

## МОРФОЛОГІЯ І ФІЗІОЛОГІЯ

УДК 636.6.087.74:612.1

НІЩЕМЕНКО М.П.,<sup>1</sup>

КАПЛУНЕНКО В.Г.<sup>2</sup>

КОЗІЙ В.І.<sup>1</sup>

ПОРОШИНСЬКА О.А.<sup>1</sup>

СТОВБЕЦЬКА Л.С.<sup>1</sup>

ЄМЕЛЬЯНЕНКО А.А.<sup>1</sup>

nick.physiol@gmail.com , Anatolevna\_86ukr.net@ukr.net

ОМЕЛЬЧУК О.В.<sup>3</sup>

Omelvet@ua

<sup>1</sup>Білоцерківський національний аграрний університет

<sup>2</sup>ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології»

<sup>3</sup>Компаніївський коледж ветеринарної медицини

### ПОКАЗНИКИ МІНЕРАЛЬНОГО ОБМІНУ В КУРОК-НЕСУЧОК ЗА ВПЛИВУ НАНОХЕЛАТІВ СЕЛЕНУ І ЦИНКУ ТА ВІТАМІНУ Е

Наведені результати дослідження впливу наноаквахелатів металів селену і цинку разом з вітаміном Е на показники мінерального обміну в курей-несучок породи Ломан Браун. Відомо, що надходження в організм несучок мінеральних елементів Кальцію та неорганічного Фосфору має велике значення для забезпечення їх яєчної продуктивності та якості яйця. У зв'язку з цим, перспективним є вивчення впливу на зазначені вище процеси наноаквахелатів селену і цинку та вітаміну Е. Встановлено, що згодовування наноаквахелатів селену і цинку з вітаміном Е позитивно впливає на обмін Кальцію та неорганічного Фосфору в курок-несучок. Зокрема, вміст Кальцію в сироватці крові дослідних несучок був вірогідно більшим на 17,3–26,7 % на 60-ту і 90-ту добу експерименту, порівняно з контрольною групою. Рівень неорганічного Фосфору на 60-ту та 90-ту добу експерименту також вірогідно зріс на 17,7–16,9 % відповідно у дослідних несучок, порівняно з контролем.

Відомо, що макроелементи Са та неорганічний Р є важливими елементами для організму тварин і, особливо, птахів. Ці мінеральні речовини не мають поживної цінності, не використовуються організмом як джерело енергії, але їх роль як структурних елементів неможливо переоцінити. І Кальцій, і неорганічний Фосфор входять до складу майже всіх органів і тканин. Від наявності цих елементів у раціоні залежить як ріст та розвиток організму, так і його продуктивність. Крім того, Кальцій і неорганічний Фосфор беруть активну участь в регуляції ряду життєво важливих функцій. У птиці це синтез білків та інтенсивне утворення мінералів яйця, а також вони необхідні для подальшого утворення кісткової тканини зародка. Отже, від наявності цих мінералів у раціоні та організмі курок-несучок значною мірою залежить їх несучість і якість яєць.

Отримані результати свідчать про стимуляцію фосфорно-кальцієвого обміну та активності лужної фосфатази завдяки вираженим властивостям наноаквахелатів селену і цинку із вітаміном Е, які зумовлені їх біофізичними властивостями та активацією багатьох біохімічних процесів згідно з ефектом Борисевича–Каплуценка–Косінова.

**Ключові слова:** Кальцій, Фосфор, кури-несучки, селен, цинк, вітамін Е.

doi: 10.33245/2310-4902-2019-149-1-49-56

**Постановка проблеми.** Птахівництво в Україні є однією з галузей сільськогосподарського виробництва, яка найбільш динамічно розвивається. У промисловому птахівництві створені сприятливі умови для росту поголів'я, підвищення продуктивності, виробництва дієтичних яєць і м'яса птиці та забезпечення людей фізіологічно обґрунтованими нормами живлення. Високий рівень продуктивності птиці можна підтримувати введенням до раціонів необхідних як енергетичних, так і пластичних речовин. Фізіологічними особливостями птиці, порівняно з іншими тваринами, є інтенсивний обмін речовин, відсутність зубів, порівняно короткий травний канал та велика швидкість проходження поживних речовин по ньому. Ці особливості зумовлюють значні труднощі щодо організації годівлі високопродуктивних курок-несучок, зокрема, і мінеральними елементами. Сучасне птахівництво побудовано на промислових, інтенсивних технологіях і, враховуючи, що до сьогодні світова продовольча проблема ще не вирішена, пта-

хівництво залишається однією з провідних галузей у забезпеченні людства життєво важливими продуктами харчування. Нарощування виробництва продукції птахівництва досягалося за умови його інтенсивного розвитку, тобто утримання птиці з повною механізацією і автоматизацією виробничих процесів. Проте, подальше підвищення інтенсивності птахівництва неможливе без застосування біологічно активних речовин, які покращують обмін речовин, сприяють отриманню високоякісної продукції птахівництва. За повідомленнями окремих авторів [1] встановлено та описано зміни в організмі птиці за зниженого вмісту мінеральних елементів, і, зокрема, селену і цинку, а також інших мікро- та макроелементів [2–5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомо, що велике значення для організму тварин і птахів має рівень мінерального живлення, у тому числі забезпечення такими елементами як Кальцій та неорганічний Фосфор. Роль цих елементів полягає в тому, що вони входять до складу більшості органів і тканин. Від них залежить ріст та розвиток організму, крім того, вони беруть активну участь у регуляції ряду важливих функцій.

