

Literatura

- Bleha, M., Novák, L., & Černín, A. (2014). Ionově selektivní materiály a membrány. V L. Novák (Editor), *Elektromembránové procesy* (stránky 101-119). Praha: VŠCHT Praha.
- Boer de, R. (2014). *From Milk By-Products to Milk Ingredients*. Chichester: Wiley Blackwell.
- Bouzek, K., Paidar, M., Novák, L., & Černín, A. (2012). Elektromembránové procesy. V Z. Palatý (Editor), *Membránové procesy* (str. 158). Praha: VŠCHT Praha.
- Dufton, G., Mikhaylin, S., Gaalou, S., & Bazinet, L. (2018). How electro-dialysis configuration influences acid whey deacidification and membrane scaling. *Journal of Dairy Science*, 101(9), stránky 7833-7850.
- Chen, G., Eschbach, F., Weeks, M., Gras, S., & Kentish, S. (2016). Removal of lactic acid from acid whey using electrodialysis. *Separation and Purification Technology* (158), stránky 230-237.
- MEGA a.s. (nedatováno). *Membranes*. Získáno 12. 12 2018, z <https://www.mega.cz/membranes/#what-we-do>
- Mulder, M. (1996). *Basic Principles of Membrane Technology 2nd ed.* Kluwer Academic Publishers.
- Noble, R. D., & Stern, S. A. (1995). *Membrane Separations Technology, Principles and Applications*. Elsevier Science B.V.
- Sata, T. (2004). *Ion Exchange Membranes : Preparation, Characterization, Modification and Application*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Scháfer, A. I., Fane, A., & Waite, T. D. (2005). *Nanofiltration. Principles and Applications*. Oxford: Elsevier Advanced Technology.

Korespondující autor: Ing. Jiří Ečer

MemBrain s.r.o., Pod Vinicí 87,
471 27 Stráž pod Ralskem
e-mail: jiri.ecer@membrain.cz

Přijato do tisku: 17. 7. 2019

Lektorováno: 27. 7. 2019

RŮST LAKTOBACILŮ A BIFIDOBACTERIÍ NA MÉDIU S PŘÍDAVKEM MIKROSKOPICKÝCH ŘAS

**Gabriela Krausová¹, Kateřina Karpíšková²,
Jana Smolová¹, Simona Lucáková³, Tomáš Brányik²**

¹ Výzkumný ústav mlékařenský s.r.o., Oddělení Mikrobiologie a Technologie, Ke Dvoru 12a, 160 00, Praha 6

² Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav Biotechnologie, Technická 5, 160 00, Praha 6

³ Ústav chemických procesů AV ČR, v.v.i., Rozvojová 1/135, 165 02 Praha 6

Growth of lactobacilli and bifidobacteria on the medium containing microalgae

Abstrakt

Řasy a sinice mají v současné době velký potenciál, a to zejména pro potravinářství, kde jsou používány jako potravinářské aditivum. Díky svým nutričním hodnotám a zdraví prospěšným účinkům se využívají k výrobě

doplňků stravy z mikrořas zejména rod *Chlorella* a z řad sinic rod *Spirulina*. Mikrořasy představují bohatý zdroj nutričně cenných látek, mezi které patří proteiny, vitaminy, pigmenty, antioxidanty, nenasycené mastné kyseliny a v neposlední řadě oligo- a poly-sacharidy, které mohou sloužit jako energetický zdroj pro střevní bakterie a tím působit prebioticky. Cílem práce bylo testování prebiotického účinku biomasy *Spiruliny* na bakterie z rodů *Lactobacillus* (5 kmenů) a *Bifidobacterium* (3 kmeny). Experiment byl proveden jak s biomasou komerčně dostupné *Spiruliny* zakoupené v tržní síti, tak s biomasou laboratorně vykultivované sinice. Pozitivní prebiotický efekt byl v případě laboratorně vykultivované *Spiruliny* pozorován u dvou kmenů laktobacilů, a to u *Lbc. animalis* CCDM 382 a *Lbc. acidophilus* CCDM 151. U ostatních testovaných kmenů nebyl prebiotický efekt nijak významný, ale zároveň nedošlo ani k inhibici růstu. V případě komerčně dostupné *Spiruliny* byl pozorován pozitivní prebiotický efekt u všech testovaných kmenů (8), přičemž nárůst bakterií se zvyšoval se zvyšujícím se přídatkem biomasy. Na základě získaných výsledků je možné konstatovat, že *Spirulina* může působit prebioticky, a to zvyšováním počtu probiotických bakterií, přičemž tato schopnost je kmenově a substrátově specifická. Bylo prokázáno, že existují rozdíly v prebiotickém působení mezi laboratorně vykultivovanou a komerčně dostupnou *Spirulinou*. Lze předpokládat, že úlohu bude hrát forma a způsob zpracování biomasy, zdroj a původ *Spiruliny*, rozdíly mohou být zapříčiněny také odlišnými podmínkami kultivace a následným zpracováním, zejména ve stupni dezintegrace buněk.

