Aktuální problematika mikrobiologie potravin 2026

Biogenní aminy v sýrech zrajících v solném nálevu

Univerzita Tomáše Bati
Fakulta technologická

Ing. Jakub Riemel
j_riemel@utb.cz
Ústav inženýrství ochrany životního prostředí

Sýry zrající v solném nálevu



Historický původ

- Země východního středomoří před 8000–9000 lety
- Předkové dnešních typů sýrů v regionu

Charakteristika

- Mléko pro výrobu – kozí, ovčí, buvolí, kravské
- Zrání a uchovávání v solném nálevu (6–12% NaCl)
- Není nutné chlazení
- Tvar je dán nádobou použitou pro výrobu
- Bez kůrky na povrchu, bez ok na řezu
- Barva – porcelánově bílá, mramorově bílá, sněhově bílá
- Textura – jemná, měkká, rozpadavá, ale stále krájitelná



Významní zástupci



- **Feta** (Řecko)
- **Halloumi** (Kypr)
- **Talemea nebo Telemes** (Rumunsko, Řecko)
- **Bjalo salamureno sirene** (Bulharsko)
- **Mohant** (Slovinsko)
- **Sjenicki, Homoljski, Zlatarski** (Srbsko)
- **Pljevaljski, Polimsko-Vasojevaski, Ulcinjski** (Černá Hora)
- **Travnicki** (Bosna a Hercegovina)
- **Beyaz peynir** (Turecko)
- **Liqvan, Íránský bílý** (Írán)
- **Akawi** (Libanon)
- **Domiati** (Egypt)







Mikrobiota sýrů zrajících v solném nálevu



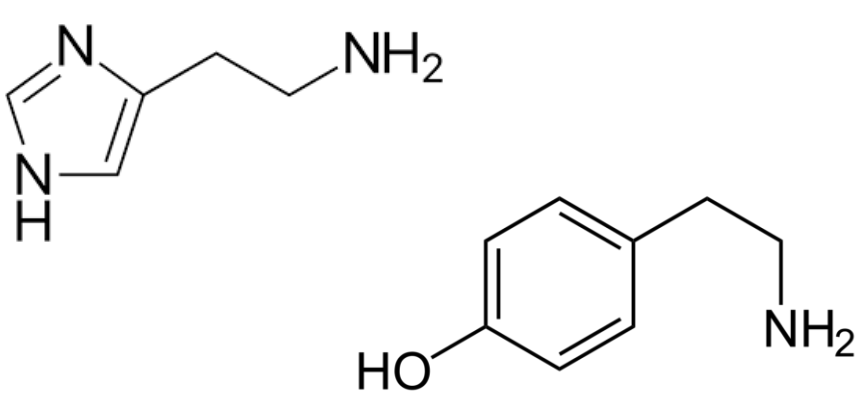
- Po staletí výroba ze **syrového mléka bez přídavku startovací kultury**
- Omezené použití startovacích kultur – feta, telemes, halloumi, domiati
- Tolerance vyšší koncentrace NaCl (4% a více)
- **Běžně izolované mikroorganismy**
  - Rod *Enterococcus* (*Enterococcus faecium*, *Enterococcus durans*, *Enterococcus faecalis*), *Lactococcus lactis*, *Lacticaseibacillus casei*, *Lacticaseibacillus paracasei*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Levilactobacillus brevis*, *Streptococcus thermophilus*
- **Původci kažení**
  - Rod *Micrococcus*
  - Koliformní bakterie
  - Mnozí zástupci plísní a kvasinek
- **Patogenní mikroorganismy**
  - Rody *Salmonella* a *Corynebacterium* – 15–30 dní zrání
  - *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*

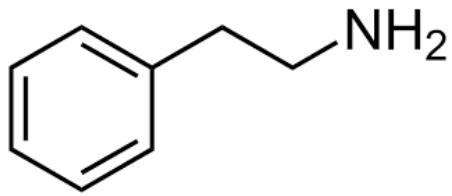
Cíle

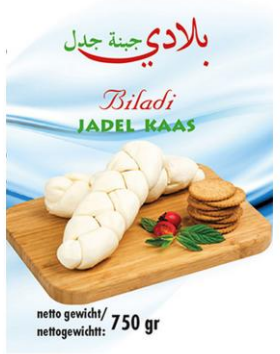


- Stanovení přítomnosti osmi biogenních aminů (BA) v sýrech zrajících v solném nálevu (HIM, TYM, PHM, TRM, CAD, PUT, SPE, SPD)
- Vzorky z obchodních řetězců v ČR – pultový prodej, spotřebitelské balení
- Mikrobiologický rozbor
- Izolace a identifikace mikroorganismů ze vzorků
- Testování dekarboxylázové aktivity izolátů











