

Lihovarství a droždářství

Kultivace kvasinky *Candida utilis* na etanolovém substrátu III. Stimulační účinek popela melasových výpalků na růst kvasinek

663.551.62:582.282.232
663.13

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

Při výzkumu stimulačního účinku popela výpalků na růst kvasinek *Candida utilis* z etanolu bylo zjištěno, že stimulace je způsobena přítomností některých prvků, které jsou jednak nezbytné pro růst — železo, jednak potřebné pro dosažení maximální výtěžnosti — zinek, vápník, sodík, měď, mangan a hořčík. Uvedené prvky byly vytypovány pokusně v tzv. minimálních kultivačních podmínkách, tj. v živném prostředí s vyloučením vedlejších zdrojů sledovaných prvků (minimální živné médium) a s vyhladovělou kvasničnou kulturou. Za těchto podmínek poskytl přídavek vybraných prvků podstatně větší zvýšení výtěžnosti než přídavek popela výpalků [1].

Při aplikaci vybraných prvků do živného média pro pokusy v normálních kultivačních podmínkách nebyly dosaženy očekávané výsledky. Růst kvasinek byl sice poněkud stimulován, avšak zvýšení výtěžnosti bylo o polovinu nižší, než poskytoval přídavek popela výpalků za stejných podmínek [2]. Nepotvrdil se tak původní předpoklad o příčině stimulačního účinku popela výpalků. Hlavním důvodem je pravděpodobně skutečnost, že v základním živném médiu, používaném v normálních podmínkách, je přítomna řada prvků vnesených vodovodní vodou a dále zinek, který je stálou složkou živin při výrobě krmných kvasnic z etanolu. Po přidání vybraných prvků vznikají kvantitativní a kvalitativní rozdíly ve skladbě prvků v porovnání s minimálním médiem a výsledné složení se projevuje jako méně vhodné pro růst kvasinek. Proto byly provedeny další pokusy, směřující k objasnění stimulačních vlastností popela výpalků, testováním prvků vyskytujících se v popelu výpalků kultivací kvasinek na etanolu v normálních podmínkách. Předložená práce uvádí získané výsledky, které mohou být použity pro optimalizaci složení živného média běžných batch-kultivací v laboratorním i provozním měřítku.

MATERIÁL A METODIKA

Mikroorganismus

Byl použit kvasničný kmen *Candida utilis* č. 49 ze sbírky VÚKPS, Praha.

Uchovávání produkčního kmene

Produkční kmen kvasinek se uchovává ve formě pasty (asi 22 % hm. sušiny), která se připravuje v týdenních intervalech kultivací v laboratorním fermentoru. Separací získaná kvasničná pasta se skladuje v chladnici při 5 °C.

Substrát

Cistý etanol s obsahem 75,97 g abs. alkoholu/100 ml.

Živné médium

Základní živné médium obsahovalo 0,54 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 2,20 g močoviny, 0,76 g KH_2PO_4 , 0,25 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ a

0,01 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ v 1 litru roztoku. Soli vesměs kvalitativně p.a. byly rozpouštěny ve vodovodní vodě; před doplněním roztoku na konečný objem bylo upraveno pH na hodnotu 4,5, přidán substrát v množství 2 % obj. a vnesena inokulační pasta v množství asi 2 g kvasničné sušiny. Zkoušené látky byly přidávány do média před úpravou pH.

Kultivační zařízení a postup

Kultivační pokusy byly většinou vedeny v 500 ml třepacích baňkách, jejichž základní parametry jsou uvedeny v předcházejícím sdělení [1]. Každý pokus byl proveden minimálně ve třech paralelních baňkách a výsledky byly hodnoceny zvýšením výtěžnosti (ZV) proti kontrolnímu pokusu, který byl nasazován v každé pokusné sérii.

