

Kyselost vodního výluhu sušených krmných kvasnic

664.872
663.14.036

Ing. MILOSLAV RUT, Dr. LUBOMÍR ADÁMEK, Ing. FRANTIŠEK ŠTROS, CSc., Výzkumný ústav potravinářského průmyslu Praha

Klíčová slova: *kvasnice, kvasničné mléko, vodní výluh, kyselost, fosfát, degradace, biomasa, tepelné zpracování*

Kyselost vodního výluhu je jedním z chemických požadavků na kvalitu sušených krmných kvasnic. Tento znak jakosti byl jako požadavek jakosti aplikován z krmivářského oboru, kde se z kyselosti vodního výluhu usuzuje na stáří a způsob skladování krmivářských surovin a jejich vhodnost pro výkrm hospodářských zvířat. Tato aplikace krmivářského znaku jakosti na sušené kvasnice je československé specifikum a v prvních dobách výroby sušených krmných kvasnic byl bez obtíží dodržován. To

jsou pravděpodobně hlavní příčiny, proč se ve světové, ani v naší literatuře nesetkáváme s tímto problémem.

V ČSSR vznikl problém dodržování normované kyselosti vodního výluhu v sedmdesátých letech. Například při výrobě krmných ethanolových kvasnic v Seliko Kojetín se po rekonstrukci závodu s kapacitou 5000 t/rok ukázalo, že i po změně normy z 1,5 na 1,8 g KOH/100 g sušených kvasnic je většina výrobků nestandardní.

Ve Vratimovských papírnách při výrobě krmných sul-

fitových kvasnic tomu bylo obdobně a vysoká kyselost se vysvětlovala kondenzací kyseliny sírové do produktu sušeného přímo spaliny topného oleje s vysokým obsahem síry. Toto zdůvodnění však pro Seliko Kojetín neobstojí, a proto jsme se problémem blíže zabývali.

Kyselost vodního výluhu sušených kvasnic se měří titrací hydroxidem draselným do pH zbarvení fenolftaleinu. Z anorganických kyselin může kyselost způsobovat kyselina sírová a kyselina fosforečná (hydrogenfosfát). Z organických kyselin se mohou uplatnit kyselé meziproducty štěpení základního zdroje uhlíku [1, 2], meziproducty proteosyntézy a aminokyseliny. Na první pohled se zdá, že pokud kultivace skončí při běžném pH (např. pH 4) s dokonalým zpracováním meziproductů katabolických i anabolických reakcí, nemůže se v supernatantu 15% kvasničného mléka usušit se 100 g sušiny nějaké podstatné množství volných kyselin, na jejichž neutralizaci by bylo třeba více než 1,5 g KOH.

Při laboratorních pokusech nepřekročila kyselost vodního výluhu sušeného výrobku 1,2 g KOH/100 g. Je zřejmé, že příčiny nestandardní kyselosti průmyslového výrobku je třeba hledat v provozních podmínkách výroby krmných kvasnic.

Materiály a metodika

Při laboratorních i provozních pokusech jsme pro stanovení kyselosti vodního výluhu, celkové kyselosti vodního výluhu, celkového dusíku, popela a fosforu používali metod podle JAM [3] a ON 56 6851 [4].

Pro posuzování kyselosti vodního výluhu kvasinek v průběhu výroby jsme použili metodu vyvinutou pro účely výzkumu, stanovením kyselosti supernatantu 15% kvasničného mléka, opracovaného teplotou 80 °C po dobu 8–10 min. Použití přesně definovaného opracování je důležité pro reprodukovatelnost výsledků a dosáhne se na zařízení vyrobeném pro definovanou laboratorní termolýzu kvasničných suspenzí [5].

Výsledky a diskuse

Výzkum příčin vysoké kyselosti vodního výluhu krmných kvasnic jsme prováděli ve vztahu k výrobě krmných ethanolových kvasnic v Seliko Kojetín, a proto strategie postupu vycházela z praktických podmínek závodu. Podle rozboru statistických údajů o kyselosti vodního výluhu kvasnic vyrobených v závodě v letech 1980–83 jsme předpokládali, že vysoká kyselost je způsobena přežíváním kyselinou fosforečnou. V té době se s tímto faktorem v závodě experimentovalo s cílem zvýšit obsah dusíkatých látek ve výrobku.

