

Využití dřevného hydrolyzátu se syntetickým ethanolem pro produkci krmného droždí — I

663.14:636.087
663.14.031.2

Ing. JANA PELECHOVÁ, CSc., Ing. KAREL KADLEC, CSc., Ing. J. STANĚK, CSc., Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, Prof. Ing. VLADIMÍR KRUMPHANZL, DrSc., Mikrobiologický ústav ČSAV, Praha, Doc. Ing. T. SOKOLOV, CSc., Vysoká škola chemicko-technologická, Sofia, BLR

Hydrolýzou polysacharidů rostlinných tkání koncentrovanými minerálními kyselinami při normální teplotě, nebo zředěnými při teplotě nad 100 °C, vzniká směs různých sacharidů, jejíž složení je závislé na použité výchozí surovině. K lehce hydrolyzovatelným polysacharidům patří hemicelulosa (mannany, glukany a xylyany), k těžce hydrolyzovatelným pak celulosy. Z těchto důvodů například při hydrolýze dřeva zředěnými kyselinami, se na počátku vede proces v mírných podmínkách, přičemž se v cukry přeměňují především hemicelulosa. Zbytková, nerozpustná celulóza podléhá hydrolýze později, při daleko vyšší teplotě a vyšší koncentraci kyseliny. Souběžně s probíhající hydrolýzou polysacharidů dochází však k rozkladu vznikajících monosacharidů. Z pentos vzniká relativně stálý fural, z hexos málo stálý oxymethylfural, který se rychle rozkládá na kyselinu levulovou, mravenčí a huminové látky. Při použití koncentrovaných kyselin, kdy produktem hydrolýzy nejsou monosacharidy, ale nízkomolekulární polysacharidy, je zapotřebí dodatečně provést inverzi zředěnou kyselinou. Vzhledem k mírnějším podmínkám je degradace monosacharidů v tomto případě nižší.

K dalším degradačním produktům dřevného materiálu patří α -pinen, metol, borneol, terpineol, terpinhydrát (degradační produkty pryskyřic), tanin, pyrogallol, kyselina gallová (degradační produkty tříslovinných látek).

Při použití dřevného hydrolyzátu jako živného média pro kultivaci kvasinek, působí řada uvedených degradačních produktů spolu se solemi kovů, jako je měď, cín, železo, ve vyšších koncentracích negativně na rostoucí kulturu.

Z uvedených důvodů je nutné před vlastním kvašením provést vždy úpravu hydrolyzátu, přičemž hlavní pozornost je věnována furalu. Snižování jeho obsahu se děje destilací, vyvařováním ostrou párou a ředěním hydrolyzátu vodou. Aktuální koncentrace biomasy v médiu je relativně nízká vlivem přítomného furalu. Fural je totiž limitujícím faktorem, který určuje koncentraci kvasinkami asimilovatelných redukcí látek v hydrolyzátu. Nízká koncentrace biomasy v médiu je ekonomicky nevýhodná z hlediska následujícího oddělování biomasy z prokvašeného média separací.

Předmětem našeho výzkumu bylo obohacení dřevného hydrolyzátu s nízkým obsahem cukru dalším uhlíkatým zdrojem — syntetickým ethanolem. Výhodou této kombinace je možnost vyrovnávat kolísání cukru v hydrolyzátu, a tím zvýšit stabilitu kvasného procesu a zajistit nátok na odstředivky s konstantní sušinou. Další předností je možnost použití syntetického ethanolu — nezemědělského produktu.

Navíc, protože ethanol je využíván v kvasném procesu prakticky bez tvorby vedlejších látek a sám nepřináší do kvasného systému nežádoucí neasimilovatelné látky v takové koncentraci, která by narušovala fermentační proces, je možné pružněji regulovat i re-

cirkulaci odseparovaného prokvašeného média, což je nezbytně nutné vzhledem k velkému objemu technologických vod.

První etapa, která je obsahem předložené práce — probíhala ve formě laboratorních fermentačních pokusů na katedře kvasné chemie a technologie VŠCHT v Praze. Druhá etapa — jež měla za úkol ověřit získané výsledky v provozním měřítku — byla uskutečněna v závodě VI. Poptomova na výrobu krmného droždí z dřevných hydrolyzátní v Razlogu, BLR.