Příprava popela výpalků

Melasové lihovarské výpalky použité k přípravě popela obsahovaly 77,86 % hm. sušiny, 3,74 % hm. celkového dusku, 21,19 % hm. celkového popela, 17,87 % hm. rozpustného popela a 3,32 % hm. nerozpustného popela. Popel byl z výpalků připravován dvěma způsoby:

a) jednorázovým spálením, postup je uveden v předcházejícím sdělení [1];

b) rozdělením popela na podíl rozpustný a nerozpustný ve vodě, které bylo provedeno postupem pro analytickou metodu stanovení těchto podílů [3]. Metoda záleží ve spálení výpalků, vyloučení popela horkou vodou, opětném spálení zbytku a dalším vyloučením. Nerozpustný podíl se po odfiltrování vyžihá a převede se do roztoku po rozpuštění ve 40 ml HCl p.a. a doplnění destilovanou vodou na 100 ml. Rozpustný popel je obsažen ve vodném výluhu a v této formě se po upravení objemu přidával do živného média.

Příprava roztoku prvků

Byly použity stejné roztoky prvků jako v předcházejícím sdělení [1].

Analytické metody

Stanovení pH, kvasničné sušiny a etanolu v kultivačním médiu bylo provedeno metodami popsány v předcházejícím sdělení [1].

Výtěžnost byla počítána z přírůstku kvasničné biomasy z dodaného etanolu a vyjádřena v % hm.

Stanovení obsahu alkoholu v substrátu bylo provedeno pyknometricky.

Stanovení prvků v popelu výpalků a ve vodovodní vodě bylo provedeno atomovou absorpční spektrometrií (AAS).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Vliv rozpustného a nerozpustného podílu popela výpalků na růst kvasinek *Candida utilis* z etanolu

Kromě popela připraveného jednorázovým spálením výpalků byl zkoušen i vliv přidavku rozpustného a nerozpustného podílu popela na růst kvasinek. Jednotlivé podíly byly dávkovány do živného média v množství, které odpovídalo množství příslušných podílů popela vnášených optimálním přidavkem melasových lihovarských výpalků, tj. 2 g sušiny výpalků do 1 litru [2]. Jednorázovým spálením výpalků byla získána vždy vyšší hodnota (22,4 % hm. popela v původních výpalcích), než rezultovala z analytické metody stanovení popela výpalků [3], tj. součet obou podílů popela (21,19 % hm. celkového popela v původních výpalcích). Proto byl popel, získaný jednorázovým spálením výpalků dávkován do média tak, že bylo spáleno optimální množství výpalků a veškerý získaný popel byl přidán do média po rozpuštění v HCl. Výsledky kultivace jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1. Vliv popela výpalků na růst kvasinek *Candida utilis* z etanolu

| Popel | Množství popela mg/l média | Výtěžnost % | Zvýšení výtěžnosti % |
|-------------|-------------------------------|----------------|----------------------------|
| — | — | 55,2 | — |
| celkový | 620 | 62,7 | 7,5 |
| rozpustný | 460 | 50,3 | — 4,9 |
| nerozpustný | 85 | 66,6 | 11,4 |

Tabulka 2. Obsah prvků v rozpustném a nerozpustném podílu popela výpalků

| Prvek | Rozpustný popel | Nerozpustný popel |
|-------|-----------------|-------------------|
| | % hm | |
| K | 37,79 | 0,322 |
| Na | 11,87 | 0,406 |
| Ca | 0,084 | 55,6 |
| Mg | 0,0016 | 6,98 |
| Fe | 0,005 | 2,11 |
| Zn | 0,0028 | 0,283 |
| Cu | 0,0028 | 0,068 |
| Mn | 0,0016 | 0,096 |
| Al | 0,0028 | 0,138 |

Přidavkem celkového (veškerého) popela se výtěžnost zvýšila o 7,5 %, což je hodnota téměř standardní pro tento případ. Rozdělením popela na rozpustný a nerozpustný podíl byly získány dvě směsi prvků, jejichž účinek se na sledovaný proces značně lišil. Přidavek rozpustného podílu popela měl nepříznivý vliv na růst kvasinek (ZV — 4,9 %), naopak nerozpustný podíl umožnil dosažení ZV 11,4 %.

