

## Effect of glycine microelements and $\beta$ -carotene on content of microelements and vitamin A in quail eggs

L.V. Shevchenko<sup>1</sup>, O.S. Yaremchuk<sup>2</sup>, S.V. Gusak<sup>1</sup>, V.M. Myhalska<sup>1</sup>, V.M. Poliakovskiy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev

<sup>2</sup>Vinnitsa National Agrarian University, Vinnitsa, Ukraine

E-mail: [shevchenko\\_laris@ukr.net](mailto:shevchenko_laris@ukr.net), [dep\\_rector@vsau.vin.ua](mailto:dep_rector@vsau.vin.ua), [skudin@ukr.net](mailto:skudin@ukr.net), [vitam@bigmir.net](mailto:vitam@bigmir.net), [pvam@ukr.net](mailto:pvam@ukr.net)

Submitted: 15.02.2017. Accepted: 17.04.2017

It was established that in the progeny of quail obtained from the parent herd, which during the growing period was fed as a source of microelements a complex of glycinates of copper, zinc, manganese, iron and cobalt with microbial  $\beta$ -carotene at a dose corresponding to the physiological requirement during the growing period increased the content of iron in eggs by 22,4 % compared to the control, and by 18,9 % compared to quails fed with chelates of microelements and  $\beta$ -carotene at a dose corresponding to half the daily requirement.

The concentration of zinc in the quail eggs of this group increased by 16,5 % compared to the control and by 21 % compared to the analogous parameters for the quails of the second experimental group, manganese by 17,4 % and 19,4 %. The increase in the content of iron, zinc and manganese in the quail eggs which feeding complex of glycinate of microelements and  $\beta$ -carotene, at a dose amounting to a daily requirement, indicates their high bioavailability in the digestive apparatus of the bird, their intensive absorption and accumulation in the eggs.

It was proved that the content of iron, zinc and manganese in the eggs of quail, which feeding a complex of glycinate of microelements and  $\beta$ -carotene at a dose corresponding to half the daily requirement of the bird, was at the control level, which indicates sufficient provision of its body with these elements.

The data obtained when feeding the complex of chelating compounds of microelements and microbial  $\beta$ -carotene to quails indicate an intensification of the conversion of  $\beta$ -carotene to retinol and an increase in the content of the latter in eggs of the quail by 19,7 %. Feeding quails of the complex of glycinate of microelements in a dose corresponding to their needs contributed to an increase in the dry matter content in the shell of the quail eggs by 2,13 % due to an increase in the ash content by 2,3 %, calcium by 0,83 %, zinc by 30,1% and manganese - by 26,5 %. Feeding quails half the daily requirement of chelates of trace elements contributed to sufficient provision of their body with these elements. The conducted studies testify to the absence of toxic effect of chelating compounds of microelements (glycinates of copper, zinc, manganese, iron and cobalt) on the quail organism, sufficient assimilation from feeds both at doses corresponding to demand, and in doses that make up half of it due to increased bioavailability in the tissues.

*Key words:* quail, copper glycinate, zinc glycinate, cobalt glycinate, manganese glycinate, iron glycinate,  $\beta$ -carotene, eggs, chemical composition.

## Вміст мікроелементів та вітаміну А в яйцях перепелів за впливу комплексу гліцинатів мікроелементів та мікробного $\beta$ -каротину

Л.В. Шевченко<sup>1</sup>, О.С. Яремчук<sup>2</sup>, С.В. Гусак<sup>1</sup>, В.М. Михальська<sup>1</sup>, В.М. Поляковський<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

<sup>2</sup>Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

E-mail: [shevchenko\\_laris@ukr.net](mailto:shevchenko_laris@ukr.net), [dep\\_rector@vsau.vin.ua](mailto:dep_rector@vsau.vin.ua), [skudin@ukr.net](mailto:skudin@ukr.net), [vitam@bigmir.net](mailto:vitam@bigmir.net), [pvam@ukr.net](mailto:pvam@ukr.net)