Ці елементи особливо необхідні для несучок в період інтенсивного відкладання яєць, оскільки Кальцій та неорганічний Фосфор у великій кількості входять до складу шкаралупи. Від їх наявності у раціоні та організмі курок-несучок значною мірою залежить як продуктивність, так і якість яєць [6].

Відомо, що Кальцій становить основу кісткової тканини, де його кількість сягає майже 99 % і тільки близько 1 % – знаходиться в інших клітинах і тканинах організму. Крім того, Кальцій плазми крові існує у трьох формах: іонізований, зв'язаний з білком та неіонізований, але здатна до діалізу. Усі ці форми знаходяться в рівновазі, але фізіологічно активною є іонізована частина Кальцію, яка становить близько 45–55 % від його загальної кількості. В плазмі крові людини загальний Кальцій міститься в межах 2,2–2,8 ммоль/л, у тому числі не дифундований або зв'язаний з білком – 0,9 ммоль/л та дифундований. Останній представлений двома фракціями: іонізованою (1,1–1,4 ммоль/л) та неіонізованою (0,3 ммоль/л). У кістковій тканині Кальцій знаходиться в сполуках з неорганічним Фосфором ( $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$ ) та вуглецем ( $\text{CaCO}_3$ ). Крім іонізованої форми Кальцію, в організмі він може перебувати також у вигляді сполук з білками та мембранними структурами клітини. Слід зазначити, що рівень іонізованої частки елемента більше відображає його метаболізм, ніж загальний рівень Кальцію. Він бере активну участь в регуляції проникності ендотелію судин, створенні структури кісткової тканини, у згортанні крові, знижує збудливість нервової системи та проникність клітинних мембран, бере участь у регуляції діяльності багатьох ферментів. Характерною особливістю іонів Кальцію є те, що вони активують різноманітні метаболічні процеси, тому можуть претендувати на роль вторинного посередника у трансмембранній передачі активуючого сигналу в середину клітини [7]. Крім згаданих вище функцій, Кальцій знижує температуру тіла, послаблює дію на організм токсинів, зменшує гідратацію білків, підвищує стійкість організму до інфекцій, усуває негативну дію Калію, Натрію, Магнію, активує АТФ-азу м'язів та деяких інших ферментів.

В організмі курок-несучок запаси Са знаходяться в медулярній частині кісткової тканини. Не зважаючи на те, що значна кількість Са знаходиться в скелеті, за недостатнього надходження цього елемента з кормами, несучки, а особливо молодки, використовують накопичений у кістках Кальцій і його може вистачити для утворення декількох яєць [8–10].

Неорганічний Фосфор – також один з основних елементів, який бере участь у побудові тканин організму, а його вміст тісно корелює з рівнем Кальцію. На рівень неорганічного Фосфору мають вплив ті ж самі регулятори, що й Кальцію, а це паратгормон, кальцитонін і вітамін D. Встановлено, що 90 % неорганічного Фосфору, подібно до Кальцію, знаходиться в кістковій тканині, але його більша частина є в середині клітини, і близько одного процента в позаклітинній рідині. Органічні сполуки фосфору беруть участь у перенесенні енергії у вигляді макроергічних зв'язків – АТФ, АДФ, АМФ. За їх участі відбувається гліколіз, глікогенез, обмін ліпідів. Фосфор входить до складу ДНК, РНК, забезпечує синтез білка, а також бере участь у окиснювальному фосфорилуванні, в обміні деяких вітамінів, має велике значення для функціонування скелетної мускулатури та серцевого м'яза, він активує всмоктування іонів Кальцію в кишечнику.

Надійшовши з кормами, неорганічний фосфор всмоктується у проксимальному відділі тонкого кишечнику, надходить у кров та швидко поглинається паренхіматозними органами, особливо печінкою, нирками, селезінкою, а його надлишок виділяється з фекаліями, сечею, потом.

Засвоєння організмом неорганічного Фосфору та його сполук відбувається у тонкому кишечнику і залежить від його концентрації та активності ферменту лужної фосфатази [10]. Активність лужної фосфатази зростає під впливом вітаміну D, всмоктування фосфатів також посилюється за впливу паратиреоїдного гормону. У крові фосфати знаходяться у чотирьох сполуках: неорганічного Фосфору, органічних фосфатних ефірів, фосфоліпідів та вільних нуклеотидів.

Обмін Фосфору тісно пов'язаний з обміном Кальцію. Гіперкальціємія, яка знижує секрецію паратиреоїдного гормону, стимулює реабсорбцію фосфатів, але гіперфосфатемія може сприяти утворенню сполук Фосфору з Кальцієм, що у свою чергу викликає відкладання Кальцію у тканинах та розвитку гіпокальціємії. Необхідно зазначити, що взаємовідносини Кальцію та Фосфору в організмі дуже складні, є багато механізмів, спрямованих на підтримку Са/P-гомеостазу, деякі з яких до кінця не вивчені.

