

ANTIFUNGÁLNÁ AKTIVITA Kyseliny D,L-FENYLMliečnej

Greifová, M., Marunová, E., Greif, G., Zimanová, M.
 Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU
 Bratislava, Ústav biotechnológie a potravinárstva,
 Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovenská republika;
 maria.greifova@stuba.sk

Antifungal activity of D,L-phenyllactic acid

Abstrakt

V práci bola dilučnou metódou študovaná antifungálna aktivita kyseliny D,L-fenylmliečnej o koncentracii 10; 7; 5 a 2,5 mg.cm⁻³ voči vybraným kmeňom plesní (*Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *Cladosporium herbarum*, *Fusarium nivale*, *Mucor racemosus*, *Penicillium funiculosum*) v závislosti od rôzneho pH (4; 4,5; 5,5). Najväčší antifungálny účinok bol pozorovaný pri najvyššej testovanej koncentrácii kyseliny D,L-fenylmliečnej - 10 mg.cm⁻³ pri pH 4. Jej antifungálna účinnosť klesala so stúpajúcim pH. Najcitlivejšie voči kyseline boli kmene plesní *Alternaria alternata* (83 % - inhibícia), *Cladosporium herbarum* (79 %), *Fusarium nivale* (70 %). Najmenej citlivý bol kmeň plesne *Penicillium funiculosum* (29 % - inhibícia). Koncentrácia kyseliny 7 mg.cm⁻³ pri pH 4 mala pre uvedené plesne 60 % inhibíciu rastu.

Kľúčové slová: kazenie potravín, plesne, kyslomliečne baktérie, kyselina fenylmliečna, antifungálna aktivita

Abstract

The antifungal activity of D,L-phenyllactic acid at concentration of 10, 7, 5 and 2.5 mg.cm⁻³ was evaluated against selected mold strains (*Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *Cladosporium herbarum*, *Fusarium nivale*, *Mucor racemosus*, *Penicillium funiculosum*), depending on the different pH (4, 4.5, 5.5). The strongest antifungal effect was observed at the highest tested concentration of D,L-phenyllactic acid - 10 mg.cm⁻³ at pH 4. Its antifungal activity decreased with increasing pH. The most sensitive mold strains against tested acid were the strains of species *Alternaria alternata* (83% - inhibition), *Cladosporium herbarum* (79%), *Fusarium nivale* (70%). The lowest sensitivity was observed in *Penicillium funiculosum* strain (29% inhibition). The concentration of 7 mg.cm⁻³ at pH 4 caused 60% fungal growth inhibition.

Keywords: food spoilage, molds, lactic acid bacteria, phenyllactic acid, antifungal activity

Úvod

Vláknité huby a kvasinky sú dôležité organizmy, ktoré spôsobujú kazenie potravín, fermentovaných mliečnych

výrobkov, syrov, chleba, skladovaných plodín a krmovín ako sú seno a siláž (Gerez et al., 2010). Odhaduje sa, že 5 až 10 % zo svetovej produkcie potravín je znehodnotených v dôsledku pôsobenia húb, čo spôsobuje veľké ekonomické straty (Corsetti et al., 1998).

Na predĺženie trvanlivosti potravín sa používajú rôzne stratégie, napr., tepelné ošetrenie, mrazenie, balenie v modifikovanej atmosfére alebo prídavok chemických konzervačných látok (ako kyselina sorbová, benzoová...) (Gould, 1996). Spotrebitelia sú dnes stále viac znepokojení aplikáciou chemických konzervačných látok do potravín a majú tendenciu si vyberať prírodné, zdravé a bezpečné potraviny (Brul a Coote, 1999). Preto techniky ako biokonzervácia dnes majú veľký význam.

Kyslomliečne baktérie (LAB) po stáročia boli používané ako mikroorganizmy, ktoré bránia rastu nežiaducich (kaziacich) mikroorganizmov produkciou kyseliny mliečnej; navyše sú schopné produkovať ďalšie druhy bioaktívnych molekúl, ako organické kyseliny, mastné kyseliny, peroxid vodíka a bakteriocíny. V posledných rokoch bolo značné úsilie zamerané na identifikáciu a využitie antimykotickej aktivity LAB s cieľom znížiť plesňové znehodnotenie potravín (Voulgari et al., 2010). Medzi takéto antifungálne metabolity patria organické kyseliny, ako je kyselina fenylmliečna (Lavermicocca et al., 2000), bielkovinové zlúčeniny (Magnusson and Schnürer, 2001), reuterin (Chung et al., 1989), cyklické dipeptidy (Ström et al., 2002) a mastné kyseliny (Sjögren et al., 2003).

