

УДК: 636.52/58.083.002.088

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ОБРОБКИ ПОВІТРЯ В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ СКРУБЕРІ НА ПРОДУКТИВНІ ПОКАЗНИКИ КУРЕЙ-НЕСУЧОК

Савост'янова К. В.

Харківський Національний технічний університет сільського господарства ім.
П. Василенка

Резюме. Розроблено та проведено випробування експериментального скрубера для очищення забрудненого повітря пташника від аміаку. Як реагент у скрубери використовувався фосфогіпс. Використання скрубера давало змогу зменшити вміст аміаку в повітрі пташника в холодний період року у 2,1-1,5 рази, в перехідний період року – в 1,9-1,4 рази. Зниження вмісту аміаку у пташнику сприяло підвищенню збереженості птиці на 0,7%, несучості на 1,6 шт., збільшенню виходу яйцемаси на 212 г або на 2,1%, зменшенню питомих витрат кормів у розрахунку на 1 кг яйцемаси на 1,3%.

Ключові слова: птахівництво, кури-несучки, утримання, кліткові батареї, мікроклімат, шкідливі гази, аміак, скрубери, реагенти, продуктивні показники.

Summary. It has been worked out and conducted the test of the experimental scrubber for cleaning of contaminated poultry-house air from ammonia. The phosphor gyps was used as a reagent in the scrubber. The application of the scrubber gave the possibility to reduce the ammonia content in the poultry house air in the cold season in 2,1-1,5 times, in the transition period of the year – in 1,9-1,4 times. The decrease of the ammonia content in the poultry house furthered the increase of the safety of birds by 0,7 per cent, the egg production – on 1,6 eggs, the increase of the egg weight output on 212 g, or by 21, per cent, the decrease of the specific expenditures of feeds per 1 kg of the egg weight by 1,3 per cent.

Key words: poultry industry, layers, keeping, cage batteries, microclimate, noxious gases, ammonia, scrubber, reagents, productive indices.

Вступ. Відомо, що повітря пташників характеризується підвищеним вмістом аміаку, вуглекислого газу, сірководню, які виділяються в результаті життєдіяльності птиці та мікробіологічного розкладу у пташниках органічних речовин. Ці гази негативно впливають на збереженість і продуктивні показники птиці, здоров'я обслуговуючого персоналу, а їх викиди в атмосферу є суттєвим фактором забруднення довкілля. У зв'язку з цим зменшенню вмісту цих газів в повітрі пташників та їх викидів в атмосферу у всьому світі приділяють велику увагу [3, 7, 10].

Висока концентрація аміаку у пташнику призводить до виникнення різних захворювань дихальної системи птиці, паталогічних змін у трахеї, легенях, нирках, печінці [12], погіршення конверсії корму та зменшення маси тіла [15], слабкості стінок капілярів, зниження функції макрофагів, підвищення

чутливості до респіраторних захворювань, зменшення здатності птиці видаляти кишкову паличку з легенів і повітроносних мішків. Гранично допустима концентрація аміаку в повітрі пташників – 15 мг/м^3 повітря.

Яєчна продуктивність курей-несучок вірогідно знижувалася при концентрації аміаку 200 мг/м^3 протягом 17 днів. Концентрація аміаку 100 мг/м^3 в незначній мірі впливала на несучість курей (72,4% та 71%), однак споживання корму при цьому знижувалося з 110 г до 105 г за добу. Відмічено зменшення живої маси курей. В іншому досліді при концентрації аміаку в повітрі 105 мг/м^3 зафіксовано вірогідне погіршення несучості курей. Концентрація аміаку більше 20 мг/м^3 призводить до небажаних змін в респіраторному тракті птиці [18].

Негативний вплив підвищеної концентрації аміаку на продуктивність курей-несучок відмічено також в інших роботах [13, 17].

Аміак вентиляційних викидів, вступаючи в реакцію з кислотними сполуками атмосфери, а потім, випадаючи разом з опадами на землю, є головною причиною підкислення ґрунтів. Це явище може чинити вплив як на наявність у ґрунтах необхідних для росту рослин речовин, так і токсичних елементів. Поряд з цим, аміак сприяє евтрофікації, або збагаченню азотом бідних поживними речовинами ґрунтів, що порушує баланс чутливих екосистем, викликаючи або посилений ріст, або зникнення окремих видів рослин. Аміак може чинити також безпосередній негативний вплив на рослини, пошкоджуючи листя і сповільнюючи ріст рослин [4, 7].

