

УДК 619: 614.31: 637

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.20>

ВПЛИВ РІЗНИХ ТИПІВ ГОДІВЛІ НА ОБМІН ФОСФОРНИХ СПОЛУК В ОРГАНІЗМІ ПТИЦІ

Коваль Т.В. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри екології і загальнобіологічних дисциплін,
Подільський державний аграрно-технічний університет

Приліпко Т.М. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри харчових технологій виробництва
й стандартизації харчової продукції,
Подільський державний аграрно-технічний університет

Як показують досліді, вибір корму, в складі якого поступає в організм фосфор, в кінцевому рахунку визначає його використання в організмі. Отримані дані при дослідженні курчат, в раціон яких вводився кормовий фосфатидний концентрат. Спостерігали, що вміст фосфорних сполук в печінці і м'язах курчат не тільки не збільшувався, але й значно знижувався, особливо в тканинах курчат, які отримували 5% концентрату. Про те, як впливає метіонін, який згодуюють курчатам, видно з матеріалів наступних дослідів. Курчата отримували метіонін з 10-денного віку і до моменту зняття їх з відгодівлі у віці 90 днів. Як показали дослідження, жива маса піддослідних курчат, які отримували метіонін, в кінці дослідного періоду перевищувала показники контролю на 8–10%. Встановлено, що, в тканинах курчат, які отримували метіонін, метаболізм фосфорних сполук в значній мірі відрізнявся від контрольної групи. Зокрема, в печінці цих курчат, у віці 30–40 днів виявлялось підвищення рівня аденіннуклеотидів, неорганічного фосфату і глікогену. В м'язах тварин зростав вміст фосфопіровиноградної кислоти (ФПК). Прискорення реакцій гліколізу і ресинтезу АТФ, а також накопичення глікогену упродовж першого місяця згодовування метіоніну треба розглядати як позитивний акт, що свідчить про підвищення енергетичних ресурсів тканин. При збільшенні ФПК в м'язах піддослідних курчат вміст аденіннуклеотидів не змінювався. Після двомісячного згодовування метіоніну характер метаболізму фосфорних сполук в тканинах курчат змінювався в більшій значній мірі. Причому ці зміни в печінці носили виразно небажаний характер. Так, на статистично значиму величину зниженні рівня аденіннуклеотидів та глікогену. В печінці піддослідних курчат гальмувався процес оксидоредукції ФПК, що і сприяло зростанню її рівня в тканинах. В печінці курчат породи Білий плімутрок підвищувався вміст ФПК і 3-ФГА, а рівень аденіннуклеотидів, на відміну від курчат породи Суссекс, не знижувався. Він навіть децю зростав, правда, на статистично малу величину. Рівень глікогену в печінці курчат породи Білий плімутрок, на відміну від курчат породи Суссекс, зростав на достовірну величину. В м'язах курчат породи Білий плімутрок спостерігалось збільшення вмісту ФПК, інші компоненти практично знаходились на такому ж рівні, як у контрольних курчат. Загальним для тварин обох груп є наростання рівня ФПК. Накопичення даного компоненту вказує на те, що метіонін володіє досить вираженою побічною дією.

Ключові слова: курчата, аденіннуклеотиди, глікогени, фосфорні сполуки, печінка, метіонін, корм.

Koval T.V., Prylipko T.M. The influence of different types of feeding on the metabolism of phosphorus compounds in chickens

Experiments show that the choice of feed containing and supplying phosphorus ultimately determines its use in the body. The article presents data obtained in the study of chickens in the diet of which there was introduced feed phosphatide concentrate. It was observed that the content of phosphorus compounds in the liver and muscles of chickens not only did not increase, but also decreased significantly, especially in the tissues of chickens that received 5% concentrate. The effects of methionine, which is fed to chickens, can be seen from the materials of the following experiments. Chickens received methionine from 10 days of age and until their removal from fattening at the age of 90 days. Studies have shown that the live weight of experimental chickens treated with methionine at the end of the experimental period exceeded the control indicators