Laboratorní fermentační pokusy měly zjistit, do jaké míry je možné v jednom fermentačním stupni současně využívat sacharidický uhlík dřevného hydrolyzátu a uhlík syntetického ethanolu pro produkci biomasy kvasinek rodu *Candida*. Kultivační podmínky, i když šlo o periodický způsob kvašení, byly voleny tak, aby byly porovnatelné s podmínkami v citovaném závodě.

MATERIÁL A METODIKA

Mikroorganismus. Pro pokusy byl použit kmen *Candida utilis* č. 49 ze sbírky VÚKPS Praha, kmeny *Candida tropicalis* a *Candida scottii* ze sbírky KKCHT VŠCHT, Praha. Kvasinka *Candida utilis* č. 49 byla vybrána jako osvědčený, běžně používaný kmen při průmyslové výrobě krmných kvasnic ze syntetického ethanolu. Dále byla zkoušena směs kvasinek *C. scottii* a *C. tropicalis*, protože se nejvíce přibližují směsné provozní kultuře závodu Razlog.

Použití produkčních kmenů — ve formě kvasničné pasty, připravované kultivací v laboratorním fermentoru. Kvasničná biomasa se odděluje od živného média separací na laboratorní odstředivce Janetzki K 26, získaná pasta je uchovávána v chladničce při 5 °C.

Složení živného média a kultivační postup

3,5 l upraveného dřevného hydrolyzátu bylo přiživeno 200 ml roztoku solí (v 1 l vodovodní vody 80 g KH_2PO_4 , 25 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ a 1 g ZnSO_4) a 14 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ v 50 ml vody. Po doplnění objemu na 7 l vodou bylo médium upraveno na pH = 4,5 a zaočkováno 70 g kvasničné pasty.

Plynovou chromatografií byla v původním hydrolyzátu prokázána přítomnost těchto monosacharidů (ve formě per-O-trifluoracetylovaných alditolů) [1] v množství klesajícím v pořadí: glukosa, galaktosa, manna, rhamosa, xylosa, arabinosa a ribosa. Sacharidy tvořící méně než 0,4 % hm. z celkového množství cukrů v analyzovaném vzorku nebyly identifikovány [1]. Hlavní složka glukosa je obsažena z více než 70 % hm.

Složení dřevného hydrolyzátu (% hm.)

redukcí látky	2,10	minerální kyseliny	0,63
dextrin	0,20	organické kyseliny	0,31
furfural	0,04	koloidy	0,44
kyselost	0,94	sediment	3,24

Dřevný hydrolyzát byl před fermentací upravován takto: po zahřátí na teplotu 80 °C bylo pH hydrolyzátu upraveno nejprve vápenným mlékem na hodnotu 3,5 a pak amoniakovou vodou na pH = 4,5; vyloučený CaSO₄ byl odseparován a hydrolyzát zředěn vodou tak, aby obsah redukujících látek byl asi 1 % hm.

Tabulka 1. Výsledky fermentací na směsném substrátu při použití různých koncentrací ethanolu

Pokus č.	Koncentrace ethanolu [% hm.]	Koncentrace ethanolu [g a. a./objem média]	Spotřeba ethanolu [g a. a.]	Spotřeba redukujících látek [g]	Využitelnost redukujících látek [%]	přirůstek sušiny [g/l]
3	0,50	35	222,6	49,79	80,54	31,90
4	0,25	17,5	216,8	47,06	77,83	31,58
5	0,125	8,75	230,6	46,40	76,14	30,82
6	0,10	7,0	226,5	46,90	75,63	31,49

Tabulka 2. Asimilace sacharidů z hydrolyzátu dřeva během fermentace kvasinky *Candida utilis*

Čas [h]	Relativní hmotová množství sacharidů*)						
	glukosa	mannosa	galaktosa	xylosa	ribosa	arabinnosa	ramnosa
0	18,5	1	1	0,8	1,2	~ 0,2	1
2	10,8	< 1	< 1	0,8	1,2	~ 0,2	1
4	1,5	< 1	< 1	0,7	1,2	~ 0,2	1
6	0,5	< 1	< 1	0,6	1,2	~ 0,2	1
8	0,3	< 1	< 1	0,5	1,2	~ 0,2	1
10	0,2	< 1	< 1	0,5	1,2	~ 0,2	1
12	0,2	< 1	< 1	0,5	1,2	~ 0,2	1

