

Štúdium vlastností etanolprodukujúcich kvasiniek pri skvasovaní degradačných produktov škrobu

Ing. Katarína PIRŠELOVÁ, Ing. Daniela ŠMOGROVIČOVÁ, CSc., Ing. Svetlana KRYŠTOFOVÁ, Ing. Zuzana CIESAROVÁ

Katedra biochemickej technológie, Chemickotechnologická fakulta STU, 812 37 Bratislava

664.2 663.12

Kľúčové slová: etanol, liehovarnícke, pivovarnícke, vínne, geneticky upravované kvasinky, kvasné skúšky, respiračný koeficient, degradačné produkty škrobu

Škrob ako rastlinný polysacharid hojne rozšírený v biosfére je jedným z potenciálnych náhradných zdrojov energie. Podobne možno využiť i celulózu, priemyselné odpadové sacharidy, zemiakové a obilné odpadové vody, či trstinové melasy [1, 2]. Tieto materiály po prevedení na hexózy môžu slúžiť ako substráty pre mikrobiálne fermentácie zamerané na získavanie bunkovej hmoty, alkoholu, organických kyselín a iných metabolitov.

Etanol sa vyrába v pomerne veľkom množstve a má široké priemyselné a potravinárske použitie. Jednou z východiskových surovín môžu byť škrobnaté substráty, ktoré sa po úprave - stekutení a scukornení na dextríny až

glukózu, prevádzajú fermentáciou na etanol [3]. Pri technologickom použití bežných alkohol-produkujúcich kvasiniek *S. cerevisiae*, *S. carlsbergensis*, *S. sake*, alebo baktérií *Zymomonas mobilis* na škrobe [4], je potrebný prídavok amylolytických enzýmov, ktorý umožní nahradenie tepelnej predúpravy škrobu jeho enzýmovou hydrolýzou [5].

Dnes je už známych viacero rodov kvasiniek, ktoré sú schopné produkovať amylázy priamo do kultivačného média a fermentovať škrob. Nie je to pre bežné kvasinky typické, avšak z prírodných zdrojov sa podarilo izolovať takéto rody *Candida*, *Lipomyces*, *Saccharomycopsis*, *Schwanniomyces*, *Trichosporon*. Ich amylázová aktivita je

uspokojivá, ale žiadna z nich sa nejavi celkom vhodná na účinnú a ekonomicky výhodnú produkciu etanolu zo škrobnatých substrátov [4, 6]. Jednou z možností dosiahnutia vyššieho výťažku etanolu je fermentácia zmesnej kultúry amylolytickej a etanolproduktujúcej kvasinky, tzv. symba proces [7, 8].

Vo svete už bolo rozpracované značné množstvo štúdií založených na vzájomne výhodných vlastnostiach jednotlivých kmeňov zmesnej kultúry u rôznych typov mikroorganizmov [2].

Pri zmesných kultiváciách kvasiniek na škrobe, zameraných na tvorbu etanolu, výber vhodných kmeňov musí zohľadňovať celý rad parametrov. Najdôležitejšie z nich sú schopnosť amylolytickej kvasinky produkovať zo škrobu dostatočné množstvá asimilovateľných sacharidov (glukóza, maltóza už po krátkom čase inkubácie [9], schopnosť etanolproduktujúcej kvasinky účinne toto spektrum sacharidov skvasovať na etanol, ako aj blízke hodnoty pH, optimálne pre produkciu a aktivitu amyláz i tvorbu etanolu. Vzhľadom na uvedené kritéria bolo cieľom našej práce zistiť u skupiny vopred vybraných etanolproduktujúcich kmeňov kvasiniek skvasiteľnosť glukózy a maltózy ako produktov hydrolýzy škrobu; ako aj výťažky etanolu, ktoré sú schopné tieto kmene dosiahnuť. Vo vzťahu k výťažku etanolu na maltóze a glukóze bol sledovaný pomer anaeróbného kvasenia a aeróbného dýchania, ktorý je vyjadrený respiračným koeficientom. Sledoval sa tiež vplyv prítomnosti rastových faktorov a organického zdroja dusíka vo forme kvasničného autolyzátu na produkciu etanolu z glukózy a maltózy.