Metodou AAS bylo stanoveno, že rozpustný podíl popela obsahoval prakticky pouze K a Na a v nerozpustném podílu byly obsaženy Ca, Mg, Al a stopy K a Na a dále stopové prvky Fe, Zn, Cu a Mn (tabulka 2). Další prvky nebyly stanovovány, je však pravděpodobné, že v nerozpustném podílu jsou přítomny i ostatní stopové prvky, např. Mo, Co, B, které byly nalezeny v celkovém popelu [4].

Podle analýzy nerozpustného podílu popela, resp. podle vypočteného množství prvků, které tento podíl vnáší do živného média, byly sestaveny čtyři směsi prvků. První obsahovala všechny stanovené prvky Ca, Mg, Al, Fe, Zn, Cu a Mn, v dalších byly postupně vynechány Mg, dále Mg a Ca a nakonec Mg, Ca a Al, takže poslední směs obsahovala pouze prvky, které je možno řadit mezi typické stopové prvky. Přidavkem uvedených směsí prvků do základního živného média byly získány tyto hod-

noty ZV: 6,9 % (přidavkem všech prvků), 4,3 % (bez přidavku Mg), 1,4 % (bez přidavku Mg a Ca) a konečně 1,5 % (bez přidavku Mg, Ca a Al). Přesto, že množství přidávaného Mg je nízké již vzhledem k množství obsaženému v základním médiu (tabulka 3), je zřejmý pozitivní vliv tohoto nepatrného zvýšení. Vyloučení Ca spolu s Mg se projevilo dalším snížením výtěžnosti a vynechání Al nemělo již žádný vliv. Je tedy zřejmé, že přidavek směsi obsahující převážně stopové prvky — Fe, Zn, Cu a Mn — nemá na růst kvasinek *Candida utilis* z etanolu podstatný vliv, ale že nejlepší výsledek poskytla směs všech prvků, stanovených v nerozpustném podílu popela, i když nebylo dosaženo takové hodnoty ZV, kterou poskytoval přidavek nerozpustného podílu popela jako celek.

Tabulka 3. Obsah prvků v základním živném médiu a množství prvků dodaných přidavkem nerozpustného podílu popela výpalků

| Prvek | Základní živné médium obsahuje | | | Nerozpustný popel vnáší |
|-------|--------------------------------|-------------------|--------|----------------------------|
| | z vodovodní vody | z živných solí | celkem | |
| | mg prvku/l média | | | |
| K | 3,4 | 218 | 221,4 | 0,28 |
| Na | 10,0 | — | 10,0 | 0,35 |
| Ca | 65,2 | — | 65,2 | 48,05 |
| Mg | 6,6 | 24,7 | 31,3 | 6,03 |
| Fe | 0,117 | — | 0,117 | 1,823 |
| Zn | 0,071 | 2,27 | 2,341 | 0,245 |
| Cu | 0,019 | — | 0,019 | 0,059 |
| Mn | 0,043 | — | 0,043 | 0,083 |
| Al | 0,20 | — | 0,20 | 0,119 |

Tabulka 4. Vliv prvků na růst kvasinek *Candida utilis* z etanolu v normálních kultivačních podmínkách

| Ca | Mg | Fe | Zn | Cu | Mn | Al | Mo | B | Co | V % | ZV % |
|----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|--------|---------|
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 56,4 | — |
| + | + | — | — | — | — | — | — | — | — | 56,2 | —0,2 |
| + | + | + | — | — | — | — | — | — | — | 60,8 | 4,4 |
| + | + | + | — | — | — | — | — | — | — | 56,2 | —0,2 |
| + | + | + | + | — | — | — | — | — | — | 65,0 | 8,6 |
| + | + | + | + | + | — | — | — | — | — | 63,8 | 7,4 |
| + | + | + | + | + | + | — | — | — | — | 65,6 | 9,2 |
| + | + | + | + | + | + | — | — | — | — | 64,9 | 8,5 |
| + | + | + | + | + | + | + | — | — | — | 63,7 | 7,3 |
| + | + | + | + | + | + | + | + | — | — | 65,0 | 8,6 |
| + | + | + | + | + | + | + | + | + | — | 64,3 | 7,9 |
| + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 64,0 | 7,6 |
| — | — | + | + | + | + | + | — | — | — | 57,6 | 1,2 |
| — | — | + | + | + | + | + | + | — | — | 62,1 | 5,7 |
| — | — | + | + | + | + | + | + | + | — | 55,8 | —0,6 |
| — | — | + | + | + | + | + | + | + | + | 53,8 | —2,6 |

Kromě toho byla provedena srovnávací kultivace s přidavkem směsi prvků zastoupených v celkovém popelu výpalků; v tomto případě byla získána hodnota ZV 5,8 %, tedy rovněž nižší zvýšení výtěžnosti, než poskytl přidavek celkového popela (ZV 7,5 %).