Charakteristika vzorků



- Celkem 30 vzorků sýrů zrajících v solném nálevu

  - **Jadel** – 5 vzorků bez příchuti
    - Spotřebitelské balení
  - **Feta** – 3 vzorky bez příchuti
    - Pultový prodej
  - **Balkánský sýr** – 10 vzorků bez příchuti, 1 vzorek s pikantním kořením
    - Pultový prodej i spotřebitelské balení
  - **Akawi** – 5 vzorků bez příchuti, 5 vzorků s příchutí – 2 gyros, 1 česnek, 2 tzatziki
    - Spotřebitelské balení

Metodika



Mikrobiologická analýza

- Stanovení celkového počtu mezofilních aerobních a fakultativně anaerobních mikroorganismů – EN ISO 4833-1 (2013)
- Stanovení bakterií mléčného kvašení – EN ISO 15214 (1998)
- Stanovení koliformních bakterií – EN ISO 4832 (2006)
- Stanovení enterokoků – EN ISO 6887-1 (2017)

Identifikace izolátů

- MALDI-TOF MS (Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization–Time Of Flight)
- Spolupráce se Slovenskou poľnohospodárskou univerzitou v Nitre (SPU)

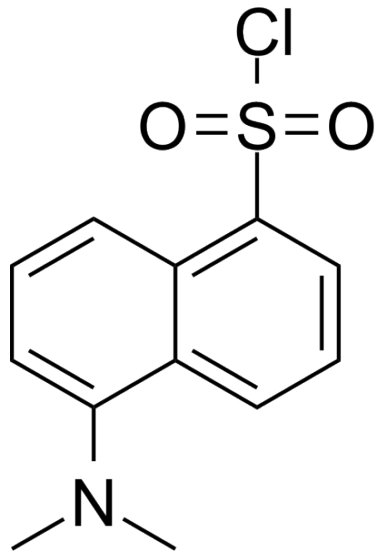
Dekarboxylázová aktivita izolátů

- Modifikovaný BHI bujón
- Prekurzory BA – histidin, tyrosin, fenylalanin, ornitin, arginin, lysin (2 g/l)
- Kultivace – 30 °C/24 h

