

Mikrobiální bílkoviny

Ing. FRANTIŠEK MACHEK, CSc., Mikrobiologický ústav ČSAV, Praha

Klíčová slova: mikrobiální bílkoviny, mikrobiální biomasa, kvasinky, odpadní biomasa

Nezbytnou složkou výživy všech vyšších živočichů jsou bílkoviny. Možným zdrojem bílkovin jsou mikroorganismy, které jsou schopny převést jednoduché (anorganické) molekuly dusíkatých látek na složitější polymery — bílkoviny. Jako zdroj energie pro polymerační reakci (a růst) může sloužit světlo (zelené řasy), energeticky bohaté látky nebílíkovinové povahy fosilního původu (methan, methanol, ethanol, n-alkany) nebo sacharidické suroviny rostlinného původu (sacharosa či jiné cukry, celulósa).

Suroviny, jejichž základem je světelná energie současnosti (obnovitelné suroviny — sacharidy), jsou výhodné tím, že nemůže dojít k jejich vyčerpání — každý rok se znova obnovují. Fosilní suroviny mají výhodu v nižších nákladech na koncentraci, přeměnu a čištění, které se obvykle provádí chemickou cestou a ve velkých kvantech z poměrně zkoncentrovaných energetických zdrojů. Jejich cena však může podléhat (a také podléhá) značným výkyvům. Dalším limitem je jejich neobnovitelný charakter.

Z hlediska dostupnosti zdroje energie pro růst jsou velmi výhodné zelené řasy. Využívají sluneční energii pro polymeraci molekul a CO_2 jako zdroj uhlíku. Konverze celkové sluneční energie na volnou energii biomasy se podle jednotlivých autorů (Pirt *et al.*, 1980 a Bassham 1977) pohybuje od 18 % do 12 %. Není však uvažována respirace ve tmě, a tak hodnoty nejsou prakticky dosažitelné. Richmond (1983) jako praktické maximum produkce biomasy uvádí hodnotu $35\text{--}40 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{den}^{-1}$, což odpovídá 5 % konverzi. Pro srovnání uvádí také hodnotu fotosyntetické konverze kukuřice, která je 1,26 % (v USA). Bezesporně nejvyšší fotosyntetická účinnost by teoreticky předurčovala řasy pro masovou produkci. Jejich průmyslové využití je však limitováno nutností dostatku slunečního svitu a teploty prostředí (omezení na subtropické a tropické oblasti), drahými metodami separace a sušení. Přehled o celé problematice techno-

logie a produkce biomasy řas podává Richmond (1983), včetně ekonomického zhodnocení.

Cena biomasy řas je tak vysoká, že nedovoluje použít pro výživu hospodářských zvířat v konkurenci se sojovou moukou nebo rybí moučkou. Berend *et al.* (1980) popisuje však produkci řas na domácích odpadech, která umožňuje získat krmivo pro domácí zvířata za přijatelnou cenu. Skutečností však zůstává, že dosud nebyla realizována průmyslová výroba krmných řas.

Jiná je situace ve výrobě krmné biomasy na sacharidických substrátech. Využívá se zde poměrně vysoké růstové rychlosti používaných mikroorganismů, umožňující intenzifikaci procesu. Jako zdroj energie a uhlíku se obvykle používají odpadní produkty obsahující sacharidy jako jsou: sulfitové výluhy, syrovátka, melasa aj. (i když dnes lze stěží považovat melasu za odpad), nebo suroviny jinak obtížně využitelné obsahující celulósu (sláma, odpadní papír apod.). Jsou navrženy také postupy využívající odpadních škrobových substrátů nebo i např. celých brambor pro produkci krmiva (Jarl, 1969), případně glukosový sirup škrobového původu (Oura, 1983). Cukr v tomto sirupu je údajně levnější než v melase.

