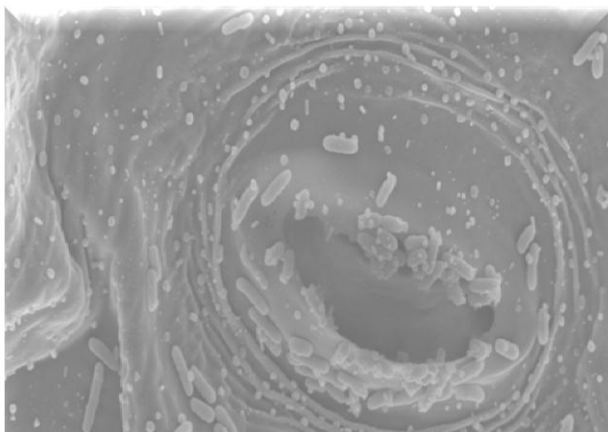


Образуване на бактериални биофилми в хранително-вкусовата промишленост – проблем за безопасността на храните. Част II – особености на проблема по отрасли.

ВЪВЕДЕНИЕ

Бактериалният биофилм представлява група микроорганизми или **съобщество**, в което клетките са прилепнали една за друга на дадена повърхност (*в случая хранителен продукт*). Тези клетки са заобиколени от т.нар. **извънклетъчен матрикс** – полимерно свързващо вещество, което обединява всички клетки в една обща маса. В **част I** бе направена обща характеристика и описани закономерностите при образуване на бактериални биофилми.

Преработваща промишленост



Фиг. 1. *A. hydrophila* по повърхността на лист от маруля - около отворени устица. Източник: *Food Control*, 31, 2013

Към момента **няма достатъчно ефективни стратегии** за унищожаването на микроорганизмите в храните от растителен произход, подлежащи на обработка в пряно състояние и пакетиране без да бъде засегнато тяхното **качество**. Известно е, че микроорганизмите са **естествено протектирани** в храната от растителен произход и това се дължи на локализацията им в растителните тъкани – например във вътрешността или в извивки и гънки на

повърхността на листни зеленчуци, в устицата, пукнатини и прочее, където вероятността за образуване на биофилм е много голяма. Това е и причината за незадоволителната ефективност на прилаганите **дезинфектанти** (*на фиг. 1 е представена сканинг микроскопска снимка на устица от маруля, по които се регистрират клетки *Aeromonas hydrophila* въпреки предварително проведената дезинфекция*). Установено е, че при преработката на растителни храни се получава **т.нар. кръстосана контаминация** след като

продуктите бъдат почистени, нарязани, измити и изплакнати (т.е. процедури, при които контаминирания продукт става източник на разпространение на микроорганизми в помещението, в което е обработен). Една от най-важните критични точки за контрол е последната процедура – по опаковането на пресните продукти, тъй като при нея риска от повторно контаминиране след проведена дезинфекция е голям (пример за последното е хранителния взрив от *L. monocytogenes* по пъпеши през 2011 г. в САЩ). При избора на дезинфектанти трябва да се има предвид не само тяхната ефективност, но и особеностите на продуктите, при които се прилагат (например наличието на ендогенна каталаза по плодовете или зеленчуците обезсмисля използването на водородния пероксид).

Млечна промишленост



Млякото е нетраен продукт и се **контаминира лесно** с различни микроорганизми (*Enterobacter*, *Listeria*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus* и *Pseudomonas*), като успешното им елиминиране е **предизвикателство** към съвременните начини за преработка на суровината и продуктите от мляко. От вида на бактерията зависи и способността и **вероятността за образуване на биофилм** –

например, предполага се, че по-високият титър в някои случаи на видове *Streptococcus* и *Bacillus* в пастеризирано мляко в сравнение със сурово се дължи на **контаминация от дисперсията (разрушаването) на съществуващ вече биофилм**. Известно е, че контаминацията на млечните продукти идва от неправилно почистено или дезинфекцирано **оборудване**, но нови данни показват, че дори при проведени процедури по протокол съществува риск от контаминиране. Това се обяснява с наличието на малки **грапавини и надрасквания** по металните повърхности, които представляват убежища за развитието на микроорганизмите.