by 8–10%. It was found that in the tissues of chickens treated with methionine, the metabolism of phosphorus compounds differed significantly from the control group. In particular, in the liver of these chickens, at the age of 30–40 days, an increase in the level of adenine nucleotides, inorganic phosphate and glycogen was detected. Phosphopyruvic acid (FPC) levels increased in animal muscles. Acceleration of glycolysis and ATP resynthesis reactions, as well as glycogen accumulation during the first month of methionine feeding should be considered as a positive act, indicating an increase in tissue energy resources. With increasing FPC in the muscles of experimental chickens, the content of adenine nucleotides did not change. After two months of methionine feeding, the nature of the metabolism of phosphorus compounds in the tissues of chickens changed to a greater extent. Moreover, these changes in the liver were clearly undesirable. Thus, the amount of phosphopyruvic acid (FPC) increased by a statistically significant value with a significant decrease in the level of adenine nucleotides and glycogen. In the liver of experimental chickens, the process of oxyreduction of FPC was inhibited, which contributed to the growth of its level in the tissues. In the liver of White Plymouth breed chickens, the content of FPC and 3-PHA increased, and the level of adenine nucleotides, in contrast to Sussex chickens, did not decrease. It even grew slightly, though by a statistically small amount. The glycogen level in the liver of White Plymouth breed chickens, in contrast to Sussex chickens, increased by a significant amount. Animals of both groups have an increase in the level of FPC. The accumulation of this component indicates that methionine has a very pronounced side effect.

Key words: chickens, adenine nucleotides, glycogens, phosphorus compounds, liver, methionine, feed.

Постановка проблеми. Тип і характер годівлі є суттєвими факторами, які впливають на формування плоду, розвиток організму та фізіологічні функції тварин. Як відомо, кожний вид корму специфічно впливає на обміні реакції організму. У зв'язку з цим, зусилля вчених направлені на вивчення метаболізму у тварин при різній годівлі. З появою новітніх методів дослідження можливості у цьому напрямку значно розширились.

За останні роки велику увагу було приділено вивченню мінерального обміну у сільськогосподарських тварин в зв'язку з різною годівлею. В цьому аспекті є дані [1, с. 56; 8, с. 23]. та інших, в яких представлені матеріали по мінеральному живленню і в першу чергу по обміну кальцію та фосфору як найважливіших компонентів тканин організму. І це не випадково. Згідно спостережень [4, с. 85; 7, с. 24], значне підвищення продуктивності тварин призводить до загострення дефіциту у фосфорному харчуванні. У зв'язку з недостатчею фосфору частішають випадки захворювання рахітом, гіпокальцінацією суглобів та епіфізів трубчастих кісток; з'являються масові перегули і безпліддя тварин, народження слабкого або мертвого приплоду, а у зв'язку з цим знижується біологічна цінність молока та м'яса – основних продуктів харчування для людини.

Спостерігав підвищену яловість худоби внаслідок неповноцінної годівлі кормами, отриманими з ґрунту, багатого на вапняк, але бідного на фосфор. Фосфорна недостатність з'являється у тварин в тому випадку, коли вміст фосфору в раціоні падає нижче 0,18% до сухої речовини корму. Необхідно враховувати, що звичайні, найбільш поширені корми не завжди покривають природну потребу тварин у фосфорі. У зв'язку з цим великого значення набуває рання діагностика фосфорної недостатності і одним із найбільш доступних методів її виявлення служить дослідження крові на вміст неорганічного фосфору і кальцію [9, с. 93].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Літературні матеріали про вплив різної годівлі на обмін макроергічних фосфорних сполук у тканинах тварин досить обмежені.

Відомо, що при голодуванні вміст АТФ у печінці тварин значно знижується [5, с. 26; 6, 181], при годівлі по раціонам, бідним на білок, зростає вміст піровиноградної кислоти [2, с. 42]. Це відбувається, ймовірно, тому, що посилюється

розпад вуглеводів, а можливо знижується активність ферментів циклу трикарбонових кислот, в якому окиснюється піровиноградна кислота.

В клітинах організму безперервно протікають два процеси: фосфорилювання та утворення макроергічних сполук і дефосфорилювання АТФ з утворенням неорганічного фосфату (НФ). Обидві частини циклу врівноважують одна одну. Без цього циклу неорганічний фосфат і АТФ + АДФ не змогли би виконати ті найважливіші функції, які вони несуть в клітині.

