

Výzkum a zavádění výroby krmných kvasnic kontinuální fermentací

663.14

JIŘÍ BARTA, Mikrobiologický ústav ČSAV Praha, FRANTIŠEK ŠTOS, Výzkumný ústav lihovarského a konzervářského průmyslu Praha a VLADIMÍR ŠILINGER, Mikrobiologický ústav ČSAV Praha

za kolektiv XII. sjezdu KSČ

Je dobře známo, jak důležité je v současné době získávání kvasničných bílkovin — toruly, které sušené tvoří součást krmivových směsí a v lisované formě se používají jako násada při výrobě tekutých kvasničných krmiv. Nejen v ČSSR, ale i v řadě jiných průmyslově vyspělých států se vypracovávají různé technologické postupy pro výrobu krmných kvasnic z různých, zejména odpadních surovin.

V rámci závazku k XII. sjezdu KSČ prověřili zaměstnanci Mikrobiologického ústavu ČSAV, Výzkumného ústavu lihovarského a konzervářského průmyslu a Severočeských konzerváren a droždáren, n. p., závod Teplice, jednostupňový kontinuál-

ní způsob kultivace toruly a trvale jej zavedli do provozu. Teoretickým podkladem pro průmyslovou aplikaci tohoto způsobu fermentace byly práce akademika I. Málka a členů jeho kolektivu [Málek — 1955, Fencel a spol. — 1961, Beran a kol. — 1962].

Před započítím vlastních zkoušek bylo nutné prověřit celý současný technologický postup na jednotlivých výrobních stanicích a zracionalizovat výrobu. Závod z několika příčin nedosahoval příznivých výrobně technických a ekonomických parametrů.

V roce 1961, kdy se v Teplících začalo s výrobou lisované násadní toruly, chyběl dostatek technolo-

gických zkušeností. Závody v Uničově, Rájci n. Svitavou a Ml. Boleslavi vyráběly krmnou torulu za zcela odlišných podmínek.

Závod Teplice použil při zahájení výroby krmných kvasnic skoro beze změny zařízení droždárny, přitom se nepočítalo s určitými odlišnostmi výroby násadní lisované toruly ve srovnání s výrobou pekařského droždí. Teprve při pokusu bylo nutno odstraňovat některé nedostatky. Důležitým zlepšením byla např. náhrada starších typů odstředivek výkonnými stroji De Laval Dx - 309 - 35 B, které plně vyhovují požadavkům moderního provozu.

Cílem kolektivu bylo zavést optimální kontinuální fermentační postup, vyhovující nynějšímu zařízení, racionalizovat dosavadní technologii, počínaje přípravou živných roztoků a konče lisováním z hlediska omezení ztrát živin a buněčné hmoty, jakož i nahradit část melasy nepotravinářskými surovinami. Při této práci se také měly získat zkušenosti pro modernizaci závodů a další podklady pro výstavbu nových toruláren.

Pokusná část

Kvasárna torulárny v Teplicích je v současné době vybavena čtyřmi nerezovými kvasnými káděmi celkového obsahu 750 hl s užitečným obsahem 470 až 500 hl. Fermentory jsou opatřeny běžným trubkovým větráním a chladicími hady. Teplota kvasic zápars se kontroluje dálkovými teploměry, množství přiváděného vzduchu nízkotlakými prstencovými váhami.

Na počátku roku 1962 se v závodě používalo třístupňové kontinuální fermentace s přítokem melasové záparsy a živin do všech tří fermentorů. Vícestupňová kontinuální kultivace toruly na jediném uhlíkatém zdroji je podle teoretických rozborů, ověřených laboratorními i provozními pokusy, neekonomická, neboť snižuje kapacitu zařízení a často i výtěžnost. Nerovnoměrné zatížení jednotlivých stupňů cukerným výživným roztokem umožňuje vedlejší metabolismus cukru, spojený s produkcí esterů a jindy zase naopak způsobuje hladovění kvasničných buněk, které vede k jejich vydýchávání, ztrátě na váze a popř. i k lysi.

