

SANITACE MLÉKÁRENSKÝCH PROVOZŮ – PODMÍNKA PRO ZAJIŠTĚNÍ MIKROBIOLOGICKÉ KVALITY A BEZPEČNOSTI VÝROBKŮ

Němečková, I., Havlíková, Š., Smolová, J.
Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o.

ZDROJE MIKROBIÁLNÍ KONTAMINACE

ZDROJE KONTAMINACE MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

ze surovin

- syrové mléko

- suroviny, které nejsou spolu s výrobkem tepelně ošetřovány (např. ochucující složky, obaly, apod.)

ostatní post-pasterační kontaminace

- biofilmy (zařízení, pomůcky, prostředí, kanálky...)

- WAP

- sanitační roztoky

- pračky

- vzdušná kontaminace, vzduchotechnika

- personál (MO humánního původu, přenos kontaminace z jednoho místa na druhé)

- ...

MIKROORGANISMY SYROVÉHO MLÉKA

- ❑ pasterační efekt (% MO usmrčených pasterací)
 - ❑ 99,9 % CPM $10^6 \rightarrow 10^3$ KTJ/ml
 - ❑ 99,9999 % koliformní 10^2 KTJ/ml \rightarrow 1 KTJ/10 litrů
 - ❑ zpracuje se třeba 100 tis. litrů/den
- ❑ usmrčeny tepelným ošetřením (pasterace, termizace, UHT, sterilace)
- ❑ přežijí tepelné ošetření
 - ❑ odcházejí s produktem kontaminovaným v zanedbatelné denzitě
 - ❑ usmrčeny či odplaveny při sanitaci
 - ❑ uchytí se v provoze
 - ❑ jako planktonické buňky
 - ❑ jako biofilmy

BIOFILMY

- ❑ přisedlé konsorcium mikroorganismů chráněných biopolymerní maticí (exopolysacharidy, bílkoviny)
- ❑ potřeba je vlhké prostředí
- ❑ vývoj biofilmu
 1. planktonické buňky
 2. buňky volně přisedlé na povrch
 3. pevné uchycení buněk na povrch („mrtvá“ místa, sváry, těsnění, mechanická poškození, vodní kámen, mléčný kámen, aj. nerovnosti)
 4. množení buněk biofilmu
 5. zrání biofilmu, tvorba ochranných struktur
 6. uvolnění části biofilmu – nerovnoměrná kontaminace výrobků
- ❑ schopnost tvorby biofilmu kmenově specifická
- ❑ koliformní, *S. aureus*, *B. cereus*, listerie, kvasinky, pseudomonády, a další

KONTAMINACE SANITAČNÍCH ROZTOKŮ

- ❑ 16 odběrových míst sanitačních roztoků CIP a dezinfekčních lázní během používání + hledány další zdroje:
 - ❑ CIP, kys. amidosírová + neionogenní tenzidy, 68 °C – 1-2 log KTJ/ml, *B. cereus*, *Sphingomonas panni*, *Exophiala dermatitidis* (barevné vady)
 - ❑ sanitační lázeň, H₂O₂ + kys. peroctová – 0-5 log KTJ/ml (optimalizace sanitace – frekvence výměny lázně) *Escherichia vulneris*, *Torulaspora delbrueckii*, *Enterococcus faecalis*, *Rhodococcus erythropolis*, *Staphylococcus aureus*, *S. hominis*
- ❑ stěry z vydezinfikovaných pomůcek - *Enterobacteriaceae*, Gram-negativní aerobní bakterie, Gram-pozitivní koky, sporotvorné bakterie a kvasinky
- ❑ mikrobiální kontaminace spojená s vyčerpáním aktivních látek (rozklad, interakce s MO a organickými nečistotami)
- ❑ přenos kontaminace na ruku pracovníků (meziprodukty, lázně, pomůcky) – klonální shoda některých izolátů
 - ❑ za dobu řešení významné zlepšení situace