Metodika

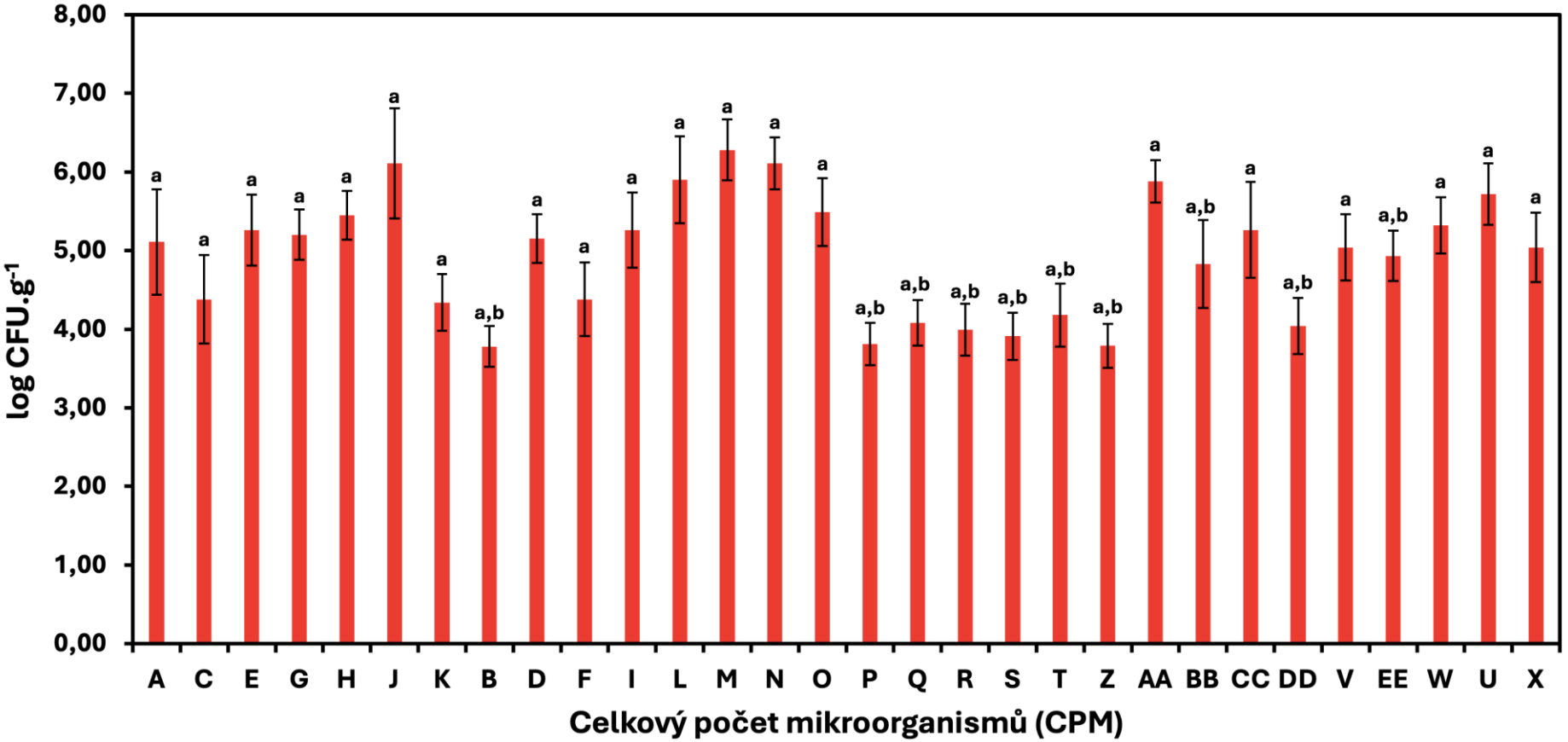


- **Předkolonová derivatizace**
  - Dansylchlorid (DNSCl)
  - Lyofilizované vzorky sýra
  - Kultivační médium – BHI bujón
- **Stanovení obsahu BA**
  - Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC)
  - Detekce při 254 nm (DAD)



