

# Stimulátory růstu při výrobě krmných ethanolových kvasnic

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

Původní československá technologie krmných kvasnic ze syntetického ethanolu byla založena na kultivaci kvasinek na čistě syntetickém médiu [1]. Se stimulátory růstu se nepočítalo, protože provozní kultura byla adaptována na syntetické médium, a toto jednodušší a levnější médium poskytovalo určitou ochranu před kontaminací. Na druhé straně však bylo nutno přijmout jen průměrné využití základní suroviny s výtěžností do 65 %. Jisté naděje byly kladeny do výběru nových kmenů, ale zlepšení kultivačních parametrů nebylo dostatečné.

Výběrem byl získán kmen *Torulopsis ethanolitolerans* 235, který při snížené tvorbě nežádoucích metabolitů si zachoval dobrou výtěžnost i při kultivační teplotě 37 °C [2].

Po zvýšení ceny syntetického ethanolu bylo jedinou cestou ke zvýšení rentability výroby krmných ethanolových kvasnic maximální využití drahé základní suroviny i za cenu dalších vyvolaných komplikací ve výrobě.

Při realizaci technologie krmných kvasnic ze syntetického ethanolu v závodě Seliko Kojetín se ukázalo výhodné využít lihovarských melasových výpalků jako stimulátoru růstu [3]. Při výstavbě dalších závodů na výrobu ethanolových kvasnic však může mít vliv místní nedostupnost melasových výpalků a potom bude třeba mít k dispozici jiný stimulátor růstu. V současné době se pracuje na vývoji technologie potravinářsky využitelných kvasnic vyrobených ze syntetického ethanolu. Při jedné variantě způsobu výroby se počítá s odstředivou separací kvasničného mléka po tepelném opracování (termizaci), jako s operací čisticí a zahuš-

ťovací. Zahuštění nahrazuje plně zahušťování kvasničného mléka na odparce [4]. Přitom odpadá supernatant, který obsahuje řadu cenných extracelulárních i intracelulárních látek, které se ztrácejí z finálního výrobku. Tyto ztráty by bylo možné částečně kompenzovat jejich využitím jako stimulátoru růstu i při samotné výrobě krmných ethanolových kvasnic. Separace termizovaného kvasničného mléka by bylo možné využít jako energeticky výhodné náhrady zahušťování na odparce.

V naší práci jsme se zabývali porovnáním různých stimulátorů růstu využitelných ke zvýšení výtěžnosti výroby krmných ethanolových kvasnic.

## Materiál a metody

Pokusné kultivace se prováděly s kmenem *Torulopsis ethanolitolerans* RIFIS 235, se kterým se pracuje při průmyslové výrobě krmných ethanolových kvasnic.

Jednorázové přiživované kultivace se prováděly ve fermentoru s účinným objemem 15 litrů a přestupem kyslíku 170 mmol/h. Trvání kultivací bylo omezeno spotřebováním 350 g absolutního alkoholu (obsaženo v 470 ml syntetického ethanolu). Produktivita fermentoru byla 3,08 g/h. Inokulace se prováděla kvasničnou pastou, získanou odstředěním narostlé kultury na kalové odstředivce Westfalia LWA 205. Pasta se udržovala při 5 °C a obnovovala standardní kultivací bez přídavku stimulátorů růstu [5].

Jako stimulátory růstu se ověřovaly lihovarské melasové výpalky, kvasničný autolýzát z *S. cerevisiae* a *T. ethanolitolerans*, a supernatant termizovaného kvasničného mléka *T. ethanolitolerans*. Lihovarské melasové vý-



palky se používaly zahuštěné (70 %) z lihovaru Seliko Kojetín.

Kvasničný autolyzát byl použit jako supernatant po inkubaci kvasničné suspenze při pH = 7,5 a teplotě 52 °C po dobu 20 h. Autolyzát *S. cerevisiae* obsahoval 94 g sušiny v litru, autolyzát *T. ethanolitolerans* 68 g sušiny v litru.

