

Анотація. М'ясопереробна промисловість є однією з найбільш несприятливих в екологічному відношенні. Для очищення концентрованих стічних вод м'ясокомбінатів найбільш ефективним є метод анаеробної ферментації, при якому більша частина органічних речовин перетворюється у горючий газ – метан. Метанове бродіння не супроводжується утворенням відходів, тобто є безпечним в екологічному відношенні, використовується для одержання цінних органічних добрив, кормових добавок із вмістом вітаміну В₁₂ та для утилізації органічних відходів.

Ключові слова: метанове бродіння, стічні води, аеробне очищення.

Аннотация. Мясоперерабатывающая промышленность является одной из самых неблагоприятных в экологическом отношении. Для очистки концентрированных сточных вод мясокомбинатов наиболее эффективным является метод анаэробной ферментации, при котором большая часть органических веществ превращается в горючий газ – метан. Метановое брожение не сопровождается образованием отходов, то есть является безопасным в экологическом отношении, используется для получения ценных органических удобрений, кормовых добавок с содержанием витамина В₁₂ и для утилизации органических отходов.

Ключевые слова: метановое брожение, сточные воды, аэробное очищение.

УДК [637.52:061.5]:628.31:[547.211:663.18]

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ МЕТАНОВОГО БРОДІННЯ СТОКІВ

Г. В. Крусір

доктор технічних наук, професор
кафедра екології харчових продуктів*
E-mail: krussir_65@mail.ru

О. В. Севастьянова

кандидат хімічних наук, доцент
кафедра харчової хімії*

Я. П. Русєва

кандидат технічних наук, доцент
кафедра екології харчових продуктів*

К. І. Дерюгіна

кафедра екології харчових продуктів
E-mail: Prohog@te.net.ua

*Одеська національна академія
харчових технологій

м. Одеса, вул. Канатна 112, 65039

Вступ

Харчова промисловість є однією з провідних галузей промисловості України, що динамічно розвивається. В Україні промислове виробництво харчових продуктів здійснюють понад 22 тис. підприємств, на яких зайнято більше мільйона працюючих. За різними оцінками продукція харчової промисловості нині складає 15 – 21 % від усієї промислової продукції, що виробляється в Україні.

М'ясопереробна промисловість є переробною галуззю харчової промисловості. Відзначимо, що сучасні організації, зайняті м'ясопереробкою, випускають широкий асортимент готової продукції: це різні види м'ясопродуктів, м'ясних напівфабрикатів, а також ковбасних виробів. Вона ж у свою чергу є однією з найбільш несприятливих в екологічному відношенні галуззю.

Річне виробництво м'яса в Україні становить близько 1,6 млн т м'яса свиней та великої рогатої худоби і 0,5 млн т м'яса птиці. Витрата стічних вод, які утворюються при цьому, становить близько 40 млн м³ у рік, що за кількістю забруднень відповідає приблизно 400 млн м³ міських стічних вод. Існуючі вітчизняні технології очищення стічних вод м'ясопереробних підприємств не забезпечують ступінь очистки стічних вод, достатній для скидання їх у міські каналізації або ж у відкриті водойми, а через менш жорсткі вимоги до якості очищених стічних вод не можуть застосовуватись аналогічні закордонні технології, що створює значну загрозу навколишньому середовищу.

Постановка проблеми

Основна частка стічних вод м'ясокомбінатів є висококонцентрованими стоками, які утворюються при утриманні та забої тварин, митті туш, приміщень та обладнання. Більша частина стічних вод забруднена механічними (пісок, сухі корми, шерсть, м'ясні відходи) та мінеральними домішками (хлорид натрію, луги), розчиненими й емульгованими компонентами – загалом органічними (білки, жири, вуглеводи). Виробничі стічні води поділяються на жировмісні (стоки м'ясо-жирових і м'ясопереробних цехів) та на ті, що не містять жирів (стоки передзабійного утримання тварин та ін.). Стічні води, які містять жири, складають 40 – 55 %, ті, які не містять жирів, – 20 – 25 %.

Літературний огляд.

Найбільш поширеним методом очищення стічних вод на м'ясокомбінатах є метод аеробної ферментації, в процесі якого всі органічні речовини розкладаються до вуглекислого газу і води, тобто піддаються повній деструкції [1, 2]. Очищення стічних вод в анаеробних біореакторах здійснюється специфічним співтовариством мікроорганізмів – анаеробним мулом.

