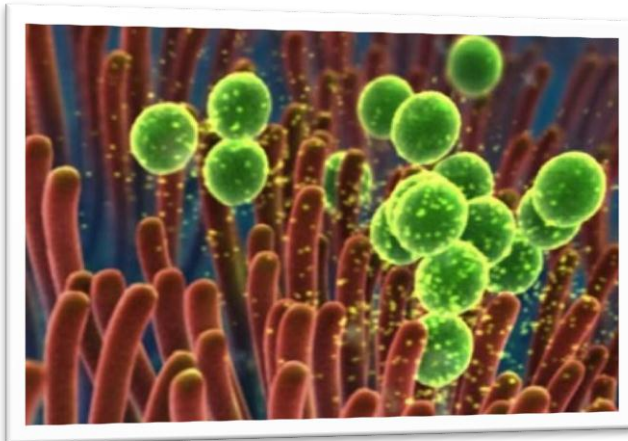


**Образуване на бактериални биофилми в хранително-вкусовата промишленост – проблем за безопасността на храните. Част I – Обща характеристика и закономерности при образуване на биофилми**

**ВЪВЕДЕНИЕ**

Инфекциозните заболявания, с източник хранителни продукти винаги са били заплаха за здравето на хората в глобален мащаб. За редица огнища на хранителни инфекции е било установено, че са **свързани с образуването на бактериален биофилм** върху даден тип храна или опаковка от храна, независимо по какъв начин е станала **контаминацията**. 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. Бактериалните клетки, участващи в състава на биофилми проявяват различни физиологични свойства от свободно живеещите клетки



Снимка: [ihcp.jrc.ec.europa.eu](http://ihcp.jrc.ec.europa.eu)

на същия вид (*т.нар. планктонни бактерии*).

Развитието на бактериални колонии във вид на покриващ филм е особено опасна, тъй като поради различни причини, изграждащите я бактерии са **значително по-устойчиви към действието на антибиотици**. Това поставя въпроса за безопасността на индустриално приготвяните храни и

хранителни продукти по отношение здравето на хората (*тъй като*

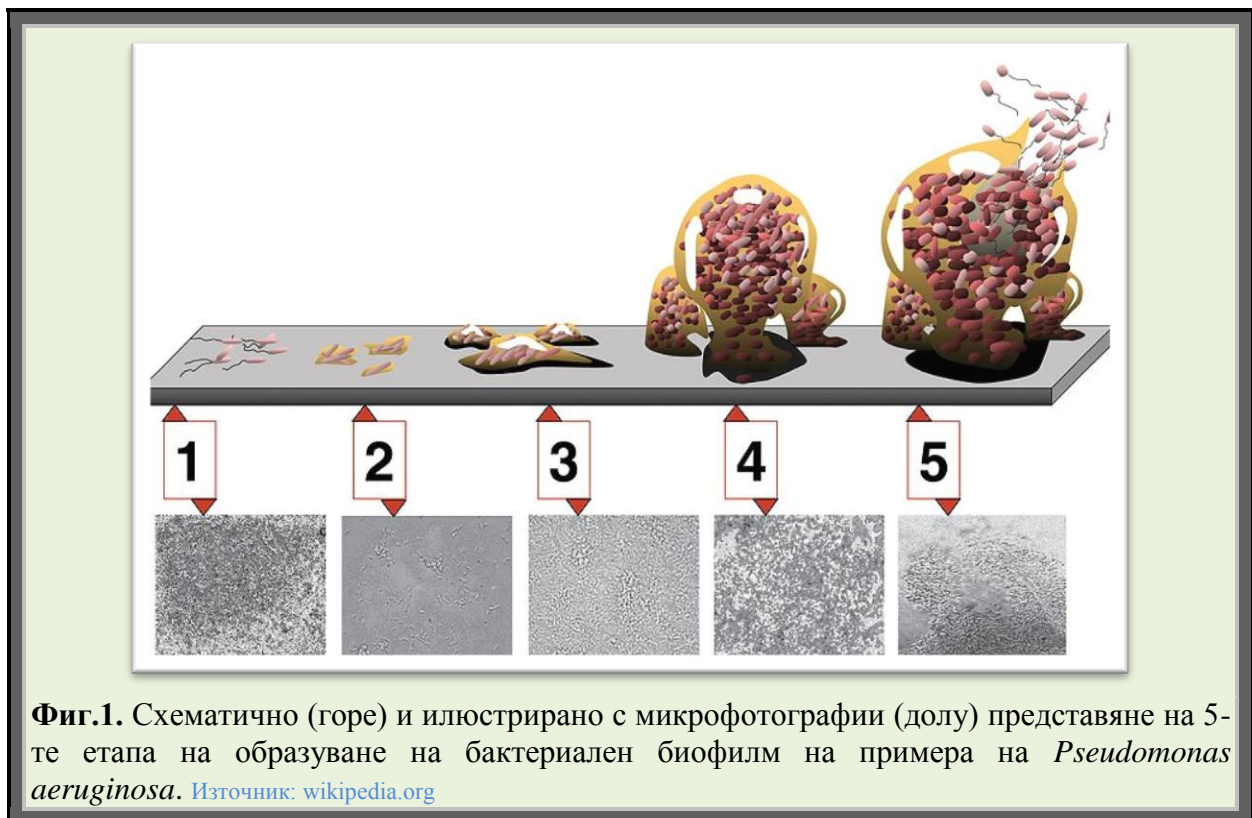
*съществуват редица рискове от контаминация по дългия път на съвременните храни „от фермата до масата“*).

