

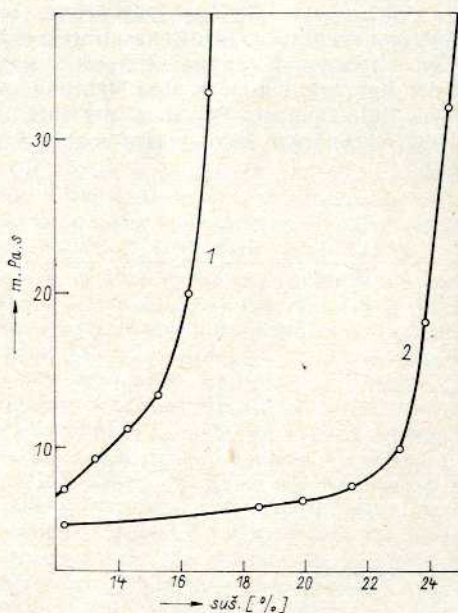
Význam termolýzy při výrobě a užití krmných kvasnic

Ing. MILOSLAV RUT, Dr. LUBOMÍR ADÁMEK, Ing. FRANTIŠEK ŠTROS, CSC., Ing. JIŘÍ KARNET, Ing. VLADIMÍR ŠIMEK, Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Praha

663.127 66.046.8
66.049.1

Klíčová slova: krmné kvasnice, výroba, tepelné opracování, termolýza

Tepelné opracování biomasy se v poslední době stalo nedílnou součástí výroby sušených krmných kvasnic. V biomase při tom dochází k významným změnám, které mají důsledky jak při výrobě, tak i při aplikaci výrobku v krmivářství. Tepelné opracování bylo do technologie krmných kvasnic zavedeno současně s uplatněním tepelných zahušťovacích operací, jako je odpařování a sušení. Teprve později, a to spíše z důvodů technologických, byla zavedena další operace tepelného opracování, nazývaná běžně jako termolýza. Pod tímto pojmem se v technické praxi rozumí tepelné opracování mikrobiální suspenze, při kterém se zastavují všechny životní pochody buněk. Protože termolýza probíhá částečně také při odpařování a sušení, znamenalo zavedení samostatné operace termolýzy jen její důsledné zajištění.

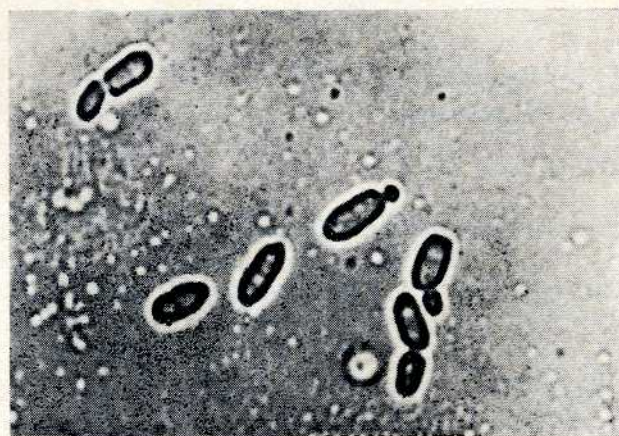
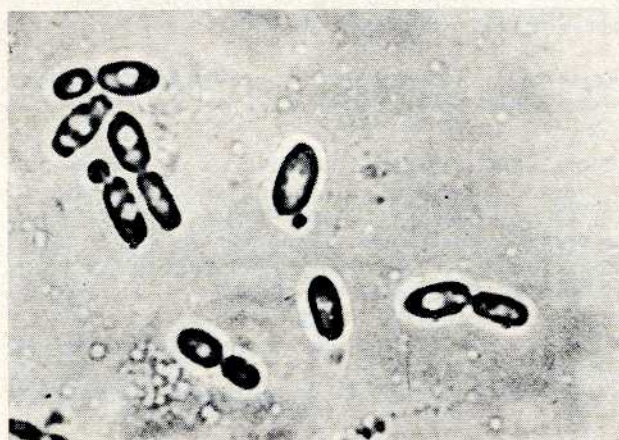