Рівень вуглекислого газу є індикатором ефективності вентиляції приміщень. У чистому повітрі вміст вуглекислого газу складає 0,03-0,04%, у повітрі, що видихає птиця – до 4,2%. При збільшенні концентрації вуглекислого газу в повітрі пташників у птиці та обслуговуючого персоналу пташників подразнюється слизова оболонка дихальних шляхів та органів золу, збільшується пульс, порушується частота дихання, кислотно-лужний баланс організму [19]. Викиди вуглекислого газу сприяють збільшенню його вмісту в атмосферному повітрі, що є однією з причин парникового ефекту та загального потепління клімату. Гранично допустима концентрація вуглекислого газу в повітрі пташника – 0,25%.

Сірководень є найбільш токсичним газом з тих, що утворюються у пташнику. Навіть у невеликих концентраціях у повітрі викликає погіршення клінічного стану птиці, порушує функцію органів дихання, вступає в реакцію з гемоглобіном крові, тим самим порушуючи його функцію приєднувати кисень. Гранично допустима концентрація сірководню в повітрі пташника – 5 мг/м^3 [9].

За даними досліджень, проведених в Російській федерації, вміст аміаку на території великих птахофабрик коливається в межах $0,3\text{-}1,42 \text{ мг/м}^3$. На відстані 500, 1000, 1500 і 2000 м вміст аміаку зменшується відповідно на 40%, 29%, 28% та 24%. Максимально разові концентрації сірководню на території птахофабрик і за їх межами перевищують допустимий рівень в 1,5 - 6,3 раз. Результати досліджень засвідчили, що у населення, що проживає в районі розміщення птахофабрик (в т.ч. у дітей), відмічався підвищений рівень захворюваностей, пов'язаних з органами дихання, інфекційними і паразитарними хворобами, а також хворобами органів травлення [3, 6].

В інших дослідженнях, проведених в Російській Федерації, встановлено, що концентрація аміаку на досліджуваній птахофабриці була вище ГДК у цеху вирощування молодняку і в приміщеннях для дорослого поголів'я. Сірководень у приміщенні виробничих приміщень з щоденним механічним прибиранням посліду знаходили у концентраціях до $6,0 \text{ мг/м}^3$. У пташниць відмічено підвищений рівень гінекологічних захворювань, зниження дітородної функції [2].

Першого грудня 1999 р. у ході зустрічі міністрів з охорони довкілля з країн Європи і Північної Америки був підписаний так званий Гетеборгський протокол про боротьбу з підкисленням, евтрофікацією і приземним озоном, спрямований на зменшення викидів чотирьох забруднювачів: сірки, оксидів азоту, летючих органічних сполук і аміаку. Протокол встановлює жорсткі цільові показники по скороченню викидів цих речовин до 2010 р. Серед головних джерел викидів аміаку у довкілля називаються тваринницькі і птахівницькі приміщення. Названим документом передбачається зниження викидів аміаку в навколишнє середовище до 2010 р. в середньому на 20%, у т.ч. Україною - на 19%. Для зменшення цих викидів пропонується реалізувати ряд заходів у тваринництві щодо вдосконалення технології годівлі і утримання тварин, переробки екскрементів, які будуть сприяти зменшенню викидів аміаку в атмосферу [7].

Одним з найбільш ефективних способів зменшення кількості шкідливих газів в повітрі пташників може бути очищення повітря від шкідливих газів за допомогою різних адсорбентів, реагентів тощо, що досить широко практикується при утриманні птиці на підстилці [10, 11, 14, 15, 16]. В той же час відомості про застосування подібних технологічних прийомів при клітковому утриманні птиці в доступній науково-технічній літературі відсутні, що свідчить про недостатню вивченість цього питання.

Враховуючи вищенаведене, Харківським Національним технічним університетом сільського господарства ім. П. Василенка разом з Інститутом птахівництва УААН було розроблено експериментальний скруббер та проведено попередні дослідження ефективності очищення повітря пташника для утримання курей-несучок в кліткових батареях при пропусканні його через скруббер та застосуванні різних реагентів. В ході цих досліджень було перевірено зв'язувальну здатність кількох перспективних реагентів (фосфогіпсу, суперфосфату, хлористого алюмінію, сірчаноокислого заліза) та адсорбенту цеоліту. Серед вказаних речовин одним з найбільш перспективних реагентів було названо фосфогіпс, який хоча і поступався за здатністю зв'язувати аміак хлористому алюмінію і сірчаноокислому залізу, проте був значно дешевшим за ці реагенти. Крім того в Україні є практично необмежені запаси цього мінералу [8].

