

Fermentačná produkcia kyseliny mliečnej

579 663

I. Literárny prehľad

Ing. VLADIMÍR HERIBAN, doc. Ing. ERNEST ŠTURDÍK, CSC.

Katedra biochemickej technológie CHTF SVŠT, 812 37 Bratislava

Kľúčové slová: kyselina mliečna, mliečna fermentácia, mliečne baktérie, *Lactobacillus*

1. ÚVOD

V súčasnosti sa výroba kyseliny mliečnej vo svete odhaduje na 35 · 10⁶ kg ročne a má stále stúpajúcu tendenciu. Viacerí svetoví producenti ohlásili na tento rok zvýšenie jej dodávok na svetové trhy (napr. Croda Bowmans Chemicals z Veľkej Británie o 30 %, holandský CCA Biochem. B. V. o 35 %, španielska firma Luis Ayuso Co. dokonca o takmer 100 %). Ceny zaznamenali pritom mierne vzostup. Napr. 88 %-ná potravinárska kyselina mliečna sa predáva za 2–2,5 US \$/kg, 50 %-ná za 0,9–1,1 US \$/kg. Technická kyselina mliečna je približne o 10 % lacnejšia. S týmto stavom ostro kontrastuje absencia výroby tejto kyseliny u nás v dôsledku jej zrušenia na prelome šesťdesiatych a sedemdesiatych rokov v cukrovaroch Sereď i Hulín. Devízová náročnosť dovozu, predovšetkým farmaceutickej a potravinárskej kyseliny mliečnej, však stále nájostnejšie evokuje potrebu znovuzavedenia jej výroby v ČSSR. Vzhľadom na túto skutočnosť a absenciu aktuálnych informácií, sumarizuje nasledovný článok súčasný stav a perspektívy mliečnej fermentácie.

2. SÚČASNÝ STAV ROZVOJA

Fermentačná výroba kyseliny mliečnej je dnes už do hĺbky preskúmaný proces. K dispozícii je množstvo poznatkov z genetickej, mikrobiologickej, biochemickej, bioinžinierskej i technologickej oblasti [1]. Mliečna fermentácia je charakteristická svojim endotermickým semimisteriálnym anaeróbnym priebehom pri 40–50 °C a pH 6,1–6,5. Homofermentatívne kmene, najčastejšie rodu *Lactobacillus*, konvertujú sacharidické suroviny na kyselinu mliečnu s 90–95 %-ným výťažkom za 1–2 dni. Na izoláciu sa najčastejšie využíva zrážanie s CaCO₃, extrakcia organickým rozpúšťadlom, vymieňanie iónov alebo esterifikácia. K popredným svetovým výrobcom kyseliny mliečnej patrí španielska firma Luis Ayuso S.A., Barcelona, Croda-Bowmans Chemicals Ltd., Cheshire z Veľkej Británie, holandský koncern CCA Biochem. B. V. Gorinchem, brazílska Industria Química de Síntesis y Fermentaciones S. A., Campos, západonemecký Hoechst, japonská Kyowa Hakko Kogyo a Iwata Kogaku Kogyo a americké firmy Sheffield Products Co., Norwich a Alcide Corp. Norwalk, Connecticut.

Rozvoj klasicky vedenej procesu mliečnej fermentácie sa v súčasnosti sústreďuje na technologické využitie zmesných kultúr disponujúcich výhodnejšou kombináciou vlastností ako majú čisté kultúry, nových stimulantov produkcie, prípadne enzýmových preparátov. Zdá sa, že stimulom pre tieto výskumy sú aj stále nové aplikačné možnosti pre kyselinu mliečnu, napr. v súčasnosti veľmi atraktívne využitie v technológii výroby biodegradabilných termoplastov [2]. Celkové postavenie tejto výroby v súčasnosti je zhrnuté v práci *Gonzalesa* [3], ktorá sa zaoberá nielen jej metodickými aspektami, ale aj priemyselnými a potravinárskymi aplikáciami a možnosťami medzinárodnej spolupráce. Z prehľadu jednoznačne vyplýva, že fermentačná výroba kyseliny mliečnej je i naďalej komerčne vysoko atraktívna.

