

Kultivace kvasinky *Candida utilis* na etanolovém substrátu

I. Bilance některých prvků a stopových prvků v batch kultivaci

582.282.232
663.52.033 663.13

Ing. JOHANNA RYBÁŘOVÁ, Dr. LUBOMÍR ADÁMEK, Výzkumný ústav krmivářského průmyslu a služeb, Praha,
Doc. ing. KAREL PECKA, CSc., VŠCHT, Katedra technologie ropy a petrochemie, Praha.

Po vyřešení základních problémů výroby krmného droždí ze syntetického etanolu se v současné době prohlubuje studium dílčích otázek, orientované především na zdokonalování dosavadního procesu. V tomto směru je zvláštní pozornost věnována dalšímu zvyšování výtěžnosti výroby optimalizací složení živného média. Jednou z cest, směřujících k tomuto cíli, je hledání látek působících stimulačně na růst kvasinek z etanolového substrátu. Kvasničný kmen *Candida utilis*, používaný k výrobě krmného droždí, roste dobře v živném prostředí obsahujícím jednoduché minerální živné soli; nicméně bylo zjištěno, že přidavek odpadů po fermentačním zpracování melasy, především melasových lihovarských výpalků, zvyšuje výtěžnost biomasy z dodaného etanolu až o 10 %. Ukázalo se současně, že rovněž použití popela výpalků pozitivně ovlivňuje výtěžnost, i když méně výrazně než původní výpalky.

Vzhledem k tomu, že hodnoty zvýšení výtěžnosti jsou vysoké a mají pro ekonomiku výrobního procesu značný význam, vznikl přirozený zájem objasnit, zda stimulační účinek vykazují výpalky jako celek nebo pouze některé jejich složky. Melasové lihovarské výpalky představují složitý komplex látek, které mají původ jednak v melase — to jsou látky, které zůstávají nevyužity během primárního zpracování melasy a jednak jsou to kvasničné buňky a dále látky vzniklé jako produkty látkové výměny kvasinek; v zahuštěných výpalcích přistupují ještě sloučeniny vzniklé vzájemnými reakcemi uvedených látek při zahušťování. Sloučeniny obsažené ve výpalcích jsou z převážné části povahy organické, menší podíl tvoří anorganické látky.

Skutečnost, že přidavek popela výpalků do živného média pro kultivaci kvasinek *Candida utilis* zvyšuje nárust biomasy z dodaného etanolu, naznačuje, že na stimulačním účinku výpalků se podílí také jejich anorganická složka. Ta se skládá převážně z rozpustných draselných solí, které jsou doprovázeny sodnými solemi, menší část je tvořena nerozpustnými křemičitany — hlinítem, železitým a vápenatým [1]. Kromě uvedených minerálních látek obsahují výpalky jako každý přirozený materiál řadu stopových prvků. Při běžné přípravě živného média pro kultivaci kvasinek na etanolu se nepoužívá žádný definovaný zdroj stopových prvků, ale předpokládá se, že jsou v dostatečném množství vnášeny použitou vodovodní vodou. Je pravděpodobné, že jednou z příčin příznivého účinku popela výpalků na růst kvasinek je zvýšení obsahu některých prvků, popřípadě se do média vnáší další prvky, které mají stimulační vliv.

Při zkoumání stimulačního účinku výpalků byl nejprve sledován vliv anorganického podílu, resp. bylo zjišťováno, které prvky obsažené ve výpalcích by se mohly podílet na zvyšování růstu kvasinek *Candida utilis* z etanolu. Bylo provedeno kvalitativní a kvantitativní stanovení prvků ve výpalcích a vypočteno, jaký podíl prvků vnáší přidavek výpalků do živného média. Srovnáním množství prvků vstupujících a vystupujících z růstového procesu bylo stanoveno využívání sledovaných prvků kvasničnými buňkami a ovlivnění jejich využívání přídavkem výpalků. Výsledky tohoto výzkumu jsou uvedeny v předložené práci.

