

УДК 636.52/.58:637.4

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.24>

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ВІТАМІНУ Е ТА СЕЛЕНУ НА ВІДТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ ЯЄЧНИХ КУРЕЙ

Десятський С.П. – к.фіз.-мат.н.,

доцент кафедри вищої та прикладної математики,

Приазовський державний технічний університет

<https://orcid.org/0000-0002-2998-9516>

Сахацький Г.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри охорони праці й навколишнього середовища,

Приазовський державний технічний університет

<https://orcid.org/0000-0002-6763-0846>

Хлєстова О.А. – к.техн.н., доцент,

завідувач кафедри охорони праці й навколишнього середовища,

Приазовський державний технічний університет

<https://orcid.org/0000-0002-4287-4203>

Під час адаптації птиці до умов середовища важливим є повноцінна годівля, ключовою ланкою якої є вітаміни. Забезпеченість птиці вітамінами вважається важливим чинником її високої репродуктивної здатності. Досліджено дію підвищеної кількості вітаміну Е та селену на продуктивні й відтворювальні якості батьківського стада курей яєчного напрямку продуктивності. Тривалість досліду – 7 місяців. Контрольна і дослідні групи птиці були сформовані за методом аналогів із курей, вирівняних за живою масою в 140-денному віці. Птиця утримувалася в клітках. Основні параметри утримання та годівлі птиці відповідали встановленим вимогам. Протягом досліду в кожній групі птиці щоденно визначено валовий збір та вихід інкубаційних яєць, щомісяця – кількість яєць на початкову несучку, в тому числі інкубаційних. Задля визначення інкубаційних якостей яєць протягом 5 діб у кожній групі зібрано інкубаційні яйця, що зберігалися за нормативними умовами. Інкубацію яєць, біологічний контроль за розвитком ембріонів здійснено згідно з рекомендаціями. Обробку результатів досліду проведено згідно з загальноприйнятими математичними й біометричними методами з визначенням критерію достовірності за Стьюдентом. Моделювання впливу вітаміну Е та селену на відтворювальну здатність яєчних курей проведено чисельною мінімізацією за алгоритмом Нелдера-Міда функції із подальшим обчисленням коефіцієнта детермінації. Визначено вплив вітаміну Е і селеніту натрію в комбікормі племінних курей-несучок на відтворні якості птиці. Збагачення раціону курей вітаміном Е та селеном сприяло підвищенню заплідненості (1%) і виводимості яєць (1,5%), виводу добових курчат (1,7%), плодючості птиці на 3,5–4,4 курчат (до 138,0–138,9 голів на початкову несучку за 7 місяців дослідного продуктивного періоду). Побудовано регресійні моделі зв'язку між концентрацією вітаміну Е й селену в кормі та господарсько-корисними ознаками птиці.

Ключові слова: вітамін Е, селен, кури, яйця, заплідненість, вивід, регресійні моделі.

Desiatskyi S.P., Sakhatsky G.I., Khlietova O.A. Simulation of the influence of vitamin E and selenium on the reproductive capacity of laying hens

In the process of adaptation of birds to the environmental conditions, it is important to provide full-value feeding, a key part of which are vitamins. The supply of vitamins to birds is considered an important factor in their high reproductive capacity. The effect of increased amounts of vitamin E and selenium on the productive and reproductive qualities of poultry was studied. The duration of the experiment is 7 months. Control and experimental groups of birds were formed by the method of analogues of poultry aged 140 days. The birds were kept in cages. The main parameters of keeping and feeding poultry met the established requirements. During the experiment in each group of birds, we daily determined the gross collection and yield of hatching eggs, monthly – the number of eggs, including hatching eggs for the initial laying hen. To determine the incubation qualities of eggs, for 5 days in each group were collected hatching

