

Nový surovinový zdroj v kvasném průmyslu - nafta

JANA MARTÍNKOVÁ, JOSEF DYR a VLADIMÍR KRUMPHANZL, VŠCHT Praha

665.61
663.14.031.2/4

Jedním ze základních problémů naší doby je nedostatečná a nesprávná výživa značné části lidstva, způsobená převážně nedostatkem bílkovin. Pro celosvětový nedostatek bílkovinných zdrojů, zvláště jako složky krmiv pro užitkové zvířectvo, již od počátku našeho století se věnovalo mnoho úsilí o využití fermentačních procesů k výrobě krmného droždí z nejrůznějších surovin. Mezi zkoušenými surovinovými zdroji byly např. hexózy, pentózy, organické kyseliny, sulfidové výluhy a asi od roku 1961 i ropné produkty.

V roce 1962 se objevily v denním i odborném tisku zprávy, že v rafinérii ropy Lavéra ve Francii, byla zahájena výroba krmného droždí z ropných surovin. Od té doby mnoho předních laboratoří světa řeší vhodnost použití různých ropných frakcí jako zdroje k odstranění nedostatku bílkovin a v poslední době také jako zdroje energie pro řadu biosyntetických postupů.

V ČSSR je základním článkem pro zlepšení bílkovinné bilance kvasničná bílkovina, produkovaná různými druhy toruly, kandid nebo saccharomycet, které mají vysoký obsah plnohodnotných bílkovin (asi 50 % sušiny) a výhodné složení vitamínů skupiny B.

Pro praktické využití suroviny byla vždy rozhodujícím faktorem její dostupnost, vhodnost a světová nebo pořizovací cena ve vztahu k ceně produktu. Z tohoto hlediska se potom zdá, že získávání biomasy z ropy, resp. z určitých destilačních frakcí jako je motorová nafta, je perspektivně výhodné. Motorová nafta obsahuje zejména parafiny, aromáty a jejich vzájemné kombinace. Světové zásoby ropy se podle posledních údajů odhadují na 70 až 80 miliard tun. Až doposud se zpracovávalo z 90 % na kapalná paliva.

K výrobě krmných bílkovin se ve Francii použilo olejových frakcí ropy destilačního rozmezí 180 °C až nad 400 °C. Jde tedy o frakci petroleje, plynového oleje a lehkých parafinových olejů. V úvahu by přicházely pouze frakce do 450 °C, protože mikroorganismy využívají z uhlovodíků jen n-parafiny. Frakce výše vroucí obsahují hlavně izoparafiny a jen málo n-parafinů.

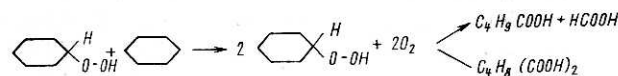
Využití ropy, jako vhodného uhlíkatého zdroje pro fermentaci krmného droždí, je výhodné také z hlediska odparafinování ropy, které se dosud provádělo močovinou. Přicházela by tedy u nás v úvahu kombinovaná výroba z lehkých ropných frakcí, které slouží k výrobě motorové nafty a lehkých mazacích olejů.

Již mnoho let je známo, že některé mikroorganismy jsou schopny využít uhlovodíky, jako jediný zdroj uhlíku. Náhrada glycidů uhlovodíky se zpočátku sledovala pouze teoreticky, a to u čistých uhlovodíků nebo směsí syntetických parafinických uhlovodíků. Zájem vzrostl teprve tehdy,

když se zjistilo, že je možno kultivovat mikroorganismy na různých produktech naftového průmyslu a získat tak bílkovinami bohaté krmné droždí.

V roce 1961 patentuje ve Francii *Champagnat* jako první postup výroby kvasnic z frakcí ropy. Jako živné půdy používá ropných parafinických uhlovodíků se střední molekulovou vahou, obsahujících nejméně 10 atomů uhlíku v molekule. Uvádí, že je však možno použít také frakcí ropy z první destilace, např. kerozinu, plynového oleje a jiné střední frakce s bodem varu 150 až 450 °C. O dva roky později uveřejňuje *Champagnat* práci o mikrobiologickém odparafinování, které je spojeno s produkcí protein-vitamínových koncentrátů.

