

# Lihovarství a droždářství

## Kultivace kvasinky *Candida utilis* na etanolovém substrátu

### VII. Bilance některých biogenních a stopových prvků v provozních podmínkách

863.132  
661.722 663.14.031.2/4

Ing. JOHANNA RYBÁŘOVÁ, CSc., Ing. FRANTIŠEK ŠTROS, CSc., Výzkumný ústav krmivářského průmyslu a služeb, Praha

Doc. Ing. KAREL PECKA, CSc., VŠCHT, katedra technologie ropy a petrochemie, Praha

Jednostupňová kontinuální kultivace s úplnou recirkulací odseparovaného média je perspektivní výrobní postup pro získání krmných kvasinek ze syntetického etanolu. Syntetický etanol je surovina, která nezatěžuje odseparované médium prakticky žádnými balastními látkami na rozdíl od klasických surovin jako jsou např. melasové výpalky nebo sulfitové výluhy; také minerální živiny byly voleny tak, aby obsahovaly minimální množství nevyužitých iontů. Uvedené skutečnosti daly oprávněný předpoklad pro mnohonásobnou recirkulaci odseparovaného média při kultivaci kvasinek na etanolu a tím také k podstatnému snížení množství vznikajících odpadních vod.

Provozními zkouškami postupu s úplnou recirkulací odseparovaného média bylo zjištěno, že se po určité době zhoršují kultivační parametry, takže je nutno ukončit kultivaci zpravidla kolem pěti až šesti dnů. Za jednu z možných příčin omezeného trvání tohoto způsobu kultivace bylo pokládáno vyčerpání obsahu některých stopových prvků. Ve skladbě živného média pro kultivaci kvasinek na etanolu nejsou zastoupeny kromě zinku žádné jiné prvky mikrobiogenní povahy, neboť se předpokládá, že jsou v dostatečném množství vnášeny technologickou vodou a také ve formě nečistot technických živných solí. Při recirkulaci média odpadá hlavní z těchto zdrojů prvků, a to voda, která vstupuje do procesu pouze na začátku a během recirkulace je použita pouze v nejnútnejším množství k náhradě objemových ztrát; je proto možné, že růst kvasinek začne být po určité době limitován nedostatkem některého stopového prvku.

Předložená práce uvádí výsledky ověřování této možnosti limitace při pokusné kontinuální kultivaci kvasinek s úplnou recirkulací odseparovaného média v provozních podmínkách. Na zajištění průběhu pokusu se podílel širší tým výzkumných pracovníků a popis pokusu se všemi náležitostmi je podrobně popsán v závěrečné zprávě VÚKPS [1]. Ke sledování byly vybrány prvky, které se v laboratorních pokusech projeví jako významné pro růst kvasinek [2]. Vedle stopových prvků železa, zinku, mědi a manganu byly dále sledovány hořčík, sodík a vápník, které se řadí mezi prvky makrobiogenní povahy.

#### MATERIÁL A METODIKA

Produkční kultura kvasinek byla stejná jako kultura používaná v laboratorních podmínkách, tj. *Candida utilis* č. 49 [CCY 29-38-64]. Udržování produkční kultury je popsáno v dřívějším sdělení [3].

Sledování prvků při kultivaci kvasinek bylo provedeno jednak zjišťováním pohybu prvků během pokusu a jednak celkovou bilancí prvků. Pohyb prvků během kultivace byl sledován stanovením jejich obsahu v odseparovaném médiu a v odpovídající vyrobené kvasničné biomase. Vzorke odseparovaného média byly odebrány ve 24hodinových intervalech a vzorky usušených kvasnic byly brány s dvouhodinovým zpožděním za předpokladu, že jsou totožné s kvasinkami v kultivačním médiu v době odběru odseparovaného média.

Pro celkovou bilanci prvků byly provedeny analýzy všech látek vstupujících do procesu, tj. minerálních živin, vody a kondenzátů z lihovarské odpadky a látek vystupujících, reprezentovaných odseparovaným médiem na konci cyklu a kvasničnou biomasou, vyrobenou v průběhu pokusu. Živiny byly odebrány během pokusu k přípravě průměrného vzorku a rovněž stanovení prvků v kondenzátu bylo provedeno v průměrném vzorku, připraveném z každé nové partie. Jelikož kondenzáty obsahovaly značné množství výpalků, musely být ředěny vodou; k ředění byla použita pitná voda, jejíž analýza byla k dispozici z předchozího podrobného šetření [4].

