

Ing. JOSEF FABIÁN, CSC., Výzkumný ústav pro balení potravin, GRKL Praha

Předneseno na „Dnech nové techniky v drožďárenství“, Olomouc, prosinec 1977

Aktivní sušené droždí (ASD) je v podstatě pekařské lisované droždí v suchém stavu, které podrží kvasné a enzymatické vlastnosti. Používá se bezprostředně po rehydrataci jako pekařské lisované droždí [1]. Uvedený předpoklad se obrátí v nedávné publikaci [2] mylných názorů, že stačí i k méně vhodnému lisovanému droždí přidat před sušením různé emulgátory, ochranné stabilizátory, antioxidanty a synergisty a tím při šetrném způsobu sušení snadno získat trvanlivý produkt, tzv. stabilizované ASD, které si uchovává kvasné vlastnosti při skladování za normální teploty po řadu měsíců.

V rámci řešení úkolu výroby ASD jsme v minulých letech vyzkoušeli přídavky téměř všech známých aditiv k lisovanému droždí k jeho stabilizaci během sušení. Současně jsme sledovali vliv aditiv na trvanlivost ASD, uloženého jak v inertní, tak bez inertní atmosféry při normální teplotě. Účinek aditiv byl zkoušen i v provozním měřítku během výroby ASD na prototypu fluidní sušárny v drožďárně VČKL - Libáň. Vcelku lze říci, že tyto první výsledky nesplnily očekávané předpoklady. Suché droždí se zbytkovou vlhkostí 8 až 10 % ztrácelo velmi rychle mohutnost kynutí, takže po 30 dnech skladování při normální teplotě nebylo prakticky použitelné. Jestliže se sušilo na zbytkovou vlhkost 6 %, ASD mělo mohutnost kynutí ihned po usušení 100 i více minut. Aditiva měla zásadní vliv jen na snížení množství úletu, neboť jinak zpomalovala sušení, popř. bránila dosažení potřebné sušiny, což zase nepříznivě ovlivnilo trvanlivost ASD. Z hlediska praktického použití je významná nejen trvanlivost ASD, ale i jeho aktivita okamžitě po usušení. Proto také zahraniční výrobci aktivního sušeného droždí typu Fermipan zdůrazňují jeho hlavní přednost, tj. asi 2krát vyšší mohutnost kynutí a tím úsporu droždí v poměru k normálnímu ASD. Nepochybně rychlé způsoby sušení, popř. ve fluidní vrstvě s inertní atmosférou, nebo v kombinaci s vakuovým sušením, brání účinněji nežádoucím metabolickým pochodům v droždí, vystaveném vlivu zvýšené teploty během dehydratace, než relativně pomalé způsoby sušení v běžných fluidních sušárnách, tedy i v prototypu fluidní sušárny v drožďárně VČKL - Libáň, na němž jsme výrobu aktivního droždí u nás zavedli. Ovšem vakuové sušení pekařského droždí nebo sušení ve vztahu k inertní plynové fázi je nepochybně velmi nákladné jak z hlediska strojních investic, tak spotřeby energie. Na druhé straně z vlastních zkušeností víme, že pro výrobu ASD jsou nepoužitelné klasické způsoby sušení na rozprašovacích sušárnách, kde se dosahuje vysoké sušiny produktu, stejně tak jako lyofilizace. Ve druhém případě nejen z ekonomických důvodů, ale i proto, že vitalitu a kvasnou aktivitu si zachovává jen malé procento buněk. Ani přídavky nosičů nebo známých stabilizátorů nelze dosáhnout příznivějších výsledků.

Použitá technika sušení může ovšem v konečné fázi ovlivňovat tvar a velikost granulí ASD, jejich strukturu a tím částečně zasáhnout do údržnosti ASD. Granule tvaru kuliček s hladkým, uzavřeným povrchem mají totiž za normální teploty a bez inertní atmosféry lepší trvanlivost než granule fluidně sušené, jejichž struktura povrchu je velmi porézní. Z řady našich pokusů vyplynulo, že porozitu můžeme aditivu snížit, zásadně však nezvýšíme trvanlivost ASD.

Nedávno jsme např. zkoušeli mohutnost kynutí vzorku

ASD, které vyrábí firma Kolinska (Jugoslávie). Droždí si obsahuje 0,02 % antioxidantu BHA (butylhydroxyanisol), ten však nezabránil totální ztrátě mohutnosti kynutí ještě před koncem záruční lhůty.

Ostatně přední výrobci ASD v západních zemích antioxidanty nepoužívají, ale balí porézní granule za vakua nebo v atmosféře inertních plynů.

Zhodnocením uvedených poznatků jsme dospěli k závěru, že pro úspěšné sušení pekařského droždí na daném strojním zařízení bude rozhodující výběr vhodného kmene kvasinek, jejich fyziologický stav, buněčné struktury, změny v látkovém složení buněčného obsahu před sušením a v průběhu sušení.

