

Lihovarství a droždářství

Problémy průmyslové realizace výroby mikrobiálních bílkovin z petrochemických surovin

663.14:636.087
663.14.031.2:665.6

Ing. FRANTIŠEK ŠTROS, CSc., Ing. MILAN ROSA, CSc., Výzkumný ústav krmivářského průmyslu a služeb v Pečkách, odbor mikrobiálních výrob, Praha

Do redakce došlo 20. června 1977

Průmyslová výroba jednobuněčných mikroorganismů z netradičních surovin se obecně pokládá za jednu z cest k vyrovnání světového deficitu bílkovin. Získané mikrobiální bílkoviny, pro něž se v zahraniční literatuře ujal název „singlecellprotein“ (SCP), mají být používány jak k výkrmu zvířat, tak i po speciální úpravě k přímé lidské výživě. Surovinou pro výrobu SCP jsou především různé odpady, celulózové materiály a od šedesátých let se stávají středem pozornosti světového výzkumu také petrochemické produkty, jako jsou destiláty ropy, izolované čisté n-alkány, uhlovodíkové plyny a nižší alkoholy, např. metanol a etanol. Výhodou výroby mikrobiálních bílkovin z petrochemických surovin je především možnost budování nebývale velkých výrobních závodů s kapacitou 100 000 t/r i vyšší, což příznivě ovlivňuje jak produktivitu práce, tak i výši investičních a výrobních nákladů. Z produkčních mikroorganismů se obvykle dává přednost kvasinkám, pro zpracování některých surovin jsou však navrhovány i bakterie.

V průmyslovém měřítku se mikrobiální bílkoviny z petrochemických surovin začaly vyrábět na konci šedesátých a na počátku sedmdesátých let. V roce 1968 byl v SSSR uveden do provozu pokusný závod na výrobu kvasnic z izolovaných n-alkánů o kapacitě 12 000 t/r [1] a o něco později zahájil v Laveře u Marseilles výrobu pokusný provoz společnosti British Petroleum Co. na výrobu 16 000 t/r kvasnic z destilátů ropy [2]. V roce 1971 začala vyrábět zkušební provozní jednotka British Petroleum na výrobu 4000 t/r kvasnic z izolovaných parafinů, vybudovaná v Grangemouth ve Skotsku. V této době se v literatuře objevila řada zpráv o rozsáhlých realizačních plánech dalších společností, zabývajících se výzkumem výroby mikrobiálních bílkovin z ropných surovin [4].

Velmi příznivá situace pro realizaci průmyslové výroby SCP z petrochemických surovin se vyvinula v roce 1973, kdy byl zaznamenán výrazný vzestup světových cen klasických bílkovinných krmiv — rybí a sójové moučky. Světová cena rybí moučky stoupla přechodně téměř na 600 US dol./t a cena sójové moučky dosáhla až 450 US dol. za tunu. Později však průmyslová realizace výroby SCP z petrochemických surovin narazila na vážné překážky. První z nich byly námitky hygieniků proti mi-

krobiálním bílkovinám vyráběným z uhlovodíků. Příčinou byly obavy z obsahu zbytkových uhlovodíků, především kancerogenních polycyklických aromátů, a dále netypické složení tukového podílu kvasnic vyrobených z uhlovodíků, v němž je obsažen podstatně zvýšený podíl nefyziologických mastných kyselin s lichým počtem uhlíků v molekule [5]. V Japonsku nebyla výroba SCP z uhlovodíků povolena [6] a společnosti Dainippon Ink and Chemicals a Kanegafuchi, které vyvinuly vlastní technologii zpracování izolovaných n-alkánů, se musely vzdát svých plánů výstavby závodů na 120 000, resp. 60 000 t/r [7]. Ze stejných důvodů musela od budování závodu na 100 000 t/r kvasnic z n-alkánů upustit i společnost Kyowa Hakko Kogyo, která chtěla SCP vyrábět v licenci British Petroleum.