Obsah prvků byl stanoven metodou atomové absorpční spektrometrie, pouze u síranu zinečnatého bylo použito stechiometrického výpočtu. Obsah prvků v kvasničné biomase použité jako inokulum byl vypočten z průměrného složení šesti vzorků kvasnic z předcházející produkce.

#### Úprava vzorků pro analýzu:

Minerální živiny se neupravovaly a byly předávány v tom stavu, v jakém jsou používány při výrobě, tj. pevný síran amonný a síran hořečnatý, 25 % hm. amoniaková voda, 40 % hm. roztok KOH a 75 % hm. kyselina fosforečná.

Kondenzát z lihovarské odpadky — 500 ml vzorku se zahustilo odpařením na vodní lázni, zbytek se převedl do Pt-misky a odpařil k suchu. Suchý odparek se spaloval v elektrické peci při 550 °C až do světlé barvy popela. 2 g popela se rozpustily ve 100 ml koncentrované HCl p.a. a roztok se doplnil destilovanou vodou na 250 ml.

Odseparované médium — 2000 ml vzorku média se zpracovalo stejně jako vzorek kondenzátu.

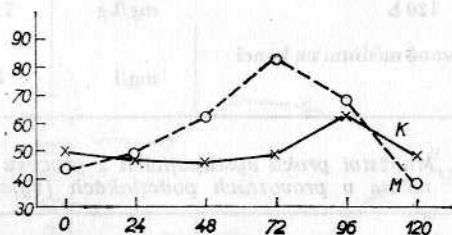
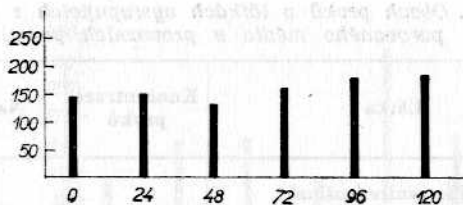
Sušené kvasnice — 25 g vzorku se v Pt-misce opatrně nad kahanem zuhelnilo a pak spalovalo v elektrické peci až do dosažení světlé barvy popela. 2 g popela se převedly do roztoku stejně jako popel kondenzátu.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

1. Pohyb prvků během kontinuální kultivace kvasinek  
s recirkulací odseparovaného média

Výsledky sledování prvků v odseparovaném médiu a v odpovídající kvasničné biomase během recirkulačního cyklu jsou vyjádřeny graficky na obr. 1–7. Na každém obrázku znázorňuje horní graf procentní zastoupení prvků ve vyrobené kvasničné biomase a dolní graf představuje rozložení prvků v kultivačním médiu, tj. mezi odseparovaným médiem a kvasničnou biomasu; tyto druhé hodnoty byly vypočteny z koncentrace kvasničné sušiny v médiu a z obsahu prvků v příslušné kvasničné biomase.

Obsah hořčíku ve vyrobených kvasnicích byl velmi vyrovnaný a pohyboval se v obvyklých mezích. Z rozložení hořčíku v kultivačním médiu je zřejmé, že byl dávkován v přebytku (obr. 1). Ve velkém přebytku byly v kultivačním médiu přítomny také sodík a vápník (obr. 2 a 3). Obsah sodíku ve vyrobených kvasnicích během kultivace stoupal (obr. 2); zvýšení bylo relativně velké, neboť výrobek z posledního dne obsahoval přibližně o 250 % hm. sodíku více než kvasnice, získané na začátku kultivačního pokusu. Přesto byly koncentrace sodíku v médiu ve srovnání s jeho obsahem v kvasničné biomase přibližně desetkrát vyšší. Obsah vápníku ve vyrobených kvasnicích značně kolísal nezávisle na době kultivace; z obrázku 3 je patrné, že koncentrace vápníku v médiu od druhé poloviny cyklu klesala, přičemž z hodnot vápníku, obsaženého v kvasničné biomase je vidět, že tomuto poklesu koncentrace vápníku v médiu odpovídal vyšší obsah vápníku v kvasnicích pouze v 96. hodině.