2.1 Optimalizácia genofondu

Mikrobiologická stránka výroby kyseliny mliečnej patrí k tým, ktoré majú kľúčový význam a sú preto stále v centre pozornosti výskumu. Práce sú venované nielen klasickému štúdiu mliečnych baktérií [z najnovších napr. [4] a [5], ale najmä hľadaniu nových kmeňov alebo zmesných kultúr so zlepšenými vlastnosťami.

Jedno z najlepších pracovísk v tejto oblasti je u japonskej firmy Kyowa Hakko Kogyo, ktorá napr. patentovala nový kmeň pre produkciu kyseliny mliečnej — *Lactobacillus italicus* izolovaný z chlebového cesta [6]. Patent uvádza, že *L. italicus* nevyžaduje niektoré obvyklé rastové faktory, rastie anaeróbnou alebo fakultatívne aeróbnou pri 28–32 °C v rozmedzí pH 4,2–6,5 s optimom 5,4–5,8. Je schopný okrem glukózy utilizovať aj maltózu, pričom produkuje zmes D- a L- kyseliny mliečnej.

Pri izolácii kmeňa produkujúceho znížené množstvo D-formy kyseliny mliečnej sa podarilo autorom *Dellaglio a Torriani* získať *Lactobacillus bulgaricus*, ktorého zvláštnosťou z genetického hľadiska je jeho mimoriadna odolnosť voči strate svojich fyziologických a genetických vlastností [7]. Je to homofermentatívny, termofilný izolát z kyslého mlieka.

V optimalizácii genofondu mliečnej fermentácie nachádzajú svoje miesto zmesné kultúry. *Viniegra-Gonzales* a *Gomez* porovnávajú v tejto súvislosti viaceré technológie využívajúce čisté a zmesné kultúry, rôzne spôsoby prípravy substrátu a inokulácie [8]. Hľadajú spoločné a rozdielne črty aplikácie čistých a zmesných kultúr v mliečnej fermentácii a na základe ich zhodnotenia sa zasaďujú za používanie zmesných kultúr. Dôsledkom toho je širšie spektrum užitočných vlastností produktu.

Cennou pomôckou pre bakteriológov je práca *Yanagida a kol.*, v ktorej sú výsledky štúdia 118 spórovtvorných kmeňov mliečnych baktérií s ohľadom na ich morfológiu, biochémiu a fyziológiu [9]. Vznikol tak širší prehľad vlastností testovaných kmeňov (vyhodnotených numericky) ako podklad pre ich aplikačné využitie.

2.2 Zefektívňovanie fermentácie

Zlepšenie efektívnosti klasicky vedenej fermentácie cestou stimulačných zásahov študovali sovietske autorky *Nikulinová* a *Evelevová* [10]. Modifikáciou fermentačných podmienok (spočívala v optimalizácii rastu a pomnožovania baktérií) a prídavkom sladu (min. 20 g sladu na dm³ média) zvýšili v dôsledku komplexnejšej fermentácie cukrov výťažky vo výrobe potravinárskej kyseliny mliečnej.

Podobný cieľ si vytýčili aj japonskí autori *Ohtaguchi a kol.*, ktorí hľadali spôsoby zlepšenia fermentácie cieľeným ovplyvňovaním počiatočnej koncentrácie laktózy a množstva i fyziologického stavu inokula [11]. V predkultivačnom tanku bol riadený vek inokula *Streptococcus thermophilus* (a tým jeho fyziologický stav), v kultivačnom tanku počiatočná koncentrácia laktózy. Ukázalo sa, že najvyššia koncentrácia biomasy (0,78 kg · m⁻³) bola pri nízkej koncentrácii substrátu s inokulom starým 6 hodín, zatiaľ čo najvyššia koncentrácia kyseliny mliečnej (okolo 11 kg · m⁻³) bola zistená u inokula starého 24,5 hodiny.

Prídavok technickej invertázy do kultivačného média ako možnosť zvýšenia výťažnosti opísali *Aksu a Kutsal* [12]. Enzýmovým štiepením melasovej sacharózy na monosacharidy (invertáza s aktivitou 730 nkat/mg proteínu) vzrástol výťažok o 13 %. Poznatky boli získané s kmeňom *Lactobacillus delbrückii* NRLL 8445 pri teplote 42 °C a pH 6,2 za prebublávania CO₂. Autori konštatujú, že použitie technickej invertázy sa neodráža v zvýšenej cene produktu.