Особливо важливу роль в організмі птиці відіграє неорганічний Фосфор. Його макроергічні сполуки (АТФ, АДФ, АМФ, креатин фосфату та ін.) акумулюють енергію, яка активно використовується у несучок під час формування яйця. Неорганічний Фосфор входить до складу нуклеїнових кислот і ферментних систем, що регулюють тканинне дихання та інші важливі біохімічні реакції. Він необхідний для обміну і транспорту білків, ліпідів, вуглеводів. Зазначимо, що неорганічний Фосфор, який знаходиться в скелеті, та в інших органах, тканинах і рідинах за потреби також легко запозичується з них для утворення шкаралупи яйця.

**Мета дослідження** – вивчення впливу згодовування в складі раціону наноаквахелатів селену і цинку з вітаміном Е на фосфорно-кальцієвий обмін та активність лужної фосфатази сироватки крові курок-несучок.

**Матеріал та методи дослідження.** Досліди проводили на курках-несучках породи Ломан Браун у господарстві ФГ «ВЕСТА- ЛЮКС», де було сформовано за методом аналогів дві групи курей: контрольну та дослідну по 10 голів у кожній. Утримували курей 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 + вітамін Е – 40 мг/кг, а контрольної групи – до раціону додавали 30 мл дистильованої води.

Під час проведення експерименту проводили облік продуктивності, у сироватці крові визначали вміст Кальцію за методикою описаною З. Словак та Л. Семенковою, неорганічного Фосфору – за методикою D. Glick [11]. Активність лужної фосфатази визначали методом заснованим на тому, що фермент у буферному розчині розщеплює 4-нітрофенілфосфат на 4-нітрофеніл та ортофосфат. Рівнем активності ферменту є кількість звільненого 4-нітрофенолу, яка вимірюється на фотоелектроколориметрі у лужному середовищі [11]. Отримані результати досліджень обробляли статистично з використанням програми Excel.

**Результати дослідження.** За введення до раціону наноаквахелатів металів селену і цинку та вітаміну Е, вивчали їх вплив на кальцієво-фосфорний обмін та умови утворення яйця у курок-несучок.

Вміст Кальцію та неорганічного Фосфору в сироватці крові курок-несучок представлений у таблиці 1. Як було встановлено у дослідженнях, на початку експерименту рівень Кальцію та неорганічного Фосфору в обох групах курей був однаковий. Він зазнав певних змін у дослідній групі лише після згодовування їм наноаквахелатів металів селену і цинку та вітаміну Е.

Відзначимо, що концентрація Кальцію в сироватці крові дослідних несучок була вірогідно більшою тільки на 60-ту добу на 17,3 %, а на 90-ту добу досліджень це збільшення становило 26,7 %, порівняно з контролем. Зростання рівня Са в крові курок-несучок в період інтенсивної яйцекладки пояснюється як його активним засвоєнням з раціону, так і можливим інтенсивним “вимиванням” з кісткової тканини для утворення шкаралупи та завдяки додаванню до раціону наноаквахелатів. Інтенсивність яйцекладки у курей дослідних груп була більшою, наразі і потреба в цьому елементі зростала. За даними дослідників, з кожним яйцем несучка втрачає зі свого організму близько 2,0-2,5 г Кальцію [8].

Зміни рівня неорганічного Фосфору, які представлені в таблиці 1 свідчать про те, що у крові курей дослідних груп на 60-ту та 90-ту добу експерименту його рівень зріс до 17,7–16,9 %. Збільшення вмісту неорганічного Фосфору в крові курей у період яйцекладки пояснюють підвищенням його використання для синтезу білків та нуклеїнових кислот. Ці метаболіти інтенсивно використовуються як у власному організмі, так і для синтезу складових компонентів яйця у яйцепроводі, особливо в його білковій частині.

Таблиця 1 – Вміст Кальцію, неорганічного Фосфору та активність лужної фосфатази сироватки крові курок-несучок ( $M \pm m$ ;  $n = 5$ )

| Показник                            | Доба досліджень | Контроль         | Дослід               | % до контролю |
|-------------------------------------|-----------------|------------------|----------------------|---------------|
|                                     |                 | $M \pm m$        | $M \pm m$            |               |
| Кальцій, ммоль/л                    | до дослідження  | $4,13 \pm 0,15$  | $4,15 \pm 0,20$      | –             |
|                                     | 30              | $4,49 \pm 0,16$  | $4,92 \pm 0,18$      | 109,5         |
|                                     | 60              | $5,19 \pm 0,15$  | $6,09 \pm 0,19^*$    | 117,3         |
|                                     | 90              | $5,28 \pm 0,26$  | $6,69 \pm 0,21^{**}$ | 126,7         |
| Неорганічний Фосфор, ммоль/л        | до дослідження  | $1,39 \pm 0,10$  | $1,38 \pm 0,18$      | –             |
|                                     | 30              | $1,31 \pm 0,12$  | $1,32 \pm 0,11$      | –             |
|                                     | 60              | $1,35 \pm 0,06$  | $1,59 \pm 0,09^*$    | 117,7         |
|                                     | 90              | $1,42 \pm 0,02$  | $1,66 \pm 0,08^*$    | 116,9         |
| Лужна фосфатаза, од/дм <sup>3</sup> | до дослідження  | $117,2 \pm 21,0$ | $120,1 \pm 15,4$     | –             |
|                                     | 30              | $119,9 \pm 15,1$ | $150,4 \pm 14,0$     | 125,4         |
|                                     | 60              | $126,4 \pm 15,6$ | $173,1 \pm 12,6^*$   | 136,9         |
|                                     | 90              | $121,8 \pm 9,80$ | $159,9 \pm 6,50^*$   | 131,2         |