MATERIÁL A METÓDY

Kmene mikroorganizmov

V experimentoch sme použili 11 zbierkových vínnych, pivovarníckych, liehovarníckych a geneticky upravovaných kmeňov kvasiniek (zoznam a pôvod všetkých testovaných kultúr uvádza *tabuľka 1*). Boli udržiavané na šikmých agaroch so sladidlovým extraktom (Imuna, Šarišské Michaľany) pri 4 °C.

Kultivačné médiá

Médium na testovanie skvasovania sacharidov obsahovalo 10 g.l⁻¹ kvasničného autolyzátu (Imuna). Rôzne zdroje uhlíka - glukóza, maltóza, škrob rozpustný (Lachema Brno), boli do média pridané vo forme koncentrovaných roztokov (200 g.l⁻¹) tak, aby ich výsledná koncentrácia bola 20 g.l⁻¹. pH bolo upravené na 6,8 prídavkom NaOH 1 mol.l⁻¹.

Médium na kvantitatívne zisťovanie produkcie etanolu obsahovalo kvasničný autolyzát 3 g.l⁻¹, síran amónny 5 g.l⁻¹, dihydrogénfosforečnan draselný 1 g.l⁻¹, síran horečnatý 0,5 g.l⁻¹, chlorid sodný 0,1 g.l⁻¹, chlorid vápenatý 0,01 g.l⁻¹, fosfátový tlmivý roztok (Na₂HPO₄ + NaH₂PO₄) 0,1 mol.l⁻¹, pH 5,8. Ako zdroj uhlíka boli použité glukóza alebo maltóza 10 a 30 g.l⁻¹.

Respiračná aktivita bola stanovená vo fosfátovom tlmivom roztoku (Na₂HPO₄ + NaH₂PO₄) 0,1 mol.l⁻¹ o pH 5,0 (10). Ako zdroj uhlíka boli použité glukóza alebo maltóza 20 g.l⁻¹.

Tab. 1. Porovnanie intenzity skvasovania, rastu biomasy a výsledného pH média na glukóze a maltóze (20 g.l⁻¹) s prídavkom kvasničného autolyzátu (10 g.l⁻¹), počiatočným pH 6,8 po 7 dňoch statickej kultivácie. Kontrolné médium s C - zdrojom nevyužitelným pre testované kvasinky (rozpustný škrob, konc. 20 g.l⁻¹)

Kvasinka	Zdroj uhlíka								
	Glukóza			Maltóza			Kontrola (škrob)		
	CO ₂	Rast	pH	CO ₂	Rast	pH	CO ₂	Rast	pH
<i>S. cerevisiae</i>									
CCY 21-4-13*	+++	vel'mi dobrý	5,2	+++	vel'mi dobrý	5,6	-	slabý	6,0
CCY 21-4-26*	+++	vel'mi dobrý	5,5	+++	vel'mi dobrý	5,6	-	slabý	6,0
CCY 21-4-71*	+++	vel'mi dobrý	5,5	+++	vel'mi dobrý	5,4	-	dobrý	6,1
<i>S. chevalieri</i>									
CCY 21-4-2*	+++	vel'mi dobrý	5,5	-	dobrý	5,8	-	slabý	6,1
<i>S. cerevisiae</i>									
LH 02/2 ^b	+++	vel'mi dobrý	5,3	+++	vel'mi dobrý	5,2	-	slabý	5,8
LHF 2-5 ^b	+++	vel'mi dobrý	5,3	+++	vel'mi dobrý	5,4	-	slabý	5,8
LHG 2 ^c	-	slabý	5,7	-	slabý	5,8	-	slabý	5,3
LHG 3 ^c	-	slabý	5,8	-	slabý	5,7	-	slabý	5,5
RIVE 15-1-416 ^d	+++	vel'mi dobrý	5,4	+++	vel'mi dobrý	5,5	-	dobrý	5,5
RIVE 15-1-467 ^d	+++	vel'mi dobrý	5,4	+++	vel'mi dobrý	5,4	-	dobrý	6,0
<i>S. carlsbergensis</i> ^e	+++	vel'mi dobrý	5,4	+++	vel'mi dobrý	5,5	-	slabý	5,8