MATERIÁL A METODIKA

Mikroorganismus

Kvasničný kmen *Candida utilis* č. 49 ze sbírky VÚKPS, Praha.

Uchovávání produkčního kmene

Pro kultivační pokusy se kvasinky uchovávají ve formě kvasničné pasty, připravované kultivací v laboratorním fermentoru v 7 až 10denních intervalech. Kvasničná biomasa se odděluje od živného média separací na laboratorní odstředivce Westfalia; získaná pasta je uchovávána v chladničce při 5 °C.

Substrát

Byl použit syntetický etanol, obsahující 74,38 g abs. alkoholu ve 100 ml.

Fermentační zařízení

Pokusy byly vedeny ve skleněném laboratorním fermentoru o celkovém obsahu 30 l s plněním 15 l. Fermentor je opatřen samonasávacím míchadlem typu Waldhof a cirkulačním valem. Chlazení je provedeno U-trubicí, přítok chladicí vody je regulován solenoidovým ventilem pomocí teploměru Vertex. V dalších postranních tubusech jsou umístěny: kontrolní teploměr, elektrody pro měření pH a trubice pro odběr vzorku. Regulace pH se provádí regulačním pH-metrem, kterým se současně zajišťuje automatické dávkování zdroje dusíku a uhlíku. Při teplotě 30 °C a plnění 15 l byla ve fermentoru stanovena siřičitanovou metodou rychlost rozpouštění kyslíku 300 mmol O₂/l.h.

Složení živného média a kultivační postup

Základní koncentrovaný roztok solí obsahoval v 1 litru: 35 ml 85% H₃PO₄ p. a., 30 g KOH p. a., 24,5 g MgSO₄ · 7H₂O p. a. a 0,5 g ZnSO₄ · 7H₂O p. a. Do fermentoru se napustilo asi 10 l vodovodní vody 30 °C teplé, přidalo se 300 ml koncentrovaného roztoku solí, 15 g (NH₄)₂SO₄ techn. a 200 g inokulační kvasničné pasty. Po promíchání se upravilo pH na hodnotu 4,5 kyselinou sírovou p. a. a objem se doplnil vodovodní vodou na 15 l. Zdroj uhlíkatého a dusíkatého živění se dával formou lihočpavkové směsi (470 ml syntetického etanolu a 145 ml čpavkové vody 21%) přítokovým způsobem. Teplota kultivace byla 30 °C, doba kultivace asi 6 hodin. Po skončení kultivace byla kvasničná biomasa oddělena od média odstředivím na kalové odstředivce. Získaná biomasa byla ztermolizována a usušena na sprayové sušce.

Analytické metody

Analýza zahuštěných melasových lihovarských výpalů podle Grégra 1966 [2].

Analýza sušených kvasnic podle normy pro krmné droždí [3]. Příprava kyselého výluhu popela sušených kvasnic: na Pt-misku se odvážílo 25 g vzorku a malým plamenem se zpopelňovalo, až přestaly unikat spalné plyny. Miska se potom umístila v elektrické peci a vyžihala při max. 500 °C asi 2 h. K dosažení světlé barvy popela byl vzorek podle potřeby skrácen nasyceným roztokem dusičnanu amonného p. a. Po vychladnutí se popel rozpustil ve 100 ml konc. HCl p. a. a po převedení do 250 ml odměrné baňky se doplnil destilovanou vodou.

Příprava kyselého výluhu popela melasových výpalů: postup byl stejný jako u kvasnic s tím rozdílem, že popel získaný spálením výpalů se na Pt-misce opatrně roztřel a k přípravě výluhu se odvážíly 2 g.

Příprava kyselého výluhu popela odseparovaného média: 2 l vzorku se odpařilo postupně na porcelánové

misce na vodní lázni a po zkoncentrování na malý objem se vzorek kvantitativně převedl na Pt-misku a zpopelnil jako v předchozích případech. Výluh se připravoval z celého množství získaného popela.

