

Lihovarství a droždářství

Kultivace kvasinky *Candida utilis* na etanolvém substrátu

VI. Využití potašárenského kalu jako zdroje prvků pro růst kvasinek

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

663.13
663.14.031.2/4:661.31

Výzkumem stimulačního účinku melasových lihovarských výpalků na růst kvasinek *Candida utilis* na etanolu bylo zjištěno, že podstatnou část stimulace způsobují anorganické sloučeniny, přítomné ve výpalcích. Anorganické látky byly z výpalků izolovány ve formě popela, tj. spálením, a to jednak přímým (jednorázovým) jednak frakcionovaným, při kterém rezultují zvlášť rozpustný a nerozpustný podíl popela. Přídavek nerozpustného popela do živného média stimuloval růst kvasinek více než celkový popel, získaný přímým spálením výpalků; rozpustný popel naopak růst inhiboval [1,2].

Při průmyslovém zpracování melasových lihovarských výpalků na potaš zbývá jako odpadní látka potašárenský kal neboli černá šama. Meziproductem při této výrobě je výpalkové uhlí, které je v podstatě popel výpalků, získaný přímým spálením výpalků. Podobně potašárenský kal je nerozpustný zbytek výpalkového uhlí a odpovídá nerozpustnému podílu popela výpalků. Jelikož nerozpustný podíl popela výpalků, připravený laboratorně, měl velmi příznivý vliv na výtěžnost kvasničné biomasy z etanolu, bylo možno analogicky očekávat stejný výsledek při použití potašárenského kalu. Pokusy, ověřující možnost využití potašárenského kalu jako zdroje minerálních látek pro růst kvasinek, byly provedeny ve 30litrovém laboratorním fermentoru, tj. ve čtvrtprovozních kultivačních podmínkách.

MATERIÁL A METODIKA

Mikroorganismus

Byla použita produkční kultura kvasinek *Candida utilis*, uchovávaná ve formě kvasničné pasty, jak je blíže popsáno v předcházejícím sdělení [3].

Substrát

Syntetický etanol 93,88 % obj., tj. s obsahem 74,10 g abs. alkoholu/100 ml.

Potašárenský kal

Byl získán z potašárny Seliko, Hodolany. Původní vzorek pastovité konzistence byl sušen při 105 °C v laboratorní sušárně, po vysušení byl jemně rozetřen; získaný suchý kal obsahoval 99,41 % hm. sušiny.

Kultivační zařízení a složení živného média

Pokusy byly provedeny v laboratorním skleněném 30litrovém fermentoru, jehož popis je uveden v jednom z předcházejících sdělení [4]; rovněž složení živného média a kultivační postup byly popsány dříve [3].

Analytické metody

Stanovení etanolu v substrátu, kvasničné sušiny, etanolu a kyseliny octové v kultivačním médiu, jakož i stanovení sušiny v kvasničné pastě bylo provedeno metodami popsány v předcházejícím sdělení [3].

Stanovení prvků v potašárenském kalu a v kvasničné biomase bylo provedeno metodou atomové absorpční spektrometrie (AAS) na katedře ropy a petrochemie při VŠCHT v Praze pod vedením Doc. Ing. K. Pecky, CSc.

VÝSLEDKY A DISKUSE

1. Složení potašárenského kalu

Vzhledem k tomu, že potašárenský kal je výhradně anorganický materiál a je získáván průmyslově, bylo nutno provést analýzu nejen na obsah potřebných prvků, ale stanovit také, zda neobsahuje větší množství nežádoucích prvků. Výsledky analýzy metodou AAS (tabulka 1) ukázaly, že v kalu jsou zastoupeny především prvky makrobiogenní a mikrobiogenní povahy a jen nepatrné množství jiných prvků, které by mohly působit potíže vzhledem ke kvalitě vyrobených kvasnic; jde především o olovo, nikl a chrom. V tabulce 1 jsou vedle obsahu prvků v potašárenském kalu uvedeny pro srovnání analýzy nerozpustných podílů popela, získaných ze tří výpalků různého původu [5]. Je zřejmé, že složení potašárenského kalu se příliš neliší od složení nerozpustných podílů popela výpalků připravených laboratorně. Množství kobaltu, olova, niklu a chromu nemohlo být navzájem porovnáno, neboť jejich stanovení nebylo v analýze nerozpustných podílů popela zahrnuto.