Podobný zásah odskúšali aj sovietske autorky *Golubčinová* a *Nikulinová* [13]. Patentovali technológiu mliečnej fermentácie využívajúcu *Lactobacillus delbrückii* L-3 v prítomnosti enzýmového preparátu s proteolytickou, amylolytickou, pektolytickou a celulytickou ak-

tivitou. Jeho prídavok do fermentačnej pôdy v časovom rozmedzí 24–48. hodiny zvyšoval výťažnosť procesu vedeného pri 48–50 °C za neutralizácie CaCO_3 . Produkčný kmeň bol získaný screeningom zameraným na získanie vysokoproduktívnej kultúry zo skupiny 432 druhov používaných v laboratóriu i priemysle [14].

Kinetickú charakteristiku a výťažky mliečnej fermentácie na sacharóze opisali Moletta a Albagnac [15]. Použili kmeň *Streptococcus faecium* rastúci na sacharóze, izolovaný z kyslej fázy anaeróbneho trávenia prežúvavcov. Fermentácia sa zastavovala pri koncentrácii 14,4 g kyseliny mliečnej v 1 dm³ média. Maximálna rýchlosť rastu kultúry bola dosiahnutá po 4 hodinách od začiatku exponenciálnej fázy pri koncentrácii produktu 0,5 g · dm⁻³.

Otázku transportu a metabolizmu laktózy, glukózy a galaktózy v homofermentatívnych kmeňoch *Lactobacillus* riešil Hickey a kol. [16]. Bolo otestovaných množstvo druhov *Lactobacillus* z hľadiska ich schopnosti paralelne utilizovať glukózu aj galaktózu z laktózy. Ukázalo sa, že *Lactobacillus helveticus* utilizoval oba monosacharidy, zatiaľ čo *L. bulgaricus*, *L. lactis* a *L. acidophilus* metabolizovali iba glukózu. Všetky štyri kmene mali β -galaktosidázovú aktivitu. Z hľadiska transportu sa zistilo, že *L. bulgaricus* a *L. helveticus* mali fosfoenolpyruvát:glukóza:fosfotransferázový systém pre utilizáciu glukózy, ale nemali fosfoenolpyruvát:laktóza:fosfotransferázový a fosfoenolpyruvát:galaktóza:transferázový systém.

V poslednom čase boli tiež publikované niektoré ďalšie poznatky o produkčných vlastnostiach *Lactobacillus* ovplyvňovaných jeho fyziologickým stavom [17] a o využití netradičných surovinových zdrojov na báze škrobu [18].

2.3 Technologické inovácie

Oblasť technologických postupov patrí spolu s mikrobiologickou stránkou procesu k ťažiskovým v mliečnej fermentácii. Odráža sa to vo vysokej patentovej aktivite firiem a autorov. Z nej je zrejma tendencia špecializovať sa na produkciu optických izomérov alebo vysoko čistých produktov.

Firma Hoechst z NSR patentovala technológiu prípravy D-kyseliny mliečnej využívajúcu fermentačnú pôdu s obsahom povrchovoaktívnej látky [19]. Produkčným kmeňom je *Lactobacillus bulgaricus* DSM 2129 substrátom glukóza alebo laktóza s prídavkom obvyklých živín. Proces sa vedie pri 40–45 °C a pH 6,5–6,8 v prítomnosti CaCO_3 pod inertným plynom asi 48 hodín. Výťažok je v rozmedzí 110–115 g kyseliny mliečnej · dm⁻³. Čistota produktu umožňuje jeho využitie vo výrobe opticky aktívnych látok.

Produkčné postupy výroby opticky aktívnej kyseliny mliečnej patentovala aj západonemecká firma Basf [20]. Fermentačná pôda obsahuje ako zdroj dusíka, vitamínov, aminokyselín a stopových prvkov pivovarské kvasnice. Produktom je čistá D- alebo L-kyselina mliečna, producentom *Lactobacillus lactis* alebo *L. casei*, ktorý za 48 h vyprodukuje pri 45 °C viac ako 115 g kyseliny mliečnej · dm⁻³. Hodnota pH je udržiavaná prídavkom CaCO_3 , optická čistota produktu je viac ako 99 %.