Obr. 1. Pohyb Mg při kultivaci kvasinek *Candida utilis* na etanolu v provozních podmínkách

Obsah Mg v kvasničné sušině  
Osa x — čas v hodinách  
osa y — mg Mg/100 g kvasničné sušiny  
Rozložení Mg v kultivačním médiu.  
Osa x — čas v hodinách  
Osa y — mg Mg/l média  
K — Mg v kvasinkách  
M — Mg v odseparovaném médiu

Tabulka 1. Obsah prvků v látkách vstupujících do procesu při kontinuální kultivaci kvasinek s recirkulací odseparovaného média v provozních podmínkách.

Látka	Koncentrace prvků	Na	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
amoniaková voda	mg/l	84	8	0,4	2,0	0,4	0,0	0,2
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 75 % hm.	mg/l	30	126	11,2	52,4	2,5	5,2	1,5
KOH cca 40 % hm.	mg/l	700	10	0,8	10,0	1,3	2,6	0,8
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	mg/kg	20	66	7,4	40	1,8	0,8	0,6
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	mg/kg	166	71	98,66*	3,2	0,9	2,2	1,0
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	mg/kg	163	632	226	9,6	232,68*	0,8	80
kondenzát	mg/l	462	557	27,7	17,8	1,6	0,9	0,5
voda	mg/l	17,5	94,5	21,8	0,2	0,07	0,02	0,03
inokulum (sušina)	mg/kg	341	560	1 800	283	253	38	12

\* koncentrace prvků v g/kg

Tabulka 2. Množství prvků vstupujících do procesu při kontinuální kultivaci kvasinek s recirkulací odseparovaného média v provozních podmínkách (vyjádřeno v g).

Látka	Množství látky	Na	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
amoniaková voda	19 565 l	1 643,5	156,0	7,8	39,1	7,4	15,6	3,9
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 75 % hm.	1 681 l	50,4	211,8	18,8	88,1	4,2	8,7	2,5
KOH cca 40 % hm.	2 214 l	1 549,0	23,0	1,8	22,1	2,8	5,8	1,8
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	325 kg	6,5	21,5	2,4	13,0	0,6	0,3	0,2
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	820 kg	136,1	58,4	80 902,0	2,6	0,7	1,8	0,8
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	20 kg	3,3	13,0	4,6	0,2	4 653,5	0,0	1,6
kondenzát	43 030 l	19 901,6	24 524,7	1 219,0	783,7	70,4	37,9	23,3
voda	341 000 l	5 953,0	32 224,5	7 485,0	69,2	24,9	7,8	9,5
inokulum (sušina)	590 kg	201,2	330,4	1 062,0	167,0	149,3	22,4	7,1
celkem prvků		29 445	57 563	90 703	1 185	4 914	100	51



Tabulka 3. Obsah prvků v látkách vystupujících z procesu při kontinuální kultivaci kvasinek s recirkulací odseparovaného média v provozních podmínkách

Látka	Koncentrace prvků	Na	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
Vyrobené kvasnice (sušina)								
0 h	mg/kg	200	820	1 390	1 430	135	19	7,4
24 h	mg/kg	500	1 570	1 440	650	131	11	6,4
48 h	mg/kg	480	1 580	1 280	247	139	7,2	3,4
72 h	mg/kg	480	850	1 570	197	156	5,2	1,8
96 h	mg/kg	570	3 230	1 740	221	159	5,4	1,6
120 h	mg/kg	710	1 700	1 830	473	97	14	3,6
odseparované médium na konci cyklu	mg/l	87	141	37,5	12,5	0,12	0,03	0,01

Tabulka 4. Množství prvků vystupujících z procesu při kontinuální kultivaci kvasinek s recirkulací odseparovaného média v provozních podmínkách (vyjádřeno v g)

Látka	Množství látky	Na	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
Vyrobené kvasnice (sušina)								
0 h	5 608,4 kg	1 122	4 599	7 795	8 020	757	107	41
24 h	6 392,0 kg	3 196	10 035	9 204	4 154	837	70	41
48 h	7 770,2 kg	3 730	12 277	9 946	1 914	1 080	56	26
72 h	6 795,2 kg	3 262	5 776	10 668	1 339	1 060	35	12
96 h	6 919,0 kg	3 944	22 348	12 039	1 529	1 100	37	11
120 h	3 147,4 kg	2 235	5 350	5 759	1 489	305	44	11
celkem	36 632,2 kg	17 489	60 385	55 411	18 450	5 139	349	142
odseparované médium	68 000 l	5 916	9 588	2 250	850	8	2	1
celkem prvků		23 405	69 973	57 961	19 300	5 143	351	143