Проведеними дослідженнями встановлено, що у потомства перепелів, одержаного від батьківського стада, якому протягом періоду вирощування згодували в якості джерел мікроелементів комплекс гліцинатів міді, цинку, марганцю, заліза та кобальту з мікробним  $\beta$ -каротином, в дозі, що відповідає фізіологічній потребі протягом періоду вирощування сприяло збільшенню вмісту в яйцях заліза на 22,4%, порівняно з контролем, та на 18,9% порівняно з перепелами, яким згодували хелати мікроелементів з  $\beta$ -каротином у дозі, що відповідає половині добової потреби. Концентрація цинку в яйцях перепелів цієї групи зростала на 16,5% порівняно з контролем та на 21% – порівняно з аналогічними показниками у перепелів другої дослідної групи, марганцю – на 17,4% та 19,4% відповідно. Таке збільшення вмісту заліза, цинку та марганцю у яйцях перепелів, яким згодували комплекс гліцинатів мікроелементів з  $\beta$ -каротином, у дозі, що становить добову потребу, вказує на їх високу біологічну доступність у апараті травлення птиці, їх інтенсивному всмоктуванню та накопиченню у яйцях. Доведено, що вміст заліза, цинку та марганцю у яйцях перепелів, яким згодували комплекс гліцинатів мікроелементів з  $\beta$ -каротином у дозі, що відповідає половині добової потреби птиці, знаходився на рівні контролю, що свідчить про достатнє забезпечення її організму цими елементами. Дані, одержані при згодовуванні комплексу хелатних сполук мікроелементів та мікробного  $\beta$ -каротину перепелам, вказують на інтенсифікацію перетворення  $\beta$ -каротину у ретинол та збільшення вмісту останнього в яйцях перепелів на 19,7%. Згодовування перепелам комплексу гліцинатів мікроелементів у дозі, що відповідає їх потребі сприяв збільшенню вмісту сухої речовини у шкаралупі яєць перепелів на 2,13% рахунок збільшення вмісту сирової золи на 2,3%, кальцію – на 0,83%, цинку – на 30,1% та марганцю – на 26,5%. Згодовування перепелам половини добової потреби хелатів мікроелементів сприяло достатньому забезпеченню їх організму цими елементами. Проведені дослідження свідчать про відсутність токсичної дії хелатних сполук мікроелементів (гліцинатів міді, цинку, марганцю, заліза та кобальту) на організм перепелів, достатнє їх засвоєння з кормів як в дозах, що відповідають потребі, так і в дозах, що становлять її половину за рахунок вищої біодоступності в тканинах.

**Ключові слова:** перепели, гліцинати міді, цинку, кобальту, марганцю, заліза,  $\beta$ -каротин, яйця, хімічний склад.

## Вступ

Однією з передумов забезпечення високої продуктивності перепелів, профілактики хвороб, збереження поголів'я та високої якості і біологічної повноцінності продукції є використання в годівлі батьківських та промислових стад вітамінно-мінеральних компонентів (Baker, 2009; Trybrat et al., 2012; Holubov, 2014; Roiter, 2014; Richards et al., 2007). Відомо, що рівень забезпечення батьківського стада біологічно активними речовинами, до яких належать мікроелементи та вітаміни, значною мірою визначає не лише їх стан здоров'я, продуктивність та відтворну здатність, але й майбутню продуктивність, якість та біологічну повноцінність продукції їх потомства (Holoubek et al., 2002; Genchev, 2012).

Відсутність або нестача окремих мінеральних елементів, а також порушення їх співвідношення в кормах призводить до зниження ефективності використання поживних речовин і, як наслідок – до зниження продуктивності, збільшення захворюваності та передчасному вибракуванню поголів'я. Використання неорганічних сполук мікроелементів у годівлі птиці спричиняє не лише токсичну дію в організмі, але й слугує причиною накопичення важких металів у відходах та довкіллі (Zlamaniuk, 2011).

Відомо, що найкращою формою мікроелементів для організму птиці є хелатні сполуки елементів з амінокислотами, білками тощо (Shevchenko et al., 2014; Sahin et al., 2005). Серед амінокислотних хелатів найбільш ефективними є гліцинати та лізинати мікроелементів, а метіонати є менш дієвими. Це пов'язано з низькою токсичністю, високою доступністю для організму, відсутністю негативних побічних ефектів, стимуляції метаболічних процесів та високою біологічною активністю хелатних сполук мікроелементів в організмі птиці.