Pro kultivaci na melase je nejvhodnější jednostupňový fermentační proces. Při aktuální hladině cukru ve fermentoru 0,03 až 0,05 g/100 ml umožňuje dostatečně krátkou generační dobu a ztráty cukru v odpadu jsou minimální. Tvorbu anaerobních metabolitů je za těchto podmínek podstatně omezena. Tím se dosáhne při dodržení ostatních optimálních podmínek fermentace (aerace, živění, teplota apod.) vysokých výtěžností. Pro tyto své výhody byla jednostupňová kontinuální fermentace zvolena pro výrobu toruly v Teplicích.

Před zavedením nového kontinuálního fermentačního postupu proměřili inž. Hospodka a PhMr. Čáslavský z Mikrobiologického ústavu ČSAV přestup kyslíku ve dvou fermentorech torulárny. Při zjišťování aeračních podmínek použili polarografické metody [Hospodka a spol. — 1962], při níž se maximální rychlost rozpouštění kyslíku vypočítává z aktuální koncentrace rozpouštěného kyslíku, z rychlosti spotřeby kyslíku mikroorganismy,

z koncentrace kvasničné sušiny a z rozpustnosti kyslíku ve fermentační kapalině. Koncentrace rozpouštěného kyslíku se stanovuje polarograficky kombinací pevných elektrod Pt-Ag, krytých polyetylenovou membránou s 0,5 N KOH jako elektrolytem při napětí 1,1 V. Rychlost spotřeby kyslíku kvasinkami se určuje z rychlosti úbytku rozpouštěného kyslíku ve vzorcích odebraných z fermentoru, koncentrace kvasničné sušiny diferenční metodou. Počítalo se s rozpustností kyslíku v melasové půdě 8,3 mg/l. Tato hodnota je dána logaritmickým průměrem parciálních tlaků kyslíku u dna a hladiny při výšce sloupce kapaliny 4,5 m. Plnění kádí při stanovování přestupu kyslíku bylo 550 hl. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 1.

Fermentor I je uzavřená kvasná kád obsahující 750 hl instalovaná v závodě v roce 1961, která zatím není opatřena prstencovou váhou na kontrolu přiváděného vzduchu. Fermentor II je jedna ze tří otevřených kvasných kád stejného objemu z původního zařízení droždářské kvasárny. 6 dílků stupnice prstencové váhy, jejíž přesnou kalibraci nebylo možno zjistit, odpovídá běžným provozním podmínkám. Zbývající 2 kvasné kádě nebyly proměřovány, protože se konstrukčně neliší od fermentoru II a lze u nich předpokládat podobné aerační podmínky.

Z maximálních rychlostí rozpouštění kyslíku, uvedených v tabulce 1 vyplývá, že při generační době 3 hodiny je možno ve fermentoru dosáhnout rovnovážné koncentrace kvasničné sušiny 0,68 g na 100 ml, ve fermentoru II a pravděpodobně i ve zbývajících dvou kvasných kádích 1,02 g/100 ml. Při běžném provozu však nelze přesahovat 80 až 85 % zjištěných maximálních hodnot, nemá-li být nedostatek kyslíku a snížená výtěžnost.

Na základě těchto výsledků byla uzavřená kvasná kád vyřazena z provozu a pro vlastní kontinuální fermentační proces se použily pouze kádě otevřené. Dva krajní fermentory mají funkci produkčních kvasných kád, prostřední slouží jako kád dozrávací.

Při stanovení parametrů pro kontinuální fermentaci jsme vycházeli ze dvou základních vztahů, a to ze vztahu mezi generační dobou G a růstovou rychlostí μ a z poměru mezi hodinovým přítokem živné půdy F a užitečným objemem fermentoru V .