Analýza kyselých výluhů popela sušených kvasnic, popela melasových výpalů, popela odseparovaného média, jakož i surovin používaných při kultivaci byla provedena atomovou absorpční spektrometrií na katedře technologie ropy a petrochemie při VŠCHT v Praze. Na témž pracovišti bylo provedeno semikvantitativní stanovení prvků v popelu výpalů metodou emisní spektrometrie.

Stanovení kvasničné sušiny v kultivačním médiu: vázkově po filtraci 5 ml vzorku na fritě S₄, promytí vodou a usušení po dobu 2 h při 105 °C.

Stanovení etanolu v kultivačním médiu: oxidimetricky po vydestilování etanolu do roztoku dvojchromanu v konc. H₂SO₄.

Výtěžnost byla počítána s přírůstkem kvasničné sušiny z dodaného etanolu a vyjádřena v %hm.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Stimulační účinek melasových lihovarských výpalů na růst kvasinky *Candida utilis* z etanolu

Kultivační pokusy byly většinou vedeny ve 30 l fermentoru s kvasničným kmenem *Candida utilis* č. 49. Ke stanovení účinku melasových lihovarských výpalů bylo provedeno několik srovnávacích kultivací, jejichž výsledky jsou uspořádány v tabulce 1. Kontrolní kultivace a kultivace s přídavkem výpalů označené shodným číslem byly inokulovány stejnou kvasničnou pastou max. 1 týden starou. Zahuštěné výpalky byly přidávány v množství 27,5 g na celkový objem živného média. Tímto přídavkem se zvýšila výtěžnost kvasničné biomasy z dodaného etanolu v průměru na 70 %, tj. o 6,4 % více, než bylo dosahováno kontrolními pokusy (průměrně 63,4 %). V tabulce 1 jsou dále uvedeny hlavní analytické údaje vyrobených kvasnic. Obsah celkového dusíku, resp. bílkovin a popela v kvasnicích se podstatně nelišil; kontrolní kvasnice obsahovaly 56,32 % bílkovin a 8,08 % popela v sušině, výpalové kvasnice 55,10 % bílkovin a 7,99 % popela v sušině (průměrné hodnoty).

Při použití melasových lihovarských výpalů suroviny pro výrobu krmného droždí je dosahováno asi 11 % výtěžnosti kvasničné sušiny na sušinu výpalů [4]. Při této výtěžnosti by z přidaných výpalů narostlo asi 1,8 g kvasničné sušiny. Ve skutečnosti byl přírůstek sušiny více než desetinásobný ve srovnání s kontrolními pokusy, což svědčí o stimulaci růstu kvasinek přídavkem výpalů.

Příznivé účinky melasových lihovarských výpalů na růst kvasinek z různých substrátů byly popsány Zabrodskim et al. 1975 [5]. Přídavek výpalů v množství 2,5 až 10 g/l média připraveného z dřevných hydrolyzátů zvýšil výtěžek sušiny o 3 až 15,6 % a u kvasinek pěstovaných na melase zvýšil přídavek výpalů (0,5 až 1 % obj.) růst o 9,3 až 12,2 %. Uvedení autoři přičítají stimulační účinky výpalů jejich obsahu biologicky aktivních látek, především vitamínů, aminokyselinám, minerálním a stopovým prvkům a považují výpalky za komplexní stimulanty růstu mikroorganismů. Na druhé straně bylo v některých složitých systémech se stimulačními vlastnostmi zjištěno, že nositelem stimulace je pouze některá složka. Například Ijerusalimskij 1953 [6] stanovil, že příznivý vliv přídavku bramborového extraktu do média pro aceton-etylenové bakterie spočívá v přítomnosti některých stopových prvků, což dokázal pokusy s popelem uvedeného stimulantu. Podobně Takahashi et al. 1965 [7] přidávali do živného média pro výběr

Tabulka 1. Výsledky kultivace kvasinky *Candida utilis* v kontrolních pokusech a v pokusech s přidavkem výpalků