Supernatant termizovaného kvasničného mléka se připravoval odstředěním kvasničného mléka po zahřívání na 60 °C po dobu 30 min. V jednom případě se používal ke stimulaci jako kapalina (4,2 % sušiny) a ve druhém případě v suchém stavu po usušení supernatantu na rozprašovací sušárně.

Stimulační látky se přidávaly na počátku jednorázových příživovaných kultivací v množství odpovídající 7,5 g sušiny.

### Výsledky

V tabulce 1 je uveden vliv potenciálních stimulátorů růstu *T. ethanolitolerans* při teplotách 37 a 39 °C.

Tabulka 1. Vliv různých stimulačních látek na výtěžnost a kvalitu biomasy

T = 37 °C		
Stimulátor	Výtěžnost %	% N v sušině
—	72,34	9,34
Autolyzát <i>T. ethanolitolerans</i>	71,68	9,43
RIFIS 235		
Supernatant po termizaci <i>T. ethanolitolerans</i>	78,10	8,95
RIFIS 235		
Supernatant po termizaci (sušený) <i>T. ethanolitolerans</i>	76,05	9,19
RIFIS 235		
Autolyzát <i>S. cerevisiae</i>	68,78	9,23
Melasové výpalky	76,33	9,10
T = 39 °C		
—	70,65	8,87
Supernatant po termizaci (sušený) <i>T. ethanolitolerans</i>	71,29	8,55
RIFIS 235		
Melasové výpalky	70,75	8,82

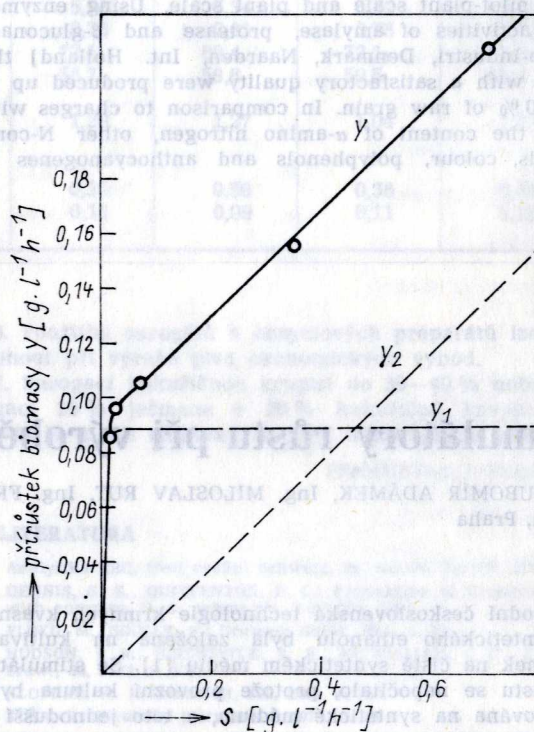
Z výsledků je zřejmé, že obě formy supernatantu termizovaného kvasničného mléka a melasové výpalky zvyšují výtěžnost produkčního kmene, zatímco autolyzáty *T. ethanolitolerans* a *S. cerevisiae* se na růstu neprojevují. Při použití autolyzáty *S. cerevisiae* se dokonce prokazatelně snížila výtěžnost, takže lze domnívat, že při autolýze proběhly nežádoucí procesy. Naproti tomu při tepelném, krátkodobém opracování kvasničné suspenze zůstávají zachovány stimulační vlastnosti extracelulárních a rozpuštěných součástí kvasničných buněk.

Při supraoptimální teplotě však ke stimulaci nedochází a je podstatně narušena syntéza bílkovin, protože prokazatelně klesá obsah dusíku v kvasničné sušině [6].

