

# Produkce kvasničné bílkoviny na bázi hydrolyzátů lignocelulosových zemědělských odpadů

663 579

Ing. JANA PELECHOVÁ, CSc., Ing. IVANA SIVÁKOVÁ,

Doc. Ing. REINER SEIFERT, CSc., Ing. ANNA BRUTHANSOVÁ, Vysoká škola chemickotechnologická, Praha

**Klíčová slova:** *kvasničné bílkoviny, lignocelulosové odpady, chemická hydrolýza, kvasinky rodu Candida, aminokyseliny, 2-furankarbaldehyd, redukující látky*

## ÚVOD

Zajišťování výroby kvalitních bílkovinných krmiv má základní význam pro racionální výživu zvířat a pro zvyšování živočišné produkce v zemědělství. Do popředí se dostala výroba mikrobiálního proteinu, jehož zdrojem jsou jednobuněčné mikroorganismy.

Výroba krmných bílkovin je v současné době zaměřena na možnost využití levných lignocelulosových odpadních materiálů jako jsou piliny, sláma, papír apod. Kromě vlastního řešení problému nedostatku krmných bílkovin, se takto racionálně likviduje odpad. Lignocelulosové materiály obsahují podle druhu až 75 % polysacharidů. Principiálně je postup získávání sacharidů chemickou hydrolýzou lignocelulosových materiálů znám již více než 100 let, dosud však neexistuje takové technické ře-

šení, které by bylo ekonomicky srovnatelné s přípravou sacharosy z cukrové řepy nebo třtiny.

Radu různých postupů je možno rozdělit do několika málo skupin podle katalyzátoru hydrolýzy:

- na hydrolýzu katalyzovanou zředěnými minerálními kyselinami,
- hydrolýzu katalyzovanou koncentrovanými kyselinami,
- hydrolýzu katalyzovanou minerálními kyselinami za přítomnosti organických rozpouštědel,
- solvolýzu bezvodým fluorovodíkem.

Podle toho, jde-li o úplnou hydrolýzu, resp. solvolýzu, polysacharidického podílu dřeva, nebo jen hydrolýzu, resp. štěpení podílu hemicelulos, jedná se o totální hydrolýzu nebo tzv. předhydrolýzu.

Z uvedeného přehledu katalyzátorů hydrolýzy se nabízí jako nejvýhodnější hydrolýza katalyzovaná zředěnými minerálními kyselinami. Přestože z řady minerálních kyselin se jako neaktivnější ukázala být kyselina chlorovodíková, je z praktických důvodů dávána přednost kyselině sírové [1]. Na principu hydrolýzy dřeva katalyzované zředěnými minerálními kyselinami byly vypracovány průmyslově realizované postupy hydrolýzy: tzv. Schollerův postup z roku 1926, Madison-postup a sovětské perkolační hydrolýzy, které jsou pravděpodobně ve světě jedinými průmyslově provozovanými jednotkami. V SSSR je v provozu zhruba 50 hydrolýzních závodů, orientovaných na výrobu kvasničné biomasy, o objemu více než 500 kt ročně [2].

Krátkodobé vysokoteplotní hydrolýzy dřeva zatím nepřekročily rámec výzkumných nebo poloprodučních zařízení. Většinou jde o vyhřívanou trubku, kterou je směs dřeva a minerální kyseliny protlačována mechanickým zařízením tak, aby byly zajištěny krátké doby zdržení. Výtěžky se pohybují kolem 50 až 55 % na absolutně suchou surovinu [3, 4].

Přes četné nevýhody, které hydrolýza minerálními kyselinami vykazuje, je jí však stále věnována pozornost. V posledním období bylo publikováno několik souhrnných prací, shrnujících dosavadní poznatky o hydrolýze dřeva, zemědělských odpadů a odpadního papíru zředěnými minerálními kyselinami [5–10].

Zájem o hydrolýzu různých celulosových odpadů je celosvětový. Španělští autoři publikovali výsledky výzkumu, podle kterých dosáhli za obvyklých podmínek hydrolýzy kyselinou sírovou [100 až 200 °C; 0,4 až 3,0 % hm.H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] 50% konverze celulosového odpadního materiálu a výtěžku sacharidů 16–39 % [11].

