

Využitie vláknitých húb rodov *Aspergillus* a *Rhizopus* pre produkciu potravinársky významných látok

MICHAL ROSENBERG - LUDMILA KRIŠTOFÍKOVÁ - DUŠAN SLUGEŇ

Súhrn. Príspevok podáva stručný prehľad o produkcii potravinársky významných látok pripravených biotechnologickou cestou s využitím vláknitých húb rodov *Rhizopus* a *Aspergillus*. Sú prezentované poznatky o produkcii organických kyselín a mikrobiálnych lipidov týmito hubami. Pozornosť je venovaná aj problematike prípravy fermentovaných potravín.

Vláknité huby majú pomerne široké použitie v biotechnologických výrobách. Ako produkčné mikroorganizmy sú vláknité huby využívané pre svoju schopnosť efektívne tvoriť potravinársky a farmaceuticky zaujímavé metabolity (organické kyseliny, enzýmy). V posledných rokoch k týmto klasickým technológiám pristupuje aj problematika využitia mikrobiálnych lipidov vláknitých húb ako zdroja polynenasýtených mastných kyselín (kyselina γ -linolénová, arachidónová), príprava aróm a nutrične zaujímavých látok. Schopnosť produkovať vyššie uvedené metabolity je komplexne využívaná pri príprave fermentovaných potravín, predovšetkým na báze cereálií a strukovín.

V príspevku podávame stručný prehľad dostupných poznatkov o produkcii potravinársky významných látok pripravených biotechnologickou cestou pomocou vláknitých húb, predovšetkým z rodov *Rhizopus* a *Aspergillus*. Tieto vláknité huby sa v súčasnosti priemyselne často používajú a sú perspektívne aj pre využitie v nových technologických postupoch. Druhy rodu *Rhizopus*, taxonomicky zaradené do radu *Mu-*

Ing. Michal Rosenberg, CSc., Ludmila Krištofíková, prom.chem., Ing. Dušan Slugeň, Katedra biochemickej technológie, Chemickotechnologická fakulta STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.

corales, sú v prírode veľmi rozšírené. Vyskytujú sa hlavne v pôde ako mineralizátory organickej hmoty, rozkladajú napr. celulózu, bielkoviny, škrob, často spôsobujú kontaminácie potravín. Sú to mikroskopické huby tvoriace bohato sporulujúce vzdušné mycélium. Rod *Rhizopus* je schopný utilizovať širokú paletu sacharidických zdrojov obsahujúcich glukózu, fruktózu, sacharózu, maltózu, xylózu, rôzne typy škrobov, upravenú melasu, rôzne cereálne produkty a pod., čo umožňuje značnú variabilitu z hľadiska nárokov na čistotu a požadované vlastnosti pripravených produktov. V súčasnej dobe v oblasti humánnej výživy našli uplatnenie mikromycéty z rodu *Rhizopus* pri výrobe fermentovaných potravín. Perspektívne sa črtá využitie tejto vláknitej huby pri príprave mikrobiálnych metabolitov (organické kyseliny, enzýmy, gerontologicky významné látky). Vláknité huby z rodu *Aspergillus*, sú už priemyselne využívané ako producenti rôznych potravinársky významných metabolitov (napr. kyselina citrónová, glukónová, enzýmy glukózooxidáza, kataláza).

Vo vyspelých štátoch sa zvyšuje tlak výrobcov a dopyt po prírodných, prípadne biotechnologickou cestou pripravených metabolitoch. Možno očakávať, že sa k tomuto trendu v dohľadnej dobe pripojíme i my. Preto chceme upozorniť na možnosti využitia vláknitých húb rodov *Rhizopus* a *Aspergillus* pri výrobe organických kyselín, enzýmov, fermentovaných potravín a gerontologicky zaujímavých látok.

1. Organické kyseliny

1.1 Kyselina citrónová

Produkcia kyseliny citrónovej pomocou *Aspergillus niger* patrí medzi klasické technológie. Pôvodne povrchový spôsob výroby dnes už celkom nahradil podstatne efektívnejší spôsob submerznej kultivácie producenta. V súčasnosti je svetová fermentačná produkcia asi 400 tisíc ton za rok, pričom sa približne 75 % z celkovej produkcie využíva v potravinárskom priemysle ako okyslovadlo a antioxidant [1]. V súčasnosti sú najväčšími producentami kyseliny citrónovej americké firmy MILES Laboratories (Elkhart, Indiana) a ADM (Cedar Rapids, Iowa), na Slovensku vyrába túto kyselinu firma BIOPO, Leopoldov povrchovým spôsobom.