V naprosté většině případů jsou použity kvasinky, a to buď jako čistá kultura (obvykle *Candida utilis*), nebo směsná kultura (pro škrobnaté médium — *Endomycopsis fibuliger* + *C. utilis*, Jarl, 1969). Pro fermentaci na syrovátce se používají kmeny štěpící laktosu (*Kluyveromyces fragilis*, popříp. *K. lactis*, *Candida kefyr* popříp. *C. pseudotropicalis*). Přehled používaných mikroorganismů pro fermentaci syrovátky podává Meyrath a Bayer (1979). Pro využití sacharidů odpadajících při získávání celulósy ze dřeva se kromě *C. utilis* může použít *Paecilomyces variotii* v tak zvaném Pekilo procesu (Romantschuk a Lehtomäki 1978). Pro případ biomasy na odpadní celulóse se uvádí (Volfova, 1984) jako nejvýhodnější *Trichoderma viride* nebo směsná kultura

Celulomonas a *Alcaligenes*. Průmyslově však proces pro technické potřeby a nízkou ekonomickou efektivnost nebyl realizován.

Produkce mikrobiální biomasy na fosilních zdrojích energie (n-alkany, ethanol, methanol, methan) začala být vážně zkoumána v padesátých letech. Just et al. (1951) popsal růst *C. lipolytica* v nesterilních podmínkách. V ČSSR byl vypracován a v roce 1966 v poloprovozním měřítku odzkoušen proces fermentace „plynového oleje“ s velmi dobrým výsledkem. Prudký růst cen ropy, který začal v roce 1973, však způsobil značné ekonomické problémy a posléze zastavení výroby mikrobiální biomasy na n-alkanech, popř. derivátech ropy. Přehled o vývoji a stavu produkce do roku 1984 udává Volfová (1984). Obdobná situace jako u n-alkanů je u ethanolu, který má také základ v ropě. V ČSSR jsou však volné kapacity na výrobu ethanolu a tak závod na výrobu krmných kvasnic na bázi ethanolu v Kojetíně stále produkuje. Zatím není jasné, jak se ve světovém měřítku projeví silně klesající ceny ropy.

Růst cen v roce 1973 se nedotkl zemního plynu (methan). Z toho důvodu je situace při použití tohoto fosilního zdroje energie odlišná. V současnosti se však samotný methan jako substrát pro růst mikroorganismů v průmyslovém měřítku nepoužívá. Proces vyvinutý firmou Shell Research (U. K.) (Hamer et al., 1973), (Wilkinson et al., 1974) aj. nebyl uveden do průmyslového měřítka, pravděpodobně pro technickou složitost procesu — práce s výbušným a málo rozpustným substrátem a z toho vyplývající ekonomická náročnost. V SSSR byl postaven závod na výrobu bakteriální biomasy z methanu, zatím však nedosáhl projektované kapacity. Značné usnadnění procesu výroby biomasy se dosáhne použitím methanolu, který se vyrábí oxidací methanu. Tyto postupy dosáhly už stupně průmyslové výroby. Například ICI (Mc Lennan et al., 1973) dosáhla produkce 40—50 000 t. r⁻¹, Hoechst (Faust et al., 1982) 1000 t. r⁻¹, Mitsubishi Gas Comp. (Kuraishi et al., 1979) 500 t. r⁻¹, ve všech případech při použití baktérií. Jsou rozpracovány ještě další způsoby, nedošly však zatím do průmyslového měřítka (Faust a Práve, 1983). Velmi slibné jsou postupy používající kvasinky (Volfová, 1986).