**Примітка:** \* $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; порівняно з контрольною групою.

На згадані вище процеси значний вплив справляє фермент лужна фосфатаза (КФ.3.1.3.1), яка належить до групи фосфатаз та бере участь в каталізі фосфорних ефірів у плазмі крові та тканинах. Вона входить до складу епітеліальних клітин стінок тонкого відділу кишечника, а також печінки, кісткової тканини, лейкоцитів. Окремо необхідно відмітити її значення для птахів, яке полягає ще й у тому, що фермент бере активну участь в обміні кальцію в їх організмі та перенесенні іонів Кальцію за формування шкаралупи яйця.

**Обговорення.** Характерною особливістю лужної фосфатази є те, що цей ензим регулює інтенсивність обмінних процесів, які проходять у різних органах, з яких вона може “вимиватися” в кров’яне русло. Установлено, що надмірне збільшення активності ферменту в 2–3 рази, відбувається за холестази та порушення мінерального обміну [12]. Але за нормальних умов, збільшення активності лужної фосфатази у фізіологічних межах спостерігається у птиці при збільшенні інтенсивності обміну Кальцію та неорганічного Фосфору між кістковою тканиною та макроорганізмом. Активність лужної фосфатази збільшується, здебільшого, у тварин в період їх інтенсивного росту і розвитку, а також у птахів під час утворення яйця та його відкладання [13].

У таблиці 1 подана інформація про активність лужної фосфатази, у групі контрольних і дослідних несучок. У переддослідний період активність ферменту була майже однаковою як у контролі так і у досліді та становила відповідно –  $117,2 \pm 21,0$  і  $120,1 \pm 15,4$  од./дм<sup>3</sup>. Під час досліджень вона коливалась у незначних межах у контролі –  $119,9$ – $126,4$  од./дм<sup>3</sup>. У курок дослідної групи вона становила  $150,4$ – $173,1$  од./дм<sup>3</sup>, або була вірогідно вищою на  $36,9$ – $31,2$  %. Збільшення активності лужної фосфатази, насамперед, необхідно пояснити процесами підвищення інтенсивності яйцеутворення та відкладання яєць, оскільки цей фермент забезпечує перенесення іонів Кальцію та Фосфору, які необхідні для формування шкаралупи яйця. Крім того, є повідомлення, що селен позитивно впливає на якість яєць [14]. Відповідно активність ензиму адекватно зростає, забезпечуючи збільшення яйцекладки. Цей факт було встановлено як у наших експериментах, так і в дослідях інших авторів [13–17], які вивчали дію різних біологічно активних препаратів на організм птиці різних видів.

Надходження до організму курок-несучок Кальцію і неорганічного Фосфору та використання цих мінеральних речовин має велике значення як для їх нормального фізіологічного стану, так і яєчної продуктивності [18–20]. В зв’язку з цим перспективним є вивчення впливу додавання до раціону несучок наноаквахелатів біогенних металів Se і Zn разом з вітаміном E [21,22].

Мінеральні речовини Ca та неорганічний P є надзвичайно важливими елементами для організму тварин і птахів. Вони не мають поживної цінності, не використовуються організмом як джерело енергії, але їх роль як структурних елементів важко переоцінити. Кальцій і неорганічний Фосфор входять до складу майже всіх органів та тканин, від них залежить ріст і розвиток організму [23–26]. Крім того, ці мікроелементи беруть участь в регуляції ряду життєво важливих функцій. Особливо необхідні Кальцій та неорганічний Фосфор для птахів у період розмноження. Інтенсивне відкладання яєць потребує значної кількості цих елементів, оскільки вони у

великій кількості входять до складу шкаралупи, а також необхідні для утворення кісткової тканини молодняка. Від їх наявності в раціоні та організмі курок-несучок значною мірою залежить як несучість та якість яєць, так і нормальний розвиток курчат [4].

Проте, проблема недопущення дефіциту згаданих мікроелементів у раціонах птиці полягає в тому, що високопродуктивні несучки не можуть ефективно засвоювати Кальцій, перетворюючи його у лабільну форму в кісткових депо [27], а особливо у випадках недостачі неорганічного Фосфору, вітамінів А та D [12, 28].

**Висновки.** Згодовування наноаквахелатів селену і цинку та вітаміну Е сприяє вірогідному зростанню концентрації Кальцію та неорганічного Фосфору в крові курей дослідних груп порівняно з контролем на 60-ту і 90-ту добу експерименту, що свідчить про збільшення інтенсивності кальцієво-фосфорного обміну. При введенні до раціону наноаквахелатів металів фізіологічна послідовність утворення яйця не порушується, але активність лужної фосфатази зростає у дослідних курей несучок порівняно з контролем.

**Відомості про дотримання біотичних норм.** Експериментальні дослідження проводили відповідно до закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 28.03.2006 р. та правил Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях від 13.11.1987 р.