Kyselina citrónová, ako metabolit z cyklu trikarboxylových kyselín, je produkovaná vláknitou hubou *Aspergillus niger* v aeróbnom režime fermentácie. Hodnoty pH kultivačného média klesajú v priebehu fermentácie pod 3,0, pri vyšších hodnotách sa tvorí kyselina glukónová. Pri výbere vhodnej suroviny je možné použiť širokú paletu substrátov obsahujúcich glukózu (hydrolyzáty škrobnatých surovín) a sacharózu (melasa). Vzhľadom na to, že *Aspergillus* produkuje amylolytické enzýmy, je možné využiť aj širokú paletu škrobnatých substrátov a odpadov z výroby škrobu s rôznym stupňom skvapalnenia podľa vlastností producenta [2]. Produkčné kmene sú citlivé na prítomnosť stopových prvkov (Mn, Zn, Cu, Fe) a NH_4^+ iónov, ktoré výrazne ovplyvňujú fyziológiu produkčného mikroorganizmu a majú významné regulačné funkcie v procese nadprodukcie kyseliny citrónovej [3, 1]. Preto je potrebné suroviny obsahujúce vyššiu hladinu kovov, ako napr. melasu, upravovať (napríklad prídavkom feroxyanidu) [4]. V priemyselnom meradle sa doba submerznej fermentácie pohybuje od 5 do 7 dní s výťažnosťou okolo 90 % v závislosti od koncentrácie substrátu, typu technologického zariadenia, produkčného mikroorganizmu a pod. [5]. Nové prístupy pri fermentácii kyseliny citrónovej predstavuje použitie imobilizovaných systémov, nové typy fermentorov (air-lift, membránové reaktory) a moderné spôsoby izolácie produktu (extrakcia), ale tieto zatiaľ nie sú schopné priemyselne konkurovať klasickým prístupom [1].

1.2. Kyselina glukónová

Mikrobiálna produkcia kyseliny glukónovej vytlačila chemické spôsoby jej prípravy (elektrochemická oxidácia glukózy v prítomnosti bromidových iónov, oxidácia glukózy na kovových katalyzátoroch a pod.) [5]. V priemyselnom meradle sa na prípravu kyseliny glukónovej a jej solí využívajú baktérie rodu *Gluconobacter* a vláknité huby *Aspergillus niger*, pričom ročná svetová produkcia je približne 55 tisíc ton. Výhodou vláknitej huby je jednoduchosť biosyntézy produktu uskutočňovaná enzýmami glukózaoxidázou a katalázou, bez potreby zapojenia ďalších biosyntetických dráh. Táto biotransformačná reakcia podmieňuje aj jednoduchosť kultivačného média (čo priaznivo vplyva na čistotu produktu) a zabezpečuje vysoké výťažnosti fermentácie (nad 95 %) [6]. Okrem glukózy je schopný *Aspergillus niger* využívať škrobnaté suroviny

a ich hydrolyzáty v dôsledku intenzívnej tvorby amyláz. Kultiváciou na sacharóze je možné pripraviť zmes kyseliny glukónovej a fruktózy, ktorú je možné využiť pri príprave nápojov [7]. Režim fermentácie je striktnie aeróbny a intenzita aerácie priamo ovplyvňuje dĺžku fermentácie a dosahované výťažky. Veľmi dôležité je v priebehu fermentácie udržiavať hodnoty pH v rozmedzí 5-6, pri poklese pH pod hodnotu 4,0 dochádza k tvorbe kyseliny citrónovej [5].