ANTIMIKROBIÁLNÍ ÚČINEK SANITAČNÍCH ROZTOKŮ

- ❑ 96 izolátů bakterií a kvasinek ze sýráren
- ❑ difuzní agarová metoda, 16 komerčních sanitačních roztoků v pracovní koncentraci dle specifikace
- ❑ hydroxidy a HNO_3 účinnější než jiné kyseliny
- ❑ nejméně účinné dezinfekce s aktivním chlorem a jednosložkové
- ❑ nejúčinnější dezinfekce na bázi tenzidů (např. decyl-oktyl glykosidy, alkylamin oxidy, aj.) a směsi aktivních látek (např. H_2O_2 + kys. peroctová)
- ❑ pro každou aktivní látku existují citlivé i rezistentní kmeny
- ❑ citlivější BMK, Gram-pozitivní koky
- ❑ odolnější *Bacillus*, *Enterobacteriaceae*, Gram-negativní aerobní, kvasinky
- ❑ pro každou skupinu mikroorganismů existují citlivé a rezistentní kmeny

KONTAMINACE PRAČEK

- ❑ 3 odběrová místa + hledány další zdroje
- ❑ rozbor plachetek nových, před praním, po praní a stěrů z pračky
- ❑ v plachetkách jsou zbytky syrovátky, kultury, NSLAB i nežádoucí MO stejné jako v sýřenině a syrovátce
- ❑ plachetka jako zdroj NSLAB a nežádoucích MO v sýru
- ❑ praním zjištěn pokles denzity MO o 1-2 řády
- ❑ pro některé skupiny MO (*Enterobacteriaceae*) praním možný nárůst denzity
- ❑ stěry z pračky - *Candida inconspicua*, *Kocuria kristiane*, *Microbacterium lacticum*, *Enterococcus galinarum*, *Bacillus cereus*
- ❑ vliv: materiál plachetek, prací prášek (alkylbensulfáty), dezinfekce (aktivní kyslík), teplota a čas praní, režim čištění pračky,...

KANÁLKY, ODPADNÍ VODY

❑ odpadní voda na provozech

- ❑ složení závisí na aktuálním dění (typ produktu/technologický proces, oplach, sanitace,...)
- ❑ variabilní chemické, fyzikálně-chemické a mikrobiologické složení
- ❑ nepřístupnost pro sanitaci – zdroj perzistentních nežádoucích kmenů (*L. monocytogenes*, plísně,...)
- ❑ riziko kontaminace provozu, hl. při použití WAP

❑ směsná odpadní voda před/po čištění

- ❑ přítomny všechny významné skupiny MO z provozů
- ❑ enzymaticky aktivní MO s největším rizikem kažení výrobků nejvíce napomáhají rozkladným procesům v odpadních vodách
- ❑ proteolýza, lipolýza, redukce sulfátů, redukce nitrátů, tvorba plynu, aj.
- ❑ rozkladné procesy vedou k zápachu

ČIŠTĚNÍ A DEZINFEKCE

VÝZNAM JEDNOTLIVÝCH KROKŮ ČIŠTĚNÍ

oplach vodou

- odstraní hrubé nečistoty či zbytky sanitačních roztoků
- cílem je zabránit interakcím aktivních látek

čištění alkáliemi

- NaOH, KOH
- cílem je rozpustit organické nečistoty (bílkoviny, tuk, ... biofilmy)
- zmýdelnění tuků

čištění kyselinou

- HNO₃
- (kys. amidosírová, citronová, fosforečná, ...)
- cílem je rozpustit minerální usazeniny (podklad pro biofilmy a organické usazeniny)

DEZINFEKCE

dezinfekce

- směsi látek – know how jejich výrobců
- aktivní chlor (NaClO , chloramin)
- aktivní kyslík (H_2O_2 , kys. peroctová, perboritany)
- povrchově aktivní látky (~~kvartérní amoniové soli~~, alkylpolyglykosidy, alkylaminoxidy,...)
- horká pára
- ...
- cílem je usmrtit mikroorganismy zbylé po čištění

POVRCHOVĚ AKTIVNÍ LÁTKY

- povrchově aktivní látky = tenzidy = surfaktanty
- součást čisticích a dezinfekčních roztoků
(též úklidová chemie, prací prášky, mycí kosmetika, atd.)
- hromadí se na fázovém rozhraní – vlastnosti:
 - detergenční (čištění povrchů)
 - antiredepoziční (proti zpětnému usazování nečistot)
 - pěnotvorné
 - emulgační
 - antimikrobiální
- přírodního původu
 - saponiny (glykosidické l., hořká chuť luštěnin, čaje, česneku...)
 - soli žlučových kyselin (odolné *Enterobacteriaceae*, probiotika)
- syntetické – organická syntéza z tuků nebo ropných produktů