V tabulce 2 jsou výsledky pokusů, při kterých jsme hledali optimální dávku stimulačního prostředku. Tyto výsledky jsou významné z hlediska hospodárnosti od-

Tabulka 2. Vliv množství sušiny supernatantu na přírůstek biomasy

Dávka sušiny supernatantu		Přírůstek biomasy	
[g/15 l]	[g · l <sup>-1</sup> · h <sup>-1</sup> ]	[g/15 l]	[g · l <sup>-1</sup> · h <sup>-1</sup> ]
0	0	0	0
1	0,0140	6,2	0,0870
3	0,0421	6,9	0,0964
5	0,0701	7,5	0,1053
25	0,3509	11,1	0,1558
50	0,7018	16,2	0,2274



Obr. 1. Vliv množství stimulačních látek na přírůstek biomasy

y je přírůstek biomasy způsobený vrácením supernatantu ze separace opracovaného kvasničného mléka  
y<sub>1</sub> — přírůstek způsobený stimulací  
y<sub>2</sub> — přírůstek z využití stimulačních látek jako další zdroj uhlíku a dusíku  
S — sušina supernatantu ze separace opracovaného kvasničného mléka  $S = z \cdot p \cdot P$

středivé separace termizovaného kvasničného mléka. Zavedením této čistící a koncentrační operace se výrobek „ochuzuje“ o složku sušiny, která, přechází do supernatantu, a je otázkou, do jaké míry se tato ztráta nahradí tím, že se supernatant vrátí do kultivačního procesu.

Z tabulky 2 a obrázku 1 je vidět, že závislost dávkovaného množství sušiny supernatantu na přírůstu biomasy prokazuje stimulační charakter, a to jen v nízkých koncentracích. Při koncentracích vyšších se stimulační efekt sušiny supernatantu relativně snižuje a sušina se využívá převážně jako další zdroj živin.

Přírůstek biomasy vlivem stimulačních látek popisuje rovnice

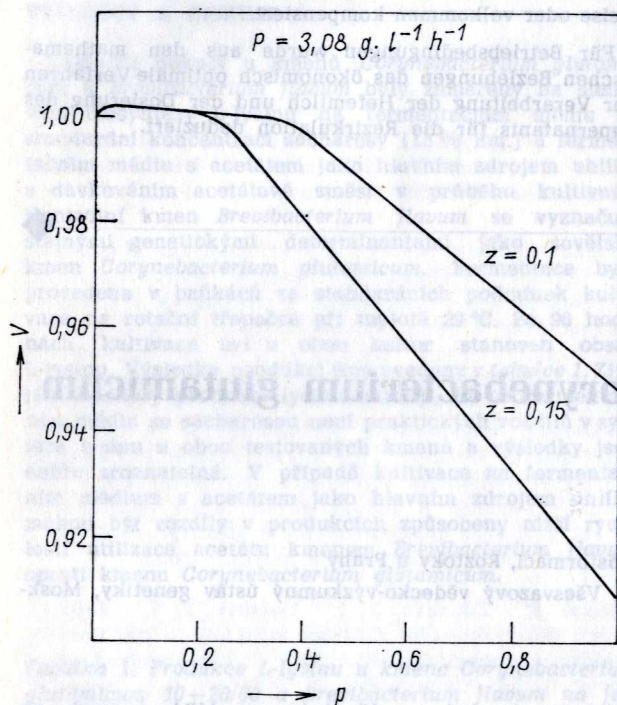
$$y_i = A \frac{S}{K + S} \quad (1)$$



kde  $S$  je množství aktivních látek přidanych na 1 litr média za 1 hodinu, konstanta  $A$  má význam jako maximálně dosažitelný přírůstek a konstanta  $K$  je koncentrace aktivních látek, při nichž bylo dosaženo poloviny maximálně dosažitelného přírůstu. Z experimentálních údajů byly určeny konstanty rovnice (1)

$$y_1 = 0,0903 \frac{S}{0,001 + S}$$

a závislost je na obrázku 1 znázorněna čárkovanou čarou.