*) hmotnost vztažena na přítomnou rhamnosu

Tabulka 3. Asimilace sacharidů z hydrolyzátu dřeva během fermentace kvasinky *Candida utilis* na směsném substrátu; ethanol byl přidáván od 7. h fermentace

Čas [h]	Relativní hmotová množství sacharidů ve směsi*)						
	glukosa	mannosa	galaktosa	xylosa	ribosa	arabinnosa	ramnosa
0	13,5	1	1	0,8	1,2	~ 0,2	1
4	1,8	< 1	< 1	0,8	1,2	~ 0,2	1
6	0,3	< 1	< 1	0,8	1,2	~ 0,2	1
8	0,4	< 1	< 1	0,5	1,2	~ 0,2	1
10	0,0	< 1	< 1	0,3	1,2	~ 0,2	1

*) hmotnost vztažena na přítomnou rhamnosu

Vlastní kultivace probíhala ve fermentačním zařízení CHEMAP, typ GF 00147, objem 14 l, pracovní objem 7 l, otáčky 1000 min⁻¹, vzdušnění 13,6 l.min⁻¹. pH bylo automaticky udržováno regulačním pH-metrem na hodnotě 4,5 dávkováním amoniakové vody; teplota 30 ± 1 °C nebo 37 ± 1 °C.

Přítok ethanolu do živné půdy byl řízen samočinným analyzátozem, který byl vyvinut na VŠCHT [2, 3]. Hlavním požadavkem na regulační obvod bylo udržovat koncentraci ethanolu v médiu na určité předem zvolené hodnotě tak, aby bylo možno studovat průběh fermentačního procesu za různých podmínek a stanovit pak optimální podmínky pro kultivaci kvasinek. K řízení přítoku ethanolu bylo použito jednoduché dvoupoložkové regulace, která zcela vyhovuje a splňuje požadavky kladené na kvalitu regulace, vzhledem k tomu, že ve fermentoru probíhají relativně pomalé děje provázené jen pomalými změnami koncentrace ethanolu. K dávkování amoniakové vody a ethanolu bylo použito pístových mikročerpadel MC 300.

ANALYTICKÉ METODY

Každou hodinu byl odebrán vzorek fermentační půdy, ve kterém byla stanovena sušina (vážkově) [4] a množství redukujících látek (metodou podle Schoorla) [4].

Stanovení sacharidů

Po odstředění kvasinek ze živného média bylo vždy 50 ml roztoku lyofilizováno, sacharidy byly v lyofilizátu stanovovány kapalinovou chromatografií. U každého páteho vzorku byl výsledek konfrontován s výsledkem stanovení plynovou chromatografií. Se zřetelem na možnou chybu danou zpracováním vzorku k analýze, resp. nemožností použití vnitřního standardu, byly odečítány pouze relativní hodnoty zastoupení jednotlivých sacharidů. Výsledky jsou souhrnně uvedeny v tabulkách 1, 2 a 3.

a) *Kapalinová chromatografie*: 50 mg lyofilizátu bylo rozpuštěno ve 100 ml vody a po protřepání byly nerozpustné složky ponechány sedimentovat. Vzorek čirého roztoku (2,5 µl) byl nastříknut do skleněné kolony (100 × 0,2 cm) plněné Ostionem LG KS 0802 (11 ± 1 µl) v trimethylamoniovém cyklu, termostatované na 70 °C. Látky byly vymývány 92% vodným ethanolom (v/v), průtok 8 ml/h (pumpa Varian 8500). Na detekci byl použit diferenciální refraktometr Knauer, odezvy detektoru byly kalibrovány za použití standardních vzorků o známé koncentraci. Metoda umožňuje stanovení minimálně 0,1 mg sacharidů v 50 mg lyofilizátu. Eluční objemy identifikovaných sacharidů za výše uvedených podmínek: glukosa 9,9 ml, galaktosa 10,5 ml, mannosa 8,3 ml, xylosa 7,3 ml, ribosa 6,5 ml, rhamnosa 3,5 ml; minoritní pásy s většími elučními objemy nebyly identifikovány, stejně jako relativně významné pásy s krátkými elučními časy, odpovídající látkám necukerné povahy.

b) *Plynová chromatografie*: pH směsi 278 mg lyofilizátu a 5 ml vody bylo uhličitánem sodným upraveno na 7. Po přidání 1 ml etheru a 50 mg hydridu boritosodného byla směs ponechána při 20 °C 3 hodiny, zfiltrována přes sloupeček 1 ml Amberlitu IR 120 H+.