Průběh mikrobiologického odbourávání uhlovodíků studovalo mnoho autorů, avšak dosud neexistuje jednotný názor na mechanismus tohoto odbourávání. V jedné z nejstarších prací, která byla publikována již v roce 1930 [25], se autoři domnívají, že při odbourávání parafinů nastává asi dehydrogenace za vzniku příslušných olefinů. Tato hypotéza je založena na změnách jódového čísla, které často provázejí přeměny parafinů. Postupem času stále více autorů zastává názor, že podobně jako při oxidaci, vstoupí nejprve do molekuly parafinu volný kyslík. *Imelik* [12] např. zjistil, že při kultivaci kmene *Pseudomonas aeruginosa* na cyklohexanu vzniká jako meziprodukt peroxid, který se hromadí do takové koncentrace, že se růst prakticky zastavuje. Dalšími produkty byla kyselina varellová, mravenčí a formaldehyd a v přítomnosti sulfitu též cyklohexanol. Cyklohexanol podléhá další oxidaci za vzniku výše uvedených látek a kyseliny adipové. Cyklohexanon není využíván. Oxidace tedy probíhá asi takto:

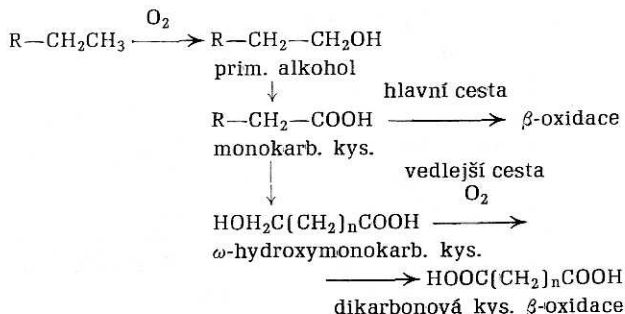


Ladd [16] potvrzuje výskyt hydroperoxidů jako první stupeň mikrobiologické oxidace uhlovodíků a jejich další přeměnu na primární alkoholy. *Finnerty* [6] oxiduje pomocí kmene *Micrococcus cerificans* 1-dodecyl, 1-tetradecyl, 1-hexadecyl a 1-oktadecyl hydroperoxydy. Uvádí také, že hydroperoxydy se asimilují rychlostí, která odpovídá hypotéze, že jsou počátečními intermediáty při oxidaci alkánů.

Nejlépe a nejvíce známé produkty mikrobiologické oxidace parafinů jsou mastné kyseliny. Nejčastěji používaným kritériem jejich tvorby je pokles pH a vznik emulze. *Azoulay* a *Senez* [1] s úspěchem použili techniku indukce řetězu enzymů u *Pseudomonas aeruginosa* a stanovili pravděpodobný průběh oxidace n-hexanu přes primární alkohol → aldehyd → mastná kyselina. *Kester* a *Foster* [15] považují za nejjednodušší způsob odbou-

rání alkánového řetězce monoterminální oxidací s β -oxidací. Méně často se vyskytuje ω -oxidace, při níž jako meziprodukty vystupují dikarbonové kyseliny.

Odbourání probíhá tedy takto:



Naproti tomu Treccani [26] a spolupracovníci považují β -oxidaci monokarbonových kyselin na dikarbonové za nepravděpodobnou, protože tyto kyseliny se oxidují velmi pomalu a konečnými oxidačními produkty intermediárně vzniklých mastných kyselin je CO_2 a H_2O .

