

## Výroba kvasničných bílkovin ze syrovátky

JOSEF TOMÍŠEK, Spojené lihovary, n. p., závod Droždárna Kolín

VRATISLAV GRÉGR, VŠCHT, Katedra kvasné chemie a technologie, Praha

663.12

Podle směrnic třetí pětiletky bude pro odstranění nedostatku bílkovinných krmiv provedena výstavba více průmyslových závodů na výrobu krmného droždí — toruly z různých zdrojů. Výstavba se týká jak ministerstva potravinářského průmyslu, tak chemického průmyslu a ministerstva zemědělství. Jde jednak o výstavbu zcela nových závodů, jednak o adaptaci jiných průmyslových objektů pro tuto výrobu. Protože výstavba průmyslových závodů potrvá několik let, jde o okamžitou pomoc našemu zemědělství, kterou by bylo možno uskutečnit bez větších investičních částek, z prostředků a surovin, které jsou po ruce. Nejrozšířenější surovinou k výrobě krmných kvasničných bílkovin je u nás melasa, podobně jako pro výrobu pekařského droždí. I když její cena je relativně nízká, jsou vyhledávány i jiné suroviny, zejména méněhodnotné, jako např. sulfitové výluhy, lihovarské melasové výpalky, odpady z výroby glukózy a maltózy, hlízové vody, odseparované drožďařské zápary apod. Zásadou zůstává, vyřešit výrobu krmných kvasničných bílkovin pokud možno z laciných, dostupných nebo odpadních surovin, bez odpadních vod, nebo pomoci likvidaci jiných odpadních vod.

Donedávna zůstávalo otevřeným problémem využití syrovátky k výrobě kvasničných bílkovin. Třebaže se v literatuře setkáváme poměrně často s uváděním možnosti zpracování syrovátky na krmné droždí, nebyla u nás výroba nikdy zavedena. Použití syrovátky jako substrátu pro výrobu krmného droždí popisuje řada autorů např. *L. Enebo a spoluprac.* [1941], *R. Stanier* [1946], *F. Kiefer* [1948], *A. Hanson a spoluprac.* [1949], *J. Šiman* [1950], *N. Porges a spoluprac.* [1951] aj.

Podle informací ČSAZV byla produkce syrovátky v našich mlékárnách

v roce	miliónů litrů
1953 . . . . .	196,7
1955 . . . . .	136,0
1956 . . . . .	156,0
1957 . . . . .	179,0
1958 . . . . .	238,0

Značný podíl z tohoto množství zůstával však nevyužit, protože syrovátka byla vypouštěna do odpadních vod. Jen poměrně malá část byla využívána k přímému zkrmování. Přímé zkrmování syrovátky není z hlediska krmivářského nejvhodnější, protože syrovátka je sacharidickým krmivem, kterých má naše zemědělství dostatek.

K vyřešení průmyslového zpracování syrovátky na kvasničné bílkoviny a k vypracování nového způsobu výroby byli autoři vyzváni z iniciativy pracovníků Státního statku ve Voticích (*s. Bareš, inž. Görtler a inž. Škoda*). Provozní pokusy byly provedeny v lihovaru v Nemyšli a po výstavbě nového výrobního zařízení byla výroba zavedena ve Voticích.

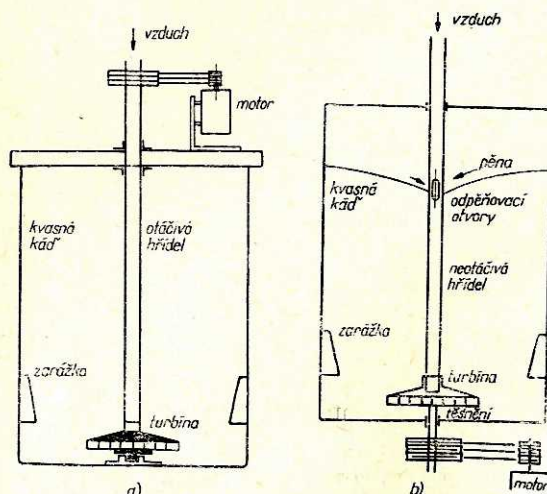
Základní otázkou při zavádění výroby kvasničných bílkovin zůstává otázka vhodného větrání zápar. Protože získání turbodmychadel dostatečného výkonu, zejména pro větší počet menších vý-