Klíčová slova: *Spirulina*, *Arthrospira platensis*, prebiotika, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*

Abstract

Algae and cyanobacteria are nowadays of great potential, especially for the food industry, where they are used as a food additive. Thanks to their nutritional value and beneficial effects on health, the genus *Chlorella* (microalgae) and the genus *Spirulina* (cyanobacteria) are commonly used as food supplements. Microalgae and cyanobacteria represent a rich source of nutritionally valuable substances, including proteins, vitamins, pigments, antioxidants, unsaturated fatty acids and, last but not least, oligo- and poly-saccharides, which can serve as an energy source for gut bacteria and thus serve as prebiotics. The aim of the study was to test the prebiotic effect of *Spirulina* biomass on bacteria from the genera *Lactobacillus* (5 strains) and *Bifidobacterium* (3 strains). The experiment was performed with both the commercially available *Spirulina* biomass and the laboratory-cultivated *Spirulina* biomass. A positive prebiotic effect of laboratory-cultivated *Spirulina* was observed in two lactobacilli strains, in *Lbc. animalis* CCDM 382 and *Lbc. acidophilus* CCDM 151. In the rest of the strains tested, the prebiotic effect was not significant but there

was no growth inhibition either. In the case of commercially available *Spirulina*, a positive prebiotic effect was observed in all strains tested (8), wherein, the growth of bacteria increased with the concentration of the biomass. Based on the results obtained, *Spirulina* can act as prebiotic by increasing the number of probiotic bacteria, while this ability is strain- and substrate- specific. It has been shown that there are differences in the prebiotic effect between the laboratory-cultivated and commercially available *Spirulina*. It can be assumed that the form and the method of processing of biomass will play a role. Differences may also be due to different cultivation conditions and subsequent processing, particularly in the cell disintegration stage.

Keywords: *Spirulina*, *Arthrospira platensis*, prebiotics, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*

Úvod

Řasy používané pro lidskou výživu mohou být produkovány v mnoha podobách od prášků a tablet, až po extrakty v podobě tekutin. Mohou být také používány jako potravinářské aditivum, vzhledem ke své charakteristické chuti a barvě. *Chlorella* společně se *Spirulinou* jednoznačně vládou světovému trhu s mikroskopickými řasami (resp. trhu s funkčními potravinami), který je v posledních letech velmi dynamicky se rozvíjejícím sektorem. Použití mikrořas a produktů z nich v potravinářském průmyslu nicméně stále naráží na několik limitací. Produkce mikrořas (biomasy) a zejména pak další zpracování řasové biomasy (desintegrace, extrakce apod.) ve velkém měřítku je stále ještě ekonomicky poměrně náročná. Kromě toho existují také legislativní překážky v podobě schvalovacích procesů regulačními orgány. V současné době jsou pro potravinářství schválené pouze rody *Chlorella* a *Spirulina*, nicméně na seznamu potravin nového typu (Prováděcí nařízení komise (EU) 2017/2470 ze dne 20.12.2017) se vyskytují také například oleje z mikrořas *Schizochytrium* sp. bohatý na DHA a EPA, které jsou schválené pro širokou škálu použití od mléčných výrobků, přes cereálie či rozstíratelné tuky až po doplňky stravy. Další schválenou mikrořasou je *Tetraselmis chuii*, mořská zelená mikrořasa spadající do čeledi *Chlorodendrales* s možností použití do omáček, ochucovadel a doplňků stravy. Limitujícím faktorem pro využití v potravinářství je senzorycká přijatelnost výrobků s přidanými mikrořasami, kdy velmi záleží na přidané dávce. Přestože mikrořasy přinášejí do potravin mnoho zdravotních benefitů, nemůže být jejich dávka natolik vysoká, aby se to významně promítlo v konečném složení výrobku a mohli bychom tedy použít některé ze zdravotních tvrzení (např. se zvýšeným obsahem ALA apod.).

Spirulina je mnohobuněčná, vláknitá, spirálovitě stočená, ubikvitní sinice. Kmen sinice, neboli *Cyanobacteria*, se řadí mezi prokaryotické, fotoautotrofní mikroorganismy do domény *Bacteria*, čeledi *Oscillatoriaceae* (Bhatia a kol., 2017). *Spirulina* je díky své vysoké