Japonští vlastníci technologie se proto snaží uplatnit výsledky nákladného výzkumu v zahraničí. Tak např. v Rumunsku buduje společnost rumunských a japonských firem „Ronipro“ v Pitesti severozápadně od Bukurešti závod na výrobu 60 000 t/r kvasnic z izolovaných n-alkánů podle technologie Dainippon Ink and Chemicals [8]. Výstavba měla být původně ukončena v roce 1977, ale pro nepřipravenost místních dodavatelů prací a materiálu se prodlouží nejméně o jeden rok [9]. Firma Kanegafuchi uplatnila svou technologii výroby kvasnic z n-alkánů při výstavbě závodu Liquichimica S. p. A. na 100 000 t/r v Saline di Montebello v Kalabrii [10]. Závod byl dokončen v průběhu minulého roku, italské vládní orgány však zatím nedaly firmě Liquichimica povolení k zahájení výroby [11].

S obdobnými potížemi se v Itálii střetla i firma British Petroleum, která spolu s tuzemskou firmou ANIC vytvořila společnost „Italprotein“ pro vybudování závodu na 100 000 t/r kvasnic v Sarroch na Sardinii [12]. Výstavba byla dokončena ke konci roku 1975, ale trvalo téměř rok, než „Italprotein“ dostal od italských úřadů podmíněčné povolení k zahájení zkušebního provozu, a to do roční produkce 40 000 t/r [13]. Ke zmírnění postoje italských vládních orgánů jistě přispělo jednoznačné prohlášení poradního orgánu OSN pro proteiny PAG, který na začátku dubna minulého roku schválil mikrobiální proteiny z n-parafinů a podobných surovin jako zdravotně nezávadné [14, 15].

Ještě vážnější překážkou než námitky zdravotníků jsou

pro rozsáhlou realizaci výroby mikrobiálních bílkovin z petrochemických surovin problémy ekonomické, a to především v kapitalistických státech [16]. V důsledku ropné krize ceny petrochemických surovin podstatně stouply a postupná inflace zvyšuje každoročně téměř o deset procent i investiční náklady [17]. Při výstavbě velkých italských závodů se investiční náklady na tunu roční výroby petroproteinů pohybovaly kolem 600 US dol. [11]. V současné době přestoupily 800 US dol. a v některých případech dosahují až 1000 US dol. Za těchto okolností nemohou být výrobní náklady mikrobiálních bílkovin z jakékoli petrochemické suroviny nižší než 600 US dol./t. Přitom musí být nové zdroje bílkovin schopné konkurovat klasickým bílkovinným krmivům jako je rybí a sójová moučka, jejichž světové ceny se v roce 1975 a v první polovině roku 1976 pohybovaly mezi 220—270 US dol., resp. 122—130 US dol./t. Situaci podstatně nezměnilo ani to, že ke konci prvního čtvrtletí 1977 stoupla světová cena rybí moučky na 436 US dol./t a cena sójové moučky na 226 US dol./t. Proto nejsou až na ojedinělé výjimky v kapitalistických státech zahajovány nové investiční akce a většina společností, zabývajících se výzkumem výroby petroproteinů, čeká na vytvoření příznivější situace a počítá s tím, že prudký přírůstek počtu obyvatel musí vést ke zvýšení poptávky po zdrojích bílkovin. Výzkum se zaměřuje především na výrobu mikrobiálních bílkovinných preparátů pro přímou lidskou výživu, kde se při zvýšených cenách očekává lepší možnost odbytu. British Petroleum Co. hledá lepší podmínky pro realizaci své technologie mimo evropský kontinent a vypracovala projekty na 100 000 t/r pro závody ve Venezuele a v Saudské Arábii [3, 8, 19].