	Kultivace kontrolní				Kultivace s výpalky			
	1	2	3	4	1	2	3	4
spotřebovaný etanol g a.a.	350	350	350	350	350	350	350	350
výpalky [g]	—	—	—	—	27,5	27,5	27,5	27,5
kvasničná pasta [g]								
počáteční	150	200	200	200	150	200	200	200
konečná	1 180	1 235	1 242	1 260	1 267	1 340	1 332	1 320
přírůstek	1 030	1 035	1 042	1 060	1 117	1 140	1 132	1 120
sušina kvasničné pasty [%]	21,65	21,53	21,50	20,86	21,96	21,56	21,68	21,75
výtěžek kvasničné sušiny [g]	223	223	224	221	245	246	245	244
výtěžnost [%]	63,7	63,7	64,0	63,1	70,0	70,3	70,0	69,7
složení sušených kvasnic								
sušina [%]	95,93	97,46	96,34	96,33	96,19	97,15	96,26	96,26
popel v suš. [%]	6,49	9,19	8,21	8,45	7,77	8,53	7,98	7,68
dušík v suš. [%]	8,94	9,08	9,12	8,91	9,00	9,05	8,56	8,67
bílkoviny v suš. [%] [N × 6,25]	55,85	56,75	57,00	55,69	56,25	56,56	53,50	54,19

kvasinek na asimilaci uhlovodíků popel kvasničného extraktu.

Stanovení prvků a stopových prvků v melasových lihovarských výpalcích

Při zkoumání stimulačního vlivu melasových lihovarských výpalků na růst kvasinky *Candida utilis* z etanolu byla nejprve věnována pozornost anorganické složce výpalků, zahrnující řadu prvků a stopových prvků. Obsah prvků v melasových lihovarských výpalcích byl stanoven v popelu připraveném šetrným spalováním výpalků. Metodou emisní spektrální analýzy byly v popelu kvalitativně zjištěny tyto prvky: železo, hliník, vápník, křemík, bór, mangan, hořčík, olovo, zinek, sodík, měď, molybden, kobalt, draslík a arsen. Výsledky kvantitativní analýzy popela výpalků metodou atomové absorpční spektrometrie jsou uvedeny v tabulce 2. Největší množství vykazuje draslík, dále sodík a vápník, méně je obsažen hořčík. Ze stopových prvků obsahují výpalky nejvíce železa a zinku, méně manganu, hliníku, mědi, kobaltu a molybdenu a stopy olova a arsenu.

Bilance sledovaných prvků při růstu kvasinek *Candida utilis* z etanolu

V bilančních pokusech byly sledovány kvantitativní vztahy prvků draslíku, sodíku, vápníku, hořčíku, železa, zinku, mědi, manganu a hliníku. Ostatní prvky nacházející se ve výpalcích nebyly do sledování zahrnuty, protože jejich obsah ve výpalcích i v ostatních materiálech se za daných podmínek pohyboval na hranici citlivosti metody stanovení. Bilance prvků byly provedeny ve dvou kontrolních pokusech a ve dvou pokusech s přidavkem výpalků. Obsah prvků potřebný pro bilanci byl většinou stanoven analýzou příslušného materiálu atomovou absorpční spektrometrií, pouze u živých solí čistoty p. a. bylo použito stechiometrie. Prvky vstupující do procesu jsou vnášeny živými solemi, vodovodní vodou, inokulem a dále přidavkem výpalků. Prvky event. obsažené v syntetickém etanolu jsou zanedbatelné. Množství prvků v inokulační kvasničné pastě bylo vypočítáno pro všechny kultivace z hodnot analýz popela kontrolních kvasnic z předchozích pokusů. Prvky vystupující z procesu jsou obsaženy jednak