Ekonomické zhodnocení výroby mikrobiální biomasy

Obecně se uvádí velmi nízká schopnost konkurence SCP (mikrobiální biomasa) proti sójové nebo rybí bílkovině (Faust a Práve, 1983 aj.). V československých podmínkách je třeba vzít v úvahu devizovou náročnost a při dovozu sójové a rybí moučky značnou závislost na zahraničních partnerech. Porovnáme-li návrh předběžného cenového limitu z práce „Kvasničné bílkoviny z methanolu“ (Volfová, 1986) se skutečnými náklady zjištěnými v provozu (Hepner, Male, 1982) (tab. 1),

Tabulka 1

Položka	Návrh cenového limitu*	Zjištěné náklady*
materiálové náklady	54,5 %	46 %
energie	20,0 %	17 %
odpisy	11,8 %	28 %
mzdy a ostatní náklady	13,0 %	9 %

* původ hodnot (viz text)

vidíme, že návrh je proveden velmi seriózně a je zcela reálný.

Vztah mezi orientačními cenami různých surovin a výsledné biomasy je uveden v tabulce 2. Pro srovnání jsou uvedeny ceny dovozních proteinových krmiv v Kčs a také v US \$. Ceny jsou orientační, protože pravděpodobně některé položky se dotýkají ze státních zdrojů. Pro porovnání jsou uvedeny i výtěžnosti biomasy z jednotlivých surovin. Výtěžnost ovlivní poměr jednotlivých položek v tab. 1, avšak neovlivní, nebo jen velmi málo, výslednou cenu. Důvodem jsou při vyšší výtěžnosti stoupající náklady na energii hlavně pro vzdušnění a také vyšší investiční náklady (Faust a Práve, 1983).

Přesto, že cena bakteriální biomasy z methanolu je obecně (Faust a Práve, 1983, Volfová 1986) považována za nejnižší, je stále asi 3krát vyšší než cena bílkovinného krmiva jiného než mikrobiálního původu (sojová moučka). Ceny biomasy produkované na ostatních substrátech nejsou, snad s výjimkou *C. utilis* ze sulfidových výluhů, o mnoho příznivější. To vedlo všechny výrobce biomasy (včetně biomasy na odpadních surovinách) k posouzení možnosti zpracování biomasy na jiné produkty, cennější než krmivo.

Možnosti využití mikrobiální biomasy

Podle původu obsahuje mikrobiální biomasa různé množství cenných látek. Důležité nejsou pouze základní složky (tab. 3), nýbrž i minoritní komponenty, jako jsou vitamíny, steroly, fosfolipidy, nenasycené mastné kyseliny apod.

Prvním stupněm lepšího využití mikrobiální biomasy (a také možností vyšší ceny) je použití celé biomasy pro lidskou výživu. Cena bílkovinné potraviny může potom být 5—10krát vyšší než cena bílkovinného krmiva (Faust a Práve, 1983). Pro potraviny jsou však podstatně přísnější normy (Anonym 1983 a, b) (viz dále) a tak neupravenou biomasu nelze použít. Bylo navrženo několik postupů (Schlingmann a Faust, 1981 — Rut et al., 1976), jejichž cílem je snížit obsah nukleových kyselin na přijatelnou míru. Ostatní složky zůstávají beze změny. Dalším stupněm je odstranění buněčných stěn, lipidů,

Tabulka 2

Původní surovina	Cena suroviny [Kčs. t ⁻¹]	Cena biomasy [Kčs. t ⁻¹]	Výtěžnost [g. 100 g ⁻¹]	Poznámka
methanol	2 700	bakt. 12 900 kvas. 10 000	50 40	Licenční výroba Pruteenu Předpokládaná cena (při ceně MeOH 1 500 Kčs. t ⁻¹ , cena v SSSR)
ethanol	5 200	15 200	65	
melasa	1 620	11 600	52	Výtěžnost je počítána na cukr (obsah cukru 50 %)
sulfitové výluhy	50	8 800	50	Výtěžnost je počítána na cukry (obsah cukrů ± 30 %) (Paskov)
sójový šrot		3 800—4 100 (200 US \$)		1 t nahradí 0,75 t biomasy
Pruteen (ICI)		13 000 (675—750 US \$)		