Vysvetlivky k tab.1

+++ s CO₂ vyplnená celá Durhanova plynovka; - únik CO₂ nebol pozorovaný; a) Československá zbierka kvasiniek v Bratislave; b) zbierka Katedry genetiky, mikrobiológie a biofyziky PrF UK v Prahe; c) zbierka Katedry genetiky, mikrobiológie a biofyziky PrF UK v Prahe; kmene získané fúziou *S. cerevisiae* LH 02/2 a *S. cerevisiae* GRF+GA (bis 3) so zabudovaným plazmidom so sekvenciou pre glukomylázu ze *Sacharomycopsis fibuligera*; d) zbierka KVÚVV v Bratislave; e) zbierka VÚPS v Bratislave

Kultivačné podmienky

Testovanie skvasovania sacharidov prebiehalo staticky v skúmavkách s Durhamovými plynovkami pri 28 °C. Do skúmavky s 10 ml kvapalného média sa biomasa očkovať priamo zo šikmých agarov [11].

Kvantitatívne sledovanie tvorby etanolu prebiehalo pri 28 °C, v limitne aeróbných podmienkach, tj. staticky v 500 ml fľašiach s kvasným uzáverom a otvorom pre odber vzorky so 400 ml média, ktoré sa naočkovať 40 ml 48-hodinového inokula. Odoberalo sa 5 ml vzorky, ktorá sa pred stanovením scentrifugovala (10 min, 3600 min⁻¹).

Na meranie respirácie kvasiniek sa použilo dvojstupňové inokulum preočkované po 48 a 24 hodinách, kultivované na rotačnej trepačke. V reakčnej nádobke bolo 0,2 ml suspenzie kvasiniek (biomasa 1 mg.ml⁻¹) a 3 ml fosfátového tlmivého roztoku (0,1 mol.l⁻¹) o pH 5,0 s glukózou alebo s maltózou (20 g.l⁻¹), resp. bez zdroja uhlíka (endogénna respirácia).

Analytické metódy

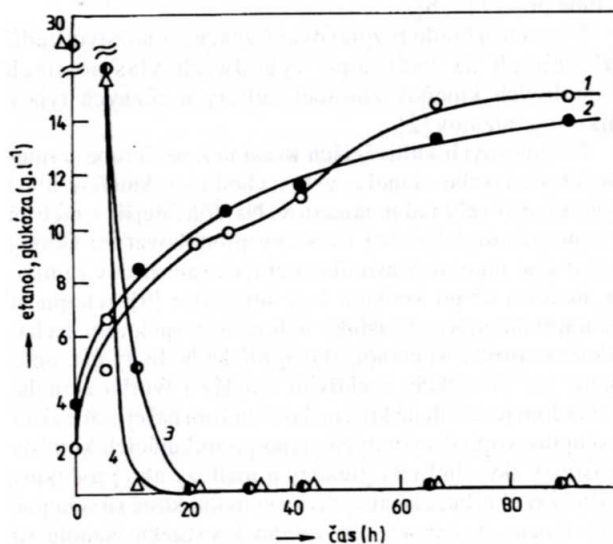
Rast biomasy sa sledoval po premytí vzorky fyziologickým roztokom meraním nárastu optickej hustoty pri 620 nm [5]. Sušina bunkovej hmoty sa stanovovala sušením do konštantnej hmotnosti pri 105 °C. Glukóza sa stanovovala BIO-LA testom OXOCHROM GLUKÓZA (Glu GP), redukujúce cukry a maltóza pomocou kyseliny 3,5-dinitrosalicyllovej [12]. Zbytkový škrob sa stanovil pomocou jódu kolorimetricky [12]. Etanol sa stanovil plynovou chromatografiou, ako nosný plyn sa použil dusík, dvojzvitová kolóna dĺžky 120 cm a priemeru 3 mm bola naplnená PORAPAKom QS. Na detekciu bol použitý plameňovoionizačný detektor. Tlak dusíka bol 98 kPa, pracovná teplota 190 °C [3]. Intenzita skvasovania sacharidov sa hodnotila vizuálne na základe množstva CO₂ zachyteného v Durhamovej plynovke. Respirácia kvasiniek sa merala priamou Warburgovou manometrickou metódou, množstvo spotrebovaného kyslíka, resp. produkovaného CO₂ bolo vyjadrené v μl.h⁻¹.mg⁻¹ (Q), RQ ako podiel Q_{CO₂} a Q_{O₂} [13, 14].