Більшість досліджень, які стосуються вивчення впливу хелатних сполук мікроелементів на клінічний стан, метаболічний статус, резистентність, продуктивність, якість і безпечність продукції проведено на курчатах-бройлерах (Mishra et al., 2013), промислових стадах курей яєчного напрямку продуктивності та лабораторних тваринах, однак проблема використання цих мінеральних джерел, як компонентів комбікорму для перепелів, практично, не вирішена.

Крім того, використання хелатних сполук мікроелементів у комбікормах для перепелів батьківського стада та його потомства є важливим з точки зору виявлення пролонгованого чи віддаленого впливу на організм птиці комплексу мінеральних сполук у вигляді хелатів з амінокислотами (Zakharenko et al., 2012).

Враховуючи, що яйця перепелів відносяться до дієтичних продуктів харчування людини, актуальними є дослідження показників мінерального та вітамінного складу яєць перепелів за згодовування їм протягом періоду вирощування комплексу хелатних сполук мікроелементів з мікробним  $\beta$ -каротином (White et al., 2009).

**Мета дослідження** – дослідити вміст мікроелементів,  $\beta$ -каротину та ретинолу у яйцях потомства перепелів при заміні неорганічних сполук міді, цинку, кобальту, марганцю та заліза в комбікормі на комплекс гліцинатів міді, цинку, марганцю, заліза та кобальту з  $\beta$ -каротином біотехнологічного синтезу (вітатомом).

## Методи дослідження

У досліді вивчали вплив комплексу хелатних сполук мікроелементів та мікробного  $\beta$ -каротину на вміст мікроелементів,  $\beta$ -каротину та ретинолу в яйцях потомства перепелів, одержаних від батьківського стада, яким згодували комплекс хелатів мікроелементів з мікробним  $\beta$ -каротином.

З цією метою було відібрано 75 японських перепелів, яких одержали від батьківського стада, якому згодовували протягом 90 днів яйцекладки комплекс гліцинатів мікроелементів з мікробним  $\beta$ -каротином за схемою наведено в табл. 1.

**Таблиця 1** Схема досліджу

Група	Умови годівлі
Контрольна	Неорганічні солі Fe, Cu, Zn, Mn, Co, $\beta$ -каротин, згідно з потребою
Дослідна 1	Гліцинати Fe, Cu, Zn, Mn, Co, $\beta$ -каротин, згідно потреби
Дослідна 2	Гліцинати Fe, Cu, Zn, Mn, Co, $\beta$ -каротин, 1\2 потреби

При досягненні віку 5 місяців, з перепелів, одержаних від батьківського стада контрольної групи, було сформовано контрольну групу, а від дослідних груп – відповідно дослідні групи по 25 голів у кожній.

Перепелів утримували по 25 голів (з розрахунку на 1 самця 4 самки у кожній клітці), а годівлю забезпечували протягом всього періоду вирощування і яйцекладки згідно зі схемою, наведеною у табл. 1. Протягом усього досліджу птицю годували комбікормом, який був збалансований за вмістом поживних та біологічно активних речовин.

Хімічний склад шкаралупи яєць (суха речовина, вологість, зола, фосфор, кальцій) визначали згідно загальноприйнятих методів (Kononenko et al., 2000). Вміст мікроелементів (Fe, Mn, Cu, Co, Zn) у шкаралупі та яйцях перепелів визначали методом атомної абсорбції за допомогою спектрометра AAA-240 фірми Varian (США). Вміст  $\beta$ -каротину та ретинолу в яйцях перепелів визначали з використанням газорідного хроматографа Waters (США) (Skurykhyn et al., 1996).

Отримані матеріали експериментальних досліджень статистично обробляли з використанням середніх арифметичних величин ( $M$ ), середньої квадратичної похибки ( $m$ ) і ступеня вірогідності різниці ( $p$ ) між показниками. Вірогідність різниці між показниками оцінювали за критерієм Стюдента (Lakin, 1990).

## Результати дослідження

Молодняку перепелів, який одержували з яєць батьківського стада, при згодовуванні хелатів мікроелементів з мікробним  $\beta$ -каротином також згодовували комплексні сполуки мікроелементів з мікробним  $\beta$ -каротином протягом всього періоду вирощування, що дало можливість визначити пролонгований та віддалений вплив гліцинатів мікроелементів на їх продуктивність та хімічний склад яєць.

