

form and size as in batch cultures. The plot between the morphological changes and the content of nitrogen compounds in the cell biomass was proved.

**Rybářová, J. - Řežábková, J.: Morphologische Änderungen der Hefen *Torulopsis ethanolitolerans* bei kontinuierlicher Kultivierung.** Kvas. prům. 36, 1990, Nr. 7, S. 199—202.

Die morphologischen Änderungen der Hefekultur *Torulopsis ethanolitolerans*, die bei der kontinuierlichen Kultivierung beobachtet wurden, werden durch die

Anwesenheit des im Medium gelösten Sauerstoffs beeinflusst. Die größten Änderungen, die sich durch die Verlängerung und Verengung der Zellen und durch die Verminderung ihres Volumens bemerkbar machen, wurden bei Kultivierungen mit Sauerstoff-Limitation beobachtet. Bei der Erhöhung der Sauerstoff-Konzentration im Medium nahmen die Hefen Formen und Dimensionen an, welche bei den Batch-Kultivierungen üblich sind. Es wurde der Zusammenhang zwischen den morphologischen Änderungen und dem Gehalt der stickstoffhaltigen Substanzen in der Hefebiomasse ermittelt.

## Fermentačná výroba ethanolu zo škrobnatých surovín

664.22 634.2 663.12 663.5

### I. Literárny prehľad

Ing. ZUZANA CIESAROVÁ, Ing. DANIELA ŠMOGROVIČOVÁ, CSc., Doc. Ing. LUDOVÍT POLÍVKA, CSc.

Katedra biochemickej technológie CHTF SVŠT, 812 37 Bratislava

**Kľúčové slová:** etanol, škrob, kvasinky, fermentácia škrobu, hydrolýza škrobu.

### ÚVOD

Vzhľadom k tomu, že surovinové zdroje pre rozvoj biochemických technológií sú limitované, je veľmi dôležité hľadať obnoviteľné suroviny, ktoré sú prakticky nevyčerpatelné. Práve tieto zdroje, ich výber a selekcia pre efektívnu výrobu, sa závažnou mierou podieľajú na rozvoji liehovarníckeho priemyslu. Medzi takéto zdroje patria aj suroviny rastlinného pôvodu s obsahom škrobu.

### 1. FÁZY FERMENTAČNÉHO SPÔSOBU VÝROBY ETANOLU

Výrobu ethanolu fermentačnou cestou možno rozdeliť na tri fázy [1]:

1. Biochemická fáza — zahŕňa úpravu a hydrolýzu suroviny na fermentovateľný substrát (stekucovanie a scukorňovanie obilného škrobu, mletie a enzýmová hydrolýza kukurice atď.).
2. Metabolická alebo fermentačná fáza — proces alkoholového kvasenia glukózy v kvasinkách prebiehajúci Embden-Meyerhoffovou dráhou. Teoreticky môže vzniknúť 0,51 g ethanolu z 1 g glukózy, pričom výťažky v praxi dosahujú 90—95 % teoretickej hodnoty.
3. Fáza pofermentačnej úpravy produktu (filtrácia, destilácia, riedenie atď.).

### 2. PREDFERMENTAČNÁ ÚPRAVA ŠKROBU AMYLOLYTICKÝMI PRÍPRAVKAMI

Výroba priemyselného a palivového ethanolu zo škrobnatých substrátov vyžaduje pred samotnou fermentáciou glukózy na etanol úpravu suroviny, a to [2]:

- stekutenie škrobu pomocou endoamylázy, ( $\alpha$ -amyláza, E.C. 3.3.1.1),
- hydrolýzu (scukorňenie) stekuteného produktu (dextrínov) s nízkou molekulovou hmotnosťou na glukózu pomocou glucoamylázy (E.C. 3.2.1.3).

V priemyselnej produkcii alkoholu zo škrobnatých materiálov sú vysoké výrobné náklady spôsobené veľkou spotrebou energie pri tepelnom spracovaní suroviny, sterilizácii a destilácií produktu. Napr. bežne používaná metóda výroby alkoholu z kukuričných zŕn zahŕňa tepelné spracovanie záparsy pri teplote 140 °C v jednorázovom a asi 180 °C v kontinuálnom procese [3]. Vysoká teplota spôsobuje zmenu štruktúry zŕn a zlepšuje tým pôsobenie stekucujúcich a scukorňujúcich enzýmov na škrob a zároveň prebieha sterilizácia záparsy. Lee [4] a Mikuni [5] uvádzajú, že spotreba energie pri tepelnom spracovaní surového škrobu (energia na zahriatie a udržanie teploty 120 °C počas 2 h) predstavuje asi 40 % celkovej energie potrebnej pri alkoholovej fermentácii. Zníženie ener-

getickej náročnosti procesu výroby alkoholu zo škrobnatých materiálov sa stalo predmetom výskumu v mnohých laboratóriách.