Technológiu výroby čistej L-kyseliny mliečnej chráni patent japonskej firmy Jpn. Kokai Tokyo Koho [21]. Anaeróbne sporujúci *Bacillus coagulans* IAM 1194 vyprodukuje do glukózového média pri 41 °C za 36 hodín 88 g kyseliny mliečnej · dm⁻³. Neutralizuje sa s CaCO_3 .

Z japonska pochádza i ďalší patent firmy Daicel Chemical Industries Ltd. [22]. Popisuje produkciu D-kyseliny mliečnej vysokej optickej čistoty baktériou *Sporolactobacillus inulinus* z glukózy pri 37 °C za neutralizácie s CaCO_3 . Proces prebieha v predpropagačnom, propagačnom a fermentačnom (produkčnom) tanku asi 40 hodín. Kmeň vyprodukuje 95 g kyseliny mliečnej · dm⁻³ o optickej čistote 99,1 %.

Kontinuálny postup výroby kyseliny mliečnej je chránený patentom sovietskych autoriek Nikulinovej a kol. [23]. *Lactobacillus delbrückii* fermentuje roztoky s 1,5–4,5 % hmot. cukru do koncentrácie laktátu väpenatého

v médiu 14–16 % hmot. Hodnota pH sa prídavkom CaCO_3 udržiava v oblasti 5,0–5,3.

Blanch a kol. tiež patentovali kontinuálny fermentačný postup vhodný pre produkciu kyseliny mliečnej [24]. Proces využíva reaktor s dutými vláknami a pórovitými stenami so špeciálnym poprepávaním komôr a kmeň *Lactobacillus delbrückii*. Takýto reaktor produkoval 0,25 g kyseliny mliečnej na 1 g suchých buniek za hodinu alebo 77 g kyseliny mliečnej · dm⁻³ · h⁻¹ počas 340 hodín.

Kontinuálny kultivačný systém s *Lactobacillus delbrückii* študovali tiež Major a Bull [25]. Skúmali vplyv zriedovacej rýchlosti na produkciu, využitie suroviny a výťažky produktu. Rozsah zriedovacích rýchlostí zabezpečujúci maximálne výťažky biomasy a produktu bol v skumanom systéme 0,35–0,40 h⁻¹, produktivita biomasy 1,4 g · dm⁻³ · h⁻¹ a kyseliny mliečnej 8,9 g · dm⁻³ · h⁻¹.

3. PERSPEKTÍVNE TECHNOLOGIE

Eudúcnosť mliečnej fermentácie nesporne patrí postupu so zásadnými technologickými inováciami, ktoré svojim významom vysoko prevyšujú mikrobiologické či opamalizačné prístupy. K takýmto novinkám dnes patria najmä imobilizácia celých buniek a aplikácie fermentačných a separačných systémov kontinuálnych na nových princípoch. Preto ich právom možno už dnes považovať za perspektívne z hľadiska vyšších výťažkov, nižších prevádzkových nákladov a jednoduchšej izolácie produktu.

3.1 Fermentácie s imobilizovanými bunkami

Využitie buniek *Lactobacillus species* a *L. vaccinostercus* imobilizovaných v Ca-algináte pre produkciu kyseliny mliečnej opisali Tipayang a Kozaki [26]. Bunky boli imobilizované vo viabilnom stave a použité na utilizáciu xylózy v batch kultivácii. Bola tiež testovaná ich životnosť v géli. Imobilizácia bola stabilná. Imobilizované bunky produkovali viac kyseliny mliečnej ako voľné bunky fermentujúce rovnaké médium. Ako príčinu autorí uvádzajú lepší rast baktérií uzavretých v géli. Životnosť buniek v géli v reakčnom médiu bola 1 mesiac.

Imobilizáciu baktérií rodov *Lactobacillus* a *Streptococcus* v reaktore s dutými vláknami opisali Hamilton a Howell [27]. Ako substrát bola použitá laktóza, produkcia sa udržala po dobu 700 hodín. Kyselina bola produkovaná takmer konštantnou rýchlosťou, rýchlosť rastu buniek bola proporcionálna celkovému množstvu produktu. Proces prebiehal sterilne niekoľko týždňov. Autori tiež prezentujú kinetický model produkcie, ktorý bol v dobrej zhode s experimentálnymi údajmi v lag aj log fáze.