Так, використання в годівлі потомства перепелів хелатних сполук мікроелементів з  $\beta$ -каротином протягом періоду вирощування, значною мірою впливало на інтенсивність накопичення мікроелементів, ретинолу та  $\beta$ -каротину в яйцях (табл. 2). Встановлено, що рівень заліза в яйцях перепелів, яким згодовували комплекс гліцинатів мікроелементів з  $\beta$ -каротином (перша дослідна група), збільшився на 22,4% ( $p < 0,05$ ) порівняно з контролем та на 18,9% ( $p < 0,05$ ) порівняно з перепелами, яким згодовували хелати мікроелементів з  $\beta$ -каротином у дозі, що відповідає половині добової потреби (друга дослідна група).

**Таблиця 2** Вміст мікроелементів та вітаміну А у яйцях перепелів (без шкаралупи), мг/кг,  $n = 5$ ,  $M \pm m$

Показник	Група		
	контрольна	1	дослідна 2
Залізо	54,37 $\pm$ 1,11	66,57 $\pm$ 1,40*	55,98 $\pm$ 0,91**
Цинк	11,73 $\pm$ 0,20	13,67 $\pm$ 0,14*	11,29 $\pm$ 0,20**
Марганець	2,88 $\pm$ 0,17	3,38 $\pm$ 0,05*	2,83 $\pm$ 0,11**
Мідь	1,18 $\pm$ 0,03	1,25 $\pm$ 0,04	1,14 $\pm$ 0,02
Кобальт	0,23 $\pm$ 0,01	0,24 $\pm$ 0,01	0,22 $\pm$ 0,02
$\beta$ -каротин	12,96 $\pm$ 0,46	14,35 $\pm$ 0,64	12,98 $\pm$ 0,55
Вітамін А	5,69 $\pm$ 0,34	6,81 $\pm$ 0,32*	5,53 $\pm$ 0,24**

\*  $p < 0,05$  порівняно з контролем, \*\*  $p < 0,05$  порівняно з першою дослідною групою

Вміст цинку в яйцях перепелів першої дослідної групи збільшився на 16,5 % ( $p < 0,05$ ) порівняно з контролем та на 21% порівняно з аналогічними показниками у перепелів другої дослідної групи. Аналогічна закономірність спостерігалась і щодо накопичення марганцю в яйцях перепелів першої дослідної групи, де його вміст перевищував аналогічний показник у контролі на 17,4 % ( $p < 0,05$ ), а в перепелів другої дослідної групи на 19,4 % ( $p < 0,05$ ).

Таке збільшення вмісту заліза, цинку та марганцю у яйцях перепелів, яким згодовували комплекс гліцинатів мікроелементів з  $\beta$ -каротином, у дозі, що становить добову потребу, вказує на їх високу біологічну доступність у апараті травлення птиці, їх інтенсивному всмоктуванню та накопиченню у яйцях. Останнє має важливе значення як при використанні яєць з харчовою метою для забезпечення потреб людини в доступній формі мікроелементів, так і для одержання інкубаційних яєць – для забезпечення потреби у відповідних біологічно активних речовинах ембріона при інкубації.

Вміст заліза, цинку та марганцю у яйцях перепелів, яким згодовували комплекс гліцинатів мікроелементів з  $\beta$ -каротином у дозі, що відповідає половині добової потреби птиці, не відрізнявся від контролю, що свідчить про достатнє забезпечення її організму цими елементами.

Що стосується вмісту міді і кобальту, то їх накопичення в яйцях перепелів майже не залежало від дози цих елементів у комбікормі (див. табл. 2). Це, ймовірно, пов'язано з особливістю обміну цих елементів у тканинах перепелів і обмеженою здатністю до накопичення у яйцях.

Застосування суміші гліцинатів мікроелементів та мікробного  $\beta$ -каротину як джерела природних каротиноїдів у дозах, що відповідають потребі та половині потреби птиці, не впливає на накопичення  $\beta$ -каротину у яйцях, що узгоджується з одержаними результатами досліджень на курах-несучках. При цьому ряд дослідників вважають, що  $\beta$ -каротин у яйцях курей не накопичується, оскільки у цього виду птиці висока інтенсивність його трансформації у ретинол, який відкладається в жовтках яєць.

