

ВПЛИВ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ НЕРЖАВІЮЧОЇ СТАЛІ AISI 321 НА АДГЕЗІЮ І ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ БІОПЛІВКИ *E. coli*

Кравченко Х.Ю., асп.,
Лазарюк В.В., канд. техн. наук, доц.,
Кухтин М.Д., д-р вет. наук, проф.
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя

Забруднення мікроорганізмами технологічного обладнання у харчовій промисловості є важливою проблемою, оскільки негативно впливає на якість і безпеку сировини та готових продуктів харчування. Адже більше 40% харчових отруєнь людей у світі спричиняються мікроорганізмами, які надходять у сировину, та готові продукти з технологічного устаткування. Це пов'язано з тим, що мікроорганізми виживають на технологічному устаткуванні завдяки специфічній властивості – здатності формувати біоплівки. Біоплівка – це жива сукупність одного або декількох видів чи родів бактерій, яка постійно оновлюється, прикріплена до біогенної чи абіогенної поверхні та оточена полісахаридним матриксом.

Основним процесом, без якого неможливе утворення біоплівки, є адгезія мікроорганізмів до поверхні, доступної для подальшої колонізації. Адгезія мікроорганізмів залежить від доволі великої кількості змінних чинників, особливо таких, як рід та вид мікроорганізму, шорсткість поверхні, гідрофільність чи гідрофобність матеріалу та низки екологічних факторів (осмолярність, рН, температура, парціальний тиск кисню, наявність антибактеріальних речовин тощо). У молочній промисловості шорсткість поверхні нержавіючої сталі не повинна перевищувати $R_a=0,8$ мкм і вважається, що чим вона менша, тим буде більш гігієнічна. Проте в процесі експлуатації поверхня нержавіючої сталі зазнає змін, і на ній з'являються потертості, подряпини, які збільшують шорсткість і тим самим площу контакту з мікроорганізмами.

Метою роботи було дослідити вплив шорсткості поверхні нержавіючої харчової сталі марки AISI 321 на адгезію та процес формування біоплівки *E. coli*. Дослідження процесу формування біоплівки проводили на моделі штаму *E. coli* ATCC 25299. Для дослідження були використані пластинки з нержавіючої корозійно-стійкої нікель-хромової аустенітної сталі марки AISI 321 з шорсткістю

поверхні $R_a=0,955$ мкм, $R_a=0,63$ мкм та $R_a=0,16$ мкм. Установлено, що за сприятливих температурних режимів кишкова паличка протягом 9–12 год здатна формувати біоплівки середньої та високої щільності на поверхні нержавіючої сталі з шорсткістю 0,955 мкм. Проте щільність біоплівок за початкової кількості клітин *E. coli* до 1 тис. на см² площі була в середньому в 1,8–2,2 разу ($p \leq 0,05$) нижчою порівняно із біоплівкою, сформованою у варіантах з початковою кількістю клітин 2–10 тис. та 20–50 тис. на см² площі сталі.

Інтенсивність формування біоплівки на поверхні сталі з шорсткістю 0,63 мкм була дещо сповільнена порівняно з поверхнею із більшою шорсткістю. Проте незважаючи на це, біоплівки у варіантах з початковою кількістю клітин *E. coli* 2–10 тис. і 20–50 тис. на см² площі були високої щільності, починаючи з 12 годин інкубації, тобто аналогічно поверхні із шорсткістю 0,955 мкм. Процес плівкоутворення за таких початкових кількостях *E. coli* на поверхні з шорсткістю 0,63 мкм завершувався на 24 год, у той же час, як за шорсткості 0,955 мкм – на 18 год інкубації. За початкової кількості *E. coli* на поверхні сталі до 1 тис. із шорсткістю поверхні 0,63 мкм біоплівки формувалися високої щільності, починаючи з 20 год, що в середньому на 5–6 год довше порівняно з шорсткістю поверхні 0,955 мкм.

За шорсткості поверхні сталі 0,16 мкм процес плівкоутворення значно сповільнився порівняно з поверхнями, які мали шорсткість 0,955 та 0,63 мкм. Через дев'ять годин інкубації *E. coli* на сталі з шорсткістю 0,16 мкм біоплівки були в середньому в 2,0 разу ($p \leq 0,05$) слабшої щільності порівняно з шорсткістю 0,955 мкм і в 1,3–1,6 разу ($p \leq 0,05$) порівняно з шорсткістю 0,63 мкм незалежно від початкової кількості *E. coli*. За 12 год інкубації *E. coli* у варіанті з початковою кількістю до 1 тис. на см² площі біоплівка ще була слабкою, а у варіантах з початковою кількістю 2–10 тис. і 20–50 тис. на см² площі середньої щільності – 0,805 і 0,916 од. відповідно. Протягом 18 годин інкубації біоплівка була середньої щільності тільки у варіанті з початковою кількістю до 1 тис. *E. coli* на см² поверхні. За більшої початкової кількості бактерій вона була високої щільності. Тільки через 24 год інкубації *E. coli* біоплівки у всіх варіантах були високої щільності.