Метою подальших наших досліджень було вивчення впливу обробки повітря в експериментальному скруббері при застосуванні як реагенту фосфогіпсу на продуктивні показники курей-несучок.

Матеріал і методи. Дослідження проводилися в агрофірмі «АВІАС» у двох аналогічних пташниках розмірами 18×96 м за утримання птиці в 4-ярусних кліткових батареях з стрічковими системами видалення посліду та

вбудованими повітропроводами. У кожному пташнику утримувалося по 47280 курей-несучок кросу «Lohmann Brown». У камері повітрозмішувача системи підсушування посліду дослідного пташника було розміщено скрубєр, в якому як реагент використовувався фосфогіпс. Кратність прибирання посліду у пташнику і кратність заміни реагенту у скрубєрі становила один раз у п'ять днів. У скрубєр одноразово завантажували 150 кг реагенту. Інший пташник був контрольний, з типовою системою підсушування посліду. Решта параметрів утримання птиці в обох пташниках були аналогічними.

Дослідження проводилося протягом семи місяців (з жовтня по квітень).

У дослідному і контрольному пташниках визначали відносну вологість і температуру повітря, вміст у повітрі токсичних газів: у 3 точках по діагоналі пташника на рівні першого і четвертого ярусів кліткових батарей, у камері змішування і у колекторному повітропроводі подавання повітря у вбудовані повітропроводи - за типовими методиками [1]. Кожний параметр визначався кожного місяця протягом 5 днів накопичення посліду у трьох повторах. Протягом досліду вели щоденний облік збереженості і яєчної продуктивності птиці в обох пташниках. Один раз на місяць визначали середню масу яєць шляхом зважування по 200 яєць з кожного пташника протягом п'яти днів поспіль.

На початку, посередині і в кінці досліду було зважено по 100 гол. курей з кожного пташника.

На початку досліду (вік птиці 17 тижнів), посередині (вік птиці 30 тижнів) і в кінці досліду (вік птиці 47 тижнів) у 5 курей-несучок з дослідного і 5 з контрольного пташника відбирали проби крові для гематологічних аналізів.

В кінці досліду було здійснено забій по 10 курей-несучок з кожного пташника для вивчення розвитку внутрішніх органів птиці.

Матеріали досліджень оброблялися статистично [5].

Результати досліджень. Вміст токсичних газів у повітрі дослідного і контрольного пташників в холодний (грудень-лютий, рівень повітрообміну $0,7 \text{ м}^3/\text{год}$ на 1 кг живої маси птиці) і перехідний періоди року (жовтень-листопад, березень-квітень, рівень повітрообміну $1,5 \text{ м}^3/\text{год}$ на 1 кг живої маси птиці) наведено у таблицях 1 і 2.

Таблиця 1 - Вміст токсичних газів у повітрі у різних місцях контрольного і дослідного пташників в холодний період року (M±m)

Місце вимірювання вмісту токсичних газів	Дні накопичення посліду		
	1-й	3-й	5-й
Контрольний пташник			
Повітря в колекторному повітропроводі: аміак, мг/ м ³ вуглекислий газ, %	4,3±0,37	5,9±0,63	6,7±0,45
	0,05±0,0029	0,05±0,0043	0,06±0,0039
Повітря у пташнику: аміак, мг/ м ³ вуглекислий газ, %	8,7±0,47	11,6±0,37	13,5±0,54
	0,09±0,0039	0,10±0,0051	0,11±0,042
Дослідний пташник			
Повітря пташника після проходження через скруббер: аміак, мг/ м ³ вуглекислий газ, %	1,3±0,34	3,4±0,37	6,2±0,41
	0,09±0,0027	0,09±0,0031	0,11±0,0039
Повітря в колекторному повітропроводі: аміак, мг/ м ³ вуглекислий газ, %	0,6±0,27*	1,7±0,33*	3,2±0,46*
	0,05±0,0032**	0,04±0,0030	0,06±0,0042**
Повітря у пташнику: аміак, мг/ м ³ вуглекислий газ, %	4,2±0,34*	5,9±0,47*	8,9±0,57*
	0,09±0,0026***	0,09±0,0032	0,11±0,0038

Примітки: * - $P \leq 0,001$; ** - $P \leq 0,01$; *** - $P \leq 0,05$.