Tabulka 2. Obsah prvků a stopových prvků v melasových lihovarských výpalcích

	V popelu výpalků	Ve výpalcích
popel [%]	—	21,19
draslík [%]	34,20	7,25
sodík [%]	8,50	1,80
vápník [%]	5,55	1,17
hořčík [mg/100 g]	362	76,70
železo [mg/100 g]	115	24,36
zinek [mg/100 g]	42	8,89
měď [mg/100 g]	6,5	1,37
mangan [mg/100 g]	13	2,75
hliník [mg/100 g]	19	4,03
kobalt [mg/100 g]	< 0,6	—
molybden [mg/100 g]	< 6,2	—
olovo [mg/100 g]	< 1,0	—
arsen [mg/100 g]	< 1,0	—

v narostlé biomase kvasinek a jednak v odseparovaném médiu.

Použité množství výpalků zvyšuje obsah sledovaných prvků v kultivačním médiu ve srovnání s kontrolním pokusem takto: sodíku o 344 %, železa o 128 %, manganu o 105 %, hliníku o 35 %, vápníku o 34 %, draslíku o 28 %, mědi o 10 %, zinku o 6 % a hořčíku o 2 %. Vedle sodíku přináší výpalky do kultivačního média především stopové prvky, hlavně železo a mangan.

Výsledky bilance prvků při kontrolní kultivaci resp. při kultivaci s přidavkem výpalků jsou zaznamenány v tabulkách 3 a 4. Při hodnocení správnosti provedené bilance byla zjištěna mezi množstvím prvků vnesených a vystupujících dobrá shoda u draslíku, vápníku, zinku a hliníku v obou případech, dále u sodíku a manganu při kultivaci s přidavkem výpalků; rozdíly mezi příslušnými hodnotami se pohybovaly v rozmezí 10 %. Hořčíku bylo nalezeno na konci kultivace v obou případech zhruba o 1/4 méně a naopak železa a především mědi bylo stanoveno několikanásobně více. Nadbytek prvků byl pravděpodobně způsoben korozí použitého fermentačního zařízení.

Tabulka 3. Bilance prvků při kultivaci kvasinky *Candida utilis* na syntetickém etanolu — kontrolní pokus

Prvky vstupující do procesu [mg]	K	Na	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Al
živinami	6 210	0,4	1,1	728	1,02	34,09	—	—	—
inokulem	963	3,8	36,1	108	2,58	6,54	3,354	0,129	0,387
vodou	48	140,1	912,8	93	1,64	0,99	0,266	0,595	2,800
celkem	7 221	144,3	950,0	929	5,24	41,62	3,620	0,724	3,187
Prvky vystupující z procesu [mg]									
v biomase	6 266	25,5	218,0	626	10,58	43,02	19,875	0,809	1,857
v médiu	446	84,0	711,0	12	3,77	0,98	1,033	0,055	1,439
celkem	6 712	109,5	929,0	638	14,35	44,0	20,908	0,864	3,296

Tabulka 4. Bilance prvků při kultivaci kvasinky *Candida utilis* na syntetickém etanolu — pokus s přidavkem výpalků

Prvky vstupující do procesu [mg]	K	Na	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Al
živinami	6 210	0,4	1,1	728	1,02	34,09	—	—	—
inokulem	963	3,8	36,1	108	2,58	6,54	3,354	0,129	0,387
vodou	48	140,1	912,8	93	1,64	0,99	0,266	0,595	2,800
výpalky	1 997	496	324	21	6,72	2,45	0,379	0,759	1,109
celkem	9 218	640,3	1 274	950	11,96	44,07	3,999	1,483	4,296
prvky vystupující z procesu [mg]									
v biomase	7 674	21,2	225	709	17,99	44,18	18,28	1,310	1,726
v médiu	1 599	607,7	972,0	12,5	1,50	0,36	1,82	0,074	2,405
celkem	9 273	628,9	1 197,0	721,5	19,45	44,54	20,10	1,384	4,131