Aplikáciou imobilizovaných mliečnych baktérií sa tiež zaoberali Linko a kol. [28]. Analyzovali vlastnosti *Lactobacillus bulgaricus*, *L. pentosus*, *L. helveticus* imobilizovaných v Ca-algináte a ich schopnosť využitia xylózy a laktózy. Kmene *L. bulgaricus* a *L. pentosus* produkovali kyselinu mliečnu z glukózy, xylózy, laktózy aj drevného hydrolyzátu. Imobilizované bunky boli tiež využité na kontinuálnu úpravu pH mlieka.

Prípravu mliečnych baktérií imobilizovaných na euchenanovom géli opisali čínski autori Yonkfeng a Linfa [29]. Vypracovali spôsob imobilizácie s využitím hexametyldiamínu a glutaraldehydu pri 40 °C. Takto imobilizované bunky boli testované na produkčnú schopnosť v kontinuálnej fermentácii glukózy pri pH 6,0 a teplote 45 °C, kde sa dosiahol výťažok kyseliny mliečnej viac ako 90 %. Podobné výsledky dosiahli aj imobilizáciou buniek v agare [30].

Japonská firma Iwata Kogaku Kogyo patentovala prípravu kyseliny mliečnej imobilizovaným kmeňom *Rhizopus* [31]. *R. oryzae* AHU 6537 bol imobilizovaný v akrylamide. Postup využíva spoluúčinnok metylénbisakrylamidu a dimetylaminopropiónnitrilu s $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ pri 25 °C.

Odobnou problematikou sa zaoberá aj ďalší japonský patent [32]. Spóry alebo mycélium *R. oryzae* AHU 6537 sa imobilizujú v polyakrylamidovom alebo Ca-algináto-

vom géli. Takto upravené bunky sú schopné utilizovať glukózu a sacharózu aj v kontinuálnom systéme. Produktom je vysokočistá kyselina mliečna.

Ďalší z japonských patentov z tejto oblasti chráni spôsob imobilizácie *Sporolactobacillus inulinus* TUA 343L v poréznej acetátovej celulóze so zvýšenou mechanickou pevnosťou [33]. Takto upravené bunky sú využiteľné pre produkciu kyseliny mliečnej a iných látok.

Súhrnná práca o imobilizácii mliečnych baktérií od Linka hodnotí možnosti ich priemyselného využitia, diskutuje použiteľnosť membránových systémov a techniky dutých vlákien [34]. Prihliada najmä na ich využiteľnosť v mliekárstve, pri výrobe kyseliny mliečnej a v pentózovej fermentácii.

3.2 Elektrodialyzačné techniky

Uplatnenie elektrodialýzy v mliečnej fermentácii ako kontinuálnej separačnej metódy získavania produktu znamená výrazný krok vpred pri modernizácii tejto technológie. Táto moderná technika prináša podľa Nomuru a kol. [35] niekoľko výhod ako reguláciu pH bez použitia neutralizačného činidla, zoslabenie inhibičného účinku produktu, plynulé zakonzentrovávanie produktu a zjednodušenie získavania produktu. Preto nachádza v súčasnosti čoraz širšie uplatnenie.

Hongo a kol. popisali elektrodialýzu ako separačnú techniku pre izoláciu kyseliny mliečnej z fermentačnej pôdy [36]. Technológia využíva *Lactobacillus delbrückii* IFO 3534 a polosyntetickú pôdu, kde ako zdroj uhlíka bola glukóza. Zaradením elektrodialyzačného člena stúpla produkcia kyseliny mliečnej 5,5-krát v porovnaní s procesom bez regulácie pH, produktivita trikrát.

Využitie elektrodialýzy pre kontinuálnu mliečnej fermentácie publikoval aj Czytka a kol. [37]. *Lactobacillus casei* fermentuje pôdu recyklovanú cez elektrodialyzačný člen. Prvých 23 hodín sa proces vedie ako klasická fermentácia, potom sa začne do fermentora pridávať čerstvá pôda. Produktivita kyseliny mliečnej vzrástla u tejto technológie na 25 g.dm⁻³.h⁻¹, výťažok sa pohyboval medzi 90 až 96 %. Bola zistená aj dobrá odolnosť systému voči kontaminácii.