Glukónová fermentácia poskytuje množstvo potravinársky atraktívnych produktov. Samotná kyselina glukónová sa používa v mliekárstve na kyslú koaguláciu mlieka. Kryštalizáciou supernasýtených roztokov kyseliny glukónovej pri zvýšenej teplote sa pripravuje glukono- δ -laktón používaný ako prísada do kypriacich práškov, tepelne neopracovávaných mäsových výrobkov, v Japonsku ako koagulát sójových proteínov [5]. Sodná soľ kyseliny glukónovej sa pre schopnosť tvoriť komplexy s kovmi používa predovšetkým v umývačkách skla. Glukonát vápenatý, železnatý a zinočnatý sa využíva ako zdroj týchto iónov v humánnej a veterinárnej medicíne a ako základná zložka minerálnych nápojov. Z mycélia *Aspergillus niger* sa izolujú enzýmy glukózaoxidáza a kataláza. Glukózaoxidáza sa využíva na odstraňovanie glukózy a zamedzenie oxidačných zmien vo víne, pive, majonézach a vaječných melanžoch. Kataláza sa využíva pri odstraňovaní nadbytočného peroxidu vodíka, používaného pri sterilizácii mlieka pri výrobe syrov, pri odsiľovaní muštov a vína [8, 9].

1.3 Ďalšie organické kyseliny

Pri príprave organických kyselín bola výskumná pozornosť zameraná na kyselinu fumarovú, jablčnú a mliečnu. V potravinárskom priemysle majú široké použitie ako acidifikátory, predovšetkým pre veľmi dobré organoleptické vlastnosti a netoxickosť. Súhrnne pojednáva o mikrobiálnej produkcii organických kyselín Matthey [1].

Príprave kyseliny fumarovej zo sacharidických substrátov pomocou *Rhizopus arrhizus* a optimalizácii procesov bola venovaná značná pozornosť. Fermentačný proces nebol schopný konkurovať syntetickému postupu prípravy v dôsledku pomerne dlhej doby fermentácie (4-7 dní) a nízkej výťažnosti (maximálne 65 % teoretickej hodnoty v prípade použitia glukózy ako substrátu). *Rhizopus arrhizus* produkuje kyselinu

fumarovú pri teplotách 28-35 °C, pH 5-7, na bohatom kultivačnom médiu s kukuričným výluhom. Jedným z možných riešení zefektívnenia mikrobiálnej prípravy kyseliny fumarovej je využitie netradičných substrátov (boli uskutočnené experimenty napr. s použitím xylózy [10], sulfitových výluhov [11], etanolu [12]), prípadne v príprave zmesi kyseliny fumarovej a jablčnej [13], ktorá by bola základným substrátom pri príprave kyseliny jablčnej, tak ako o tom hovoríme ďalej.

Príprava kyseliny jablčnej priamou fermentáciou sacharidického substrátu (glukóza, sacharóza) je v literatúre popísaná predovšetkým pre vlákňité huby z rodov *Aspergillus* a *Rhizopus*. Rod *Rhizopus* tvorí väčšinou kyselinu fumarovú, prípadne zmes kyseliny fumarovej a jablčnej, a preto je tento mikroorganizmus veľmi často kombinovaný v zmesných fermentáciách, napr. s kvasinkami *Pichia membranefaciens* [14], baktériami *Proteus vulgaris* [15], alebo vlákňitými hubami *Paecylomyces varioti* [16], ktoré majú vysokú fumarázovú aktivitu umožňujúcu konverziu nahromadenej kyseliny fumarovej na kyselinu jablčnú. Perspektívy biotechnologickej prípravy kyseliny jablčnej je možné vidieť v priamej transformácii kyseliny fumarovej na kyselinu jablčnú permeabilizovanými voľnými bunkami húb a baktérií [17], v kolónových reaktoroch s imobilizovaným enzýmom fumaráthydratázou EC 4.2.1.2., prípadne imobilizovanými bunkami vlákňitých húb (*Rhizopus*, *Aspergillus*) a predovšetkým baktérií z rodov *Brevibacterium*, *Lactobacillus*, *Pseudomonas* [18, 19], kde sa dosahujú vysoké rýchlosti konverzie a výťažky väčšie ako 90 % teoretickej hodnoty.