roben se ukázalo velmi obtížným, navrholo OTR ministerstva zemědělství použít samonasávacího míchadla, které je v literatuře popisováno jako systém Claus-Waldhof. Míchadlo je známé v řadě modifikací, zejména pak po nahrazení původního typu ve tvaru  $\perp$  míchadlem několikaramenným.

V lihovaru Nemyšli instalované dvojramenné míchadlo způsobovalo při pohybu v kapalině velmi silné otřesy kvasné kádě i chvění budovy, takže po prvních zkouškách bylo vyřazeno z provozu a pro zkvašování syrovátky byla podle návrhu *J. Tomáška* instalována samonasávající turbína, založená na stejném principu. Konstrukci turbíny vyřešili *ss. Richter a Macháček* z dílen Státního statku ve Voticích. Těmito turbínami byly vybaveny všechny kádě v nové výrobě ve Voticích. Samonasávací turbíny se velmi dobře osvědčily. Potřebují menší příkon a jejich chod v kapalině je velmi klidný, bez značnějšího odporu. Zpracování vzduchu do kvasného prostředí zcela splňuje požadavky kladené na potřebu vzduchu pro kvašení. Turbíny mohou být instalovány buď s pohonem vrchním (*obr. 1a*), nebo spodním (*obr. 1b*). Při spodním pohonu se zmenšuje namáhání hřídele v kroucení. Při neotáčivé hřídeli, nasazené nad turbínu se spodním náhonem (*obr. 1b*), nepřichází její namáhání vůbec v úvahu. Horní část nasávací turbíny může být s výhodou opatřena otvory, kterými se nasává pěna s povrchu kvasící turbíny a turbínou se rozptýluje v kvasící zápaře.

Sací výkon turbíny je závislý na obvodové rychlosti, tj. počtu otáček a průměru turbíny. Při zkoušce účinnosti turbíny v pokusné nádobě (obsah 10 hl) bylo při 360 ot/min dosahováno větrání 50 až 60 % objemu za minutu. Zvětšením počtu otáček na 500 ot/min bylo větrání zvětšeno až na 100 % obj./min. Proti jiným způsobům je zpracování vzduchu při použití samonasávací turbíny podstatně dokonalejší, takže pro dosažení maximální výtěžnosti plně dostačuje větrání 50 % obj./min.

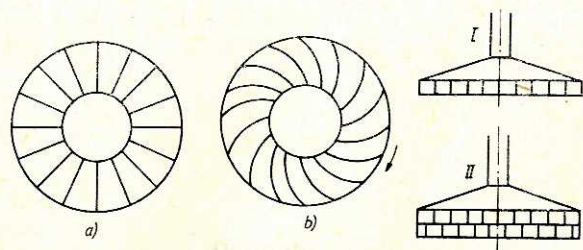
Vyřešení otázky vhodného větrání laciným a přístupným způsobem umožňuje zavedení a rozšíření



Obr. 1. Instalace turbíny

a — s vrchním pohonem; b — se spodním pohonem





Obr. 2. Uspořádání přepážek uvnitř turbíny  
I — turbína jednostupňová; II — turbína dvoustupňová

výroby hlavně v malých výrobních jednotkách, kde pořízení turbodmýchadel a jejich pohon představuje největší část nákladů. Příkon potřebný pro pohon turbín tak, jak jsou instalovány ve výrobě ve Voticích, činí 9 až 10 kW/h pro každé množství 200 hl, při průměru turbíny 50 cm.

### Otázka vhodné kultury

Při zpracování syrovátky na mikrobiální bílkoviny lze používat různých mikroorganismů. Jejich volba je velmi důležitá nejen z hlediska výtěžnosti a stravitelnosti bílkovin, ale i z hlediska technologického postupu (vhodnost separace, lisování atd.).

