



СИГУРНОСТ ВСЕКИ ДЕН

## БЪЛГАРСКА АГЕНЦИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТ НА ХРАНИТЕ ЦЕНТЪР ЗА ОЦЕНКА НА РИСКА

✉ гр. София, 1606, бул. "Пенчо Славейков" № 15А  
☎ +359 (0) 2 915 98 20, 📠 +359 (0) 2 954 95 93, [www.babh.government.bg](http://www.babh.government.bg)

### Образуване на бактериални биофилми в хранително-вкусовата промишленост – проблем за безопасността на храните. Част III – Стратегии за контрол на образуването на бактериални биофилми.

#### **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, а в **част II** бяха разгледани спецификите на проблема по отрасли.

#### **Общи принципи**

Първото и най-важно действие, което трябва да се предприема, за да не се допусне поява на биофилми по хранителните продукти и материалите, предназначени за контакт с тях е **редовното почистване и дезинфекция**, така че да не се допусне прилепването на бактериалните клетки по контактните повърхности. Общоприети са 3 основни стратегии при предотвратяването на неблагоприятните ефекти от образуването на биофилми: **1) навременна дезинфекция**, чрез която не се допуска образуването на биофилм; **2) дезинфекция на повърхности** със силни дезинфектанти при съмнение или доказано образуван биофилм; **3)**



**потискане на способностите** за прикрепване към повърхности на бактериите чрез: **а) правилен подбор на материали**, по които е невъзможно прикрепването и развитието на микробното съобщество и **б) посредством преустановяване на достъпа** до хранителни вещества по контактната повърхност.

Някои изследователи предлагат и третиране на повърхностите с

антимикробни препарати или чрез промяна на **физикохимичните свойства** на повърхностите на предметите и продуктите, предназначени за контакт с храни. В това отношение обещаващи данни има от проучвания, при които са използвани различни **повърхностно активни вещества**, както и повърхности, които са със сребърно покритие. Като общ извод от експериментите с различни физикохимични показатели се налага факта, че колкото повече се **намали хидрофобността** на повърхността, толкова повече се намалява способността на бактериите в контакт с нея да се прикрепват и да образуват колонии.

### Почистване и дезинфекция

В хранително-вкусовата промишленост се случва да има бактерии, способни да образуват биофилми на много етапи от производствения процес, така че почистването е изключително важен способ за превенция. Същественото тук е **да се постигне разрушаване на матрикса** на вече съществуващи биофилми, така че почистващия препарат да има **пряк досег с отделните бактериални клетки**, което ще гарантира тяхната достъпност за дезинфекциращото средство, а оттам и ефективността при тяхното унищожаване. **Основни фактори**, които имат значение за ефективността на дезинфектантите са: *pH на средата, наличието на органичен материал от разнообразен произход, температура, твърдост на водата, химични инхибитори, концентрация на препарата и време за контакт с повърхността*. Най-често използваните дезинфектанти са **хлор** и различни продукти на базата на хлорни съединения, **водороден пероксид, йод, озон, пероцетна киселина**.

### Почистване на мястото на работа

Процес, който не изисква намесата на оператор и представлява **измиване с насочена струя** на повърхностите в предприятията от хранително-вкусовата промишленост, върху които е възможно да има микроорганизми, способни да образуват биофилми. Процесът може да има редица **автоматично регулируеми параметри** като *време на третиране, налягане, киселинност, температура, вид на препарата*.



### Контрол, базиран на химически средства

Установено е, че много химически вещества могат да действат бактерицидно, но за да са максимално ефективни е **необходимо и механично раздробяване на матрикса**, в който се намират клетките, образуващи колонии. Ето защо, прилагането на химическите средства, които са изброени по-долу се прилагат заедно и с механически средства, за да се подобри степента на контакт с отделните клетки. **Натриев хипохлорит (NaClO)**: Дезинфектант, за който е установено, че е по-ефективен в среда с ниско pH. NaClO е доказано ефективен при потенциално биофилм-образуващите бактерии *Staphylococcus aureus*, *Prevotella intermedia*, *Peptostreptococcus mirus*, *Streptococcus intermedius*, *Fusobacterium nucleatum* и *Enterococcus faecalis*. При съвместно образуване на биофилм от няколко микроорганизма, ефективността на NaClO като дезинфектант намалява; **Водороден пероксид (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**: Един от най-широко използваните дезинфектанти поради високия си окислителен капацитет на базата на

производството на свободни радикали. Още едно положително свойство е, че не предизвиква алергии и може да се използва масово. Изключително ефективен срещу *Vibrio* spp. в морска вода; **Озон:** Мощен антимикробен агент, който е ефективен срещу бактерии, вируси, гъбни организми и техните спори, протозои. Поради механизмът му на действие (*при проникване в клетката причинява нейният лизис*) се счита, че към него не може да се развие резистентност. **Пероцетна киселина:** Дезинфектант с изключително мощен окислителен капацитет, който не се повлиява от дейността на ензими (*както това се случва при  $H_2O_2$  – например каталаза*). Съществуват редица данни за ефективност срещу *L. monocytogenes*, *S. aureus* и *P. aeruginosa*, но след задължително механично раздробяване на матрикса на биофилма.