Як засвідчили дослідження, в холодний період року скруббер забезпечував зниження вмісту аміаку у повітрі (при порівнянні повітря до і після скрубера) в 3,2 – 2,2 рази, у пташнику (при порівнянні з контролем) у 2,1-1,5 рази.

Таблиця 2- Вміст токсичних газів у повітрі у різних місцях контрольного і дослідного пташників в перехідний період року (M±m)

Місце вимірювання вмісту токсичних газів	Дні накопичення посліду		
	1-й	3-й	5-й
Контрольний пташник			
Повітря в колекторному повітропроводі: аміак, мг/ м ³ вуглекислий газ, %	4,3±0,41	5,2±0,46	6,6±0,38
	0,05±0,034	0,06±0,0041	0,06±0,0033
Повітря у пташнику: аміак, мг/ м ³ вуглекислий газ, %	7,6±0,56	9,3±0,49	11,6±0,43
	0,010±0,0048	0,11±0,0036	0,12±0,047
Дослідний пташник			
Повітря пташника після проходження через скруббер: аміак, мг/ м ³ вуглекислий газ, %	1,3±0,36	3,1±0,43	5,6±0,53
	0,08±0,0035	0,08±0,0043	0,09±0,0048
Повітря в колекторному повітропроводі: аміак, мг/ м ³ вуглекислий газ, %	0,4±0,11*	1,0±0,38*	1,9±0,44*
	0,05±0,0029	0,05±0,0042	0,07±0,0047
Повітря у пташнику: аміак, мг/ м ³ вуглекислий газ, %	3,9±0,34*	6,9±0,47**	8,4±0,57**
	0,10±0,0032	0,10±0,0046	0,12±0,0039

Примітки: * - P<0,001; ** - P<0,01.

У перехідний період року вміст аміаку у дослідному пташнику і в контрольному пташнику був меншим, ніж в холодний період року. Зменшення вмісту аміаку у дослідному пташнику у порівнянні з контрольним за рахунок обробки забрудненого повітря у скруббері складало 1,9-1,4 рази. Відповідно зменшувалися викиди аміаку в атмосферу.

Обробка повітря пташника у скруббері не чинила суттєвого впливу на вміст у повітрі вуглекислого газу, оскільки фосфогіпс був хімічно інертним по відношенню до цього газу.

Сірководень протягом всього періоду досліджень у жодному з пташників не фіксувався.

Продуктивні показники птиці за 7 місяців тривалості дослідження наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 - Продуктивні показники курей-несучок в дослідному і контрольному пташниках

Найменування показників	Контрольний пташник	Дослідний пташник
Початкова кількість птиці у пташнику, гол.	47280	47280
Вік птиці на початку досліду (тижнів)	17	17
Тривалість досліду, днів	210	210
Збереженість птиці, %	95,6	96,3
Отримано яєць, в розрахунку на початкову несучку, шт.	165,8	167,4***
Середня маса одного яйця, г	59,5+0,23	60,2+0,19***
Яйцемаса, в розрахунку на початкову несучку, кг	9,865	10,077 (+0,212)***
Отримано яєць у пташнику всього:		
тис. шт.	7839,024	7914,672(+75,648)
т	466,422	476,463(+10,041)***
Витрати кормів, кг:		
в розрахунку на 10 яєць	1,374	1,368
на 1 кг яйцемаси	2,301	2,272(-0,025)**
Витрати фосфогіпсу, т	-	6,3

Примітки: ** - $P \leq 0,05$; *** - $P \leq 0,05$.

Як видно з таблиці 3, зниження вмісту аміаку у пташнику позитивно вплинуло на збереженість і продуктивні показники птиці. Так, у дослідному пташнику збереженість птиці була більшою на 0,7%, у розрахунку на початкову несучку отримано яєць більше на 1,6 шт., або на 1,0%, яйцемаси на 212 г, або на 2,1%, ніж в контрольному пташнику. У цьому ж пташнику відмічено більшу на 0,7% середню масу яєць ($P \leq 0,05$). У підсумку, за 210 днів у дослідному пташнику отримано більше, ніж в контрольному пташнику яєць на 75,648 тис. шт., ячної маси на 10,041 т ($P \leq 0,05$). У дослідному пташнику були дещо нижчими витрати кормів на 1 кг ячної маси (на 1,3%) ($P \leq 0,01$).

Результати гематологічних аналізів наведено у таблиці 4.