Překážky brzdící rozvoj výroby mikrobiálních bílkovin v kapitalistických státech však nijak nezpomalily prudký růst mikrobiologického průmyslu v SSSR. Technologie výroby krmných kvasnic z uhlovodíků vypracovaná v SSSR umožňuje budovat velké závody s kapacitou až 250 000 t/r [1]. Již v roce 1973 byl v Novogorskou uveden do provozu závod na výrobu 70 000 t/r krmných kvasnic z izolovaných n-alkánů, jehož kapacita se měla v dalších letech zvýšit na 100 000 t/r [20]. Další dva sovětské velkozávody na výrobu petroproteinů zahájily výrobu v letech 1974 a 1975 [1]. V současné době jsou v SSSR v provozu 3 velké výrobní jednotky s kapacitami nejméně 100 000 t/r kvasnic z izolovaných n-alkánů. Výstavbu nových závodů má být do roku 1980 zajištěna výrobou dalších 500 000 t/r kvasnic z n-parafinů [14]. V zájmu co nejrychlejší rozsáhlé realizace výroby mikrobiálních bílkovin z uhlovodíků se SSSR zajímá o nákup technologií a zařízení vyvinutých v jiných zemích [1]. V tisku se objevily zprávy, že se mezi SSSR a British Petroleum Co. vedou rozhovory o postoupení britské licence na výrobu proteinů z izolovaných n-alkánů pro kapacitu 250 000 t/r a že se uvažuje i o výstavbě závodu na 1 000 000 t/r petroproteinů po roce 1980 [14]. Vzhledem k velkým požadavkům krmivářství je veškerá výroba mikrobiálních bílkovin z petrochemických surovin v SSSR určena pro domácí spotřebu [1].

V ČSSR, která nemá vlastní výrobu izolovaných n-alkánů, je perspektivní petrochemickou surovinou syntetický etanol. Provozní výroba krmných kvasnic v závodě Seliko n. p., Kojetín byla zahájena již v roce 1972. Závod byl původně určen pro zpracování jiné suroviny a při výrobě kvasnic z etanolu byla jeho kapacita 1 500 t/r. V současné době probíhá přestavba na 5000 t/r a výroba v rekonstruovaném závodě má být opět zahájena v roce 1978. Havárie etylénové jednotky, která měla za následek dočasný nedostatek syntetického lihu, zmařila plány výstavby dalšího většího závodu na výrobu krmných kvasnic z etanolu ještě v šesté pětiletce. Situace ve vnitrostátní bilanci syntetického lihu se zlepšila až po roce

1980, kdy bude uvedena do provozu nová velká etylénová jednotka v Chemických závodech ČSSP v Záluží. Do té doby je možno syntetický etanol použít k výrobě mikrobiálních bílkovin jen v omezeném množství. Kromě rekonstruovaného závodu Seliko Kojetín budou etanol k výrobě krmných kvasnic využívat ještě Vratimovské papírny n. p. Společným zpracováním syntetického lihu se sulfityvými výluhy se výroba kvasnic ve Vratimovských papírnách zvýší o 2000 t/r. Zkušební provoz rekonstruované výrobní linky probíhá od dubna 1977.

Důsledky ropné krize postihly částečně i ČSSR a vedly ke zvýšení ceny etanolu z 3 000 na 4 100 Kčs/t. Investiční náklady na tunu roční výroby kvasnic stoupají v ČSSR podobně jako v jiných státech a v současné době se pohybují okolo 20 000 Kčs. Za těchto okolností bude cena krmných kvasnic z jakékoli suroviny vyšší než 11 000 Kčs. Rozhodování o výstavbě nových větších výrobních kapacit je v této situaci velmi obtížné a oddaluje se. V každém případě mohou být tyto nové závody uváděny do provozu až v sedmé pětiletce. Po roce 1982 získá ČSSR 25 000 t/r kvasnic z n-alkánů v rámci RVHP [21].

