



ТЕХНОЛОГІЯ

ОЧИЩЕННЯ СТОКІВ

СВИНОКОМПЛЕКСІВ

Бублієнко Н.О., Левітіна Н.В., Бублієнко В.В.

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Однією з найважливіших проблем розвитку народного господарства України є охорона водних ресурсів. Це пов'язане з тим, що промислові підприємства є не тільки потужними споживачами свіжої води, а й постачальниками значної кількості стічних вод, які характеризуються високим рівнем забруднення. У цьому плані особливу увагу привертають стоки тваринництва.

Типові свинокмплекси мають потужність від 8 000 до 110 000 голів на рік. Велика щільність тварин, їх концентрація на відносно невеликій території створюють реальну загрозу навколишньому середовищу.

Стічні води комплексів по вирощуванню свиней – це загальний каналізаційний сток, що містить рідкий гній, виробничі та господарсько-побутові води. Об'єм їх залежить від способу утримання тварин, їх поголів'я, віку та виду тварин, тривалості стійлового періоду, прийнятої системи видалення гною, виду кормів тощо. Додаткова кількість стоків може становити 5–6 л на одну тварину.

Концентрація забруднюючих речовин у таких стоках в багато разів вища, ніж у стоках інших виробництв, а тим більше господарсько-побутових. Так, стічні води мають високий вміст завислих часточок – 20 г/л, біхроматна окиснюваність становить 18 г/л, вміст азоту – 1,7 г/л, реакція сере-

довища близька до нейтральної.

Стоки свинокмплексів за бактеріологічними показниками належать до значно забруднених (колі-індекс досягає $20 \cdot 10^6$), містять хвороботворні мікроорганізми. Також у цих стічних водах виявляють значну кількість яєць та личинок гельмінтів (аскариди, вологоголовець та ін.). В 1 л стоків свинокмплексу виявлено 20 яєць аскариди.

Такий високий рівень забруднення стоків небезпечними речовинами зумовлює необхідність пошуку високоефективних та економічно доцільних технологій їх переробки та знешкодження. Найбільш поширеними методами обробки таких стічних вод є їх витримування протягом кількох місяців у відстійниках-накопичувачах, що не забезпечує необхідного зниження вмісту забруднюючих речовин, потребує значних площ землі, є джерелом розмноження хвороботворних бактерій, мух, неприємних запахів, забруднення атмосфери та ґрунтових вод.

Застосування загальноприйнятої технології біологічного очищення в аеробних умовах вимагає обов'язкового розведення стічних вод до вмісту забруднень не більше 1,5–2 г O_2 /л за показником хімічного споживання кисню (ХСК). Розведення стоків, з одного боку, збільшує, витрати чистої води, з іншого – кількість стічних вод. При дуже високій концен-

трації органічних речовин у стоках значно зростає потреба у кисні, необхідному для їх окиснення. Можливість же інтенсивного насичення середовища киснем обмежується величиною розчинності його у воді.

Тому слід розробляти та впроваджувати технології, які дають змогу не лише вилучати із стоків основну масу забруднюючих речовин, а за рахунок використання утворених кінцевих продуктів знижувати витрати на впровадження нової технології. Складовими етапами такої технології мають бути метанова ферментація (як основна стадія очищення) та аеробне окиснення (як стадія доочищення).

Метанове бродіння відбувається в анаеробних умовах під впливом специфічних метанопродуруючих бактерій (*Methanococcus*, *Methanosarcina*, *Methanobacterium*, *Clostridium* тощо). Більш інтенсивно метанове бродіння здійснюється при підвищенні температури (до 45–55 °C). Процес, на відміну від аеробного очищення, відбувається досить ефективно навіть при невеликому вмісті основних біогенних речовин (азот, фосфор).

Ефективність процесу значно підвищується при використанні біогазу, що утворюється як кінцевий продукт метаногенезу і на 70–80% складається з метану. Це дозволяє використовувати біогаз як альтернативне джерело



енергії. У багатьох країнах світу (США, Індія, Китай) створені, апробовані та введені в експлуатацію малогабаритні фермерські та великі промислові установки з переробки стоків тваринництва у біогаз. У нашій країні створена біогазова установка на свинофермі компанії "Агро – Овен" в с. Єленівка Дніпропетровської області, намічено впровадження біогазової установки у фермерському господарстві "Екран" у с. Світле Донецької області.