Najväčšie perspektívy má použitie vlákňitých húb *Rhizopus* sp. pri príprave kyseliny mliečnej. Jedna z hlavných výhod spočíva v tom, že produkujú len L(+) formu kyseliny mliečnej, ktorá je vhodná pre ľudské použitie [20]. Bakteriálni producenti kyseliny mliečnej produkujú väčšinou zmes D a L formy [21]. Produkcia kyseliny mliečnej kmeňmi rodu *Rhizopus* je proces aeróbný s vysokou rýchlosťou a selektivitou konverzie. Nami vyselektovaný kmeň *Rhizopus arrhizus* CCM 8109 [22] je schopný konvertovať 12 % sacharidický substrát (glukóza, fruktóza, sacharóza, maltóza) na kyselinu mliečnu s výťažkom presahujúcim 95 % teoretickej hodnoty za 40 hodín. Veľmi zaujímavý je fakt, že u kmeňov rodu *Rhizopus* dochádza k minimálnej využitiu laktátu po vyčerpaní sacharidického substrátu, čo umožňuje zvyšovať obsah mastných kyselín, predovšetkým γ -linolénovej po naprodukovanie laktátu [23]. Vyfermentované médium potom obsahuje okrem požadovaného metabolitu

tiež biomasu, ktorá môže byť zdrojom fungálnych lipidov. Kyselina γ -linolénová sa využíva v medicíne a vo farmácii vzhľadom na jej biologické vlastnosti ako esenciálna mastná kyselina. Svetoví producenti γ -linolénovej kyseliny sú firmy EFAMOL (Kanada) a STURGE (Veľká Británia). Okrem použitia kyseliny mliečnej v potravinárskom priemysle, kde sa využíva ako okysľovací prostriedok do potravín a nápojov, sa využíva aj v medicíne, kozmetike, farmaceutickom, kožiarskom a metalurgickom priemysle. Perspektívne je využitie kyseliny mliečnej pri výrobe biodegradabilných termoplastov. Vo svete existuje niekoľko veľkých fermentačných výrobcov kyseliny mliečnej, medzi ktorými má výsadné postavenie holandská CCA biochem b.v. a Luis Ayuso v Španielsku [21].

2. Produkcia mikrobiálnych lipidov

Vláknité huby z rodu *Rhizopus*, *Mucor* a *Mortierella* sú známe ako dobrí producenti vyšších polynenasýtených mastných kyselín, predovšetkým kyseliny γ -linolénovej [24]. U kmeňov rodu *Rhizopus* dochádza k maximálnej tvorbe lipidu po 5 až 7 dňovej submerznej kultivácii s vysokou aeráciou na bohatých komplexných médiách. Syntéza a stupeň nenasýtenosti mastných kyselín u vláknitých húb je ovplyvnená mnohými fyzikálnymi a fyzikálno-chemickými faktormi, ako sú napr. zdroj uhlíka, dusíka, mikroelementov, teplota, pH, aktuálna koncentrácia kyslíka a je súhrnne diskutovaná v práci [25]. V priemyselnom meradle boli dosahované výťažky kyseliny γ -linolénovej po extrakcii z mycélia približne 1 g na liter fermentačného média [26]. Vzhľadom na dĺžku fermentácie a bohatosť kultivačných médií sa perspektívnejšie javí využitie odpadného mycélia kmeňov *Rhizopus* z iných fermentácií (produkcia organických kyselín).

Výťažnosť lipidu i podiel polynenasýtených mastných kyselín v mikrobiálnom lipide je výrazne vyšší u rodu *Mortierella*, kde kyselina arachidónová dosahuje viac než 25 % sušiny mycélia. Pre tieto kmene je doteraz nejasná legislatíva ako zdroja potravinársky a farmaceuticky cenných látok. Širšiemu preventívnemu uplatneniu esenciálnych mikrobiálnych lipidov bráni náročná izolácia a nízka stabilita produktu. Riešením pri redukcii nákladov môže byť polosuchá fermentácia cereálnych materiálov s cieľovým určením pre priamy konzum, kde možno dosiah-

nuť produkciu kyseliny arachidónovej okolo 3 % sušiny [27]. Proces úpravy cerálnych materiálov polosuchou fermentáciou s preukázaným zvýšením obsahu nutrične cenných polynenasýtených lipidov mikrobiálneho pôvodu tvorí podstatu československej patentovej prihlášky [28].