Známa je extrúzna metóda úpravy škrobu krátkodobým pôsobením vysokej teploty v špeciálnych extrudéroch. Takto upravený škrob nevyžaduje enzýmovú hydrolýzu a je použiteľný ako substrát pre etanolovú fermentáciu [6, 7].

V Japonsku bola úspešne overená alkoholová fermentácia na zemiakovom škrobe bez tepelného spracovania s použitím Black-koji amylázy získanej z *Aspergillus niger* [8] v laboratórnom meradle. V prevádzkovom meradle však pokusy neboli úspešné, vyskytovala sa bakteriálna kontaminácia. Ako substrát bola tiež použitá kukurica a ryža.

Ueda a kol. [9, 10] vyvinuli proces výroby ethanolu zo škrobnatých surovín (kassava, zemiaky). Na sacharifikáciu použili glucoamylázu z *Aspergillus niger* a *Rhizopus species*. Dosiahnuté výťažky ethanolu sa pohybovali od 82,3 do 99,6 % teoretického výťažku. Použitie čerstvého zemiakového hľuzy alebo kassava rezky neboli suchým škrobovým materiálom, celá fermentácia trvala okolo 5 dní.

Svenský a kol. [11] premývali surový škrob roztokom 0,2 %  $H_2SO_4$  za účelom sterilizácie a použili maceľačný enzým Cellulosin (Ueda Chem. Industry Co. Japan) na zvýšenie pôsobenia glucoamylázy z *Rhizopus niveus* pri 25 °C. Cellulosin je enzýmový preparát získaný z *A. niger* obsahujúci ako hlavnú zložku pektín-depolymerázu (E.C. 3.2.1.15) a taktiež nízku aktivitu pektín-esterázy a iných hemicelulolytických enzýmov. Po 5 dňoch bola fermentácia ukončená s výťažkom ethanolu 74 %.

Chemapep Inc. v New Yorku vyvinul proces výroby bezvodého ethanolu zo škrobu bez jeho predchádzajúcej tepelnej úpravy, ktorý vyžaduje približne polovičné náklady oproti klasickému postupu. Poloprevádzka bola realizovaná vo Švajčiarsku [12]. Proces sa odlišuje od klasickej výroby ethanolu tým, že pred procesom sa odstráni veľa neškrobového materiálu v zŕnách (zárodky, tuky aj.) a surovina je spracovávaná použitím špeciálneho enzýmu, ktorý nie je bližšie definovaný. Požadavky na energiu v tomto procese sú iba 4,2 MJ · dm<sup>-3</sup> bezvodého ethanolu oproti 16,7—23,3 MJ · dm<sup>-3</sup> v klasickom fermentačnom procese. Výťažok ethanolu je 9,8 dm<sup>3</sup> z 25,4 kg kukurice.

Alltech Inc. [12] použil v procese kombináciu enzýmov — alkoholáza I. z *Bacillus subtilis* a alkoholáza II. z *Aspergillus niger* alebo *Rhizopus niveus*. Proces môže prebiehať kontinuálne ALCON-fermentáciou [12].

Iný prístup k hydrolýze surového škrobu na fermentovateľné sacharidy zvolili Azhar a Hamdy [13]. Hydrolyzovali zemiaky pri vysokej teplote (154 °C), nízkej koncentrácii HCl (0,034 mol dm<sup>-3</sup>) a za pomerne krátky čas (24 min) získali maximum redukujúcich sacharidov. Neprinieslo to však očakávané výsledky v etanolovej fer-

mentácii. Zistili, že za daných podmienok sa tvorí 3,4 % hydroxymetylfurfuralu, ktorý inhibuje rast a fermentáciu *Saccharomyces cerevisiae*.

*Ikawa a kol.* [14] pozorovali vzťah medzi tvarom škrobových zŕn a ich náchylnosťou k pôsobeniu amyláz a zistili, že hydrolyza škrobových granúl amylázami závisí nielen od druhu škrobu, ale aj od pôvodu amyláz.

Podmienky fermentácie rôznych druhov škrobu bez tepelného spracovania skúmali aj *Park a Rivera* [15].

