

УДК: 636.52/58.083.002

ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ ПТАШНИКІВ ВІД ШКІДЛИВИХ ГАЗІВ

Савост'янова К. В.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

Резюме. Запропоновано для зниження вмісту шкідливих газів у повітрі пташників при утриманні курей-несучок в кліткових батареях пропускати забруднене повітря через скруббер з відповідними реагентами або адсорбентами. Розроблено та проведено випробування експериментального скруббера. Як реагенти у скруббері використовувалися фосфогіпс, суміш сірчаноокислого заліза з цеолітом та суміш хлористого алюмінію з цеолітом у співвідношенні 1:1. Встановлено, що пропускання забрудненого повітря через скруббер при застосуванні названих реагентів сприяло зменшенню вмісту аміаку у повітрі пташника відповідно у 2,0-1,4 рази, 3,2-1,7 та 4,9-2,5 рази. Використання як наповнювача скруббера адсорбента цеоліту забезпечувало деяке зниження вмісту аміаку тільки у перший день його застосування.

Ключові слова: птахівництво, пташник, кури-несучки, утримання, кліткові батареї, послід, мікроклімат, шкідливі гази, аміак, скруббер, реагенти, адсорбенти.

Summary. It was suggested to pass air through the scrubber with corresponding reagents or adsorbents for the decrease of the content of noxious gases (ammonia, hydrogen sulfide) in the air of poultry houses where layers are kept in cage batteries with the band of excrement cleaning out and the built air lines. The scrubber is recommended to put in the air mixers of the system of drying up the excrements. It has been worked out and carried out the test of the experimental scrubber. As the reagent phosphogyps, the mixture of sulfur acid iron with zeolite and the mixture of chlorous aluminium with zeolite were used in the ratio 1: 1. It has been established that the passing of the contaminated air through the scrubber furthered the decrease the ammonia content in the air of the poultry house depending the term of using the reagent (from 1 to 7 days), correspondingly in 2,0-1,7 times, 3,2-1,7 and 4,9-2,5 times. The use of the zeolite adsorbent without reagents as the filler of the scrubber ensured the considerable reduction of the ammonia content only in the first day of its application.

Key words: poultry farming, poultry house, layers, keeping, cage batteries, excrement, microclimate, noxious gases, ammonia, scrubber, reagents, adsorbents

Вступ. Відомо, що повітряне середовище пташників характеризується підвищеним у порівнянні з атмосферним повітрям вмістом шкідливих газів (аміаку, вуглекислого газу, сірководню), що негативно впливає на здоров'я обслуговуючого персоналу, збереженість і продуктивні показники птиці, а вентиляційні викиди пташників - на довкілля [12].

Названі шкідливі гази у пташнику виділяються в результаті розкладу посліду, підстилки та інших органічних речовин, вуглекислий газ, крім того, міститься у значній кількості у повітрі, що видихається птицею. Кількість цих «шкідливостей» у пташнику залежить від багатьох факторів: щільності посадки птиці, санітарного стану пташника, виду, віку птиці, мікроклімату, сезону року, умов годівлі тощо [27].

При утриманні дорослих курей на підстилці за нормативних параметрів щільності посадки та мікроклімату у пташнику з 1 м² поверхні підстилки виділяється за годину до 25 мг аміаку, 15 мг сірководню, 8 мг вуглекислого газу. З 1 м² безпідстилкового посліду натуральної вологості виділяється за годину до 8 мг аміаку, 5 мг сірководню, 5 мг вуглекислого газу [7]. Виділення цих газів суттєво зростає при збільшенні вологості посліду та підстилки, недотримання нормативних параметрів мікроклімату, перевищенні щільності посадки птиці [2, 5].

В той же час динаміку емісії аміаку при клітковому утриманні птиці в залежності від різних факторів, зокрема при застосуванні поширеного зараз обладнання з підсушуванням посліду на стрічкових транспортерах кліткових батарей, вивчено недостатньо.