Про це свідчать і дані, одержані при згодовуванні комплексу хелатних сполук мікроелементів та мікробного  $\beta$ -каротину перепелам, які вказують на збільшення вмісту ретинолу в яйцях перепелів першої дослідної групи на 19,7 % ( $p < 0,05$ ) порівняно з контролем та на 23,1 % ( $p < 0,05$ ) порівняно з аналогічними даним яєць перепелів другої дослідної групи.

Аналіз показників мінерального складу шкарлупи яєць показав, що вміст сухої речовини у перепелів першої дослідної групи підвищився на 2,13 % рахунок збільшення вмісту сирі зли на 2,3 % ( $p < 0,05$ ), кальцію – на 0,83 % ( $p < 0,05$ ), цинку – на 30,1 % ( $p < 0,05$ ) та марганцю – на 26,5 % ( $p < 0,05$ ) в порівнянні з контрольною групою (табл. 3).

**Таблиця 3** Мінеральний склад шкарлупи яєць перепелів,  $n=5$ ,  $M \pm m$

Показник	Група		
	контрольна	1	2
Вода, %	43,53±0,56	41,40±0,45*	44,49±1,16
Суша речовина, %	56,47±0,56	58,60±0,45*	55,51±1,16
Сира зола, %	45,54±0,22	47,84±0,56*	45,87±0,85**
Кальцій, %	12,42±0,28	13,25±0,21*	11,19±0,28*
Фосфор, %	0,19±0,026	0,23±0,034	0,20±0,034
Залізо, мг/кг	61,90±1,91	64,38±2,89	61,48±1,49
Цинк, мг/кг	2,46±0,26	3,20±0,16*	2,02±0,05**
Марганець, мг/кг	0,68±0,05	0,86±0,05*	0,70±0,03**
Мідь, мг/кг	0,60±0,05	0,75±0,08	0,59±0,05

\*  $p < 0,05$  порівняно з контролем, \*\*  $p < 0,05$  порівняно з першою дослідною групою

Таке підвищення рівня сухої речовини, у тому числі сирі зли, ймовірно, викликане збільшенням засвоєння мінеральних сполук з гліцинатів та посиленням їх відкладання у шкаралупі, яка є основним джерелом мінеральних сполук при інкубації для ембріона птиці.

В шкаралупі яєць перепелів (друга група) при згодовуванні комбікорму з гліцинатами мікроелементів та мікробним  $\beta$ -каротином у дозі, в 2 рази меншій за потребу, показники мінерального складу, а саме вміст сирі зли, фосфору, заліза, цинку, марганцю та міді не відрізнялися від контролю, що узгоджується з показниками мінерального складу яєць (без шкаралупи) у цій групі (див. табл. 2), які були також на рівні контролю, і свідчить про достатнє забезпечення організму перепелів мікроелементами, які надходили у вигляді хелатних сполук навіть у дозі, що становить половину добової потреби.

Виявлено зменшення вмісту кальцію у шкаралупі яєць перепелів другої дослідної групи на 1,23 % ( $p < 0,05$ ) порівняно з контролем. Разом з тим, у шкаралупі яєць перепелів цієї дослідної групи встановлено зниження вмісту зли на 1,97 % ( $p < 0,05$ ), цинку – на 57,6 % ( $p < 0,05$ ), марганцю – на 22,9 % ( $p < 0,05$ ) порівняно з аналогічними показниками у перепелів першої дослідної групи, що співвідноситься з нижчим рівнем надходження таких елементів з кормами.

## Висновки

Виходячи із одержаних даних можна зробити висновок, що згодовування перепелам гліцинатів мікроелементів в комплексі з  $\beta$ -каротином в дозі, що відповідає їх потребі, сприяє збільшенню вмісту в яйцях перепелів заліза, цинку, марганцю і вітаміну А і забезпечує оптимальний рівень міді і кобальту.

Комплекс гліцинатів мікроелементів з  $\beta$ -каротином навіть у дозі, що становить половину потреби, забезпечує вміст мікроелементів та вітаміну А в яйцях перепелів на фізіологічному рівні. Це дозволяє рекомендувати замінити в комбікормах для перепелів неорганічні сполуки, що мають вищу токсичність та низьку доступність для організму птиці на гліцинати цинку, міді, заліза, кобальту та марганцю.