Na tvorbu kyseliny fenylmliečnej kyslomliečnymi baktériami ako prví poukázali Lavermicocca et al., (2000), ktorí pozorovali jej tvorbu kmeňom *L. plantarum* 21B. Kyselina fenylmliečna bola tiež izolovaná zo supernatantu iných laktobacilov: *L. plantarum* MiLAB 393 (Ström et al., 2002), *L. coryniformis* Si3, *L. plantarum*, *L. alimentarius*, *L. rhamnosus*, *L. sanfranciscensis*, *L. hilgardi*, a niektoré kmene *L. brevis*, *L. acidophilus* a *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc citreu* (Lavermicocca et al., 2003). Naopak, žiadnu fenylmliečnu kyselinu nevytvorili *L. fermentum*, *Weissella confusa* a *Enterococcus faecium* (Armaforte et al., 2006; Valerio et al., 2004). Ďalšie publikácie odhalili skutočnosť, že kyselina fenylmliečna je tiež produkovaná kmeňmi *Pediococcus pentosaceus* (Lavermicocca et al., 2003; Ström et al., 2002), *Geotrichum candidum* (Dieuleveux et al., 1998), a propionibaktériami (Schwenninger et al., 2008) a môže byť všeobecným metabolitom LAB. Počas fermentácie sa tvorí L- a D-forma tejto kyseliny, pričom oba stereoizoméry pôsobia porovnateľne na nežiaduce mikroorganizmy. Kyselina fenylmliečna pôsobí spolu s ostatnými fermentačnými produktmi, ktoré zvyšujú jej účinnosť. Jej účinok na mikrobiálnu bunku je podobný ako u iných organických kyselín.

Cieľom našej práce bolo sledovanie antifungálneho účinku kyseliny D,L-fenylmliečnej o koncentracii 10; 7; 5 a 2,5 mg.cm⁻³ voči vybraným plesniam (*Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *Cladosporium herbarum*, *Fusarium nivale*, *Mucor racemosus*, *Penicillium funiculosum*) v závislosti od pH prostredia (4; 4,5; 5,5).

Experimentálna časť

Kmene plesní

Aspergillus flavus CCM F-108, *Cladosporium herbarum* CCM F-159, *Penicillium funiculosum* CCM F-161 boli získané zo zbierok (Czech Collection of Microorganisms, Brno, ČR) a *Alternaria alternata* KBM-2/91, *Fusarium nivale* KBM 1/89, *Mucor racemosus* KBM 1/90 (Katedra biochémie a mikrobiológie FCHPT STU v Bratislave, SR).

Kultivácia plesní

Všetky použité kmene plesní boli kultivované a uchovávané na šikmom Sabouraudovom agare (IMUNA, Šarišské Michaľany, SR). Kultivácia prebiehala pri laboratórnej teplote po dobu 5 až 10 dní, do dosiahnutia optimálneho mycélia a tvorby spór. Kmene boli preočkovávané raz za mesiac. Pri pokuse boli vždy použité čerstvo pripravené kultúry.

Stanovenie antifungálnej aktivity kyseliny D,L-fenylmliečnej dilučnou metódou

Do Petriho misiek sa naleje 10 ml sterilného Sabouraudovho agaru, v ktorom je rôzna koncentrácia kyseliny D,L-fenylmliečnej (Sigma, Schwitterland). Použité koncentrácie uvedenej kyseliny v médiu boli 10; 7; 5; 2,5 mg.cm⁻³. pH živnej pôdy sa upraví na tri rôzne pH, a to: 4; 4,5 a 5,5. Po stuhnutí živnej pôdy sa do stredu Petriho misiek umiestnia sterilné papierové disky (Whatman 1) priemeru 5 mm, ktoré sa následne inokulujú 5 µl spórovej suspenzie (cca 10³ spór/disk). Pre každú testovanú koncentráciu kyseliny D,L-fenylmliečnej a každé pH sa pripraví trojica Petriho misiek. Ako kontrola K1 sa použijú Petriho misky s agarom bez prídavku kyseliny D,L-fenylmliečnej a kontrola K2 Petriho misky s agarom bez prídavku kyseliny D,L-fenylmliečnej, ale s upraveným pH (4; 4,5; 5,5) pomocou HCl.