Z kinetického hlediska se kontinuální hydrolýzou různých lignocelulosových materiálů v reaktoru s pístovým rokem zabývali Grethle'n et. al. [12]. Výtěžek je závislý na koncentraci kyseliny, teplotě, době zdržení a vykazuje optimum. Topologické drvo, hydrolýzované v tomto reaktoru účinkem 0,5 % hm.H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> při 200 °C a době zdržení 0,1 min poskytuje glukosu s výtěžkem 90 % teorie.

Při použití hydrolýzátů lignocelulosových materiálů, připravených chemickou hydrolýzou minerálními kyselinami, jako uhlíkatého zdroje pro kultivaci kvasinek působí některé degradační produkty spolu se solemi kovů, jako je například měď, železo, zinek ve vyšších koncentracích negativně na rostoucí kulturu [13]. Inhibiční účinek 2-furankarbaldehydu na dýchání a růst mikroorganismů se projevuje od koncentrace 0,02 % hm. Při koncentraci 0,05 % hm. v hydrolýzáte se snižuje utilizace sacharidů a tím i výtěžek biomasy; při koncentraci 0,1 % hm. je zastaven příjem kyslíku, jsou inaktivovány hydrogenasy a zastavuje se syntéza nukleových kyselin a bílkovin [14]. Inhibičně působí také některé organické kyseliny (například kyselina mravenčí) již při koncentraci 0,08 % hm. [15].

Z uvedených důvodů je nutno před fermentací provést vždy úpravy hydrolýzáte, přičemž pozornost je věnována zvláště koncentraci 2-furankarbaldehydu, jehož obsah se snižuje oddestilováním, vyvařováním ostrou párou, zředěním hydrolýzáte vodou nebo zachycením na iontoměničích [16].

V první části uváděné práce byla provedena hydrolýza kukuřičného odpadu, tzv. oklasků směsí zředěných minerálních kyselin (HCl:H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> v objemovém poměru 1:3) [17]. Připravený hydrolýzát byl po úpravě amoniakovou vodou na hodnotu pH = 4,5 aplikován jako samostatný zdroj uhlíku do kultivačních půd pro růst kvasničné biomasy.

## MATERIÁL A METODIKA

**Mikroorganismus.** Pro pokusy byly použity kmeny *Candida utilis* 103, *Candida utilis* 80, *Candida tropicalis* 164 ze sbírky katedry kvasné chemie a bioinženýrství VŠCHT Praha. Kmeny byly udržovány na sladidlovém agaru při teplotě +4 °C.

**Složení média a kultivační postup.** Složení inokulační půdy bylo stejné jako pro půdu produkční. Kukuřičný hydrolýzát byl před fermentací upraven amoniakovou vodou na hodnotu pH = 4,5 a přilížen těmito solemi (na 1 litr média): 0,37 g Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 0,4 g MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O,

0,55 g KCl a 0,75 g kvasničného autolýzáte [65 % hm. suš.] , dusík byl do média dodán ve formě amoniakové vody.

Kultivace probíhala nejprve v 500 ml Erlenmayerových baňkách, plněných 50 ml živné půdy. Inokulace baňek byla prováděna spláchnutím kultury kvasinek, narostlé na šikmém agaru. Kultivace na rotační třepače o frekvenci otáček 1 s<sup>-1</sup> probíhala při 30 °C po dobu 96 až 116 hodin. Při poklesu pH kultivačního média na pH = 4,0 bylo pH upravováno amoniakovou vodou na hodnotu 4,5. Výsledky baňkových pokusů byly pak ověřeny kultivacími v laboratorním fermentoru CHEMAP - GF 0014. Inokulum bylo připraveno v baňkách na rotační třepače o frekvenci otáček 1 s<sup>-1</sup> při teplotě 30 °C po dobu 48 hodin. Narostlá biomasa byla odstředěna (frekvence otáček 50 s<sup>-1</sup> po dobu 10 min) a dvakrát promyta vodou. Fermentor byl zaočkován 5 % obj. takto připravené kvasničné suspenze.