Sloupec byl promyt 2 × 5 ml vody, spojené filtráty byly odpařeny do sucha, ke zbytku byl přidán absolutní methanol a roztok opět odpařen. Poslední operace byla opakována až do odstranění veškeré kyseliny borité v podobě příslušného methylesteru. Po přidání 2 ml anhydridu kyseliny trifluoroctové byla směs ponechána za nepřítomnosti vzdušné vlhkosti 3 h při 20 °C, odpařena do sucha, a po přidání dalších 0,5 ml anhydridu bylo 1,5 µl roztoku nastříknuto do kolony plynového chromatografu Varian-Aerograph 2100 s plamenoionizačním detektorem, vybaveného integrátorem HP 3380 A. Podmínky plynové chromatografie: skleněná kolona (360 × 0,2 cm) plněná 2 % QF 1 na Varaport 30 (100 až 120 mesh), 130 °C, 20 ml He/min. Odezvy detektoru byly kalibrovány za použití standardních směsí alditolů.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Fermentační pokusy byly uspořádány takto:

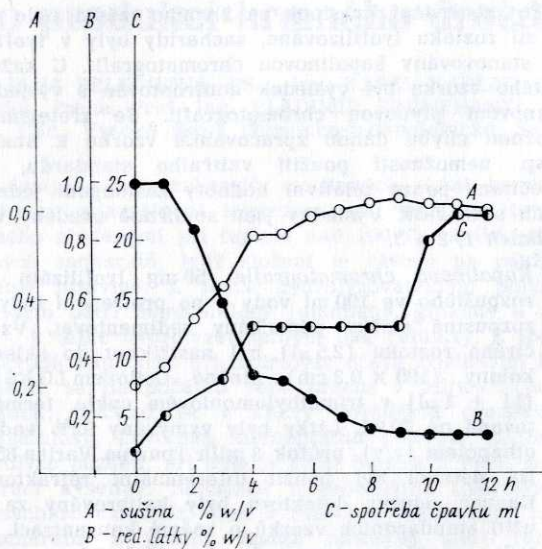
1. kultivace kvasinky *Candida utilis* na dřevném hydrolyzátu; počáteční koncentrace redukujících látek byla 0,1 % hm. [obr. 1];

2. kultivace kvasinky *Candida utilis* na dřevném hydrolyzátu, do kterého byl po vyčerpání asimilovatelných látek přítokován syntetický ethanol; aktuální koncentrace ethanolu v médiu byla 0,1 % hm. [obr. 2];

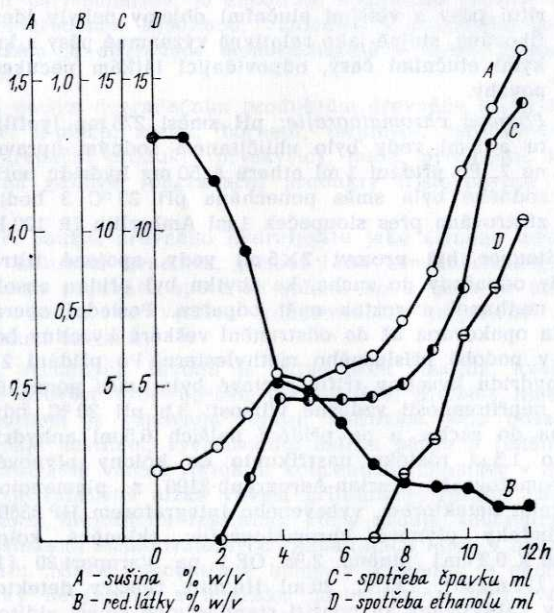
3. kultivace kvasinky *Candida utilis* na směsi dřevného hydrolyzátu a syntetického ethanolu, přičemž syn-

tetický ethanol byl udržován od startu fermentace na hodnotách 0,5, 0,25 a 0,1 % hm. ve fermentační půdě [obr. 3–5];

4. kultivace směsné kultury *Candida scotii* a *Candida tropicalis* na dřevním hydrolyzátu se syntetickým ethanolom, jež byl od počátku fermentace udržován na hodnotě 0,1 % hm. [obr. 6].