Tabulka 1. Kyselost a obsah P_2O_5 ve výrobku a vodním výluhu (provozní výsledky)

Výrobek ze dne	P_2O_5 ve		Kyselost výluhu [g KOH/100 g]
	výrobku [% hm.]	výluhu [% hm.]	
7. 5.	3,76	1,60	1,50
8. 5.	3,84	1,54	1,56
9. 5.	4,01	1,91	2,40
10. 5.	3,94	3,15	2,22
11. 5.	4,18	3,20	2,00
12. 5.	3,82	2,40	1,70
13. 5.	3,81	1,68	2,08
21. 5.	—	1,80	1,99
22. 5.	—	2,30	2,48
23. 5.	—	1,95	2,32
24. 5.	—	3,30	2,51

V tabulce 1 je uveden u několika vzorků vztah mezi obsahem fosforu ve výrobku a kyselostí a obsahem fosforu ve výluhu sušených kvasnic. V tabulce 2 jsou výsledky složení biomasy v závislosti na změnách při živění fosforem v definovaných podmínkách laboratorního pokusu [6]. Při statistickém rozboru nebyla zjištěna žádná závislost mezi obsahem fosforu ve výluhu a kyselostí výluhu (koeficienty lineární, logaritmické i exponenciální regresní funkce vesměs menší než 0,6). Ani zvýšené

Tabulka 2. Vliv obsahu P_2O_5 v kultivačním médiu na složení kvasničné biomasy

	Kontrola	Zvýšení obsahu P_2O_5 v živném médiu	
		o 50 %	o 100 %
popel [%]	6,61	6,95	6,82
P_2O_5 v suš. [%]	3,62	3,75	3,67
N - látky v suš. [%]	55,9	55,7	57,1
nukleové kyseliny v suš. [%]	9,7	9,4	8,6
Vodní výluh kyselost [g KOH/100 g]	1,72	2,06	1,9
P_2O_5 /100 g	0,85	0,85	0,87

živění fosforem v laboratorních podmínkách nemělo vliv na kyselost výluhu. Ve všech případech je však překvapivé, jak vysoký podíl intracelulárního fosforu přechází do výluhu sušených kvasnic. Přitom výluh provozního výrobku obsahuje 56,6 % celkového fosforu, zatímco výluh laboratorního výrobku jen 22,1 %.

Kyselina fosforečná je v biomase převážně vázána na organické fosfáty, které mají klíčový význam v energetice proteosyntézy. Takto vázanou kyselinou fosforečnou je možno acidimetrickou titrací nalézt v extracelulárním prostoru až po hydrolýze, event. po změně membránového potenciálu kvasničných buněk, vyvolané tepelným opracováním. Současně se však vyloučí alkalické kationty, především draslík, které otupují kyselost výluhu. Při úplné hydrolýze organicky vázané kyseliny fosforečné a úplném vyloužení draslíku a fosforu by výluh ze sušených kvasnic s původním obsahem např. 4,3 % P_2O_5 a 2,4 % draslíku měl kyselost ekvivalentní 2,35 g KOH při titraci do pH 8,3.

Tabulka 3. Vliv doby zdržení kvasničného mléka při 45 °C na jakost sušeného výrobku

Doba zdržení kvas. mléka při 45 °C [h]	% P_2O_5 ve výrobku	Složení vodního výluhu kvasnic		
		kyselost	celková kyselost	g P_2O_5 ve 100 g výrobku
		[g KOH/100 g]		
0	2,65	1,8	3,0	0,85
24	2,64	3,8	6,2	1,9
48	2,58	5,5	8,9	2,80

Z této úvahy je zřejmé, že při výrobě krmných kvasnic se musí zabránit pochoďům, při nichž se uvolňují fosfáty a jiné kyselce reagující látky a přecházejí do extracelulárního prostoru. Tyto pochody nastupují již od okamžiku, kdy kvasničné buňky vyčerpají veškeré dostupné zdroje uhlíku. Z praktického hlediska je to doba, kdy se kulturní suspenze odstředí a získá se kvasničné mléko. Od tohoto okamžiku závisí kyselost vodního výluhu sušených kvasnic na době a způsobu tepelného zpracování kvasničného mléka ve všech operacích až k získání sušeného výrobku.