## ANALYTICKÉ METODY

Během kultivačních pokusů byly odebrány vzorky, ve kterých byla stanovována **sušina** vázkově [18], **titrační acidita** [18] a množství **redukujících látek** metodou podle Schoorla [19]. Výchozí materiál a připravený hydrolýzát kukuřičných oklasků byly charakterizovány těmito hodnotami: **rozpustná sušina**, **nerozpustná sušina**, **lehce hydrolyzovatelné polysacharidy** (dále označovány LHP), **těžce hydrolyzovatelné polysacharidy** (dále označovány THP), **lignin** a **2-furankarbaldehyd** [20].

Stanovení **popela**: zvolené množství kukuřičných oklasků bylo převedeno do předem zvážené porcelánové misky a po spálení nad kahanem vyžeháno v elektrické peci při 650 °C po dobu 3 hodin.

Jednotlivé monosacharidy, obsažené v hydrolýzáte, byly stanoveny kapalinovou chromatografií v laboratorii monosacharidů VŠCHT Praha, jak je uvedeno v předchozích publikacích [21, 22].

V získané kvasničné biomase bylo zjištěno zastoupení jednotlivých aminokyselin analyzátozem aminokyselin AA 339 s jednokolonovým uspořádáním, izokratická eluce třemi tlumivými roztoky: pH = 3,25; pH = 4,38; pH = 9,25.

## VÝSLEDKY

**Příprava hydrolýzáte kukuřice.** Kukuřičné oklasky byly hydrolýzovány směsí 2% kyselin (HCl:H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> = 1:3, hydromodul 1:5). Směs byla hydrolýzována po dobu 4 hodin pod zpětným chladičem při bodu varu kyselin za stálého míchání. Po ochlazení byla směs zfiltrována a promyta vodou do neutrální reakce. Chemické složení výchozího materiálu je uvedeno v tabulce 1. V tabulce 2 je charakterizován hydrolýzát.

Dále byl stanoven obsah jednotlivých monosacharidů, jak je uvedeno v tabulce 3.

Filtrací reakční směsi byl z hydrolýzáte odstraněn pevný zbytek (nehydrolýzované složky oklasků), který nepochybně obsahoval blíže neurčené množství redukujících látek. Aby i tyto redukující látky byly využity,

Tabulka 1. Chemické složení kukuřičných oklasků (% hm. v sušině)

Původní vlhkost	11,12
Popel	1,94
LHP	39,00
THP	34,4
Lignin	16,5

Tabulka 2. Charakteristické hodnoty hydrolýzáte

Redukující látky	3,47 g/100 ml
2-furankarbaldehyd	0,0183 % hm.
Titrační acidita	0,022 g H+/100 ml
Rozpustná sušina	45,38 % hm.
Nerospustná sušina	46,52 % hm.
a)	
Těkavé kyseliny	0,528 g/100 ml

Poznámka: a) ... vyjádřeno jako kyselina octová



Tabulka 3. Složení monosacharidů v kukuřičném hydrolyzátu

Monosacharid	Konzentrace [g/100 ml]
D-glukosa	0,77
D-xylosa	1,65
D-galaktosa	0,05
L-arabinsosa	0,28
Celkem	2,75

byla ve 3. kultivačním pokusu studována možnost kultivace kvasinek přímo na nezfiltrované reakční směsi, kašovitě konzistence.

**Kultivační pokusy.** Kultivační pokusy byly uspořádány takto:

pokus č. 1 kultivace kmenů *Candida utilis* 80, *Candida utilis* 103, *Candida tropicalis* 164 na zfiltrovaném kukuřičném hydrolyzátu v baňkách