Tabulka 3. Průměrné složení různých druhů biomasy

Složka	Bakterie	Kvasinky ¹⁾	Spirulina ²⁾
hrubý protein [%]	60–80	45–55	60–70
nukleové kyseliny [%]	10–20	5–10	3,8–5
hrubý tuk [%]	7–10	2–5 (do 10)	5

1) Krug et al. (1979)

2) Switzer (1980)

solí a nízkomolekulárních látek. [Fencl et al., 1974]. Vzniká produkt vyšší kvality, podle obsahu bílkovin koncentrát (více než 65 %) nebo izolát (více než 90 % — Vysockij, 1985, více než 80 % — Wolf, 1980). Na tento produkt jsou již kladeny vysoké požadavky, ovšem také náklady na získání jsou vyšší. U tohoto produktu se již posuzuje nejen nutriční kvalita, nýbrž také fyzikálně-chemické vlastnosti, jako je emulgovatelnost tuků, bobtnavost, rozpustnost ve vodě, tvorba pěny apod. Izolát musí být neutrální chuti tak, aby neovlivňoval chuť výrobku, ke kterému je přidáván. Značné ekonomické zvýhodnění procesu získávání izolátu představuje možnost využití všech odpadajících látek, jako jsou nukleové kyseliny či jejich štěpy (až na nukleotidy), nízkomolekulární peptidy a aminokyseliny, lipidy včetně sterolů a polysacharidy buněčných stěn. V SSSR [Bezrukov, 1986a] je navržen také postup na izolaci FAD a NAD, ovšem musí být použity kvasinky vyrostlé na n-alkanech, které obsahují obou látek více než jiným způsobem získaná biomasa. Vzhledem k ceně některých látek obsažených v biomase, vyvstává otázka technického využití biomasy pouze pro získání látek charakteru chemikálií. V ČSSR je rozpracován postup izolace ergosterolu, přičemž ostatní cenné složky buňky se nevyužijí. Ideální cestou se zdá být tzv. „komplexní využití kvasničné buňky“ tak, jak je řešeno ve státním úkolu RVT (Anonym, 1983).

Jiná je situace u fototrofních mikroorganismů. Obecně obsahují velké množství vitamínů a nenasycených mastných kyselin [Switzer, 1980] a relativně malé množství nukleových kyselin, a tak se začíná rozšiřovat jejich potravinářské využití pro tzv. „Health food market“. Zvláště *Cyanobacterium spirulina* se vyrábí průmyslově v poměrně velkých kvantech [Richmond, 1983].

Technologické postupy izolace složek biomasy

Technologický postup je většinou určen látkou, kterou získáváme, stupněm její biologické neporušenosti a v neposlední řadě cenou, umožňující použití více nebo méně náročných izolačních postupů (srážení do izoelektrického bodu — izolace na iontoměničích).

Nejjednodušší postupy odstraňující většinou pouze nukleové kyseliny jsou založeny na jejich extrakci z biomasy. Jako extrakční činidlo se používá směs ethanolu a amoniaku [Rut, 1976], voda s příměsí methanolu a amoniaku za zvýšeného tlaku [Anonym, 1982], kyselá extrakce 1 % HCl [NSR pat., 1975], 11 % vodný roztok Na_2HPO_4 nebo NaCl, za tlaku 0,3 MPA a teploty 130 °C [Bezrukov, 1986 a]. Nukleové kyseliny lze odstranit také jejich rozštěpením tepelným šokem [Maul et al, 1970, Petkov et al 1978, 1981, Tannenbaum, 1971] na nukleotidy, které při porušení membrány přejdou do roztoku. Přehled o způsobech odstranění nukleových kyselin s kvantitativními údaji uvádí Vilkarí a Linko [1977].

Získávání lipidických látek je většinou založeno na extrakci rozpouštědly, někdy zvláště při izolaci sterolů předchází zmýdelnění. Pak se ovšem naruší ostatní složky buňky. Při izolaci lipidů je třeba vzít v úvahu činnost lipas, které se aktivizují např. dezintegrací buněčné membrány [Bezrukov, 1985].