Petriho misky sa kultivujú stacionárne pri teplote 25 °C a kinetika ich rastu v prítomnosti testovaných zlúčenín a bez nich sa sleduje meraním priemeru rastúcej kolónie v pravidelných časových intervaloch (Magnusson et al., 2003). Z nameraných údajov sa zostrojí priebeh rastu (závislosť priemeru kolónie od času) a vypočíta sa rýchlosť rastu (μ_m) pre každú koncentráciu kyseliny D,L-fenylmliečnej a hodnotu pH z rastovej krivky podľa Gompertz a (Zwietering et al., 1990) (1):

$$y(t) = A + C * \exp[-\exp(-B(t-M))] \quad (1)$$

A - dolná asymptota, vstupná hodnota priemeru kolónie (mm)

C - rozdiel medzi maximálnou hodnotou priemeru kolónie a vstupnou hodnotou priemeru kolónie (mm)

B - smernica priamky v bode M (deň⁻¹)

M - čas, v ktorom dosiahne špecifická rýchlosť rastu maximum (deň)

$$\mu_m = \frac{B \cdot C}{e} \quad \text{špecifická rýchlosť rastu} \quad (\text{mm} \cdot \text{deň}^{-1});$$

ako aj inhibíciu rastu (IR) (%)

$$IR = \frac{d_{K1} - d_{vz}}{d_{K1}} \times 100 \quad (2)$$

d_{K1} - priemer kolónie plesne na kontrolnej PM (K1) (mm)

d_{vz} - priemer kolónie plesne vzorky pre jednotlivé pH a koncentráciu kyseliny D,L-fenylmliečnej (mm)

Príprava spórového inokula

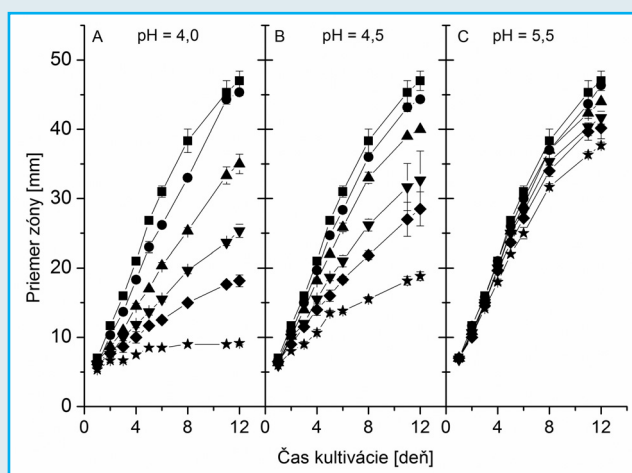
5 ml sterilného 0,1 %-ného vodného roztoku Tweenu 80 (Sigma - Aldrich, USA) sa naleje na vyrastenú kolóniu vláknitej huby a bakteriologickým očkom sa uvoľnia spóry z mycélia. Suspenzia sa filtruje do skúmaviek cez 3-krát preloženú sterilnú gázu. Počet spór sa zistí priamym počítaním v Bürkerovej komôrke. Koncentrácia spór bola upravená na 10⁶ spór na ml fyziologického roztoku (Hudáček et al., 2007).

Výsledky a diskusia

Antifungálna aktivita kyseliny D,L-fenylmliečnej

Kontaminácia potravín a krmovín s nežiaducimi plesňami je vážny problém. Rody plesní ako *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Mucor*, *Penicillium* a *Rhizopus* sú toxické pre biologické systémy. *Aspergillus*, *Fusarium* a *Penicillium* sú najčastejší producenti mykotoxínov (Stiles et al., 2002).