Obr. 2. Vliv podílu biomasy zpracované separací po tepelném opracování na výtěžnost a výrobu

$V$  — produktivita postupu využívajícího separace jako náhrady zahušťování, vztažená na  $P$   
 $P$  — produktivita kultivačního prostoru  
 $p$  — podíl biomasy z  $P$  zpracovaný separací  
 $z$  — podíl ztrát při separaci teplotně opracovaného kvasničného mléka

Aktivní látky se využívají také jako zdroj uhlíku a dusíku a tento přírůstek biomasy popisuje rovnice (2)

$$y_2 = Y_{X/S} \cdot S \quad (2)$$

kde  $Y_{X/S}$  je výtěžnostní koeficient biomasy ze sekundárního zdroje. Z experimentálních údajů bylo zjištěna výtěžnost 19,4 % a potom

$$y_2 = 0,194 \cdot S$$

Celkové chování aktivních látek přidanych do kultivace popisuje rovnice (3)

$$y = 0,0903 \frac{S}{0,001 + S} + 0,194 S \quad (3)$$

a tato funkce je na obrázku 1 znázorněna plnou čarou.

Označíme-li  $p$  jako podíl výroby zpracovaný bez odparce odstředivou separací a  $z$  ztrátu při separaci a  $P$  produktivitu kultivačního prostoru, potom hodinová produktivita kultivačního prostoru výroby využívající separaci termizovaného kvasničného mléka je vyjádřena rovnicí (4)

$$V = 1 - p \cdot z + \frac{y}{P} = 1 + p \cdot z \left( \frac{0,0903}{0,001 + zpP} - 0,806 \right) \quad (4)$$

Tato závislost je pro produktivitu  $P = 3,08 \text{ kg m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$  a ztráty 10 % ( $z = 0,1$ ) a 15 % ( $z = 0,15$ ) uvedena na obrázku 2. Z obrázku 2 a rovnice (4) vyplývá, že až do podílu  $p = 0,34$  pro 10 % ztráty a  $p = 0,22$  pro 15 % ztráty je úbytek výroby zcela nahrazen stimulačním působením supernatantu. V tomto oboru  $p$  je bez dalšího rozboru zřejmé, že náhrada odpařování odstřediváním je hospodárná. Při úplném vyřazení odparce ( $p = 1$ ) je při ztrátě 10 % snížena výroba a výtěžnost o 5,1 %, při ztrátě 15 % je snížení o 9,1 %.

Rovnici (4) může tedy využít uživatel technologie nebo projektant, aby při znalosti ztrát  $z$  zvolil vhodný poměr mezi zahušťováním na odparce a na odstředivce tak, aby zvýšené provozní náklady byly kompenzovány úsporou energie, investičních nákladů a pracovních sil.

## Literatura

- [1] ŠTROS, F.: Technologický postup výroby krmných kvasnic ze syntetického lihu v Selíko Kojetín. Závěrečná zpráva C-11-329-011-G1, 1973.
- [2] ADÁMEK, L., ŠESTÁKOVÁ, M., RYBÁŘOVÁ, J., ŠTROS, F.: Kvas. prům. 27, 1981, s. 278.
- [3] MOSTECKÝ, J., ŠTROS, F., AUNICKÝ Z., ADÁMEK, L., KRUMPHANZL, V., RUT, M., HRUBAN, A.: Způsob výroby kvasničných bílkovin. Čs. autor. osvědč. č. 169587, 1975.
- [4] ŠTROS, F., RUT, M.: Způsob koncentrace a zlepšování jakosti kvasničné biomasy. Čs. autor. osvědč. č. 220605, 1982.
- [5] ADÁMEK, L., RUT, M., ŠTROS, F.: Kvas. prům. 24, 1978, s. 153.
- [6] ADÁMEK, L., ŠTROS, F., RUT, M., RYBÁŘOVÁ, J.: Kvas. prům. 28, 1982, s. 174.