VÝSLEDKY A DISKUSIA

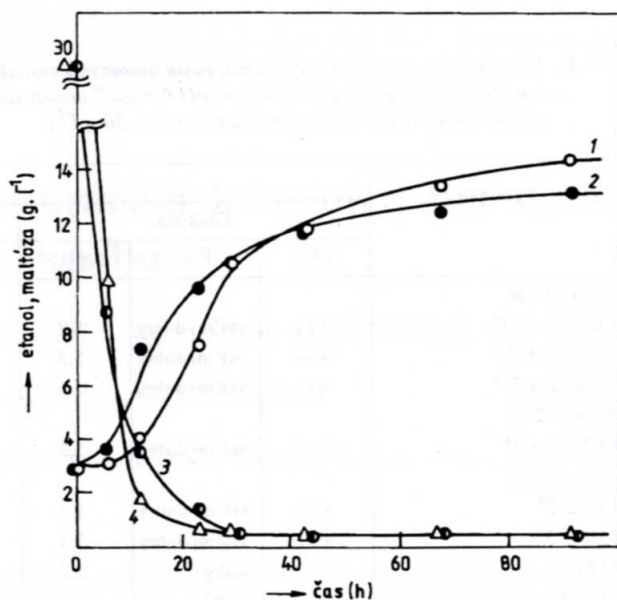
Snaha získať etanol zo škrobnatých substrátov determinovala sledovanie skvasovania škrobu a jeho degradačných produktov u vybratej skupiny kvasiniek. Ako ďalšie parametre sa zisťovali: respiračný koeficient a výťažok etanolu na týchto substrátoch ako aj vplyv prídavku kvasničného autolýzátu na množstvo vzniknutého etanolu.

Kvasnými skúškami sa sledovalo kvalitatívne skvasovanie glukózy a maltózy u 11 kmeňov kvasiniek. Pre porovnanie sa ako kontrolné použilo médium s rozpustným škrobom, t.j. zdrojom uhlíka nevyužitelným pre testované kvasinky. Vizuálne hodnotenie zahŕňalo charakter rastu biomasy v kvapalnom médiu a množstvo uvoľneného CO₂ zachyteného v Durhamovej plynovke (tab. 1). Glukózu a maltózu skvasovala väčšina kmeňov veľmi dobre. Už po 24 hodinách bola oxidom uhličitým vyplnená celá plynovka. Intenzívny metabolizmus bol spojený s veľmi dobrým nárastom biomasy a zodpovedajúcim poklesom pH kultivačného média. Maltózu neskvasovali len 3 kmene, ktoré sa vyznačovali i slabým nárastom biomasy. Kvasinky *S. cerevisiae* LHG 2 a LHG 3 neskvasovali ani

glukózu, a tak sa s nimi v ďalších pokusoch nepracovalo. Tým sa skupina 11 zbierkových, pivovarnických, vínnych a geneticky upravovaných kvasinkových kmeňov zúžila na 9-člennú, v ktorej u všetkých kmeňov bola zistená schopnosť skvasovať aspoň glukózu.



Obr. 1. Pribeh statickej kultivácie *S. cerevisiae* LH 02/2 na glukóze (30 g.l⁻¹) s prídavkom kvasničného autolýzátu (3 g.l⁻¹) v limitne aeróbných podmienkach, 28 °C, pH 5,8. 1 - etanol na glukóze, 2 - etanol na glukóze s kvasničným autolýzátom, 3 - glukóza v médiu bez kvasničného auto-



Obr. 2. Pribeh statickej kultivácie *S. cerevisiae* LH 02/2 na maltóze (30 g.l⁻¹) a maltóze s prídavkom kvasničného autolýzátu (3 g.l⁻¹) v limitne aeróbných podmienkach, 28 °C, pH 5,8. 1 - etanol na maltóze, 2 - etanol na maltóze s kvasničným autolýzátom, 3 - maltóza v médiu bez kvasničného autolýzátu, 4 - maltóza v médiu s kvasničným autolýzátom

Z našej orientácie na produkciu etanolu zo škrobu vyplynula nielen požiadavka poznať spektrum jedno-

duchších sacharidov, ktoré sledované kvasinkové kmene skvasujú, ale aj snaha nájsť medzi nimi také kvasinky, ktoré na použitých médiách dosahujú najvyššie koncentrácie etanolu.