Thijssse a van der Linden [26] konali pokusy s kmenem *Pseudomonas aeruginosa* a zjistili poměrně pravděpodobnou cestu β -oxidace mastných kyselin u uhlovodíků s rovným počtem atomů uhlíků na acetát popř. acetylkoenzym A a u uhlovodíků s nerovným počtem na propionát, resp. propionylkoenzym A.

Mikroorganismy schopné oxidovat uhlovodíky

Literatura zabývající se touto problematikou je dosti obsáhlá. Schopnost růstu na uhlovodících mají některé druhy kvasinek, bakterií, aktinomycet a plísní.

Kvasinky kultivované na parafinech, které jsou jediným zdrojem uhlíku v půdě, náleží zejména do čeledi *Cryptococcaceae* a zvláště do podčeledi *Cryptococcoidae*. Je však možno použít i askosporogenních kvasinek z podčeledi *Saccharomycetoidae*. Nejvýhodnější z podčeledi *Cryptococcoidae* je rod *Torulopsis* a *Candida*, a to zvláště *Candida lipolytica* (*Mycotorula lipolytica*) [10]. Takahashi [23] zjistil oxidační schopnost i u kvasinky *Candida tropicalis*.

Z bakterií je nejdůležitější rod *Pseudomonas*. Azouly a Senez [1] sledovali deparafinaci olejů enzymatickou cestou a zabývali se zvláště degradací parafinů kmenem *Pseudomonas aeruginosa*.

Takahashi se spolupracovníky [24] vyizolovali kmen, který má vysoce vyvinutou schopnost asimilovat uhlovodíky a je podobný *Pseudomonas aeruginosa*. Treccani [28] se zabýval oxidačním metabolismem parafinu u řady mikroorganismů. Prokázal, že všechny sledované kmeny bakterií, jako *Pseudomonas aeruginosa*, *Achromobacter*, *Nocardia* a *Mycobacterium* metabolizují alifatické uhlovodíky, avšak nikoli cyklohexan a aromatické uhlovodíky, jako benzen, naftalen, antracen a fenantren. Phillips a Traxler [18] dosáhli kmenem

Pseudomonas sp. i degradaci asfaltu až z 25 % během jednoho týdne. Ellis se spolupracovníky [4] konali zkoušky s kmeny *Pseudomonas* No 324, *P. oleovorans* a *P. formicans*. Ve své práci konstatují, že složky rozpustných olejů podléhají oxidaci mikrobiologickou cestou a různě čisté kultury bakterií mají zase různou kapacitu oxidace jednotlivých složek. Sloučeniny, které byly rezistentní k oxidaci použitými čistými kulturami, byly většinou rezistentní i ke směsím bakterií, získaným z průmyslových emulzí.

Kromě různých kmenů *Pseudomonas* je v literatuře uvedena ještě řada jiných druhů bakterií. Např. Zobell [29] prokázal, že uhlovodíky s dlouhým řetězcem se atakují rychleji a větším počtem mikroorganismů než uhlovodíky s nízkou molekulovou vahou. Většina kmenů *Mycobacterium* asimilují uhlovodíky s vyšším bodem varu než 100 °C. Podstatně snadněji se využívají uhlovodíky s dvojnými vazbami. Stone [21, 22] konal pokusy s kmenem *Pseudomonas*, *Mycobacterium* a *Micrococcus* na petrolejových frakcích a zjistil, že lehké a středně těžké frakce se snadněji atakují než těžké viskózní podíly. Dále také uvádí, že parafinické typy se rychleji odbourávají než aromatické. Podle výsledků pokusů Harrise [7] má kme *Micrococcus capable* vysoce aktivní enzymatický systém, který je schopen oxidovat velký počet uhlovodíků. Parafiny a jim odpovídající primární monokarbonové kyseliny slouží jako aktivní médium. Primární alkoholy a některé ketony se neoxidovaly nerozrušenými bakteriálními buňkami. Finnerty [5] sledoval oxidaci alkánů pomocí *Micrococcus cereficans*, který produkuje extracelulárně vosky, pěstuje-li se na alkánech. Maximální produkce nastává v logaritmické fázi množení. Stewart a Kallio [20] konali pokusy s gramnegativními koky, které při oxidaci parafinů tvoří příslušné estery. Tyto vosky mají stejný uhlíkový řetězec jako použitý parafin. Lopatik [17] izoloval z půdy devět kultur, patřících k těmto pěti kmenům: *Mycobacterium vadosum*, *M. brevicole*, *M. flavum*, *M. laticolum* a *hyalinum*. Všechny tyto kmeny jsou schopny růst na médiu s uhlovodíky a oxidovat olej, kerosin, naftalen, metanol a fenol. Nejlépe se využívá olej, nejhůře fenol. Johnson [14] se domnívá, že příčinou toxicity nižších uhlovodíků je asi částečná destrukce nebo deorganizace fosfolipidů buněčné membrány.