Kyselina fenylmliečna je významným antimikrobiálnym činiteľom so širokým spektrom aktivity voči bakteriálnym a plesňovým patogénom. Antifungálny účinok kyseliny D,L-fenylmliečnej voči zvoleným plesňami sa testoval dilučnou metódou. Pri dilučnej metóde sa testovaná zlúčenina inkorporovala do agarizovaného kultivačného média. V prítomnosti rôznych koncentrácií účinnej látky v médiu sa sledoval jej vplyv na rast a rozmnožovanie vybraných



Obr. 1 Vplyv pH a koncentrácie kyseliny D,L-fenylmliečnej na rast *Cladosporium herbarum*: K 1 (■) (Petriho misky s agarom bez prídavku kyseliny D,L-fenylmliečnej); K 2 (●) (Petriho misky s agarom bez prídavku kyseliny D,L-fenylmliečnej, ale s upraveným pH (4; 4,5; 5,5) pomocou HCl); 2,5 mg.cm⁻³ (▲); 5,0 mg.cm⁻³ (▼); 7,0 mg.cm⁻³ (◆); 10,0 mg.cm⁻³ (★)

Tab. 1 Rýchlosť rastu testovaných plesní pri rôznej koncentrácii kyseliny D,L-fenylmliečnej a rôznom pH

Testované plesne	Koncentrácia kyseliny D,L-fenylmliečnej [mg.cm ⁻³]	rýchlosť rastu [mm/deň]		
		pH=4	pH=4,5	pH=5,5
<i>Alternaria alternata</i>	K1	8,7	8,7	8,7
	K2	5,7	8,1	8,6
	2,5	3,6	7,3	8,6
	5	3,1	6,2	7,5
	7	2,2	4,9	7,0
	10	0,6	3,2	5,9
<i>Aspergillus flavus</i>	K1	11,0	11,0	11,0
	K2	9,5	9,8	10,8
	2,5	9,4	9,8	10,3
	5	7,7	9,6	10,2
	7	6,9	9,6	10,2
	10	6,2	9,5	10,1
<i>Cladosporium herbarum</i>	K1	4,6	4,6	4,6
	K2	3,9	4,5	4,8
	2,5	2,8	3,8	4,8
	5	1,9	2,8	4,6
	7	1,3	2,0	4,6
	10	0,9	1,1	3,6
<i>Fusarium nivale</i>	K1	2,6	2,6	2,6
	K2	2,0	2,6	2,8
	2,5	1,4	2,1	2,6
	5	0,8	2,0	2,4
	7	0,5	1,4	2,3
	10	0,2	1,0	2,15
<i>Mucor racemosus</i>	K1	1,4	1,4	1,4
	K2	1,2	1,4	1,4
	2,5	1,1	1,4	1,4
	5	1,0	1,3	1,4
	7	0,8	1,2	1,3
	10	0,6	1,1	1,3
<i>Penicillium funiculosum</i>	K1	9,6	9,6	9,6
	K2	8,8	9,0	9,4
	2,5	8,6	9,1	9,6
	5	7,4	9,0	9,5
	7	6,6	8,5	9,0
	10	4,8	7,5	8,6

Poznánka: K1 - Petriho misky s agarom bez prídavku kyseliny D,L-fenylmliečnej;
K2 - Petriho misky s agarom bez prídavku kyseliny D,L-fenylmliečnej, ale s upraveným pH (4; 4,5; 5,5) pomocou HCl.

plesní. Na testovanie sa použili nasledovné koncentrácie kyseliny D,L-fenylmliečnej: 10; 7; 5; 2,5 mg.cm⁻³ pri troch rôznych pH hodnotách média (4; 4,5 a 5,5). Kinetika rastu plesní v prítomnosti testovaných zlúčenín a bez nich sa sledovala meraním priemeru rastúcej kolónie v nami zvolených časových intervaloch. Všeobecne možno konštatovať, že intenzita rastu je nepriamo úmerná koncentracii antimikrobiálne aktívnej látky v živnom médiu.

Veľkosť priemeru kolónií plesní v závislosti od času kultivácie pri rôznych koncentráciách kyseliny D,L-fenylmliečnej resp. pH sú znázornené na obr. 1 (ako príklad pre *Cladosporium herbarum*) a rýchlosť rastu vypočítaná z rastových kriviek pre nami testované plesne je uvedená v tab. 1.

Antifungálnu aktivitu kyseliny D,L-fenylmliečnej možno dobre posúdiť tiež z priebehu rastových kriviek. Čím sú rastové krivky pre jednotlivé koncentrácie kyseliny vzdialenejšie od rastových kriviek pre kontrolu K1 a K2 (krivky tvoria široký vejár), tým je aktivita danej koncentrácie kyseliny vyššia (obr. 1A). Čím je vejár užší (krivky sú tesnejšie pri sebe), aktivita danej koncentrácie kyseliny je nižšia (obr. 1C).