Nejvýhodnější je komplexní zpracování biomasy. Technologie je založena na postupné extrakci a čištění jednotlivých složek buňky. V SSSR navržená a odzkoušená technologie předpokládá extrakci 11 % vodným roztokem Na_2HPO_4 za vysokého tlaku a teploty. Přitom se rozpadne buněčná membrána. Bílkovinná frakce se izoluje z nerozpustného zbytku kyselou extrakcí při pH 2,0–2,1

a teplotě 150 °C, 0,5–5 minut. Separace jednotlivých frakcí se provádí ultrafiltrací přes různé membrány. Tím dojde k rozdělení na vysokomolekulární a středně molekulární frakci bílkovin a aminokyselin. Frakce nukleových kyselin se zpracují na iontoměničích. Kvalita produktů je vysoká, ovšem za nemalých technologických nákladů. Pro použití v potravinářství bude asi produkt příliš drahý.

Pro řešení úkolu RVT — Komplexní zpracování kvasničné biomasy (Anonym 1983) se předpokládá technologie založená na dezintegraci kvasničné stěny, její separaci a následném zpracování cytosolu. Po oddělení buněčných stěn probíhá štěpení nukleových kyselin a částečně i bílkovin, precipitace bílkovin do izoelektrického bodu a extrakce lipidů. Snahou je navrhnout technologický postup, který umožňuje měnit poměr jednotlivých složek (např. nukleové kyseliny — nukleotidy, bílkoviny — aminokyseliny), zhodnocuje všechny látky obsažené v buňce a používá jednoduchých a levných metod s minimálním nárokem na lidskou práci.

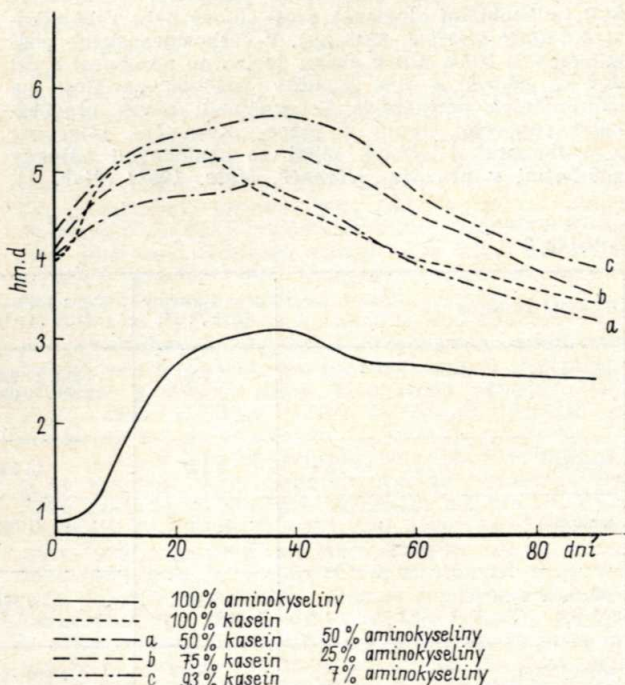
Dříve často navrhované metody alkalické extrakce bílkovin ze zdravotně-biologických důvodů nemohou být použity (např. Bezrukov, 1985). V alkalickém prostředí totiž dochází nejprve k racemizaci aminokyselin a posléze (při vyšším pH a teplotě) až k tvorbě toxického dipeptidu.

Využití odpadní biomasy

Pro izolaci složek odpadní biomasy platí stejné principy jako pro izolaci složek jakékoliv jiné biomasy. Nevýhodou je, že nemůže (nebo nebývá) cíleně zvýšen obsah některé cenné složky a také, že odpadní biomasa nebývá k dispozici ve velkých množstvích na jednom místě. V úvahu tedy připadají snad jen pivovarské kvasinky, jejichž svaz v oblastech větší koncentrace obyvatel (a pivovarů) nemusí být neekonomický. Využití např. vláknitých mikroorganismů (*Aspergillus niger*) naráží na zdravotní a legislativní překážky.