Емісію аміаку у пташнику можна зменшити кормовими методами, наприклад нормуванням рівня протеїну та амінокислот у раціоні, введенням різних кормових добавок [3, 16]; технологічними методами, такими як суворе дотримання нормативних параметрів мікроклімату, неперевищення параметрів щільності посадки, зменшення вологості підстилки [2, 5]; фізичними методами – наприклад шляхом ультрафіолетового опромінення забрудненого повітря. Найбільшого ж поширення дістав хімічний метод - шляхом добавляння до підстилки чи посліду різних хімічних реагентів [22].

Всі хімічні речовини, що добавляються для зменшення емісії аміаку, можна розділити на три категорії: 1 - окислювальної дії, що знижують рН підстилки і таким чином пригніблюють ріст бактерій, що трансформують азотисті сполуки посліду в аміак; 2 – адсорбенти, що адсорбують аміак та вологу, тим самим зменшуючи емісію аміаку; 3 – речовини, що стимулюють або пригніблюють розвиток певних груп мікроорганізмів та дію ферментів [25].

Досить велика кількість речовин можуть адсорбувати NH₃ та NH₄⁺, або обидва з них. Найбільше поширення серед цих речовин знайшли цеоліти і торф [20, 24, 14].

В двох окремих експериментах вивчали вплив цеоліту на емісію аміаку: 1 - добавлянням його до складу підстилки у кількості 5 кг/м², 2- введенням до складу комбікорму у кількості 10%. В першому випадку емісія аміаку зменшувалася на 35%, у другому – на 8% [23].

Торф може адсорбувати аміак у кількості до 2,5% до своєї маси. Воду торф може адсорбувати у 15-20 разів більше власної маси [14, 24].

Перевагами застосування для адсорбції аміаку цеолітів і торфу полягає також в тому, що вони не наносять шкоди при використанні посліду, як добрива.

В Білорусі розроблено іонообмінну технологію і конструкцію фільтрів для очищення повітря тваринницьких приміщень від аміаку. Іонообмінні фільтри мають продуктивність по повітрю до 30000 м³/год. Подібні фільтри застосовуються на промислових підприємствах в країнах СНД і Західної Європи, використовуються на свинарських підприємствах в Нідерландах. Однак у самій Білорусі ця технологія ще не перевірена. Більш перспективною вважається технологія очищення повітря з застосуванням касетних фільтрів з використанням торфу, фосфогіпсу та інших місцевих сорбентів [8].

Позитивні результати щодо зменшення емісії аміаку отримано при добавлянні до складу посліду або гною інгібіторів уреазу [26], сапоніну [19].

Крім речовин, що сприяють зменшенню перетворення азоту посліду в аміачну форму, застосовують речовини окислювальної дії, що вступають в реакцію з аміаком і перетворюють його в менш шкідливі речовини. З них найбільш відомі перманганат калію (KMnO₄) [15, 17], перекис водню (H₂O₂) [18, 21], озон (O₃) [28, 29]. Проте тривалість їх дії невелика. Крім того, використання озону, не дивлячись на високу ефективність цього реагенту, вимагає суворого контролю вмісту в повітрі і спеціальних розподільчих систем, що стримує його застосування на практиці.

Не дивлячись на досить велику кількість хімічних реагентів, які можна застосовувати для зменшення емісії аміаку із посліду, у цьому напрямку потрібно проведення подальших досліджень з метою вибору нешкідливого для довкілля, дешевого реагенту [12].

Розроблено спосіб утилізації газових викидів (у тому числі аміаку) з систем вентиляції обладнання по переробці гною і посліду способом аеробної ферментації шляхом конденсації парів в теплообмінювачах кожухотрубчастого типу, абсорбції в барботаажних апаратах [6].

Окремі фахівці пропонують для зменшення запаху аміаку у пташниках використовувати ЕМ-технології у сполученні з прискореною переробкою посліду безпосередньо у пташниках [11].

Аналізуючи вищенаведене, можна відмітити, що запропоновані реагенти та способи їх застосування прийнятні в основному при утриманні птиці на підстилці. Технологічні прийоми зменшення вмісту аміаку у пташниках з клітковим утриманням опрацьовані недостатньо і у цьому напрямку потрібно проводити спеціальні дослідження.