nutriční hodnotě často vyhledávána současnou populací. Obsahuje významné množství proteinů, esenciálních aminokyselin, dlouhých polynenasycených mastných kyselin, vitaminů, minerálů a pigmentů. Zhruba 60 až 70 % její sušiny tvoří proteiny. *Chlorella* i *Spirulina* akumulují vysoce kvalitní proteiny s vyváženým aminokyselinovým profilem dle WHO doporučení týkajících se lidských esenciálních aminokyselin (Caporgno a kol., 2018). Další významnou složkou ve složení *Spiruliny* jsou polynenasycené mastné kyseliny, které tvoří 1,5 až 2 % z celkového množství lipidů. Lipidy tvoří asi 5 až 6 % biomasy. 36 % přítomných mastných kyselin pak zastupuje γ -linolenová kyselina, ale lze nalézt i α -linolenovou kyselinu, kyselinu linolovou, stearidonovou, eikosapentaenovou, dokosahexaenovou a arachidonovou. Zastoupení esenciálních minerálů v biomase je přibližně 7 % a zahrnuje například draslík, vápník, sodík, hořčík, chrom, měď, železo, mangan, fosfor, selen a zinek. *Spirulina* má ve svém složení také hodně vitamínu B1 (thiaminu), vitamínu B2 (riboflavinu), B3 (nikotinamidu), B6 (pyridoxinu), B9 (kyseliny listové), B12 (kobalaminu), vitamínu C, D a E. Jelikož se jedná o modrozelenou sinici nelze opomenout pigmenty, například chlorofyl a, xantofyl, beta-karoten, echinenon, myxoxanthofyl, zeaxantin, kantaxantin, diatoxantin, C-fykocyanin a allofykocyanin. Tato barviva přinášejí významné zdravotní benefity, například fykocyanin patřící do skupiny fykobiliproteinů vykazuje antioxidační, protizánětlivé či neuroprotektivní účinky (Romay a kol., 2003). V neposlední řadě *Spirulina* obsahuje přibližně 13,5 % sacharidů, které jsou složeny převážně z glukosy společně s rhamnosou, mannosou, xylosou, galaktosou a dvěma cukry, 2-O-methyl-L-ranosou a 3-O-methyl-L-ranosou. Přítomný je i spirulan vápenatý (Ca-SP), což je sulfátovaný polysacharid, který lze ze *Spiruliny* izolovat. Sulfátované polysacharidy mají obecně důležité bioaktivní vlastnosti, např. antioxidační, antikoagulační, antitrombotické, antivirové a antitumorové (Beheshtipour a kol., 2013; El-Baky a kol., 2014; Vo a kol., 2015). Právě díky obsahu poly-a oligosacharidů, mohou mít potraviny doplněné o řasovou biomasu i další pozitivní vlivy, mezi které patří také prebiotický účinek. Výsledky výzkumů naznačují jejich pozitivní vliv na růst prospěšných střevních bakterií rodů *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* a *E. coli* (Pulz a kol., 2004). Kromě oligo- a poly-sacharidů mohou mít pozitivní vliv na bakteriální nárůst také další látky obsažené v mikrořasách, jako např. polyfenoly, polynenasycené mastné kyseliny, příp. další bioaktivní látky zde přítomné. Přídavek řas *C. vulgaris* nebo *Arthrospira platensis* (*Spirulina*) má také pozitivní vliv na růst a životaschopnost bakterií *L. acidophilus* a *Bif. lactis* v jogurtu (Beheshtipour a kol., 2012). Cílem této práce bylo testování možného prebiotického účinku laboratorně vykultivované biomasy *Spiruliny* a *Spiruliny* zakoupené v tržní síti na některé komerčně známé prebiotické i potenciálně prebiotické sbírkové kmeny z rodů *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*.

Materiál a metodika

Použité mikroorganismy

Ke stanovení prebiotického účinku byl vybrán soubor osmi kmenů (Tabulka 1) z rodů *Lactobacillus* (5) a *Bifidobacterium* (3) pocházejících ze Sbírký mlékařských mikroorganismů Laktoflora® (Tábor, ČR). Komerčně používaný probiotický kmen *Bif. animalis* Bb12 byl obstarán z f. Chr. Hansen (Starovice, ČR) a kmen *Lbc. casei* Lafti z Mikrobiologického ústavu AV ČR.

Tabulka 1 Seznam použitých mikroorganismů

kmeny
<i>Lbc. acidophilus</i> CCDM 151
<i>Lbc. animalis</i> CCDM 382
<i>Lbc. casei</i> Lafti
<i>Lbc. paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> CCDM 213
<i>Lbc. plantarum</i> CCDM 182
<i>Bif. animalis</i> Bb12
<i>Bif. bifidum</i> CCDM 559
<i>Bif. breve</i> CCDM 562