eggs, which were stored under the required conditions. Incubation of eggs, biological control over the development of embryos was carried out according to the recommendations. Processing of the results of the experiment was carried out in accordance with generally accepted mathematical and biometric methods with the determination of the Student's criterion of reliability. Modeling of the effect of vitamin E and selenium on the reproductive capacity of laying hens was performed by numerical minimization according to the Nelder-Mead algorithm of the function, followed by calculation of the coefficient of determination. The results of influence of high quantities of vitamin E and selenite of nitrogen in the combined feed of flock hens on their reproductive traits are shown. The increase in feeding of hens with vitamin E and selenium rises the impregnation of eggs (1%), the hatching of eggs (1.5%), the raise of daily chicken (1.7%), the hen fecundity by 3.5–4.4 chickens (to 138.0–138.9 heads of hens for 7 months of the experimental period). There were built regression models of the relationship between the concentration of vitamin E and selenium in feed and economically useful traits of poultry.

Key words: vitamin E, selenium, hens, eggs, impregnation of eggs, hatching of eggs, regression models.

Постановка проблеми. Ефективне впровадження останніх досягнень із генетики, селекції і розведення птиці обумовили швидкій розвиток сучасного птахівництва. Новітні кроси птиці мають значущий потенціал продуктивності, проте є вибагливими до умов свого використання [13]. Науковими дослідженнями доведено наявність негативного зв'язку між господарсько-корисними ознаками птиці та її адаптаційною спроможністю: селекція на кількісне й якісне покращення бажаних якостей птиці погіршила її адаптивність [9; 10]. Морфо-функціональні та функціональні зміни в організмі птиці викликають нітрати, мікотоксини, пестициди, солі важких металів. Використання нетрадиційних кормів, а також кормів після довгого та неправильного зберігання призводять до аналогічних наслідків [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основними елементами адаптації птиці до умов середовища та максимальної реалізації її генетичного потенціалу вважаються біологічні системи, які приймають участь у мобілізації захисних сил організму. Першою та основною умовою ефективного функціонування виключно всіх біологічних систем організму птиці є її повноцінна годівля, ключовою ланкою якої є вітаміни [1; 3; 7; 8], в першу чергу вітамін E. Крім вітаміну E, велике значення має селен як засіб підтримання високих відтворювальних якостей курей та півнів [9; 10]. Достатня забезпеченість птиці вітаміном E та селеном вважається важливим фактором її високої

репродуктивної здатності [9; 10]. За відношенням один до одного вітамін E та селен є синергістами. Ефекти біохімічної взаємодії і синергізму вітаміну E та селену послужили основою вивчення їхньої дії на продуктивні й відтворювальні якості батьківського стада яєчних курей.

Постановка завдання. Мета дослідження – виявлення дії підвищених кількостей вітаміну E та селену на продуктивні й відтворювальні якості курей яєчного напряму продуктивності, а також побудування регресійних моделей залежності між концентрацією вітаміну E й селену в кормі та господарсько-корисними ознаками птиці.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проведені на курях батьківського стада кросу «Ломан-Браун». Птиця утримувалась у клітковій батареї КБР-2. Схема дослідіу наведена в таблиці 1.

Таблиця 1
Схема дослідіу

Група курей	Добавка на 1 кг комбікорму, мг	
	Вітамін E	Селен
1 (контрольна)	30	0,1
2	75	0,2
3	75	0,3
4	150	0,2
5	150	0,3
6	225	0,2
7	225	0,3
8	300	0,2
9	300	0,3

На початку досліду тривалістю 7 місяців контрольна й дослідні групи (по 70 курей і 7 півнів у кожній) сформовані за методом аналогів із курей, вирівняних за живою масою в 140-денному віці відповідно до встановлених вимог [4]. Основні параметри утримання, годівлі птиці відповідали встановленим вимогам [4; 12]. Птиці піддослідних груп додатково давали вітамін *E* у вигляді синтетичного DL-альфа-токоферилацетату та селену у вигляді селеніту натрію згідно з вищезазначеною схемою. В кожній групі птиці щоденно визначали валовий збір яєць та вихід інкубаційних яєць, щомісяця – кількість яєць на початкову несучку, в тому числі інкубаційних. Задля визначення інкубаційних якостей яєць протягом 5 діб у кожній групі збирали інкубаційні яйця, які зберігали за нормативними умовами [6]. Інкубацію яєць і біологічний контроль за розвитком ембріонів здійснювали згідно з рекомендаціями [6]. Обробку результатів проводили згідно із загальноприйнятими математичними й біометричними методами [11] з визначенням критерію достовірності Стьюдента. Базуючись на даних експерименту, побудовані нелінійні регресивні моделі зв'язку між концентрацією вітаміну *E* й селену в кормі та господарсько-корисними ознаками птиці. Нами розглянуто понад 100 нелінійних моделей. Побудова регресійної залежності проводилася шляхом чисельної мінімізації за алгоритмом функції Нелдера-Міда [2; 14]