Матеріал і методи. Метою досліджень було вивчення впливу на вміст шкідливих газів у пташнику обробки забрудненого рециркуляційного повітря в експериментальному скрубєрі при застосуванні різних реагентів.

Дослідження проводилися у холодний період року у промисловому пташнику для утримання курей-несучок розмірами 18x96 м, оснащеному 4-ярусними клітковими батареями з системою стрічкового видалення посліду та вбудованими повітропроводами. Місткість пташника складала 47280 курей-несучок. У пташнику підтримували нормативний температурно-вологісний режим. Тривалість накопичення посліду на стрічкових транспортерах кліткових батарей складала 7 днів, після чого його прибирали.

Було виготовлено експериментальний скрубєр, який встановили у камері повітрозмішувача системи підсушування послїду кліткових батарей. Через скрубєр пропускали забруднене повітря, яке подавалося у повітрозмішувач з пташника. У скрубєрі почергово, протягом трьох 7-добових циклів прибирання послїду підряд, як адсорбент або хїмреагент використовувалися цеолїт, фосфогїпс, сумїш цеолїту з сїрчаноокислим залїзом та сумїш цеолїту з хлористим алюмінієм у сїввідношеннї 1:1. Загальна кїлькїсть дїючої речовини, що завантажувалася в скрубєр, становила 150 кг. Перезавантаження скрубєра здїйснювалося один раз у сїм днїв, одночасно з видаленням послїду з пташника. Як контроль використовувався пташник з типовим повітрозмішувачем. Кїлькїсть забрудненого повітря, що подавалася через скрубєр, становила від 10 до 15 тис. м³/год.. Пїсля скрубєра повітря пташника змїшувалося з чистим зовнїшнім повітрям і направлялося по вбудованих повітропроводах кліткових батарей знову у пташник.

Протягом перїоду дослїджень у пташнику щоденно визначалися параметри мїкроклїмату (температура і вїдносна вологїсть повітря, вміст у повітрі амїаку, вуглекислого газу і сїрководню) стандартизованими методами [1], вміст у адсорбентї пїсля його використання азоту та вологи [9, 10].

Результати дослїджень обробляли статистично [4].

Результати дослїджень. Результати вивчення впливу на вміст токсичних газів в повітрі пташника обробки повітря у скрубєрі при використаннї рїзних наповнювачів наведено в таблицях 1-4.

Таблиця 1 - Вплив на вміст шкїдливих газів в повітрі пташника його обробки у скрубєрі при використаннї як наповнювача цеолїту

Параметр мїкроклїмату	Одиниця вимїру	Днї накопичення послїду на стрїчках кліткових батарей						
		1	2	3	4	5	6	7
<i>Дослїдний пташник</i>								
Вміст амїаку у повітрі	мг/м ³	6,3± 0,43* **	8,9± 0,49	10,7± 0,43	12,3± 0,51	13,7± 0,47	14,7± 0,57	15,1± 0,63
Вміст вуглекислого газу у повітрі	%	0,09	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11
Вміст сїрководню у повітрі	мг/м ³	-	-	-	-	-	-	-

Закінчення таблиці 1

<i>Контрольний пташник</i>								
Вміст аміаку у повітрі	мг/м ³	8,4 _± 0,47	9,9 _± 0,55	11,1 _± 0,68	12,5 _± 0,71	13,8 _± 0,48	14,6 _± 0,54	15,1 _± 0,47
Вміст вуглекислого газу у повітрі	%	0,10	0,10	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12
Вміст сірководню у повітрі	мг/м ³	-	-	-	-	-	-	1

Примітка. *** - $P \leq 0,05$.