Z petrochemických surovin uvažovaných pro výrobu mikrobiálních bílkovin se tedy zatím nejbližšího průmyslového uplatnění dočkaly izolované n-alkány. Destiláty ropy, které byly na konci šedesátých let pro svoji nízkou cenu středem pozornosti výzkumu, se ukázaly jako nevhodná surovina. Náklady na složitý výrobní postup získávání mikrobiálních bílkovin z ropných destilátů převyšují výhodu levné suroviny a výroba je neekonomická. První a zatím jediný závod v Laveře u Marseilles byl zastaven [22] a nezdařil se ani záměr přejít na výrobu kvasnic z n-alkánů, protože se nepodařilo dosáhnout kapacity 30 000 t/r, která je nezbytná z hlediska rentability výroby. Výroba kvasnic z destilátů ropy má být však realizována v NDR v závodě na 60 000 t/r. Výrobní postup vypracovaly společně Ústav pro technickou chemii akademie NDR a Věsvazový vědeckovýzkumný ústav syntézy bílkovin v Moskvě.

Syntetický etanol je v kapitalistických státech příliš drahý pro výrobu krmných kvasnic, a proto se s ním počítá většinou jako s perspektivní surovinou pro výrobu potravinářských bílkovinných koncentrátů. Na konci roku 1975 uvedla americká firma Amoco Food Co. (Standard Oil of Indiana) do provozu v Hutchinsonu (Minnesota) závod na výrobu 5 000 t/r potravinářských kvasnic z etanolu [23]. Výrobek má obchodní název „Torutein“, vyrábí se v několika tržních druzích a jeho cena se pohybuje mezi 900 a 1 300 US dol./t [24]. Výzkumem výroby kvasnic z etanolu se zabývá rovněž japonská společnost Mitsubishi Petrochemical [25, 26], Věsvazový vědeckovýzkumný ústav syntézy bílkovin v Moskvě a madridský Instituto de las Fermentaciones Industriales [27, 28]. V SSSR a Japonsku je výzkum ve stadiu poloprovozních zkoušek, španělský postup byl zatím ověřen jen v laboratorním měřítku [29].

Technologii výroby bakteriálních bílkovin z metanolu vyvinula anglická společnost Imperial Chemical Industries (ICI). Výrobní proces odzkoušený v poloprovozní jednotce na 1 000 t/r má být realizován v Billinghamu v závodě, jehož hlavním článkem bude jediný fermentor s výkonem 50—70 000 t/r suché biomasy [30]. Výrobek ponese obchodní název „Pruteen“ [31]. V řadě společností se intenzivně pracuje na výzkumu výroby kvasničných bílkovin z metanolu, ale zatím bez pronikavějších úspěchů. Západoněmecký koncern Hoechst odložil např. výstavbu poloprovozu na 1 000 t/r kvasnic až na rok 1978 [32].

Vzestup cen petrochemických surovin a investičních nákladů a naproti tomu relativně nízké ceny klasických bílkovinných krmiv způsobují, že ve většině zemí nejsou

v současné době příznivé podmínky pro velkorysou průmyslovou realizaci výroby petroproteinů. Mikrobiální bílkoviny z petrochemických surovin však nadále zůstávají velkou rezervou bílkovinných krmiv, které lze v případě potřeby vyrobit mimo oblast zemědělství v poměrně krátké době a s vynaložením relativně malého množství lidské práce.