Davis [3] izoloval z půdy kmen *Nocardia* 107—332, který oxiduje alkyl-substituované cyklické uhlovodíky s krátkým řetězcem na cyklické kyseliny při růstu na n-alkánech. Cyklické kyseliny se produkují také z poměrně dlouhých řetězcovitých alkyl-substituovaných cyklických uhlovodíků, jako n-nonylbenzen nebo n-dodecylbenzen. Cyklické kyseliny, jako cyklohexanoctová nebo fenylactová jsou rezistentní k další oxidaci kmenem *Nocardia*. Autor se domnívá, že zde probíhá odbourávání nejprve cestou ω -oxidace, následovanou β -oxidací.

Hodson a spolupracovníci [8] popisují submersní kultivaci kmene *Penicillium sp.* 2383 na minimální půdě s 5 % n-hexadekánu, přitom vzniká kyselina dipikolinová. Jerusalemiskij [13] získal některé kmeny *Penicillium*, *Aspergillus* a *Fusarium*, které

mohou růst na tekutých půdách obsahujících n-parafiny jako jediný zdroj uhlíku.

Bilal [2] konal fermentační pokusy, při kterých použil jako zdroje uhlíku v půdě různé ropné produkty: petrolejové vosky, dieslova paliva, syntetické mastné kyseliny (C_{10} — C_{20}), xyleneol, toluen, izooktán, α -metylnaftalén. Na takovýchto půdách zkoušel 385 kmenů plísni a zjistil, že *Fusarium* a *Trichoderma* asimilují jen uhlovodíky, kdežto kmeny *Cunninghamella*, *Penicillium* a *Aspergillus* mají spektrum poněkud širší.

Raymond a Davis [19] studovali složení mikrobiálních buněk vyrostlých na uhlovodících a zjistili, že se jen málo liší od složení buněk kultivovaných na půdách s běžně použitými uhlíkatými zdroji. Je však známo, že substráty a kultivační podmínky mohou ovlivnit nejen extracelulární produkty, ale také složení buněk. Za podmínek rychlé utilizace uhlovodíků se podle autorů zřetelně zvyšuje obsah tuku u kmene *Nocardia*, kultivovaného na tekutých n-alkánech. Toto zvýšení bylo pozorováno zvláště v případě n-hexadekánových a n-oktadekánových kultur. Až 70 % buněčného materiálu, vzniklého na těchto substrátech, lze vyextrahovat lipoidními rozpouštědly. Lipidy obsahují hlavně glyceridy a vosky s rovným řetězcem. Naproti tomu buňky téhož kmene kultivované na n-hexánu nebo n-tridekánu obsahují téměř stejné množství lipidů jako buňky, které vyrostly na glukózovém substrátu (méně než 30 % tuku) a neobsahují žádné vosky.