Рибна промишленост

Установено е, че най-често биофилми по рибни продукти образуват бактериите *Vibrio spp.*, *L. monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Bacillus spp.*, *Aeromonas*, и *Pseudomonas spp.* В този отрасъл освен **състоянието на оборудването значение има и качеството на водата**. Много често, по икономически причини се използва **морска вода** в

переработвателните предприятия и фермите за морски дарове като въпреки, че тя е обработена с **ултравиолетово лъчение и е хлорирана**, често може да стане източник на биофилм-образуващи бактерии от род *Vibrio*. Това се дължи по-скоро на **загуба на качеството** на водата в процеса на обработка, отколкото на неефективността в промяната на рН. Често проектирането и материалът, използван за изграждане на инсталациите създават **предпоставки за промяна на качеството на водата**. *P. putida* и *P. fluorescens* са двата основни вида *Pseudomonas*, които се изолират от фермите за отглеждане на скариди и се счита, че това са основните бактерии, причиняващи **развалянето на прясната и охладена риба**. Много важен факт, който трябва да се има предвид при предприемането на дейности за елиминиране на вероятността от образуване на бактериални биофилми е, че наличието на **тези два вида значително подобрява възможностите на *L. monocytogenes* за колонизация**, особено по материали, изградени от неръждаема стомана. За някои видове често срещани се *Aeromonas* spp. също има данни, че **способстват по-ефективното образуване** на бактериални биофилми от бактерии от други родове, включително и патогенни.



Птицевъдство

Около **50% от изолираните** от фермите щамове на *Salmonella* имат способността да образуват биофилми. Изолати от *Salmonella Sofia* (с изключение на S1635 и S1636) демонстрират **най-голям капацитет** при образуването на биофилми по най-различни повърхности. Това вероятно се дължи на морфологична щамова специфичност, а именно **наличие на повече пили или ресни**, с които клетките се прикрепят към субстрата. Освен *Salmonella*, *Campylobacter* spp. са също от най-често срещаните бактерии в различните етапи на птицевъдството. Установено е, че **температурата е най-важния фактор в "поведението"** на *Campylobacter jejuni* – при по-ниски температури по-дълго оцеляват планктонните бактерии, подложени на различни **стресови фактори** в сравнение с тези, образували биофилм, които от своя страна пък са по-устойчиви при по-високи температури. В допълнение, *Campylobacter jejuni* значително по-лесно образува биофилм ако към повърхността, към която се прикрепя **вече съществува биофилм** от същия или друг вид.

Месопреработвателна промишленост

Редица научни изследвания показват, че способността за образуване на биофилми от някои микроорганизми **по повърхността на месо е голяма**. Така например е установено, че клетки на *E. coli* O157:H7, прикрепени към повърхността на

говеждо месо увеличават числеността си с времето дори и при ниски температури.

Друг важен фактор за способността на *E. coli* O157:H7 да се прикрепва към повърхността и да образува **микроколонии** е **наличието на други микроорганизми** на контактната повърхност. В същото време, *E. coli* O157:H7 са **неспособни** да образуват биофилми при наличието на **флуид** (вода) в динамична система, докато други бактерии – например *Acinetobacter calcoaceticus* (участва в състава човешката



Снимка: hydrojet.in

нормална чревна микрофлора) може да се развива **както в статична, така и при динамична** среда в условията на месопреработвателните предприятия.

Проблемът в индустрията с храните, готови за консумация

Въпреки че готовите за консумация храни са обработени по подходящ начин, то вероятността за контаминиране е сравнително голяма. Най-важният фактор при тях е **условията за съхранение**, както и това дали те се спазват стриктно по време на **транспорта**, от търговците и след напускане на търговската мрежа. Контаминацията на тези храни се дължи най-често на **кръстосано замърсяване** по време на преработка и по време на транспорт (*в т.ч. и повторната контаминация след термична обработка*). Редица изследвания показват, че **пушената риба** е сред най-рисковите храни по отношение на вероятността за образуване на бактериални биофилми (най-често контаминацията е с *L. monocytogenes*). Следват храните, съдържащи **месни продукти**, чиято контаминация най-често се дължи на факта, че приготвянето им става на **мястото на месопреработката** за други цели (*за прясно месо, колбаси и прочее*). Доказано е, че *E. coli* O157:H7 е най-големият проблем при приготвените по този начин храни.

СЛЕДВА III част – Стратегии за контрол на образуването на бактериални биофилми.

Източник: Sokunrotanak Srey, Iqbal Kabir Jahid, Sang-Do Ha, 2013. Biofilm formation in food industries: A food safety concern. *Food Control*, 31, 572-585

Георги Балджиов,

Център за оценка на риска към БАБХ

03.10.2013 г.