Отже згодовування перепелам гліцинатів мікроелементів з  $\beta$ -каротином замість їх неорганічних сполук дозволяє повністю забезпечити потребу птиці в цих компонентах, що відкриває перспективи регулювання їх вмісту в яйцях залежно від вимог споживача та отримання продуктів функціонального призначення.

---

## References

- Baker, D.H. (2009). Advances in protein–amino acid nutrition of poultry. *Amino acids*, 37(1), 29–41.
- Genchev, A. (2012). Quality and composition of japanese quail eggs (*coturnix japonica*). *Trakia Journal of Sciences*, 10(2), 91–101.
- Holoubek, J., Jankovsky, M., Staszko, L., Hradecka, D. (2002). Impact of copper and iron additives in feed on productivity of layers and technological characteristics of eggs. *Czech J. Anim. Sci.*, 47(4), 146–154.
- Holubov, Y.Y. (2014). *Promyshlennoe perepelovodstvo*. Moscow: Lyka (in Russian).
- Kononenko, V.K., Ibatullin, I.I., Patrov, V.S. (2000). *Praktykum z osnov naukovykh doslidzhen u tvarynyystvi*. Kiev (in Ukrainian).
- Lakyn, H.F. (1990). *Byometryia*. Moscow (in Russian).
- Mishra, S.K., Swain R.K., Behura, N. C., Das, A., Mishra, A., Sahoo, G., Dash, A.K. (2013). Effect of supplementation of organic minerals on the performance of broilers. *Indian Journal of Animal Sciences*, 83 (12), 1335–1339.
- Roiter, Ya.S., Dzhoi, Y.Yu (2014). Puty povysheniia plemennykh kachestv perepelov porody "faraon". *Efektivne ptakhivnytstvo*, 8–9, 39–41 (in Russian).
- Sahin, K., Smith, M., Onderci, M., Sahin, N., Gursu, M.F., Kucuk, O. (2005). Supplementation of zinc from organic or inorganic source improves performance and antioxidant status of heat-distressed quail. *Poult. Sci.*, 84 (6), 882.
- Shevchenko, L.V., Mykhalska, V.M., Maliuha, L.V. Poliakovskiy, V.M. (2014). Kompleksni spoluky mikroelementiv – suchasni zasoby profilaktyky khvorob ptytsi. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*, 1-2(6), 67–71 (in Ukrainian).
- Skurykhyn, V.N., Shabaev, S.V. (1996). *Metody analiza vytamynov A, E, D y karotyina v kormakh, byolohycheskykh ob'ektakh y produktakh zhyvotnovodstva*. Moscow: Khymyia (in Russian).
- Richards, J.D., Vázquez-Añón, M., Dibner, J. L. (2007). The physiological benefits of feeding organic trace minerals to poultry. *Proceed. 8th Asian Pacific Poultry*, Bangkok, Thailand, 209–217.
- Trybrat, R.O., Koval O.A. (2012). Dosvid rozvedennia perepeliv v umovakh naukovo–doslidnoi vyrobnychoi fermi Mykolaivskoho DAU. *Visnyk ahrararnoi nauky Prychornomoria*, 4 (70), 163–166 (in Ukrainian).
- White, P.J., Broadley, M.R. (2009). Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets–iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. *New Phytologist.*, 182, 49–84.
- Zakharenko, M.O., Shevchenko, L.V., Mykhalska, V.M., Maliuha, L.V., Poliakovskiy, V.M., Kononenko, R.V. (2012). Obmin rehovyn u kurei-nesuchok pry zastosuvanni hlitsynativ mikroelementiv ta boroshna dvostulkovykh moliuskiv. *Suchasne ptakhivnytstvo*, 11 (120), 4-6 (in Ukrainian).
- Zlamanuiuk, L.M. (2011) Balans tsynku i midi v orhanizmi perepeliv za riznykh rivniv kaltsiiu ta fosforu v kombikormakh. *Suchasne ptakhivnytstvo*, 1, 21–23 (in Ukrainian).

---

### Citation:

Shevchenko, L.V., Yaremchuk, O.S., Gusak, S.V., Myhalska, V.M., Poliakovskiy, V.M. (2017). Effect of glycine microelements and  $\beta$ -carotene on content of microelements and vitamin A in quail eggs. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(2), 19–23.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License