Spirulina – zdroje, kultivace, získávání

Za účelem stanovení prebiotického efektu byla použita *Spirulina* ze dvou zdrojů, a) komerčně zakoupená *Spirulina* ve formě prášku (f. Allnature, s.r.o., ČR, *Spirulina* prášek BIO, č. šarže: L13/03/2019, země původu: Čína) a b) laboratorně vykultivovaná *Spirulina*. Kultivace probíhala na pracovišti Ústavu chemických procesů AV ČR, a to ve skleněných fotobioreaktorech s kónickým dnem o objemu 350 ml, vždy po dobu jednoho týdne při teplotě 30 °C. Obsah válců byl probubláván vzduchem obohaceným o 2 % CO₂ při střídavém osvětlení denním světlem a umělém osvětlení pomocí světelného panelu s intenzitou 400 μmol/m²s. Jako kultivační médium bylo použito Zarrouk's médium (viz Tabulka 2), vysterilováno v autoklávu po dobu 20 minut při teplotě 120 °C a tlaku 101,3 kPa. Po kultivaci byla stanovena koncentrace biomasy gravimetricky. Kultivační médium s naprodukovanou biomasou bylo odstředěno centrifugací (4500 otáček/min, 10 min) a po odlití supernatantu byl sediment s buňkami *Spiruliny* vysušen v sušárně do konstantní hmotnosti při teplotě 65 °C. Z rozdílu hmotností zkumavek s biomasou a samotných zkumavek byla vypočítána hmotnost čisté biomasy. Následně byla *Spirulina* separovaná pomocí filtrace za sníženého tlaku. V dalším kroku byla provedena dezintegrace buněk *Spiruliny*, a to, za účelem zvýšení dostupnosti bioaktivních, energetických a dalších látek nacházejících se intracelulárně pro prebiotické bakterie. Na dezintegraci byl použit ruční homogenizátor (Ultra-Turrax T18 basic) za pomoci pufru PBS a CaCl₂ s následnou centrifugací (5000 otáček/min, 5 min). Výsledek dezintegrace byl posuzován jak vizuálně, na základě intenzity zbarvení uvolněným barvivem fykocyaninem, tak pomocí spek-

trofotometrické kvantifikace při vlnové délce 622 nm (absorpční maximum fykocyaninu). Po dezintegraci byla biomasa usušena v sušárně při teplotě 65 °C po dobu 24 hod. Následně se vysušená biomasa rozemlela na jemný prášek, převedla se do plastových zkumavek a skladovala při teplotě -18 °C.

Tabulka 2 Zarrouk's médium

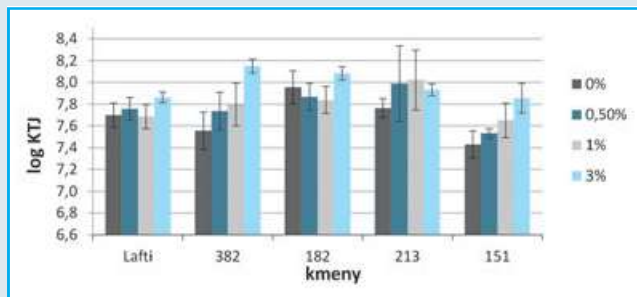
složka	množství (g/l)
NaNO ₃	2,50
NaCl	1,00
CaCl ₂	0,03
K ₂ SO ₄	1,00
MgSO ₄ · 7 H ₂ O	0,08
K ₂ HPO ₄	0,50
NaHCO ₃	10,50
Na ₂ CO ₃	7,60
FeSO ₄ · 7H ₂ O	0,01
EDTA	0,08
roztok stopových prvků	1 ml

Testování prebiotického účinku *Spiruliny*

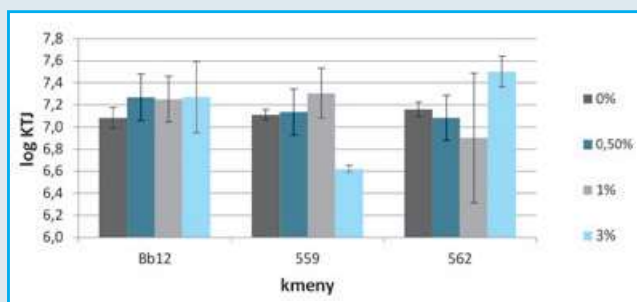
Prebiotický účinek laboratorně získané a komerčně dostupné *Spiruliny* byl testován v basálním médiu bez přídavku a s přídavkem *Spiruliny* 0,5%, 1% a 3% (w/v) jako jediného uhlíkatého zdroje. Složení (na 1 L) basálního média bylo následující: pepton (10 g), trypton (10 g), kvasničný extrakt (5 g) a Tween 80 (1 ml), pH média bylo upraveno na 7 a bylo vysterilováno v autoklávu při teplotě 121 °C po dobu 15 minut. Čerstvě narostlé suspenze testovaných laktobacilů a bifidobakterií v exponenciální růstové fázi byly odstředěny centrifugací (6000 otáček, 5 minut) a promyty fyziologickým roztokem za účelem odstranění zbytků původního růstového média (v případě laktobacilů MRS bujón, pH 5,7 a v případě bifidobakterií MRS bujón s pH 6,2 a s přídavkem 0,5% L-cystein hydrochloridu). Po centrifugaci, promytí a rozmíchání se suspenze (50 μl) jednotlivých testovaných kmenů přeočkovaly do basálního média ve zkumavkách o objemu 5 ml, a to, s přídavkem a bez přídavku *Spiruliny* (kontrola). Kultivace probíhala anaerobně, při teplotě 37 °C po dobu 24 hodin. Následně byly analyzovány počty laktobacilů a bifidobakterií mikrobiologickou metodou desítkového ředění, přelivem. Počty laktobacilů byly stanovovány na MRS agaru o pH 5,7, kultivace anaerobně při 37 °C, 3 dny. Počty bifidobakterií byly stanovovány na MRS agaru o pH 6,2 s přídavkem 0,5% L-cystein hydrochloridu, kultivace anaerobně při 37 °C, 3-5 dnů. Výsledky jsou uváděny jako průměr 3 nezávislých měření prováděných duplicitně a byly vyhodnoceny pomocí Microsoft Office Excel.