$$L(A, B, \dots) = \sum_{i=1}^n (y_i - F(x_{1i}, x_{2i}; A, B, \dots))^2$$

з подальшим обчисленням коефіцієнта детермінації

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (F(x_{1i}, x_{2i}; A, B, \dots) - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2},$$

де $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$. Як відомо [2], $0 \leq R^2 \leq 1$, причому $R^2 = 1$ тільки тоді, коли залеж-

ність є точною для всіх точок (x_{1i}, x_{2i}, y_i) . Якщо $R^2 \approx 0$, то зв'язок між перемінними відсутній. Найкращою вважалася лінія, для якої величина R^2 ближче до одиниці.

Виклад основного матеріалу дослідження. Результати проведених досліджень свідчать про те, що додаткове збагачення раціону птиці вітаміном *E* та селеном не впливає на несучість курей (табл. 2). Водночас відмічена позитивна дія додаткових кількостей вітаміну *E* та селену на вихід інкубаційних яєць та їхні інкубаційні якості.

Збільшення норм вітаміну *E* до рівня 225–300 мг/кг у разі вмісту селену 0,2–0,3 мг/кг (6–9 група) достовірно покращило заплідненість яєць. Виводимість є важливим показником якості яєць, що характеризує біологічну повноцінність інкубаційних яєць, від якої, в свою чергу, залежить якість добового молодняку та його життєздатність. Визначено, що виводимість яєць у курей дослідних груп була вищою, ніж у контролі (87,0–87,9% проти 86,4%), а в групах 2, 4 і 6 достовірно перевершувала контрольні показники. Слід відзначити, що кращі показники були в групах, де вміст селену дорівнював 0,2 мг/кг. Комплексним показником інкубаційної якості яєць є вивід добового молодняку. Результати досліду свідчать, що вивід курчат у курей другої групи (82,0% при $P > 0,95$), четвертої –

(82,3% при $P > 0,99$), п'ятої – (81,9% при $P > 0,95$) та шостої (82,6% при $P > 0,99$) достовірно перевищував контроль (80,9%). За основним показником, що характеризує відтворювальну здатність птиці – кількістю нащадків на одну несучку – кури більшості дослідних груп достовірно ($P > 0,99$) перевищували контрольні показники (136,5–138,9 курчат на початкову несучку в порівнянні з 134,5 курчат). Слід підкреслити важливу закономірність: усі дослідні групи курей (2, 4 і 6), які статистично достовірно перевищували контрольну за показниками виводимості яєць і виводом курчат, за різних рівнів вітаміну Е в кормі (75 мг/кг, 150 мг/кг і 225 мг/кг) мали однаковий рівень селену (0,2 мг/кг). Дози селену на рівні 0,3 мг/кг корму не впливали на досліджувані показники. Водночас на показник заплідненості яєць дія вітаміну Е в дозах 225–300 мг/кг впливала позитивно (7–9 групи) і не залежала від рівня селену в раціоні. Отримані результати свідчать про важливу роль взаємодії вітаміну Е та селену на процеси заплідненості яєць, на ембріогенез курчат.