Generační doba, tj. doba potřebná pro zdvojení biomasy, pokud není pro dané podmínky známá, se určuje experimentálně z růstové křivky daného mikroorganismu při jednorázové kultivaci. Její vztah k specifické růstové rychlosti je dán rovnicí

$$\mu = \frac{1n2}{G} = \frac{0,693}{G}$$

Poměr hodinového přítoku a celkového objemu živné půdy ve fermentoru se označuje jako zředovací rychlost D

$$\frac{F}{V} = D$$

Za podmínek tzv. ustáleného stavu při kontinuální kultivaci se musí specifická růstová rychlost rovnat zředovací rychlosti, nemají-li se buňky vyplavit, tj.

$$\mu = D$$

Kromě zředovací rychlosti ovlivňují růstovou rych-

Tabulka 1

Fermentor	Vzduch	mmol O ₂ /hod	Průměr mmol O ₂ /hod
I	max	40,3	39,5
II	9,5 d.	38,7 59,7	61,5
	6,0 d.	63,3 53,6 58,6	
			58,6

lost ještě jiné faktory, především koncentrace substrátu

$$\mu = \mu_{\max} \frac{S}{K_S + S}$$

kde μ_{\max} je maximální růstová rychlost;

S — koncentrace substrátu;

K_S — saturační konstanta pro kterou platí, že

$$\mu = \frac{1}{2} \mu_{\max}$$

Tento vzájemný vztah mezi D , μ a μ_{\max} umožňuje určitou samoregulovatelnost procesu, ovšem jen do té doby, pokud hodnota D nepřestoupí μ_{\max} , kdy se nutně vyplavuje. V praxi se pracuje s nízkými koncentracemi asimilovatelných látek při hodnotách blízkých μ_{\max} .

Při zavádění kontinuální fermentace jsme sledovali všechny činitele ovlivňující její průběh, především množství přiváděného vzduchu, přítok zápary a zředovací vody. Z počátku jsme použili nižší zředovací rychlosti (odpovídá delší generační době) a tu jsme v průběhu kvašení při stálé provozní a laboratorní kontrole pozvolna zvyšovali až do dosažení optimálních hodnot produktivity zařízení.

Pro zjištěnou optimální generační dobu např. 3,5 hod platí, že

$$\mu = \frac{0,693}{G} = \frac{0,693}{3,5} = 0,198.$$

Za podmínek stálého stavu

se $F = DV = \mu V = 0,198 \cdot 485 = 96$ hl.

Při rovnovážné koncentraci kvasničné sušiny $x = 1,0$ g/100 ml je hodinová produktivita zařízení

$$P = F \cdot x = 96 \text{ kg kvasnic o } 100\% \text{ sušině.}$$

Dlouhodobé pokusy s kontinuální kultivací ukázaly možnosti samoregulace procesu, o kterých jsme se již zmínili. Tak např. vykazoval fermentační tank v časových úsecích 24 hod jednou zředovací rychlost $D_1 = 0,202$ a později $D_2 = 0,178$. Těmto rozdílným hodnotám odpovídaly koncentrace kvasničné sušiny $x_1 = 0,985$ g/100 ml a $x_2 = 1,110$ g/100 ml. Průměrná hodinová produktivita systému zůstala v obou případech prakticky stejná ($P_1 = 96,5$ kg, $P_2 = 95,8$ kg). Podobné kolísání není možno v průmyslových podmínkách vyloučit bez zařazení vhodných regulačních prvků, udržujících s dostatečnou přesností stálý průtok zředovací vody.

Po počátečních, asi týdenních pokusech s kontinuální kultivací toruly na samotné melase se započalo s náhradou 25 % melasy odpovídajícím množstvím zahuštěných lihovarských výpalků, kte-

ré při tomto poměru plně nahrazují melasu [Syhrová a Štros — 1961, Štros a spol. — 1962]. Během dlouhodobých pokusů s uvedenou směsí surovin nebylo pozorováno snižování výtěžnosti a v podmínkách závodu Teplice ani růstové rychlosti. Proto byla kultivace na směsné živné půdě trvale zavedena.