Obr. 1. Vliv koncentrace kvasničné biomasy na viskozitu suspenze

1 — intaktní kvasničné mléko, 2 — tepelně opracované kvasničné mléko

Tepelné opracování se příznivě projevuje při všech operacích, při nichž je viskozita limitujícím činitelem toku. Viskozita kvasničné suspenze je značně závislá na koncentraci kvasničné biomasy a teprve při první zahušťovací operaci (odstředování) se významně zvyšuje viskozita. Při nízké koncentraci pevné fáze se mikrobiální suspenze chová jako newtonská kapalina a rychlost sedimentace závisí jen na velikosti buněk a viskozitě kapalné fáze. Teprve při vyšších koncentracích pevné fáze se vlastnost suspenze mění tak, že limitujícím činitelem toku tryskou separátoru je viskozita suspenze. Na obrázku 1 je uvedena závislost viskozity suspenze *C. utilis* na koncentraci pevné fáze při 40 °C. Považujeme-li

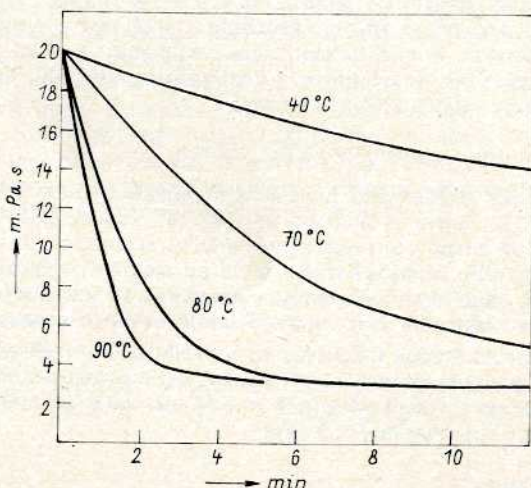
20 mPa.s za horní mez prakticky upotřebitelné viskozity kvasničného mléka, potom vidíme, že intaktní kvasničné mléko *C. utilis* lze na odstředivce zahustit jen na 16,3 % sušiny. Po termolýze však nastane tak velká změna fyzikálních vlastností, že stejnou mezní viskozitu dosáhne kvasničné mléko až při 24 % sušiny.



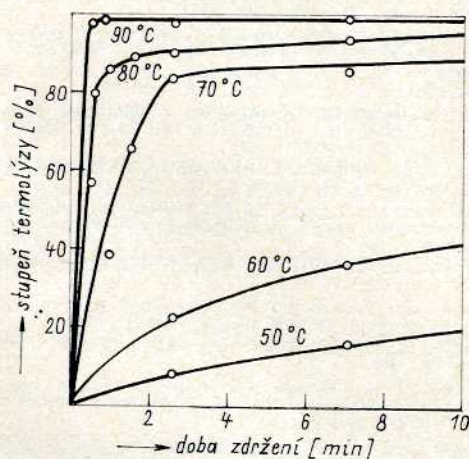
Obr. 2. Intaktní a termolýzované buňky *Torulopsis ethanolitolerans*, nahoře — intaktní buňky, dole — buňky po termolýze

Změněné fyzikální vlastnosti mají souvislost se změnou morfologie kvasničných buněk a ztrátou mikroprostředí, které okolo sebe udržuje živá buňka. Na obrázku 2 jsou uvedeny mikrofotografie živých a termolýzovaných buněk *Torulopsis ethanolitolerans*. Dokazují, že při termolýze nedochází k otevření buněk a rozptýlení buněčného obsahu, jak by pojem termolýza naznačoval a jak se někdy v literatuře uvádí [1]. Při termolýze se pouze zmenšuje objem buněk, doprovázený ztrátou části vody

a rozpustných částí cytoplazmy. V uvedeném případě se zmenšil objem buněk v průměru o 42 % a snížil obsah vody ze 70 % na 55 %. Zmenšení objemu buněk se také projeví ve smrštění sedimentu po odstředění termolýzovaného kvasničného mléka na kyvetové odstředivce. V popisovaném případě se sediment smrští o 50 %.