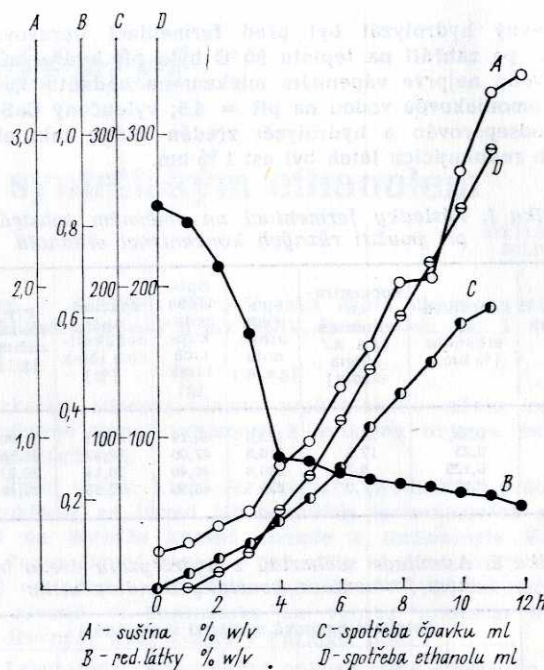


Obr. 1. Kultivace kvasinky *Candida utilis* na hydrolyzátu dřeva

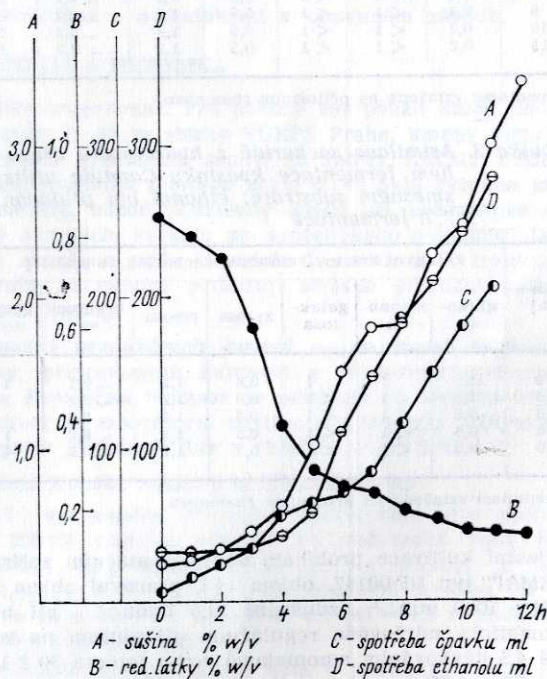


Obr. 2. Kultivace kvasinky *Candida utilis* na směsi hydrolyzátu dřeva a ethanolu. Ethanol byl přidáván od 7. h fermentace a udržován na hodnotě 0,1 % hm.

Kvasinku *Candida utilis* č. 49, používanou při výrobě krmného droždí ze syntetického ethanolu, je možno kultivovat také na hydrolyzátu dřeva, jak vyplývá z obr. 1. Při nízké počáteční koncentraci redukujících látek — 1 % hm. — činila výtěžnost sušiny droždí za 12 h fermentace 68 %, přičemž bylo využito 87 % z původního množství redukujících látek přítomných v hydrolyzátech.



Obr. 3. Kultivace kvasinky *Candida utilis* na směsi hydrolyzátu dřeva a syntetického ethanolu. Ethanol byl udržován na hodnotě 0,5 % hm. v živné půdě

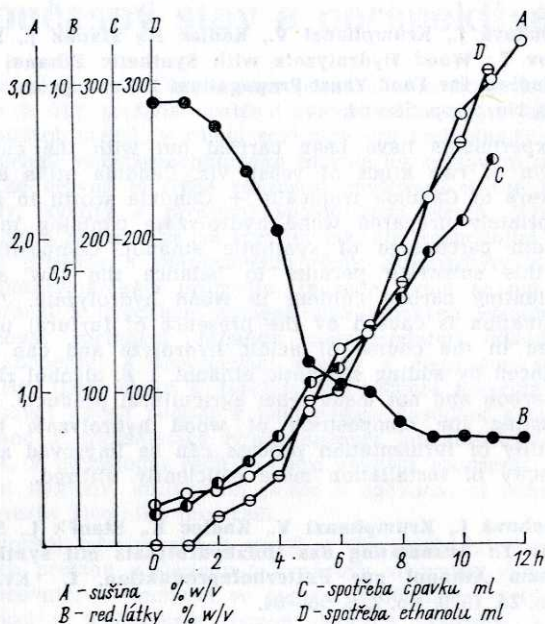


Obr. 4. Kultivace kvasinky *Candida utilis* na směsi hydrolyzátu dřeva a syntetického ethanolu. Ethanol byl udržován na hodnotě 0,25 % hm. v živné půdě