Таблиця 2 - Вплив на вміст шкідливих газів в повітрі пташника його обробки у скрубєрі при використанні як наповнювача фосфогіпсу

Параметр мікроклімату	Одиниця виміру	Дні накопичення посліду на стрічках кліткових батарей						
		1	2	3	4	5	6	7
<i>Дослідний пташник</i>								
Вміст аміаку у повітрі	мг/м ³	4,4 _± * 0,38	5,2 _± * 0,43	6,1 _± * 0,52	7,1 _± * 0,45	8,2 _± * 0,44	9,3 _± * 0,56	10,5 _± * 0,41
Вміст вуглекислого газу у повітрі	%	0,10	0,11	0,12	0,12	0,11	0,12	0,13
Вміст сірководню у повітрі	мг/м ³	-	-	-	-	-	-	-
<i>Контрольний пташник</i>								
Вміст аміаку у повітрі	мг/м ³	8,9 _± 0,43	10,1 _± 0,44	11,3 _± 0,49	12,6 _± 0,54	13,9 _± 0,66	14,9 _± 0,52	15,2 _± 0,44
Вміст вуглекислого газу у повітрі	%	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12	0,13	0,12
Вміст сірководню у повітрі	мг/м ³	-	-	-	-	-	-	-

Примітка. * - $P \leq 0,001$.

Обробка повітря пташника у скрубєрі з наповнювачем фосфогіпсом сприяла зменшенню вмісту в повітрі аміаку у перший день у 2,0 рази, однак в подальшому ефективність очищення повітря також знижувалася і на 7-й день у дослідному пташнику концентрація аміаку була меншою вже тільки в 1,4 раз. На інші параметри мікроклімату обробка повітря шляхом пропускання його через скрубєр з фосфогіпсом суттєвого впливу не чинила.

Таблиця 3 - Вплив на вміст шкідливих газів у повітрі пташника його обробки у скрубєрі при використанні як наповнювача суміші цеоліту з сульфатом заліза

Параметр мікроклімату	Одиниця виміру	Дні накопичення посліду на стрічках кліткових батарей						
		1	2	3	4	5	6	7
Дослідний пташник								
Вміст аміаку у повітрі	мг/м ³	2,5±* 0,34	3,1±* 0,38	3,8±* 0,46	4,7±* 0,56	5,9±* 0,52	7,4±* * 0,45	9,1± 0,46
Вміст вуглекислого газу у повітрі	%	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11
Вміст сірководню у повітрі	мг/м ³	-	-	-	-	-	-	-
Контрольний пташник								
Вміст аміаку у повітрі	мг/м ³	8,1± 0,35	8,6± 0,41	10,2± 0,51	11,9± 0,60	13,0± 0,55	14,2± 0,57	15,1± 0,63
Вміст вуглекислого газу у повітрі	%	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12
Вміст сірководню у повітрі	мг/м ³	-	-	-	-	-	-	1

Примітка. * - $P \leq 0,001$

При використанні як наповнювача у скрубєрі суміші цеоліту з сульфатом заліза вміст аміаку у повітрі дослідного пташника зменшувався у порівнянні з контрольним пташником у перший день у 3,2 раз, на 7-й день у - 1,7 раз.

Як і при застосуванні інших реагентів, використання суміші цеоліту та сульфату заліза не впливало на інші параметри мікроклімату.

Таблиця 4 - Вплив на вміст шкідливих газів у повітрі пташника його обробки у скрубєрі при використанні як наповнювача суміші цеоліту з хлористим алюмінієм (1:1)

Параметр мікроклімату	Одиниця виміру	Дні накопичення посліду на стрічках кліткових батарей						
		1	2	3	4	5	6	7
Дослідний пташник								
Вміст аміаку у повітрі	мг/м ³	1,7±* 0,23	2,2±* 0,31	2,8±* 0,42	3,5±* 0,44	4,3±* 0,50	5,2±* * 0,44	6,3± 0,55
Вміст вуглекислого газу у повітрі	%	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11
Вміст сірководню у повітрі	мг/м ³	-	-	-	-	-	-	-
Контрольний пташник								
Вміст аміаку у повітрі	мг/м ³	8,4± 0,41	9,6± 0,47	10,5± 0,45	12,0± 0,51	13,2± 0,49	14,3± 0,53	15,9± 0,54
Вміст вуглекислого газу у повітрі	%	0,07	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12
Вміст сірководню у повітрі	мг/м ³	-	-	-	-	-	-	1

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

Суміш цеоліту та хлористого алюмінію забезпечувала зменшення концентрації аміаку у повітрі пташника: в 4,9 раз - у перший день використання наповнювача та в 2,5 рази - на 7-й день. В той же час, як і решта реагентів, ця суміш не впливала суттєво на вміст у повітрі інших шкідливих газів, який проте не перевищував гранично допустимої концентрації (ГДК).