Таблиця 2

Продуктивні показники курей дослідних груп

Група	Одержано яєць на несучку, шт.		Вихід інкубаційних яєць, %	Проінкубовано яєць, шт.	Заплідненість яєць, %	Вивід курчат, %	Виводимість яєць, %	Отримано курчат на 1 несучку, гол.
	Всього	Інкубаційних						
1	179,8	166,3	92,5 ± 1,17	1129	93,6 ± 0,26	80,9 ± 0,40	86,4 ± 0,29	134,5
2	179,2	166,5	92,9 ± 1,56	1128	94,1 ± 0,27	82,0 ± 0,24*	87,2 ± 0,15*	136,5
3	181,1	168,6	93,1 ± 1,63	1129	94,0 ± 0,23	81,8 ± 0,40	87,0 ± 0,34	137,9
4	180,5	167,7	92,9 ± 1,50	1126	93,7 ± 0,33	82,3 ± 0,19**	87,9 ± 0,31**	138,0
5	179,7	167,1	93,0 ± 1,56	1128	93,9 ± 0,23	81,9 ± 0,17*	87,2 ± 0,26	136,9
6	180,9	168,1	92,9 ± 1,55	1129	94,3 ± 0,11*	82,6 ± 0,24**	87,7 ± 0,28**	138,9
7	179,1	166,6	93,0 ± 1,55	1125	94,6 ± 0,15**	82,1 ± 0,42	86,8 ± 0,37	136,8
8	179,4	167,4	93,3 ± 1,55	1124	94,6 ± 0,17**	81,9 ± 0,29	86,6 ± 0,27	137,1
9	180,6	168,1	93,1 ± 1,58	1128	94,3 ± 0,19*	82,2 ± 0,51	87,1 ± 0,49	138,1

** $P > 0,99$ порівняно з контролем; * $P > 0,95$ порівняно з контролем

Найпростішою серед моделей, що містять не більше трьох параметрів, виявилася гіперболічна регресія вигляду

$$F(x_1, x_2) = A + \frac{B}{x_1} + \frac{C}{x_2},$$

яка визначається співвідношенням

$$F(E, Se) = 138,427 - \frac{91,655}{E} - \frac{0,069}{Se},$$

де E – концентрація вітаміну E в кормі, а Se – концентрація селену. Значення коефіцієнта детермінації $R^2 > 0,63$. Це означає, що отримана модель описує більше ніж 63% змін відповідної залежної перемінної.

Отримані результати представлені у вигляді рівняння отриманої залежності, її графіка у вигляді сімейств ліній $y = F(E_k, Se)$ і $y = F(E, Se_m)$, де E_k і Se_m – задані

в таблиці значення відповідних перемінних. Окрім того, для отриманих залежностей побудовано лінії рівня відповідних функцій $y = F(E, Se)$, тобто лінії, які відповідають фіксованим значенням $y = y_k$ (відповідні значення зображені на графіках).

Отримана залежність проілюстрована графіками (рисунки 1–3).

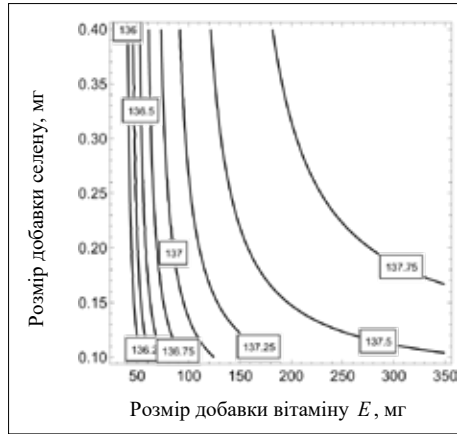


Рис. 1. Лінії рівня регресійної моделі

Лінії рівня $F(E, Se) = \lambda_k$ для регресійної моделі. Значення λ_k зображені на лініях. На наступному графіку (рисунок 2) зображено зв'язок показників виходу добових курчат на одну початкову несучку та вмісту селену в кормі.

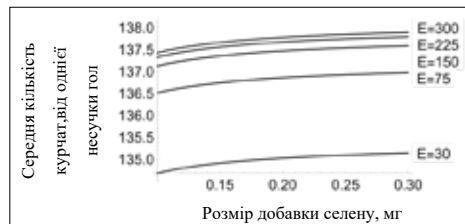


Рис. 2. Кількість курчат від однієї несучки та концентрація селену

Залежність впливу концентрації вітаміну E в кормі на вихід добових курчат від початкової несучки наведено на рисунку 3.