**Відомості про конфлікт інтересів.** Автори статті стверджують про відсутність конфлікту інтересів, щодо їх вкладу та результатів дослідження.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Динаміка показників мінерального обміну перепілок у різні періоди яйцекладки та за комплексу незамінних амінокислот в поєднанні з вітаміном Е/ М.П. Ніщенко та ін. *Наук. вісн. НУБіПУ, Київ*. 2018. № 285. С. 212–220.
2. Li J., Xing L., Zhang R. Effects of Se and Cd Co-treatment on the Morphology, Oxidative Stress, and Ion Concentrations in the Ovaries of Laying Hens. *Biol Trace Elem Res*. 2018. Vol. 183(1). P.156–163.
3. Comparison of selenium levels and sources and dietary fat quality in diets for broiler breeders and layer hens / S. Leeson et al. *Poult.Sci*. 2008. Vol. 87(12). P. 2605–2612.
4. Effects of dietary form of selenium on its distribution in eggs/ K. Čobanová et al. *Biol. Trace Elem Res*. 2011. Vol. 144(1-3). P. 736–746.
5. The effect of level and source of dietary selenium supplementation on eggshell quality/ Z. Pavlović et al. *Biol Trace Elem Res*. 2010. Vol. 133(2). P. 197–202.
6. Neijat M. Calcium and phosphorus dynamics in commercial laying hens housed in conventional or enriched cage systems / M. Neijat, J. D. House, W. Guenter, E. Kebreab // *Poultry Science*, 2011. Vol. 90 (10). P. 2383–2396.
7. Humberto Vilar J.A.J. Effect of the levels of calcium and particle size of limestone on laying hens / J.A.J. Humberto Vilar, F. G. Perazzo, J.M. Batista, P.E. Naves, N. Kazue // *R. Bras. Zootec.*, 2011. Vol. 40 (5). P. 211–218.
8. Подобед Л. И. Нормы кальций-фосфорного питания птицы современных гибридов и кроссов. *Эффективное птицеводство*. 2006. № 5. С. 31–38.
9. Adaptive response of broilers to dietary phosphorus and calcium restrictions/ W. Lir et al. *Poultry Science*. 2016. Vol. 95. Issue 3. P. 581–589.
10. Мельник А. Ю. Добова динаміка показників кальцій-фосфорного обміну в курей-несучок. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. Біла Церква, 2007. Вип. 44. С. 92–97.
11. Довідник загальних і спеціальних методів дослідження крові сільськогосподарської птиці / Данчук В.В. та ін. Львів: СПОЛОМ, 2013. 248 с.
12. Авдосєва І.К., Каплуненко В.Г., Пашенко А.Г. Перспективи використання здобутків нанотехнологій у ветеринарній практиці. *Тваринництво сьогодні*. 2015. №7. С. 52–56.
13. Laika M., Jahanian R. Dietary supplementation of organic selenium could improve performance, antibody response, and yolk oxidative stability in laying hens fed on diets containing oxidized fat. *Biol Trace Elem Res*. 2015. Vol. 165(2). P. 195–205.
14. Kim W.K., Patterson P.H. Effects of dietary zinc supplementation on hen performance, ammoniac volatilization, and nitrogen retention in manure. *J Environ Sci Health B*. 2005. Vol. 40(4). P. 675–686.
15. Наноматеріали в біології. Основи нановетеринарії / В. Б. Борисевич та ін. ред. проф. В. Б. Борисевич, проф. В.Г. Каплуненко. Київ: ВД «Авіцена», 2010. 416 с.
16. Телятніков А.В., Телятніков К.А. Сучасні погляди щодо використання нанотехнологій за лікування свійських тварин. *Аграрний вісник Причорномор'я: збірн. наук. праць*. Одеса, 2018. Вип. 91. С. 131–138.
17. Білецький С.М. Живий організм. Мікроелементні взаємозв'язки. *Ефективне птицеводство*. 2006. № 1. С. 9–14.
18. Здобутки нанотехнології в лікуванні та профілактиці хвороб тварин. *Нановетеринарія (впровадження інноваційних технологій)* / В.Б. Борисевич та ін.; ред. проф. В.Б. Борисевич. Київ: Діа, 2009. 182 с.
19. Катарашвили А.Ш., Околелова Т.М. Пути снижения боя и насечки яиц в промышленном птицеводстве. *Эффективное птицеводство*. 2006. № 7. С. 15–21.
20. Левченко В.І., Влізло В.В., Кондрахін І.П. Ветеринарна клінічна біохімія. Біла Церква, 2002. 400 с.