Výsledky a diskuze

Výsledky testování prebiotického účinku obou testovaných biomas *Spiruliny* (zakoupené v tržní síti i námi

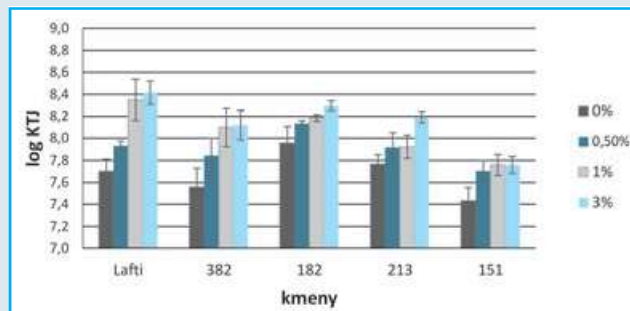


Graf 1 Prebiotický efekt přidavků (0,5%, 1% a 3%) biomasy laboratorně vykultivané *Spiruliny* na růst vybraných bakterií rodu *Lactobacillus*

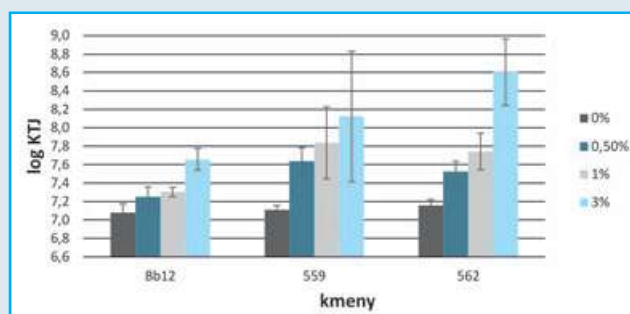


Graf 2 Prebiotický efekt přidavků (0,5%, 1% a 3%) biomasy laboratorně vykultivané *Spiruliny* na růst vybraných bakterií rodu *Bifidobacterium*

vykultivané laboratorně), jsou znázorněny graficky (Grafy 1-4). Z výsledků je patrné, že přidavky laboratorně vypěstované biomasy *Spiruliny* do basálního média nemají stejný vliv na růst všech testovaných kmenů. Zcela pozitivní vliv po přidavku *Spiruliny* byl pozorován pouze u dvou kmenů, a to, u kmene *Lbc. animalis* CCDM 382 a u kmene *Lbc. acidophilus* CCDM 151, přičemž nárůst počtu bakterií se zvyšoval se zvyšujícím se přidavkem biomasy. U dalších testovaných kmenů (*Lbc. casei* Lafti, *Lbc. paracasei* subsp. *paracasei* CCDM 213, *Lbc. plantarum* CCDM 182 a *Bif. breve* CCDM 562) byl zaznamenán kolísavý trend, kdy byl zaznamenán střídavě mírný pokles nebo nárůst bakteriálních počtů. U kmene *Bif. bifidum* CCDM 559 došlo s 0,5% a 1% přidavkem *Spiruliny* k postupnému nárůstu počtu kolonií, následně ale nastal výrazný pokles při 3% přidavku, kdy počet kolonií klesl i pod hodnotu počtu kolonií v basálním médiu. Bakterie rodu *Bifidobacterium* jsou velmi citlivé na přítomnost kyslíku nebo na přítomnost či absenci důležitých sloučenin, proto je možné, že nejvyšší přidavek *Spiruliny* již vytvořil pro tyto bakterie nepříznivé prostředí. U všech ostatních kmenů byl nárůst při 3% přidavku laboratorně vykultivané *Spiruliny* vyšší než nárůst bez přidavku *Spiruliny* (basální médium). Pozitivní vliv přidavku *Spiruliny* ve formě vyššího nárůstu a delší životnosti na kmen *Lbc. acidophilus*, jak v probiotickém jogurtu, tak v acidofilním mléce nebo sýru, byl pozorován také v dalších studiích (Guldás a Irkin, 2010; Mazinani a kol., 2016). I přestože v naší studii byla biomasa přidávána do basálního média určeného ke kultivaci zejména rodů *Lactobacillus* a *Bifi-*