Využití sledovaných prvků kvasinkami *Candida utilis* při růstu z etanolu

Z tabulek 3 a 4 je zřejmé rozdělení prvků vystupujících z procesu mezi kvasničnou biomasu a odseparované médium, která ukazuje využití jednotlivých prvků kvasničnými buňkami. Po kultivaci kvasinek za podmínek kontrolního pokusu zůstaly v médiu ve větším množství sodík, vápník, hliník, a to 77 % Na a Ca a 44 % Al z celkového množství vystupujících příslušných prvků. Při kontrolní kultivaci byly tyto prvky vneseny do média téměř zcela vodovodní vodou. Dále zbývalo v médiu poněkud více železa (25 %). Prvky draslík, hořčík, zinek, měď a mangan se využily kvasinkami na 93 %, 98 % (Mg a Zn), 95 % a 94 %.

V odseparovaném médiu po kultivaci za přítomnosti melasových lihovarských výpalků zbývaly ve velkém přebytku stejné prvky jako u kontrolního pokusu: 67 % sodíku, 77 % vápníku a 58 % hliníku z celkového vystupujícího množství příslušného prvku. Z porovnání hodnot v tabulce 5, která uvádí procentní obsah prvků v kvasničné sušině, je vidět, že množství Na, Ca a Al je vyšší v kvasinkách kontrolních než v kvasinkách pěstovaných v médiu s výpalky, přesto že v tomto prostředí byl obsah uvedených prvků vyšší.

Draslíku zbývalo v odseparovaném médiu 17 %, přičemž jeho obsah v kvasnicích je o něco vyšší ve srovnání s kontrolními kvasinkami (tab. 5). Podobně jako u kontrolního pokusu objevil se téměř veškerý hořčík vystupující z procesu v kvasničné biomase (98 %); výsledky jsou však zkreslené, neboť hořčíku bylo v obou pokusech nalezeno na konci procesu značně méně, než bylo vneseno.

Tabulka 5. Obsah prvků v kvasinkách *Candida utilis* kultivovaných na syntetickém etanolu v kontrolním pokusu a s přidavkem výpalků

	Kontrolní kultivace	Kultivace s přidavkem výpalků
	mg prvku / 100 g kvasničné sušiny	
K	2 365	2 665
Na	9,5	7,35
Ca	83	78
Mg	237	246
Fe	4,0	6,25
Zn	16,25	15,35
Cu	7,5	6,35
Mn	0,305	0,455
Al	0,7	0,6

Železo a mangan byly při kultivaci s výpalky kvasinkami více využity a zároveň byl markantně zvýšen jejich procentní obsah v kvasničné sušině proti kontrolním kvasinkám; železa, resp. manganu obsahují výpalkové kvasnice o 56 %, resp. o 49 % více. U mědi tomu bylo naopak, při kultivaci s výpalky zbylo v médiu 9 % proti 5 % v kontrolní kultivaci a v kvasničné sušině je o 15 % mědi méně ve srovnání s kontrolními kvasinkami. Využití zinku kvasinkami bylo v obou případech téměř 100 %, přičemž obsah zinku ve výpalkových kvasinkách je o něco nižší (6 %) proti kontrolním kvasinkám, neboť množství zinku dodané přidavkem výpalků není úměrné zvýšenému nárůstu kvasničné biomasy.

Hodnotí-li se vcelku zastoupení sledovaných prvků v kvasinkách *Candida utilis* vyrobených z etanolu jednak v kontrolních podmínkách, jednak s přidavkem výpal-

ků, lze shrnout, že přítomnost výpalků ovlivňuje skladbu prvků příznivě, neboť se zvyšuje obsah biogenního draslíku a důležitých stopových prvků železa a manganu a snižuje se obsah mědi. Je však nutno vzít v úvahu značné zvýšení obsahu prvků a zvláště mědi v kultivačním prostředí, které nastalo pravděpodobně uvolněním korozi materiálu některých částí fermentoru; této skutečnosti je nutno v budoucnu věnovat pozornost, neboť má za následek velice nepříznivé zvýšení obsahu mědi v kvasinkách pěstovaných v daném fermentačním zařízení.