Obr. 3. Časový průběh viskozity kvasničného mléka při různých teplotách



Obr. 4. Časový průběh závislosti stupně termolýzy na teplotě

Z uvedeného vyplývá, že stupeň termolýzy lze posuzovat podle snadno měřitelných změn fyzikálních vlastností, a to buď podle změny viskozity, nebo stupně smrštění sedimentu na kyvetové odstředivce za standardních podmínek. Na obrázku 3 je uvedena závislost doby a intenzity tepelného opracování 16% kvasničného mléka *C. utilis* na viskozitě suspenze. Stejněho stupně termolýzy (stejně viskozity) lze dosáhnout kombinací vhodné doby a intenzity tepelného opracování. Obdobné křivky pro *T. ethanolitolerans* pro stupeň termolýzy měřený ze smrštění sedimentu jsou uvedeny na obrázku 4. Z obou grafů vyplývá, že úplná termolýza probíhá při teplotách nad 70 °C velmi rychle a takovouto zkrácenou termolýzou se dosáhne výhodných změn fyzikálních vlastností kvasničného mléka. Ty mají příznivý vliv na jeho další zpra-

cování — účinnější separace do vyšších zahuštění, lepší čerpání, odpařování, tok tryskou atomizéru rozprašovací sušárny, větší sypná váha suchého výrobku apod. Po odstředivé separaci lze dosáhnout koncentrací srovnatelných se zahuštěním dosahovaným na odparce a tímto způsobem lze nahradit energeticky a investičně nákladně odpařování odstředivou separací [2, 3].

Tepelné opracování kvasničné suspenze při výrobě má důsledek i v jakosti krmných kvasnic. Směrnice č. 6 poradní skupiny pro bílkoviny při OSN (Protein Advisory Group) doporučuje hodnotit kvalitu nekonvenčních zdrojů bílkovin podle biologické hodnoty BV (biological value), skutečné stravitelnosti TD (true digestibility), čisté využitelnosti bílkovin NPU (net protein utilisation) a růstového testu PER (protein efficiency ratio). Z tabulky 1 je zřejmé, že nutriční hodnota neupravené mikrobiální biomasy vyjádřená biologickými testy je poměrně nízká. Důvodů je několik, avšak hlavní příčinou nižší stravitelnosti kvasničné biomasy je rezistence buněčných stěn vůči působení trávicích enzymů. Rozrušení buněčných stěn, nebo snížení jejich rezistence je jednou ze základních cest ke zvyšování nutriční jakosti mikrobiální biomasy a stává se důležitou částí postupu výroby krmných, nebo i potravinářsky využitelných kvasnic. Pro rozrušování stěn mikrobiálních buněk je navrhována řada mechanických, chemických a enzymových způsobů [8–12]. Některé z nich jsou tak nákladné, že jsou vhodné vyloučit pro výrobu potravinářských bílkovinných přípravků.

Tabulka 1. Nutriční hodnota kvasinek *Candida utilis*

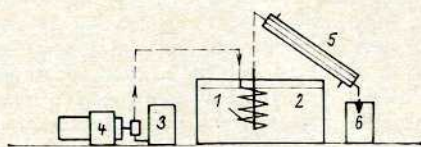
Mikroorganismus	BV	NPU	TD	Literatura
<i>C. utilis</i>	36,6	23,6	64,4	3,4
<i>C. utilis</i>	47,1	34,3	75	5
<i>C. utilis</i>	41–59		67–75	6
<i>C. utilis</i>				
netermolýzovaný	43,1	33,7	78,2	7
termolýzovaný	48,6	40,0	82,3	7

Pro výrobu krmných kvasnic zůstává možnost jednoduchého nenákladného zvyšování nutriční hodnoty biomasy tepelným opracováním (termolýzou) kvasničného koncentrátu. Vliv zahřívání na krmnou hodnotu kvasnic byl popsán již dříve [1, 17]. Byly pozorovány zlepšené přírůstky prasat krmných směsí s pekařskými kvasinkami sušenými při teplotě 100–110 °C v porovnání s kvasinkami sušenými při teplotě 60 °C. Obdobně kvasinky sušené šetrně na rozprašovací sušárně vykazovaly menší nutriční hodnotu než kvasinky sušené na válcové sušárně při teplotě nad 100 °C. Při nedostatečném tepelném opracování se část buněk v suchém produktu nachází ve stavu anabiosy a obnovuje některé funkce v zažívacím traktu zvířete. Při zkrmování živých kvasinek se nedosahuje plného využití cenných látek nacházejících se pod ochranou živé buňky. Při zkrmování neaktivovaných kvasinek byly zjišťovány v žaludku, játrech, slezině a krvi zvířat divoké patogenní kvasinky a doprovodná bakteriální mikroflóra, které byly příčinou různých onemocnění zvířat [13–16].