Percento inhibície rastu testovaných plesní vypočítané pre jednotlivé koncentrácie kyseliny D,L-fenylmliečnej pri rôznom pH je uvedené v tab. 2.

Ako z výsledkov vyplýva, najväčší antifungálny účinok bol pozorovaný pri najvyššej testovanej koncentrácii kyseliny D,L-fenylmliečnej - 10 mg.cm⁻³ pri pH 4. Jej antifungálna účinnosť klesala so stúpajúcim pH. Najcitlivejšie voči kyseline boli plesne *Alternaria alternata* (83 % - inhibícia), *Cladosporium herbarum* (79 %), *Fusarium nivale* (70 %). Najmenej citlivá bola pleseň *Penicillium funiculosum* (29 %-inhibícia). Koncentrácia kyseliny 7 mg.cm⁻³ pri pH 4 mala pre uvedené plesne asi 60 % inhibíciu rastu a koncentrácia 5 mg.cm⁻³ len 40-50 % inhibíciu. Pri týchto testovaných koncentráciách bol najmenej citlivý *Penicillium funiculosum* (26, resp. 16 % inhibícia).

Naše zistenia a zistenia prezentované vo viacerých štúdiách indikujú, že kyselina D,L-fenylmliečna má významný potenciál pre praktickú aplikáciu ako antimikrobiálneho agensu v potravinárskom priemysle v dôsledku jej širokej inhibičnej aktivity proti rozličným plesniam prenášaných potravinami. Rôzne druhy plesní majú potenciál produkovať bioaktívne sekundárne metabolity vrátane mykotoxínov. Lavermicocca et al., 2003 dokumentujú, že v ich experimentoch minimálna fungicídna koncentrácia

Tab. 2 Vplyv pH na aktivitu kyseliny D,L-fenylmliečnej voči testovaným plesniam

Koncentrácia kyseliny D,L-fenylmliečnej [mg.cm ⁻³]	Testované plesne	% inhibície rastu		
		pH=4	pH=4,5	pH=5,5
10	<i>Alternaria alternata</i>	83	48	25
	<i>Aspergillus flavus</i>	36	10	6
	<i>Cladosporium herbarum</i>	80	58	17
	<i>Fusarium nivale</i>	70	40	23
	<i>Mucor racemosus</i>	46	30	12
	<i>Penicillium funiculosum</i>	29	13	6
	7	<i>Alternaria alternata</i>	58	32
<i>Aspergillus flavus</i>		28	7	1
<i>Cladosporium herbarum</i>		60	37	9
<i>Fusarium nivale</i>		63	37	18
<i>Mucor racemosus</i>		32	25	17
<i>Penicillium funiculosum</i>		25	5	2
5		<i>Alternaria alternata</i>	41	19
	<i>Aspergillus flavus</i>	17	3	0,4
	<i>Cladosporium herbarum</i>	47	27	8
	<i>Fusarium nivale</i>	51	24	15
	<i>Mucor racemosus</i>	18	9	0
	<i>Penicillium funiculosum</i>	16	1	0