Obsah zinku ve vyrobených kvasnicích byl téměř stabilní (obr. 4) a jeho nízká koncentrace v odseparovaném médiu svědčila o dokonalém využívání. Zvýšený obsah zinku v médiu v 72. hodině byl zřejmě náhodný. U zbývajících tří sledovaných prvků, železa, mědi a manganu byl zjištěn postupný pokles obsahu ve vyrobené kvasničné biomase i v médiu (obr. 5, 6 a 7) s výjimkou vzorků kvasnic z posledního dne recirkulačního cyklu. Z rozložení těchto prvků v kultivačním médiu je vidět, že kvasinky lépe využívaly měď a mangan než železo, neboť koncentrace tohoto prvku byla s výjimkou posledního dne vždy vyšší v médiu než v odpovídající biomase kvasinek. Náhlý vzestup obsahu železa ve vzorku média ve 24. hodině je nejasný.

Z uvedených výsledků vyplynulo několik významných závěrů. Množství hořčíku, sodíku a vápníku bylo dostatečné, přičemž kvasničnými buňkami bylo využito pouze malé množství těchto prvků, především sodíku a vápníku (obr. 2 a 3, tabulka 4). Zinek byl spotřebován téměř beze zbytku (obr. 4); je však málo pravděpodobné, že by kvasinky strádaly jeho nedostatkem, neboť používaná kultura *Candida utilis* dokonale využije i dvojnásobné množství použité dávky síranu zinečnatého, aniž by se zlepšily výsledky kultivace nebo zvýšil obsah bílkovin v kvasničné biomase.

Z postupně klesajícího obsahu železa, mědi a manganu v kvasničné biomase (tabulka 3) je možno soudit,

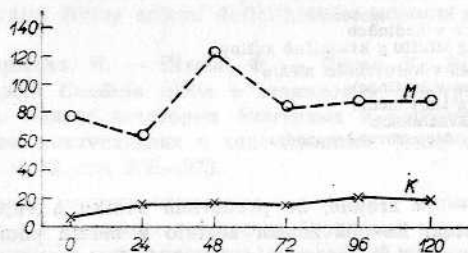
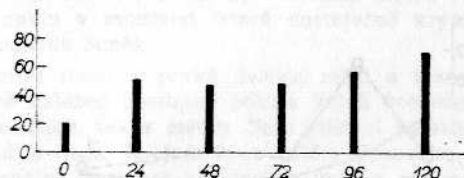
že během recirkulačního cyklu docházelo k vyčerpání těchto prvků, hlavně mědi a manganu. Jejich koncentrace v médiu byla během pokusu velmi nízká až na hodnotu manganu ve 24. hodině (obr. 6 a 7). U železa bylo tomu naopak (obr. 5) a na konci cyklu bylo v odseparovaném médiu ještě dostatečné množství tohoto prvku. To znamená, že se neprojevoval nedostatek, nýbrž se zhoršovalo jeho využití kvasničnými buňkami. Vyšší obsah železa, mědi a manganu ve vyrobených kvasnicích z posledního dne, tj. ve 120. hodině, byl pravděpodobně způsoben delší dobou zdržení ve fermentoru při závěrečném odtahu kultivačního média na separaci.

Je nutno zdůraznit, že při tomto provozním pokusu bylo do procesu kontinuálně přiváděno značné množství prvků, především sodíku, a mikrobiogenního železa, mědi a manganu (tabulka 2) kondenzátem z lihovarské odparky a také vodou použitou k ředění, takže nemohl nastat kritický nedostatek potřebných prvků. Dalším zdrojem byl materiál zařízení, jehož koroze se uvolnilo značné množství železa a mědi (tabulka 5). Přesto bylo právě u železa, mědi a manganu zaznamenáno snížení obsahu v kvasničné biomase.

Zbývá otázka, zda skutečně zjištěný pokles obsahu uvedených tří prvků je příčinou časového omezení kontinuální kultivace s recirkulací odseparovaného média. V tomto směru je užitečné porovnat hodnoty koncentrace těchto prvků v kvasinkách získaných při re-

cirkulačním pokusu (tabulka 3) s hodnotami, které jsou v literatuře uváděny pro obdobný výrobek, tj. kvasinky *Candida utilis* ze syntetického etanolu „Torutein“: 9,5 mg železa, 0,36 mg mědi a 0,65 mg manganu ve 100 g kvasničné sušiny. Je vidět, že pouze obsah manganu byl od 48. hodiny recirkulačního cyklu nižší. Nelze tedy vyloučit brzdění procesu nedostatkem tohoto prvku.