Mimo nutriční kvality výrobku lze termickým opracováním kvasničné suspenze zlepšit jakostní ukazatel kyselost vodního výluhu a organoleptické vlastnosti, které v ČSSR předepisuje ON 56 6851. Správně a hlavně rychle provedené tepelné opracování zastavuje hydrolytické pochody, které probíhají ve vitálním kvasničném

mléce při jeho konečném zpracování na suchý výrobek [18].

Termolýza je tedy důležitou operací a jejímu řízení a kontrole byla dosud věnována malá pozornost. Pokud je termolýza nedostatečná, projeví se to v technologických potížích a v jakosti výrobku, pokud byla zbytečně dlouhá a intenzivní, projeví se to v energetických nákladech, ztrátách a snížení kvality výrobku. Pro laboratorní hodnocení stupně termolýzy lze využít změn fyzikálněchemických vlastností kvasničné suspenze v průběhu jejího tepelného opracování. Vhodné jsou změny viskozity (obr. 3), nebo změny stupně dehydratace, resp. smrštění buněk a sedimentu. Protože v kontrolních laboratorních výroben krmných kvasnic nalezneme spíše laboratorní odstředivku než viskozimetr, vypracovali jsme metodu pro hodnocení stupně termolýzy na principu smrštění sedimentu po odstředění opracovaného kvasničného mléka.



Obr. 5. Schéma zařízení pro laboratorní termolýzu

1 — spirála výměníku, 2 — temperovaná vodní lázeň, 3 — zásobník před termolýzou, 4 — dávkovací čerpadlo, 5 — chladič, 6 — zásobník po termolýze

Při vypracování metodiky stanovení stupně termolýzy jsme používali provozní kmen *Torulopsis ethanolitolerans* (RIFI 235) využívaný v Seliko Kojetín pro výrobu krmných etanolových kvasnic. Laboratorní tepelné opracování se provádělo průtokem kvasničného mléka hliníkovou trubicí průměru 8 mm, tloušťkou stěny 0,5 mm, délky 1400 mm, stočenou do spirály a ponořenou do lázně termostatu. Průtok zajišťovalo čerpadlo, nebo nátok ze spádové nádoby. Po výtoku z hadu se opracované kvasničné mléko chladí na laboratorní teplotu vodním chladičem. Teplota opracování se nastavuje teplotou lázně termostatu, doba zdržení průtokem. Na popsaném zařízení (obr. 5) trvalo vyhřátí kvasničného mléka z teploty 20 °C na 90 °C 20–30 sekund. Stupeň termolýzy jsme měřili podle objemu sedimentu po odstředění vzorku kvasničného mléka při 3000 ot. min⁻¹ po dobu 10 minut. Při úplné termolýze je objem sedimentu nejmenší — V_{\min} . Tepelně neopracované kvasničné mléko má objem sedimentu V_0 největší. Poměr V_0/V_{\min} je pro určitý produkční kmen a kultivační podmínky konstantní a toho lze využít pro stanovení stupně termolýzy biomasy. Například pro *T. ethanolitolerans* a laboratorní kultivační podmínky [19] je $V_0/V_{\min} = 2,0$

$$\% \text{ termolýzy} = 100 \left(\frac{V_0 - V_t}{V_{\min}} \right) = 100 (2,0 - V_t/V_{\min})$$

Potom stupeň termolýzy vzorku kvasničného mléka lze stanovit změřením objemu sedimentu V_t před termolýzou a po úplné laboratorní termolýze (V_{\min}). Úplná laboratorní termolýza se provádí při 90 °C s dobou zdržení 2 minuty.