Z hľadiska nárokov priemyselnej výroby stanovili *Lee a kol.* [4] tieto podmienky na prebeh alkoholovej fermentácie: celkový čas od sacharifikácie až po etanolovú fermentáciu najviac 3–4 dni, operačná teplota 60 °C, výťažok etanolu nad 94 % a pomer surového materiálu k fermentčnému objemu 1:4. Pre dosiahnutie týchto podmienok najprv vyskúšali opracovanie nehydrolyzovaného kassava škrobu kyselinou nie za účelom hydrolyzy alebo sterilizácie, ale kvôli zmene konformácie škrobových častí na formu, ktorá je prístupnejšia pre pôsobenie  $\alpha$ -amylázy a glukooamylázy. Komerčné amylázy boli potom použité pri sacharifikácii. Etanolový výťažok z takto upraveného kassava škrobu bol 95 % po troch dňoch fermentácie pri 30 °C kvasinkou *Saccharomyces cerevisiae*.

*Matsumoto a kol.* [16] po prvý raz úspešne zaviedli alkoholovú fermentáciu z obilia v procese bez tepelnej úpravy do priemyselného meradla. Ako scukorňujúci enzým použili enzymový preparát z *Rhizopus species* v množstve, pri ktorom bola zosladená rýchlosť sacharifikácie s rýchlosťou fermentácie kvasiniek. Po 48 h fermentácie koncentrácia alkoholu v zápare dosahovala 12,9 % obj., čo predstavovalo 90 % celkovej produkcie alkoholu. Porovnaním výsledkov s klasickým postupom zistili, že dosiahnutá efektívnosť fermentácie je rovnaká alebo vyššia ako pri klasickej fermentácii, bola však eliminovaná potreba ťažkých palivových olejov a značne obmedzená spotreba elektrickej energie. Priemerná konečná koncentrácia etanolu bola 14,2 % obj., čo vyhovuje priemyselným požiadavkám. Tento systém alkoholovej fermentácie bez tepelného spracovania prispieva k zníženiu výrobných nákladov palivového etanolu, ktorý sa odporúča ako alternatívny energetický zdroj namiesto petroleja, a k zníženiu energetickej náročnosti priemyselnej výroby alkoholu zo škrobnatých surovín.

Zaujímavé výsledky publikovali *Mikuni a kol.* [5], ktorí v procese výroby etanolu bez tepelného spracovania škrobu použili na sacharifikáciu nový glukooamylázový prípravok z *Chalara paradoxa* namiesto zvyčajne používaných amyláz z *Aspergillus sp.*, alebo *Rhizopus sp.* Po 5-dňovej fermentácii pri 30 °C a pH 5,0 dosiahli výťažky etanolu 63,5–86,8 % teoretickej hodnoty s kvasinkou *Saccharomyces cerevisiae* a 81,1–92,1 % s kvasinkou *Saccharomyces sake*.

### 3. SIMULTÁNNA SACHARIFIKÁCIA A FERMENTÁCIA ŠKROBU

Komerčné enzýmy používané pre stekutenie a scukornenie škrobu pri výrobe alkoholu predstavujú značné náklady vo výrobnom procese. Preto sa hľadajú nové spôsoby ako znížiť náklady a to zavedením priamej, jednoduchšej fermentácie škrobu s využitím amylolytických vlastností niektorých mikroorganizmov.

*Abouzied a Reddy* [17, 18] sa venovali štúdiu procesu, v ktorom sa eliminovalo enzymatické stekucovanie a scukornovanie cestou symbiotickej kultivácie amylolytického a fermentujúceho mikroorganizmu. Vychádzali z poznatkov pri Symba-procese [19, 20] na výrobu mikrobiálnych bielkovín zo zemiakových odpadových vôd, kde sa vylúčil enzymatický stekucujúci a scukorňujúci krok použitím spoločnej kultivácie *Saccharomycopsis fibuligera* (amylolytická kvasinka) a *Candida utilis* (neamylolytická kvasinka využívajúca sacharidy). *Abouzied a Reddy* najprv porovnávali priamu fermentáciu nehydrolyzovaného zemiakového škrobu na etanol monokultiváciou amylolytickej vláknitej huby *Aspergillus niger* so spoločnou kultiváciou *A. niger* a *S. cerevisiae* [17]. Amylolytická aktivita, rýchlosť a rozsah využitia škrobu a výťažky etanolu sa v spoločnej kultivácii niekoľkokrát zvýšili oproti monokultivácii, čo je spôsobené synergistickými metabolickými interakciami medzi druhmi. Naj-

vyššie etanolové výťažky boli dosiahnuté pri pH v rozmedzí 5–6, amylolytická aktivita bola najvyššia v rozmedzí pH 5–8. Výťažky etanolu boli maximálne, keď sa fermentácia viedla anaeróbne. Zvýšenie inokula fermentujúcej kvasinky zo 4 na 12 % znamenalo prudký vzostup rýchlosti produkcie etanolu a výťažky etanolu vyše 96 % teoretickej hodnoty boli dosiahnuté za 2 dni fermentácie. Tieto výsledky ukazujú na efektívnosť alkoholovej fermentácie škrobu spoločnou kultiváciou amylolytickej vláknitej huby *A. niger* a neamylolytickej kvasinky *S. cerevisiae*.