Z NSR je znám způsob zkvašování syrovátky za použití *Oidium lactis*. I když bylo dosaženo poměrně značného narůstání biomasy, byl celkový efekt nízký, poněvadž stravitelnost bílkovin produkovaných *Oidiem* byla malá (pouze 40 %). Graham a spolupracovníci uvádějí, že lze obohacení syrovátky bílkovinami dosáhnout zkvašením pomocí *Candida crusei*. Wassermann používá ke zkvašování adaptovaných kmenů *Saccharomyces fragilis*.

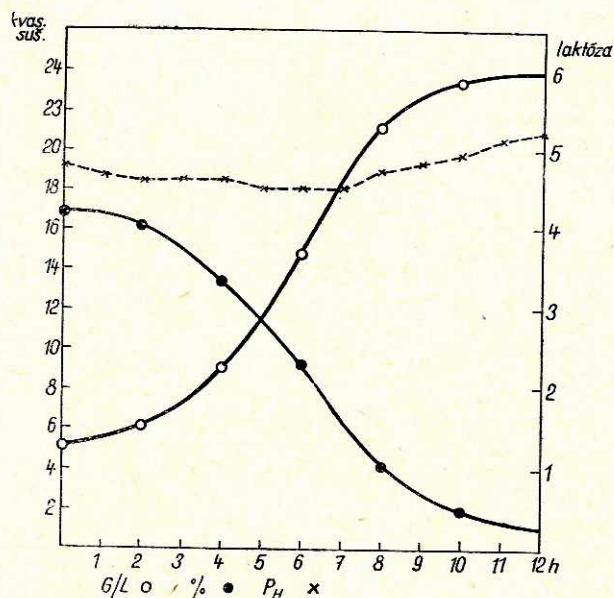
Při výběru kvasinek pro účely zkvašování syrovátky byly na katedře kvasné chemie a technologie VŠCHT přezkoušeny tyto kmeny:

1. *Torulopsis utilis* provozní kmen Uničov
2. *Torulopsis utilis* var. Henneberg
3. *Torulopsis utilis* SV
4. *Torulopsis utilis* termofilní (argentinský kmen)
5. *Torulopsis utilis* D
6. *Torulopsis utilis* spec.
7. *Torula casei*
8. *Torula cremoris*
9. *Candida tropicalis*

Při výběru bylo dosaženo nejvyšších přírůstků po adaptaci kmenů *Torulopsis utilis* kmen Uničov, *T. utilis* SV, *Torula casei* a *Torula cremoris*. Z těchto důvodů byla pak pro provozní pokusy připravována směsná kultura *T. utilis*, *T. casei* a *T. cremoris*. Kvasinky byly adaptovány též na syrovátku po výrobě sýrů, obsahující 0,5 % chloridů a na zkyslou syrovátku, v níž část laktózy byla již zkvašena na kyselinu mléčnou. Vhodným vedením kvašení v provozním měřítku bylo dosaženo optimálních výtěžků i z takovýchto surovin.

Směsná kultura se osvědčila nejen při laboratorních a poloprovazních pokusech, zejména však v provozu (obr. 3). Průběh kvašení při laboratorních pokusech byl:

čas hod	syrovátka v ml	pH	sušina v g/l	nezkvašená laktóza %
0	350	4,5	5,24	3,01
2	—	4,8	6,06	2,26
4	—	4,8	7,64	1,57
6	—	4,5	9,22	0,72
8	—	4,8	11,28	0,17
10	—	5,2	13,78	0,13
12	—	5,3	14,50	0,07
14	—	5,4	14,69	0,07



Obr. 3. Grafické sledování provozního pokusu

### Kvašení v provozu

Pro pokusy se zkvašováním syrovátky bylo využito zařízení hospodářského lihovaru Nemyšl (Státní statek Votice). Byly použity dvě kádě po 40 hl o plnění 25 až 30 hl. Při správném vedení kvašení a při správném dávkování živin, lze s jednou násadou pracovat celý týden při zpracování až 120 hl syrovátky za den.