Stanovení stupně termolýzy kvasničného mléka

Principem stanovení je posouzení stupně termolýzy podle smrštění kvasničného sedimentu odstředěného ze vzorků před termolýzou a po úplné laboratorní termolýze.

a) Stanovení konstanty smrštění sedimentu při úplné termolýze

100 ml intaktního kvasničného mléka se odstředí na laboratorní odstředivce po dobu 10 min při 3000 ot. min⁻¹. V kalibrované kyvetě se odečte objem sedimentu. Pokud není k dispozici kalibrovaná kyveta, změří se objem slitého supernatantu. Druhá část intaktního kvasničného mléka se termolyzuje průtokem 2–5 l.h⁻¹ v hadu nejméně 1 m dlouhém, průměru 8 mm, ponořeném ve vodní lázni vyhřáté na 90 °C. Úplně termolyzované mléko se zchladí na laboratorní teplotu a 100 ml se odstředí a změří se objem sedimentu stejně jako u intaktního mléka. Poměr objemu obou sedimentů V_0/V_{\min} je pro určitý provozní kmen a kultivační podmínky konstantní v mezích chyby stanovení.

b) Kontrola stupně termolýzy vzorku

Vzorek zkoušeného kvasničného mléka se odstředí a změří se objem sedimentu ze 100 ml vzorku podobně jako při stanovení konstanty smrštění sedimentu. Druhá část vzorku se úplně termolyzuje na stejném zařízení a stejně jako při stanovení konstanty smrštění. Změří se objem sedimentu V_{\min} úplně termolyzovaného vzorku.

Výpočet stupně termolýzy se provede podle uvedeného vzorce. Chyba stanovení při použití kalibrované centrifugační kyvety není větší než $\pm 3\%$, při variantě měření objemu supernatantu $\pm 5,0$ rel.

Literatura

- [1] OSOVIK, M. P., ZABRODSKIJ, A. G., SVETLJAKOVA, R. i.: Některé plasmoliz droževých suspenzí, *Ferm. spirt. prom.* 1972, 1 s. 22–25
- [2] RUT, M., RYBÁŘOVÁ, J., ADÁMEK, L.: Racionalizace výroby krmných kvasnic v závodě Seliko Kojetín. *Záv. zpráva VÚKPS* 1982
- [3] ŠTROS, F., RUT, M.: AO. 220805, 1981
- [4] ZALABÁK, V.: Produkce a použití jednobuněčných bílkovin. *Biol. a chem. výživy zvířat*, 12, 1976, č. 3, s. 107–112
- [5] KEJMAR, J.: Kriteria a hodnocení jednobuněčných bílkovin. *Krmivářství a služby*, 14, 1978, č. 2, s. 30–32
- [6] FENCL, Z., MACHEK, F., ZALABÁK, V., ŠILINGER, V., KEJMAR, J.: Izolace bílkovin z netradičních surovin pro lidskou výživu. *Záv. zpráva ČSAV MBÚ* — 1974
- [7] BOCK, H. D., VÜNSCHE, J., HERMAN, H., HOFFMANN, B.: *Archiv f. Tierernährung*, 18, 1968, č. 5 s. 417–427
- [8] CHAMPAGNAT, A., LAINE, B. M.: Process for rupturing microorganism cells grown on hydrocarbon feedstock. *Patent USA* č. 32 68 412, 1966
- [9] SUEKANE, M., SATAKE, CH.: Method of treating yeast, *Patent USA* č. 3 681 195, 1972
- [10] Hitachi Ltd. Process for separating and purifying microbial cellular protein, *Patent V. Brit.* č. 1 322 180, 1973
- [11] ROGOŽIN, S. V., SERGEJEV, V. A., VALKOVSKIJ, D. G.: AO. SSSR č. 557 785, 1977
- [12] CORTEEL, P. J.: Improvements relating to the recovery of nitrogenous material from microorganismus *Patent V. Britannie* č. 1 21 427, 1971
- [13] VASKO, T. P.: Vyrážčování krmových drožej na patočnou bardě spirtových závodů, *Trudy Ukr. NIISP* 1960, 6
- [14] ZABRODSKIJ, A. G.: Proizvodstvo krmových drožej iz melasnoj bardy, *Pišč. prom.* 1965
- [15] JELINOV, N. P.: Patogenyje drožepodobnyje organizmy, *Medicina* 1964
- [16] FEDOROVA, N. J., SITNIK, N. G., ZELINSKAJA, A. F.: Baktériálnaja mikroflora při vyrážčování krmových drožej na melasnoj bardě, *Ferm. i spirt. prom.* 1962, 2, s. 10–12
- [17] TKAČEV, I. F.: Vlijanije stěpeni plasmolyza na krmovuju cennost drožej vyrážčonych na očiščěnych parafinach něiti i na zdorovyje sviněj, *Sb. Mikrobiologičeskij sintěz*, 1968, 3
- [18] RUT, M., ŠTROS, F., ADÁMEK, L., KARNET, J.: Zlepšení jakosti krmných kvasnic v závodě Seliko Kojetín, *VÚPP* 1983, záv. zpráva U-3
- [19] ADÁMEK, L. - ŠESTÁKOVÁ, M. - RYBÁŘOVÁ, J. ŠTROS, F.: *Kvas. prům.* 27, 1981, č. 12, s. 278–280