Priame použitie kmeňov *Rhizopus* v potravinárskom priemysle nie je v súčasnej dobe veľmi rozšírené. Zvýšený záujem výskumných tímov i fakt, že v súčasnosti nachádzajú uplatnenie v ľudskej výžive (tempe), i prirodzene vyšší obsah polynenasýtených mastných kyselín v mycéliu, dáva dobré predpoklady ich perspektívneho využitia v rôznych oblastiach potravinárskeho priemyslu.

3. Fermentované potraviny

Fermentované potraviny, ktorých základom sú cereálie a strukoviny, tvoria významnú časť ľudskej výživy, predovšetkým v Ázii, na Blízkom Východe a v časti Afriky. Začínajú tiež prenikať do výživy iných krajín západného sveta pre ich vysokú nutričnú hodnotu a organoleptické vlastnosti (chuť, vôňa, vzhľad, konzistencia). Jedna z hlavných výhod fermentovaných potravín spočíva v produkcii nízkomolekulových látok ako sú voľné aminokyseliny a peptidy, mono a oligosacharidy, ktoré zvyšujú nutričnú hodnotu výrobku. V mnohých prípadoch je konečný fermentovaný produkt bohatším zdrojom niektorých vitamínov [29], zlepšuje sa jeho stráviteľnosť pre človeka a redukuje sa čas prípravy na konzumáciu. Fermentované potraviny založené na mliečnej fermentácii, dominujúce pre svoju jednoduchosť realizácie, nie sú v tomto prehľade diskutované. Na prípravu fermentovaných potravín sa používajú rôzne mikroorganizmy, napr. z rodu *Aspergillus*, *Mucor*, *Bacillus* [30].

Vláknité huby rodu *Rhizopus* sú známe svojou vysokou proteolytickou a lipolytickou aktivitou [31]. Z hľadiska využiteľnosti kmeňov rodu *Rhizopus* pri príprave je významná i produkcia ďalších enzýmov, ako je napr. polygalakturonáza, lytáza, pektináza, celulázy, β -D-galakturonáza, β -D-xylozidáza, α -D-glukozidáza a pod. [32]. Uvedené vláknité huby sa využívajú predovšetkým pri príprave tempe, tradičnej indonézskej potraviny, ktorá sa pripravuje z varených sójových bôbov, fermentovaných kmeňmi rodu *Rhizopus* sp. (*R. oligosporus*, resp. *R. arrhizus*, *R. stolonifer*) [33]. Tapé proces využíva zmesnú kultiváciu vláknitej huby rodu

Amylomyces a amylolytických kvasiniek rodu *Endomycopsis*. Výsledný produkt má sladkokyslú, mierne alkoholickú chuť a je obľúbeným dezertom slávnostých jedál. Použitie kmeňov rodu *Rhizopus* na úpravu cerálnych substrátov sa javí atraktívnym aj v dôsledku obsahu vyšších polynenasýtených mastných kyselín, predovšetkým vysokého obsahu γ -linolénovej kyseliny v mycéliu, ktorá je využiteľná v gerontológii [34].

V juhovýchodnej Ázii boli rozpracované tradičné postupy hlbokkej enzýmovej hydrolytickej konverzie sóje, ryže a pšenice na prípravu biologicky stabilizovaných ochucovadiel, známych u nás ako sójová omáčka a miso [35]. Ich spoločným znakom je príprava *Aspergilového* koji ako zdroja hydrolytických enzýmov. Tržný potenciál sójovej omáčky je vysoký i v neázijských krajinách, no naše súhrnné označenie "sojová omáčka" nevystihuje odlišnosti v zložení, chuti a technológii prípravy. Japonci rozoznávajú 17 základných typov sójovej omáčky a až 51 subtypov. Miso (fermentovaná sójová pasta - tradičný základ polievok a omáčok) je u nás neznáme, hamato - sušená hmota sójového koji, je mimo Japonska a Číny neznáme úplne. Trádia a dlhoročné skúsenosti viedli k názoru, že napriek tomu, že *aspergily* používané na prípravu koji patria do skupiny mikroorganizmov, ktoré potenciálne môžu tvoriť aflatoxíny, priemyselne používané kmene a kmene voľne dostupné ako spórové inokulum v špecializovaných obchodoch, sú všeobecne považované za bezpečné. Koji proces sacharifikácie sa s úspechom využíva pri príprave ryžového vína i pri priemyselnej výrobe etanolu [36].

