (Okolelova, 2016; Liebers et al., 2019). Нами встановлена позитивна кореляція між наявністю в раціоні хелатних сполук Селену, Цинку з вітаміном Е й активністю ЛФ та КФ ( $r = 0,510$  та  $r = 0,390$ ), рівнем Кальцію ( $r = 0,618$ ) та неорганічного Фосфору ( $r = 0,430$ ) у сироватці крові несучок.

У результаті проведених експериментів, під час дослідження несучості встановлено, що вона збільшилась у курей дослідної групи порівняно з контролем на 8,6 %, покращились морфометричні та якісні показники яєць (Nishchemenko et al., 2019).

**Висновки і перспективи.** Добавка до раціону курок-несучок нанакваохелатів Селену, Цинку та вітаміну Е вірогідно підвищує активність ЛФ і КФ у сироватці крові курей несучок відповідно на 32,3–38,6 та 16,5–21,0 %. Встановлено достовірне збільшення концентрації Кальцію на 18,2 % та неорганічного Фосфору – 26,3 % у крові курей, які отримували мінерально-вітамінну добавку на 90 добу експерименту. В інші терміни досліджень відмічено тенденцію до зростання рівня досліджуваних показників. Отримані результати досліджень дають можливість припустити, що хелатні форми селену, цинку, а також вітамін Е проявляють себе як синергісти у

регуляції мінерального обміну в організмі несучок. *Такий вплив наноаквахелатів заснований на їх біофізичних властивостях й активує багатьох біохімічних процесів згідно з ефектом Борисевича–Каплуценка–Косінова* (Borysevych et al., 2009, 2010).

Результати експериментів, а також подальші дослідження можуть бути використані для розробки методів поліпшення фізіологічного стану, збільшення інтенсив-

ності обміну речовин, профілактики порушень мінерального обміну в курок-несучок та для підвищення їх продуктивності. Крім того, перспективним напрямом досліджень є вивчення особливостей впливу хелатних сполук Селену, Цинку разом із вітаміном Е на мікробіоту кишечника, яка відіграє важливу роль у забезпеченні резистентності організму несучок, а також засвоєння поживних речовин раціону.