Динаміку вмісту аміаку у повітрі пташника при застосуванні у скрубєрі різних речовин у порівняльному аспекті наведено на рис. 1.

Аналізуючи результати досліджень застосування у скрубєрі різних речовин чи їх сумішей, можна відмітити, що найбільше зменшення вмісту аміаку в повітрі протягом 7 днів накопичення посліду забезпечувало використання суміші цеоліту та хлористого алюмінію у співвідношенні 1:1 у розрахунку 150 кг суміші на 15 тис. м³/год. забрудненого повітря.

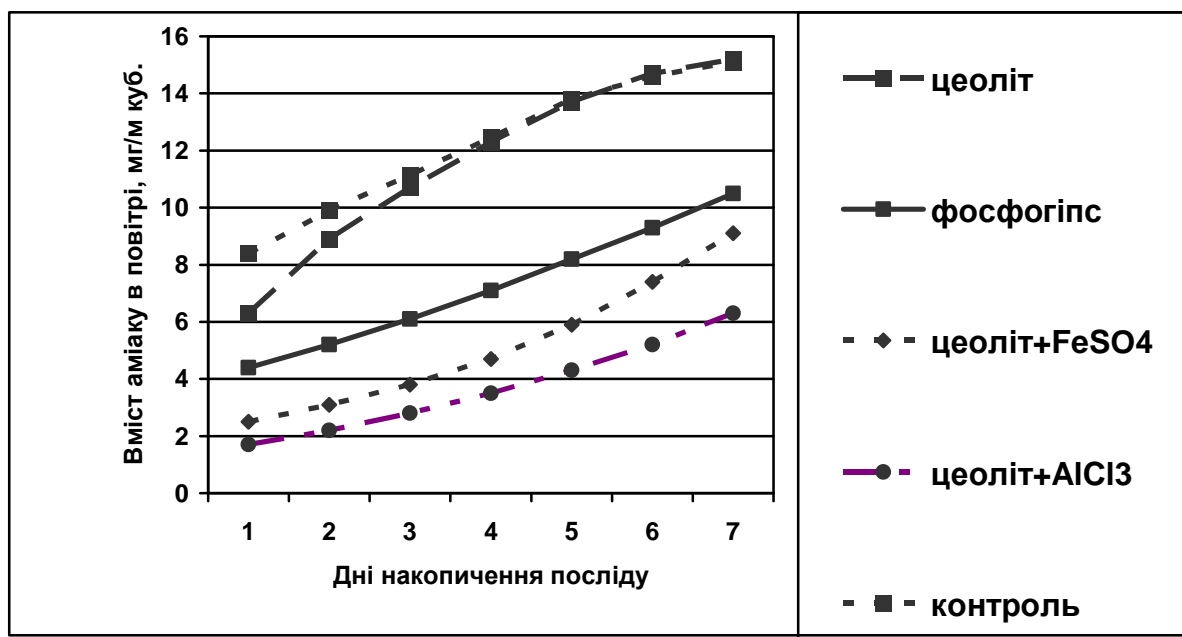


Рис. 1 – Динаміка вмісту аміаку в повітрі пташника в залежності від речовин, що використовувались у скрубєрі

Дещо гірші результати було отримано при застосуванні суміші цеоліту і сульфату заліза, а найгірші – цеоліту. В той же час, застосування всіх вибраних речовин забезпечило не перевищення ГДК аміаку в повітрі протягом перших 5 днів. Отже вибір тієї чи іншої речовини слід перш за все здійснювати виходячи з цінової доступності того чи іншого реагенту, а в умовах рівнодоступності – вибирати більш ефективний реагент.

Після семи днів використання відбиралися зразки речовини у скрубєрі для хімічних аналізів щодо вмісту азоту. Результати цих аналізів наведено у таблиці 5.