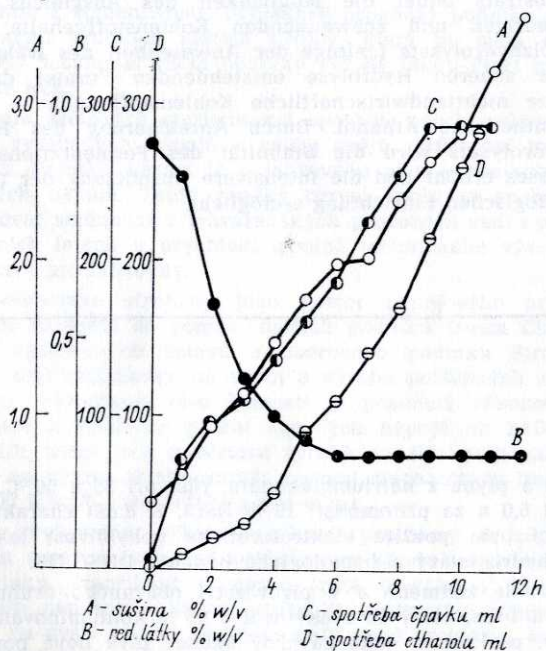
Z časového sledování úbytku redukujících látek během fermentace je vidět, že za daných fermentačních podmínek se po dosažení hodnoty okolo 0,150 % hm. jejich koncentrace snižuje dále jen nepatrně, což nasvědčuje vyčerpání kvasinkami dobře asimilovatelného podílu, jako je glukosa.

Z tohoto důvodu byl při fermentaci na kombinovaném substrátu přidáván syntetický ethanol, jako doplňující

zdroj uhlíku, teprve po poklesu redukujících látek na hodnotu přibližně 0,150 % hm., a to v 7. h fermentace (obr. 2). Při počítání výtěžnosti jsme zjistili, že za prvních sedm hodin fermentace činila 49,35 % na vnesené redukující látky, přičemž jejich využití bylo 81 %. V následujících hodinách, tzn. od 7. do 12. h fermentace bylo spotřebováno 75,3 g absolutního alkoholu a ještě 4,80 g redukujících látek (na daný objem).



Obr. 5. Kultivace kvasinky *Candida utilis* na směsi hydrolyzátu dřeva a syntetického ethanolu. Ethanol byl udržován na hodnotě 0,125 % hm. v živné půdě



Obr. 6. Kultivace směsi kvasinek *Candida scottii* a *Candida tropicalis* na směsi hydrolyzátu dřeva a syntetického ethanolu. Ethanol byl udržován na hodnotě 0,1 % hm. v živné půdě

Od celkového množství ethanolu byla odečtena hodnota 1,3 g odpovídající úletu za dané teploty a tlaku [7] a 6 g ethanolu, jenž zůstává v médiu. Při bilanci tohoto procesu bylo zjištěno, že ze 100 g absolutního alkoholu

vzniklo 75,7 g sušiny, zatímco ze 100 g redukujících látek přítomných v hydrolyzátu 45,5 g sušiny. Při srovnání fermentace na samotném hydrolyzátu dřeva, kdy byla konečná sušina 6 g/l, došlo u kombinovaného substrátu k více než dvojnásobnému zvýšení, a to na 15,7 g/l.

Následující pokusy (tab. 1 a obr. 3–5) měly zjistit vhodnou koncentraci ethanolu v médiu a dále prověřit možnost přidávání ethanolu již od počátku fermentace. V pokuse č. 6 (obr. 6) byla sledována kultivace směsi kvasinek *Candida scottii* a *Candida tropicalis*. Vzhledem k provozním podmínkám v Razlogu byla teplota zvýšena na 37 °C. Aktuální koncentrace ethanolu 0,1 % hm. byla zvolena jako nejvýhodnější z hlediska minimálních ztrát ethanolu úletem.