## References

1. Apukhovska, L. I., Vasylevska V. M., Bezusiak A. I. (2006). Vplyv vitaminiv D3 ta E na mineralnyi obmin u ryznykh tvaryn [Effect of Vitamins D3 and E on Mineral Metabolism in Different Animals]. Scientific Bulletin of the Bilotserkivskiyi NAU, 40, 13–24 (in Ukrainian).
2. Batman, V. K. (1968). Kaltsiy i fosfor. Obmen i regulyatsiya u ptits [Calcium and phosphorus. Exchange and regulation in birds]. Riga: Zinatne, 270 (in Russian).
3. Bilokon, O. V., Karpovskiy, V. I., Kryvoruchko, D. I., Shaposhnik, V. M., & Nishchemenko, M. P. (2012). Vplyv mineralnoi kormovoi dobavky Kormatsynk-R na produktyvnist ta obmin rechovin v orhanizmi kurok-nesuchok [The influence of mineral feed additive Kormatsynk-R on the performance and metabolism in the body of laying hens]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Vetrynarna medytsyna, 1, 3–6 (in Ukrainian).
4. Borysevych, V. B., Borysevych, B. V., Kaplunencko, V. H., Kosinov, M. V. (2009). Nanotekhnolohiia u vetrynarnii medytsyni [Nanotechnology in veterinary medicine]. Kyiv: «Lira», 232 (in Ukrainian).
5. Borysevych, V. B., Borysevych, B. V., Khomyn, N. M., Kaplunencko, V. H., Kosinov, M. V., Voloshyna, N. O., ... & Kulinich, S. M. (2009-1). Zdobutky nanotekhnolohii v likuvanni ta profilaktytsi khvorob tvaryn. Nanovetrynariia [Nanotechnology achievements in the treatment and prevention of animal diseases. Nano-veterinary] Kyiv: Dia, 182 (in Ukrainian).
6. Borysevych, V. B., Kaplunencko V. H., Kosinov M. V ta in. (2010) Nanomaterialy v biolohii. Osnovy nanovetrynarii [Nanomaterials in Biology. Fundamentals of Nano-Veterinary Medicine]. Kyiv: Avitsena: 416 (in Ukrainian).
7. Danchuk V. V., Nishchemenko. M. P., Peleno, R. A., Romanko, M. Ye., Ushkalov, V. O., Karpovskiy, V. I. (2013). Dovidnyk zahalnykh i spetsialnykh metodiv doslidzhennia krovi silskohospodarskoi ptitsi [Handbook of General and Specific Methods for Testing the Farm Poultry Blood]. Lviv: SPOLOM, 248 (in Ukrainian).
8. Fisinin V. I. (2016). Netraditsionnye biologicheski aktivnyie veschestva, primenyemye v ptisevodstve [Non-traditional biologically active substances used in poultry farming]. Efektivne ptakhivnytstvo, 2, 8–12 (in Russian).
9. Ionov, I. A., Shapovalov, S. O., Rudenko, E. V., Dolgaya, M. N., Ahtyrskiy, A. V., Zozulya, Yu. A., ... & Kostyuk, I. A. (2011). Kriterii i metodyi kontrolya metabolizma v organizme zhivotnyih i ptits [Criteria and methods for controlling metabolism in animals and birds]. Institut zhivotnovodstva NAAN, 376 (in Russian).
10. Kaplunencko, V. G., Kosinov, N. V., Polyakov, D. V. (2007). Poluchenie novyih biogenyih i biotsidnyih nanomaterialov s pomoschy erozionno-vzryivnogo dispergirovaniya metallov. Sbornik trudov po materialam nauchno-prakticheskikh konferentsiy s mezhdunarodnym uchastiem «Nanotekhnologii i nanomaterialy dlya biologii i meditsyny» [Obtaining new biogenic and biocidal nanomaterials using erosion-explosive dispersion of metals. Collection of works on the materials of scientific and practical conferences with international participation "Nanotechnology and nanomaterials for biology and medicine"], 11–12 oktyabrya 2007 g., Sib.UPK. – Novosibirsk, 134–137 (in Ukrainian).