Завданням дослідів було виявлення впливу додатково згодовуваного метіоніну на метаболізм фосфорних сполук в тканинах курей. У зв'язку з промисловим синтезом незамінних амінокислот їх практичне використання є однією з досить актуальних проблем. Особливо важливе значення має використання цих амінокислот для годівлі сільськогосподарської птиці.

Результати досліджень. Як показують досліді, вибір корму, в складі якого поступає в організм фосфор, в кінцевому рахунку визначає його використання в організмі. В цьому відношенні досить показові матеріали, отримані нами при дослідженні курчат, в раціон яких вводився кормовий фосфатидний концентрат.

В наших дослідіах до основного стандартного раціону трьох груп курчат з 10-денного до 3-місячного віку додавався фосфатидний концентрат з розрахунку: I-й групі 2%, II-й групі 3%, III-й групі – 5% до сухої речовини раціону, IV група курчат залишалась контрольною.

Відомо, що в склад фосфатидів входить фосфор, який в організмі відщеплюється у вигляді ортофосфатної кислоти і примножує запаси даного компоненту в тканинах. Було б цілком логічним очікувати у зв'язку з додатковим введенням фосфору активації обміну фосфорних сполук. Однак наші дані (таблиця 1) говорять про зворотне. Вміст фосфорних сполук в печінці і м'язах курчат не тільки не збільшувався, але й значно знижувався, особливо в тканинах курчат, які отримували 5% концентрату.

Таблиця 1

Вміст фосфорних сполук в печінці і м'язах курчат у віці 90 днів (в мг% Р)

Компоненти, що визначаються	Групи досліджуваних курчат			
	I	II	III	IV
Печінка				
АТФ + АДФ	24,88 ± 2,77	23,24 ± 0,57	15,47 ± 1,03	29,08 ± 2,27
НФ	24,75 ± 1,69	17,54 ± 0,73	29,53 ± 3,33	23,71 ± 1,59
М'язи				
КрФ	27,31 ± 4,52	31,00 ± 4,95	25,29 ± 1,12	33,66 ± 5,92
АТФ + АДФ	49,76 ± 1,84	35,42 ± 5,47	26,63 ± 1,15	46,62 ± 2,80
НФ	23,54 ± 3,67	43,04 ± 6,91	47,25 ± 4,81	22,76 ± 3,69

Ймовірно, під впливом надлишку фосфатидів інгібувались ферментативні реакції окисного фосфорилювання і НФ не використовувався для фосфорилювання АДФ. Позитивний вплив фосфору на процеси окисного фосфорилювання виявляється лише в тих випадках, коли в раціоні не вистачає саме цього компоненту при оптимальному забезпеченні іншими, які приймають участь в обмінних реакціях даної тканини. Одночасне введення в раціон тварин білку і фосфору у всіх випадках було позитивним фактором, який активізує метаболічні процеси в організмі.

Фосфатидний концентрат чинить неблагоприятний вплив на обмін фосфорних сполук у курчат, які ростуть, а тому вміст фосфорних сполук в печінці та м'язах курчат знижується, і тим в більшій мірі, чим вища кількість згодовуваного фосфатиду.

Згідно даних вітчизняної та зарубіжної літератури [1, с. 217; 3, с. 26]. відомо, що додаткове згодовування незамінних для організму амінокислот, зокрема метіоніну, дає значний економічний ефект, так як при цьому підвищується інтенсивність росту тварин. Про позитивний вплив метіоніну на яйценосність курей вказувалось також в інших дослідженнях [1, с. 21]. При оптимальних умовах додатково згодовуваний метіонін йде в більшій мірі на синтез білку. Але таке явище може спостерігатися лише в тому випадку, коли в системі, де синтезується білок, не вистачає саме цієї амінокислоти при оптимальному рівні інших амінокислот, з яких синтезується даний білок.

При звичайній годівлі в раціоні тварин частіше всього одночасно не вистачає кількох незамінних амінокислот (метіонін, лізин, триптофан, валін тощо). В такому випадку додаткове введення метіоніну або іншої незамінної амінокислоти вряд чи буде ефективним, так як додатково згодовувана амінокислота не зможе бути використана для синтезу білку. Не знаходячи використання, ця амінокислота може принести не стільки користі, скільки шкоди, так як вона змінить співвідношення інших амінокислот. Тому однією з головних умов використання штучно синтезованих амінокислот є чітке уявлення про амінокислотний склад кормів. Необхідно також з допомогою міченої амінокислоти впевнитися в тому, що досліджувана амінокислота включається в молекули синтезованого білку.