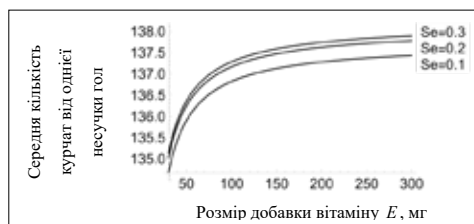


Рис. 3. Кількість курчат від однієї несучки та концентрація вітаміну E

Висновки і пропозиції. Збагачення комбікорму вітаміном *E* до 150–225 мг/кг корма і селеном до 0,2 мг/кг корма сприяє підвищенню заплідненості яєць курей-несучок батьківського стада на 1%, виводимості яєць на 1,5%, виводу добових курчат на 1,7%, плодючості птиці на 3,5–4,4 курчат (до 138,0–138,9 голів на початкову несучку за 7 місяців дослідного продуктивного періоду).

Побудовані залежності можуть бути використані для прогнозування продуктивності птиці в залежності від концентрації вітаміну *E* та селену в кормі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вальдман А. Р. Витамины в животноводстве. Рига. : Зинатне, 1977. 352 с.
2. Васильев Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач : учеб. пособие для вузов. 2-е изд, перераб и доп. Москва : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит, 1988. 552 с.
3. Витамины в питании птицы / Вальдман А. Р., Сурай П. Ф., Ионов И. А., Сахацкий Н. И. Харьков : Оригинал, 1993. 423 с.
4. Ветеринарно-санітарні правила для птахівницьких господарств і вимоги до їх проектування : затв. наказом Головного державного інспектора ветеринарної медицини України від 03.07.2001 року, № 53. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0565-01#Text>
5. Вплив рибного борошна різного ступеня окисленості на процеси метаболізму в організмі птиці / Іонов І. А., Братишко Н. І., Шаповалов С. О., Сахацький Г. І. *Актуальные проблемы современного птицеводства* : материалы XI Украинской конф. по птицеводству с междунар. участием. Харьков, 2010. С. 95–101.
6. Інкубація яєць сільськогосподарської птиці : методичний посібник / під ред. В. О. Бреславця. Харків, 2001. 92 с.
7. Іонов І. А. Фізіологічний статус птиці в ембріогенезі та постнатальному онтогенезі в залежності від її А-, Е- та К-вітамінної забезпеченості : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : 03.00.13. Харків, 1997. 32 с.
8. Іонов И. А. Витамины Е и С как компоненты антиоксидантной системы эмбрионов птиц и млекопитающих. *Украинский биохимический журнал*. 1997. Т. 69, № 5-6. С. 3–11.
9. Кириленко О. Ф., Сахацький Г. І. Інкубаційні якості курячих яєць при збагаченні раціону вітаміном *E* та селеном. *Птахівництво* : міжвід. темат. наук. зб. Харків. 2011. Вип. 67. С. 150–154.
10. Кириленко О. Ф., Сахацький Г. І. Вплив вітаміну *E* і селену в раціоні яєчних курей на їх репродуктивну здатність. *Наукові праці Південного філіалу Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України «Кримський агротехнологічний ун-т»*. Сер. *Ветеринарні науки*. 2012. Вип. 144. С. 20–27.
11. Плохинский Н. А. Математические методы в биологии [учебно-метод. пособие]. Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1978. 265 с.
12. Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці / під ред. Ю. О. Рябокона. Бірки : Ін-т птахівництва УААН, 2005. 101 с.
13. Сахацький Г. І. Покращення репродуктивних якостей качок сучасних кросів шляхом удосконалення технології їх утримання. *Птахівництво* : міжвід. темат. наук. зб. 2013. Вип. 69. С. 80–85.
14. Химмельблау Д. М. Прикладное нелинейное программирование. Москва : Мир. 1975. 536 с.