11. Kavtarashvili, A. Sh., & Okolelova, T. M. (2006). Puti snizheniya boya i nasechki yaits v promyshlennom ptitsevodstve [Ways to reduce battle and egg incubation in industrial poultry]. *Efektivne ptakhivnytstvo*, 2, 38–43 (in Russian).
12. Lemesheva, M. M. (2003). Kormlenie selskohozyaystvennoy ptitsyi [Feeding poultry]. Sumi: Slobozhanshchina, 152 (in Russian).
13. Liebers, C. J., Schwarzer, A., Erhard, M., Schmidt, P., & Louton, H. (2019). The influence of environmental enrichment and stocking density on the plumage and health conditions of laying hen pullets. *Poultry science*, 98(6), 2474–2488. <https://doi.org/10.3382/ps/pez024>.
14. Melnyk, A. Yu. (2008). Kliniko-biologichne obgruntuvannya metodiv diahnozyky ta profilaktyky porushen fosforo-kaltsiievoho obminu i D-vitaminnoho obminiv u kurei-nesuchok [Clinical and biological substantiation of methods of diagnostics and prevention of disturbances of phospho-calcium metabolism and D-vitamin metabolism in laying hens]: avtoref. dys. kand. vet. nauk. Bila Tserkva, Bilotserkivskiy natsionalnyi ahrarniy universytet, 22 (in Ukrainian).
15. Nischemenko, N. P., Emelyanenko, A. A., Poroshinskaya, O. A., Stovbetskaya, L. S., Omelchuk, A. V., & Emelyanenko, A. V. (2019). Zmneniya pokazateley belkovogo obmena u kur-nesushek pod vliyaniem nanoakvachelatov selena, tsinka i vitamina E [Changes in protein metabolism in laying hens under the influence of nano-aquachelates of selenium, zinc and vitamin E]. *Aktual'nye problemy intensivnogo vedeniya zhivotnovodstva. Sbornik nauchnykh trudov BGSKHA*, 22 (1), 200–206 (in Russian).
16. Nischemenko M. P., Omelchuk O. V., Yemelianenko A. A., Poroshynska O. A., Stovbetska L. S., Kozii V. I. (2019). Vplyv nanoakvachelativ metaliv tsynku, selenu i vitaminu E na yaiechnu produktyvnist ta deiki pokaznyky yakosti yaits kurei nesuchok [Influence of zinc and selenium metals nanoacqualates and vitamin E on egg performance and some egg quality indicators of laying hens]. *Ahrarniy visnyk Prychynomor'ia*, 93, 188–194 (in Ukrainian).
17. Nischemenko, M. P., Shmaiu, S. S., Stovbetska, L. S., & Poroshynska, O. A. (2016). Aktyvnist deiakykh fermentiv syrovatky krovi peryplok za vplyvu lizynu, metioninu ta treoninu v poiednanni z vitaminom E [Activity of Some Quail Serum Enzymes by Exposure to Lysine, Methionine and Valine in Combination with Vitamin E]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny*, 2, 112–118 (in Ukrainian).
18. Okolelova T. M. (2016). Netraditsionnye istochniki mikroelementov [Unconventional sources of trace elements]. *Efektivne ptakhivnytstvo*, 10, 24–25 (in Russian).
19. Okolelova T. M. (2016-1). Mineralnyie korma [Mineral feed]. *Efektivne ptakhivnytstvo*, 10-11, 19–23 (in Russian).
20. Palii A. (2019). Vydy shkaralupy yaies: prychny vynyknennia [Types of eggshells: causes]. *Efektivne ptakhivnytstvo*, 5, 24–25 (in Ukrainian).
21. Shtele, A. L. (2017). Vazhnoe o kachestve pischevyyh yaits [Important about the quality of food eggs]. *Efektivne ptakhivnytstvo*, 10, 32–36 (in Russian).
22. Suray, P. (2006). Nutrigenomika v ptitsevodstve [Nutrigenomics in poultry farming.]. *Suchasne ptakhivnytstvo*. 10–11, 24–25 (in Russian).

## SUMMARY

*N. Nischemenko, V. Koziy, V. Trokoz, O. Omelchuk, O. Poroshynska, L. Stovbecka, A. Emelynenko. The changes of alkaline and acid phosphatase activity and the indexes of mineral metabolism in laying hens under the influence of Selenium and Zinc nanochelates and vitamin E. Biological Resources and Nature Management. 2019. 11, №5–6. P.185–193. <https://doi.org/10.31548/bio2019.04.020>*

**Abstract.** Modern poultry farming in Ukraine is the most intensively developing agricultural sector and its important task is to improve the viability of poultry at various stages of development, as well as to increase productivity. One of the possible methods of increasing egg productivity is the use of biologically active preparations, including nanoaquachelates of biogenic and biocidal metals such as Argentum, Cuprum, Magnesium, Cobalt, Selenium, Zinc and the like. These

biologically active substances improve the physiological state and metabolism, promote better absorption of the nutrients of the bird's diet, and have a positive effect on the laying of chickens.