Zdravotně biologické funkce

Základní směrnici pro posuzování vhodnosti mikrobiální biomasy pro lidský konzum je Směrnice PAG č. 6 a 12. [Anonym 1983 a, b]. V ČSSR byly na základě testů, v souladu se zmíněnou směrnicí, stanoveny poža-



Obr. 1. Přírůstek hmotnosti krys v závislosti na složení bílkovinného obsahu diety

davky [Wolf, 1980] na mikrobiální bílkovinu pro lidskou výživu. Denní přívod potravou by neměl překročit 20 g na jednotlivce. Navržená hranice přídatku je 4 % po přepočtu na sušinu. Obsah bílkovin je min. 80 %, tuk max. 1 %, popel max 9 %, písek 0,05 %, nukleové kyseliny max. 2 %, obsah DNK do 0,2 %. Cizorodé látky a mikrobiol. CPM musí odpovídat potravinářským normám.

V roce 1985 vyšel v SSSR Sborník vědeckých prací AV SSSR věnovaný využití biomasy mikroorganismů pro potravinářské cíle. V práci Parachovského [1985] je popsán nepříznivý vliv biomasy bakterií *Alcaaligenes eutrophus* Z-1 na aktivitu komponentů systému imonustroturní homeostasy. Zdá se podle probíhajících pokusů, že největší vliv mají povrchové struktury buňky Bezrukov [1986b] porovnal rychlost přírůstu krys krmných dietou s různým obsahem aminokyselin. Velmi zajímavé výsledky jsou uvedeny v grafu 1. Je zřejmé, že malý přídatek aminokyselin značně zvyšuje využití vysokomolekulární bílkoviny. Z pokusu vyplývá optimální složení také mikrobiální bílkoviny určené pro lidskou výživu.

Závěr

Produkce a využití mikrobiální biomasy pro výživu hospodářských zvířat naráží na konkurenci sójového šrotu, popř. jiných krmiv. Výhodou je však vysoký obsah bílkovin a nezávislost na dovozu. Perspektivní je využití mikrobiální biomasy pro získání produktů pro lidskou výživu nebo biochemikálií (ve smyslu látek biologicky aktivních nebo biologického původu).