pre *A. ochraceus* a *P. verrucosum* (oboch producentov ochratoxínu A) boli 7,5 a 5 mg.cm⁻³, kým pre *A. niger* ITEM 5132 a FTDC 3227 bola pozorovaná len inhibícia rastu. *P. citrininum* je známy producent nefrotického mykotoxínu citrinín. Tri kmene produkujúce citrinín, boli inhibované koncentráciou 7,5 mg.cm⁻³ kyseliny fenylmliečnej. Kyselina fenylmliečna vykazovala fungicídnu aktivitu voči 13 zo 14 testovaných druhov plesní. Týchto 13 druhov zahŕňa potenciálne toxigenné organizmy ako *A. ochraceus*, *A. flavus*, *P. roqueforti*, *P. verrucosum* a *P. citrininum*. To indikuje, že aplikácia kyseliny fenylmliečnej na redukciu húb v potravinárskom systéme má jasnú výhodu v porovnaní s teraz všeobecne používanou ochranou v pekárstve (k. propiónová a jej soli), ktoré pôsobia fungistatickým mechanizmom, ktorý spôsobuje len dočasnú inhibíciu mikrobiálneho rastu. Podobné sú účinky iných slabých konzervačných kyselín (propiónová, benzoová, sorbová...) a organických kyselín (mliečna, mravčia, citrónová, octová atď...). Bolo dokázané, že aktivita kyseliny fenylmliečnej (pK 3,46) je závislá od pH a jej mechanizmus pôsobenia trochu súvisí s lipolytickými vlastnosťami, ktoré umožňujú nedisociovanú formu prejsť mikrobiálnou membránou (Gould, 1996). Koncentrácie kyseliny fenylmliečnej, ktoré majú antifungálnu aktivitu proti plesniam sú všeobecné nižšie ako tie, ktoré sú potrebné pre antibakteriálnu aktivitu. Antimikrobiálna aktivita kyseliny fenylmliečnej na *L. monocytogenes* bola 13 mg.cm⁻³ a na humánne patogény (*S. aureus*, *E. coli*, *A. hydrophila*) 20 mg.cm⁻³ (Dieuleveux et al., 1998).

Lavermicocca et al., 2003 pozorovali významný efekt kyseliny fenylmliečnej pri pH 4. Toto pH bolo preskúmané pre jeho širšiu aplikáciu v reálnych potravinových systémoch; pri tomto pH koncentrácie nižšie než 7,5 mg.cm⁻³ boli dostatočné na inhibíciu viac ako 50 % rastu húb a relevantné spomalenie rastu pre všetky testované kmene. Spomalenie rastu pozorované v ich experimentoch je veľmi významné pre predĺženie trvanlivosti potravinárskych výrobkov.

Preto kyselina fenylmliečna, ako ďalšia antibakteriálna substancia produkovaná laktobacilmi, predstavuje sľubnú prírodnú možnosť pre kontrolu kontaminantov v potravinovom systéme. Navyše výhodou v porovnaní s inými zložkami, ako napríklad kyselina octová, je zjavný nedostatok vône roztoku kyseliny fenylmliečnej.

Záver

V súčasnom období sa v celosvetovom meradle zdôrazňuje bezpečnosť potravín z rôznych hľadísk. Z mikrobiologického hľadiska to znamená predovšetkým neprítomnosť patogénnych a toxigénnych mikroorganizmov vyvolávajúcich kazenie potravín resp. ochorenia z potravín. Kyselina fenylmliečna je organická kyselina produkovaná viacerými kmeňmi baktérií mliečneho kysnutia, je významnou antimikrobiálnou látkou so širokým spektrom aktivít voči baktériám a plesniam. Schopnosť kyseliny fenylmliečnej pôsobiť ako fungicíd ponúka nové

perspektívy pre možnosť využitia tejto prirodzenej antimikrobiálnej zlúčeniny pre kontrolu plesňových kontaminantov a rozšíriť trvanlivosť potravín a krmív.

Spomalenie rastu vybraných plesní pozorované v experimentoch je veľmi významné pre predĺženie trvanlivosti potravinárskych výrobkov.

Podakovanie:

Práca bola podporená projektom APVV 07/0158 a VEGA 1/0798/12

Literatúra:

- ARMAFORTE, E., CARRI, S., FERRI, G., CABONI, M.F. 2006. High-performance liquid chromatography determination of phenyllactic acid in MRS broth. *Journal of Chromatography A*, 1131, 281-285.
- BRUL, S., COOTE, P. 1999. Preservative agents in foods. Mode of action and microbial resistance mechanisms. *International Journal of Food Microbiology*, 50, 1-17.
- CORSETTI, A., GOBEBETTI, M., ROSSI, J., DAMIANI, P. 1998. Antimould activity of sourdough lactic acid bacteria: Identification of a mixture of organic acids produced by *Lactobacillus sanfrancisco* CB1. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 50, 253-256.
- CHUNG, T.C., AXELSSON, L., LINDGREN, S.E., DOBROGOSZ, W.J. 1989. In vitro studies on reuterin synthesis by *Lactobacillus reuteri*. *Microbial Eco Health Disease*, 2, 137-144.
- DIEULEVEUX, V., LEMARINIER, S., GUEGUEN, M. 1998. Antimicrobial spectrum and target site of D-3-phenyllactic acid. *International Journal of Food Microbiology* 40, 177-183.
- GEREZ, C.L., CARBAJO, M.S., ROLLÁN, G., TORRES LEAL, G., FONT DE VALDEZ, G. 2010. Inhibition of citrus fungal pathogens by using lactic acid bacteria. *Journal of Food Science*, 75 (6), 354-359.
- GOULD, G. W. 1996. Industry perspectives on the use of natural antimicrobials and inhibitors for food applications. *Journal of Food Protection*, 59, 82-86.
- HUDÁČEK, J., ZALÁN, Z., CHUMCHALOVÁ, J., HALÁSZ, A. 2007. Antifungálny účinok laktobacilov na plesne rodu *Fusarium* a *Aspergillus*. *Chemické Listy*, 101, 730-737.
- LAVERMICOCCA, P., VALERIO, F., EVIDENTE, A., LAZZARONI, S., CORSETTI, A., GOBETTI, M. 2000. Purification and characterization of novel antifungal compounds from the sourdough *Lactobacillus plantarum* strain 21B. *Applied and Environmental Microbiology*, 66, 4084-4090.
- LAVERMICOCCA, P., VALERIO, F., VISCONTI, A. 2003. Antifungal activity of phenyllactic acid against molds isolated from bakery products. *Applied and Environmental Microbiology*, 69, 634-640.
- MAGNUSSON, J., STRÖM, K., ROOS, S., SJÖGREN, J., SCHNÜRER, J. 2003. Broad and complex antifungal activity among environmental isolates of lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Letters*, 219, 129-135.
- MAGNUSSON, J., SCHNÜRER, J. 2001. *Lactobacillus coryniformis* subsp. *coryniformis* strain Si3 produces a broad-spectrum proteinaceous antifungal compound. *Applied and Environmental Microbiology*, 67, 1-5.
- STRÖM, K., SJÖGREN, J., BROBERG, A., SCHNÜRER, J. 2002. *Lactobacillus plantarum* MiLAB 393 produces the antifungal cyclic dipeptides cyclo(L-Phe-L-Pro) and cyclo(L-Phe-trans-4-OH-L-Pro) and phenyl lactic acid. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 4322-4327.
- SCHWENNINGER, S.M., LACROIX, C., TRUTTMANN, S., JANS, C., SPÖRDLI, C., BIGLER, L., MEILE, L. 2008. Characterization of low-molecular-weight antiyeast metabolites produced by a foodprotective *Lactobacillus-Propionibacterium* coculture. *Journal of Food Protection*, 71, 2481-2487.
- SJÖGREN, J., MAGNUSSON, J., BROBERG, A., SCHNÜRER, J., KENNE, L. 2003. Antifungal 3-hydroxy fatty acids from *Lactobacillus plantarum* MiLAB 14. *Applied Environmental Microbiology*, 69, 7554-7557.
- STILES, J., PENKAR, S., PLOCKOVÁ, M., CHUMCHALOVÁ, J., BULLERMAN, L. B. 2002. Antifungal activity of sodium acetate and *Lactobacillus rhamnosus*. *Journal of Food Protection*, 65, 1188.

- STRÖM, K., SJÖGREN, J., BROBERG, A., SCHNÜRER, J. 2002. *Lactobacillus plantarum* MiLAB 393 produces the antifungal cyclic dipeptides cyclo(L-Phe-L-Pro) and cyclo(L-Phe-trans-4-OH-L-Pro) and phenyl lactic acid. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 4322-4327.
- VALERIO, F., LAVERMICOCCA, P., PASCALE, M. & VISCONTI, A. 2004. Production of phenyllactic acid by lactic acid bacteria: an approach to the selection of strains contributing to food quality and preservation. *FEMS Microbiology Letters*, 233, 289-295.
- VOULGARIS, K., HATZIKAMARI, M., DELEPOGLOU, A., GEORGAKOPOULOS, P., LITOPOULOU-TZANETAKI, E., TZANETAKIS, N. 2010. Antifungal activity of non-starter lactic acid bacteria isolates from dairy products. *Food Control*, 21, 136-142.
- ZWIETERING, M.H., JONGENBURGER, I., ROMBOUITS, F.M., van't RIET, K. 1990. Modeling of the bacterial growth curve. *Applied of Environmental Microbiology*, 56, 1875-1881.