21. Effect of selenized selenium supplementation to diet contaminated with deoxyvalenol on blood phagocytic activity and antioxidant status of broilers/ I. Placha et al. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* (Berl). 2009. Vol. 93(6). P. 695–702.
22. Подобед Л.И. Обмен кальция в организме яйценосной птицы. Эффективное птицеводство. 2006. № 3. С. 34–42.
23. Нанотехнологія у ветеринарній медицині /В. Б. Борисевич та ін.; ред. проф. В. Б. Борисевич, проф. В. Г. Каплуненко. Київ: «Лира», 2009. 232 с.
24. Порошинська О.А. Активність ферментів сироватки крові перепелів за споживання різних рівнів незамінних амінокислот. Тваринництво України. 2010. № 3. С. 31–33.
25. Ніщенко М.П., Ємельяненко А.А. Спосіб підвищення резистентності молодняку перепелів аквахелатом Селену: Пат. України на корисну модель. Зареєстровано у Державному реєстрі патентів України 10.03.2015 р.
26. Борисевич В.Б., Каплуненко В.Г., Косінов М. В. Спосіб активації мікробіологічних процесів, прискорення росту і розмноження мікроорганізмів «Комплексний біофізично-біохімічний ефект в мікробіологічних процесах»: Пат. України на корисну модель № 40794. МПК (2006) C12N 1/00, C12N 1/16, C12N 5/00. Опубл. 27.04.2009, Бюл. № 8/2009.
27. Борисевич В.Б., Каплуненко В.Г., Косінов М.В. Спосіб активації метаболічних процесів і підвищення ефективності синтезу білків в живих організмах «Комплексний біофізично-біохімічний наностимулювальний ефект Борисевича-Каплуненка-Косінова»: Пат. України на корисну модель № 43415. МПК (2006): A61P 3/02 (2009.01), A23K 1/16, A61K 31/205 (2009.01), B82B 3/00. Опубл. 10.08.2009, Бюл. № 15/2009.
28. Effect of selenium-enriched probiotics on laying performance, egg quality, egg selenium content, and egg glutathione peroxidase activity / C. Pan et al. *J. Agric. Food Chem.* 2011. Vol. 9. 59(21). P. 114–131.

#### REFERENCES

1. Nishchemenko, M.P., Poroshins'ka, O.A., Stovbec'ka, L.S. (2018). Dynamika pokaznykiv mineral'nogo obminu perezilok u rizni periody jajcekladky ta za kompleksu nezaminnih aminokyslot v pojednanni z vitaminom E [Dynamics of mineral metabolism of quail in different periods of oviposition and complex of essential amino acids in combination with vitamin]. *Scientific Bulletin of NULESU, Kyiv*. no. 285, pp.212–220.
2. Li, J., Xing, L., Zhang, R. (2018). Effects of Se and Cd Co-treatment on the Morphology, Oxidative Stress, and Ion Concentrations in the Ovaries of Laying Hens. *Biol Trace Elem Res.* no. 183(1), pp.156–163.
3. Leeson, S., Namkung, H., Caston, L., Durosoy S., Schlegel P. (2008). Comparison of selenium levels and sources and dietary fat quality in diets for broiler breeders and layer hens. *Poult. Sci.* no. 87(12), pp. 2605–2612.
4. Čobanová, K., Petrovič, V., Mellen, M., Arpašova, H., Grešáková, L., Faix, Š. (2011). Effects of dietary form of selenium on its distribution in eggs. *Biol. Trace Elem Res.* no.144(1-3), pp. 43–47.
5. Pavlović, Z., Miletić, I., Jokić, Z., Pavlovski, Z., Skrbić, Z., Sobajić, S. (2010). The effect of level and source of dietary selenium supplementation on eggshell quality. *Biol Trace Elem Res.* no. 133(2), pp. 197–202.
6. Neijat M., House J. D., Guenter W., Kebreab E. Calcium and phosphorus dynamics in commercial laying hens housed in conventional or enriched cage systems (2011). *Poultry Science*, Vol. 90(10), pp. 2383–2396.
7. Humberto Vilar J.A.J., Perazzo F.G., Batista J.M., Naves P.E., Kazue N. Effect of the levels of calcium and particle size of limestone on laying hens (2011). *R. Bras. Zootec.* Vol. 40 (5), pp. 211–218.
8. Podobed, L.I. (2006). Normy kal'cij-fosfor'nogo pitaniya pticy sovremennyh gibridov i krossov [Norms of calcium-phosphorus nutrition of the bird of modern hybrids and cross-countries]. *Efektivne ptahivnictvo [Effective poultry farming]*. no. 5, pp. 31–38.
9. Lir, W., Angel, S., Kim, K., Brady, S. (2016). Adaptive response of broilers to dietary phosphorus and calcium restrictions. *Poultry Science*. Vol. 95, no. 3, pp. 581–589.
10. Mel'nik, A. (2007). Dobova dinamika pokaznykiv kal'cij-fosfor'nogo obminu v kurej-nesuchok [Daily dynamics of calcium-phosphorus metabolism in laying hens]. *Visnik Bilocerkivskogo derzhavnogo agrarnogo universitetu [Bulletin of the Bilotserkiv State Agrarian University]*. Bila Tserkva, no. 44, pp. 92–97.
11. Danchuk, V.V., Nishchemenko, M.P., Pelen'o, R.A., Roman'ko, M.Je., Ushkalov, V.O., Karpovs'kyj, V.I. (2013). Dovidnyk zagal'nyh i special'nyh metodiv doslidzhennja krovi sil'skogospodars'koi' ptyci [Guide for general and special methods of studying the blood of farm birds]. Lviv: SPOL, 248 p.
12. Avdos'jeva, I.K., Kaplunenko, V.G., Pashhenko, A.G. (2015). Perspektivi vikoristannya zdobutkiv nanotekhnologij u veterinarnij praktici [Prospects for using nanotechnology gains in veterinary practice]. *Tvarinnictvo s'ogodni [Livestock Today]*. no. 7, pp. 52–56.
13. Laika, M., Jahanian, R. (2015). Dietary supplementation of organic selenium could improve performance, antibody response, and yolk oxidative stability in laying hens fed on diets containing oxidized fat. *Biol Trace Elem Res.* Vol. 165(2), pp. 195–205.
14. Kim, W.K., Patterson, P.H. (2005). Effects of dietary zinc supplementation on hen performance, ammoniavalatilization, and nitrogen retention in manure. *J Environ Sci Health B*. Vol. 40(4), pp. 675–686.
15. Borisevich, V.B., Kaplunenko, V.G., Kosinov M.V. (2010). Nanomaterialy v biologii' [Nanomaterials in biology]. *Osnovy nanoveterynarii' [Fundamentals of Nanotechnology]*. Kyiv: Avicenna Airlines, 416 p.
16. Telyatnikov, A.V., Telyatnikov, K.A. (2018). Suchasni poglyadi shchodo vikoristannya nanotekhnologij za likuvannya svijs'kih tvarin [Modern views on the use of nanotechnologies for the treatment of domestic animals]. *Agrarnij visnik prichornomor'ya [Agrarian Bulletin of the Black Sea]*. Zbirn. nauk. prac' [Collection of scientific works]. Odessa, Issue 91, pp. 131–138.
17. Bilec'kij, S.M. (2006). Zhivij organizm [Living organism]. *Mikroelementni vzajemozv'jazky [Trace elements interconnections]*. *Efektivne ptahivnictvo [Effective poultry farming]*. no. 1, pp. 9–14.