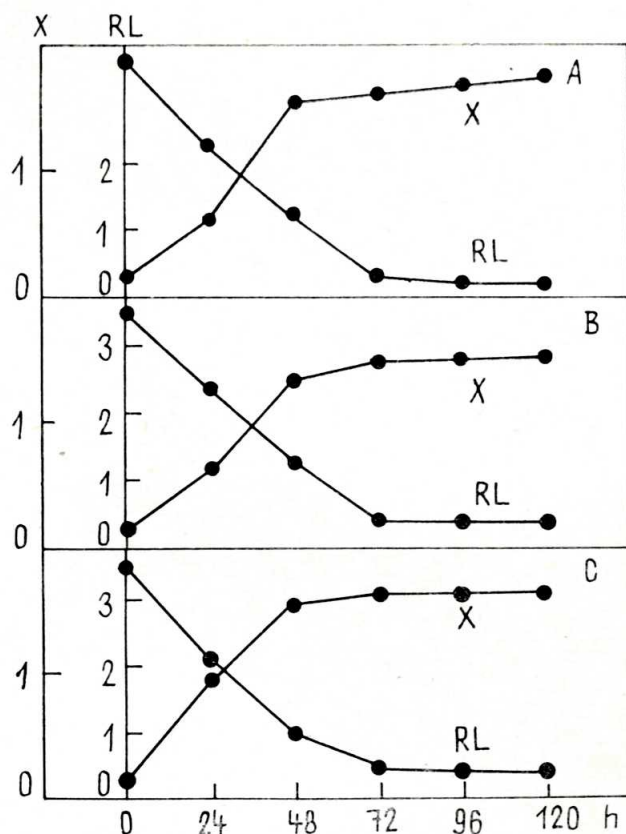
pokus č. 2 kultivace kmenů *Candida utilis* 80 a *Candida tropicalis* 164 na zfiltrovaném kukuřičném hydrolyzátu v baňkách

pokus č. 3 kultivace kmene *Candida tropicalis* 164 na nezfiltrovaném kukuřičném hydrolyzátu kašovitě konzistence v laboratorním fermentoru

pokus č. 4 kultivace kmene *Candida tropicalis* 164 na nezfiltrovaném kukuřičném hydrolyzátu v laboratorním fermentoru

Podmínky kultivačních pokusů jsou uvedeny v tabulce 4.

Oba kultivační pokusy v laboratorním fermentoru probíhaly při  $RPM = 500 \text{ min}^{-1}$  a  $VVM = 5 \text{ min}^{-1}$ . Pracovní objem u kultivačního pokusu č. 3 byl 5 000 ml a u kultivačního pokusu č. 4 3 000 ml. Průběhy kultivačních pokusů jsou znázorněny na obrázcích 1, 2, 3 a 4. Výsledky kultivačních pokusů jsou uvedeny v tabulce 5.

Obr. 1. Kultivace různých kmenů kvasinky *Candida* na kukuřičném hydrolyzátu v baňkách (pokus č. 1)

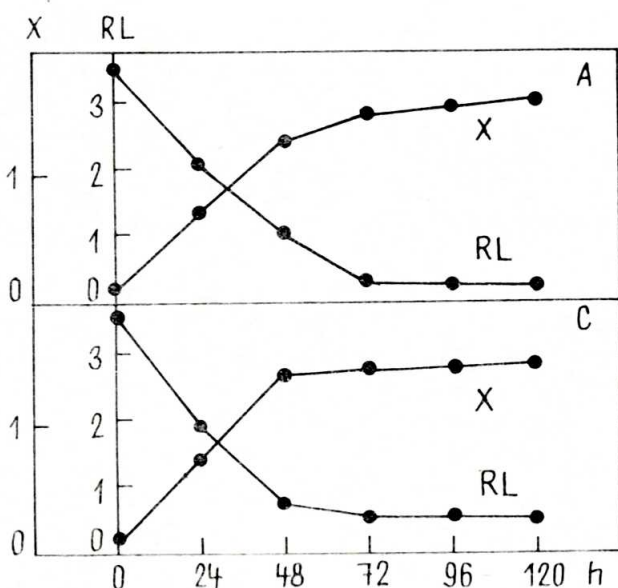
A — *C. utilis* 80, B — *C. utilis* 103, C — *C. tropicalis* 164, X — sušina [g/100 ml], RL — redukující látky [g/100 ml]