Literatura

- [1] SHENDEREI, E. R.: Development of technology and experience in the use of single-cell-protein in animal feeding in the USSR. *PAG Bulletin* 6, 1976, č. 3, s. 18—24
- [2] BENNET, I. C., HONDERMACK, J. C., TODD, J. R.: How BP makes protein from hydrocarbon. *Hydrocarbon Processing* 48, 1969, č. 3, s. 104—108
- [3] LAINE, B. M.: Summary of technological developments of hydro-carbon-grown yeast. *PAG Bulletin* 6, 1976, č. 3, s. 49—50
- [4] WHITERS, S.: Trends in the production of petroleum-derived proteins. *Japan Chemical Quarterly* 5, 1969, č. 2, s. 15—17
- [5] POKROVSKIJ, A. A.: Mediko-biologičeskije issledovanija uglevodnorodnych drožžej. *Izd. Nauka, Moskva*, 1972
- [6] ANON.: Petroprotein plans in Japan — all cancelled. *European Chem. News* 23, 1973, March 2, s. 12
- [7] DIMMLING, W., SEIPENBUCH, R.: European feed for SCP production. *Hydrocarbon Processing* 54, 1975, č. 9, s. 169—172
- [8] ANON.: Baubeginn für Erdöl-Protein-Anlage. *Chem. Ind.* 27, 1975, č. 7, s. 421
- [9] ANON.: Romanian protein project delay. *Chemical Age* 113, 1976, č. 2991
- [10] ANON.: Liquichimica protein plant at advanced stage. *European Chem. News* 24, 1974, April 26, s. 18
- [11] ANON.: BP protein attacks Italian government. *Chemical Age* 112, 1976, č. 2959, s. 3
- [12] ANON.: Foster Wheeler to build BP/ANIC petroprotein plant in Sardinia. *The Oilman* 19, 1973, č. 20
- [13] ANON.: Italiens easing stance on proteins from oil. *Chemical Engineering* 1976, č. 6, s. 87
- [14] ANON.: Proteins get clean bill of health from PAG. *Chemical Age* 112, 1976, č. 2960, s. 7
- [15] ANON.: PAG symposium on hydrocarbon-grown SCP products for animal feeding — A summary. *PAG Bulletin* 6, 1976, č. 2, s. 6—9
- [16] ANON.: Protein from n-paraffin face feed cost problem. *Technical Week* 1974, č. 6, s. 18—19
- [17] RATLEDGE, C.: The economics of single cell protein production. *Chemistry and Industry* 1975, č. 21, s. 918—920
- [18] ANON.: Venezuela to get petroprotein plant. *Chemical and Engineering News* 53, 1975, Jan. 20, s. 3 a 7
- [19] ANON.: Protein start-up permitted in Italy. *Chemical Age* 113, 1976 č. 2990
- [20] ANON.: Svět hospodářství 14, 1973, č. 126, s. 1
- [21] ROHLÍČEK, R.: Rada vzájemnej hospodárskej pomoci — reprezentant ekonomickéj sily socialismu. *Hospodárske noviny* 1977, č. 12, s. 1 a 11
- [22] ANON.: BP abandons Lavera protein plant. *European Chemical News* 29, 1976, č. 756, s. 6
- [23] ANON.: A pause hits plans for protein from hydrocarbons. *Chemical Engineering* 82, 1975, č. 26, s. 87—89
- [24] ANON.: Amoco, Montedison Study UK proteins. *European Chemical News* 29, 1976, č. 766, s. 8
- [25] MC ABBE M. K.: Japan pushes alcohol for protein process. *Chemical Engineering News* 1974, Dec. 9, s. 11—12
- [26] MASUDA, Y., NAKAHISHI, M., SAKAKURA, Y.: Make SCP from ethanol. *Hydrocarbon Processing* 55, 1976, č. 11, s. 113—116
- [27] ANON.: Spain's ethanol-based protein process licesed in Germany. *European Chemical News* 28, 1976, č. 736, s. 53
- [28] ANON.: Protein aus Athanol nach spanischem Verfahren. *Euro-Chemie* 1976, č. 5, s. 82
- [29] ROSA, M., ŠTROS, F.: Zpráva z cesty do Španělska, prosinec 1976
- [30] ANON.: ICI to scale up single cell protein process. *Chemical Engineering News* 54, 1976, č. 42, s. 25—26
- [31] STRINGER, D. A., - WILSON, A. B.: Toxicological studies with „Pruteen“. *PAG Bulletin* 6, 1976, č. 3, s. 45—49
- [32] ANON.: Hoechst delays its entry into single cell protein. *Chemical Age* 113, 1976, č. 2991

Štros, F. - Rosa, M.: Problémy průmyslové realizace výroby mikrobiálních bílkovin z petrochemických surovin. *Kvas. prům.* 24, 1978, č. 1, s. 6—9.