Upravený technologický postup

Příprava zápary a živných solí

Směs melasových výpalků a melasy se připravuje přímo v melasových zásobnících, které jsou již z dřívější doby opatřeny homogenizačním zařízením. Homogenizační stanice se skládá z propojovacího potrubí mezi jednotlivými melasníky a dvou zubových čerpadel výkonu 350 l/min. Směs se homogenizuje několikadenním přečerpáváním surovin, odměřených do zásobníku ve správném poměru, ze spodní části melasníku do vrchní. Připravená směs surovin se čerpá na váhu a odvážená dávka se spouští do jedné ze tří varných kádí (viz schéma výroby na obr. 1).

Pro přípravu sladké zápary ve varné kádí se odváží 6000 kg směsi melasy se zahuštěnými výpalky v poměru 3:1, 150 kg síranu amonného, 50 kg diamonfosfátu, přidá se 15 hl výluhu superfosfátu a 30 l konc. kyseliny sírové. Směs surovin a živných solí ve varné kádí se doplní vodou na 125 hl a steriluje krátkým povařením. Správně připravená zápara má mít sacharizaci 32 až 33 °B_g a přímou polarizaci 14 až 15 %.

Výluh superfosfátu se připravuje ve čtvrté varné kádí z 1200 kg superfosfátu doplněním vodou na 120 hl, okyselením 5 l konc. kyseliny sírové a zahřátím na 60 °C.

Propagace a příprava násady

Při kontinuální technologii fermentace se čistá kultura vyvádí pouze zřídka. Kultura *T. utilis*, vybraná na VÚLK z mnoha kmenů růstových kvasinek, se pro větší velikost buněk a dobré fermentační vlastnosti propaguje na sterilních melasových substrátech. Kultura se pomnožuje diskontinuálně běžnou kultivační technikou. Vyvedení propagace je nutné pouze v případech degenerace kultury, vážných provozních poruchách nebo silné kontaminací.

Po nedělních zarážkách se obsah fermentoru obvykle zakvašuje dobře vypraným kvasničným mlékem, které se skladuje v hliníkových sbornících v co nejkoncentrovanější formě. Násadní torulové mléko se získává na počátku fermentačního cyklu, kdy jsou kvasničné buňky v dobrém fyziologickém stavu a kdy je nebezpečí kontaminace minimální. Dobře vyprané kvasničné mléko lze skladovat po dobu 10 dnů při teplotě asi 4 °C. V nechlazených zásobnících při teplotě asi 10 °C nesmí být skladovací doba delší než týden. Po této době je nutno násadní kvasničné mléko zpracovat lisováním nebo sušením a nahradit čerstvým.

Hlavní fermentační proces

Rozkvašuje se běžným přítokovým způsobem; doba rozkvašení je závislá na množství použité násady. V předloze na počátku kvašení však nemá