Rut, M. - Adámek, L. - Štros, F. - Karnet, J. - Šimek, V.: Význam termolýzy při výrobě a využití krmných kvasnic. *Kvas. prům.* 30, 1984, č. 11, s. 246–249.

Důležitou operací při výrobě krmných kvasnic je tepelné opracování kvasničné suspenze. Správně provedená termolýza usnadňuje tok suspenze při vysokých koncentracích biomasy a zvyšuje nutriční hodnotu výrobku. Při nesprávně provedené termolýze vznikají ztráty ve

využití plné kapacity zařízení, ztráty energie a klesá jakost výrobku. Pro hodnocení stupně termolýzy byla vypracována jednoduchá laboratorní metoda.

Рут, М., Адамек, Л., Штрос, Ф., Карнет, И., Шимек, В.: Значение термолиза при производстве и использовании кормовых дрожжей. Квас. прум. 30, 1984, № 11, стр. 246—249.

Важной операцией производства кормовых дрожжей является тепловая обработка дрожжевой взвеси. Правильно проведенный термолиз облегчает течение взвеси при высоких концентрациях биомассы и повышает питательную ценность продукта. При неисправно проведенном термолизе возникают потери в использовании мощности установки, потери энергии и ухудшается качество продукта. Для оценки степени термолиза был разработан простой лабораторный метод.

Rut, M. - Adámek, L. - Štros, F. - Karnet, J. - Šimek, V.: Importance of Thermolysis in a Production and Application of Fodder Yeast. Kvas. prům. 30, 1984, No. 11, pp. 246—249.

The thermal treatment of the yeasts suspension is a very significant procedure in the production of fodder

yeast. The thermal treatment of yeasts results in better flow characteristics of the suspension at high biomass concentrations and increases the nutrition value of the product. The consequences resulting from the bad thermal treatment are as follows: losses in the exploitation of the apparatus capacity, energy losses and an achievement of a worse quality of the product. For the evaluation of the degree of thermolysis a simple laboratory method was developed.

Rut, M. - Adámek, L. - Štros, F. - Karnet, J. - Šimek, V.: Bedeutung der Thermolyse bei der Herstellung und Anwendung der Futterhefe. Kvas. prům. 30, 1984, Nr. 11, S. 246—249.

Die thermische Bearbeitung der Hefesuspension stellt eine wichtige Operation bei der Futterhefeerzeugung dar. Die richtig durchgeführte Thermolyse trägt zur Fließ erleichterung der Suspension bei hohen Biomassekonzentrationen bei und erhöht auch den Nährwert des Erzeugnisses. Aus fehlerhaft durchgeführten Thermolysen resultieren Verluste in der Vollausnützung der Anlagenkapazität, Energieverluste und Verschlechterung der Qualität des Erzeugnisses. Für die Bewertung des Thermolysegrades wurde eine einfache analytische Methode ausgearbeitet.