Щоб відповісти на питання, пов'язані з використанням метіоніну на корм тваринам, необхідно в першу чергу вивчити побічну дію даної амінокислоти і вияснити ті умови, при яких метіонін буде володіти мінімальною побічною токсичною дією на організм і виявиться максимально корисним тваринам.

Про те, як впливає метіонін, який згодовують курчатам, видно з матеріалів наступних дослідів. Курчата отримували метіонін з 10-денного віку і до моменту зняття їх з відгодівлі у віці 90 днів. Метіонін згодовувався з розрахунку 0,45% до сухого корму раціону (після додавання загальний вміст метіоніну в сухому кормі раціону піддослідних курчат досягав фізіологічної норми – 0,85%).

Як показали дослідження, жива маса піддослідних курчат, які отримували метіонін, в кінці дослідного періоду перевищувала показники контролю на 8–10%. Упродовж дослідного періоду частину курчат в 30–40 і 70–90-денному віці забивали і піддавали біохімічним дослідженням. В печінці і м'язах курчат визначали вміст фосфорних сполук та глікогену. Результати досліджень представлені в таблиці 2.

Як видно з приведених даних, в тканинах курчат, які отримували метіонін, метаболізм фосфорних сполук в значній мірі відрізнявся від контрольної групи. Зокрема, в печінці цих курчат, у віці 30–40 днів виявлялось підвищення рівня аденіннуклеотидів, неорганічного фосфату і глікогену. В м'язах тварин зростав вміст фосфопіровиноградної кислоти (ФПК). Прискорення реакцій гліколізу і ресинтезу АТФ, а також накопичення глікогену упродовж першого місяця згодовування метіоніну треба розглядати як позитивний акт, що свідчить про підвищення енергетичних ресурсів тканин.

При збільшенні ФПК в м'язах піддослідних курчат вміст аденіннуклеотидів не змінювався. З цього можна зробити висновок, що поступаючий в організм метіонін на першому етапі його використання не спричинив вираженої дії на реакції окисного фосфорилування і ресинтезу макроергів в м'язах тварин.

Таблиця 2

**Вміст фосфорних сполук та глікогену в тканинах курчат породи Суссекс
(в мг% Р)**

Компоненти, що визначаються	Контрольні кур- чата (основний раціон)	Дослідні курчата (основний раціон + метіонін)	Достовірність різниці
Вік 30–40 днів			
М'язи			
ФПК	10,42 ± 0,93	16,41 ± 2,25	p < 0,05
3-ФГА	6,45 ± 0,87	6,14 ± 1,05	p > 0,1
АТФ + АДФ	56,84 ± 3,59	46,80 ± 3,41	p > 0,1
КрФ	44,60 ± 3,33	40,48 ± 2,70	p > 0,1
НФ	21,83 ± 3,36	32,81 ± 7,02	p > 0,1
Глікоген	311,2 ± 57	556,0 ± 140	p > 0,1
Печінка			
ФПК	7,84 ± 0,59	5,42 ± 1,62	p > 0,1
3-ФГА	3,81 ± 0,47	3,84 ± 0,55	p > 0,1
АТФ + АДФ	20,09 ± 0,98	26,96 ± 2,01	p < 0,02
НФ	28,62 ± 1,94	36,88 ± 2,96	p < 0,05
Глікоген	775,0 ± 97	1527 ± 215	p < 0,01
Вік 70–90 днів			
М'язи			
ФПК	11,17 ± 1,87	8,70 ± 1,85	p > 0,1
3-ФГА	6,86 ± 0,76	4,50 ± 0,17	p < 0,01
КрФ	49,39 ± 3,64	41,41 ± 4,30	p > 0,1
АТФ + АДФ	64,10 ± 3,60	78,80 ± 2,76	p < 0,01
НФ	9,01 ± 0,85	11,44 ± 0,27	p < 0,01
Глікоген	3683,0 ± 55	571,0 ± 19	p < 0,01
Печінка			
ФПК	6,52 ± 0,77	22,93 ± 4,07	p < 0,01
3-ФГА	2,85 ± 0,50	3,78 ± 0,40	p > 0,1
АТФ + АДФ	24,79 ± 2,17	16,43 ± 2,90	p < 0,05
НФ	21,94 ± 1,82	30,40 ± 3,51	p > 0,1
Глікоген	1078,0 ± 41	374,0 ± 71	p < 0,01