Відомий також альтернативний спосіб розкладання органічних речовин, який дозволяє найбільш ефективно використовувати енергію, яка в них міститься. Цим способом є метанове бродіння, при

якому більша частина органічних речовин перетворюється у горючий газ – метан [3, 4, 5].

Одним із важливих показників, від якого залежить хід метанового бродиння, є показник рН. Незалежно від категорії стічної води метанове бродиння відбувається при значеннях рН близько 7. В залежності від складу стічних вод значення рН може досягати 8-9 од. рН і навіть більш високих значень. При зниженні рН до 7,0 необхідно вживати заходи уникнення порушення процесу. Єдино можливим прийомом запобігання припиненню метаногенезу є зменшення швидкості потоку стічної рідини.

Механізму утворення метану присвячено велику кількість досліджень [5, 6, 7]. Процеси метанотворення можуть протікати за трьох основних температурних режимів – психрофільного, що відбува-

ється при температурі нижчої, ніж 20 °С, мезофільного – 20 – 45 °С і термофільного – 45 – 70 °С. Температурний режим впливає на швидкість процесу, не змінюючи кінцевий склад продуктів, які утворюються. Чим вища температура, тим вищі швидкості біохімічних процесів. Термофільні процеси, як правило, в 2-3 рази інтенсивніші, ніж мезофільні. І все ж, незважаючи на високі швидкості процесів у термофільних реакторах, ця їхня перевага часто є недостатньою для відшкодування вартості додаткових енергетичних витрат, необхідних для підтримки оптимальних температур цього процесу [8, 9, 10].

Дослідження процесів метаногенезу. В проведених дослідженнях використовувалися установка для метанового бродиння, яка представлена на рис. 1, та установка для аеробної ферментації (рис. 2).

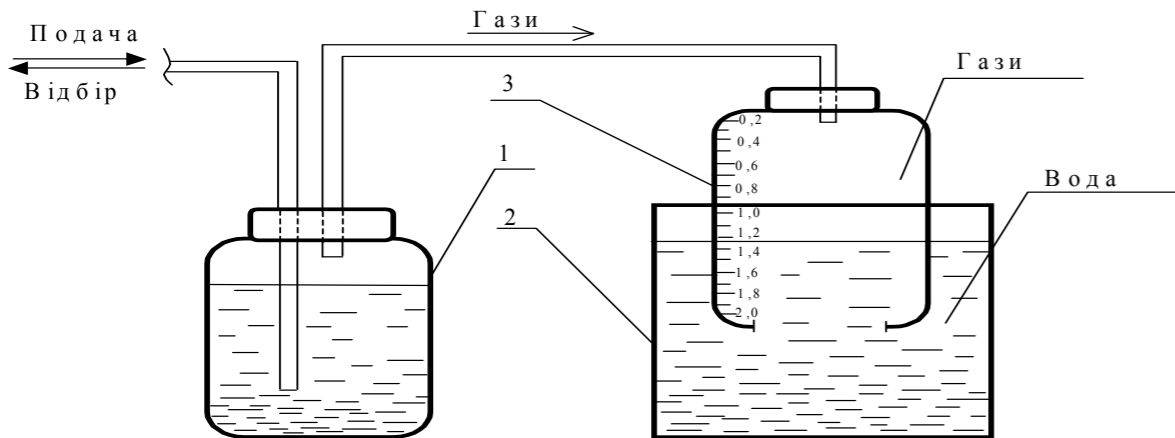


Рис. 1. Установка для дослідів по метановому бродинню.

Установка для дослідів щодо метанового бродиння складається з посудини 1, яка виконує роль метантенка, і газгольдера, що є ємністю 2, яка заповнена водою і ковпаком 3, в який надходять га-

зоподібні продукти. При надходженні газів ковпак піднімається і за відмітинами на стінках можна судити про кількість газу, що утворюється.