Přijato do tisku: 13. 1. 2014

Lektorováno: 30. 1. 2014

NÁSTROJ PRO VÝVOJ ZLEPŠOVÁNÍ INFORMAČNÍ VÝTĚŽNOSTI DAT Z MLÉKAŘSKÝCH POKUSŮ, KONTROLY UŽITKOVOSTI A PORADENSTVÍ KE KVALITĚ MLÉKA DF-REPORT (Dairy Farming - Report, Mastitis)

Michal Hájek¹, Jan Říha², Petr Urban¹, Oto Hanuš², Pavel Kopunec¹, Růžena Seydlová², Jindřich Kvapilík³, Petr Roubal², Marcela Klimešová - Vyletělová²

¹ Českomoravská společnost chovatelů a.s., Praha

² Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Praha

³ Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., Praha Uhřetěves

A tool for development of information data recovery improvement from dairy experiments, milk recording and advisory service to milk quality DF-Report (Dairy Farming - Report, Mastitis).

Abstrakt

DF-Report je softwarový (SW) modul pro efektivní využití informací z mlékařských experimentů, rutinní kontroly mléčné užitkovosti a poradenství ke kvalitě mléka. Může tak působit jako zpětná vazba pro zlepšení praktického využití výsledků z různých zdrojů v mlékařství k podpoře welfare a zdraví zvířat a kvality mléka. DF-Report je zaměřen na strukturovanou hierarchickou klasifikaci technologických podmínek v mlékařství. Dále je tato klasifikace vztažena k výsledkům měření mléčných ukazatelů v daných technologických podmínkách a umožňuje tak efektivnější využití výsledků. Z hodnocení na principu

zpětné vazby lze odvozovat preventivní opatření v mléčném chovu proti výskytu mlékařských problémů. Cílem je zvýšení kvality mléka, provozní jistoty chovatele a bezpečnosti mléčného potravinového řetězce. DF-Report byl vyvinut jako autorizovaný software (ASW) na základě vlastních výsledků výzkumu a poradenství při zohlednění příslušných literárních pramenů. DF-Report je v použití Českomoravské společnosti chovatelů a.s., Praha.

Klíčová slova: dojnice; stájová technologie; kontrola užitkovosti; dojivost; mléčné ukazatele

Abstract

DF-Report is software (SW) module for effective information exploitation from dairy experiments, routine milk recording and advisory service to milk quality. It can also take effect as feedback for improvement of practice exploitation of results from various dairy sources to support animal welfare and health and milk quality. DF-Report is focused on structured hierarchy classification of technological conditions in dairying. Further, this classification is linked to results of measurement of milk indicators under relevant technological conditions and it makes possible more effective result exploitation in this way. It is possible to derive the preventive measures against occurrence of dairy troubles in dairy herd according to evaluation on feedback principle. The goal is increase of milk quality, farmer operational certainty and milk food chain safety. DF-Report was developed as authorized software (ASW) on the basis of own research and advisory service results with respect to relevant literature references. DF-Report is in use of Czech-Moravia Breeders Corporation, Prague.

Key words: dairy cow; stable technology; milk recording; milk yield; milk indicators

Úvod

Sledování kvality syrového mléka označili BAUMGARTNER et al. (2000) a další odborníci jako důležitou společenskou zakázku. Proto má smysl podpořit metody, které mohou vést ke zlepšování kvality syrového mléka, jako důležitého předpokladu dobré spotřebitelské kvality mléčných výrobků a bezpečnosti mléčného potravinového řetězce. Toho lze dosáhnout dalším zefektivněním využití mlékařských ukazatelů jako specifikace technologie chovu, plemene, dojivosti a dalších vhodných mléčných ukazatelů, tedy jejich sofistikovaným zpracováním, tzn. průběžným vyhodnocováním ve vzájemných vazbách a časové dynamice. Za tím účelem byl založen výzkumný projekt NAZV KUS QJ1210301 - Výzkum, nové produkty a služby pro vytvoření centra prevence, detekce a podpory léčby mastitidy - s víceoborovým pracovním kolektivem.

Cílem bylo navrhnout portál Mastitis (DF-Report) s propojenými informacemi o chovech dojnic, použitých technologiích, kontrole mléčné užitkovosti (KU), specifických mlékařských experimentech a praktické poradenské činnosti, aby byl získán nástroj, umožňující další