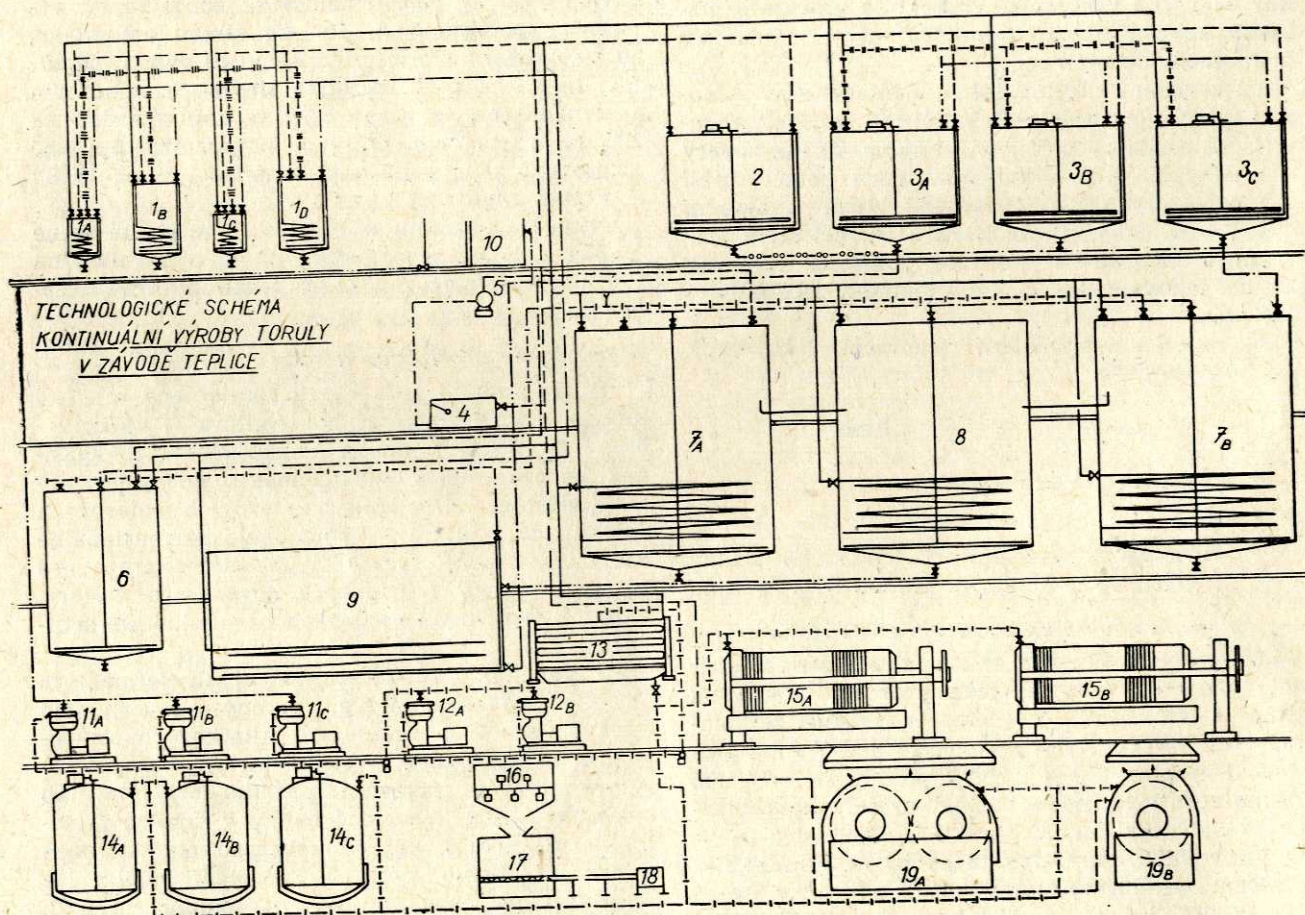
být koncentrace kvasničné sušiny nižší než 0,4 g na 100 ml. Při sledování průběhu fáze rozkvašení byl zjištěn velmi dobrý fyziologický stav kvasničných buněk. Buněčné blány byly neporušeny, plasma jasná až jemně disperzní, pouze jednotlivě u starších jedinců zrnitá, tvary buněk vyrované. Pučících buněk bylo 25 až 35 %, buněk barvitelných metylenovou modří nebylo více než 0,5 %. Aglutinace, pseudomycel ani svazčité pučení nebylo pozorováno. Kontaminace byla velmi slabá, a to gram-negativními tyčinkami a mikrokoky.