Literatura

- [1] Anonym: Hoechst A. G., firemní literatura, 1982
- [2] Anonym: TES úkolu P 11-509-505 „Komplexné využitie kvasničných buniek, Bratislava 1983
- [3] Anonym: Revised PAG Guidelines. PAG/UNU Guideline No 6: Preclinical testing of novel sources of food. Food and Nutr. Bull. 5, 1983 a, 60
- [4] Anonym: PAG. Revised PAG Guidelines. PAG/UNU Guideline No 12: The production of single — cell protein for human consumption. Food and Nutr. Bull. 5, 1983 b, 64
- [5] BASSHAM, J. A.: Science 197, 1977, 630
- [6] BEZRUKOV, M. G.: Perspektivy ispolzovania mikrobnovo bëlka dla piščevykh celëj, str. 9, v: Sbornik naučnych trudov AN SSSR: Ispolzovanie biomasy mikroorganizmov dla piščevykh celëj, Puščino 1985
- [7] BEZRUKOV, M. G.: Ústní sdělení, 1986 a
- [8] BEZRUKOV, M. G.: Přívës krys v tčënií eksperimentov s mikrobnym bëlkom, v tisku, 1986 b
- [9] BEREND, J., SIMOVITCH, E. a OLLIAN, A.: V „Algal Biomass“, Elsevier Biomedical Press, Amsterdam, 1980
- [10] FAUST, U., PRÁVE, P. a SCHLINGMANN, M.: Mikrobielle Proteingewinnung und Biotechnologie, 2. Symp. 1980, GBF, Braunschweig, s. 107. Verlag Chemie, Weinheim, 1982
- [11] FAUST, U., PRÁVE, P.: Biomass from Methane and Methanol, s. 84, V „Biotechnology Vol 3“ Verlag Chemie, Weinheim, 1983
- [12] FENCL, Z., MACHEK, F. a ŠILLINGER, V.: ČSSR patent. č. 161 299, 1974
- [13] JARL, K.: Symba Yeast Process. Food Technol. 23, 1969, 1009
- [14] JUST, F., SCHNABEL, W. a ULLMANN, S.: Brauerei Wiss. Beil. 4, 1951, 57
- [15] HAMER, G., TOPPIWALA, H. H. a HARRISON, D. E. F.: Erzeugung von Einzeller-Protein aus Erdgas, gwi-gas/erdgas 114, 1973, 531
- [16] KURAISHI, M., TERAU, I., ONKOUCHI, M., MATSUDA, N. a NABAI, I.: V „Microbiology Applied to Biotechnology“, Dechema Monography Vol. 83, č. 1704—1723, s. 111. Verlag Chemie, Weinheim 1979
- [17] KRUG, E. L. R., LIM, H. C. a TSAO, G. T.: Annual Reports on Fermentation Process (D. PERLMAN ed.), s. 141—195. Academic Press, New York 1979
- [18] MAUL, S. B., SINSKEY, A. J. a TANNENBAUM, S. R.: Nature 228, 1970, 181
- [19] MCLENNAN, D. G., GOW, J. S. a STRINGER, D. A.: Process Biochem. June, 22, 1973
- [20] NSR pat. (Nestlé) č. 2512806, 1975 a č. 2513944, 1975
- [21] OURA, E.: Biomass from Carbohydrates str. 4—38, v „Biotechnology“, vol. 3, Verlag Chemie, Weinheim 1983
- [22] MEYRATH, J. a BAYER, K.: Biomass from Whey str. 207—209 v „Economic Microbiology“ Vol. 4, Academic Press, London-New York 1979
- [23] PARACHOVSKIJ, A. P., MAŽARA, N. F. a GRIŠAKOV, F. F.: Sistema immonostruktturnovo gomeostaza v ocenke bezvrednosti produktov pitania, str. 109, v: Sbornik naučnych trudov AN SSSR: Ispolzovanie biomasy mikroorganizmov dla piščevykh celëj, Puščino 1985

- [24] PETKOV, A. G.: Acta Micr. Bulg. 4, 1978, 48
- [25] PETKOV, A. G.: Acta Micr. Bulg. 8, 1981, 78
- [26] PIRT, S. J., LEE, Y.-K., RICHMOND, A. a PIRT, M. W.: J. Chem. Tech. Biotechnol. 30, 1980, 25
- [27] RICHMOND, A.: Phototrophic Microalgae, str. 111—143, v „Biotechnology“ vol. 3, Verlag Chemie, Weinheim 1983
- [28] ROMANTSCHUK, H. a LEHTOMÄKI, M.: Operational experiences of full scale Pekilo SCP-mill application. Proces Biochem. 13, 1978, 16
- [29] RUT, M., ŠTROS, F. a ADÁMEK, L.: ČSSR autorské osvědčení č. 188575, 1978
- [30] SWITZER, L.: Spirulina. Proteus Corporation Berkeley, Calif. 1980
- [31] SCHLINGMANN, M. a FAUST, U.: Utilization of Protein Resources, str. 289, Food & Nutrition Press, Westport, USA 1981
- [32] TANNENBAUM, S. R.: USA pat. No 3968009, 1971
- [33] VIHKARI, L. a LINKO, M.: Proc. Biochem. 1, 1977, 17
- [34] VOLFOVÁ, O.: Microbial Biomass str. 537—544, v „Modern Biotechnology“, Institute of Microbiology, Czechoslovak Academy of Sciences, Prague 1984
- [35] VOLFOVÁ, O.: Kvasničné bílkoviny z methanolu. Technicko-ekonomické zdůvodnění výzkumného úkolu. Praha 1986
- [36] VYSOCKIJ, V. G.: Mediko-biologičeskie problemy piščevovo bëlka mikrobiologičeskovo syntëza, str. 89 v: Sbornik naučnych trudov AN SSSR: Ispolzovanie biomasy mikroorganizmov dla piščevykh celëj, Puščino 1985
- [37] WOLF, A.: Stanovení podmínek pro použití kvasničné bílkoviny v lidské výživě. Výňatek ze závěrečné zprávy. Praha 1980
- [38] WILKINSON, T. G., TOPIWALA, H. H. a HAMER, G.: Interactions in Mixed Bacterial Population Growing on Methane in Continuous Culture. Biotech. Bioeng. 16, 1974, 41