Tabulka 1. Obsah prvků v potašárenském kalu a v nerozpustných podílech popela výpalků, stanovený metodou AAS

| Prvek | Potašárenský kal | Nerozpustný podíl popela výpalků z lihovaru | | |
|---------|-----------------------|---------------------------------------------|----------|--------|
| | | Kojetín | Hodolany | Svinov |
| | % hm. prvku ve vzorku | | | |
| draslík | 4,060 | 0,322 | 0,204 | 0,273 |
| sodík | 0,940 | 0,406 | 0,329 | 0,198 |
| vápník | 57,5 | 55,6 | 51,6 | 57,8 |
| hořčík | 3,64 | 6,98 | 3,19 | 1,11 |
| železo | 1,73 | 2,11 | 1,18 | 0,822 |
| zinek | 0,180 | 0,283 | 0,108 | 0,136 |
| měď | 0,174 | 0,068 | 0,047 | 0,122 |
| mangan | 0,176 | 0,096 | 0,080 | 0,021 |
| hliník | 0,162 | 0,138 | 0,147 | 0,132 |
| kobalt | 0,009 | nestanoveno | | |
| olovo | 0,016 | nestanoveno | | |
| nikl | 0,034 | nestanoveno | | |
| chrom | 0,038 | nestanoveno | | |

2. Vliv potašárenského kalu na růst kvasinek *Candida utilis* na etanolu

V sérii kultivací byly zkoušeny zvyšující se přídatky potašárenského kalu na růst kvasinek, resp. výtěžnost kvasničné biomasy z etanolu. Potašárenský kal byl při-

dáván v těchto dávkách: 30 — 60 — 120 — 180 a 300 mg/l média. K rozpuštění potašárenského kalu byla použita kyselina fosforečná, která je součástí zásobního roztoku živných solí; množství 10,5 ml kyseliny fosfo-

Tabulka 2. Vliv potašárenského kalu na růst kvasinek *Candida utilis* na etanolu

| Potašárenský kal mg/l média | Výtěžek kvasničné sušiny g | Výtěžnost % hm. | Zvýšení výtěžnosti % hm. |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------|
| — | 222 | 63,9 | — |
| 30 | 230 | 66,0 | 2,1 |
| 60 | 243 | 69,9 | 6,0 |
| 120 | 255 | 73,3 | 9,4 |
| 180 | 233 | 67,0 | 3,1 |
| 300 | 231 | 66,4 | 2,5 |

Tabulka 3. Obsah prvků v kvasinkách *Candida utilis*, stanovený metodou AAS

| Prvek | Kvasinky <i>Candida utilis</i> | | |
|--------|---------------------------------|------------|------------|
| | kontrolní | s 1 g kalu | s 2 g kalu |
| | mg prvku/100 g kvasničné sušiny | | |
| sodík | 4,98 | 12,02 | 10,96 |
| vápník | 56,4 | 40,9 | 48,2 |
| hořčík | 250 | 239 | 225 |
| železo | 3,95 | 7,13 | 8,51 |
| zinek | 19,90 | 18,72 | 18,88 |
| měď | 0,595 | 0,768 | 0,902 |
| mangan | 0,215 | 0,358 | 0,574 |
| hliník | 0,68 | 0,41 | 0,69 |
| kobalt | 0,123 | 0,102 | 0,133 |
| olovo | 0,189 | 0,164 | 1,153 |
| nikl | 0,082 | 0,204 | 0,338 |
| chrom | 0,082 | 0,153 | 0,219 |

rečné, které připadá na celý objem média ve fermentoru je dostatečné i pro rozpuštění největší použité dávky kalu. K inokulaci pokusů bylo použito 160 g kvasničné pasty obsahující 21,2 % hm. sušiny.

Z výsledků kultivace uvedených v tabulce 2 je vidět, že nejvyšší zvýšení výtěžnosti — o 9,4 % hm. — poskytl