Výsledky mikrobiologické analýzy

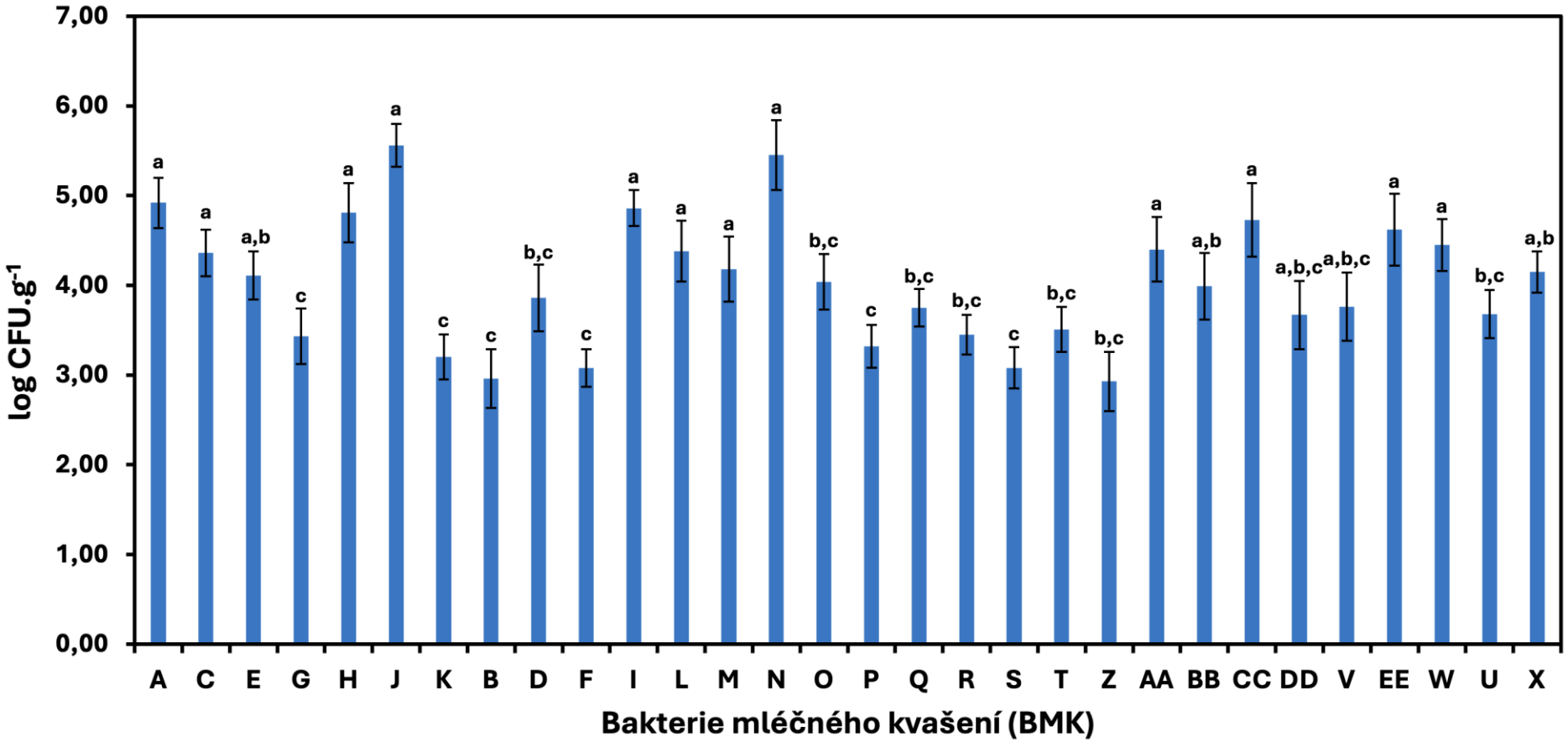




Obrázek 1: Celkový počet mikroorganismů v sýrech zrajících v solném nálevu. A, C, E, G, H, J, K – Balkánské sýry ve spotřebitelském balení; B, D, F, I, L – Balkánské sýry, pultový prodej; M, N, O – Feta, pultový prodej; P, Q, R – Jadel, spotřebitelské balení; S, T – Jadel, pultový prodej; Z, AA, BB, CC, DD – Akawi, bez příchuti; V, EE – Akawi, gyros; W – Akawi, česnek; U, X – Akawi, tzatziki. U vzorků označených stejnými písmeny není pozorován významný statistický rozdíl ($p < 0,05$).

Výsledky mikrobiologické analýzy





Obrázek 2: Počet bakterií mléčného kvašení. A, C, E, G, H, J, K – Balkánské sýry ve spotřebitelském balení; B, D, F, I, L – Balkánské sýry, pultový prodej; M, N, O – Feta, pultový prodej; P, Q, R – Jadel, spotřebitelské balení; S, T – Jadel, pultový prodej; Z, AA, BB, CC, DD – Akawi, bez příchuti; V, EE – Akawi, gyros; W – Akawi, česnek; U, X – Akawi, tzatziki. U vzorků označených stejnými písmeny není pozorován významný statistický rozdíl ($p < 0,05$).

Shrnutí mikrobiologické analýzy



- **Nejvyšší CPM** – feta, pultový prodej (vzorek M) – 6,28 log CFU/g
- **Nejvyšší počet BMK** – balkánský sýr ve spotřebitelském balení (vzorek J) a feta, pultový prodej (vzorek N) – 5,56 log CFU/g
- **Slabá pozitivní korelace** mezi **CPM** a výskytem **BA**
- **Velmi slabá pozitivní korelace** mezi počtem **BMK** a výskytem **BA**
  - Korelace nejsou statisticky významné $p > 0,05$
- **Přítomnost enterokoků** – 11 vzorků (2,11–3,99 log CFU/g)
- **Přítomnost enterobakterií** – 4 vzorky (2,32–3,38 log CFU/g)

Tabulka 1: Biogenní aminy (BA) a jejich koncentrace v sýrech zrajících v solném nálevu (mg/kg); „ND“ nebylo detekováno. A, C, E, J, K – Balkánské sýry ve spotřebitelském balení; B, D, F, L – Balkánské sýry, pultový prodej; M, N, O – Feta, pultový prodej; P, Q, R – Jadel, spotřebitelské balení; T – Jadel, pultový prodej; V, EE – Akawi, gyros; W – Akawi, česnek; U – Akawi, tzatziki. Limit detekce (LOQ): 0,07 – 0,10 mg/kg.