Tabulka 4. Podmínky kultivačních pokusů

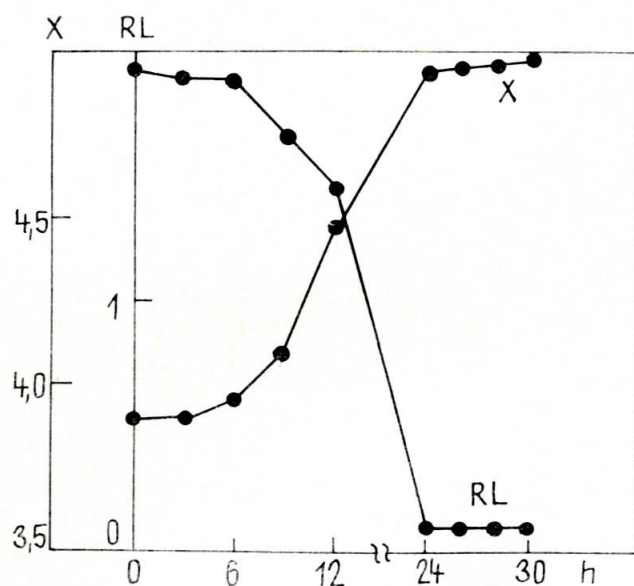
Číslo pokusu	Doba kultivace (h)	Teplota (°C)	pH	RL <sub>0</sub> [g/100 ml]	X <sub>0</sub> [g/100 ml]
1	120	30	4,0–4,8	3,47	0,17
2	120	30	4,0–4,8	3,50	0,10
3	30	30	4,5–5,0	1,92	3,90
4	30	30	4,5–5,0	2,50	0,13

a) nezfiltrovaný hydrolyzáat kašovitě konzistence

V kvasničné biomase, získané v kultivačním pokusu č. 3, bylo zjištěno zastoupení jednotlivých aminokyselin,

Obr. 2. Kultivace dvou kmenů kvasinky *Candida* na kukuřičném hydrolyzátu v baňkách (pokus č. 2)

A — *C. utilis* 80, C — *C. tropicalis* 164, X — sušina [g/100 ml], RL — redukující látky [g/100 ml]

Obr. 3. Kultivace kmene *C. tropicalis* 164 na kukuřičném hydrolyzátu<sup>a)</sup> ve fermentoru (pokus č. 3)

X — sušina [g/100 ml], RL — redukující látky [g/100 ml]  
Poznámka: a) nezfiltrovaný kukuřičný hydrolyzáat kašovitě konzistence

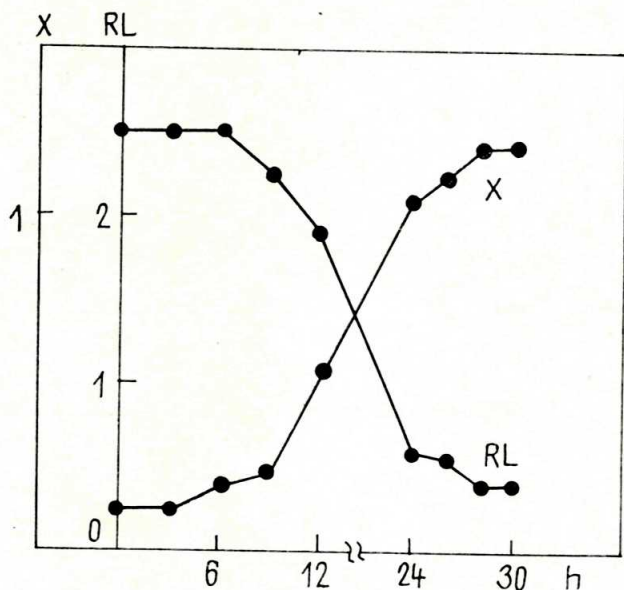


Tabulka 5. Produkce kvasničné biomasy na kukuřičném hydrolyzátu různými kmeny kvasinek *Candida*

Číslo pokusu	Mikroorganismus	$Y_1$	$Y_2$
1	<i>C. utilis</i> 80	0,47	0,45
	<i>C. utilis</i> 103	0,43	0,40
	<i>C. tropicalis</i> 164	0,48	0,42
2	<i>C. utilis</i> 80	0,48	0,45
	<i>C. tropicalis</i> 164	0,49	0,42
3	<i>C. tropicalis</i> 164	0,57	0,54
4	<i>C. tropicalis</i> 164	0,51	0,43

Tabulka 6. Složení aminokyselin v kvasničné biomase, získané na bázi kukuřičných hydrolyzátů; složení aminokyselin ve standardních bílkovinných zdrojích (g/16 g N)

Aminokyselina	Biomasa na kukuřičném hydrolyzátu	Rybí moučka	Sójová moučka	Standard FAO
Isoleucin	5,25	4,8	4,8	4,2
Leucin	8,95	2,5	6,1	4,8
Lysin	6,92	7,4	6,1	4,2
Fenylalanin	6,42	4,4	4,9	2,8
Threonin	3,95	4,5	4,0	2,8
Tryptofan	1,81	1,3	1,3	1,4
Tyrosin	3,16	4,0	3,5	2,8
Valin	8,86	6,5	5,0	4,2
Methionin + cystin	3,86	3,9	2,9	4,2



Obr. 4. Kultivace kmene *C. utilis* 80 na kukuřičném hydrolyzátu ve fermentoru (pokus č. 4)

X — sušina (g/100 ml), RL — redukující látky (g/100 ml)

které je uvedeno i s hodnotami těchto aminokyselin ve standardních zdrojích bílkovin v tabulce 6.