Kultivační podmínky mikroorganismů na naftě

Z uvedených prací je vidět, že existuje velké množství mikroorganismů, které jsou schopny asimilovat uhlovodíky. Většina z nich však zužitkovává jen uhlovodíky přesně definované povahy, a to s rovným nerozvětveným řetězcem, tj. n-parafiny nejméně do n- C_{25} ; n-parafiny s delším řetězcem se zatím nezkoušely. Cyklické uhlovodíky a izoparafiny nebývají zpravidla atakovány. Výjimku tvoří izoparafiny málo rozvětvené, jako 2-metyltetradekán, 2-metyl-pentadekán, 2-metyldodekán a 3-metyl-pentadekán, které se sice některými druhy kvasinek oxidují, avšak tato reakce je velmi pomalá. Z praktického hlediska tedy metabolizují zkoumané mikroorganismy jen n-parafinické uhlovodíky, avšak přítomnost ostatních uhlovodíků jim nevadí.

Používané mikroorganismy jsou aerobní. Submersní fermentace probíhá ve dvoufázovém systému voda—uhlovodík, jejíž složky se vzájemně nemísí. Do fermentační půdy je nutno dodat ostatní živiny, a to vhodný zdroj dusíku, fosfátu, hořčík a stopové prvky. Při kvašení je nutno udržovat neutrální reakci a optimální teplotu, tj. 30 °C. Používá se adaptovaných kvasinek a poněvadž ropné frakce neobsahují žádné růstové látky, ovlivňuje se tvorba biomasy někdy přidávkem kvasničného autolyzátu.

Aktivní kultura odbourává uhlovodíky během několika hodin až dnů, a to podle druhu použitého mikroorganismu. Po skončení fermentace se převážná část vodní fáze oddělí od disperze voda—kvasinky—nafta prostou dekantací. Disperze se roz-

dělí na své složky separací, obvykle předchozí úpravou povrchově aktivními látkami. Vodný roztok kvasinek se zahustí další separací a vysuší. Případně ulpělé nečistoty z použité suroviny, se mohou odstranit extrakcí vhodným organickým rozpouštědlem.

Z ekonomického hlediska je výroba kvalitního bílkovinného materiálu jen jednou stránkou využití ropy. Druhou, neméně důležitou, je deparafinace použitých frakcí. Odparafinování se projevuje silným poklesem bodu tuhnutí motorové nafty, a to je významné zvláště pro získání zimních druhů.

V laboratorických Lavera se v současné době vyrábí vysoce hodnotný protein-vitamínový (BP) koncentrát. Je to buněčná hmota mikroorganismů kultivovaných na naftových substrátech.

Složení koncentráту ukazuje tabulka 1.

Tabulka 1

Jednotlivé složky	Obsah v g na 100 g hmoty
vlhkost	7,03
sušina	92,07
dusík celkový	6,92
bílkoviny	43,60
lipidy	18,50
škrob	21,90
popel	4,43
vápník	0,21
fosfor	1,25
draslík	0,50

Kromě vysokého obsahu bílkovin obsahuje protein-vitamínový koncentrát i veškeré esenciální aminokyseliny, takže se svým složením podobá masu. Zvláště cenná je přítomnost lysinu a treoninu. Lysin je obsažen v dostatečném množství pouze v živočišných bílkovinách, ale obilninám chybí. Takže kombinací proteinů z obilí s proteiny koncentrátu PB se získá vyvážená bílkovinná strava. Vedle přítomných aminokyselin má mimořádný význam obsah vitamínů skupiny B, a to hlavně vysoký obsah riboflavinu a kyseliny pantothenové.

Světový nedostatek živočišných bílkovin se odhaduje na 3 miliardy tun. Tomuto množství sušiny bílkovin odpovídá 15 miliard tun svaloviny masa. Při roční produkci asi 1 miliardy tun ropy, je asi 700 miliard tun ropy parafinické. Třem miliardům tun bílkovin by odpovídalo asi 7 miliard tun bílkovinného koncentrátu, to znamená 1 % z těchto 700 miliard tun. Podle obsahu proteinů a v nich obsažených, nepostradatelných aminokyselin i podle obsahu vitamínů lze předpokládat, že by se protein-vitamínový koncentrát mohl velmi dobře uplatnit jako doplňující krmivo pro hospodářská zvířata.