Tab. 2. Porovnanie maximálnej koncentrácie etanolu dosiahnutej na médiách s glukózou, maltózou (30 g.l⁻¹), s prídavkom a bez prídavku KA (3 g.l⁻¹), počiatočné pH 5,8, 28 °C, statická kultivácia, limitne aeróbne podmienky

Kvasinka	Koncentrácia etanolu (g.l ⁻¹)			
	Glc + KA	Glc	Malt + KA	Malt
<i>S. cerevisiae</i>				
CCY 21-4-13	10,42	0,34*	11,68	-
21-4-26	6,63	5,06*	7,76	7,80
21-4-71	10,42	0,29*	11,21	-
21-11-2	9,95	0,29*	0,63	-
LH 02/2	14,00	14,80	13,20	14,40
LHF 2 - 5	11,50	11,80	12,60	12,40
RIVE 15-1-416	9,00	0,29*	10,81	-
15-1-467	10,10	0,29*	11,21	-
<i>S. carlsbergensis</i>	9,95	0,29*	11,68	-
Max.dosiahnuteľná koncentrácia etanolu	15,34	15,34	16,15	16,15

Glc - glukóza, KA - kvasničný autolyzát, Malt - maltóza, * Konc. glukózy 10 g.l⁻¹, max. dosiahnuteľná koncentrácia etanolu 5,11 g.l⁻¹

U najproduktívnejších kmeňov sme následne zisťovali vplyv prídavku kvasničného autolyzáta (3 g.l⁻¹) do kultivačného média na množstvo vznikajúceho etanolu. Pri kultivácii bez prídavku kvasničného autolyzáta kvasinky začali skvasovať glukózu ihneď po inokulácii, zatiaľ čo maltózu až po krátkej lag fáze. Dĺžka lag fázy sa pohybovala v rozsahu niekoľkých desiatok minút až po 6,5

hodiny a bola pre jednotlivé kmene špecifická (obr. 1 a 2). Pri prídavku kvasničného autolyzáta do média sa dĺžka lag fázy skracovala. Prídavkom kvasničného autolyzáta sa urýchlilo aj odbúravanie zdroja uhlíka a následne na to i produkcia etanolu. Vysvetlením môže byť fakt, že kvasničný autolyzát je pre kvasinky nielen zdrojom organického dusíka (čistočne) a uhlíka, ale aj rastových faktorov, ktoré silne ovplyvňujú metabolické procesy prebiehajúce v bunkách.

Krivka produkcie etanolu z glukózy má zložitejší priebeh (obr. 1). Po vyčerpaní glukózy (špecifické stanovenie s glukózooxidázou) sa produkcia etanolu nezastaví, ale po miernom spomalení vytvára inflexný bod a pokračuje ďalších cca 30 hodín. Pritom množstvo etanolu vytvoreného po zistenom vyčerpaní glukózy nie je zanedbateľné. Počas fázy úbytku glukózy sa vytvorili 2/3 z celkového množstva etanolu, po jej vyčerpaní zbývajúca 1/3. Vysvetlenie tohto javu možno hľadať v biochemických procesoch alebo v použitej metodike stanovení. Biochemickou príčinou tvorby etanolu po vyčerpaní glukózy by mohla byť jeho tvorba z iných látok, ktoré sa z glukózy tvorili počas prvej fázy fermentácie (zásobné látky typu glykogénu, intermediáty typu fosforylovaných sacharidov, nukleozidfosfátov). Pre toto vysvetlenie by svedčila skutočnosť, že pre inokuláciu etanolovej fermentácie sa brala 48 hodinová kultúra kvasiniek udržiavaná za intenzívnej aerácie na trepačke, kedy bola glukóza úplne spotrebovaná. Išlo teda o hľadajúcu kultúru kvasiniek, ktorá v prítomnosti dostatku dusíka a uhlíka má tendenciu obnoviť všetky biosyntetické procesy. Tento jav sa pozoroval i pri použití maltózy ako substrátu pre tvorbu etanolu (obr. 2).