Graf 3 Prebiotický efekt přidavků (0,5%, 1% a 3%) biomasy komerčního přípravku *Spiruliny* na růst vybraných bakterií rodu *Lactobacillus*

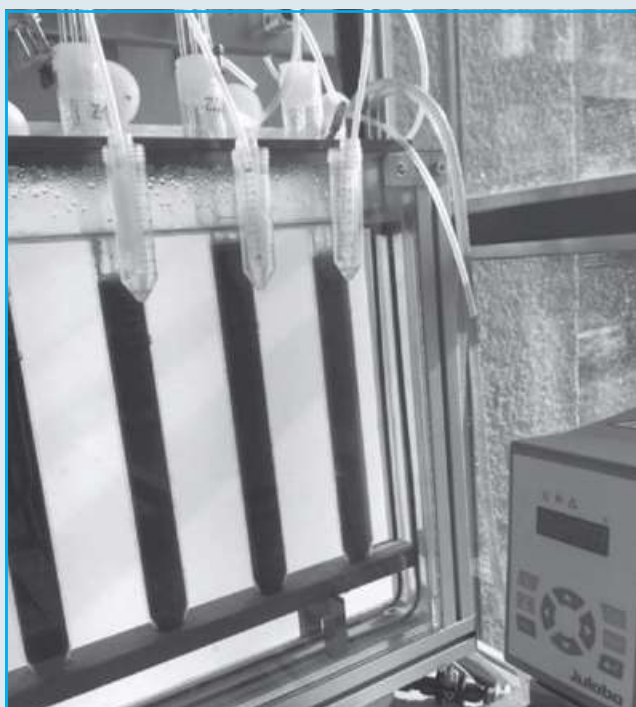


Graf 4 Prebiotický efekt přidavků (0,5%, 1% a 3%) biomasy komerčního přípravku *Spiruliny* na růst vybraných bakterií rodu *Bifidobacterium*

dobacterium, a ne do mléčného výrobku již obsahujícího probiotické bakterie, jak tomu bylo ve výše uvedených studiích, je patrné, že i v našem případě měl přidavek laboratorně vykultivané *Spiruliny* pozitivní vliv na růst kmene *Lbc. acidophilus* (CCDM 151). Na základě těchto pozorování lze tedy předpokládat jak kmenovou, tak druhovou specifitu. V další z dostupných studií (Parada a kol., 1998) byl testován vliv přidavku vykultivané biomasy kmene *Spirulina platensis* 945 na šest různých kmenů bakterií mléčného kvašení: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lbc. acidophilus*, *Lbc. casei*, *Lactobacillus* sp., *Lbc. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. *Spirulina* byla kultivovaná za podobných podmínek jako v případě laboratorní *Spiruliny* použité v této práci (Zarrouk's médium, 30 °C, s definovanou intenzitou světla a aerací). U všech testovaných kmenů byl pozorován pozitivní efekt přidavku *Spiruliny* ve smyslu stimulace růstu těchto kmenů.

Oproti výsledkům experimentů s laboratorně vykultivovanou *Spirulinou*, přidavek *Spiruliny* zakoupené v tržní síti vykazoval lepší a jednoznačnější prebiotický efekt. Průměrné odchylky byly nižší a dá se říci, že u všech kmenů se zlepšil nárůst a životaschopnost bakterií se zvyšující se koncentrací biomasy. Významný nárůst byl patrný zejména u kmenů *Lbc. casei* Lafti, *Lbc. animalis* CCDM 382, *Bif. bifidum* CCDM 559 a *Bif. breve* CCDM 562, u kterých byl pozorován nárůst počtu bakterií v případě 3% přidavku biomasy *Spiruliny* průměrně o 1 logaritmický řád. U zbývajících souboru kmenů (tj. *Lbc. plantarum* CCDM 182, *Lbc. paracasei*