18. Borysevych, V.B. (2009). Zdobutky nanotehnologii' v likuvanni ta profilaktyci hvorob tvaryn [Nanotechnology achievements in the treatment and prevention of animal diseases]. Zdobutky nanotehnologii' v likuvanni ta profilaktyci hvorob tvaryn [Nano-veterinary medicine (introduction of innovative technologies)]. Kyiv: Dia, 182 p.
19. Katarashvili, A.Sh., Okolelova, T.M. (2006). Puti snizheniya boya i nasechki yaic v promyshlennom pticevodstve [Ways to reduce the battle and notching eggs in industrial poultry]. Efektivne ptahivnictvo [Effective poultry farming]. no. 7, pp. 15–21.
20. Levchenko, V.I., Vlizlo, V.V., Kondrahin, I.P. (2002). Veterinarna klinichna biohimiya [Veterinary Clinical Biochemistry]. Bila Tserkva, 400 p.
21. Placha, I., Borutova, R., Gresakova, L., Petrovic, V., Faix, S., Leng, L. (2009). Effect of selenium supplementation on diet-consumption, oxygen valence, blood phagocytic activity and antioxidant status of broilers. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl). Vol. 93(6), pp. 695–702.
22. Podobed, L. I. (2006). Obmen kal'ciya v organizme jajcenoj pticy [Calcium metabolism in the body of an egg-carrying bird]. Efektivne ptahivnictvo [Effective poultry farming]. no. 3, pp. 34–42.
23. Borisevich, V.B., Borisevich, B.V., Kaplunenko, V.G., Kosinov, M.V. (2009). Nanotekhnologiya u veterinarnij medicini [Nanotechnology in veterinary medicine]. Kyiv: "Lira", 232 p.
24. Poroshins'ka, O.A. (2010). Aktivnist' fermentiv sirovatki krovi perepeliv za spozhivannya riznih rivniv nezaminnih aminokislot [The activity of queen blood serum enzymes for the consumption of different levels of essential amino acids]. Tvarnynytvo Ukrainy [Livestock of Ukraine]. no. 3, pp. 31–33.
25. Nishchemenko, M.P., Jemel'janenko, A.A. Sposib pidvyshhennja rezystentnosti molodnjaku perepeliv akvahelatom Selenu: Pat. Ukrainy na korisnu model' № Zarejestrovano u Derzhavnomu rejestri patentiv Ukrainy 10.03.2015 r. [Method of increasing the resistance of young colonies to Selenium aquaculture: Patent of Ukraine for utility model № Registered in the State Register of Patents of Ukraine on March 10, 2015].
26. Borisevich, V.B., Kaplunenko, V.G., Kosinov, M.V. Sposib aktivacii' mikrobiologichnih procesiv, priskorennja rostu i rozmnozhennja mikroorganizmiv «Kompleksnij biofizichno-biohimichnij efekt v mikrobiologichnih procesah»: Patent Ukraini na korisnu model' № 40794. MPK (2006) C12N 1/00, C12N 1/16, C12N 5/00. Opubl. 27.04.2009, byul. № 8/2009 [Method of activation of metabolic processes and increase of the efficiency of synthesis of proteins in living organisms "The complex biofizichno-biochemical nano-stimulating effect of Borisevich-Kaplunenko-Kosinov": Patent of Ukraine for Utility Model No. 43415. IPC (2006): A61P 3/02 (2009.01), A23K 1 / 16, A61K 31/205 (2009.01), B82B 3/00. Published. Aug 10, 2009, Bul. No. 15/2009.].
27. Borisevich, V. B., Kaplunenko, V. G., Kosinov, M.V. Sposib aktivacii' metabolichnih procesiv i pidvishchennja efektnosti sintezu bilkiv v zhivih organizmah «Kompleksnij biofizichno-biohimichnij nanostimulyval'nij efekt Borisevicha-Kaplunenko-Kosinova»: Patent Ukraini na korisnu model' № 43415. MPK (2006): A61P 3/02 (2009.01), A23K 1/16, A61K 31/205 (2009.01), B82B 3/00. Opubl. 10.08.2009, byul. № 15/2009 [Method of activation of metabolic processes and increase of the efficiency of synthesis of proteins in living organisms "The complex biofizichno-biochemical nano-stimulating effect of Borisevich-Kaplunenko-Kosinov": Patent of Ukraine for Utility Model No. 43415. IPC (2006): A61P 3/02 (2009.01), A23K 1 / 16, A61K 31/205 (2009.01), B82B 3/00. Published. Aug 10, 2009, Bul. No. 15/2009].
28. Pan, C., Zhao, Y., Liao, S. F., Chen, F., Qin, S., Wu, X., Zhou, H., Huang, K. (2011). Effect of selenium-enriched probiotics on laying performance, egg quality, egg selenium content, and egg glutathione peroxidase activity. J Agric Food Chem. Vol. 9, 59(21), pp.114–131.