Na sériová stanovení sacharidů v hydrolyzátech byla použita kapalinová chromatografie. Z metod popsanych v literatuře [5] se pro náš přírodní materiál ukázala být nejvhodnější chromatografie na sloupci silného katexu v trimethylamoniovém cyklu, používající vodný ethanol jako mobilní fázi [6]. Se zřetelem na nedostupnost náplně Aminex A-6 (17,5 μm) [5] byla tato metoda modifikována pro použití tuzemského iontoměniče Ostion LG KS 0802 (11 ± 1 μm), sacharidy byly v eulátu detekovány diferenciálním refraktometrem. Vzorky byly jako vodné roztoky aplikovány bez jakékoliv chemické modifikace, množství látek zachycených na sloupci po proběhnutí analýzy bylo zanedbatelné. V několika případech byly sacharidy v hydrolyzátech stanoveny rovněž plynovou chromatografií, po redukci na odpovídající alditoly s jejich následujícím převedením na těkavé pertrifluoracetylované deriváty [1]. Citlivost a rozlišovací schopnost tohoto postupu je vyšší než u uvedené kapalinové chromatografie, nicméně pro sériová stanovení je tento postup nevhodný se zřetelem na pracnou, několikahodinovou přípravu vzorku k analýze, k velké spotřebě nákladných chemikálií a k malé životnosti náplně kolony, dané charakterem aplikovaného vzorku (množství netěkavých komponent).

Jak je patrné z tab. 2, dochází při kultivaci kvasinky na upraveném hydrolyzátu dřeva k postupnému asimilování glukosy, v menší míře také galaktosy, mannosy a xylosy. Po poklesu obsahu glukosy na přibližně 2 až 3 % původního množství se proces asimilace zastaví, dosažená hladina glukosy i ostatních sacharidů se s časem dále prakticky nemění. Obohacení kvasného média ethanolom, jako doplňujícím zdrojem uhlíku pro růst kvasinek má za následek další snížení hladiny zbytkových monosacharidů, především glukosy (není již stanovitelná) a xylosy (tab. 3).

Ke zpomalení asimilace cukrů dochází v těch případech, kdy byl ethanol přidáván již od počátku fermentace (tab. 1). Zvýšená hodnota zbytkových redukujících látek ukazuje, že kvasinka dává přednost ethanolickému uhlíku. Také při kultivaci směsné kultury kvasinek *Candida scottii* a *Candida tropicalis* zůstalo nevyužito zhruba 25 % redukujících látek.

Uvedené výsledky potvrzují, že je možno použít směsného substrátu — hydrolyzátu dřeva a ethanolu — a dosáhnout tak vysoké koncentrace biomasy. Za daných fermentačních podmínek se ukázalo nejvýhodnější, z hlediska utilizace monosacharidů přítomných v dřevném hydrolyzátu, přidávat ethanol až po poklesu redukujících látek na hodnotu okolo 0,150 % hm., kdy se již prakticky nemění jejich koncentrace, což nasvědčuje je vyčerpání kvasinkami asimilovatelného podílu.

Poznatky získané při provozních fermentacích v závodech na výrobu krmného droždí z dřevných hydrolyzátnů v Razlogu v BLR budou předmětem dalšího sdělení.

Literatura

- [1] HAGIWARA, S., YAMADA, K.: Studies on the Utilisation of Petrochemicals by Microorganism, Part III. Production of Polysaccharide from 1,2-Propanediol by *Corynebacterium* species. *Agr. Biol. Chem.* 35, 1971, s. 1402
- [2] KADLEC, K., SLÁDEČEK, J.: Analyzátor ethanolu v zápaře. Čs. patent 142 889 (1971)
- [3] KADLEC, K., PELECHOVÁ, J., KRUMPHANZL, V.: Automatická regulace koncentrace ethylalkoholu v mediu při kultivaci kvasinky *Rhodotorula gracilis*. *Sborník VŠCHT, Potravinářství* 51 (v tisku)
- [4] GRÉGR, V., RYCHTERA, M.: Analytické metody ke cvičení z kvasné chemie a technologie, I. díl, SNTL, Praha 1966
- [5] ČAPEK, K., STANĚK, J. JR.: Liquid Column Chromatography. A Survey of Modern Techniques and Applications (Z. DEYL, K. MACÁK, J. JANÁK, Eds.) s. 483, Elsevier, Amsterdam, 1975
- [6] HOBBS, J. S., LAWRENCE, J. G.: The Separation and Quantitation of carbohydrates on cation — exchange resin columns having organic counterions. *J. Chromatogr.* 72, 1972, s. 311
- [7] KADLEC, K., LABÍK, V.: Výpočet koncentrace a úletu ethanolu při aeračních procesech. *Kvasný průmysl* 19, 1973, s. 247