Okrem toho *Reddy a Abouzied* [21] študovali vplyv škrobu a glukózy na amylolytickú aktivitu *A. niger* a možnosti vylúčenia katabolickej represie glukózou v spoločnej kultivácii *Aspergillus species* so *S. cerevisiae*.

Simultánnou sacharifikáciou a fermentáciou pomocou *A. niger* a *S. cerevisiae* v nesterilnom prostredí sa zaberali aj *Han a Steinberg* [22] a dosiahli výťažok 7,7 % etanolu po 92% konverzii surového škrobu.

*Abouzied a Reddy* v ďalšej práci [18] použili na elimináciu enzymovej hydrolyzy kvasinky *Saccharomycopsis fibuligera* a *Lipomyces kononenkoae*. Pri monokultivácii oboch kvasiniek bola využitia škrobu a výťažky etanolu nízke, avšak spoločnou kultiváciou so *S. cerevisiae* sa prudko zvýšili etanolové výťažky a poklesol zvyškový škrob. V monokultivácii sa podstatne viac uhlíka použije na rast a rozmnožovanie buniek, zatiaľ čo v spoločnej kultivácii je väčšina substrátového uhlíka využiteľná na produkciu etanolu. V ďalšej práci pokračovali s kombináciou mikroorganizmov *Saccharomycopsis fibuligera* – *Saccharomyces cerevisiae*, pretože *Saccharomycopsis fibuligera* poskytovala vyššie amylázové aktivity a etanolové výťažky ako *Lipomyces kononenkoae*. *Abouzied a Reddy* prišli k nasledujúcim záverom:

- synergistickou kultiváciou *Saccharomycopsis fibuligera* a *Saccharomyces cerevisiae* sa dosiahla vyše 93% efektívnosť konverzie škrobu na etanol,

- množstvo inokula *Saccharomyces cerevisiae* významne ovplyvňuje výťažky etanolu, z čoho vyplýva, že limitujúcim krokom spoločnej kultivácie je fermentácia sacharidů na etanol,

- optimálne pH pre fermentáciu je v rozmedzí 5–6,

- anaeróbne alebo limitne aeróbne podmienky zdvojnásobili výťažky etanolu.

Synergistická kultivácia amylolytickej kvasinky *Saccharomycopsis fibuligera* a neamylolytickej kvasinky využívajúcej sacharidy môže byť teda vyhovujúca pre priamu jednostupňovú fermentáciu nehydrolyzovaného škrobu na etanol pri eliminácii enzymovej hydrolyzy a značnom zlepšení ekonomiky procesu.

Z hľadiska fermentovateľnosti škrobu a škrobových materiálov skúmali *Wilson a kol.* [23] aj kvasinky rodu *Schwanniomyces*. Zistili, že *Schwanniomyces alluvius* je kvasinkou produkujúcou alkohol, ale rast kvasinky je inhibovaný koncentráciou etanolu už 4,7 % hm. Pivovarské kvasinky sú tolerantné voči etanolu až do koncentrácie 7–9 %. Hoci sa tolerancia voči etanolu zvyšuje v kompletnom médiu, priemyselná požiadavka pre ekonomickú destiláciu alkoholu je jeho aspoň 8% koncentrácia. Preto boli ďalšie práce zamerané na spoločnú kultiváciu so *Saccharomyces*. Kvasinky rodu *Schwanniomyces* sa použili na hydrolyzu škrobu a *Saccharomyces* na produkciu etanolu. Samotná kvasinka *Schwanniomyces alluvius* utilizuje škrob na 94,3 % s výťažkom 67,4 % teoretického množstva etanolu, v kombinácii so *Saccharomyces uvarum* je využitia škrobu 94 % a výťažok sa zvýši na 85 %. Okrem toho *Wilson* zistil, že hoci dextrinizácia škrobu prebehla úplne za 24h, redukuje sacharidy sa akumulovali až do 100 h kultivácie a na konci zostalo nezužitkovaných 18 % celkových sacharidů, hoci pomer *Schwanniomyces* ku *Saccharomyces* bol 1,8:1. Týmto sa prejavil nedostatok glukooamylázy. Prídavkom fungálnej glukooamylázy sa dosiahol výťažok etanolu 86 % teoretickej hodnoty, pričom produktivita procesu sa zvýšila 4,6krát. Na základe týchto poznatkov dospel *Wilson* k záveru, že spoločná kultivácia *Schwanniomyces alluvius* a *Saccharomyces uvarum* je možná a hlavné faktory, ktoré vplyvajú na produktivitu a výťažky etanolu sú: množstvo glukooamylázy, stabilita (pufrovanie) média

a pomer kvasiniek *Schwanniomyces* a *Saccharomyces* vo fermentačnom médiu.