Predmetom štúdia japonského autora Nomuru a kol. je kombinácia elektrodialýzy a imobilizácie buniek [35]. Bunky *Lactobacillus delbrückii* IFO 3534 boli imobilizované v Ca-algináte. Porovnanie takto zostaveného procesu s postupom využívajúcim voľné bunky ukázalo, že množstvo kyseliny mliečnej produkovanej pomocou elektrodialýzy bolo asi 1,4-krát vyššie, maximálne produktivity oboch procesov boli prakticky rovnaké, podobne ako výťažnosť.

Aj Prigent patentoval metódu a aparatúru pre kontinuálnu produkciu kyseliny mliečnej, ktorej súčasťou je elektrodialyzačný člen [38]. Aparatúra pozostáva z fermentora s mechanickým miešaním, pumpy spájajúcej fermentor s ultrafiltráčnym zariadením, cez ktoré sa recykluje pôda spolu s elektrodialyzačným členom separujúcim produkt. To umožňuje izoláciu laktózy a laktátu.

Podobnú kombináciu ultrafiltrácie a elektrodialýzy opisal aj Boyaval a kol. [39]. *Lactobacillus helveticus* produkoval v tomto systéme kyselinu mliečnu, ktorá bola po neutralizácii na sodnú sol odstránená v recyklu. Bez elektrodialyzačného člena, s úplným recykлом a pri zriedovacej rýchlosti 0,88 h⁻¹ bola koncentrácia buniek 64 g.dm⁻³ a produktivita 22 g.dm⁻³.h⁻¹. Po zaradení elektrodialýzy bola koncentrácia laktátu na výstupe z fermentora stabilizovaná na 85 ± 5 g.dm⁻³.

Najnovšie publikácie z tejto oblasti hovoria už o konštrukcii špeciálnych bioreaktorov na báze membránových technológií [40] alebo spojení elektrodialyzačnej fermentačnej metódy s počítačovým riadiacim systémom [41].

3.3 Iné systémy

Do tejto skupiny technológií možno zaradiť ako jednu z typických fermentácií podľa Taniguchiho a kol. [42]. Ide o systém s kontinuálnou separáciou metabolitov pro-

tiprúdnou filtráciou, ktorá umožňuje udržať všetky produkty bunky vo fermentore. Koncentrácie biomasy dosiahnuté u *Streptococcus cremoris* boli 19-krát a u *Lactobacillus casei* 9krát vyššie ako pri klasicky vedenej fermentácii. Účinnou zložkou filtračnej jednotky sú keramické filtre.

Podobne zostavenú kontinuálnu produkciu kyseliny mliečnej popísali aj Ohleyer a kol. [43]. *Lactobacillus delbrückii* fermentoval glukózu, pôda bola recyklovaná cez ultrafiltráčne membrány. Proces bol vedený pri vysokej koncentrácii buniek (140 g.sušiny.dm⁻³), ktorá sa blíži k maximálne možnej hodnote. Maximálna koncentrácia produktu bola 60 g.dm⁻³. Bola dosiahnutá vysoká objemová produktivita [150 g.dm⁻³.h⁻¹] a úplná konverzia glukózy. Preto autori doporučujú proces ako komerčne využiteľný. Vo svojej ďalšej práci [44] potom autori využili získané poznatky na skúmanie systému z hľadiska vzťahu ustáleného stavu procesu k potrebe živín a jednotlivých cukrov a tiež jeho vplyvu na výťažnosť procesu. U laktózy sa ukázala vyššia potreba živných látok ako u glukózy. Po dosiahnutí ustáleného stavu bolo možné koncentráciu kvasničného extraktu znížiť bez negatívneho vplyvu na produkciu.

Recykliáciou buniek v mliečnej fermentácii sa zaoberal tiež Vick Roy a kol. [45]. Použitím kontinuálneho miešacieho reaktora s recykлом buniek a produkčného kmeňa *Lactobacillus delbrückii* NRRL-B 445 bola dosiahnutá objemová produktivita kyseliny mliečnej 76 g.dm⁻³.h⁻¹ a zvyškového cukru menej ako 0,02 g.dm⁻³.