Активний мул, що накопичується під час бродіння, збагачується багатьма біологічно активними речовинами, зокрема, ціанокобаламіном. Специфічні умови перебігу процесу (відсутність кисню, висока температура) забезпечують звільнення стоків від яєць гельмінтів, патогенних мікроорганізмів, насіння бур'янів. Це дозволяє використовувати мул як повноцінне добриво, а у перспективі – як кормову добавку у тваринництві.

Співробітники кафедри біохімії та екології харчових виробництв протягом багатьох років досліджують та впроваджують технології метанового бродіння для очищення стоків різних галузей народного господарства. Велика робота проведена і з розробки технології очищення стоків свиноферм.

Стічні води є світло-коричневою полідисперсною рідиною з специфічним запахом. Основні показники стічної рідини: ХСК 20 г O_2 /л, вміст завислих речовин 38 г/л, сухих речовин – 88 г/л, рН 6,8.

Бродіння проводилось у лабораторних метантенках безперервним способом при температурі 45 °С. Контроль процесу здійснювався за наступними показниками: ХСК, рН, кількість виділеного біогазу, вміст у ньому метану, віта-

мінний склад мулу, вміст амінокислот, білків, мікроелементів тощо.

Під час бродіння вміст забруднюючих речовин за ХСК знизився до 1,4 г O_2 /л, тобто ефект очищення досягав 90%. Отримана рідина цілком може бути спрямована на доочищення з використанням аеробних методів.

Вихід біогазу під час очищення становив 10–15 л на 1 л стічної рідини. Вміст метану в біогазі досягав 80%. Розрахунки теплового балансу метантенки показали, що під час бродіння виділяється така кількість біогазу, яка достатня не лише для повного забезпечення метантенки необхідною енергією, а й майже 50% його може бути спрямовано на потреби основного виробництва.

Активний мул характеризувався значним вмістом вітамінів кобаламінової групи. Так, у порівнянні з початковим субстратом загальний вміст вітамінів збільшився у середньому в 4 рази залежно від умов перебігу процесу. Загальна кількість активних форм кобаламіну (вітамін B_{12} , фактор III) становила при цьому 38,18 мкг на 1 г стічної рідини.

Під час збродження стоків тваринницьких ферм утворюється також значна кількість інших вітамінів групи В: тіаміну – 1–2,9 мкг/г; рибофлавіну – 12–13 мкг/г; нікотинової кислоти – 102 мкг/г; піридоксину – 0,61–0,62 мкг/г; біотину – 0,17–0,33 мкг/г. Вихід деяких вітамінів значної мірою залежить від умов проведення процесу. Так, в термофільному режимі кількість накопиченого у мулі тіаміну на 64%, а біотину – на 48% більше, ніж в мезофільному режимі.

Біомаса активного мулу містить у перерахунку на сухі речовини: сирий протеїн – 45–47%; жир – 2–4%. В 1 г сухої біомаси міститься майже 220 мг амінокислот, в то-

му числі всі незамінні. Характерною особливістю амінокислотного складу активного мулу є підвищений вміст аспарагінової та глутамінової амінокислот, гліцину, лейцину, лізину. За даними дослідження в золі виявлені фосфор, калій, натрій, кальцій, залізо, марганець тощо.

Розроблена комплексна технологічна схема обробки стоків свинокомплексу, яка включає наступні стадії: накопичення стічних вод у збірнику-змішувачу; підігрівання субстрату у теплообміннику до температури, за якої здійснюється процес бродіння; збродження стічної рідини у метантенку; розділення води та активного мулу; надлишок анаеробного мулу направляють на природне підсушування на мулових майданчиках, після чого використовують як органічне добриво; освітлену воду направляють на аеробне доочищення в аеротенках до показників, що дозволяють скидати її у природні водойми.

Аеробне доочищення відбувається в дві стадії. Ступінь очищення 98,7%. Надлишок аеробного активного мулу з відстійників після аеротенків подають на збродження у метантенку, що забезпечує ще більший вихід біогазу.

Таким чином, впровадження запропонованої технології очищення та знешкодження висококонцентрованих стічних вод свинокомплексів дає змогу не лише досягти практично повного вилучення забруднюючих речовин, а й значно поліпшити економічні показники процесу внаслідок використання енергії біогазу та надлишкового анаеробного мулу, що містить цінні біологічні сполуки. Отже, використання цієї технології є економічно вигідним рішенням конкретної екологічної проблеми.