## DISKUSE

Je známo, že více než polovina rostlinného materiálu produkovaného v zemědělském nebo v lesním hospodářství se využívá pouze částečně anebo představuje odpad zcela nevyužitý.

Již několik desetiletí se stále s různou intenzitou řeší problém ekonomicky a ekologicky přijatelné hydrolyzy, která by umožnila uvolnění uhlíku z levného lignocelulosového komplexu. Vzhledem k nedostatku bílkovin v krmivové základně je celosvětový trend zaměřen na využití odpadních rostlinných produktů k získávání energeticky bohatších krmiv a bílkovinných komponentů.

Lignocelulosové odpadní materiály v zemědělství, jako je sláma a zvláště odpady při zpracování kukurice, obsahují vysoký podíl hemicelulose (až 40 %), která je snadno štěpena na monosacharidy — pentosy — zředěnými minerálními kyselinami za mírných reakčních podmínek.

Hydrolyza kukuřičných oklasků směsí zředěných kyselin (chlorovodíkové a fosforečné) byla v naší práci prováděna v míchaném reaktoru za takových podmínek — z hlediska následné fermentace — aby výsledná koncentrace 2-furankarbaldehydu byla pod hranici inhibice růstu mikroorganismů, tj. 0,03 % hm. Z takto připraveného hydrolyzátu nebylo pak nutno 2-furankarbaldehyd odstraňovat.

Pro hydrolyzu kukuřičných oklasků byla zvolena kyselina chlorovodíková, protože je nejaktivnějším katalyzátorem hydrolyzy.

Kyselina fosforečná jako další složka směsného katalyzátoru hydrolyzy byla zvolena se zřetelem na požadované složení živné půdy. S uvedeným směsným katalyzátorem bylo hydrolyzou převedeno do roztoku 45,38 % sušiny kukuřičných vreten, z toho 27 % byly redukující látky.

Hydrolyzát byl neutralizován vodným roztokem amoniaku v množství odpovídajícím potřebnému živění kvasinek dusíkem. Pro kultivační pokusy byly zvoleny tři kmeny kvasinek, které se osvědčily při produkci kvasničné bílkoviny na bázi hydrolyzátu dřevních odpadů [21, 22].

Vybrané kmeny kvasinek *Candida*, zvláště kvasinka *Candida tropicalis* 164 poskytují velmi dobré a reprodukovatelné výtěžnosti na hydrolyzátech kukuřičných oklasků. Při kultivaci na bázi nezfiltrovaného hydrolyzátu kašovitě konzistence, kdy byl získán nejvyšší výtěžek, a to 57 % vztaženo na spotřebované redukující látky, byl potvrzen náš předpoklad, že pevný zbytek, představující nezhydrolyzované složky oklasků, obsahuje určité množství látek využitelných kvasinkami, které nepřešly do vlastního hydrolyzátu ani po několikerém promývání vodou.

Produkce kvasničné biomasy získané na bázi hydrolyzátu kukuřičných oklasků představuje jak dobrými výtěžnostmi, tak i složením esenciálních aminokyselin v biomase, v porovnání se standardními zdroji bílkovin, další možnost rozšíření krmivové základny.