Adánek, L. - Rut, M. - Štros, F.: Stimulátory růstu při výrobě krmných ethanolových kvasnic. Kvas. prům. 29, 1983, č. 9, s. 205—208.

Při výrobě krmných ethanolových kvasnic se jako zdroj stimulačních látek používají melasové lihovarské výpalky. Jako další zdroje byly zkoušeny autolyzáty *S. cerevisiae*, *T. ethanolitolerans* a supernatant po termizaci kvasničného mléka provozního kmene. Autolyzáty byly neúčinné, ale supernatant po termizaci vykazoval srovnatelnou, nebo větší účinnost než melasové výpalky. Ztráty finálního produktu vzniklé při termizaci kvasničného mléka jsou zčásti nebo úplně kompenzovány stimulačním efektem přidávaného supernatantu.

Pro provozní podmínky byl z matematických vztahů odvozen nejekonomičtější způsob zpracování kvasničného mléka a dávek supernatantu pro recirkulaci.

Ада́мек, Л., Ру́т, М., Штрос, Ф.: Стимуляторы роста при производстве кормовых дрожжей на этаноле. Квас. прум., 29, 1983, № 9, стр. 205—208.

При производстве кормовых этаноловых дрожжей в качестве источника стимулирующих веществ применяется паточная барда из производства спирта. Как другой источник были испытаны автолизаты *S. cerevisiae*, *T. этанолитолеранс* и супернатант после термизации дрожжевого молока эксплуатационного штамма.

Автолизаты оказались недейственными, однако супернатант после термизации показывал сравнимую или большую действенность, чем паточная барда. Потери конечного продукта, возникшие при термизации дрожжевого молока, отчасти или всецело компенсируются стимуляционным эффектом прибавляемого супернатанта.

Для эксплуатационных условий из математических соотношений выведен самый экономичный способ переработки дрожжевого молока и доз для рециркуляции.

Adánek, L. - Rut, M. - Štros, F.: Growth Stimulators for Fodder Yeast Production. Kvas. prům. 29, 1983, No. 9, p. 205—208.

For fodder yeast production from ethanol distiller's



slops, as a source of stimulatory compounds, are used. As further possible sources autolysates of *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulopsis ethanolitolerans* and the supernatant after thermalization of yeast suspension produced were tested. Autolysates were inefficient. However the effect of supernatant after thermalization of yeast suspension was the same or better than of molasses destillation residue. Losses of the final product originated during thermalization of yeast suspension are partially or quite compensated with the stimulatory effect of supernatant added. The most economic procedure of the treatment of yeast suspension and the dosage of sepernatant after the recycle was derived for a plant scale conditions.

**Adámek, L. - Rut, M. - Štros, F.: Wachstumsstimulatoren bei der Äthanol-Futterhefeproduktion.** Kvas. prům. 29, 1983, Nr. 9, S. 205—208.

Bei der Produktion der Äthanol-Futterhefe wird als Quelle stimulierender Substanzen Melasseschlempe aus Brennerereien angewendet. Als weitere Quellen wurden Autolysate von *S. cerevisiae* und *T. ethanolitolerans* und Supernatant nach Thermisierung der Hefemilch des Betriebsstammes erprobt.

Die Autolysate waren nicht wirksam, aber der Supernatant nach der Thermisierung wies eine vergleichbare oder höhere Wirksamkeit als die Melasseschlempe auf. Die Verluste des Endprodukts, die bei der Thermisierung der Hefemilch entstehen, werden durch den Stimulationseffekt des zugegebenen Supernatants teilweise oder vollkommen kompensiert.

Für Betriebsbedingungen wurde aus den mathematischen Beziehungen das ökonomisch optimale Verfahren der Verarbeitung der Hefemilch und der Dosierung des Supernatants für die Rezirkulation deduziert.