V tabulkách 3 a 4 jsou uvedeny výsledky pokusů, jejichž účelem bylo demonstrovat enzymovou povahu procesů zvyšujících kyselost vodního výluhu sušených kvasnic.

Tabulka 4. Vliv doby zdržení inaktivovaného kvasničného mléka na kyselost a uvolňování fosforu do vodního výluhu (inaktivace 5 min při 90 °C)

Doba zdržení kvas. mléka při 45 °C [h]	Složení vodního výluhu kvasnic	
	kyselost [g KOH/100 g]	fosfor [g P_2O_5 /100 g]
0	0,77	0,38
18	0,74	0,42
24	0,65	0,52
36	1,61	0,74

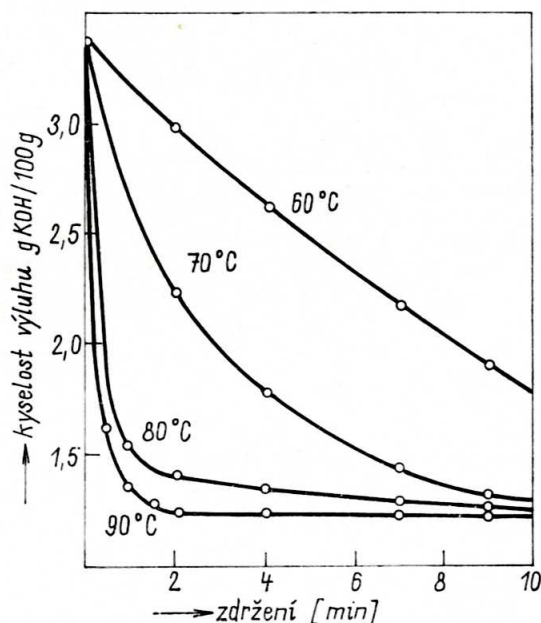
Z výsledků je zřejmý nepříznivý vliv inkubace vitálního kvasničného mléka při teplotě vhodné pro činnost fosforylas a proteas na kyselost vodního výluhu. Teplota 45 °C byla vybrána podle průměrné hodnoty naměřené v závodě Seliko Kojetín ve sborníku, kde se provádělo tepelné opracování mléka s cílem zlepšit fyzikální vlastnosti pro další zpracování. Inaktivované kvasničné mléko naproti tomu až 24 h své vlastnosti nemění. Po delší době však nastávají změny, které lze vysvětlit kontaminací. Z tabulky 3 je vidět, že kvasničné mléko okamžitě zpracované dává výrobek splňující normu kyselosti a že jakékoliv skladování či opracování kvasničného mléka při nevhodné teplotě vede ke znehodnocení výrobku. Po 48 h se veškerý fosfor uvolnil do výluhu a kyselost stoupla až na 5,5 g KOH/100 g. Tuto vysokou kyselost nelze vysvětlit pouze uvolněným fosfátem. Na kyselosti se podílí i produkty degradace bílkovin, hlavně aminokyseliny (viz celková kyselost po formolové titraci). Představu o pufrací schopnosti aminokyselin udávají titrační křivky na obr. 1.

Z pokusů vyplývá, že zvýšená kyselost vodního výluhu krmných sušených kvasnic je mírou toho, jak se v průběhu výroby zachází s kvasničným mlékem. Pokud se kvasničné mléko ihned nezpracuje, tzn. netermolýzuje při teplotě vyšší než 65 °C, probíhá v něm, zvláště při teplotách 40–50 °C, enzymové pochody, které uvolňují do roztoku kyselé reagující produkty. Na druhé straně je však nutno poznamenat, že tyto pochody nejsou nikterak na závadu nutriční hodnotě výrobku.

Uvedená fakta a úvahy jsou ve shodě s několikaletou historií problému kyselosti v závodě Seliko Kojetín. V době před rekonstrukcí neměl závod odparku a vyrobené kvasničné mléko se po termolýze sušilo v rozprašovací sušárně. Přitom termolýzér měl poměrně malý objem, takže v něm i při nesprávné termolýze při nižších teplotách nevzniklo delší zdržení a po usušení se získal výrobek s nízkou kyselostí vodního výluhu. Stejně tak bez problémů byly všechny výroby krmných kvasnic,

kteří kvasničné mléko sušily bez zahuštění a termolýzy na válcových sušárnách.