ID vzorku	HIM	TYM	PUT	CAD	SPE	Celkový obsah BA
A	ND	21,08 ± 0,87	ND	ND	40,39 ± 2,63	61,47 ± 2,77
C	ND	20,54 ± 1,76	ND	ND	57,58 ± 2,50	78,12 ± 3,06
E	ND	15,70 ± 0,89	ND	ND	44,24 ± 2,11	59,94 ± 2,29
J	ND	3,99 ± 0,24	ND	ND	12,72 ± 0,83	16,71 ± 0,86
K	ND	3,84 ± 0,33	ND	ND	12,86 ± 0,73	16,70 ± 0,80
B	ND	7,39 ± 0,16	ND	ND	19,39 ± 1,91	26,78 ± 1,92
D	ND	2,38 ± 0,25	ND	ND	13,86 ± 0,87	16,24 ± 0,91
F	ND	3,23 ± 0,23	ND	ND	16,63 ± 0,96	19,86 ± 0,99
L	ND	ND	ND	ND	11,26 ± 0,56	11,26 ± 0,56
M	26,76 ± 2,11	380,43 ± 21,90	308,50 ± 19,29	31,01 ± 1,66	73,41 ± 1,77	820,11 ± 29,36
N	ND	122,71 ± 9,57	349,99 ± 0,91	ND	12,96 ± 1,84	485,66 ± 9,79
O	ND	133,25 ± 10,99	12,27 ± 0,67	ND	42,33 ± 2,05	187,85 ± 11,20
P	ND	7,71 ± 0,28	ND	ND	11,90 ± 0,67	19,61 ± 0,73
Q	ND	9,09 ± 0,60	ND	ND	18,71 ± 0,85	27,80 ± 1,04
R	ND	11,43 ± 0,86	ND	11,65 ± 0,65	20,97 ± 1,13	44,05 ± 1,56
T	ND	27,57 ± 1,88	ND	3,22 ± 0,09	5,04 ± 0,47	33,83 ± 1,94
V	ND	3,84 ± 0,33	ND	ND	12,86 ± 0,73	16,70 ± 0,80
EE	ND	41,98 ± 2,79	ND	3,45 ± 0,17	10,90 ± 0,65	56,33 ± 2,87
W	ND	ND	ND	ND	11,26 ± 0,56	11,26 ± 0,56
U	ND	ND	ND	ND	58,32 ± 3,40	104,98 ± 3,40

Biogenní aminy v sýrech zrajících v solném nálevu



- Detekovány ve 20 vzorcích
- Nebyla zjištěna přítomnost **PHM**, **TRM**, **SPD**
- **HIM** – feta, pultový prodej (vzorek M) – 26,76 mg/kg
- **CAD** - nízká abundance (vzorky M, R, T, EE)
- **SPE** – nejčastěji detekovaný BA
- **TYM** – druhý nejhojněji se vyskytující BA
- **Vysoké celkové koncentrace BA** – sýry feta, pultový prodej

Dekarboxylázová aktivita mikroorganismů



- Prokázána u **94 izolátů**
- Bez schopnosti tvorby **PHM** a **SPD**
- **HIM** – 57% izolátů (0,1 – 6,2 mg/l)
  - *Lactiplantibacillus plantarum* – 30,3 mg/l
- **TRM** – 56% izolátů (1,3 – 14,1 mg/l)
  - 9% izolátů (113,4 – 1282,1 mg/l)
  - *Enterococcus durans*, *Bacillus licheniformis*, *Serratia marcescens*, *Klebsiella aerogenes*, *Enterococcus faecium*
- **CAD** – 73% izolátů (0,9 – 30,3 mg/l)
  - *Acinetobacter lwoffii* – 124,93 mg/l
- **SPE** – 94% izolátů
  - *Enterococcus faecium* (70,4 mg/l)

Dekarboxylázová aktivita mikroorganismů



- **TYM** – 100% izolátů
  - *Enterococcus durans*, *Lacticaseibacillus casei*, *Levilactobacillus brevis*, *Lactiplantibacillus plantarum* (113,4 – 395,1 mg/l)
- *Levilactobacillus brevis*, *Enterococcus durans*, *Enterococcus faecium*, *Klebsiella aerogenes*, *Serratia marcescens*, *Lacticaseibacillus casei* – **celková koncentrace BA přesahující 200 mg/l**
  - **Původ** – sýry feta z pultového prodeje

Závěr



- Byla provedena komplexní analýza **BA** v sýrech zrajících v solném nálevu
- Přítomnost **BA** a **PA** byla potvrzena ve **20 vzorcích**
- **TYM** a **SPE** – nejvyšší abundance
- **TYM** – u tří vzorků sýru feta byla překročena hranice **100 mg/kg**
  - Možná zdravotní rizika spojena s vysokým obsahem tohoto BA
- Celkem **94 izolátů** vykazovalo dekarboxylázovou aktivitu
- **Významní producenti** – *Levilactobacillus brevis*, *Enterococcus durans*
- **CPM** a **BMK** – vysoké počty u některých vzorků – hrají roli v produkci BA
  - Zejména kmeny enterokoků s dekarboxylázovou aktivitou
- Monitoring mikrobiálních populací – prevence akumulace **BA**, **bezpečnost** a **kvalita produktu**

Publikace výsledků



foods

MDPI

Article

Biogenic Amines in White Brined Cheeses

Leona Buňková [1], Jakub Riemel [1], Khatantuul Purevdorj [1], Štěpán Vinter [1], Zuzana Míšková [2] and Petra Jančová [1,*]

Děkuji za pozornost