Machek, F.: Mikrobiální bílkoviny. Kvas. prům. 32, 1986, č. 11, s. 258—262.

V přehledném referátu o mikrobiálních bílkovinách jsou uvedeny základní postupy s technologickými a ekonomickými parametry přípravy:

- a) krmných mikrobiálních bílkovin, (kvasničných nebo bakteriálních) pěstovaných na různých surovinách,
- b) potravinářských mikrobiálních bílkovin s možností využití všech složek buňky.

Krátce jsou shrnuty také možnosti využití odpadní mikrobiální biomasy. Ekonomická výhodnost procesu, dostupnost a cena surovin, kvalita a žádoucnost produktu do značné míry ovlivňují realizaci jednotlivých výrob.

Махек, Ф.: Микробные белковые вещества. Квас. прум. 32, 1986, № 11, стр. 258—262.

V обзорной статье о микробных белках приводятся основные способы получения с технологическими и экономическими параметрами:

- a) кормовых микробных белковых веществ (дрожжевых или бактериальных), выращивающихся на разных видах сырья,
- b) пищевых микробных белков с возможностью использования всех компонент клетки.

Вкратце описаны также возможности использования отходной микробной биомассы. Экономическая выгода процесса, доступность и стоимость сырья, качество и желаемость продукта в значительной степени оказывают влияние на реализацию отдельных производств.

Machek F.: Microbial Proteins. Kvas. prům. 32, 1986, No. 11, pp. 258—262.

A review about microbial proteins gives the fundamental approaches with technological and economical parameters of preparation of:

- a) microbial fodder proteins, both yeast and bacterial, produced from a variety of substrates,
- b) microbial food proteins, with possibility of utilizing all cell components.

A short survey is presented of the possible utilization of waste microbial biomass. The economical feasibility of the process, availability and price of raw materials, the demand for the product and its quality, affect to a major degree the realization of individual productions.

Machek F.: Mikrobielle Proteine. Kvas. prům. 32, 1986, Nr. 11, S. 258—262.

Im übersichtlichen Referat über die mikrobiellen Proteine werden die Grundrichtungen mit technologischen

und ökonomischen Parametern der Zubereitung angeführt:

a) der mikrobiellen Futterproteinen, sei es schon aus Hefen oder Bakterien, kultiviert auf verschiedenen Rohstoffen,

b) der mikrobiellen Lebensmittelproteinen mit einer Möglichkeit der Ausnützung aller Zellbestandteile.

Es werden auch die Möglichkeiten der Ausnützung der mikrobieller Abfallbiomasse kurz zusammengefasst. Die ökonomische Vorteilhaftigkeit des Prozesses, Zutritt und Preis der Rohstoffe, Beschaffenheit und Befragtheit des Produkts beeinflussen in bedeutender Masse die Verwirklichung der einzelnen Produktionen.