Таблиця 4 – Результати гематологічних аналізів у курей дослідного і контрольного пташника

Показники	Пташник	
	контрольний	дослідний
Вік 17 тижнів (відразу після посадки птиці)		
Еритроцити, Т/л	3,5±0,27	3,4±0,32
Лейкоцити, Г/л	36,41±0,92	37,89±0,84
Лізоцимна активність сироватки крові, %	36,3±2,93	36,5±3,15
Бактерицидна активність крові, %	46,7±1,11	44,3±1,69
ШОЕ, мм/год.	2,82±0,38	2,73±0,43
Вік птиці 30 тижнів (після 3 місяців утримання)		
Еритроцити, Т/л	3,3±0,34	3,4±0,28
Лейкоцити, Г/л	43,24±1,09	40,17±0,87
Лізоцимна активність сироватки крові, %	37,1±3,16	39,3±2,84
Бактерицидна активність крові, %	44,3±1,51	51,8±2,01***
ШОЕ, мм/год.	2,72±0,17	2,88±0,23
Вік птиці 47 тижнів (після 7 місяців утримання)		
Еритроцити, Т/л	3,3±0,25	3,4±0,36
Лейкоцити, Г/л	46,1±0,92	43,2±1,19
Лізоцимна активність сироватки крові, %	36,9±2,93	39,3±3,04
Бактерицидна активність крові, %	42,7±1,66	56,7±1,84**
ШОЕ, мм/год.	2,95±0,19	3,03±0,16

Примітки: ** - $P \leq 0,01$; *** - $P \leq 0,05$.

За результатами аналізу зразків крові у курей з дослідного пташника відмічено дещо більшу кількість еритроцитів в 1 мм^3 крові і меншу лейкоцитів. В той же час відмінності між пташниками за цими показниками були статистично невірогідними. У курей з дослідного пташника відмічено також більшу лізоцимну і бактерицидну активність сироватки крові, ніж в контрольному пташнику, що також свідчить про тенденцію позитивного впливу запропонованого технологічного прийому на загальну резистентність птиці. За останнім показником різниця у віці птиці 30 і 47 тижнів була статистично вірогідною. В цілому ж, протягом дослідження гематологічні показники крові не виходили за межі допустимих показників.

В кінці дослідження було здійснено забій по 10 гол. з кожного пташника для

вивчення розвитку внутрішніх органів. Результати цих досліджень наведено в таблиці 5. Жива маса птиці у цьому віці складала: у контрольному пташнику – $1943,5 \pm 29,4$ г, у дослідному пташнику $1964,2 \pm 33,7$ г.

Таблиця 5 - Розвиток внутрішніх органів у курей дослідної і контрольної груп у віці 47 тижнів

Назва внутрішнього органу	Контрольний пташник		Дослідний пташник	
	Абсолютна маса органу, г	Відносна маса органу (% від живої маси птиці)	Абсолютна маса органу, г	Відносна маса органу (% від живої маси птиці)
Печінка	$34,9 \pm 1,63$	1,8	$35,6 \pm 1,48$	1,8
Селезінка	$3,6 \pm 0,27$	0,2	$3,7 \pm 0,24$	0,2
Серце	$9,9 \pm 0,32$	0,5	$9,9 \pm 0,26$	0,5
М'язовий шлунок	$38,2 \pm 1,23$	1,9	$40,6 \pm 1,27$	2,0
Нирки	$14,4 \pm 0,26$	0,7	$15,2 \pm 0,35$	0,8
Всього	101,0	5,1	105,0	5,2

Встановлено деяку перевагу курей з дослідного пташника за абсолютною масою окремих внутрішніх органів, хоча ця перевага і не була статистично вірогідною. Загальна маса основних внутрішніх органів у курей-несучок з дослідного пташника була більше на 4,0%, ніж в контрольному пташнику.

Висновки

1. Обробка повітря пташника в експериментальному скрубєрі при застосуванні як реагенту фосфогіпсу дала змогу зменшити вміст аміаку в повітрі пташника в холодний період року в 2,1-1,5 рази, в перехідний період року – в 1,9-1,4 рази, проте не вплинула суттєво на вміст в повітрі вуглекислого газу.

2. Зниження вмісту аміаку у пташнику за допомогою експериментального скрубєра сприяло підвищенню збереженості птиці на 0,7%, несучості на 1,6 шт., збільшенню виходу яйцемаси на 212 г, або на 2,1%, зменшенню питомих витрат кормів у розрахунку на 1 кг яйцемаси на 1,3%.