Literatura

- [1] Azoulay, E. - Senez, J. C.: Dégradation bactérienne des hydrocarbures paraffiniques II. Détermination des produits intermédiaires par la méthode des adaptations simultanées. = „Ann. Inst. Pasteur“, 98, 1960: 868—879.
- [2] Bilal, V. I. - Pidoplichko, N. M. - Gutryya, V. S. - Bukhalo, A. S. - V'yun, G. A. - Galich, P. N. - Koval, E. Z. - Masumyan, V. Ya - Mil'ko, O. O.: Petroleum hydrocarbons as the source of C for soil mycelial microscopic fungi. = „Mikrobiol. Zk., Akad. nauk UKR SSSR, 27 (2), 1965: 3—10.

- [3] Davis, J. B. - Raymond, R. L.: Oxidation of Alkyl-substituted Cyclic Hydrocarbons by a *Nocardia* during Growth on n-Alkanes. = „Appl. Microbiol.“, **9**, 1961: 383—388.
- [4] Ellis, F. L. - Samuel - Makarajan, R. - Mendelow, L. M. - Ruth, L. - Pivnick, H.: Oxidation of Compounds of Soluble Oils. = „Appl. Microbiol.“, **5**, 1957, 345—348.
- [5] Finnerty, W. R.: Utilization of 1-Alkyl Hydroperoxides by *Micrococcus cerificans*. = „Z. Allgem. Mikrobiol.“, **2**, 1962: 263—266.
- [6] Finnerty, W. R. - Hawtrey, E. - Kallio, R. E.: Alkane-oxidizing micrococci. = „Z. Allgem. Mikrobiol.“, **2**, 1962: 169—177.
- [7] Harris, J. O.: Respiration studies of *Micrococcus* capable of oxidizing hydrocarbons. = „Arch. Biochem. and Biophys.“, **70**, 1957: 457—463.
- [8] Hodson, P. H. - Darlington, W. A.: Dipicolinic acid formation from Hydrocarbons by a *Penicillium*. = „J. Bact.“, **88** (1), 1964: 265—266.
- [9] Champagnat, A. - Filosa J.: Postup výroby kvasnic z frakcí ropy. (Čs. překlad.) Franc. patent 1 297 619, 27. srpna 1961, internat. pat. C 12c.
- [10] Champagnat, A. - Vernet, Ch. - Laine, B. - Filosa, J.: Mikrobiologické odparafinování spojené s produkcí protein-vitaminových koncentrátů; ref. na DP 10, sekce IV — ref. 4., Francie (1963) (Čs. překlad).
- [11] Champagnat, A.: Fr. 1,361,910 [C 1A 23; C 12d] Société Française des Petroles BP; Feb. 8. 1963.
- [12] Imelik, B.: Oxydation du cyclohexane par *Pseudomonas aeruginosa* C. R. Acad. Sci [Paris] **226**, 1948: 2082—2083.
- [13] Jerusalimskij, N. D.: Problems of microbiology of hydrocarbons. = „Izv. Akad. Nauk, SSSR, Ser. Biol.“, **30** (1), 1965: 53—57.
- [14] Johnson, M. J.: Utilization of Hydrocarbons by Microorganisms. = „Chem. Ind.“, **36**, 1964: 1532—1537.
- [15] Kester, A. S. - Foster, J. W.: Diterminal oxidation of long-chain alkanes by bacteria. = „J. Bacter.“, **85**, 1963: 859—869.
- [16] Ladd, J. N.: Potassium ion stimulation of hydrocarbon oxidation by a soil *Corynebacterium* sp. = „Nature“ (London), **177**, 1956: 939.
- [17] Lopatik, M. G.: Izučenie sposobnosti mikrobakterij oksisljaj uglevadarodi. = „Mikrobiologija“, **33** (2), 1964: 263—268.
- [18] Phillips, V. A. - Traxler, R. W.: Microbial. Degradation of Asphalt. = „Appl. Microbiol.“, **11**, 1963: 235—238.
- [19] Raymond, R. L. - Davis, J. B.: n-Alkane Utilization and Lipid Formation by a *Nocardia*. = „Appl. Microbiol.“, **8**, 1960: 329—334.