Kvasinku so schopnosťou degradácie škrobu a fermentácie vzniknutých sacharidov na etanol izolovali z prírodného materiálu *Banerjee a kol.* [24] a identifikovali ju ako *Saccharomyces diastaticus*. Od iných druhov rodu *Saccharomyces* sa líši práve tým, že asimiluje a fermentuje škrob. *Saccharomyces diastaticus* vykazuje glukamylázovú aktivitu, má krátky generačný čas a dobre rastie na syntetickom minerálnom médiu s rozličnými substrátmi obsahujúcimi škrob. Kapacita produkcie alkoholu kvasinkou *Saccharomyces diastaticus* nebola študovaná vo veľkom rozsahu a existuje len málo údajov o produkcii alkoholu z glukózy alebo dextrínov pomocou *Saccharomyces diastaticus*. *Banerjee* [24] pri optimálnych podmienkach dosiahol po 3 dňoch fermentácie 5,7 % hm. etanolu a 80 % konverziu škrobu a zistil inhibičný účinok etanolu vo vyšších koncentráciách na rast kvasinky.

*Panchal a kol.* [25] poukázali na to, že *Saccharomyces diastaticus* je vhodnejšia na fermentáciu škrobu hydrolyzovaného bežnými metódami ako *Saccharomyces cerevisiae*. *Whitney a kol.* [26] dosiahli pomocou *Saccharomyces diastaticus* 50% zníženie prídavku glukamylázy, ktorá sa používa v komerčnej výrobe etanolu zo škrobu.

Nové kmene *Saccharomyces diastaticus* izolovali *Laluce a kol.* [27], tie však nedávali lepšie výťažky ako doteraz známe kmene.

*De Mot a Verachttert* [28] použili kvasinku *Saccharomyces diastaticus* aj do imobilizovaného systému so *Saccharomycopsis fibuligera* využívajúc spojenie glukamylázy *Saccharomyces diastaticus* s  $\alpha$ -amylázou a depolymerizačnou aktivitou *Saccharomycopsis fibuligera*. Hoci produktivita v systéme imobilizovaných buniek bola vyššia ako v batch pokusoch, predsa len oveľa nižšia ako pri fermentácii glukózy.

Na záver možno konštatovať, že žiadna z doteraz známych amylolytických kvasiniek nie je bezvýhradne vhodná na efektívnu priamu alkoholovú fermentáciu škrobnatých substrátov, čo je spôsobené rôznymi faktormi, ako sú povaha amylolytických enzýmov, regulácia syntézy a produkcie amyláz, tolerancie voči etanolu. Úspech môže byť dosiahnutý s geneticky upravenými kvasinkami.

O konštrukciu liehovárníckej kvasinky s glukamylázovou aktivitou sa pokúsili *Inlow a kol.* [29, 30, 31] prenosom glukamylázového génu *Aspergillus awamori* do *Saccharomyces cerevisiae*. S takto upravenou kvasinkou dosiahli 93–95% utilizáciu škrobu a 0,44–0,48 výťažkov koeficient etanolu.

*Laluce a Mattoon* [2] hodnotili rôzne kmene *Saccharomyces diastaticus* z hľadiska priamej konverzie škrobu a dextrínov na etanol. Pomocou kombinácie vyselektovaných kmeňov, ich hybridizácie a systematickej optimalizácie fermentačných podmienok dosiahli 80% konverziu škrobu. Zvyšných 20 % predstavovalo limitné dextríny rezistentné voči glukamyláze *Saccharomyces diastaticus*, ktoré môžu byť eliminované iba pôsobením  $\alpha$ -amylázy.

V niektorých laboratóriách pracovali na prenose heterologických  $\alpha$ -amylázových génov získaných z rôznych organizmov do *Saccharomyces cerevisiae*. Napríklad *Thomsen* [32, 33] skonštruoval plazmidy obsahujúce cDNA z  $\alpha$ -amylázy zo slín myši. *Saccharomyces cerevisiae* s týmto plazmidom je schopná priamo fermentovať škrob z rôznych zdrojov, ale konverzia na alkohol nie je efektívna, pohybuje sa v rozmedzí 10–50 %.