Tabulka 5. Vliv potašárenského kalu na růst vyhladovělé kultury kvasinek *Candida utilis* na etanolu

| Potašárenský kal mg/l média | Výtěžek kvasničné sušiny g | Výtěžnost % hm. | Zvýšení výtěžnosti % hm. |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------|
| — | 182 | 52,3 | — |
| 120 | 230 | 66,0 | 13,7 |
| 240 | 223 | 64,0 | 11,7 |
| 360 | 222 | 63,8 | 11,5 |
| (vodovodní voda) | 203 | 58,3 | 6,0 |

přídavek 120 mg potašárenského kalu/l média a přídavek 60 mg kalu/l média způsobil zvýšení o 6,0 % hm. Nižší a vyšší přídavky kalu než tyto dvě uvedené dávky, způsobily jen malé zvýšení výtěžnosti. Ve všech kultivacích za přítomnosti potašárenského kalu bylo zaznamenáno menší množství kyseliny octové ve srovnání s kontrolním pokusem; tzn. že potašárenský kal, resp. prvky v něm obsažené, omezují akumulaci kyseliny octové stejně jako přítomnost melasových lihovarských výpalků, popela výpalků nebo vybraných prvků — vápníku, hořčíku a železa [3]. Specifická růstová rychlost při kultivaci kvasinek *Candida utilis* na etanolu s přídavkem 60 mg a 120 mg kalu/l média byla v obou případech $\mu = 0,42 \text{ h}^{-1}$ na rozdíl od hodnoty $0,35 \text{ h}^{-1}$ kontrolního pokusu.

3. Vliv přídavku potašárenského kalu na složení kvasničné biomasy

Kvasinky, vypěstované v kontrolním pokusu a při kultivaci s přídavkem 60 mg a 120 mg kalu/l média, tj. 1 g, resp. 2 g potašárenského kalu/celý objem živného média ve fermentoru, byly analyzovány na obsah prvků. Výsledky analýz uspořádané v tabulce 3, ukazují některé rozdíly v obsahu prvků stanovených v kvasinkách, získaných v přítomnosti potašárenského kalu ve srovnání s hodnotami kontrolního vzorku. Aby bylo možno zhodnotit složení kvasinek z širšího hlediska, jsou v tabulce 4 uvedeny některé literární údaje o obsahu prvků v kvasinkách.

Vlivem přídavku potašárenského kalu do živného média nastalo obohacení kvasničné hmoty o sodík, man-

Tabulka 4. Obsah prvků v kvasinkách (v mg/100 g kvasničné sušiny)

| Prvek | Kocková (6) různé kvasinky | Korotčenko Samochina (7) krmné kvasinky | Peppler (8) obchodní krmné kvasinky | | | Uralec aj. (9) <i>C. tropicalis</i> | Zabrodskej (10) krmné kvasinky |
|---------|-------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|------------|------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | <i>S. cerevisiae</i> | lihovarské | <i>C. utilis</i> | | |
| draslík | 780 — 1 250 | | 2 000 | 2 700 | 2 100 | | |
| fosfor | 1 450 — 1 960 | | 1 100 | 1 100 | 1 200 | | |
| hořčík | 170 — 290 | | 200 | 300 | 200 | 520 | |
| vápník | 50 — 400 | | 400 | 600 | 100 | 900 | |
| sodík | | | 200 | 100 | 60 | 20 | |
| železo | 3,5 — 35 | 17 — 61 | 9,2 | 101 | 15,7 | 17,5 | 220 |
| zinek | | 9 — 17 | 4,2 | 8,9 | 28 | 12,5 | 43 |
| měď | | 1,6 — 3,4 | 2,1 | 12 | 9,8 | 1,7 | 1,7 |
| mangan | | | 0,4 | 2,8 | 3,5 | 3,5 | 1,5 |
| kobalt | | 0,04 — 0,12 | | | | | |
| olovo | | | 0,25 | 0,59 | 0,69 | 0,20 | |
| nikl | | | | | | | 3,7 |
| chrom | | | | | | | 0,039 — 0,055 |
| kadmium | | | | | | 0,15 | 0,009 — 0,011 |
| bismut | | | | | | 2,4 | |

gan a železo, jejichž obsah v kontrolních kvasinkách je ve srovnání s údaji v *tabulce 4* značně nízký; v tomto směru se přítomnost potašárenského kalu projevila velmi příznivě. Dále se zvýšil obsah mědi, avšak i nejvyšší hodnota 0,9 mg Cu/100 g kvasničné sušiny byla nižší, než je obvykle u kvasinek udáváno. Zajímavé je, že obsah olova byl naopak nižší u kvasinek vypěstovaných v médiu s přidavkem potašárenského kalu než v kontrolním vzorku; ve všech případech bylo množství olova nižší než 5 ppm, které je maximální přípustné [11].