Určitým vodítkem pro stanovení potřebných dávek uvedených prvků mohou být jejich koncentrace v kvasničné biomase v době, kdy ještě nedocházelo ke snížení produkce a k dalším nepříznivým jevům. V uvedeném pokusu to byly tyto hodnoty: 20 mg železa, 0,52 mg mědi a 0,18 mg manganu v 72. hodině kontinuální kultivace.



Obr. 2. Pohyb Na při kultivaci kvasinek *Candida utilis* na etanolu v provozních podmínkách

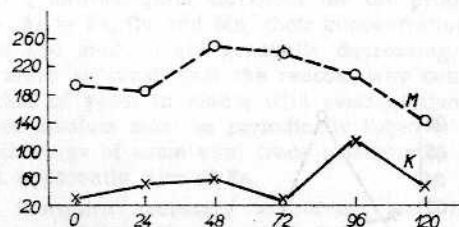
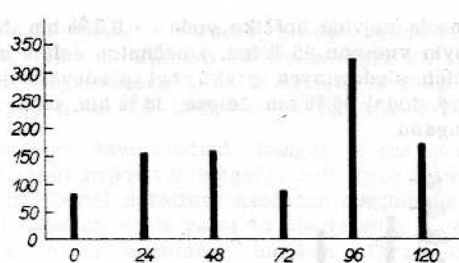
Obsah Na v kvasničné sušině.  
Osa x — čas v hodinách  
osa y — mg Na/100 g kvasničné sušiny  
Rozložení Na v kultivačním médiu.  
Osa x — čas v hodinách  
osa y — mg Na/l média  
K — Na v kvasinkách  
M — Na v odseparovaném médiu

Tabulka 5. Bilance prvků při kontinuální kultivaci kvasinek s recirkulací odseparovaného média v provozních podmínkách

Prvek	vstupující	vystupující
	kg	
sodík	29,445	23,405
vápník	57,563	69,973
hořčík	90,703	57,961
zinek	4,914	5,143
železo	1,185	19,300
měď	0,100	0,351
mangan	0,051	0,143

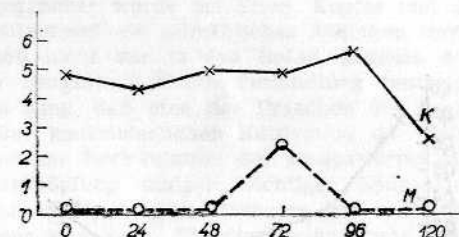
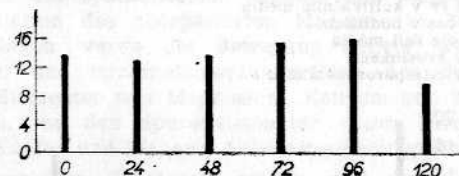
## 2. Bilance prvků při kontinuální kultivaci kvasinek s recirkulací odseparovaného média

V tabulce 1 je uveden obsah sledovaných prvků v látkách vstupujících do procesu a v tabulce 2 množství prvků vstupujících do procesu. Prvky vystupující z procesu jsou rozloženy mezi vyrobenou kvasničnou biomasu a odseparované médium z posledního dne recirkulačního cyklu. Analýza těchto vystupujících látek na obsah prvků je uvedena v tabulce 3 a množství prvků vystupujících z procesu je uspořádáno v tabulce 4.



Obr. 3. Pohyb Ca při kultivaci kvasinek *Candida utilis* na etanolu v provozních podmínkách

Obsah Ca v kvasničné sušině.  
Osa x — čas v hodinách  
osa y — mg Ca/100 g kvasničné sušiny  
Rozložení Ca v kultivačním médiu.  
Osa x — čas v hodinách  
osa y — mg Ca/l média  
K — Ca v kvasinkách  
M — Ca v odseparovaném médiu

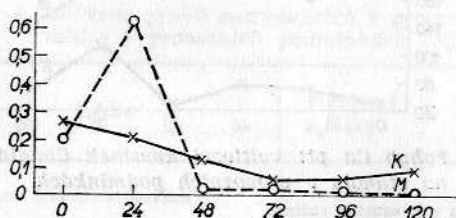
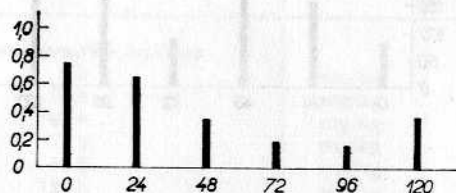