Rod *Monascus*, čeľaď *Aspergillaceae*, sa stáročia využíva na produkciu mikrobiálnych pigmentov používaných najmä na farbenie rastlinných proteínov [37] a prípravu plesňových syrov zo sóje zrejúcich v nálevoch z červeného koji [38, 39]. Obľúbenou aplikáciou glukamylázového pôsobenia rodu *Monascus* je príprava "ang-kak" alebo "Shao-shin" likéru [40]. Monaskové koji sa využíva v tradičnej čínskej medicíne [41]. Mikrobiálne produkované pigmenty rodom *Monascus* sú predmetom netradičného záujmu mäso spracujúceho priemyslu [42] o náhradu dosiaľ bežne používaných konzervačných látok a farbív.

Nutričná fortifikácia fungálnymi mikrobiálnymi bielkovinami sa uplatňuje najmä u manioku a arašídových výliskov, kde súčasne pôsobí použitý mikroorganizmus detoxifikačne. Popri kmeňoch rodov *Aspergillus* a *Rhizopus* sa uplatňuje v prípade podzemnice olejnej i rod *Neurospora*. Zaujímavou schopnosťou kmeňov rodu *Rhizopus* a *Neurospora* je po kolonizácii substrátu preventívne i degradačné pôsobenie

na tvorbu aflatoxínov [43]. Zvýšenie obsahu proteínov v sacharidickej surovine z 0,5 - 2 % na viac ako 10 % je cieľom záujmu nielen rozvojových krajín pre priamu výživu, ale i výzvou pre mikrobiálnu prípravu krmív.

Literatúra

1. MATTEY, M.: *Critical Rev. Biotechnol.*, 12, 1992, s. 87.
2. XU, D.B. - MADRID, C.P. - ROHR, M. - KUBICEK, C.P.: *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 30, 1989, s. 553.
3. KISSER, M. - KUBICEK, C.P. - ROHR, M.: *Arch. Microbiol.*, 128, 1980, s. 26.
4. PANDA, T. - KUNDU, S. - MAJUMDAR, S.K.: *Proc. Biochem.*, 7, 1984, s. 183.
5. MILSON, P.E. - MEERS, J.L.: *In Comprehensive Biotechnology*, 3, 1.ed. Pergamon, Oxford 1985.
6. MILSON, P.E.: *Food Biotechnol.*, 1, 1. ed. Elsevier, Amsterdam, 1987.
7. ROSENBERG, M. - ŠTURDÍK, E. - ROSENBERGOVÁ, I. - STREĎANSKÝ, M.: *Bulletin PV*, 28 (8), č.3, 1989, s. 243.
8. PEPPLER, H.J. - REED, C.: *Biotechnology*, 7a, Verlag Chemie, Weinheim 1987.
9. STREĎANSKÝ, M. - ČÍFERSKÁ, G. - ŠTURDÍK, E. - ROSENBERG, M. - KOVÁČ, J. - KREMICKÝ, L. - VAVREK, R.: *Bulletin PV*, 28 (8), č.1-2, 1989, s. 71.
10. KATUOLA, H. - LINKO, Y.: *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 31, 1989, s. 448.
11. ROMANO, A.M.: *Tappi*, 41, 1958, s. 687.
12. FOSTER, J.W. - CARSON, S.F. - ANTHONY, D.S. - DAVIS, J.B. - JEFFERSON, W.E. - LONG, M.V.: *Proc. Natl. Acad. Sci US*, 35, 1949, s. 663.
13. ZHANG, J. - JIANG, M. - BAI, Z. - XIE, M.: *Shippin Yu Fajiao Gongye*, 4, 1988, s. 14.
14. TAKAO, S. - KENDYO, Y. - TANIDA, M.: *Agric. Biol. Chem.*, 42, 1978, s. 1973.
15. TAKAO, S. - HOTTA, K.: *Agric. Biol. Chem.*, 41, 1977, s. 945.
16. TAKAO, S. - YOKOTA, A. - MASATOSHI, J.: *J. Ferment. Technol.*, 61, 1983, s. 643.
17. WANG, Y.L. - HUSTED, H. - KULA, M.R.: *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 10, 1988, s. 173.
18. TAKATA, J. - YAMAMATO, K. - TOSA, T. - CHIBATA, J.: *Enzyme Microbiol. Technol.*, 2, 1980, s. 30.
19. CHIBATA, J. - TOSA, T. - TAKATA, J.: *Trends Biotechnol.*, 1.
20. VICKROY, B.T.: *In: Comprehensive Biotechnology*, Ed. Moo-Young, M., 3, Pergamon Press, Oxford 1985.
21. HERIBAN, V. - ŠTURDÍK, E.: *Kvasný Průmysl*, 35, 1989, s. 328.
22. KRIŠTOFÍKOVÁ, L. - ROSENBERG, M. - VLNOVÁ, A. - ŠAJBIDOR, J. - ČERTÍK, M.: *Folia Microbiol.*, 36, 1991, s. 451.
23. ROSENBERG, M. - KRIŠTOFÍKOVÁ, L. - PROKSA, B. - MAGDOLEN, P.: *Biotechnol. Lett.*, 14, 1992, s. 45.
24. McKENNA, M. - CAMOAGNON, A.T.: *J. Nutr.*, 109, 1979, s. 1195.
25. ROSE, A.H.: *In: Microbial Lipids*, Eds. Ratledge, C., Wilkinson, S.G., Vol.2, Academic Press, London 1989.
26. HERBERT, R.A. - KEITH, S.M.: *Patent USA 4851343*, 1989.
27. STREĎANSKÁ, S. - SLUGEN, D. - STREĎANSKÝ, M. - GREGO, J.: *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 9, 1993, s. 511.
28. SLUGEN, D. - STREĎANSKÝ, M. - STREĎANSKÁ, S. - ČERTÍK, M. - GREGO, J.: *PV CS 3711*, 1992.