Таблиця 5 - Вміст азоту у діючій речовині скрубєра після 7 днів її використання

Назва речовини	Вміст загального азоту, %
Цеоліт	4,37±0,024
Фосфогіпс	10,12±0,036
Цеоліт + сульфат заліза (1:1)	8,73±0,041
Цеоліт + хлористий алюміній (1:1)	14,51±0,052

Як видно з таблиці, відпрацьовані наповнювачі містили від 4,37% до 14,51% азоту, тобто вони можуть використовуватися як добриво або добавлятися до посліду при його компостуванні. Таким чином, незворотні втрати аміачного азоту можуть бути попереджені і замість того, щоб забруднювати довкілля, цей азот може бути раціонально використаний при вирощуванні сільськогосподарських культур.

Висновки. Обробка повітря пташника в експериментальному скрубєрі, встановленому у камері повітрозмішувача з наповнювачами - фосфогіпсом, сумішшю цеоліту та сульфату заліза (1:1), цеоліту та хлористого алюмінію (1:1)

сприяла зменшенню вмісту аміаку у повітрі пташника протягом семи днів використання діючих речовин відповідно у 2,0-1,4 рази, 3,2-1,7 та 4,9-2,5 рази. Використання як наповнювача скрубера цеоліту без добавок забезпечувало помітне (в 1,3 рази) зниження вмісту аміаку тільки у перший день застосування адсорбенту. Відпрацьовані наповнювачі скрубера містили від 4,37% до 14,51% азоту і можуть використовуватися як добриво або добавлятися до посліду при його компостуванні.

Список літератури

1. Баланин В. И. Зоогигиенический контроль микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях / Баланин В. И.- Л.: Агропромиздат, 1988.-144 с.
2. Довідник птахівника / [Сахацький М. І., Івко І. І., Іонов І. А. та ін.]; під редакцією М. І. Сахацького.- Х., 2001.- 160 с.
3. Иванова О. Образование вредных газов в помете /О. Иванова //Птицеводство.- 2008.- № 2.-С. 56.
4. Куликов Л. В. Статистические методы в зоотехническом эксперименте / Куликов Л. В.- М.: Издательство Университета дружбы народов им. П. Лумумбы, 1987.- 90 с.
5. Лисенко В. П. Перспективные технологии и оборудование для реконструкции и технического перевооружения в птицеводстве / Лысенко В. П.- М.: ФНГУ «Росинформагротех», 2002.- 540 с.
6. Никольский А. Е. Повышение эффективности процесса производства удобрений из отходов животноводства аэробной ферментацией в установках закрытого типа путем разработки технологии и технических средств утилизации газовых выбросов: автореф. дис. на соискание учёной степени канд. техн. наук / А. Е. Никольский.- СПб., 2001. - 18 с.
7. Підприємства птахівництва: Відомчі норми технологічного проектування ВНТП-АПК-04.05.- К: Мінагрополітики України, 2005.- 90 с.- (Нормативний документ Мінагрополітики України).
8. Севернев М. М. Неотложные проблемы животноводства / М. М. Севернев, И. П. Шейко //Весці нацыянальнай акадэміі наук Беларусі.- 2006.-№ 4.-С. 67-70.
9. Удобрения органические. Метод определения влаги и сухого остатка: ГОСТ 26713-85.- [Чинний від 1985-19-12].- Госстандарт СССР, 1985.- (Государственный стандарт СССР).
10. Удобрения органические. Методы определения общего азота: ГОСТ 26715-85.-[Действующий от 1985-09-12].- Госстандарт СССР, 1985 (Государственный стандарт СРСР).
11. Опыт применения ЭМ-технологии по снижению запаха аммиака и ускоренной переработки помета в птичниках на отделении "Березовское" Хабаровского государственного племенного птицеводческого завода (ГППЗ "Хабаровский") в 2002 году / В. А. Шевцов, Л. В. Кутузов, А. А. Мусин [и др.]/Высокоэффективные биотехнологии нового поколения в производстве

экологически безопасных продуктов питания и биопрепаратов для населения.- Новосибирск, 2002. - С. 51-52.

12. 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.