U väčšiny sledovaných kmeňov bol dosiahnutý výťažok etanolu z glukózy a maltózy s prídavkom kvasničného autolyzáta rádovo vyšší ako bez prídavku kvasničného autolyzáta. Výnimkou boli len kvasinky *S. cerevisiae* LH 02/2, LHF 2-5 a CCY 21-4-26 (tab. 2), u ktorých boli výťažky na oboch druhoch média porovnateľné. Na médiu

Tab. 3. Respiračné charakteristiky kvasiniek stanovené Warburgovou manometrickou metódou na glukóze a maltóze (20 g.l⁻¹) v aeróbných podmienkach pri 28 °C vo fosfátovom tlmivom roztoku o pH 5,0

Kvasinka	Glukóza			Maltóza		
	Q _{O₂}	Q _{CO₂}	RQ	Q _{O₂}	Q _{CO₂}	RQ
	(μl.h ⁻¹ mg ⁻¹)			(μl.h ⁻¹ mg ⁻¹)		
<i>S. cerevisiae</i>						
CCY 21-4-13	158,33	433,33	2,74	170,83	310,00	1,81
21-4-26	120,63	408,73	3,39	146,83	309,52	2,11
21-4-71	101,31	333,90	3,30	125,57	249,71	1,99
21-11-2	166,67	282,41	1,69	155,56	196,67	1,26
LH 02/2	97,25	237,91	2,45	118,45	187,29	1,58
LHF 2 - 5	77,06	223,21	2,90	96,73	159,44	1,65
RIVE 15-1-416	114,18	277,04	2,43	132,81	223,56	1,68
15-1-467	92,61	227,27	2,45	107,39	176,70	1,65
<i>S. carlsbergensis</i>	107,11	215,47	2,01	120,97	170,11	1,41

Q_{O₂} - množstvo spotrebovaného O₂

Q_{CO₂} - množstvo produkovaného CO₂

RQ - Q_{CO₂} / Q_{O₂} - respiračný koeficient

s maltózou bez prídavku kvasničného autolyzátu sa etanol sledoval len u troch kmeňov najproduktívnejších na ostatných médiách.

Všetkých sledovaných 9 kmeňov bolo schopných utili- zovať glukózu a maltózu ako zdroj uhlíka v neprítomnosti kvasničného autolyzátu, avšak len uvedené tri kmene sú na tomto médiu schopné produkovať väčšie množstvá etanolu. Najvyšší výťažok etanolu z uhlíkatého zdroja o koncentrácii 30 g.l⁻¹ sa dosiahol u *S. cerevisiae* LH 02/2. Na glukóze bola najvyššia koncentrácia etanolu 14,8 g.l⁻¹, t.j. 96,5 % teoreticky dosiahnuteľného množstva, na glukóze s kvasničným autolýzátom 14 g.l⁻¹, t.j. 91,3 % teoreticky dosiahnuteľného množstva. Na maltóze i maltóze s kvasničným autolýzátom bol tento kmeň tiež najlepším producentom etanolu s výslednou koncentráciou etanolu 14,4 a 13,2 g.l⁻¹, ktoré zodpovedajú 89,2 a 81,9 % teoreticky dosiahnuteľného množstva. Testované kmene kvasiniek v podmienkach špecifických pre oblasť ich bežného výskytu, využitia a na priemyselne používaných substrátoch produkujú vyššie koncentrácie etanolu ako sú nami namerané hodnoty. Uskutočnenie našich pokusov bolo však modifikované tak, aby sa približovali podmienkam potrebným pre udržanie aktivity kvasinkových amylolytických enzýmov so zámerom simulovať tak podmienky symba procesu, čím sa znížila i dosiahnutá výsledná koncentrácia etanolu.