V poměru k nepřehlednému množství patentů pojednávajících o způsobech výroby ASD najdeme v literatuře jen málo informací o faktorech, způsobujících ztrátu fermentační aktivity a životnosti kvasinek během sušení a skladování ASD.

Chen a Peppler [3] pozorovali degradaci buněčné karboxylasy (thiaminpyrofosfát), Harrison a Trevelyan [4] se domnívají, že se mohou štěpit fosfolipidy, lokalizované v membránách buněk, nejpravděpodobněji kvasničnou lecithinase C během sušení. Nebyl dosud vysvětlen jev, že ASD má schopnost absorbovat  $\text{CO}_2$  a ani dnes není znám vlastní mechanismus, kterým atmosférický kyslík nepříznivě ovlivňuje trvanlivost ASD [6]. Ingram dokonce uvádí, že intaktní suché pekařské droždí vykazuje zřetelné endogenní kvašení [7]. Zkušenosti dokazují, že průběh reakcí silně závisí na teplotě prostředí. Je-li ASD uloženo při teplotě okolo  $+5^\circ\text{C}$ , popř. uchováno ve vakuu nebo v atmosféře inertních plynů, po řadu měsíců se jeho biologické vlastnosti téměř nemění. Při teplotě okolo  $+20^\circ\text{C}$  a vyšší nastávají u málo trvanlivého ASD rychlé změny, které působí, že droždí již asi po 30 dnech téměř nelze prakticky použít.

Když jsme v laboratorních i v provozních pokusech zjistili, že použitím známých stabilizátorů, osmoticky působících látek a jiných přídavků k normálnímu droždí, nelze zabránit ztrátám životnosti a biologické aktivity při fluidním sušení a skladování ASD, věnovali jsme pozornost výběru kmenů kvasinek k výrobě pekařského droždí, vhodného pro sušení. Při současném provedení změn v technologii výroby droždí, kterými bylo ovlivněno chemické složení buněk, se nám podařilo podstatně zvýšit odolnost kvasinek k dehydrataci a prodloužit trvanlivost ASD. Zvýšená odolnost buněk k dehydrataci není patrně v přímé souvislosti jen s obsahem rezervních sacharidů nebo změnou rigiditou buněčné stěny. Je známo, že u aktivního sušeného droždí může být porušena permeační selektivita cytoplasmatické membrány, takže i při jeho rehydrataci vodou  $40^\circ\text{C}$  teplotou nastává někdy až 50 % vyplavení buněčného obsahu kyseliny nikotinové [8].

Grba et al. [9] se domnívají, že vysoký obsah trehalosy v buňkách kvasinek (20 % suš.), jehož se dosáhlo během aerobní respirace nerostoucích buněk na glukóze při  $45^\circ\text{C}$ , může se významně uplatnit ve výrobě aktivního sušeného droždí. Opakovali jsme jejich pokusy s podobným výsledkem, avšak u droždí současně nastal rapidní pokles mohutnosti kynutí. Zda při  $45^\circ\text{C}$  nastala inaktivace pyruvátdekarboxylasy, popř. jiných enzymů glykolytického cyklu, nebo zda tak vysoký obsah trehalosy může být považován za metabolickou aberaci, způ-



sobenou speciálními kultivačními podmínkami, která mohla potlačit fermentaci maltosy [10], není jasné. Syntéza trehalosy a glykogenu v kvasinkách probíhá dvěma paralelními a nekompetitivními cestami přes UDPG (uridin-di-fosfoglukosu), která je v obou případech donorem stavebních glukosových jednotek. U rostoucích buněk je syntéza trehalosy zastavena, patrně nedostatkem glukoso-6-fosfátu, jehož je zapotřebí v jiných metabolických drahách, např. jako intermediátu při syntéze aminokyselin. Poněvadž v růstové aerobní fázi patrně není enzym trehalasa adenosinmonofosfátem inhibována, hladina trehalosy klesá. Za přítomnosti dostatku asimilovatelného cukru běží vedle sebe současně syntéza i degradace trehalosy. Nejvíce se však trehalosy, jejíž syntéza před degradací má určitý předstih, hromadí při aerobní respiraci buněk, kdy alosterická aktivace isocitrát-dehydrogenasy pomocí AMP (adenosinmonofosfát) je omezena, takže koncentrace citrátu, který se dále zapojuje do syntézy lipidů, stoupá. Vysoká energetická hladina za aerobiosy potom také asi umožňuje zpětnovazebnou inhibici aktivity fosfofruktokinasy, prostřednictvím citrátu a ATP (adenosintrifosfát). Díky této inhibici zvyšuje se pak koncentrace glukoso-6-fosfátu ve prospěch syntézy zásob polysacharidů.

Závěrem mohu konstatovat, že naše několikaleté úsilí zavést vlastní výrobu aktivního sušeného droždí bez cizí pomoci je v současnosti korunováno úspěchem.