Prakticky veškeré množství niklu a značné množství chromu, vnesené potašárenským kalem, bylo nalezeno v kvasničné hmotě. Obsah niklu — maximální hodnota 0,338 mg/100 g kvasničné sušiny — je srovnatelný s údaji, které publikovali *Karvánek* a *Janiček* v pekařském droždí, a to 0,07–0,32 mg/100 g kvasničné sušiny [12]. Obsah chromu pro kvasinky vypěstované na melasových výpalcích byl stanoven v rozmezí 0,009–0,011 mg/100 g kvasničné sušiny (*tabulka 4*) a u kvasinek z uhlovodíkového substrátu 0,8 mg/100 g kvasničné sušiny [10]. Kvasinky *Candida utilis* získané kultivací na etanolu obsahovaly 0,08 mg Cr/100 g kvasničné sušiny s přidavkem potašárenského kalu bylo množství chromu zvýšeno na 0,153, resp. 0,210 mg/100 g kvasničné sušiny.

Obsah kobaltu, který se v potašárenském kalu vyskytoval v nejnižší koncentraci, byl u všech tří vzorků kvasinek přibližně na stejné úrovni, která je v relaci s literárními údaji, resp. byl jen nepatrně vyšší.

4. Vliv potašárenského kalu na růst vyhladovělé kultury kvasinek *Candida utilis* na etanolu

Nakonec byla provedena série pokusů k ověření možnosti využití potašárenského kalu jako zdroje potřebných prvků při kontinuální kultivaci s recirkulací odstředěného média. Pro modelování podmínek tohoto způsobu kultivace byla k přípravě živného média použita destilovaná voda a dále byla připravena kvasničná kultura, vyhladovělá pětinasobným pasážováním produkčního kmene v živném médiu připraveném s destilovanou vodou jako rozpouštědlem živin. Ostatní kultivační podmínky zůstaly stejné.

Takto vyhladovělá kultura byla použita pro sérii pokusů, ve kterých byly kultivace vedeny v živném médiu připraveném opět s destilovanou vodou (tento pokus sloužil jako kontrolní), dále s přidavky potašárenského kalu 120, 240 a 360 g/l média a konečně v médiu normálním, tj. s použitím vody k rozpouštění živných solí. Množství inokulační pasty bylo 160 g s 19,2 % hm. sušiny. Výsledky kultivace jsou uvedeny v *tabulce 5*.

Po pětinasobné kultivaci v živném médiu připraveném s destilovanou vodou klesla výtěžnost z hodnoty 64 % hm., průměrně dosahované v kontrolních podmínkách, na 52,3 % hm. Přídavek potašárenského kalu v množství 120 mg/l média způsobil největší zvýšení výtěžnosti — o 13,7 % hm. tj. na 66,0 % hm. Větší dávky potašárenského kalu vykazovaly o něco menší vliv na růst kvasinek. Rovněž kultivace vyhladovělé kultury v médiu připraveném s vodovodní vodou ukázala vliv prvků, které přináší do média voda; výtěžnost byla zvýšena o 7 % hm., tj. na 60 % hm. I když uvedené hodnoty zvýšení výtěžnosti nejsou tak vysoké, jako byly hodnoty v předcházející sérii pokusů, jimiž byl potašárenský kal testován, je možno soudit na přínos kalu ke zlepšení kultivačních podmínek při recirkulačním způsobu kultivace. To bylo do jisté míry prokázáno přímo při laboratorním pokusu kontinuální kultivace s recirkulací odseparovaného média [13]. Při kultivaci za přítomnosti melasových lihovarských výpalků v médiu byla získána výtěžnost 80 % hm. — pokus trval 65 hodin. V pokusu bez přídavku výpalků v čistě syntetickém živném médiu

byla získána průměrná hodnota výtěžnosti 72 % hm. za 150 hodin kontinuální kultivace; ke konci pokusu, kdy výtěžnost klesla na 65 % hm., byl do živného média přidán potašárenský kal v množství odpovídajícím koncentraci 120 mg kalu/l média a během dalších 10 hodin kontinuální kultivace se výtěžnost zvýšila na 77 % hm.