Після двомісячного згодовування метіоніну характер метаболізму фосфорних сполук в тканинах курчат змінювався в більш значній мірі. Причому ці зміни в печінці носили виразно небажаний характер. Так, на статистично значиму величину збільшувалась кількість фосфопіровиноградної кислоти (ФПК) при значному пониженні рівня аденіннуклеотидів та глікогену. В печінці піддослідних курчат гальмувався процес оксидоредукції ФПК, що і сприяло зростанню її рівня в тканинах.

Відомо, що окисний розпад пірувату здійснюється в циклі трикарбонових кислот. За рахунок вивільнення енергії в результаті цього розпаду йде ресинтез АТФ. Зниження рівня АТФ може служити непрямим показником гальмування реакцій окисного фосфорилування. Не виключено, що зниження рівня глікогену зумовлювалось безпосередньою дією метіоніну або продуктів, які утворились в результаті розпаду цієї амінокислоти, на глікогенсинтетазу, яка забезпечує синтез глікогену. В м'язах піддослідних тварин дещо знижувався вміст 3-фосфогліцеринового альдегіду (3-ФГА), одночасно зростав вміст аденіннуклеотидів та глікогену. Отже, в м'язах

піддослідних курчат енергетичні ресурси були більш високими, ніж у контрольних. У піддослідних тварин прискорювався ресинтез АТФ та її дефосфорилювання, що видно з одночасного підвищення рівня АТФ і НФ.

В наступному досліді використовувались курчата породи Білий плімутрок при бройлерному типі відгодівлі. дослід проводився в тому ж порядку, що і попередній. Контрольні курчата отримували корми стандартного раціону, раціон піддослідних курчат доповнювався метіоніном в раніше прийнятому дозуванні. Підкормка вводилась в раціон курчат з 10-денного віку і до трьох місяців, тобто до моменту зняття з відгодівлі. При досягненні 30–40-денного і 70–80-денного віку частину курчат забивали, а їх тканини досліджувались за раніше прийнятою схемою. Результати цих досліджень представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Вміст фосфорних сполук та глікогену в тканинах курчат породи Білий плімутрок в мг% Р)

Компоненти, що визначаються	Контрольні курчата (основний раціон)	Дослідні курчата (основний раціон + метіонін)	Достовірність різниці
Вік 30–40 днів			
М'язи			
ФПК	7,96 ± 0,40	10,00 ± 1,62	p > 0,1
3-ФГА	9,22 ± 1,90	5,96 ± 1,38	p > 0,1
КрФ	32,40 ± 1,06	39,26 ± 7,70	p > 0,1
АТФ + АДФ	62,81 ± 4,64	52,21 ± 3,45	p > 0,1
НФ	40,94 ± 18	42,28 ± 15	p > 0,1
Глікоген	214,2 ± 32	350,9 ± 69	p > 0,1
Печінка			
ФПК	3,69 ± 0,43	3,61 ± 0,39	p > 0,1
3-ФГА	3,29 ± 0,49	2,78 ± 0,30	p > 0,1
АТФ + АДФ	27,27 ± 1,00	26,18 ± 1,28	p > 0,1
НФ	29,63 ± 1,09	33,17 ± 2,81	p > 0,1
Глікоген	542,2 ± 68	990,0 ± 58	p < 0,01
Вік 70–80 днів			
М'язи			
ФПК	13,98 ± 0,24	16,70 ± 1,17	p < 0,05
3-ФГА	7,52 ± 1,21	8,30 ± 0,78	p > 0,1
КрФ	71,21 ± 4,28	64,96 ± 8,03	p > 0,1
АТФ + АДФ	81,09 ± 4,80	82,31 ± 6,10	p > 0,1
Глікоген	498,6 ± 58	464,9 ± 38	p > 0,1
Печінка			
ФПК	8,97 ± 1,54	15,21 ± 0,24	p < 0,01
3-ФГА	4,60 ± 0,22	9,51 ± 2,03	p < 0,05
АТФ + АДФ	23,02 ± 2,06	26,40 ± 3,45	p > 0,1
НФ	35,36 ± 2,54	33,13 ± 1,22	p > 0,1
Глікоген	610,8 ± 60	1176 ± 152	p < 0,01