Zkoušky v droždárně Východočeských konzerváren a lihovarů v Libáni, kde proběhlo do konce r. 1977 asi 300 pokusných provozních fermentací expedičního droždí a bylo vyrobeno asi 10 000 kg ASD, současně prokázaly, že nalezený postup a kmen kvasinek lze použít univerzálně [12], tj. jak pro výrobu velmi trvanlivého lisovaného droždí (mohutnost kynutí 50 až 60 minut, trvanlivost při 35°C 120 až 150 hodin), tak pro výrobu ASD s mohutností kynutí 60 až 70 minut. Při skladování za normální teploty bez inertní atmosféry nebo vakua má ASD trvanlivost minimálně tři měsíce, mohutnost kynutí po půl roce nepřekročí hodnotu 100 minut. Zdá se nám proto málo opodstatněné zavádění dvojí technologie výroby droždí, vycházející z použití dvou kmenů kvasinek, tj. k výrobě expedičního lisovaného droždí a k výrobě aktivního sušeného droždí [11].

Plná provozní výroba ASD v droždárně VČKL Libán představuje kapacitu 50 kg suchého pekařského droždí za 1 hodinu. ASD je baleno do malospotřebitelských sáčků (SVITAL/Pe) a bylo uvedeno do prodeje.

## Literatura

- [1] Droždí. ČSN 56 6810, od 1. 1. 1977
- [2] Šestáková, M.: Stabilizované aktivní sušené droždí. Kvasný průmysl 20 (1974) 81, č. 4
- [3] Chen, S. L., Pepler, H. J.: Destruction of cocarboxylase in active dry yeast. Arch. Biochem. Biophys. 62, 1956, 299
- [4] Harrison S. J., Trevelyan, W. E.: Phospholipid breakdown in baker's yeast during drying. Nature 200, 1963, 1189
- [5] Amsz, J., Dale, R. F., Pepler H. L.: Carbon dioxide sorption by yeast, Science 123, 1956, 463

- [6] Oyaas, J., Johnson, M. J., Peterson, W. H., Irwin, R.: Effect of oxygen on retention of activity by commercial dried baker's yeast. Ing. Eng. Chem. 40, 1948
- [7] Ingram, H.: An Introduction of the Biology of yeast, London, 1955, str. 98
- [8] Suomalainen, H.: Penetration of some metabolic compounds into and from the cell. Suomen Kemistilehti A 41, 1966, 239
- [9] Grba, S., Oura, E., Suomalainen, H.: On the Formation of Glycogen and Trehalose in Baker's Yeast. European J. Appl. Mikrobiol. 2, 1975, 29
- [10] Suomaleinen, H., Oura, E.: BBA 20, 538, 1956
- [11] Piš, E.: Vitálně sušené pekařské droždí. Kvasný průmysl 24, 1978, 18, č. 1
- [12] Fabián, J., Beran, J., Havlík, S.: Přihláška vynálezu PV-1759/79

**Fabián J.: Československé aktivní sušené droždí.** Kvas. prům., 25, 1979, č. 12, s. 279—280.

Článek shrnuje zkušenosti s vývojem a realizací výroby aktivního sušeného droždí v průmyslovém měřítku v ČSSR. Je zdůrazněn prvořadý vliv způsobu fermentace na fyziologický stav kvasinek, jejich odolnost k dehydrataci a na zachování pekařských vlastností aktivního sušeného droždí, skladovaného při normální teplotě a v obalech bez inertní atmosféry.

**Фабиан, И.: Активные сухие дрожжи чехословацкого производства.** Квас. прум. 25, 1979, № 12, стр. 279—280.

В статье приведен опыт по освоению в Чехословакии производства сухих активных дрожжей в промышленном масштабе. Отмечается решающее влияние метода сбраживания на физиологическое состояние дрожжей, их сопротивление обезвоживанию и сохранение хороших хлебопекарных качеств после складирования в условиях нормальной температуры без применения защитной, инертной атмосферы.

**Fabián, J.: Active Dry Yeast of Czechoslovak Production.** Kvas. prům. 25, 1979, No. 12, pp. 279—280.

The article deals with the development of active dry yeast and with its production in Czechoslovakia on an industrial scale. The author underlines the decisive importance of the applied fermentation method, since it determines the physiologic condition of yeast, its resistance to dehydration, as well as its ability to preserve good baking properties after storage at normal temperature in rooms without inert atmosphere.

**Fabián, J.: Die tschechoslowakische aktive Trockenhefe.** Kvas. prům. 25, 1979, No. 12, S. 279—280.

In dem Artikel sind die Erfahrungen mit der Entwicklung und industrieller Realisation der Produktion der aktiven Trockenhefe in der ČSSR zusammengefasst. Hervorgehoben wird der grundsätzliche Einfluss des Fermentationsverfahrens auf den physiologischen Zustand der Hefen, ihre Beständigkeit gegen Dehydratation und die Erhaltung der Backhefeigenschaften der aktiven Trockenhefe, die bei normaler Temperatur und im Raum ohne inerte Atmosphäre gelagert wird.