Rozvoj průmyslové výroby mikrobiálních bílkovin z petrochemických surovin nepokračuje tak rychle, jak se před lety předpokládalo. V Japonsku nebyla výroba kvasnic z izolovaných n-alkánů povolena ze zdravotních důvodů a s podobnými překážkami se stětvávají i závody vybudované v Itálii. Vzestup cen ropných surovin a ros-

toucí investiční náklady zhoršují hospodárnost výroby petroproteinů a brzdí průmyslovou realizaci ve většině zemí. Naopak velmi rychle se výroba kvasnic z izolovaných n-alkánů rozvíjí v SSSR, kde jsou v provozu tři závody s kapacitou nad 100 000 t/r. V ČSSR je do roku 1980 výroba kvasničných bílkovin ze syntetického lihu limitována nedostatkem etanolu.

Штрос, Ф. — Роса, М.: Проблемы промышленного производства микробных протеинов из нефтяного сырья. *Квас. прум.* 24, 1978, № 1, стр. 6—9.

Промышленное производство микробных протеинов из нефтепродуктов не развивается так быстро, как предполагали прогнозы, разработанные несколько лет назад. В Японии производство дрожжей из изолированных n-алканов было по инициативе органов здравоохранения запрещено. С сопротивлением органов здравоохранения встречаются также заводы построенные в Италии. Отрицательно действуют повышающиеся цены нефтесырья и рост необходимых капитальных вложений, вызываемый дороговизной строительных работ и технологического оборудования заводов. Все эти факторы снижают рентабельность предприятий, что, однако, относится лишь к некоторым странам. В Советском Союзе напр. производство дрожжей из изолированных n-алканов быстро развивается. Работают уже три завода с производственной мощностью, превышающей в каждом из них 100 000 т в год. В Чехословакии производство дрожжевых белков из синтетического спирта будет вплоть до 1980 г. ограничивать недостаток этилового спирта.

Štros, F. - Rosa, M.: Some Problems of Industrial Production of Microbial Proteins from Petrochemical Raw Materials. *Kvas. prům.*, 24, 1978, No. 1, pp. 6—9.

Development of industry producing microbial proteins by processing petrochemicals is far from being as rapid as was predicted and expected several years ago. In Japan the production of yeast from isolated n-alkanes is prohibited because of objections of medical institutions. Similar situation is in Italy. Increasing prices of petrochemical raw materials and steadily rising capital investments into new works make the production less attractive and slow down its development in many countries. Quite different is the situation in USSR, where there are at least three big works manufacturing yeast from isolated n-alkanes. Each of them has capacity exceeding 100 000 t per annum. In Czechoslovakia the production of yeast proteins from synthetic alcohol is limited up to 1980 by the shortage of ethanol.

Štros, F. - Rosa, M.: Die Probleme der industriellen Realisierung der Produktion von mikrobiellem Eiweiß aus petrochemischen Rohstoffen. *Kvas. prům.* 24, 1978, No. 1, S. 6—9.

Die Realisierung der industriellen Produktion von mikrobiellem Eiweiß aus petrochemischen Rohstoffen schritt nicht so schnell fort, wie vor Jahren vorausgesetzt wurde. In Japan wurde die Hefeherzeugung aus isolierten n-Alkanen aus Gesundheitsgründen nicht genehmigt und ähnlichen Hindernissen stehen auch die in Italien aufgebauten Betriebe gegenüber. Der Preisaufstieg der Erdölrohstoffe und die wachsenden Investitionskosten haben einen ungünstigen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit der Produktion der Petroproteine und hemmen die industrielle Realisierung in den meisten Ländern. Demgegenüber verzeichnete die Hefeherzeugung aus isolierten n-Alkanen eine sehr schnelle Entwicklung in der UdSSR, wo bereits drei Betriebe mit einer Kapazität über 100 000 t/Jahr arbeiten. In der ČSSR ist bis zum Jahr 1980 die Produktion von Hefe-eiweiß aus synthetischem Spiritus durch den Äthanolmangel limitiert.