**В поредица от три статии** ще бъдат разгледани въпросите и особеностите на формирането на бактериалните биофилми, влиянието на типа хранителен продукт и контактната му повърхност, както и конвенционалните и спешните **мерки за контрол**

на хигиената и осигуряване на безопасност на приготвяната храна по отношение на биофилмите.

## ЕТАПИ НА РАЗВИТИЕ НА БАКТЕРИАЛНИТЕ БИОФИЛМИ

Формирането на бактериален биофилм зависи от няколко фактора – от това какъв щам е дадената бактерия, до характеристиките на повърхността, на която започва развитието, но също и някои фактори на околната среда като температура и киселинност. Образуването на биофилм е **прогресивен и динамичен процес**, състоящ се от следните условно разделени етапи (фиг. 1.): **1) първоначално прикрепване** – представлява активното или пасивно придвижване до повърхността на субстрата, където започва и първичното образуване на извънклетъчния матрикс – комплекс от различни вещества, които улесняват комуникацията между отдалечени клетки в биофилма. Влиянието на субстрата също е от значение за този етап, като е установено например, че *Salmonella* и *Listeria* образуват много по-лесно биофилми на хидрофобни субстрати отколкото на хидрофилни; **2) необратимо закрепване към субстрата** – това е момента, в който бактериите вече са стабилно прилепнали към субстрата и са образували достатъчно количество извънклетъчен матрикс, чийто състав е най-вече от различни полизахариди. Премахването на филма в този етап може да стане само чрез ензими, детергенти, сърфактанти, дезинфектанти или чрез нагряване;



**3) ранно развитие на архитектурата на биофилма** – в този етап протича стабилизиране на биофилма по отношение на стресови фактори от околната среда от различно естество и заздравяване на междуклетъчния матрикс (*т.е. той може да бъде*

разрушен по-трудно с описаните по-горе средства). В този стадий протича и т.нар. образуване на **микроколонии** – локални малки формирования, които успешно могат да противодействат на силите на физическо съпротивление на субстрата (*т.е. те не могат да потънат вътре в него*). Т.нар. свойство „кворумна сигнализация“ започва да се изявява именно през този етап. „**Кворумната сигнализация**“ представлява тип колективно поведение, което се основава на прецизна система за отчитане и излъчване на различни сигнали от клетките, участващи в състава на микроколониата; **4) съзряване** – етап, в който се образува цялостна организирана структура, която по форма може да е плоска или подобно на гъба в зависимост от типа на субстрата. За да се достигне **структурна зрялост** са необходими около 10 дни в общия случай. Отделните бактерии се развиват в **хетерогенни комплекси**, съставени от микроколонии, **свързани с водни канали** (*които от своя страна са образувани от извънклетъчния матрикс*). През този етап става най-съществената промяна в работата на гените на бактериите, като е установено, че при някои видове **повече от 70 гена**, участващи в обмяната на веществата, мембранния транспорт и секрецията се променят в сравнение с тези, характерни за планктонните бактерии; **5) дисперсия** – последния етап от цикъла на образуване на биофилм, през който е възможно бактериалните клетки да се върнат в своята свободна (планктонна) форма. Отделянето на клетки освен принудителен процес вследствие на прилагането на външен фактор, може да бъде и **активен процес**, смисълът на който е завладяването на **нови ниши** с биофилма (*но според някои автори е и недостига на хранителни вещества на мястото на установяване на биофилма*).

### **Биофилм-образуващ капацитет**

Възможностите да се образуват биофилм варират значително не само между отделните видове, но и в рамките на вида – **щамовете и серотиповете** показват различна способност и склонност към образуване на филм при различни субстрати. Проведени са многобройни експерименти, които показват **широката варибилност** и зависимост от различни други фактори и условия освен щамовата и серотипната принадлежност. Дебелината, цвета, и други свойства са част от диагностичните белези на бактериите, образували естествени биофилми.

### **Материалите в контакт с храни като контактна повърхност за образуване на биофилм**



Снимка: [foodpackagingforum.org](http://foodpackagingforum.org)

Способността за образуване и развитие на микроорганизмови съобщества под формата на биофилми в хранителната индустрия зависи и от материалите, с които влизат в контакт храните. Най-често това са **стомана**,

**стъкло, гума, полиуретан, тефлон, различни гуми, каучук** и в някои развиващи се страни и дърво. Доказано е например, че *Salmonella* spp. и *L. monocytogenes* могат да образуват биофилми дори и на **пластмасови повърхности**, които са в контакт с храни. Освен материала, от важно значение е и самата повърхност – дали тя е **порьозна** (*създаваща предпоставки за, макар и минимални, отлагания на органични вещества в микропорите*), гладка или с вълновидна – фактори, които оказват влияние върху формирането на биофилм. От множеството изследвания, проведени в тази област става ясно, че най-подходящите материали, които са предназначени за контакт с храни от гледна точка на способността на образуване на бактериални биофилми **са стъклото и неръждаемата стомана**. Изследователите изказват предположение, че освен самия материал значение в това отношение има и т.нар. хигиенен дизайн на изделието, предназначено за контакт с храни като **начин на заваряване и запояване**, наличие на **фуги, ъгли** и прочее.

**СЛЕДВА II част** – Биофилмите и проблемът в хранително-вкусовата промишленост по отрасли.

**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

27.09.2013 г.