Vliv prvků stanovených v nerozpustném podílu popela výpalků na růst kvasinek *Candida utilis* z etanolu

Pokusy byly provedeny v několika sériích, přičemž nejprve byly zkoušeny samostatné přidávky jednotlivých prvků a postupně byly přidávány další prvky podle výsledků předcházející pokusné řady. Byly testovány prvky Ca, Mg, Al, Fe, Zn, Cu a Mn a pro doplnění byly vyzkoušeny ještě Mo, B a Co.

Z výsledků pokusů vyplynuly tyto základní poznatky:

a) samostatné přidávky jednotlivých prvků měly většinou na růst kvasinek nepříznivý vliv. Přidavek Zn, Cu,

Mn, Al, Mo, B nebo Cu snižoval výtěžnosti o 1,3 %, 1,2 %, 6,4 %, 1,2 %, 3,2 %, 2,0 % a 5,2 %. Pouze za přítomnosti Ca, Mg a Fe byla výtěžnost zvýšena o 3,3 %, 2,4 % a 4,1 %;

b) přítomnost, resp. přídavek dvou až čtyř prvků v různých kombinacích se projevil příznivěji, zvýšení výtěžnosti bylo však většinou málo výrazné (ZV 1,2 až 3,6 %). Lepší výsledky byly získány přidavkem Fe a Cu — ZV 4,4 %, Fe a Mn — ZV 5,6 %, Fe a Al — ZV 6,0 %, Fe a Cu — ZV 6,2 % a Ca, Mg, Fe a Cu — ZV 6,5 %;

c) přídavky více než čtyř prvků vyvolávaly většinou velké zvýšení výtěžnosti, nejlepší výsledky byly podmíněny přítomností Ca, Mg a Fe, jak ilustrují údaje v tabulce 4.

Různými kombinacemi zkoušených prvků, které byly stanoveny v nerozpustném podílu popela výpalků, se podařilo zvýšit výtěžnost kvasničné sušiny z dodaného etanolu v normálních kultivačních podmínkách až o 9,2 % v základním médiu, které obsahovalo přídavek 48 mg Ca, 6 mg Mg, 1,83 mg Fe, 0,25 mg Zn a 0,06 mg Cu. Toto zvýšení výtěžnosti je vyšší, než poskytoval přídavek celkového popela výpalků (ZV 7,5 %), avšak zůstává nižší ve srovnání s hodnotou dosaženou přidavkem nerozpustného popela výpalků (ZV 11,2 %). Je samozřejmé, že v normálních kultivačních podmínkách přidavkem prvků se nevnaší do média nové prvky, nýbrž se pouze zvyšuje jejich množství, neboť všechny zkoušené prvky jsou do média vnašeny rozpouštědlem, tj. vodovodní vodou a Mg a Zn se dodávají jako živné soli (tabulka 2).

Nejzajímavější poznatek získaný těmito pokusy představuje zjištění závislosti výtěžnosti na současném přidavku Ca, Mg a Fe. Přidavkem uvedených prvků bylo získáno rovněž značné ZV, a to 8,6 %, přičemž dávkování těchto prvků jednotlivě nebo ve dvojicích nemělo tak příznivý vliv (tabulka 4). Přidavkem Ca a Fe se jejich celkové množství v základním médiu zvyšuje podstatně na rozdíl od přidavku Mg (tabulka 3). V dřívější práci bylo stanoveno, že prvky Fe a Mg přecházejí při růstu kvasinek z etanolu téměř výhradně do biomasy, kdežto Ca zůstává z větší části v médiu [4]; z celkového dodaného množství Ca bylo v kvasničné hmotě nalezeno 33 % nezávisle na počátečním množství. Podobné výsledky získali Fencel aj. [5] při sledování využívání některých kovových iontů kvasinkami *Candida utilis* kultivovanými na glukóze. Zjistili, že z dodaného množství Ca se v buňkách objevilo pouze 10 %, zatímco např. z Fe nebo Zn se akumulovalo 80 %, resp. 90 %.