V závodě Seliko nastaly potíže po rekonstrukci s instalací odparky. Při takovém výrobním postupu se kvasničné mléko udržuje někdy i dlouhou dobu při teplotách vhodných k enzymové degradaci biomasy. Hlavní problémy nastaly tehdy, když závod odstranil potíže s pěnivostí a čerpatelností kvasničného mléka zahřátím. Dalším mezníkem v nepříznivém vývoji bylo zvýšení kapacity skladovacích sborníků na kvasničné mléko, které poskytlo další možnost k prodloužení doby kvasničného mléka v nepříznivých podmínkách.



Obr. 2. Vliv teploty a doby zdržení na kyselost výluhu

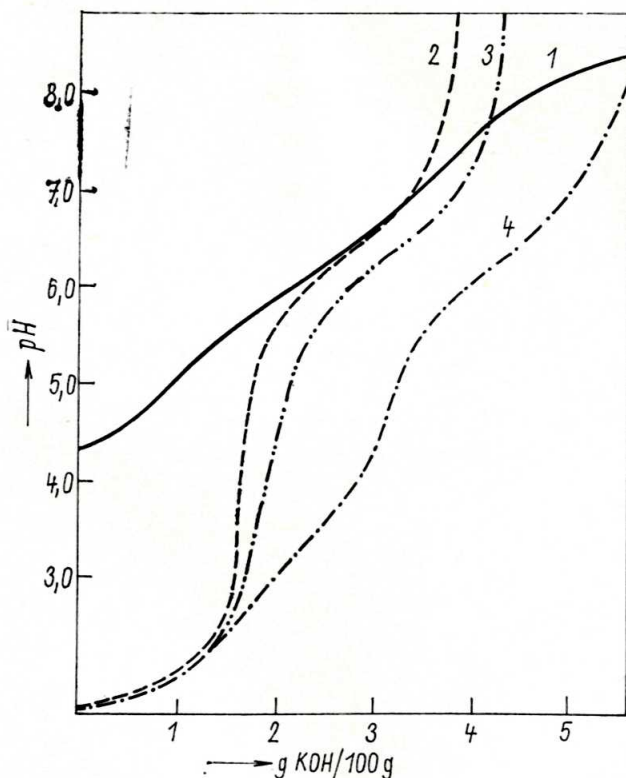
Z předešlého rozboru vyplynulo i opatření, které bylo nutno v závodě Seliko provést. K zastavení degradačních pochodů v kvasničném mléce je třeba zajistit správnou termolýzu, jejíž parametry lze odečíst z obrázku 2. Ze všech možností dáváme přednost krátkodobému zahřátí na teplotu vyšší než 80 °C. Provozní aplikace tohoto opatření byly předmětem předchozího článku [7].

Literatura

- [1] SIGLER, K., KNOTKOVÁ, A., KOTYK, A.: Factor governing substrate-induced generation and extrusion of proteins in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*, *Biochim. Biophys. Acta*, 643, 1981, s. 572.
- [2] SIGLER, K., KOTYK, A., KNOTKOVÁ, A., OPEKAROVÁ, M.: Processes involved in the creation of buffering capacity and in substrate-induced proton extrusion in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*, *Biochim. Biophys. Acta*, 643, 1981, s. 583.
- [3] JAM č. 22 — Jednotné analytické metody pro potravinářský průmysl: Droždí, MPPV, 1958.
- [4] Oborová norma ON 56 6851: Krmné kvasnice, Úřad pro normalizaci a měření, Praha 1965.
- [5] RUT, M., ADÁMEK, L., et al.: Zlepšení jakosti krmných kvasnic v závodě Seliko Kojetín, Záv. zpráva VÚPP, Praha 1983.
- [6] ADÁMEK, L., ŠESTÁKOVÁ, M., RYBÁŘOVÁ, J., ŠTOS, F.: Nové termotolerantní kmeny kvasinek rostoucích na etanolu, *Kvas. prům.*, 27, 1981, s. 278.
- [7] ADÁMEK, L., RUT, M., ŠTOS, F., EDERER, K., ŠESTÁK, F.: Výroba krmných ethanolových kvasnic s nízkou kyselostí v závodě Seliko Kojetín, *Kvas. prům.*, 32, 1986, s. 61.