Dokonalé využití kvasného prostoru lze dosáhnout jedině vhodným technologickým postupem. To znamená, vyprodukovat v krátké době velké množství biomasy a namnožování inokula zkrátit na nejkratší dobu. Těmto požadavkům dobře vyhovuje polokontinuální způsob kvašení (podpouštění). Spočívá v tom, že se část kvasící záparty odtáhne do kádě další. První kádě se dokvasí a z druhé se opět odtáhne část záparty do první (nebo další) prázdné kádě. Na správném způsobu živění je závislý fyziologický stav kvasinek, a tím i výtěžky. Množství odtahu i stanovení vhodné doby jsou závislé na vitalitě používaného kmene kvasinek, na dokonalosti větracího systému a na volbě vhodných podmínek při kvašení jako je koncentrace, pH, teplota apod.

Při zkvašování syrovátky vzniká také určité množství esterů. Jako zdroj uhlíku slouží nejen laktóza, ale i kyselina mléčná. Jelikož dodávaná syrovátka má dosti kolísavé pH, může dojít během kvašení k náhlým změnám pH, a tím i k aglutaci kvasinek. Těmto zjevům se zamezí správným dávkováním a volbou živin. Bylo také zjištěno, že při teplotách vyšších než 34 °C se výtěžnost snižuje.



## Složení syrovátek použitých k pokusům

Původ syrovátky a její složení g/l

	Votice		Sedlčany	Klatovy
Celková sušina	60,1	49,9	37,1	67,6
Obsah laktózy	44,5	36,4	29,9	46,0
Popeloviny	6,4	4,3	5,2	5,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,1	0,65	—	0,77
Dusík celkový	1,4	1,09	0,6	1,53
Bílkoviny		4,4	3,7	9,6
pH		5,2		4,8

Hlavní složkou syrovátky je mléčný cukr (laktóza). Podle našich vlastních zjištění kolísá obsah laktózy v syrovátce dodávané ke zkrmování v mezích 2,2 až 4,3 % a obsah bílkovin 0,3 až 0,9 %.

Bílkoviny obsažené v původní syrovátce jsou představovány albuminem, globulinem, kaseinem, albumosami a peptony. Nebílkovinný dusík v syrovátce je tvořen hlavně dusíkem purinových zásad a amoniakálním dusíkem. Podle literatury připadá ve sladké syrovátce z celkového dusíku na dusík bílkovinný 52,5 %, dusík albumos a peptonů 31,3 % a na dusík aminokyselinový asi 5 %.

## Výtěžky dosažené v provozu

V provozním měřítku bylo dosahováno průměru výtěžnosti 51 až 54 % sušiny biomasy na zkvašenou laktózu. Množství nezkašené laktózy se pohybovalo zpravidla v rozmezích 0,2 až 0,8 % (u koncentrovaných syrovátek). Množství zbytkového cukru není na závadu v případě, kdy zkrmujeme přímo prokvašené zápary, protože je rovněž využito organismem zvířete. Obsah zbytkového cukru je přímo závislý na době kvašení a proto je nutno posuzovat jej z hlediska ekonomického, tj. musí být s ohledem na technologický postup časově únosný. Doba kvašení byla průměrně při periodickém způsobu 8 hodin, při větrání 50 % obj./min a při teplotě 30 °C. Přídavek živin byl vypočítán na předpokládanou výtěžnost 50 % sušiny biomasy na celkový obsah laktózy, přičemž bylo počítáno i s obsahem asimilovatelného dusíku a P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> v použité syrovátce.

N. Porges a spoluprac. (1951) popisují zkvašování čířené syrovátky pomocí *Saccharomyces fragilis* a uvádějí, že při 15hodinovém kvašení dosahují 24 až 45 % sušiny biomasy (v průměru 40 %), počítáno na zkvašený cukr a při použití větrání systému Waldhof. Lefrancois dosahuje z jednoho m<sup>3</sup> syrovátky o obsahu 5 % laktózy výtěžku 18 kg sušeného krmného droždí.