Na získanie komplexnejšieho obrazu o metabolických vlastnostiach sledovaných kmeňov sme zisťovali respiračný koeficient na glukóze a maltóze Warburgovou manometrickou metódou (tab. 3). Respiračný koeficient (RQ) bol vyjadrený ako pomer množstva vytvoreného CO₂ (Q_{CO₂}) a množstva spotrebovaného kyslíka (Q_{O₂}) vztiahnutých na 1 mg sušiny bunkovej hmoty. Merania týchto respiračných charakteristík kvasiniek prebiehali za aeróbných podmienok. Vzhľadom na limitne aeróbné až anaeróbné podmienky vhodné pre produkciu etanolu v symba procese sú tieto merania RQ len orientačné. Zistené hodnoty RQ boli vyššie ako 1, čím sa potvrdila u sledovaných kmeňov skvasiteľnosť glukózy a maltózy v aeróbných podmienkach. Čím je hodnota RQ na príslušnom substráte vyššia, tým väčšia je aj schopnosť kvasiniek skvasovať tento substrát za aeróbných podmienok.

Pre určité skupiny kvasiniek je pomer kvasenia a dýchania na metabolizme špecifický. Napr. pekárské kvasinky, nevhodné pre naše účely, produkujú CO₂ vo veľkom množstve, avšak zároveň na dýchanie spotrebujú značné množstvo kyslíka, rádovo ich respiračný koeficient dosahuje hodnoty 2-3, teda podobné ako nami testované kmene. Ak chceme mať presnejší obraz o metabolizme sledovaných kvasiniek je preto nutné spolu s hodnotou RQ udávať aj medzivýsledky, t.j. hodnoty množstva vytvoreného CO₂ (Q_{CO₂}) a predýchaného O₂ (Q_{O₂}).

Z našej skupiny kmeňov najnižšiu spotrebu O₂ na respiráciu pri uspokojivo vysokej hodnote RQ mali liehovarnícke kmene *S. cerevisiae* LHF 2-5 a LH 02/2, ktoré poskytovali zároveň i najvyššie výťažky etanolu v limitne aeróbných podmienkach. Najvyššie hodnoty RQ na glukóze a maltóze (20 g.l⁻¹) dosiahli kmene *S. cerevisiae* CCY 21-4-26 a CCY 21-4-71.

Na základe dosiahnutých výsledkov a vyrovnanosti výťažkov etanolu na všetkých typoch sledovaných kultu-

vačných médií sa ako najproduktívnejšia vybrala kvasinka *S. cerevisiae* LH 02/2. V ďalšej etape sa použila ako zložka zmesnej kultúry určenej na priamu konverziu škrobu na etanol v limitne aeróbných podmienkach.

Podakovanie

Ďakujeme RNDr. Blanke Janderovej, CSc. za poskytnutie kmeňov geneticky upravovaných kvasiniek a Prof. Ing. Jozefovi Augustínovi, DrSc. za cenné rady a pripomienky.

LITERATÚRA

- PATIL, S. G., PATIL, B. G.: Enzyme Microb. Technol. **12**, 1990, s. 141
- ABOUZIED, M. M., REDDY, A.: Biotechnol. Letters, **9**, 1987, s. 59
- KI DU NAM a kol.: J. Ferment. Technol. **66**, 1988, s. 427
- BANERJEE, M., DEBNATH, S., MAJUMDAR, S. K.: Biotechnol. Bioeng. **32**, 1988, s. 832
- AMIN, S. a kol.: Appl. Microbiol. Biotechnol. **22**, 1985, s. 237
- DE MOT, R., VERACHTERT, H.: Some microbiological and biochemical aspects of starch bioconversion by amylolytic yeasts.: Critical Reviews in Biotechnol. **5**, 1987, s. 259
- JARL, K.: Food Technol., **23**, 1969, s. 1009
- SKOGMAN, H.: Production of Symba-yeast from potato wastes. In: BIRCH, G.G., PARKER, K.J., WORGAN, J.T.: Food from waste. London, Applied Scienc Publishers, 1976, s. 167
- SISO, I.G. a kol.: Biotechnol. Letters, **10**, 1988, s. 431
- DE MOT a kol.: FEMS Microbiol. Letters, **2**, 1984, s. 169
- KOCKOVÁ, KRATOCHVÍLOVÁ, A.: Kvasinky a kvasinkovité mikroorganizmy. Bratislava, Alfa 1982
- DE MOT, R., ANDRIES, K., VERACHTERT, H.: System. Appl. Microbiol. **5**, 1984, s. 106
- VRANÁ, D. a kol.: Kvasinky ve výzkumu a praxi. Academia Praha, 1986
- KLEINZELLER, A. a kol.: Manometrické metody a jejich použití v biologii a biochemii. SZN Praha, 1954

Lektoroval Prof. Ing. M. Rychtera, DrSc.