subsp. *paracasei* CCDM 213, *Lbc. acidophilus* CCDM 151 a *Bif. animalis* Bb12) byl také zaznamenán nárůst bakteriálních počtů, i když ne tak významný jak u první skupiny (v průměru do 0,5 log KTJ). Rozdíly v prebiotickém působení mezi laboratorně vykultivovanou *Spirulinou* a tou, která byla zakoupená v tržní síti, mohou být způsobeny například rozdílností ve zpracování biomas, metodou dezintegrace buněk, odlišnostmi ve složení kultivačních médií, apod. Prebiotickou funkci nejčastěji, plní různé skupiny oligo- a polysacharidů, které slouží jako energetický zdroj pro bakterie. Prebiotika jsou definována jako látky, které jsou selektivně využívány mikrobiotou hostitelského organismu a podílejí se tím na zlepšení jeho zdraví. Navíc, nesmí být tráveny enzymy gastrointestinálního traktu a musí se dostat nenatrávené až na místo jejich působení, tj. do tlustého střeva. Kromě látek sacharidické povahy se může jednat také např. o polyfenoly a polynenasycené mastné kyseliny převedené na příslušné konjugované mastné kyseliny, za předpokladu, že se prokáže jejich prospěšný účinek na hostitele (Gibson a kol., 2017). Na základě odlišného působení obou testovaných biomas na bakteriální nárůst lze usuzovat, že biomasy mají odlišné složení, a tím, i odlišné zastoupení sacharidů a dalších bioaktivních látek, které mohou mít vliv na bakteriální nárůst. Stupeň fermentability sacharidů bakteriemi může být ovlivněn délkou řetězců molekul jednotlivých sacharidů, dále, jejich strukturou - větvením molekul, glykosidickými vazbami, monosacharidovým složením, polohou a konformací vazeb mezi monosacharidovými jednotkami, atd. (Al-Sheraji a kol., 2013; Li a kol., 2015). Úlohu bude hrát také enzymové vybavení, kterým jednotlivé bakterie disponují. Vliv všech těchto faktorů se může podílet na



A) Kultivace *Spiruliny* ve skleněných fotobioreaktorech se stálým přívodem vzduchu s příměsí CO_2

výsledné schopnosti fermentace. V *in vivo* podmínkách je pak třeba vzít v úvahu i možnou metabolickou spolupráci mezi různými bakteriálními druhy přítomnými v tlustém střevě (Caleffi a kol., 2015). V další fázi jsou plánovány detailnější analýzy chemického složení, zejména sacharidové frakce obou typů biomas, zastoupení polyfenolů, polynenasycených mastných kyselin, příp. dalších bioaktivních látek, které by mohly objasnit, které komponenty přítomné v mikrořasách se podílejí na podpoře bakteriálního nárůstu.



B) Mikroskopický snímek dezintegrovaných buněk po 10 minutách vortexování biomasy v PBS pufru (světelný mikroskop, zvětšení 40 krát)

Závěr

Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že sinice *Spirulina* může plnit prebiotickou funkci a podpořit růst probiotických bakterií, přičemž tato schopnost je kmenově - a zřejmě i druhově specifická. Významné rozdíly byly pozorovány zejména v případě laboratorně vykultivované *Spiruliny*, kde pozitivní prebiotický efekt přidavku biomasy byl pozorován pouze u kmenů *Lbc. animalis* CCDM 382 a *Lbc. acidophilus* CCDM 151. U ostatních testovaných bakterií nebyl prebiotický efekt významný, ale současně nedošlo ani k inhibici růstu. V případě komerčního přípravku *Spiruliny* byl pozorován pozitivní vliv na nárůst všech testovaných kmenů. Bylo prokázáno, že existují rozdíly v plnění prebiotické funkce mezi laboratorně vykultivovanou a *Spirulinou* zakoupenou v tržní síti. Tyto rozdíly mohou být způsobené např. odlišnými podmínkami kultivace, odlišnostmi v následném zpracování, zejména ve stupni dezintegrace a také ve složení jednotlivých biomas.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou Ministerstva zemědělství ČR v rámci projektu QK1910300 a institucionální podpory MZE-RO1419 (DKRVO).

Seznam literatury

AL-SHERAJI S.H., ISMAIL A., MANAP M.Y., MUSTAFA S., YUSOF R.M., HASSAN F.A. (2013): Prebiotics as functional foods: A review. *Journal of Functional Foods*, 5(4), s. 1542-1553.