### Други подходи за контрол

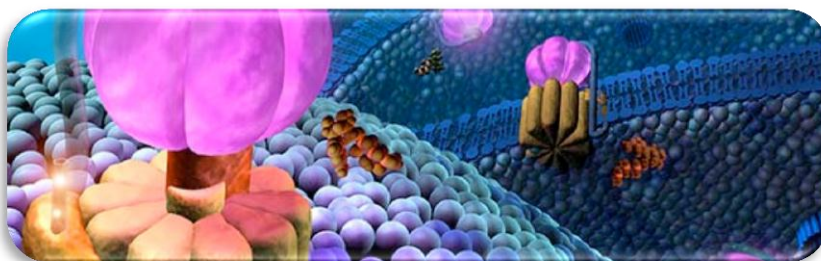
Понякога е възможно микроорганизмите да са устойчиви спрямо химическите третириания или да развият с времето резистентност. Ето защо се правят изследвания, които да доведат до нови начини за борба с бактериите, образуващи биофилми.

### Обработване с ултразвук

Обработката с ултразвук намира приложение в множество области от хранително-вкусовата промишленост като *замразяване, рязане, сушене, стерилизация и екстракция*. Редица научни изследвания показват, че ултразвуковата обработка е ефективна при **нарушаването на целостта** на бактериални биофилми, образувани по метални или полипропиленови повърхности. В допълнение, ултразвуковото третиране намалява жизнеспособността на клетките, увеличава дифузията на кислород в матрикса и **спомога за по-лесното проникване** на дезинфектанти или антибиотици. Въпреки че има добри прогнози за все по-широкото приложение в този аспект се препоръчва комбиниране на ултразвуковата обработка с други методи за борба с образувалите се биофилми [*добри резултати в това отношение има при комбинирано третиране с ултразвук, етилендиаминтетраоцетнакиселина (EDTA) и ензими срещу S. aureus*].

### Ензими

Ензимите са протеини с каталитична функция спрямо биологични молекули. Извънклетъчният матрикс на бактериалния биофилм е съставен от различни компоненти, което изисква

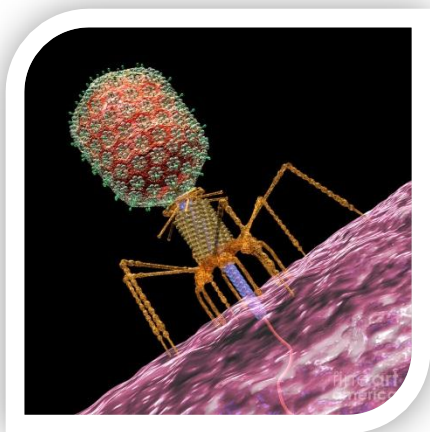


използването на **комбинация от ензими** така, че да могат **синергично да разградят** полимерното, свързващо бактериите, вещество. Видовият състав на бактериите, участващи в образуването се и третиран биофилм трябва да е известен, защото от това зависи и разнообразието и количественото съотношение на компонентите на извънклетъчния матрикс. Ензимите, които са показали ефективност в проучванията до момента са: *алфа-амилаза, полизахарид-хидролизиращи ензими, различни оксиредуктази, пектин-естераза, пектинлиаза, проназа (синтетични протеинази)*. Ензимният контрол на биофилмите е **щадящ**

**околната среда**, поради природата на използвания агент – ензимите са нетоксични и нестабилни – разпадат се без да предизвикват изменения у организмите, с които влизат в контакт след използването им в промишлеността.

### Фаги

Освен използвани за лечение, фагите са показали ефективност и при разрушаването на биофилми. Методът, основаващ се на използването им е подходящ заместител на базираните



на химични средства при третиране на повърхности, тъй като последните могат да **причинят корозия**. Напръскването със спрей, съдържащ фаги по металните части на комбайни, събиращи спанак се оказва добра алтернатива в хигиенните практики вместо да се потапят частите в хлорен разтвор. Примери за ефективно приложение на фаги са използването на **T4 фага срещу E.coli**, фагът philBB-PF7A срещу *P. fluorescens* и *Staphylococcus lentus*, фага К срещу *S. epidermidis* и редица други. Комбинирането на третирания с фаги, полизахаридни деполимерази (ензим) и дезинфектанти разрушават и убиват бактериите, образували биофилми (дори, когато са съставени от повече от един вид) почти

изцяло.

### Комбинирани технологии

В повечето случаи се оказва, че единичното използване на даден метод или вещество за третиране не е толкова ефективно или пък екологично, колкото комбинирането на няколко подхода. Например, комбинирането на натриев хипохлорит и UV лъчение е **многократно по-ефективно** в сравнение с използването на двете поотделно. Друг пример е третирането на биофилми от *P. aeruginosa* с комбинация от водороден пероксид, което е 10 пъти по-ефективно от самостоятелното приложение на водородния пероксид. Тези, а и редица други примери показват, че комбинираната технология е **многообещаващ нов подход** при контролирането на биофилм в хранително-вкусовата промишленост.

**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 Балджиев,

Център за оценка на риска към БАБХ

29.10.2013 г.