Význam Mg a Fe v procesu získávání biomasy pekařských nebo krmných kvasinek je dostatečně znám [6, 7], kdežto o důležitosti Ca není zatím jednoznačné mínění. V některých novějších pracích byl stanoven příznivý vliv Ca na růst kvasinek a byla diskutována jeho funkce. Lomander [8] se domnívá, že Ca se uplatňuje při syntéze proteinů z amonných solí, neboť zjistil příznivý účinek Ca na růst kvasinek pouze v médiu s amonným dusíkem; při použití organického zdroje N neměl Ca vliv. Stimulační účinek Ca byl dále podmiňován současnou přítomností Zn, nikoli však jiných zkoušených prvků (Fe, Cu, Mn, Mo nebo B). Podle Carafoliho aj. [9] není Ca kritickou živinou při růstu kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* z glukózy nebo etanolu, avšak jeho přítomnost (160 mg Ca/l) podporuje významně činnost mitochondrií, jak ukázaly respirační pokusy. Podobně Lotan aj. [10] dokázali, že kvasinky rostou bez Ca, ale již jeho malý přídavek způsobuje určité zvýšení růstu a maximální růst byl zaznamenán při 180 mg Ca/l média. Ca se během růstu váže ireversibilně na buněčnou strukturu, pravděpodobně místo vazby je podle autorů v polypeptidech cytoplasmatické membrány. Buňky pěstované v přítomnosti Ca měly pevné membrány na rozdíl

od buněk vyrostlých bez Ca, u kterých bylo mikroskopicky zjištěno poškození.

Další účinek Ca spočívá v antagonistickém působení vůči inhibičním dávkám Cu při růstu kvasinek *Sacch. cerevisiae* z glukózy [11]. Ochrana kvasničných buněk před účinkem Cu spočívá patrně v pevnější vazbě Ca v buněčné stěně. Podobně Reddish [12] stanovil, že Ca spolu s Mg mají schopnost eliminovat toxické účinky některých kovů. Touto vlastností Ca a Mg by bylo možno vysvětlit značné zvýšení výtěžnosti v médiích s větším počtem prvků na rozdíl od jinak stejných médií, ale bez Ca a Mg (tabulka 4 — druhá polovina). Na druhé straně nelze však použít stejného vysvětlení např. tehdy, když se do média dávkuje pouze Ca, Mg a Fe, neboť přídavek samotného Fe měl na růst kvasinek pozitivní vliv. Pokud by se v tomto případě Ca a Mg uplatňoval vůči vlivu ostatních prvků vnašených do média vodovodní vodou, měl by se také projevit i v médiu, do něhož nebylo Fe přidáno, což nenastalo.

Z výsledků kultivace v normálních podmínkách vyplývá, že pro růst kvasinek *Candida utilis* z etanolu nemá rozhodující vliv na zlepšení výtěžnosti dodání, resp. zvýšení obsahu pouze některého prvku, nýbrž mnohem větší efekt vykazuje přídavek většího počtu prvků. Toto zjištění je v souladu se známou skutečností, že účinek směsi prvků je vyšší než vliv jednotlivých prvků, přičemž prvky musí být vhodně zvoleny, tj. musí poskytnout vyváženou směs vzhledem k možným vzájemným interakcím [13].

Zmíněná vyváženost prvků se pravděpodobně podílí na stimulačních vlastnostech popela výpalků při růstu kvasinek z etanolu, jak lze odvodit z této úvahy: kultivace s přidavkem popela výpalků ať celkového, nebo pouze jeho nerozpustného podílu poskytly vždy větší zvýšení výtěžnosti (ZV 7,5 % resp. 11,2 %), než příslušné modelové směsi prvků (ZV 5,8 % resp. 6,9 %). To znamená, že prvky obsažené v popelu a především v nerozpustném podílu vytvářejí společně s prvky nacházejícími se v základním živném médiu vhodněji vyváženou směs, přičemž se uplatňuje celé spektrum prvků přítomných v popelu. Modelové směsi nemají takovou schopnost vytvářet vyváženou směs, neboť v nich chybí prvky, které nebyly použitou analytickou metodou stanoveny, např. P, S apod. a takové prvky, nacházející se v koncentracích pod prahem citlivosti metody.