It is known that in the countries of the European Union and the US it is forbidden to use antibiotics, which due to possible residues in the products have a negative impact on the body of the consumer. Today, new methods are being developed in Ukraine and alter-



*native feed additives are being used to replace antibiotic stimulants for poultry productivity, growth, development and protection. Substances that are promising here include solutions of nanoaquachelates biogenic and biocidal metals and in particular selenium and zinc. To study the effect of these elements together with tocopherol on the activity of important enzymes – alkaline and acidic phosphatase, as well as on indicators of mineral metabolism, experiments were carried out on laying hens of the Lohmann Brown breed.*

*Feeding selenium and zinc nanoaquachelates with vitamin E was found to have a positive effect on alkaline and acid phosphatase activity, which increased by 17.2–38.6 and 16.5–21.0 %, respectively, during the experiment. The content of Calcium and inorganic Phosphorus in the serum of laying hens also increased.*

*In particular, the calcium content of the test layers was significantly higher during the experiment by 12.8–18.2 % compared to the control group. The same was the case with inorganic Phosphorus (10.0–26.3 %).*

*The results obtained indicate the increase of alkaline and acid phosphatase activity, stimulation of phosphorus-calcium metabolism, due to the pronounced properties of nanoaquachelates of biogenic metals of Selenium, Zinc with vitamin E, which are based on their biophysical properties and the activation of the Borisevich-Kaplunenko-Kosinov bioaccumulative effect.*

**Keywords:** Alkaline and acid phosphatases, selenium nanoaquachelates, zinc, vitamin E, Calcium, inorganic Phosphorus, laying hens, productivity

## АННОТАЦІЯ

**Н. П. Ніщепенко, В. І. Козій., В. А. Трокоз, О. В. Омельчук, О. А. Порошинська, Л. С. Стівбецька, А. А. Ємельяненко.** *Изменения активности щелочной и кислой фосфатазы и показателей минерального обмена в организме кур-несушек при скармливании нанохелатов Селена, Цинка и Токоферола. Биоресурсы и природопользование. 2019. II, №5–6. С.185–93. <https://doi.org/10.31548/bio2019.04.020>*

**Аннотація.** *Современное птицеводство Украины – это отрасль сельского хозяйства, которая наиболее интенсивно развивается и ее важной задачей является улучшение жизнеспособности птицы на разных этапах развития, а также повышение продуктивности. Одним из возможных методов увеличения яичной продуктивности является применение биологически активных препаратов, в том числе и наноаквахелатов биогенных и биоцидных металлов таких как серебро, медь, магний, кобальт, селен, цинк и тому подобное. Эти биологически активные вещества улучшают физиологическое состояние и обмен веществ, способствуют лучшему усвоению питательных веществ рациона птицы, а также положительно влияют на яйценоскость кур.*

*Известно, что в странах Европейского союза и США запрещено использование антибиотиков, из-за возможного попадания в продукцию, что негативно влияет на организм потребителя. Сегодня в Украине разрабатываются новые методы и применяются альтернативные кормовые добавки, способные заменить антибиотические стимуляторы продуктивности, роста, развития и защиты здоровья птицы. К веществам, которые здесь являются перспективными относят растворы наноаквахелатов биогенных и биоцидных металлов и, в частности, селена и цинка. Для изучения влияния этих элементов вме-*

*сте с токоферолом на активность важных энзимов щелочной и кислой фосфатазы, а также на показатели минерального обмена проведены опыты на курах-несушках породы Ломан Браун.*

*Установлено, что скармливание наноаквахелатов селена и цинка с витамином Е положительно влияет на активность щелочной и кислой фосфатазы, которая возросла в течение опыта на 17,2–38,6 и 16,5–21,0 % соответственно. Содержание кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови кур несушек также увеличилось. В частности, содержание кальция в опытных несушек было достоверно выше на 12,8–18,2 % по сравнению с контрольной группой. Такая же картина была и в отношении неорганического фосфора (10,0–26,3 %).*

*Полученные нами результаты свидетельствуют об увеличении активности щелочной и кислой фосфатазы, стимуляции фосфорно-кальциевого обмена благодаря выраженным свойствам наноаквахелатов биогенных металлов селена, цинка с витамином Е, которые основаны на их биофизических свойствах и активации многих биохимических процессов в соответствии с эффектом Борисевича-Каплуненко-Косинова.*

**Ключевые слова:** Щелочная и кислая фосфатазы, наноаквахелаты, селен, цинк, витамин Е, кальций, неорганический фосфор, куры-несушки