Pelechová J., Krumphanzl V., Kadlec K., Staněk J., Sokolov T.: Využití dřevného hydrolyzátu se syntetickým ethanolom pro produkci krmného droždí I. *Kvas. prům.* 25, 1979, č. 3, s. 56—64.

Kvasinka *Candida utilis* a směs kvasinek *Candida tropicalis* a *Candida scottii* byly kultivovány na upraveném hydrolyzátu dřeva v kombinaci se syntetickým ethanolom. Předností tohoto směsného substrátu je možnost vyrovnávat nízký a kolísavý obsah uhlíku v hydrolyzátu dřeva, k němuž dochází v důsledku přítomnosti furalu vznikajícího během kyselé hydrolýzy, nezemědělským zdrojem uhlíku — syntetickým ethanolom. Obohacení hydrolyzátu dřeva zvyšuje stabilitu fermentačního procesu a umožňuje intenzivnější využití technologického zařízení.

Пелехова, Я. — Крумпханзл, В. — Кадлец, К. — Станек, Я. — Соколов, Т.: Применение гидролизата древесины с добавкой синтетического этанола в качестве среды для производства кормовых дрожжей. 1-ая часть. *Квас. прум.* 25, 1979, № 3, стр. 56—64.

Дрожжи *Candida utilis* и смесь дрожжей *Candida tropicalis* + *Candida scottii* разводились в гидролизате древесины с содержанием определенного количества синтетического этилового спирта. Преимуществом этой смеси является возможность регулирования содержания в гидролизате древесины углерода. Его количество ко-

леблется и бывает низким из-за присутствия фурфурола, образующегося в ходе процесса кислого гидролиза. Синтетический этиловый спирт, изготовленный из сырья, не относящегося к сельскохозяйственным продуктам, повышает долю углерода. Благодаря обогащению гидролизата улучшается устойчивость брожения и создаются благоприятные условия для более эффективного использования технологической оснастки заводов.

Pelechová J., Krumphanzl V., Kadlec K., Staněk J., Sokolov T.: Wood Hydrolyzate with Synthetic Ethanol as a Medium for Food Yeast Propagation. I. *Kvas. prům.* 25, 1979, No. 3, pp. 56—64.

Experiments have been carried out with the cultivation of two kinds of yeast, viz. *Candida utilis* and mixture of *Candida tropicalis* + *Candida scottii* in appropriately prepared wood hydrolyzate containing in a certain percentage of synthetic ethanol. Composition of this substrate permits to balance the low and fluctuating carbon content in wood hydrolyzate. The fluctuation is caused by the presence of furfural produced in the course of acidic hydrolyze and can be balanced by adding synthetic ethanol, i. e. alcohol rich in carbon and not made from agricultural products. By adjusting the composition of wood hydrolyzate the stability of fermentation process can be improved and capacity of installation more efficiently utilized.

Pelechová J., Krumphanzl V., Kadlec K., Staněk J., Sokolov T.: Ausnützung des Holzhydrolysats mit synthetischem Äthanol zur Futterhefeherstellung. I. *Kvas. prům.* 25, 1979, No. 3, S. 56—64.

Die Hefe *Candida utilis* und das Gemisch der Hefen *Candida tropicalis* und *Candida scottii* wurden auf zubereitetem Holzhydrolysat in Kombination mit synthetischem Äthanol kultiviert. Den Vorteil dieses Mischsubstrats bildet die Möglichkeit des Ausgleichs des niedrigen und schwankenden Kohlenstoffgehalts des Holzhydrolysats (infolge der Anwesenheit des während der saueren Hydrolyse entstehenden Furals) durch eine nichtlandwirtschaftliche Kohlenstoffquelle — das synthetische Äthanol. Durch Anreicherung des Holzhydrolysats wird die Stabilität des Fermentationsprozesses erhöht und die intensivere Ausnützung der technologischen Einrichtung ermöglicht.