*Kim a kol.* [34] pripravili hybridný kmeň kvasinky, ktorý produkuje  $\alpha$ -amylázu aj glukamylázu. S týmto kmeňom dosiahli 97% degradáciu a 93% utilizáciu škrobu. Glukamylázová aktivita je výsledkom exprese jedného alebo viacerých chromozomálnych STA génov zo *Saccharomyces diastaticus*. Kmeň bol transformovaný plazmidom s cDNA z  $\alpha$ -amylázy myšacích slín.

*Stewart* [1] získal fúziou sféroplastov amylolytickej kvasinky *Saccharomyces diastaticus* a fermentujúcej kvasinky *Saccharomyces uvarum* rekombinantný kmeň s vlastnosťami oboch kvasiniek.

Nepodarilo sa však dosiahnuť zostrojiť kmeň s ideálnymi vlastnosťami amylolytickej aj fermentujúcej kvasin-

ky, ktorý by našiel široké uplatnenie aj v priemyselnom meradle.

## Literatúra

- [1] STEWART, G. G., RUSSELL, J., PANCHAL, C. J.: The genetics of alcohol metabolism in yeast. 2nd Conference on Whisky Production and Related Process, Scotland, 1981.
- [2] LALUCE, C., MATTOON, J. R.: Appl. Environ. Microbiol., **43**, 1984, s. 17.
- [3] SCHELLER, W. A.: Fermentation in cereal processing. 61st Natl. Meet. Am. Assoc. Cereal Chem., New Orleans, 1976.
- [4] LEE, S. Y., et al.: J. Ferment. Technol., **63**, 1985, s. 51.
- [5] MIKUNI, K., MONMA, M., KAINUMA, K.: Biotechn. Bioeng., **29**, 1987, s. 729.
- [6] PARK, Y. K., et al.: Biotech. Let., **9**, 1987, s. 143.
- [7] PARK, Y. K., et al.: J. Ferment. Technol., **65**, 1987, s. 469.
- [8] UEDA, S., KOBAYASHI, Y.: J. Ferment. Technol., **58**, 1980, s. 237.
- [9] UEDA, S., et al.: Biotech. Bioeng., **23**, 1981, s. 291.
- [10] MATSUOKA, H., KOBAYASHI, Y., UEDA, S.: J. Ferment. Technol., **60**, 1982, s. 599.
- [11] SVENDSBY, O., et al.: J. Ferment. Technol., **59**, 1981, s. 485.
- [12] REHM, H. J., RED, G.: Biotechnology. A Comprehensive Treatise. Vol. 3 Dellweg, H.: Microbial Products. I. Weinheim, Deerfield Beach, Florida, Basel, 1983, 642 s.
- [13] AZHAR, A., HAMDAN, M. K.: Biotech. Bioeng., **23**, 1981, s. 879.
- [14] IKAWA, Y., et al.: Starch, **34**, 1982, s. 44.
- [15] PARK, Y. K., RIVERA, B. C.: Biotech. Bioeng., **24**, 1982, s. 495.
- [16] MATSUMOTO, N., et al.: Agric. Biol. Chem., **46**, 1982, s. 1549.
- [17] ABOUZIED, M. M., REDDY, C. A.: Appl. Environ. Microbiol., **52**, 1986, s. 1055.
- [18] ABOUZIED, M. M., REDDY, C. A.: Biotech. Let., **9**, 1987, s. 59.
- [19] JARL, K.: Food Technol., **23**, 1969, s. 1009.
- [20] SKOGMAN, H.: Production of Symba-yeast from potato wastes. In: BIRCH, G. G., PARKER, K. J., WORGAN, J. T.: Food from Waste. London, 1976, s. 167.
- [21] REDDY, C. A., ABOUZIED, M. M.: Enzyme Microb. Technol., **8**, 1986, s. 659.
- [22] HAN, I. Y., STEINBERG, M. P.: Biotech. Bioeng., **30**, 1987, s. 225.
- [23] WILSON, J. J., KHACHATOURIAN, G. G., INGLEDEW, W. M.: Biotech. Let., **4**, 1982, s. 333.
- [24] BANERJEE, M., DABNATH, S., MAJUMDAR, S. K.: Biotech. Bioeng., **32**, 1988, s. 831.
- [25] PANCHAL, C. J., et al.: Biotech. Let., **4**, 1982, s. 32.
- [26] WHITNEY, G. K., et al.: Biotech. Let., **7**, 1985, s. 349.
- [27] LALUCE, C., et al.: Appl. Environ. Microbiol., **54**, 1988, s. 2447.
- [28] DE MOT, R., VERACHTERT, H.: CRC Crit. Rev. Biotech., **5**, 1987, s. 259.
- [29] INLOW, D., McRAE, J., BEN-BASSAT, A.: Biotech. Bioeng., **32**, 1988, s. 227.
- [30] COLE, G. E., et al.: Bio/technology, **6**, 1988, s. 417.
- [31] INNIS, M. A. et al.: Science, **228**, 1985, s. 21.
- [32] THOMSEN, K. K.: Carlsberg Res. Commun., **48**, 1983, s. 545.
- [33] THOMSEN, K. K.: CRC Crit. Rev. Biotech., **5**, 1987, s. 205.
- [34] KIM, K., PARK, C. S., MATTOON, J. R.: Appl. Environ. Microbiol., **54**, 1988, s. 966.