Uplatnění faktoru vyváženosti prvků ve stimulačních vlastnostech popela výpalků podporují i výsledky kultivací v minimálních podmínkách [1]. V tomto případě přídavek celkového popela způsobil naopak menší zvýšení výtěžnosti než modelová směs prvků. Zde se patrně projevil nepříznivě některé prvky vyskytující se v popelu výpalků, neboť k potlačení jejich vlivu chyběly prvky dodávané vodovodní vodou a vznikla tak hůře vyvážená směs než přidavkem modelového roztoku.

Závěrem lze shrnout, že stimulační účinek popela melasových lihovarských výpalků při kultivaci kvasinek *Candida utilis* na etanolu spočívá pravděpodobně nejen v dodání prvků, které se přímo zapojují do růstového procesu, ale současně se uplatňují i všechny ostatní prvky popela na schopnosti vytvářet vhodně vyváženou směs v živném médiu vzhledem k vzájemným synergickým a antagonistickým účinkům jednotlivých složek popela výpalků.

Rybářová J., Pecka K.: Kultivace kvasinky *Candida utilis* na etanolovém substrátu. III. Stimulační účinek popela melasových výpalků na růst kvasinek. Kvas. prům. 24, 1978, č. 10, s. 224—231.

Rozdělením popela melasových lihovarských výpalků na rozpustný a nerozpustný podíl byly získány dvě smě-

si prvků, jejichž vliv na růst kvasinek *Candida utilis* z etanolu se velmi lišil. Rozpustný popel, v kterém byly zastoupeny hlavně K a Na, měl na růst kvasinek negativní účinek, zatímco přidavkem nerozpustné části popela, obsahující především Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn a Al, bylo dosaženo značné zvýšení výtěžnosti. Při testování prvků, nacházejících se v nerozpustném podílu popela výpalků byly zjištěny některé závislosti mezi výtěžností a přítomností určitých prvků, z nichž nejpodstatnější je současné dávkování Ca, Mg a Fe. Dále bylo zjištěno, že stimulační účinek popela výpalků nevzniká jen dodáním prvků podporujících růst kvasinek z etanolu, ale také tím, že se přidavkem popela vytváří v živném médiu vhodně vyvážená skladba prvků, na níž se podílejí i ostatní prvky přítomné v popelu.

Literatura

- [1] RYBÁŘOVÁ, J., ADÁMEK, L., PECKA, K.: Kvas. prům., 24, 1978, s. 106.
- [2] RYBÁŘOVÁ J., ADÁMEK L.: Závěrečná zpráva VÚKPS, Praha, 1977.
- [3] GRÉGR V., RYCHTERA M.: Analytické metody ke cvičení z kvasné chemie a technologie, I. díl, SNTL, Praha 1966.
- [4] RYBÁŘOVÁ J., ADÁMEK L., PECKA K.: Kvas. prům. 24, 1978, s. 106.
- [5] FENCL Z., ZALABÁK V., BENEŠ J.: Folia Microbiol. 19, 1974, s. 489.
- [6] STUCHLIK V.: Biochemie a biologie v drožděnské technologii, STI, Praha, 1966.
- [7] BERAN K.: Kontinuální výroba krmných kvasnic, SNTL, Praha, 1962.
- [8] LOMANDER L.: Physiol. Plant. 18, 1965, s. 153.
- [9] CARAFOLI E., BALCAVAGE W. X., LEHNINGER A. L., MATTOON J. R.: Biochim. Biophys. Acta 205, 1970, s. 18.
- [10] LOTAN R., BERDICEVSKY I., MERZBACH D., GROSSOWICZ N.: J. Gen. Microbiol. 92, 1976, s. 76.
- [11] CHESTER V. E.: Proceed. Royal society, 1965, s. 162.
- [12] REDDISH G. F. cit. podle ŠAVEL J., PROKOPOVÁ M.: Kvas. prům. 21, 1975, s. 79.
- [13] HAMPL B.: Potravinářská mikrobiologie, SNTL, Praha, 1968.