4. ZÁVER

Z prezentovaného literárneho prehľadu je evidentné, že v oblasti fermentačnej výroby kyseliny mliečnej sa objavujú vo svete stále nové a nové inovačné aktivity, ktoré udržiavajú i naďalej jej vysokú komerčnú atraktivitu. Vzhľadom na túto skutočnosť, ako aj potrebu odstránenia veľkej devízovej závislosti dovozu tejto všeobecne atraktívnej organickej kyseliny do ČSSR, vznikol spoločný výskumno-vývojový program Katedry biochemickej technológie ČHTF SVŠT, Výskumného ústavu potravinárskeho a Štátneho cukrovárskeho podniku v Trnave, zameraný na vybudovanie príslušnej základne potrebnej pre znovuzavedenie mliečnej fermentácie u nás. O výsledkoch dosiahnutých v rámci tohto programu budeme čitateľov informovať v ďalších číslach nášho časopisu.

Literatúra

- [1] Second Symposium on Lactic Acid Bacteria, Wageningen, Holandsko 1987, FEMS Microbiol. Rev. 46, 1987.
- [2] LIPINSKY, E. S., SINCLAIR, R. G.: Chem. Eng. Prog., 82, 1986, s. 26.
- [3] GONZALES, G. V.: Report UNIDO-ID/WG. 431/1, 1984.
- [4] HUMMEL, W., SCHUTTE, H., KULA, M. R.: Appl. Microbiol. Biotechnol., 28, 1988, s. 433.
- [5] CHOW, J. I., BATT, C. A., SINSKEY, A. J.: Appl. Environ. Microbiol., 54, 1988, s. 1138.
- [6] Pat. Europ. 113 215.
- [7] DELLAGLIO, F., TORRIANI, S.: Microbiol. Aliments. Nutr., 3, 1985, s. 87.
- [8] VINIEGRA-GONZALES, G., GOMEZ, J.: Bioconvers. Syst., Boca Raton, FLA, 1984, s. 17.
- [9] YANAGIDA, F. et al.: J. Gen. Appl. Microbiol., 33, 1987, s. 33.
- [10] NIKULINA, I. D., EVELEVA, V. V.: Khlebopek. Konditer. Prom., 4, 1985, s. 38.
- [11] OHTAGUCHI, K., ISHIHARA, M., INOVE, I.: Kagaku Kogaku Ronbushu, 12, 1986, s. 320.
- [12] AKSU, L., KUTSAL, T.: Biotechnol. Lett., 8, 1986, s. 157.
- [13] Pat. ZSSR 1 113 409.
- [14] GOLUBCHINA, R. N., et al.: Prikl. Biokhim. Microbiol., 20, 1984, s. 518.
- [15] MOLETTA, R., ALBAGNAC, G.: Sci. Aliments., 4, 1984, s. 201.
- [16] HICKEY, M. W., HILLIER, A. J., JAGO, G. R.: Appl. Environ. Microbiol., 51, 1986, s. 825.
- [17] de KAIRUZ, M. S., et al.: Biochem. Biophys. Res. Commun., 152, 1988, s. 113.
- [18] KUROSAWA, H., ISHIKAWA, H., TANAKA, H.: Biotechnol. Bioeng., 31, 1988, s. 183.
- [19] Pat. Europ. 72 010.
- [20] Pat. Europ. 69 291.
- [21] Pat. Jap. 5 840 093.