Lektoroval Ing. Karel Melzoch, CSc.

**Giesarová, Z. - Šmogrovičová, D. - Polívka, E.: Fermentačná výroba etanolu zo škrobnatých surovín. I. Literárny prehľad.** Kvas. prům., **36**, 1990, č. 7, s. 202–205.

Článok podáva prehľad o súčasnom stave možnosti využitia surovín s obsahom škrobu na produkciu etanolu pomocou kvasiniek. Zameriava sa na porovnanie rôznych spôsobov predfermentačnej úpravy suroviny so zreteľom na zefektívnenie procesu výroby etanolu v priemyselných podmienkach.

**Циесарова, З. - Шмогрови́чова, Д. - Поли́вка, Е.: Ферментационное производство этанола из крахмалсодержащего сырья. I. Литературный обзор.** Квас. прум., **36**, 1990, № 7, стр. 202–205.

Статья приводит обзор о современном состоянии возможностей использования сырья, содержащего крахмал, для продукции этанола при помощи дрожжей. Она направлена на сопоставление разных способов предварительной обработки сырья с учетом достижения высокой



эффективности производства этанола в производственных условиях.

**Ciesarová, Z. - Šmogrovičová, D. - Polívka, L.: Fermentation Production of Ethanol from Starch Raw-Materials. Literature Review.** Kvas. prům., 33, 1990, No. 7, pp. 202—205.

A present state of starch containing raw-materials used for the ethanol production by yeasts is reviewed. The different procedures of the pretreatment of raw-materials with respect to the intensification of ethanol production on an industrial scale are compared.

**Ciesarová, Z. - Šmogrovičová, D. - Polívka, L.: Fermentative Äthanolproduktion aus stärkehaltigen Rohstoffen. I. Literaturübersicht.** Kvas. prům., 36, 1990, Nr. 7, S. 202—205.

Der Artikel bringt eine Übersicht der gegenwärtigen Möglichkeiten der Ausnützung stärkehaltiger Rohstoffe zur Äthanolproduktion mittels Hefen. Es werden verschiedene Verfahren der präfermentativen Aufbereitung der Rohstoffe vom Standpunkt der Effektivität des Prozesses der industriellen Äthanolproduktion verglichen.

## Z výrobních závodů Současnost a historie

**Ještě jednou k problematice financování vědeckovýzkumné základny pivovarsko-sladařského oboru**

### DISKUSNÍ PŘÍSPĚVEK

Ing. MICHAL ČERNÝ, Pokusné a vývojové středisko pro pivo a slad, Praha - Braník

#### 1. ÚVOD

Politické a společenské události v naší zemi probíhají podstatně rychleji než hospodářské a ekonomické vztahy ve sféře podnikové. Je sice pravdou, že některé problémy — legislativní, úpravové odvoody atd. — musí být vyřešeny zákonými úpravami v celostátním měřítku, avšak např. konkrétní formy a způsoby financování VVZ si musí jednotlivé obory uspořádat podle svých konkrétních podmínek samy.