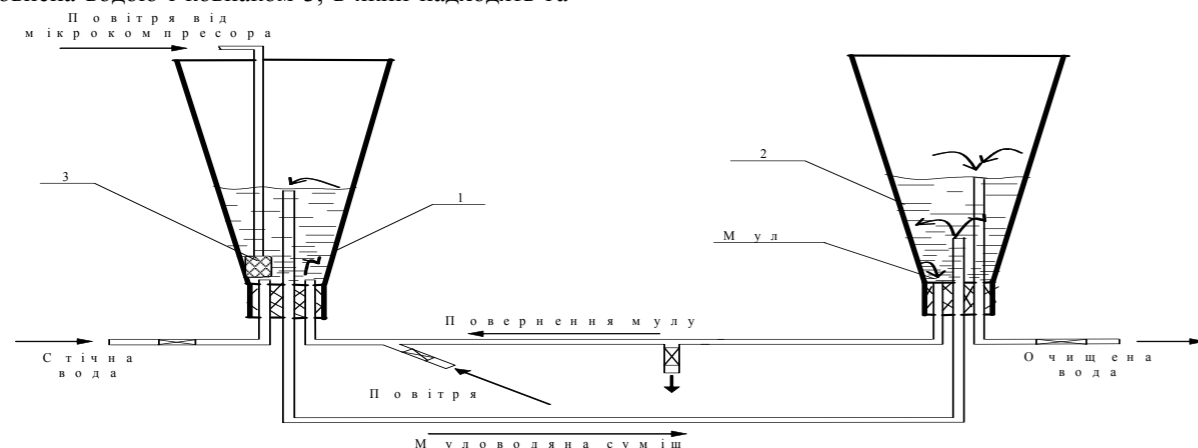


Рис. 2. Установка для аеробної ферментації: 1 – аеротенк; 2 – відстійник; 3 – фільтр.

Метанове бродиння здійснювалося протягом 16 діб за постійної температури 37 °С впродовж усього періоду проведення дослідження процесу анаеробної ферментації з використанням біопрепарату

на основі шести факультативно анаеробних культур мікроорганізмів «Гріз Тріт».

Характеристика стічних вод м'ясопереробного виробництва в процесі метанового бродиння представлена в табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристика стічних вод м'ясопереробного підприємства

Показники	ХСК, мг О ₂ /л	рН	Співвідношення СН ₄ :СО ₂	
Початкові	2600	7,2	-	
Після посіву	2500	7,3	-	
Тривалість бродиння, доби	1	1850,4	7,3	
	2	-	7,2	
	4	1673,6	7,3	3,5:1
	6	-	7,1	-
	8	1150,4	7,2	4:1
	10	-	7,4	-
	12	761,6	7,4	2,1:1
	14	-	7,4	-
16	571,2	7,4	1,2:1	

Виходячи з наведених в табл. 1 даних досліджень, можна зробити висновок, що використання метанового бродиння приводить до очищення стічних вод на 78,1 %, за якого показник ХСК знижується до 571,2 мг О₂/л.

Хід метанового бродиння контролювався за виділенням газоподібних продуктів, насамперед метану. Про інтенсивність метанового бродиння судили за об'ємом метану, який виділився, стосовно об'єму зброджувального середовища (рис. 3). Загальна кількість газоподібних продуктів склала близько 50 мл.

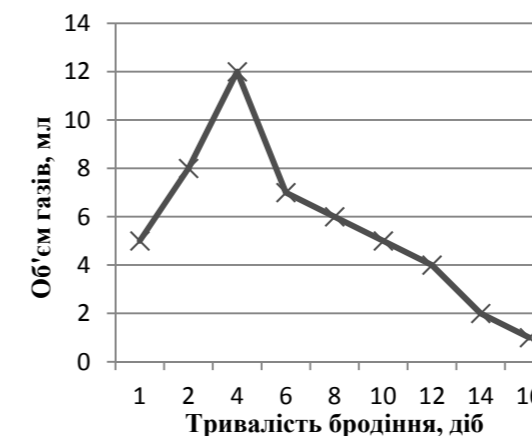


Рис. 3. Динаміка газоутворення в процесі метанового бродиння стічних вод м'ясопереробного підприємства

Виходячи з результатів дослідження, представлених на рис. 3, можна констатувати, що максимальне метанотворення має місце через 4 доби процесу зброджування.

Наступним етапом очищення стічної води м'ясопереробного виробництва було її аеробне доочищення, яке здійснювалося при традиційній концентрації активного мулу 10 г/л та підвищеній – 30 г/л, на протягом 24 годин.