V našem případě bylo dosaženo nově vypracovaným technologickým postupem a při použití syrovátky s průměrným obsahem 4 až 5 % laktózy 16 až 21 kg sušiny biomasy z 1 m<sup>3</sup>, k čemuž je nutno ještě přičíst vysrážené bílkoviny ze syrovátky. Toto množství představuje podle našich zjištění 2,5 až 4,0 kg suš. bílkovin z 1 m<sup>3</sup> syrovátky.

Vysoká krmná hodnota kvasinek získaných zkvašováním syrovátky spočívá nejen ve vysokém obsahu stravitelných bílkovin, ale i v obsahu růstových látek, vitaminů aj. Z vitaminů se vyskytují v krmném droždí zejména vitaminy skupiny B a provitamin D. Z hlediska fyziologického jsou důležité i ostatní růstové látky. Ve srovnání s některými jinými substráty je obsah uvedených látek v kvasinkách při zkvašování syrovátky vyšší. Chromatografickými rozborů hydrolyzátů získané kvasničné bílkoviny bylo dále dokázáno, že bílko-

vina obsahuje o 3 aminokyseliny více, než bývá uváděno v literatuře. Kvasinky získané pěstováním na syrovátce jsou fyziologicky velmi vhodné zejména jako kvasinky násadní.

Provozní realizace nového způsobu výroby kvasničných bílkovin ze syrovátky byla dokončena výstavbou nové provozovny Státního statku ve Voticích, v níž byla zahájena výroba 25. 2. 1961. V kvasárně jsou umístěny tři kvasné kádě, každá o objemu 200 hl, opatřené samonasávacími turbínami. Při periodickém způsobu výroby je možno denně zpracovat 500 hl syrovátky. To odpovídá roční produkci 300 t sušiny krmných bílkovin. Při dostatečném přísunu syrovátky a při polokontinuálním způsobu výroby je možno výrobu na daném zařízení bez dalších adaptací ještě dále zvyšovat. Po doplnění výrobního zařízení odstředivkou a vakuovým rotačním filtrem bude vyráběno jak kvasničné mléko a lisované krmné droždí, k přímému zkrmování, tak i krmné droždí sušené na válkách. Pokud se týká dopravy syrovátky, bylo ve srovnání s melasou propočítáno, že svoz syrovátky je při současné ceně melasy a syrovátky ještě ekonomický z mlékáren vzdálených 40 až 50 km.

## Závěr

Po úspěšných laboratorních a poloprovozních zkouškách byl vypracován nový způsob výroby kvasničných bílkovin zkvašováním syrovátky. Po adaptaci 9 vybraných kmenů mikroorganismů byla připravena na VŠCHT a provozně přezkoušena směsná kultura *T. utilis*, *T. casei* a *T. cremoris*, která umožňuje rychlé prokvašení laktózy a dosažení maximálních výtěžků. Provozně bylo dosaženo 16 až 21 kg sušiny biomasy z 1 m<sup>3</sup> syrovátky o průměrném obsahu 4 až 5 % laktózy. Toto množství se zvyšuje ještě o určité množství vysrážených bílkovin z původní syrovátky, které podle našich zjištění představuje 2,5 až 4 kg z 1 m<sup>3</sup> syrovátky. Získané krmné droždí je velmi cenné nejen z hlediska zvýšeného obsahu vitaminů, aminokyselin a růstových látek, ale i jako droždí násadní. Vypracovaný technologický postup byl provozně realizován v nově vybudované provozovně Státního statku ve Voticích, kde je možno při denním zpracování 500 hl syrovátky vyrábět 300 tun absol. sušiny krmného droždí ročně. Výroba, kterou lze na daném zařízení ještě dále zvyšovat, byla umožněna zejména zavedením samonasávací turbíny, kterou podle návrhu J. Tomáška zkonstruovali S. Richter a Macháček ze Státního statku Votice. Vhodná konstrukce větracího zařízení umožňuje též automatické odpěňování prokvašených zápar. Byly získány technické podklady pro ekonomické zpracování syrovátky na kvasničné bílkoviny a rozšíření tohoto způsobu v celostátním měřítku.