Literatura

- [1] DYR, J. - GRÉGR, V. - SEILER, A.: Lihovarství, II. díl, SNTL, Praha 1963
- [2] GRÉGR, V. - RYCHTERA, M.: Analytické metody ke cvičení z kvasné chemie a technologie, I. díl, SNTL, Praha 1966.
- [3] Krmné kvasnice, ON 56 6851, 31. 12. 1965.
- [4] ŠTROS, F. - SYHOVÁ, V.: Věda a výzkum v průmyslu potravinářském. Sborník prací VÚLKP, VII, 1964, s. 107
- [5] ZABRODSKIJ, A. G. - OSOVIK, A. N. - PŠEVORSKAJA, V. J. - KALJUŽNYJ, M. J. - TARASJUK, D. D.: Ferm. spirit. prom., 3, 1975, s. 26
- [6] IJERUSALIMSKIJ, I. D.: Dokl. Ak. SSSR, 76, 1951, č. 6, s. 913
- [7] TAKAHASHI, J., KAWABATA, Y., YAMADA, K.: Agr. Biol. Chem. 29, 1965, č. 4, s. 292

Rybářová J., Adámek L., Pecka K.: Kultivace kvasinky *Candida utilis* na etanolovém substrátu. I. Bilance některých prvků a stopových prvků v batch kultivaci. Kvas. prům. 24, 1978, č. 5, s. 106—111.

Přídavek melasových lihovarských výpalků (1,42 g sušiny výpalků/l média) do živného média pro kultivaci krmných kvasinek *Candida utilis* na syntetickém etanolu zvýšil výtěžnost kvasničné sušiny z dodaného substrátu o 6,4 % v podmínkách batch kultivace. Metodou bilančních pokusů byl zjišťován vliv anorganického podílu výpalků, resp. některých prvků na růst kvasinek. Prvky byly stanoveny atomovou absorpční spektrometrií. Přídavkem výpalků se živné médium obohatilo ve srovnání s kontrolním médiem především o sodík, železo, mangan, hliník, vápník a draslík, méně o měď, zinek a hořčík.

Bilančními pokusy bylo dále stanoveno rozdělení jednotlivých prvků vystupujících z procesu mezi kvasničnou biomasu a odseparované médium. Prvky sodík, vápník a hliník byly kvasinkami málo využity a zůstávaly z velké části v médiu. Ostatní prvky, draslík, železo, mangan, zinek, měď a hořčík byly naopak obsaženy především v kvasničné biomase, přičemž přídavek výpalků ovlivnil stupeň využití prvků. Kvasinky kultivované za přítomnosti výpalků obsahovaly více železa, manganu, draslíku a hořčíku a méně sodíku, mědi, hliníku, vápníku a zinku ve srovnání s kontrolními kvasinkami.

Рыбаржова, Я. — Адамак, Л. — Пецка, К.: Разведение дрожжей *Candida utilis* в среде синтетического этилового спирта. I. Баланс некоторых макро- и микро-элементов в условиях периодического культивирования. Квас. прим. 24, 1978, № 5, стр. 106—111.

Выход сухого вещества кормовых дрожжей *Candida utilis* при их разведении в питательной среде на базе синтетического этанола можно увеличить путем добавки в среду паточной барды. При экспериментальном изучении влияния барды, добавляемой в ходе периодического процесса разведения дрожжей, добавка в пропорции 1,42 г на 1 литр питательной среды увеличила выход сухого вещества на 6,4 %. Экспериментально было установлено влияние неорганической составляющей барды главным образом некоторых элементов на рост дрожжей. Анализ элементов производился с помощью абсорбционного спектрометра. Добавка барды увеличи-

ла в этаноловой питательной среде содержание некоторых составляющих, главным образом натрия, железа, марганца, алюминия, кальция и калия, а в меньшей мере также меди, цинка и магния.