- [22] Pat. Europ. 190 770.
[23] Pat. ZSSR 1 039 964.
[24] Pat. WO 8401959.
[25] MAJOR, N. C., BULL, A. T.: Biotechnol. Lett., **7**, 1985, s. 401.
[26] TIPAYANG, P., KOZAKI, M.: J. Ferment. Technol., **60**, 1982, s. 595.
[27] HAMILTON, K. M., HOWELL, J. A.: Adv. Ferment. Proc. Conf., 1983, s. 171.
[28] LINKO, P., et al.: Annu. N. Y. Acad. Sci., **434**, 1984, s. 436.
[29] YONKFENG, L., LINFA, Y.: Yiyao Gongye, **16**, 1985, s. 1.
[30] YONKFENG, L., LINFA, Y.: Huadong Xueyuan Xuebao, **11**, 1985, s. 553.
[31] Pat. Jap. 6 006 196.
[32] Pat. Jap. 111 943.
[33] Pat. Jap. 6 158 588.
[34] LINKO, P.: Biotechnol. Ser., **5**, 1985, s. 25.
[35] NOMURA, Y., IWAHARA, M., HONGO, M.: Biotechnol. Bioeng., **30**, 1987, s. 788.
[36] HONGO, M., NOMURA, Y., IWAHARA, M.: Appl. Environ. Microbiol., **52**, 1986, s. 314.
[37] CZYTKO, M., ISHII, K., KAWAI, K.: Chem.-Ing.-Tech., **59**, 1987, s. 952.
[38] Pat. Franc. 2555 200.
[39] BOYAVAL, P., CORRE, C., TERRE, S.: Biotechnol. Lett., **9**, 1987, s. 207.
[40] SHIMADZU, C.: Biotechnol. Jpn. Newsservo., **6**, 1988, s. 6.
[41] NOMURA, Y., IWAHARA, M., HONGO, M.: Appl. Environ. Microbiol., **54**, 1988 s. 137.
[42] TANIGUCHI, M., KOTANI, N., KOBAYASHI, T.: J. Ferment. Technol., **65**, 1987, s. 179.
[43] OHLEYER, E., BLANCH, H. W., WILKE, C. R.: Appl. Biochem. Biotechnol., **11**, 1985, s. 317.
[44] OHLEYER, E., WILKE, C. R., BLANCH, H. W.: Appl. Biochem. Biotechnol., **11**, 1985, s. 457.
[45] VICK ROY, T. B., et al.: Biotechnol. Lett., **5**, 1983, s. 665.

Lektorovala doc. Ing. Kateřina Demnerová, CSc.

Heriban, V. - Šturdík, E.: Fermentačná produkcia kyseliny mliečnej. I. Literárny prehľad. Kvas. prům., **35**, 1989, č. 11, s. 328—331.

Článok pojednáva o najnovších výsledkoch výskumu fermentačnej produkcie kyseliny mliečnej. Dôraz je kladený na poznatky získané optimalizáciou klasicky vedeného procesu, ale tiež jeho inováciou smerom ku kontinuálizácii s využitím imobilizovaných buniek a mo-

derných separačných techník, predovšetkým membránovej filtrácie a elektrodialýzy.

Херибан, В. - Штурдик, Э.: Ферментационное получение молочной кислоты. 1. Литературный обзор. Квас. прум., **35**, 1989, № 11, стр. 328—331.

Статья рассматривает новейшие результаты исследования ферментационного получения молочной кислоты. Подчеркиваются сведения, приобретенные путем оптимизации классическим способом проводящегося процесса в направлении к непрерывности его и также путем его модернизации в направлении к непрерывности с использованием иммобилизованных клеток и современных способов сепарации, прежде всего мембранного фильтрования и электродиализа.

Heriban, V. - Šturdík, E.: Fermentation Production of Lactic Acid. I. Literature Review. Kvas. prům., **35**, 1989, No. 11, pp. 328—331.

The latest results from the research of a fermentation production of lactic acid are described. Knowledge resulting from an optimization of the classical procedure are emphasized. In addition, the innovation of the process with respect to its continualization using immobilized cells and modern separation techniques such as the membrane filtration and electrodialysis are discussed as well.

Heriban, V. - Šturdík, E.: Fermentationsproduktion der Milchsäure. I. Literaturübersicht. Kvas. prům., **35**, 1989, Nr. 11, S. 328—331.

Der Artikel behandelt die neuesten Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der fermentativen Milchsäure-Produktion. Die Aufmerksamkeit wird nicht nur den Erkenntnissen gewidmet, die durch die Optimierung des klassisch geführten Prozesses erzielt wurden, sondern auch der Innovation des Prozesses in der Richtung zur Kontinualisierung und Anwendung immobilisierter Zellen und moderner Separationstechniken, vor allem der Membranfiltration und der Elektrodialyse.