## Symboly

$RL_0$  je koncentrace redukujících látek na počátku kultivace (g/100 ml)

$x_0$  — koncentrace sušiny buněk na počátku kultivace (g/100 ml)

RPM — frekvence otáček míchadla ( $\text{min}^{-1}$ )

VVM — hodnota vzdušnění udaná v objemu vzduchu na objem média za minutu

$Y_1$  — výtěžek biomasy vztažený na spotřebované redukující látky

$Y_2$  — výtěžek biomasy vztažený na vnesené redukující látky

## Literatura

- [1] SZEJTLI J.: Säurehydrolyse glykosidischer Bindungen. 1. vyd. Akadémia Kiadó Budapest 1975
- [2] ULLMANN'S Enzyklopädie der Technischen Chemie, Band 23, Verlag Chemie Weinheim 1983
- [3] GOLDSTEIN I. S.: Tappi, **63**, 9, 1980
- [4] WRIGHT J. P., d'AGINCOURT C. G.: SERI/TR-231-2074, April 1984
- [5] BLAŽEJ A., KOŠIK M.: Cellul. Its. Deriv. **97**, 1985. In: Chem. Abstr. **104**, 52213 g (1986)
- [6] FRANZIDIS J. P., PORTEOUS A.: Fuels Biomass Wastes, 1981, s. 267. In: Chem. Abstr. **98**, 149 033 u (1983)
- [7] GRETHLEIN H. E.: Anaerobic Dig. Carbohydr. Hydrolysis Waste. In: Comm. Eur. Communities, 1984, s. 14. In: Chem. Abstr. **102**, 151 084 f (1985)
- [8] GOLDSTEIN I. S.: Wood Agric. Residues. In: Res. Use Feed. Fuels, 1982, s. 315. In: Chem. Abstr. **100**, 8757 g (1984)
- [9] GOLDSTEIN I. S.: Biomass Util. [NATO Adv. Sci. Inst. Ser. Ser. A] Washington 1983. In: Chem. Abstr. **99**, 141 703 u (1983)
- [10] SOPER S. S., ZABORSKY O. R.: Biomass Conversion Processes for Energy and Fuels. 1. ed. New York 1981
- [11] CHAPARRO B. M., RODRIGUEZ R., BRAZON F.: Ing. Quím., **16** (188), 1984, s. 85. In: Chem. Abstr. **102**, 187 928 y (1985)
- [12] KNAPPERT D., GRETHLEIN H. E., CONVERSE A. O.: Biotechn. Bioeng., Vol. XXII, 1980, s. 1949
- [13] IMAHARA H. a kol.: Agric. Biol. Chem. **42**, 1978, s. 1173



- [14] KVASINKOV E. J. a kol.: Microbiol. Z., **37**, 1975, s. 284
- [15] SARKOV V. I.: Technologija gidroliznyh proizvodstv, 1. vyd. Lesnaja promyšlenost', Moskva 1973
- [16] ŠUBRTOVÁ D.: Využití slámy pro fermentační průmysl [Diplová práce], VŠCHT Praha 1982
- [17] Pat. ČSSR PV 2841-84
- [18] GRÉGR V., RYCHTERA M.: Analytické metody ke cvičení z kvasné chemie a technologie III, 1. vyd. SNL Praha 1966
- [19] BROWNE C. A., ZERBAN F. W.: Physical and Chemical Methods of Sugar Analysis, 1. ed. J. W. and sons New York 1941
- [20] MELCER I. a kol.: Analytická chemia dreva, 1. vyd. Alfa Bratislava 1976
- [21] PELECHOVÁ J., KADLEC K., STANĚK J. jr., KRUMPHANZL V., SOKOLOV T.: Kvas. prům., **21**, 1979, s. 56
- [22] PELECHOVÁ J., FABIÁNOVÁ D., STANĚK J. jr., ŽDÁRSKÝ J., SOKOLOV T.: Kvas. prům., **30**, 1984, s. 156

Lektoroval dr. Jiří Plachý

**Pelechová, J. — Siváková, I. — Seifert, R. — Bruthansová, A.: Produkce kvasničné bílkoviny na bázi hydrolyzátů lignocelulosových zemědělských odpadů**, Kvas. prům., **34**, 1988, č. 4, s. 102—106.