3. Гематологічні показники, абсолютна і відносна маса внутрішніх органів у курей з пташника, в якому застосовували запропонований технологічний прийом зменшення вмісту токсичних газів, не виходили за межі допустимих показників та не мали суттєвих відмінностей від контрольної групи, що свідчить про відсутність їх негативного впливу на птицю у порівнянні з контролем.

Список літератури

1. Баланин В. И. Зоогигиенический контроль микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях / Баланин В. И. – Л.: Агропромиздат, 1988. – 144 с.
2. Иванова Е. Ю. Гигиеническая оценка условий труда и профилактика репродуктивной патологии у работниц птицеводческого комплекса: автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. мед. наук: спец. 14.00.50 «Медицина труда» / Е. Ю. Иванова. – СПб, 2007. – 24 с.
3. Колпакова Л. В. Экологические проблемы сельскохозяйственного производства и пути их решения / Л. В. Колпакова // Актуальные вопросы сельского хозяйства Саратовской области». – 1995.
4. Кузьмина Т. Н. Новое оборудование для очистки отработанного воздуха животноводческих помещений / Т. Н. Кузьмина // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве / Всерос. науч.-исслед. ин-т электрификации сельского хоз-ва. – М., 2006.- Ч. 3. - С. 164-167.
5. Куликов Л. В. Статистические методы в зоотехническом эксперименте / Куликов Л. В. – М.: Издательство Университета дружбы народов им. П. Лумумбы, 1987. – 90 с.
6. Мироненко М. А. Санитарная охрана внешней среды в районах промышленно-животноводческих комплексов / Мироненко М. А., Ярмолик И. Ф., Коваленко А. В. – М.: Медицина, 1978. – 160 с.
7. Рамочний кодекс ЕЭК для надлежачей практики, способствующей сокращению выбросов аммиака // Distr. GENERAL EB.AIR/WG.5. – 2001.
8. Савост'янова К. В. Очищення повітря пташників від шкідливих газів / К. В. Савост'янова // Птахівництво: міжвідомчий тематичний наук. збірник /П УААН . – 2009. – Вип. 63.
9. Селянський В. М. Микроклимат в птичниках / Селянський В. М. – М.: Колос, 1975. – 304 с.
10. Al Homidan A. Review of the effect of ammonia and dust concentrations on broiler performance / A. Al. Homidan, J. F. Robertson, A. M. Petchey // World's Poultry Sci. J. – 2003. – Vol. 59. – P. 340 – 349.
11. Berg W. Emission reduction by acidification of slurry - Investigations and assessment / W. Berg, G. Hornig // Proc. of the Int. Symp. on Ammonia and Odour Emissions from Animal Production, 6–10 Oct. 1997.- NVTL, Rosmalen, the Netherlands, 1997. – P. 459 – 466.
12. Colanbeen M. Invloed van strooisel en NH₃ op de produktieresultaten bij slachtpluimvee: literatuuroverzicht / M. Colanbeen, G. Neukermans // Rev. Agr, 1990. – V. 43. – № 2. – P. 227 – 240.
13. Gustafsson G. Utgodslingsteknik som begransar exponering for hoga ammoniakhalter i lagbelaggningsystem for losgaende varphons / G. Gustafsson, E. Wachenfelt, K. Ascard // Alnarp, 2001. – 31 с.
14. Husted S. Reducing ammonia loss from cattle slurry by the use of acidifying additives: The role of the buffer system / S. Husted, L. S. Jensen, S. S. Jorgensen // J. Sci. Food Agric. – 1991. – Vol. 57. – P. 335 – 349.
15. Malone G. W. Monitoring environment of broiler houses / G. W. Malone //

Poultry Dig. – 1986. – T. 45, № 530. – P. 142, 144 – 146, 148, 150.

16. Reducing nitrogen losses from cattle slurry applied to grassland by the use of additives / B. F. Pain, R. B. Thompson, Y. J. Rees [et al.] // J. Anim. Sci. – 1990. – Vol. 45. – P. 1188 – 1203.

17. Rudy A. Wpływ amoniaku na stan zdrowotny i efekty produkcyjne kur niosek / A. Rudy; I. Czech-Szendzielorz // Zycie weter. – 1987. – V. 62, N 1. – S. 8 – 11.

18. Sunde M. L. Ammonia gas in a chicken house / M. L. Sunde // Poultry Dig. – 1984. – T. 43, N 508. – P. 236.

19. Trampe D. W. Improve poultry air quality to reduce respiratory disease / D. W. Trampe // Poultry Dig. – 1986. – V. 535. – P. 338 – 340.