POVRCHOVĚ AKTIVNÍ LÁTKY

- část hydrofobní – alifatický nebo aromatický uhlovodík
- část hydrofilní – udává funkční vlastnosti tenzidu
 - anionické
 - mýdlo $R\text{-COONa}$
 - alkylsulfát $R\text{-SO}_4\text{Na}$ (šampony)
 - alkylbenzensulfonát $R\text{-benzen-SO}_3\text{Na}$ (prací prášky)
 - kationické
 - kvartérní amoniové soli $R\text{-N(CH}_3)_3\text{Cl}$
 - amfoterní (v kys. prostředí kationt, v alk. aniont)
 - betainy $R\text{-N(CH}_3)_2\text{-CH}_2\text{COOH}$ (šampony)
 - aminoxidy $R_3\text{-N-O}$
 - neionické
 - oxyethylenované mastné alkoholy

FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ÚČINNOST SANITACE

chemická síla

- koncentrace a typ aktivní látky
- co nejméně korozivní
- solubilizace nečistot
- smáčivost, snižování povrchového napětí aj. funkční vlastnosti tenzidů
- antimikrobiální účinnost

mechanická síla

- turbulentní proudění
- ruční mytí

teplota

- čištění při cca 50-70 °C (energetická náročnost x účinnost)
- dezinfekce při cca 20 °C (termolabilní aktivní l., záhřev zbytečný)

čas

- cca 10-20 minut/roztok



ZÁVĚR

ZÁVĚR

- ❑ výsledky mikrobiologických analýz surovin, fázových vzorků, výrobků, stěrů, spadů, atd. hodnotit v kontextu
 - ❑ charakteristika daného produktu a provozu
 - ❑ relativní zastoupení jednotlivých skupin MO
 - ❑ nejvíce nežádoucí MO (patogeny, *Enterobacteriaceae*, plísně, apod.) minimalizovat
 - ❑ doprovodnou mikroflóru (kvasinky, Gram-pozitivní koky, NSLAB, aj.) udržovat na přiměřené úrovni
 - ❑ spoluúčast na zrání a rozvoji charakteristických vlastností výrobku
 - ❑ obsazení niky, konkurence vůči rizikovějším MO
 - ❑ avšak při zvýšení denzity nebo snížení druhové pestrosti představují riziko (bezpečnostní, kažení)
- ❑ rezervoáry MO na provozu – biofilmy na zařízení a pomůckách, drenážní systémy, kanálky, solné lázně, plachetky, pračky, myčky, dezinfekční lázně, pohyb personálu, vzduchotechnika (filtry, rukávy)...

ZÁVĚR

- ❑ jednotlivé roztoky při sanitaci se navzájem doplňují
 - ❑ alkálie – rozpouštějí organické nečistoty, včetně biofilmů
 - ❑ kyseliny – rozpouštějí minerální usazeniny jakožto podkladovou vrstvu biofilmů
 - ❑ dezinfekce – usmrcují zbylé mikroorganismy
 - ❑ oplachy – brání interakci s produktem či roztoky navzájem
- ❑ pozor
 - ❑ přiměřeně čistit sanitační zařízení
 - ❑ přiměřeně rotovat aktivní látky (pro každou aktivní látku i skupinu MO existují citlivé a rezistentní kmeny)
 - ❑ nenutit se jen do „nejúčinnějších“ dezinfekcí (přežití nejrezistentnějších MO)
 - ❑ dodržovat správné koncentrace roztoků
 - ❑ dodržovat režim obměny sanitačního roztoku během používání (rozklad aktivních látek, spotřeba interakcí s MO a nečistotami)
 - ❑ dle možností využívat ztrátový režim sanitace

DĚKUJI VÁM ZA POZORNOST

Tato práce vznikla s finanční podporou NAZV při řešení projektu QK1710156 v programu ZEMĚ a s využitím institucionální podpory dle rozhodnutí MZE-RO1419.