V loňském roce se na stránkách Kvasného průmyslu objevilo 5 diskusních příspěvků na toto téma. V prvních třech diskusních příspěvcích byla pivovarská veřejnost v podstatě seznámena s problematikou financování činnosti VVZ v nových podmínkách včetně způsobu výpočtu ceny za vědeckovýzkumné práce. Je naprosto nezbytné, aby i pracovníci provozní praxe byli s touto problematikou podrobně seznámeni, neboť při jejím neopohrnutí se vytvářejí nepříznivé vzájemné vztahy. Čuřín [3] správně upozorňuje na nezbytnost citlivého přístupu k řešení ekonomických problémů VVZ. Snižování početních stavů pracovníků pro nedostatek finančních prostředků a jejich následné obnovení po několika letech, kdy se finanční situace podniků zlepší, je řešením na-prosto nevhodným, neboť zkušenosti z vývojové práce nelze vybudovat během krátké doby. Určité drobné rozdíly autorů [1, 2 a 3] k diskutované problematice jsou dány spíše v přístupu autorů a používané terminologii (nejste ekonomové), než ve významu a smyslu diskutovaného tématu.

Konkrétně mám na mysli způsob uzavírání smluv na práce základního plánu RVT a pojem „dotace“. Tento pojem je v současné době u nás velmi nepopulární — což jím pochopitelný dopad hospodářské politiky předchozích 40 let. V případě financování výzkumu, který je pro rozvoj každého odvětví naprosto nezbytný, se tedy nejedná o „dotaci“, neboť ta svým významem signalizuje ztrátovost a nerentabilit konkrétní pracovní činnosti.

Obecným formám financování pracovišť VVZ se věnuje příspěvek Nagyho [4], který však do konkrétních podmínek VVZ pivovarsko-sladařského oboru přímo nezapadá. Zajímavá je však zmínka o vytváření tzv. rezervního fondu ve výši až 2/12 ročního rozpočtu VVZ, který lze využívat na krytí finanční činnosti VVZ. Základním principem fungování tohoto modelu je však existence zbožně-peněžních/tržních, vztahů u nás, což bohužel není ani zdaleka pravdou. Právě na tuto skuteč-

nost správně upozorňuje Šrogl [5], který konstatuje, že vývoj ekonomicko-společenských struktur na nepravém místě předběhl vývoj národního hospodářství. Podporuje názor Čuřína, aby se 50 % finančních nákladů VVZ hradilo podle výroby piva, resp. sladu a vyslovuje přesvědčení, že se současné problémy s financováním VVZ brzy podaří překlenout. Dovolím si pouze polemizovat s jeho názorem, že je možno hradit část nákladů na úkoly RVT z úvěru a potom výsledky se ziskem prodat. Tento přístup se mi zdá při současné situaci v našem oboru téměř nereálný. V dalším textu se pokusím na náměty předchozích článků navázat, rozšířit je a pokusit se již i konkrétněji některé z nich specifikovat.

#### 2. SOUČASNÁ PRAXE FINANCOVÁNÍ ČINNOSTI VĚDECKOVÝZKUMNÉ ZÁKLADNY U NÁS A VE SVĚTĚ

Nejjednodušším přístupem k řešení problému financování výzkumu by bylo využít praxe financování činnosti odvětví našeho hospodářství. Vzhledem k tomu, že změny probíhají v celé společnosti, nelze brát v současnosti žádný resort za optimální. Dokonce lze konstatovat, že i dosavadní praxe financování VVZ v našem oboru v mnohém předchází situaci v jiných oborech.

Další možností je převzetí praxe financování činnosti VVZ v jiných vyspělých zemích. Bohužel ani tato možnost není plně realizovatelná v našich podmínkách. Ve světě jsou různé varianty, z nich nejčastější je rozpočtové financování — tj. koncern má vytvořeno vlastní VVZ, na jejíž činnost přispívá a zadává jí náplň práce — tj. obdobná situace jako před zrušením koncernu Pivovary a sladovny. Naším podmínkám je nejbližší situace v SRN — VVZ ve Weihenstephanu — přičemž jednotlivé zdroje finančních prostředků pro výzkum lze rozdělit do následujících okruhů:

a) Příspěvky pivovarských koncernů i jednotlivých pivovarů na financování výzkumných programů.

b) Příspěvek ze státních zdrojů, který má sloužit na ekologické a zdravotní programy (např. — cizorodé látky). Ze státních zdrojů jde také příspěvek na pivovarskou školu.

c) Poplatky za provádění kontrolních analýz pro jednotlivé pivovary. Pivovary si tuto činnost samy vyžadují, neboť tyto analýzy jim slouží jako rozhodčí při případných sporech o kvalitě.

d) Příspěvek ze sružení pivovarských sládků.

e) Příspěvky strojírenských firem na spolupráci při řešení vývoje strojů a zařízení pro pivovarsko-sladařský obor.

f) Finanční prostředky za technologickou pomoc při řešení konkrétních problémů jednotlivých pivovarů.

g) Výnosy z výroby a prodeje piva ve vlastním pivovaru a restauraci.

h) Přínosy z realizace výsledků vývoje.