Дані цього досліді значно відрізняються від показників, отриманих в попередньому досліді. В печінці курчат породи Білий плімутрок підвищувався вміст ФПК і 3-ФГА, а рівень аденіннуклеотидів, на відміну від курчат породи Суссекс,

не знижувався. Він навіть дещо зростає, правда, на статистично малу величину. Рівень глікогену в печінці курчат породи Білий плімутрок, на відміну від курчат породи Суссекс, зростає на достовірну величину. В м'язах курчат породи Білий плімутрок спостерігалось збільшення вмісту ФПК, інші компоненти практично знаходились на такому ж рівні, як у контрольних курчат. Загальним для тварин обох груп є наростання рівня ФПК. Накопичення даного компоненту вказує на те, що метіонін володіє досить вираженою побічною дією. Причому, характер і глибина цієї дії, за нашим спостереженням, знаходиться у певній залежності від швидкості росту тварин. Це спостереження базується на таких фактах. Умови постановки дослідів в обох випадках були ідентичними. І лише породи тварин були різними. Інтенсивність росту досліджуваних порід була неоднаковою. Якщо жива маса курчат породи Суссекс до трьохмісячного віку в середньому складала 1448,5 г, то до цього ж віку вага Білий плімутрок досягала 1755,5 г.

Звідси випливає, що синтез білку у курчат другої групи проходив більш інтенсивно. У синтезований білок включалась певна кількість метіоніну. А так як його кількість в раціонах тварин обох груп була практично однаковою, можна припустити, що у плімутроків на синтез білку використовувалась значно більша кількість метіоніну, що додавався. В зв'язку з цим у курчат цієї групи більша частина метіоніну, що надходив в організм, включалась в синтезований білок, тому зменшувалась концентрація вільного метіоніну і зменшувалась його побічна токсична дія. Треба думати, що при інтенсивному синтезі білку використання метіоніну буде досить ефективним, а його побічна дія мінімальною.

Висновок. перш ніж вводити в раціон тварин певну підкормку, необхідно ретельно вивчити її вплив на різні сторони обміну речовин. Тільки при цьому можна запобігти багатьом помилкам, які спостерігаються на практиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. І.І. Ібатуллін, М.І. Башенко, О.М. Жукорський. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин. Київ. Аграрна наука. 2016. 336 с
2. Науково-практичні рекомендації з жирового живлення каченят-бройлерів та перепелів яєчного і м'ясного напрямів продуктивності / І.І. Ібатуллін, М.Ю. Сичов, Н.М. Слободянюк та ін. К., 2010, 50 с.
3. Шаповалов С. О. Регуляція есенціальними мікроелементами резистентності організму тварин до несприятливих факторів довкілля : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біол. наук : спец. 03.00.13 «Фізіологія людини і тварин». Харків, 2011. 38 с.
4. Prylipko, T.M., Prylipko, I.V. Task and priorities of public policy of Ukraine in food safety industries and international normative legal bases of food safety. *European Research Area: Status, Problems and Prospect : proceedings of the International Academic Congress (Latvian Republic, Riga)*. 2016. P. 85–87.
5. Бесулін В.І., Приліпко Т.М. Деякі шляхи удосконалення технології виробництва яєць і м'яса курей. *Науковий Вісник. Серія: аграрні науки.* № 3(29), 2005.
6. Бородай В.П., Сохацький М.І. та ін. Технологія виробництва продукції птахівництва. *Вінниця : «Нова книга»*, 2006. 360 с.
7. Безрукава І.Ю. Ефективний засіб для профілактики хвороб птиці. *Аграрна наука – виробництво*. 2011. № 3. С. 24.
8. Білецький Є.М. Спосіб попередження прояву насиджування в індичок. *Аграрна наука – виробництво*. 2011, № 3. С. 25.
9. Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці / Н. І. Бра-тишко, А. І. Горобець, О. В. Притуленко та ін., Бірки: *Інститут птахівництва УААН*, 2005. 101 с.