29. WANG, H.L. - HESSELTINE, C.W.: Food Technol., 35, 1981, s. 79.
30. REDDY, N.R. - PIERSON, M.D. - SHRIDHAR, K.S. - SALUNKHE, D.K.: CRC Critical Rev. Food Sci. Nutr., 17, 1982, s. 335.
31. SAMAD, M.Y. - SALLEH, A.B. - RAZAK, C.N.A. - AMPON, K. - YUNUS, W. - BASR, M.: World J. Microbiol. Biotechnol., 6, 1990, s. 390.
32. NOUT, M.J.R. - ROMBOUS, F.M.: J. Appl. Bacteriol., 69, 1990, s. 609.
33. HERING, L. - BISPIG, B. - REHM, H.J.: Fat. Sci. Technol., 93, 1991, s. 303.
34. CARTER, J.P.: Food Technol., 42, 1988, s. 72.
35. FUKUSHIMA, D.: Food Rev. Int., 7, 3, 1991, s. 323.
36. STEINKRAUS, K.H.: In: Handbook of indigenous fermented foods, Ed. Steikraus, K.H., Marcel Dekker, New York, 1983.
37. LIN, C.H. - IIZUKA, H.: Appl. Envir. Microbiol., 43, 1982, s. 671.
38. YASUDA, M. - KOBAYASHI, A.: In Trends in food biotechnology, Ed. GHEE, A.H., Singapore, 1989, s.82.
39. CHUON, C.H.: Ann. Rep. Taiwan Tobacco & Wine Mon., 11, 1960, s.1.
40. WONG, H.C. - KOEHLER, P.E.: J. Food Sci., 41, 1981, s. 956.
41. WANG, H.L. - HESSELTINE, C.W.: J. Agric. Food Chem., 18, 1970, s. 572.
42. FINK-GREMMEIS, J. - DRESEL, J. - LEISTNER, L.: Fleischwirtsch., 71, 10, 1991, s.1184.
43. NOUT, M.J.R.: Mycol. Res., 4, 1989, s. 518.

Do redakcie došlo 3.2.1994.

Use of fibrous fungi of *Aspergillus* and *Rhizopus* genus for the production of food-important stuffs

Summary

This summary provides a brief overview on the production of food-important substances prepared by applying biotechnological method using fibrous fungi of *Rhizopus* and *Aspergilla* genus. Knowledge about a production of organic acids and microbial lipids by use of these fungi is being presented in this paper. Attention is brought also to the issue of the preparation of fermented foods.