Literatura

- [1] RYBÁŘOVÁ, J., ŠTROS, F., PECKA, K.: Kvas. prům., 24, 1978, s. 202.
- [2] RYBÁŘOVÁ, J., PECKA, K.: Kvas. prům., 24, 1978, s. 224.
- [3] RYBÁŘOVÁ, J.: Kultivace kvasinky *Candida utilis* na etanolovém substrátu. V. Vliv některých biogenních prvků na růst ve čtvrtprovozním měřítku. Kvas. prům., 1979, v tisku.
- [4] RYBÁŘOVÁ, J., ADÁMEK, L., PECKA, K.: Kvas. prům., 24, 1978, s. 108.
- [5] RYBÁŘOVÁ, J., ADÁMEK, L.: Dílčí výzkumná zpráva VÚKPS, část 1., Praha 1977.
- [6] KOCKOVÁ-KRATOCHVÍLOVÁ, A.: Kvasinky, SNTL, Bratislava, 1957, s. 127.
- [7] KOROTČENKO, N. J., SAMOCHINA, O. V.: Gidrol. lesochim. prom., 4, 1968, s. 15.
- [8] PEPLER, H. J.: Food Yeasts, v Rose A. H., Harrison, J. S. The Yeasts, Vol. III., London, 1970, s. 438.
- [9] URALIC, T. I., KIREEV, V. M., AUERMAN, T. L.: Prikl. biochim. mikrobiol., XI, 1975, s. 490.
- [10] ZABRODSKIY, A. G.: Polučeniye kormovykh drozhej iz melassnoj bardy. Izd. Tekhnika, Kyjev, 1977, s. 7.
- [11] PAG Guideline 15 on Nutritional and Safety Aspect of Novel Protein Sources for Animal Feeding, PAG Bulletin, 4, 1974, s. 11.
- [12] KARVÁNEK, M., JANIČEK, G.: Sborník VŠCHT, E 35, Praha, 1972, s. 75.
- [13] RUT, M., ADÁMEK, L., RYBÁŘOVÁ, J., ŠESTÁKOVÁ, M., ŠIMEK, V., ŠTROS, F.: Dílčí výzkumná zpráva VÚKPS, část 2., Praha 1977.

Rybářová, J.: Kultivace kvasinky *Candida utilis* na etanolovém substrátu. VI. Využití potašárenského kalu jako zdroje prvků pro růst kvasinek. Kvas. prům., 26, 1980, č. 8, s. 180–183.

Bylo vyzkoušeno použití potašárenského kalu jako zdroje potřebných prvků pro kultivaci kvasinek *Candida utilis* na etanolu. Přídavek potašárenského kalu do živného média pro kultivaci kvasinek poskytl značné zvýšení výtěžnosti. Nejlepší výsledek — výtěžnost 73,3 % hm., tj. zvýšení o 9,4 % hm. — byl získán dávkou 120 mg kalu/l média. Při tomto přídavku připadlo 0,75 g potašárenského kalu na 100 g získané kvasničné sušiny.

Metodou AAS byly v kvasinkách získaných v médiu s přidavkem potašárenského kalu určeny prvky, které byly nalezeny v potašárenském kalu. Kromě převážné většiny makrobiogenních a mikrobiogenních prvků obsahuje potašárenský kal některé nežádoucí prvky, především olovo, nikl a chrom. Obsah uvedených prvků v kvasničné hmotě však nepřesáhl množství uváděné v literatuře pro kvasinky, nebo u olova hodnoty, maximálně přípustné z hlediska kvality kvasnic. Sodík, mangan a železo za přítomnosti potašárenského kalu vhodně obohacují kvasničnou hmotu.

Přídavek potašárenského kalu se rovněž osvědčil jako zdroj prvků v modelových podmínkách vyhladovělé kvasničné kultury, které může nastat při kontinuální kultivaci s recirkulací odseparovaného média.

Рыбаржова, Я.: Разведение дрожжей *Candida utilis* в этаноловом субстрате. 6-ая часть. Использования шлама, отходящего при производстве поташа, в качестве источника элементов, стимулирующих размножение дрожжей. Квас. прум. 26, 1980, № 7, стр. 180–183.

В статье приведены результаты экспериментального исследования возможности использования шлама, отходящего при производстве поташа, в качестве источника элементов, стимулирующих размножение дрожжей *Candida utilis*, разводимых в этаноловой среде. Добавка шлама в питательную среду значительно повышает выход дрожжей. Лучшие результаты, т. е. выход 73,3 %

(в массовом выражении), что отвечает увеличению на 9,4 % (в массовом выражении) дала добавка 120 мг шлама на литр среды. Пересчет показывает, что приведенная добавка шлама отвечает количеству 0,75 г на 100 г сухого вещества дрожжей.