**Показатели минерального обмена у кур-несушек под влиянием нанохелатов селена и цинка, витамина Е  
Нищенко Н.П., Каплуненко В.Г., Козий В.И., Порошинская О.А., Стовецкая Л.С., Емельяненко А.А.,  
Омельчук А.В.**

Приведены результаты исследования влияния наноаквахелатов биогенных и биоцидных металлов селена, цинка вместе с витамином Е, на показатели минерального обмена у кур-несушек породы Ломан Браун. Известно, что поступление в организм несушек минеральных элементов Кальция и неорганического Фосфора и их использование, имеет большое значение для обеспечения яичной продуктивности и качества яйца. В связи с этим, перспективным является изучение влияния на вышеуказанные процессы наноаквахелатов селена, цинка и витамина Е. Установлено, что скормливание наноаквахелатов селена и цинка с витамином Е, положительно влияет на обмен Кальция и неорганического Фосфора у кур-несушек. В частности, содержание Кальция в сыворотке крови опытных несушек было достоверно больше на 17,3–26,7 %, на 60-е и 90-е сутки эксперимента, по сравнению с контрольной группой. Уровень неорганического фосфора на 60-е и 90-е сутки эксперимента также достоверно вырос на 17,7–16,9 % соответственно в опытных несушек, по сравнению с контролем.

Известно, что микроэлементы Са и неорганический Р являются важными элементами для организма животных и, особенно, птиц. Эти минеральные вещества не имеют питательной ценности, не используются организмом как источник энергии, но их роль в качестве структурных элементов невозможно переоценить. И Кальций и неорганический Фосфор входят в состав почти всех органов и тканей. От наличия этих элементов в рационе зависит рост, развитие организма и его производительность. Кроме того, Кальций и неорганический Фосфор активно участвуют в регуляции ряда жизненно важных функций. В птицы это синтез белков и интенсивное образование минералов яйца, а также необходимые для дальнейшего образования костной ткани зародыша. И так, от наличия этих минералов в рационе и организме кур-несушек во многом зависит их яйценоскость и качество яиц.

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

**Ключевые слова:** Кальций, Фосфор, куры-несушки, Селен, Цинк, витамин Е.

**The indexes of mineral exchange in laying hens under the influence of Selenium and Zinc nanoacqualates and vitamin E****Nischemenko M., Kaplunenko V., Koziy V., Poroshinska O., Stovbetska L., Yemelyanenko A., Omelchuk O.**

The article presents the results of the study of the influence of nanoacqualats of biogenic and biocidal metals Selenium and Zinc together with vitamin E, on the mineral metabolism indexes of hens of Loman Brown breed. It is known that the inflow of mineral elements such as Calcium and inorganic Phosphorus into the body and its proper usage is essential for the maintenance of egg productivity and egg quality. In this regard, it is promising to study the changes of the above-mentioned processes with the Selenium, Zinc and vitamin E nanoacqualates supplementation. It has been established that the feeding of Selenium and Zinc nanocarboxylic acids with vitamin E positively affects the exchange of Calcium and inorganic Phosphorus in the laying hens. In particular, the content of calcium in the serum of tested hens was significantly higher (17.3-26.7%), on the 60th and 90th days of the experiment, comparing with the control group. The level of inorganic phosphorus, on the 60th and 90th days of the experiment, also increased by 17.7% and 16.9%, respectively, in experimental group of layer hens compared to control one.

It is known that macroelements Ca and inorganic Phosphorus are important components for the organism of animals and, especially, birds. These minerals have no nutritional value, are not used by the body as a source of energy, but their role as structural elements cannot be overestimated. Both Calcium and inorganic Phosphorus are part of almost all organs and tissues. The growth and development of the organism, as well as its productivity depends on the presence of these elements in the diet. In addition, Calcium and inorganic Phosphorus are actively involved in the regulation of a number of vital functions. In the birds, it is the synthesis of proteins and the intense formation of egg minerals. They are also necessary for the further formation of bone tissue of the embryo. Consequently, the presence of these minerals in the diet and in the body of layers hens, to a large extent determine their weight and quality of eggs.

The obtained results show the use of nanoacqualats of Selenium and Zinc together with vitamin E stimulate phosphorus-calcium metabolism and alkaline phosphatase activity due to their biophysical properties which are based on activation of many biochemical processes according to the effect of Borisevich-Kaplunenko-Kosinov.

**Key words:** Calcium, Phosphorus, laying hens, Selenium, Zinc, vitamin E.

*Надійшла 10.04.2019 р.*