- [20] Stewart, J. E. - Kallio, R. E.: Bacterial hydrocarbon oxidation II. Ester formation from alkanes. = „J. Bact.“, **78**, 1959: 726—730.
- [21] Stone, R. W. - White, A. G. C. - Fenska H. R.: Microorganisms attacking petroleum and petroleum fractions. = „J. Bact.“, **39**, 1940: 91.
- [22] Stone, R. W. - Fenska, M. R. - White, A. G. C.: Bacteria attacking petroleum and oil fractions. = „J. Bact.“, **44**, 1942: 169—178.
- [23] Takahashi, Y. - Kobayashi, K. - Kawabata, Y. - Yamada, K.: The utilization of hydrocarbons by microorganisms. V. Screening of yeast for cell production from hydrocarbons their RNA contents. = „Agr. Biol. Chem.“, **29** (4), 1965: 292.
- [24] Takahashi, Y. - Kobayashi, K. - Kawabata, Y. - Yamada, K.: The utilization of hydrocarbons by microorganisms. III. Production of bacterial cells from hydrocarbons. = „Agr. Biol. Chem.“, **27** (12), 1963: 836—842.
- [25] Tausz, J. - Donath, P.: Über die Oxydation des Wasserstoffs und der Kohlenwasserstoffe mittels Bakterien. Hoppe-Seylers. = „Z. physiol. Chem.“, **190**, 1930: 141—148.
- [26] Thijsse, G. J. E. - van der Linden, A. C.: n-Alkane oxidation by a *Pseudomonas*, Studies on the intermediate metabolism. = „Antonie v. Leeuwenhoek“, **24**, 1959: 298—336.
- [27] Treccani, V. - Canonica, L. - de Girolamo, M. G.: Ossidazione microbica degli idrocarburi. II. Ricerche culturali e manometriche sul metabolismo ossidativo delle paraffine a numero pari e dispari di atomi di carbonio ad opera di microbe diversi. = „Ann. Microbiol.“, **6**, 1955: 183—199.
- [28] Treccani, V. - Canonica, L.: Ossidazione microbica degli idrocarburi alifatici. = „Ann. Microbiol.“, **5**, 1953: 162—172.
- [29] ZoBell, C. E.: Assimilation of hydrocarbons by microorganisms. — „Advanc. Enzymol.“, **10**, 1950: 443—486.

Lektoroval: Ing. F. Rosa

Došlo do redakce 17. 3. 1967.

НОВОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ЗАВОДОВ БРОДИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ — НЕФТЬ

В статье приводятся новейшие результаты, достигнутые в области изучения возможности использования некоторых фракций нефти в качестве исходного сырья для производства кормов с высоким содержанием белков. Обзор охватывает положение во всех странах, занимающихся решением этой проблемы.

ERDÖL — NEUE ROHSTOFFQUELLE FÜR DIE GÄRUNGSINDUSTRIE

Der Artikel bringt eine Übersicht der Resultate, die im Ausland bei dem Studium der Ausnutzungsmöglichkeit der Erdölfraktionen in der industriellen Futtermittelproduktion erzielt wurden. Es handelt sich um die ersten allgemein informativen Nachrichten über den gegenwärtigen Stand der Forschung auf diesem Gebiet.

NEW RAW MATERIAL FOR FERMENTING INDUSTRY — CRUDE OIL

The article deals with results of theoretical and experimental research works on the problem of making on an industrial scale high-protein food from some fractions of crude oil. The survey covers all available informations from countries known to study the problem and is practically the first comprehensive report evaluating the progress of research works.