Rut, M. - Adámek, L. - Štos, F.: Kyselost vodního výluhu sušených krmných kvasnic. *Kvas. prům.*, 32, 1986, č. 6, s. 129–132.

Byly zkoumány příčiny kyselosti vodního výluhu sušených krmných kvasnic vyráběných v Seliko Kojetín. Na vysoké kyselosti se podílí z více než poloviny fosfáty a dále produkty degradace biomasy při nesprávném tepelném opracování vyrobeného kvasničného mléka. Při



Obr. 1. Titrační křivky výluhu sušených kvasnic ethanolových a modelových roztoků

1 — výluh z tab. 3 — 48 h, 2 — vodný roztok fosforečnanu draselného podle složení výluhu 1, 3 — roztok 2 + 0,05 % kyseliny glutamové, 4 — roztok 2 + 0,2 % kyseliny glutamové

tepelném opracování je třeba co nejrychleji překonat teploty 40–50 °C, které jsou optimální pro tvorbu a vyluhování kyselých reagujících látek do extracelulárního prostoru. Pro získání výrobku se standardní kyselostí se doporučuje rychlé vyhřátí kvasničného mléka nejméně na 80 °C při době zdržení 3–6 min v co nejkratší době po odstředění.

Рут, М., Ададек, Л., Штрос, Ф.: Кислотность водного экстракта сушеных кормовых дрожжей. Квас. прум. 32, 1986, № 6, стр. 129–132.

Исследовались причины высокой кислотности водного экстракта сушеных кормовых дрожжей, производящихся на заводе Селико Койетин. В высокой кислотности более чем половиной участвуют фосфаты и далее продукты деградации биомассы при неисправной тепловой обработке произведенного дрожжевого молока. При тепловой обработке необходимо по возможности быстрее преодолеть температуры около 40–50 °C, являющиеся оптимальными для образования и извлечения кислореагирующих веществ в экстрацеллюлярное пространство. Для получения продукта стандартной кислотности рекомендуется быстрый обогрев молока не менее чем до 80 °C при времени удерживания 3–6 мин по возможности в кратчайшее время после центрифугирования.

Rut, M. - Adádek, L. - Štros, F.: Acidity of Water Extract of Dried Fodder Yeasts. Kvas. prum. 32, 1986, No. 6. pp. 129–132.

The causes of a high acidity of water extracts of dried

fodder yeasts produced in Seliko Kojetín were studied. The high acidity is affected by phosphates and products of a biomass degradation that occurred during a wrong thermal treatment of the yeast cream. During the thermal treatment a temperature interval between 40 and 50 °C has to be quickly overcome since under these temperatures acidic compounds are produced and excreted from the cells. To obtain the product with a standard acidity it is recommended to heat quickly the yeast cream above 80 °C with the retention time of 3 to 6 min immediately after the centrifugation.

Rut, M. - Adádek, L. - Štros, F.: Azidität des Wasserauszugs der getrockneten Futterhefe. Kvas. prum. 32, 1986, Nr. 129–132.

Es wurden die Ursachen der hohen Azidität des Wasserauszugs der getrockneten Futterhefe aus dem Betrieb Seliko Kojetín untersucht. An der hohen Azidität beteiligen sich aus mehr als einer Hälfte Phosphate und weiter Produkte der Biomasse-Degradation bei unrichtiger thermischer Bearbeitung der hergestellten Hefemilch. Bei der thermischen Bearbeitung müssen womöglich schnell die Temperaturen 40–50 °C überschritten werden, welche optimal für die Bildung und Auslaugung der sauer reagierenden Substanzen in den extrazellulären Raum sind. Für die Erzielung des Produkts von einer standarden Azidität wird die schnelle Aufwärmung der Hefemilch auf min. 80 °C bei einer Verzögerungszeit von 3–6 Minuten möglichst bald nach der Separierung empfohlen.