- BEHESHTIPOUR H., MORTAZAVIAN A.M., HARATIAN P., DARANI K.K. (2012): Effects of *Chlorella vulgaris* and *Arthrospira platensis* addition on viability of probiotic bacteria in yogurt and its biochemical properties. *European Food Research and Technology*, 235, s. 719-728.
- BEHESHTIPOUR H., MORTAZAVIAN A.M., MOHAMMADI R., SOHRABVANDI S., DARANI K.K. (2013): Supplementation of *Spirulina platensis* and *Chlorella vulgaris* algae into probiotic fermented milks. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 12, s.144-154.
- BHATIA K.K., PURI S., AHLUWALIA A.S. (2017): Morphological and physiological performance of cyanobacterium *Spirulina platensis* in presence of ascorbic acid: a growth facilitator. *Journal of algal biomass utilization*, 8(1), s. 35-44.
- CALEFFI E.R., KRAUSOVA G., HYRSLOVA I., PAREDES L.L.R., dos SANTOS M.M., SASSAKI G.L., GONCALVES R.A.C., OLIVEIRA A.J.B. (2015): Isolation and prebiotic activity of inulin-type fructan extracted from *Puffia glomerata* (Spreng) Pedersen roots. *International Journal of Biological Macromolecules*, 80, s. 392-399.
- CAPORGNO M.P., MATHYS A. (2018): Trends in microalgae incorporation into innovative food products with potential health benefits. *Frontiers in nutrition*, 5, s. 58.
- EL-BAKY A.H., EL-BAZ H.K., EL-LATIFE S. (2014): Induction of sulfated polysaccharides in *Spirulina platensis* as response to nitrogen concentration and its biological evaluation. *Journal of aquaculture research and development*, 5, s. 1.
- GIBSON G.R., HUTKINS R., SANDERS M.E., PRESCOTT S.L., REIMER R.A., SALMINEN S.J., SCOTT K., STANTON C., SWANSON K.S., CANI P.D., VERBEKE K., REID G. (2017): The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics, Expert consensus document. *Nature, Reviews, Gastroenterology and Hepatology*, 14, s. 491 – 502.
- GULDAS M., IRKIN R. (2010): Influence of *Spirulina platensis* powder on the microflora of yoghurt and acidophilus milk. *Mljekarstvo*, 60, s. 237.
- LI W., WANG K., SUN Y., YE H., HU B., ZENG X. (2015): Lactosucrose and its analogues derived from lactose and sucrose: Influence of structure on human intestinal microbiota *in vitro*. *Journal of Functional Foods*, 17, s. 73-82.
- MAZINANI S., FADAEI V., KHOSRAVI-DARANI K. (2016): Impact of *Spirulina platensis* on physicochemical properties and viability of *Lactobacillus acidophilus* of probiotic UF feta cheese. *Journal of food processing and preservation*, 40, s.1318-1324.
- Nařízení Komise EU 2017/2470 ze dne 20. prosince 2017, kterým se zřizuje seznam Unie pro nové potraviny v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) 2015/2283 o nových potravinách.
- PARADA J.L., de CAIRE G.Z., de MULE M.C.Z., de CANO M.M.S. (1998): Lactic acid bacteria growth promoters from *Spirulina platensis*. *International Journal of Food Microbiology*, 45, s. 225-228.
- PULZ O., GROSS W. (2004): Valuable products from biotechnology of microalgae. *Applied microbiology and biotechnology*, 65, s. 635-648.
- ROMAY C., GONZALEZ R., LEDON N., REMIREZ D., RIMBAU V. (2003): C-phycoerythrin: a biliprotein with antioxidant, anti-inflammatory and neuroprotective effects. *Current protein and peptide science*, 4, s. 207-216.
- VO T.S., NGO D.H., KIM S.K. (2015): Nutritional and pharmaceutical properties of microalgal *Spirulina*. *Handbook of marine microalgae*, Boston, Elsevier: s. 299-308.

Korespondující autor:

MVDr. Gabriela Krausová, Ph.D.
 Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o.
 Ke Dvoru 12a, 160 00 Praha 6
 e-mail: krausova@milcom-as.cz

Přijato do tisku: 25. 7. 2019
 Lektorováno: 1. 8. 2019

OPRAVA

V časopise *Mlékařské listy* č. 174 byl zveřejněn článek „Výskyt DDT v syrovém mléce v období 2005 – 2018 (Hasoňová et al.)“ s chybně uvedeným číslem projektu GAJU 002/2016/Z.

Správné číslo projektu je: GAJU 028/2019/Z

Redakce

INFORMACE**V PRVNÍM POLOLETÍ 2019 SE PRODUKCE MLÉKA V RUSKU ZVÝŠILA O VÍCE NEŽ 200 TISÍC TUN**

Produkce mléka z farem všech kategorií dosáhla za první pololetí roku 2019 výše 15.267,7 tis. tun. To je o 209 tisíc tun (+1,4 %) více, než ve stejném období loňského roku, napsal internetový zpravodaj The DairyNews s odkazem na tiskovou službu Ministerstva zemědělství Ruské Federace.

V prvních šesti měsících letošního roku dosáhla průměrná dojivost v zemědělských podnicích v RF (kromě mikropodniků) 3.250 kg, což je o 5,2 % více než v prvním pololetí roku 2018. 33 společností tento průměr přesahuje, přičemž u tří z nich je to více než 4 tisíce kg.

Nejvyššího nárůstu produkce mléka dosáhly farmy v kraji Voroněžském (+46.1 tis. tun), Belgorodském (+32.7 tis. tun), Kalužském (+25.5 tis. tun), Kirovském (+21.9 tis. tun) a Tjumenském (+15.5 tis. tun), v Udmurtské Republice (+18.2 tis. tun) a v Republice Tatarstán (+16.2 tis. tun).

Pramen: www.dairynews.ru 24. 7. 2019