## Literatura

- [1] Enebo L., Lundin H., Myrbäck K.: Svensk kem. Tidskrift, 53 (1941).
- [2] Stanier R. Y.: B. I. O. S. Final Report, 691 (1946).
- [3] Kiefer F.: F. I. A. T. Final Report, 1274 (1948).
- [4] Hanson A. M., Rodgers N. E. a Meade R. E.: USPat. 2, 465 879 (1949).
- [5] Šiman J.: Zužitkování syrovátky, Praha (1950).
- [6] Porges N., Pepinsky J. B. a Jasewicz L.: Journal of Dairy Science, XXXIV (1951).

Došlo do redakce 24. 1. 1961.



ПРОИЗВОДСТВО ДРОЖЖЕВЫХ,  
КОРМОВЫХ БЕЛКОВИИ  
ИЗ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

На основании положительных результатов опытов проведенных как в лабораторном, так и полуксплуатационном масштабах был разработан новый метод производства кормовых, дрожжевых белков из сбраживаемой молочной сыворотки. Для этой цели было выбрано 9 штаммов микроорганизмов, из которых в лабораториях Химико-технологического Института была выведена смешанная культура состоящая из *T. utilis*, *T. casei* и *T. ceremoris*. Эта комбинированная культура обеспечивает быстрый ход ферментации лактозы и высокие выходы продукта. Новая технология была внедрена на заводе кормов построенном на государственном хозяйстве в г. Вотице. Завод может перерабатывать ежедневно 500 гл сыворотки, что отвечает годовой продукции 300 т. кормовых дрожжей (в пересчете на абсолютно сухое вещество). Успех новой технологии был обусловлен до известной степени благодаря установке специальной турбины спроектированной И. Томшиком и сконструированной С. Рихтером и Махачком.

HERSTELLUNG VON HEFEEIWEISS  
AUS MOLKE

Nach erfolgreichen Labor- und halotechnischen Versuchen wurde eine neue Methode der Hefeeiweissproduktion durch Molkevergärung ausgearbeitet. Nach der Adaptation von 9 ausgewählten Stämmen der Mikroorganismen wurde auf der Hochschule der chemischen Technologie eine gemischte Kultur aus *T. utilis*, *T. casei* und *T. ceremoris* vorbereitet und im Betrieb erprobt. Die benützte Kultur ermöglicht die schnelle Laktose-Vergärung und die Erzielung maximaler Ausbeuten. Die betriebliche Realisation des neuen technologischen Verfahrens erfolgte in einem neu aufgebauten Betrieb auf dem landwirtschaftlichen Staatsgut Votice. Der neue Betrieb hat bei täglicher Verarbeitung von 500 hl Molke eine jährliche Produktionskapazität von 300 Tonnen absol. Trockensubstanz der Futterhefe. Die Produktion wurde hauptsächlich durch die Einführung einer selbstsaugenden Turbine ermöglicht, welche von S. Richter und Macháček nach dem Entwurf von Ing. J. Tomíšek konstruiert wurde.

MANUFACTURING YEAST ALBUMINS  
FROM WHEY

After successful tests on laboratory as well as semiindustrial scale a new method of manufacturing yeast albumins by fermenting whey has been suggested. Nine selected stems of microorganisms have been used in the laboratory of the High School of Chemical Technology to prepare and test a mixed culture consisting of *T. utilis*, *T. casei* and *T. ceremoris*. This complex culture secures a rapid fermentation of lactose and high yields. This new technology has been introduced in a new plant built at the Votice state farm. 500 hl of whey can be processed every day and 300 t (the figure indicates the quantity of absolute dry matter) of food yeast produced per year. Good results at the Votice plant are mainly due to the installation of a special turbine designed by J. Tomíšek and built by S. Richter and J. Macháček.