13. Al-Homidan A. The effect of temperature, litter and light intensity on ammonia and dust production and broiler performance / A. Al-Homidan, J. F. Robertson, A. M. Petchev //British Poultry Science.-1997.-Vol. 39.-P. 89-110.

14. Barrington S. F. Swine manure nitrogen conservation in storage using sphagnum moss / S. F. Barrington, G. R. Moreno //J. Environ. Qual.- 1995.-Vol. 24.- P. 603–607.

15. Efficacy of certain chemical and biological compounds for control of odor from anaerobic liquid swine manure / C. A. Cole, H. D. Bartlett, D. H. Buckner [et al.]// J. Anim. Sci.-1976.-Vol. 42.- P. 1–7.

16. Elwinger K. Effect of dietary protein content, litter and drinker type on ammonia emission from broiler houses / K. Elwinger, L. Svensson // J. agr. engg Res.- 1996.- Vol. 64, N 3. - P. 197-208.

17. Faith W. L. Odour control in cattle feed yards / W. L. Faith // J. Air Pollut. Control Assoc.-1964.-Vol. 1411.- P. 459–460.

18. Hollenback R. C. Manure odour abatement using hydrogen peroxide / R.C. Hollenback // Food Machinery Corp.- Princeton, 1976.- Rep. no. 5638-R.

19. The use of *Yucca schidigera* extract as a `urease inhibitor' in pig slurry/ P. A. Kemme, A. W. Jongloed, B. M. Dellaert [et al.] // Proc. of the 1st Int. Symp. on Nitrogen Flow in Pig Production and Environ.- Consequenses, Wageningen, the Netherlands, 1993.-№. 69.- P. 330–335.

20. Komarowski S. Ammonium ion removal from wastewater using Australian natural zeolite: Batch equilibrium and kinetic studies / S. Komarowski, Q. Yu //Environ. Technol.- 1997.-Vol. 18.-P. 1085–1097.

21. Kibble W. H. Hydrogen peroxide for industrial pollution control / W. H. Kibble, C. W. Raleigh, J. A. Sheperd // Proc. of the 27th Purdue Ind. Waste Conf., Purdue Univ., Lafayette, IN. Purdue Univ. Publ.- Lafayette, 1972.

22. Malone G. W. Monitoring environment of broiler houses / G. W. Malone // Poultry Dig.-1986.- T. 45, № 530. - P. 142, 144-146, 148, 150.

23. Nakaue H. S. Studies with clinoptilolite in poultry: II. Effect of feeding broilers and the direct application of clinoptilolite zeolite on clean and reused broiler litter on broiler performance and house environment / H. S. Nakaue, J. K. Koelliker, M. L. Pierson // Poul. Sci.- 1981.-Vol. 60.-P. 1221–1228.

24. Peltola I. Use of peat as a litter for milking cows/I. Peltola // Elsevier Appl. Sci. Publ.- London, 1986.- P. 181–187.

25. Sobih M. A. Field trials to reduce ammonia content of air in brioler houses /M. A. Sobih, R. Dosoky // Assiut veter. med. J.- 1990.- T. 24, № 47. - P. 159-164.

26. Varel V. Urease Inhibitors reduce ammonia emission from cattle manure / V. Varel, H. Nierenaber, B. Byrnes // Proc. of the Int. Symp. on Ammonia and Odour Emissions from Animal Production, Vinkeloord, the Netherlands, 6–10 Oct. 1997.- NVTL, Rosmalen, the Netherlands, 1997.- P. 721–728.

27. Concentrations and emission rates of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses / C. M. Wathes, M. R. Holden, R. W. Sneath [et al.] // *British Poultry Science*.- 1997.-Vol. 38.- P. 14-28.

28. The effect of storage and ozonation on the physical, chemical, and biological characteristics of swine manure slurries / J. J. Wu, S. H. Park, S. M. Hengemuehle [et al.]// *Ozone Sci. Eng.*-1998.-Vol. 20.-P. 35–50.

29. The use of ozone to reduce the concentration of malodorous metabolites in swine manure slurry/ J. J. Wu, S. H. Park, S. M. Hengemuehle [et al.] // *J. Agric. Eng. Res.*- 1999.-Vol. 72.- P. 317–327.