V laboratorních podmínkách byla provedena hydrolyza lignocelulosových odpadů, vznikajících při zpracování kukurice, tzv. kukuřičných oklasků, směsí zředěných minerálních kyselin chlorovodíkové a fosforečné v objemovém poměru 1:3, hydromodul byl 1:5. Takto připravené hydrolyzáty, obsahující od 2 do 3,5 % hm. redukujících látek s převládající koncentrací D-xylosy a D-glukosy byly po úpravě pH amoniakovou vodou, která byla současně zdrojem požadovaného dusíku, a přidavku potřebných minerálních solí, použity jako jediný zdroj uhlíku a energie pro růst kvasničné biomasy, představující hodnotné krmné droždí. V laboratorním fermentoru byla za 96 h kultivace získána 57 % výťažnost na spotřebované redukující látky. Biokonverzi sacharidů z kukuřičných oklasků na bílkovinné krmivo by bylo nutno ověřit v poloprodučním měřítku a na základě takto dosažených výsledků provést ekonomické zhodnocení.

**Пелехова, Я. — Сивакова, И. — Сейферт, Р. — Брутансова, А.: Продукция дрожжевого белкового вещества на базе гидролизатов лигноцеллюлозных сельскохозяйственных отходов**. Квас. прум., **34**, 1988, № 4, стр. 102—106.

В лабораторных условиях был проведен гидролиз лигноцеллюлозных отходов, возникающих при переработке кукурузы при помощи разбавленных минеральных кислот — хлористоводородной и фосфорной в отношении 1:3 объ., гидромодуль составлял 1:5. Таким образом полученные гидролизаты, содержащие от 2 до 3,5 мас. % восстанавливающих веществ с преобладающей концентрацией Д-ксилозы и Д-глюкозы, после обработки рН аммиачной водой, которая одновременно была источни-

ком требуемого азота, и добавки нужных минеральных солей были применены как единственный источник углерода и энергии для роста дрожжевой биомассы, представляющей собой ценные кормовые дрожжи. В лабораторном ферменторе в течение 96 часов культивирования было достигнуто 57 % выхода на расходуемые восстанавливающие вещества. Процесс биопревращения необходимо было бы проверить в полупроизводственном масштабе и на основе этих результатов необходимо и проведение экономической оценки.

**Pelechová, J. — Siváková, I. — Seifert, R. — Bruthansová, A.: Yeast Biomass Production from Lignocellulose Hydrolyzates of Agriculture Wastes**. Kvas. prům., **34**, 1988, No. 4, pp 102—106.

The hydrolysis of lignocellulose wastes that occurred with a maize treatment using a mixture of hydrochloric acid and phosphoric acid in the ratio of 1:3 with the hydromodul of 1:5, was made on a laboratory scale. The hydrolyzates contain from 2 to 3.5 % wt of reducing compounds with the majority of D-xylose and D-glucose. The hydrolyzates were supplied with mineral salts and their pH value was increased with ammonium hydroxide. The hydrolyzates were used as a sole carbon and energy source for the yeast culture. The biomass yield referred to reducing compounds during 96 h of the culture was 57 %. For an economic evaluation of this bioconversion, the experiments on a pilot-plant scale are necessary.

**Pelechová, J. — Siváková, I. — Seifert, R. — Bruthansová, A.: Produktion von Hefe eiweiß auf Basis der Hydrolyzate der lignocellulosehaltigen landwirtschaftlichen Abfälle**. Kvas. prům. **34**, 1988, Nr. 4, S. 102—106.

In Laborbedingungen wurde die Hydrolyse der Lignocellulose-Abfälle durchgeführt, die bei der Maisverarbeitung entstehen (der Ährenüberreste), und zwar durch das Gemisch verdünnter Mineralsäuren Chlorwasserstoffsäure und Phosphorsäure im Volumenverhältnis 1:3, Hydromodul 1:5. Die zubereiteten Hydrolyzate, die 2 bis 3,5 % reduzierender Substanzen mit überwiegender Konzentration von D-Xylose und D-Glukose enthielten, wurden nach pH-Korrektur mittels Ammoniakwasser, das zugleich die Stickstoffquelle darstellte, und Zugabe der erforderlichen Mineralsalze, als einzige Kohlenstoff- und Energiequelle für das Wachstum der Hefebiomasse — hochwertiger Futterhefe — benützt. Im Laborfermentor wurde nach 96stündiger Kultivation eine 57 % Ausbeute auf die verbrauchten reduzierenden Stoffe erzielt. Die Biokonversion der Saccharide aus Maisährenabfällen auf Eiweißfutter sollte noch im halbtechnischen Anlage überprüft werden, um die Parameter für die ökonomische Auswertung ermitteln zu können.