Obr. 4. Pohyb Zn při kultivaci kvasinek *Candida utilis* na etanolu v provozních podmínkách

Obsah Zn v kvasničné sušině.  
Osa x — čas v hodinách  
osa y — mg Zn/100 g kvasničné sušiny  
Rozložení Zn v kultivačním médiu.  
Osa x — čas v hodinách  
osa y — mg Zn/l média  
K — Zn v kvasinkách  
M — Zn v odseparovaném médiu

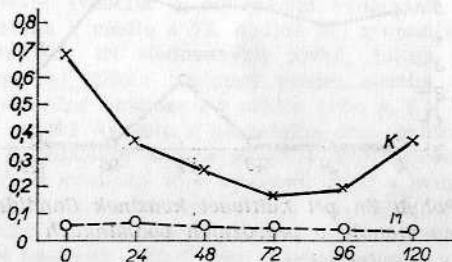
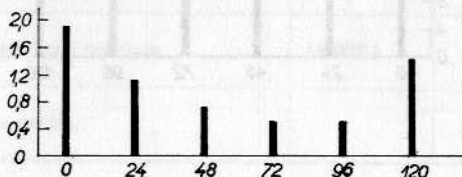
Z údajů uvedených v tabulce 2 je možno vypočíst podíly prvků, připadající na jednotlivé výchozí látky, tj. zdroje prvků. U sodíku bylo 87 % hm. přivedeno kondenzátem, 20 % hm. vodou a 10 % hm. amoniakovou vodou a roztokem KOH. Zdrojem vápníku byla především voda, která vnesla 56 % hm. vápníku a dále kondenzát, kterým bylo dodáno 42 % hm. vápníku. Většina hořčíku pocházela z hořečnaté soli, a to 89 % hm., z ostatních

látek vnesla nejvíce hořčíku voda — 9,2 % hm. hořčíku. Zinku bylo vneseno 95 % hm. zinečnatou solí a zdrojem zbývajících sledovaných prvků byl především kondenzát, který dodal 66 % hm. železa, 38 % hm. mědi a 46 % hm. manganu.



Obr. 5. Pohyb Fe při kultivaci kvasinek *Candida utilis* na etanolu v provozních podmínkách

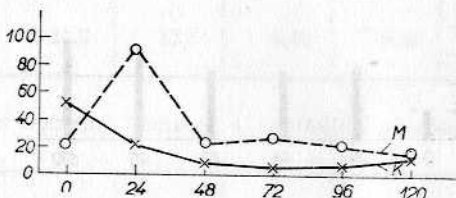
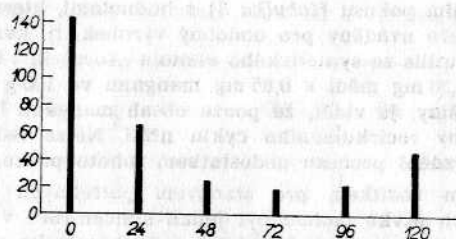
Obsah Fe v kvasničné sušině.  
Osa x — čas v hodinách  
osa y — mg Fe/100 g kvasničné sušiny  
Rozložení Fe v kultivačním médiu.  
Osa x — čas v hodinách  
osa y — mg Fe/l média  
K — Fe v kvasinkách  
M — Fe v odseparovaném médiu



Obr. 6. Pohyb Cu při kultivaci kvasinek *Candida utilis* na etanolu v provozních podmínkách

Obsah Cu v kvasničné sušině.  
Osa x — čas v hodinách  
osa y — mg Cu/100 g kvasničné sušiny  
Rozložení Cu v kultivačním médiu.  
Osa x — čas v hodinách  
osa y — mg Cu/l média  
K — Cu v kvasinkách  
M — Cu v odseparovaném médiu

Z přehledu množství prvků, vystupujících z procesu (tabulka 4) je možno zjistit celkové využití prvků kvasničnými buňkami, resp. jaký podíl prvků zůstal nevyužit v médiu. V odseparovaném médiu zbylo po recirkulačním cyklu 25 % hm. sodíku, 14 % hm. vápníku a 4 % hm.