Активний мул Одеської станції очищення міських стічних вод містив такі 10 штамів мікроорганізмів: Arcella, Aspidisca, Vorticella, Epistylis plicatilis, Opercularia glomerata, Philodima, Callidina, Cathypna, Notommata, Nematoda. Результати, отримані при аерації стічних вод, представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Характеристика стічних вод

Концентрація аеробного мулу, г/л	Значення ХСК, мг/л при тривалості аерації, год						
	поч.	4	8	12	16	20	24
10,0	571,2	498,3	368,7	273,6	-	-	87,6
30,0	571,2	370,8	154,3	97,4	-	-	13,4

Дослідження впливу концентрації активного мулу на зміну ХСК стічної води представлено на рис. 4.

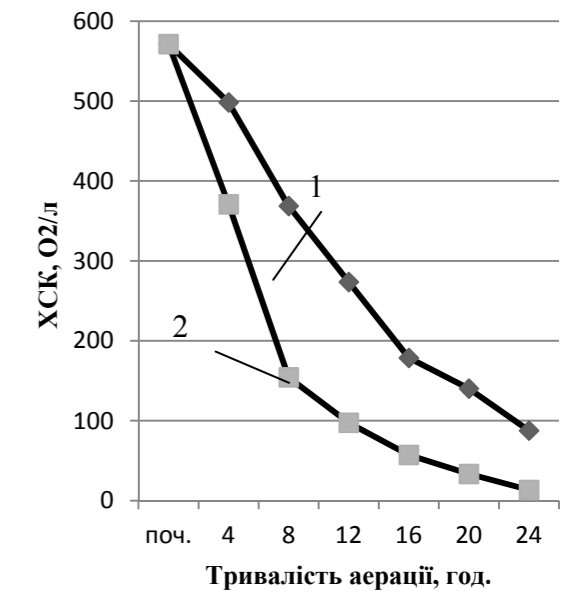


Рис. 4. Вплив концентрації активного мулу на зміну ХСК за наступної концентрації мулу: 1 – 10 мг/л; 2 – 30 мг/л

Як випливає з наведених на рис. 4 результатів досліджень, використання традиційної концентрації мулу дозволяє досягти 6,5-кратного очищення стічних вод. Аеробне очищення стічної води з використанням активного мулу концентрацією 30 г/л приводить до одержання стічної води, що характеризується показником ХСК 13,4 мг О₂/л, тобто дозволяє досягти 42,6-кратного очищення.

Висновки

Таким чином, зниження показника ХСК стічної води м'ясопереробного виробництва у ході метанового бродиння відбулося на 78,1 %, а в результаті аеробного доочищення при традиційній концент-

рації активного мулу показник ХСК знизився до 87,6 мг О₂/л, а при підвищеній – дозволяє досягти 42,3-кратного очищення.

На основі отриманих даних можна зробити висновки про ефективність застосування анаеробно-аеробної технології очищення стічних вод м'ясопереробного виробництва.

Список літератури:

1. Ковальчук В. А. Комплексна технологія очистки стічних вод м'ясопереробної промисловості / В. А. Ковальчук // World Meat Technologies.– 2010.– №11.– С.71–76.
2. Багішов Н. Ш., Матісон В. А., Чурмасова Л. А./ Біотрансформація стічних вод підприємств харчової промисловості з ціллю отримання пального газу та кормових продуктів. / Харчова технологія. – 2000. – №4.
3. Калюжный С. В., Данилович Д. А., Ножевникова А. Н./ Анаэробная биологическая очистка сточных вод//Итоги науки и техники. Биотехнология, М.; ВИНТИ,- 1991. Т.29. – 155 с.
4. Лукашевич Є. А. Метод метанового бродіння / Є. А. Лукашевич, Г. О. Нікітін // Харчова і переробна пром-сть.– 1998.– № 5.– С. 30–31.
5. Anaerobe abwasser – reinigung / Vogel Peter// Branindustrie.–1992.– №4.–P. 310–314.
6. Chung Y.C., Neething I.B. Viability of anaerobic digester sludge // J. Environ. Eng.–1990. – № 2.– P. 330– 342.
7. Barker H. A. Biological formation of methane // Bacterial fermentations. –New York, 1956.–P. 1-95
8. Daniels L. Biological metanogenesis: physiological and practical aspects // Trends Biotechnol.– 1984. – 2 № 4.– P. 91-98.
9. Kirsop B. H. Food wastes //Progr. Ind. Microbiol.–23.–1986.–P. 285–306.
10. Ashfield G. The methane generation // Feedlot Management.–1980.–22.–P. 6–10.