Do redakce došlo 9.3.1992

Piršelová, K. - Šmogrovičová, D. - Kryštofová, S. - Ciesarová, Z.: Štúdium vlastností etanolproduktujúcich kvasiniek pri skvasovaní degradačných produktov škrobu. Kvas. prům., **39**, 1993, č. 2, s. 38 - 42

Práca sledovala fermentačné vlastnosti 11 kmeňov kvasiniek z Československej zbierky v Bratislave, pivovarských, vínnych, liehovarníckych a geneticky upravovaných kvasinkových kmeňov pochádzajúcich z predchádzajúceho užšieho výberu. Bola zameraná na nájdenie najproduktívnejšieho kmeňa schopného konvertovať glukózu a maltózu ako produkty degradácie škrobu na etanol. Kritériami výberu a sledovanými vlastnosťami boli: kvalitatívne kvasné skúšky, priebeh a výťažky alkoholovej fermentácie na glukóze a maltóze v limitne aeróbných podmienkach, vplyv prídavku kvasničného autolyzátu do kultivačného média na výťažok etanolu a stanovenie respiračnej aktivity u sledovaných kmeňov.

Пиршелова, К.-Шмогровичова, Д.-Крыштофова, С.-Циесарова,З.: Исследование свойств этанол-производящих дрожжей при сбраживании продуктов деградации крахмала. Квас. прум., 39, 1993 № 2, стр.38 - 42

Работа исследовала ферментационные свойства 11 штамов дрожжей из чехословацкой коллекции в Братиславе, пивных, винных, спиртовых и генетически обрабатываемых дрожжевых штаммов, происходящих из предварительного более узкого выбора. Она была направлена на поиск наиболее продуктивного штамма, способного проводить конверсию глюкозы и мальтозы как продуктов деградации крахмала на этанол. Критериями выбора и исследуемыми свойствами были: качественные броидильные испытания, ход и выходы алкогольной ферментации на глюкозе и мальтозе в лимитных аэробных условиях, влияние добавки дрожжевого автолизата в культивационную среду на выход этанола и определение активности респирации для изучаемых штаммов.

Piršelová, K. - Šmogrovičová, D. - Kryštofová, S.-Ciesarová,Z.: Study of Properties of Ethanol Producing Yeasts During Fermentation of Glucose and Maltose. Kvas. prům. 39, 1993, No. 2, pp 38 - 42

The fermentation properties of 11 yeast strains from the Czechoslovak Collection of Yeasts in Bratislava were tested. These strains belong to brewing, wine-making, distillery and

genetically manipulated yeasts. The aim of the study was to find the strain with maximum productivity of ethanol production from glucose and maltose resulting from starch degradation. Criteria for the selection were as follows: fermentation tests, courses and yields of alcohol fermentation under limited aerobic conditions, the effect of yeast autolysate addition on ethanol yields and the respiration activity.

Piršelová, K. - Šmogrovičová, D. - Kryštofová, S.- Ciesarová,Z.: Studium der Eigenschaften der Äthanol-produzierenden Hefen bei der Veergärung der Stärkedeградationsprodukte. Kvas. prům. 39, 1993, Nr. 2, S. 38 - 42

In der Arbeit wurden die Fermentationseigenschaften von 11 Hefestämmen aus der tschechoslowakischen Sammlung in Bratislava verfolgt. Es handelte sich um Bier-, Wein- und Brenne-
reiheden sowie auch genetisch korrigierte, aus der vorhergehenden Auswahl stammende Hefen. Das Ziel der Arbeit war die Auswahl des produktivsten Stammes mit der Fähigkeit der Konvertierung von Glukose und Maltose als Produkten der Degradation von Stärke zu Äthanol. Die Auswahlkriterien und verfolgte Eigenschaften waren: qualitative Gärproben, Verlauf und Ausbeuten der Alkoholfermentation auf Glukose und Maltose in aeroben Limitbedingungen, Einfluß der Hefeautolysatzugabe in das Kultivationsmedium auf die Äthanolausbeute und die Bestimmung der Respirationsaktivität bei den verfolgten Stämmen.