Obr. 7. Pohyb Mn při kultivaci kvasinek *Candida utilis* na etanolu v provozních podmínkách

Obsah Mn v kvasničné sušině.  
Osa x — čas v hodinách  
osa y — mg Mn/100 g kvasničné sušiny  
Rozložení Mn v kultivačním médiu.  
Osa x — čas v hodinách  
osa y — mg Mn/l média  
K — Mn v kvasinkách  
M — Mn v odseparovaném médiu

hořčíku — je zřejmé, že především sodíku a vápníku byl dostatek. Rovněž železa zůstalo v médiu poměrně dost, více než 4 % hm., z toho vyplývá, že i tento prvek měly kvasinky k dispozici; přesto bylo zjištěno, že se obsah železa v kvasničné biomase během recirkulačního cyklu postupně snižoval, což naznačuje horší využití tohoto prvku kvasinkami. Konečně zbývajících sledovaných prvků, zinek, měď a mangan byly kvasinkami využity téměř stoprocentně.

Sledování prvků při kultivaci v provozních podmínkách není běžné, neboť je velmi obtížné podchytit všechny potřebné údaje a vyloučit, popřípadě určit náhodné zdroje prvků. Jak vyplývá z hodnot uvedených v tabulce 5, bylo dosaženo při celkové bilanci značné shody u většiny prvků. Poměrně velká nepřesnost se projevila v bilanci hořčíku, neboť tohoto prvku bylo nalezeno na konci cyklu mnohem méně než bylo vneseno; stejné zjištění bylo učiněno při bilanci prvků v laboratorních podmínkách [3]. Příčina tohoto rozdílu není zatím objasněna. Menší rozdíl mezi vnášeným a vystupujícím množstvím vápníku je možno vysvětlit tím, že při pokusu nebyla provedena analýza vody bezprostředně a množství vápníku bylo vypočítáno z průměru předchozích analýz. Jak bylo dodatečně stanoveno, právě koncentrace vápníku v používané vodě dosti kolísá. Železa, mědi a manganu bylo nalezeno ve vystupujících látkách více, než odpovídá vnesenému množství. Tento rozdíl je možno přičíst na účet koroze zařízení; podobné výsledky byly rovněž stanoveny při bilanci prvků při kultivaci v laboratorních podmínkách [3].

#### Literatura

- [1] STROS F., AUNICKÝ Z., NESVERA J., RYBÁŘOVÁ J., ŠESTÁKOVÁ M., ŠIMEK V., VERNEROVÁ J.: Závěrečná zpráva VÚKPS Praha, 1978.
- [2] RYBÁŘOVÁ J., STROS F., PECKA K.: Kvas. prům. 24, 1978, s. 202.
- [3] RYBÁŘOVÁ J., ADÁMEK L., PECKA K.: Kvas. prům. 24, 1978, s. 106.
- [4] RYBÁŘOVÁ J., STROS F.: Závěrečná zpráva VÚKPS, Praha, 1975.
- [5] Amoco Foods Company: Torutein P-10, P-11 and P-13, Chicago 1975 (firemní literatura).



Rybářová, J. - Štros, F. - Pecka, K.: Kultivace kvasinky *Candida utilis* na etanolovém substrátu. VII. Bilance některých biogenních a stopových prvků v provozních podmínkách. Kvas. prům. 26, 1980, č. 12, s. 268—273.

Při kontinuální kultivaci kvasinek *Candida utilis* na syntetickém etanolu s úplnou recirkulací odseparovaného média v provozních podmínkách byl sledován pohyb některých důležitých biogenních a stopových prvků. Z biogenních prvků byly zastoupeny hořčík, sodík a vápník a ze stopových prvků byla věnována pozornost zinku, železu, mědi a manganu.

Získané výsledky ukázaly, že prvky hořčík, vápník, sodík a zinek byly obsaženy v živném médiu během celého cyklu v množství, které dostatečně krylo nároky kvasničných buněk.

Naproti tomu u prvků železa, mědi a manganu byl shodně nalezen postupný pokles jejich koncentrace jak v kvasnicích, tak v médiu. Toto zjištění potvrdilo předpoklad o tom, že jednou z příčin časového omezení kontinuální kultivace kvasinek s úplnou recirkulací odseparovaného média může být vyčerpání některých důležitých stopových prvků, a to mědi a manganu a snad i železa. Pro prodloužení kontinuálního úseku kultivačního cyklu bude proto zřejmě nutné doplnit dávované minerální živiny solemi deficitních stopových prvků.