Рыбаржова, Я. — Пецка, К.: Разведение дрожжей *Candida utilis* на этаноловом субстрате. 3-ья часть. Стимулирующее влияние пепела паточной барды на размножение дрожжей. Кvas. прум. 24, 1978, № 10, стр. 224—231.

Разделение пепела паточной барды, по критерию растворимости получились две смеси элементов, имеющие на размножение дрожжей весьма различное влияние. Растворимая часть, в которой преобладают калий и натрий, влияет на размножение дрожжей отрицательно, в то как нерастворимая часть, содержащая главным образом кальций, магний, железо, цинк, медь, марганец и алюминий, выход дрожжей заметно повышает. При подробном изучении влияния отдельных элементов, входящих в нерастворимую составляющую пепела барды, была обнаружена зависимость между выходом дрожжей и разными комбинациями упомянутых элементов. Наиболее эффективной является комбинация кальция, магния и железа. Было установлено, что стимулирующее влияние пепела барды объясняется не только увеличением содержания в питательной этаноловой среде ве-

ществ, способствующих размножению дрожжей, но также созданием уравновешенного состава среды, причем каждый из элементов играет определенную роль. Все вместе они обеспечивают условия благоприятные для культивации.

Rybářová J., Pecka K.: Cultivation of *Candida utilis* Yeast in Ethanol Substrate. Part III. Stimulating Effects of Ashes of Molasses Residue. Kvas. prům. 24, 1978, No. 10, pp. 224—231.

By dividing the ashes of molasses residue into two parts, viz. one consisting of soluble components and the other of insoluble ones, two groups of elements has been separated each of which has different effects upon *Candida utilis* yeast cultivated in ethanol substrate. Soluble ashes, where K and Na prevail, have negative effects, whereas insoluble ones containing mainly Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn and Al improve markedly the yields of yeast. Detailed experiments and tests carried out with mentioned elements disclose some relationship between the presence of some of them and yields. The most favourable combination is Ca + Mg + Fe. It has been also established that the stimulating effects of ashes of molasses residue is due not only to an increased concentration of elements supporting growth of yeast, but also to a well balanced composition of elements present in the substrate. Each of them has its specific role and contributes to favourable cultivating conditions.

Rybářová J., Pecka K.: Kultivation der Hefe *Candida utilis* auf Äthanolsubstrat. III. Stimulationswirkung der Melasseschlempeasche auf das Hefenwachstum. Kvas. prům. 24, 1978, No. 10, S. 224—231.

Durch Aufteilung der Melasseschlempeasche auf den löslichen und unlöslichen Anteil wurden zwei Gemische von Elementen gewonnen, deren Einfluß auf das Wachstum der Hefen *Candida utilis* aus Äthanol sehr unterschiedlich war. Der lösliche Anteil, in dem hauptsächlich K und Na vertreten waren, wirkte auf das Hefenwachstum negativ, wogegen durch die Zugabe des unlöslichen Ascheanteils, der vor allem Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn und Al enthielt, wurde eine wesentliche Erhöhung der Ausbeute erzielt. Bei dem Testen der Elemente, die sich in dem unlöslichen Anteil der Schlempeasche befanden, wurden einige Verhältnisse zwischen der Ausbeute und der Anwesenheit bestimmter Elemente festgestellt, namentlich die gleichzeitige Dosierung von Ca, Mg und Fe. Weiter wurde festgestellt, daß die Stimulationswirkung der Schlempeasche nicht nur auf der Anlieferung der Elemente beruht, die das Wachstum der Hefen aus Äthanol stimulieren, sondern auch darauf, daß durch die Aschezugabe in dem Nährmedium eine geeignete ausgewogene Zusammensetzung der Elemente erzielt wird, an der auch die übrigen in der Asche enthaltenen Elemente beteiligt sind.