Посредством аналитического метода ААС было в дрожжах разведенных в этаноловой среде с добавкой шлама обнаружено присутствие элементов, входящих в состав шлама. Кроме макробиогенных и микробиогенных элементов шлам содержит также некоторые вредные элементы, главным образом свинец, никель и хром. Их концентрация не выходит, однако, за пределы, приводимые в литературе и считаемы нормальными для рассматриваемого вида дрожжей. Что касается свинца, то его концентрация ниже лимита, указанного в действующих санитарных нормах. Натрий, марганец и железо обогащают состав дрожжевой массы.

Было установлено, что в масштабах моделирования устошения дрожжевой культуры добавка шлама влияет благоприятно на повышение питательных свойств истощенной среды, которое может наступать в установках для непрерывной культивации с рециркуляцией сепарированной среды.

Rybářová, J.: Cultivation of *Candida utilis* in Ethanol Substrate. Part VI. Utilization of Sludge from Potash Plants as a Source of Elements Stimulating Propagation of Yeast. Kvas. prům. 26, 1980, No. 8, pp. 180—183.

Experiments have been carried out to establish, whether sludge from potash plants can be utilized as a source of elements stimulating propagation of *Candida utilis* yeast cultivated in ethanol substrate. Addition of sludge to nutritive medium resulted in an increased yield. The best results, i. e. yield amounting to 73,3 % (in mass units) and giving therefore an increase of 9,4 % (in mass units), were achieved by adding 120 mg of sludge to 1 l of medium. These figures are equal to 0,75 g of sludge per 100 g of dry yeast matter.

By applying the ASS analysis method it has been established that elements contained in sludge are also present in yeast grown in medium with sludge addition. Beside macrobiogenic and microbiogenic components the sludge of potash plants contains also some harmful elements, i. e. lead, nickel and chromium, but their concentrations do not exceed limits specified in

literature as normal for yeast. Concentration of lead is well below values indicated as admissible in yeast by existing food products regulations. As far as sodium, manganese and iron are concerned, they enrich the composition of yeast.

Sludge from potash plants has also — as show the results of experiments carried out on a model scale — beneficial effects if added to hungry yeast culture. Such conditions may occur in plants for continuous cultivation, where separated medium is recirculated.

Rybářová, J.: Kultivation der Hefe *Candida utilis* auf Äthanolsubstrat. VI. Ausnützung des Schlammes aus der Potascheproduktion als Quelle der Elemente für das Hefewachstum. Kvas. prům. 26, 1980, No. 8, S. 180—183.

Es wurde die Ausnützung des Schlammes aus der Potascheproduktion als Quelle der zu der Kultivation der Hefen *Candida utilis* auf Äthanol nötigen Elemente erprobt. Durch Schlammzugabe zu dem Nährmedium für die Hefenkultivation wurde eine beträchtliche Ausbeuteerhöhung erzielt. Das beste Ergebnis — eine Ausbeute von 73,3 M. %, d. h. Erhöhung um 9,4 % — wurde mit einer Gabe von 120 mg Schlamm/l des Mediums erzielt. Bei dieser Zugabe entfiel 0,75 g des Potascheschlammes auf 100 g der Hefetrockensubstanz.

Mittels der AAS-Methode wurde in dem im Medium mit Schlammzusatz gewonnenen Hefen die Elemente festgestellt, die in dem Schlamm gefunden wurden. Neben der Mehrzahl der makro- und mikrobiogenen Elemente enthält der Schlamm aus der Potascheerzeugung einige unerwünschte Elemente, vor allem Blei, Nickel und Chrom. Der Gehalt der in der Hefemasse enthaltenen Elemente überstieg jedoch nicht die Mengen, die in der Literatur für Hefen angegeben werden, bei Blei die mit Hinsicht auf die Hefequalität zugelassenen Maximalwerte. Magnesium, Mangan und Eisen bei Anwesenheit des Schlammes aus der Potascheerzeugung stellen eine geeignete Bereicherung der Hefemasse dar.

Die Zugabe des Schlammes aus der Potascheproduktion bewährte sich auch als Elementenquelle in den Modellbedingungen der Aushungerung der Hefekultur, welche bei der kontinuierlichen Kultivation mit Rezyklulation des abseparierten Mediums vorkommen können.