Балансовые опыты показали соотношение количеств элементов, переходящих в биологическую массу дрожжей и остающихся в использованной среде. Дрожжи мало усваивают натрий, кальций и алюминий и подавляющая часть этих элементов остается в среде. Другие элементы, т. е. калий, железо, марганец, цинк, медь и магний концентрируются преимущественно в биологической массе дрожжей, причем добавка барды влияет положительно на степень их усвоения. В дрожжах разведенных в среде с бардой было по сравнению с дрожжами из среды без барды больше железа, марганца, калия и магния, но зато меньше натрия, меди, алюминия, кальция и цинка.

Rybářová J., Adámek L., Pecka K.: Cultivation of *Candida utilis* Yeast on Ethanol Substrate. Part I. Balances of Some Elements and Trace Elements Present in Cultures Grown in Batch-type Cultivation. Kvas. prům. 24, 1978, No. 5, pp. 106—111.

The yield of dry matter produced by *Candida utilis* cultivated in synthetic ethanol medium can be increased under batch cultivation conditions by adding molasses distillation residue. In a series of experiments addition of 1,42 g of residue per 1 liter of medium raised the yield of dry matter by 6,4 %. A number of experiments have been carried out to study the effects of inorganic components of residue especially some elements upon the yeast propagation. Present elements have been identified by applying atomic absorption spectrometry methods. As compared with the reference medium the enriched one contained more sodium, iron, manganese, aluminium, calcium and potassium and less copper, zinc and magnesium.

Balanced experiments also disclosed to what a degree various elements were utilized by yeast. Only a small part of sodium, calcium and aluminium was absorbed by yeast and they chiefly remained in the medium, whereas potassium, iron, manganese, zinc, copper and magnesium were present mainly in the biomass. Addition of stillage residue influenced degree of utilization of elements. Yeasts cultivated in medium with stillage residue contained more iron, manganese, potassium and magnesium as compared with reference medium and less sodium, copper, aluminium, calcium and zinc.

Rybářová J., Adámek L., Pecka K.: Die Kultivation der Hefe *Candida utilis* auf Äthanolsubstrat. I. Bilanz einiger Bestandteile und Spurenelemente in der Batch-Kultivation. Kvas. prům. 24, 1978, No. 5, S. 106—111.

Die Zugabe der Brennerei-Melasseschlempe (1,42 g Schlempe-Trockensubstanz pro 1 des Mediums) zu dem Nährmedium für die Kultivation der Futterhefen *Candida utilis* auf synthetischem Äthanol erhöhte die Ausbeute der Hefetrockensubstanz aus dem gelieferten Substrat um 6,4 % unter den Bedingungen der Batch-Kultivation. Mittels der Methode der Bilanzversuche wurde der Einfluß des anorganischen Anteils der Schlempe, bzw. einiger Elemente auf das Hefewachstum festgestellt. Die Elemente wurden durch Atomabsorptions-Spektrometrie bestimmt. Bei Schlempezugabe wurde das Nährmedium im Vergleich mit dem Kontrollmedium hauptsächlich um Natrium, Eisen, Mangan, Aluminium, Kalzium, Kalium, in geringerem Maß um Kupfer, Zink und Magnesium bereichert.

Durch Bilanzversuche wurde weiter auch die Ver-

teilung der einzelnen aus dem Prozeß ausscheidenden Elemente auf die Hefebiomasse und das abseparierte Medium ermittelt. Die Elemente Natrium, Kalzium und Aluminium wurden von den Hefen nur wenig ausgenützt und blieben größtenteils im Medium zurück. Die übrigen Elemente — Kalium, Eisen, Mangan, Zink, Kupfer und Magnesium — waren zum Gegenteil vor

allem in der Hefebiomasse enthalten, wobei der Ausnützungsgrad dieser Elemente durch die Schlempezugabe beeinflußt wurde. Die in Schlempeanwesenheit kultivierte Hefen enthielten mehr Eisen, Mangan, Kalium und Magnesium und weniger Natrium, Aluminium, Kalzium und Zink im Vergleich mit den Kontrollhefen.