Рыбаржова, И. — Штрос, Ф. — Пецка, К.: Разведение дрожжей *Candida utilis* в этаноловом субстрате. 7-ая часть. Баланс некоторых биогенных и рассеянных элементов, выступающих в ходе процесса. Квас. прум. 26, 1980, № 12, стр. 268—273.

Авторы изучали изменения содержания в питательной среде и в дрожжах некоторых биогенных и рассеянных элементов в ходе процесса разведения дрожжей *Candida utilis* в субстрате из синтетического этанола в установках непрерывного действия с полной рециркуляцией отделенной среды. Изучалось содержание трех биогенных элементов, т. е. магния, натрия и кальция, а также четырех рассеянных, т. е. цинка, железа, меди и марганца.

Результаты исследования показали, что в течение всего цикла магний, кальций, натрий и цинк находятся в питательной среде в количествах, вполне достаточных для размножения клеток.

Что же касается железа, меди и марганца, то их содержание как в среде, так и в дрожжах, в ходе процесса постепенно уменьшается. Из этого можно вывести заключение, что одной из причин, вызывающих необходимость периодического перерыва процесса культивации, является, очевидно, недостаток в питательной среде некоторых рассеянных элементов, т. е. главным образом меди и марганца, возможно также и железа. Длительность цикла непрерывной культивации можно будет вероятно, продолжить путем добавки в среду дефицитных элементов.

Rybářová, J. - Štros, F. - Pecka, K.: Cultivation of *Candida utilis* Yeast in Ethanol Substrate. Part VII. Balance of Some Biogenic and Trace Elements in Plant Conditions. Kvas. prům. 26, 1980, No. 12, pp. 268—273.

The authors have studied changes in the concentrations of some important biogenic and trace elements in synthetic ethanol substrate used for continuous cultivation of *Candida utilis* yeast in plants with a complete recirculation of separated medium. Three biogenic elements, viz. Mg, Na and Ca, as well as four trace ones, viz. Zn, Fe, Cu and Mn are covered in the study.

It has been established, that Mg, Ca, Na and Zn are present in culture medium during the whole cultivation cycle in quantities quite sufficient for the propagation of cells. As to Fe, Cu and Mn, their concentrations both in yeast and medium are gradually decreasing. It can be therefore assumed, that the reason, why continuous cultivation of yeast in plants with recirculation of all separated medium must be periodically interrupted, lies in the shortage of some vital trace elements as Cu and Mn and, apparently, also of Fe.

It is therefore necessary to refresh well in time medium by adding deficient elements.

Rybářová, J. - Štros, F. - Pecka, K.: Kultivace kvasinky *Candida utilis* na etanolovém substrátu. VII. Bilanz einiger biogener und Spurenelemente in Betriebsbedingungen. Kvas. prům. 26, 1980, No. 12, S. 268—273.

Bei der kontinuierlichen Kultivierung der Hefen *Candida utilis* auf synthetischem Äthanol mit vollkommener Rezirkulation des abseparierten Mediums in Betriebsbedingungen wurde die Bewegung einiger wichtiger biogener und Spurenelemente verfolgt. Aus den biogenen Elementen war Magnesium, Natrium und Kalzium vertreten, von den Spurenelementen wurde dem Zink, Eisen, Kupfer und Mangan Aufmerksamkeit gewidmet.

Die erzielten Ergebnisse zeigen, daß die Elemente Magnesium, Kalzium, Natrium und Zink in dem Nährmedium während des ganzen Zyklus in Mengen erhalten bleiben, die die Anforderungen der Hefezellen in ausreichendem Ausmaß decken.

Demgegenüber wurde bei Eisen, Kupfer und Mangan übereinstimmend ein allmähliches Absinken ihrer Konzentration nicht nur in den Hefen, sondern auch im Medium festgestellt. Diese Feststellung bestätigte die Voraussetzung, daß eine der Ursachen der begrenzten Dauer der kontinuierlichen Kultivierung der Hefen mit vollkommener Rezirkulation des abseparierten Mediums die Ausschöpfung einiger wichtiger Spurenelemente, und zwar des Kupfers und Mangans und vielleicht auch des Eisens sein kann. Für die Verlängerung des kontinuierlichen Abschnittes des Kultivationszyklus wird man offensichtlich die dosierten Mineralnährstoffe durch Salze der defizienten Spurenelemente ergänzen müssen.