Po rozkvašení kádě se spouští pravidelný průtok. Hustá melasovypalková zápara se do kvasničných kádí přivádí plunžrovými dávkovacími čerpadly FJ-110, konstantní sací výška se zajišťuje vyrovnávacími nádržkami s plovákovým regulačním zařízením, čpavková voda pro doplňkové živění dusíkem se připojuje z odměrky. Ve shodě se zjištěnými aeračními podmínkami se do kvasných kádí dávkuje cukr a živiny v množství, které zajišťuje při 50% výtěžnosti a generační době asi 3 hodiny rovnovážnou koncentrací kvasničné sušiny 1 g na 100 ml. Současně se sladkou záparou se do kvas-

ných kádí připojuje zředovací voda, jejíž množství se kontroluje vodoměry. Za obvyklých podmínek při plnění 485 hl je hodinový přítok husté sladké zápary 9,5 hl a vody 82 až 92 hl. Zředovací rychlosti se tedy pohybují od 0,19 do 0,21 a odpovídají generačním dobám 3,3 až 3,6 hod.

pH se udržuje přidávkem kyseliny sírové na hodnotách 4,5 až 5,0. Při výskytu kontaminujících bakterií se pH snižuje na 4,0, výjimečně i 3,8. V tomto případě se místo čpavku dávkuje síran amonný. Teplota kvasicí zápary se udržuje na 30 až 33 °C.

Průměrný obsah kvasničné sušiny v obou fermentorech bývá asi 1 g/100 ml (0,8 až 1,1 g/100 ml), zbytkové redukující látky nepřestoupí většinou koncentrací 0,03 až 0,05 g/100 ml. Kvasný cyklus se často podařilo udržet po dobu 3 týdnů, popř. i delší. Přerušování fermentace si většinou vynucují potíže při lisování a jen zřídka kdy poruchy v kvasírně. V posledním případě se snižuje koncentrace kvasničné sušiny, zvyšuje se obsah zbytkových redukujících látek a většinou i stupeň kontaminace. Jsou tedy oprávněné předpoklady, že po vhodných



Obr. 1. Technologické schéma kontinuální výroby toruly v závodě Teplice

1_A, 1_C — propagátory s užitečným obsahem po 140 litrech; 1_B, 1_D — propagátory s užitečným obsahem po 11 hl; 2 — varná kád, používaná pro přípravu výluhu superfosfátu; 3_A, 3_B, 3_C — varné kádě pro přípravu sladké zápary — plnění 125 hl; 4 — vyrovnávací nádržka s plovákovým regulačním zařízením; 5 — plunžrové dávkovací čerpadlo PJ — 110; 6 — předkvasná kád — plnění 180 hl; nádržka s plovákovým regulačním zařízením; 7_A, 7_B — produkční kvasné kádě — plnění 485 hl, celkový objem 750 hl; 8 — dozrávací kád — celkový objem 750 hl; 9 — dozrávací prokvašené zápary — celkový objem 800 hl; 10 — síta na zachycování hrubých nečistot z prokvašené zápary; 11_A, 11_B, 11_C — odstředivky pro 1. separaci; 12_A, 12_B — odstředivky pro 2. separaci; 13 — chladič kvasničného mléka; 14_A, 14_B, 14_C — hliníkové sborníky na kvasničné mléko celkových objemů po 110 hl; 15_A, 15_B — kalolisy (1000 a 1200 kg); 16 — míchačka kvasnic; 17, 18 — liberkovací a balicí stroj; 19_A, 19_B — válcové sušárny

Tabulka 2

Průběh kontinuální jednostupňové kultivace toruly na melasovýpalkové živné půdě v časovém úseku 24 hodin

Hod	Konc. kvasničné sušiny g/100 ml	pH	Zbytkové redukující látky g/100 ml
1	0,96	4,2	0,02
2	0,96	4,5	0,025
3	1,04	4,8	0,03
4	1,08	4,8	0,03
5	1,08	3,9	0,02
6	1,04	3,9	0,03
7	1,00	4,0	0,035
8	0,96	4,2	0,03
9	1,04	4,2	0,03
10	1,08	3,9	0,04
11	1,08	4,2	0,03
12	1,04	4,2	0,025
13	1,08	4,5	0,03
14	1,10	4,2	0,03
15	1,08	3,9	0,035
16	1,04	4,0	0,03
17	1,08	4,0	0,025
18	1,08	3,9	0,035
19	1,08	4,2	0,04
20	1,04	4,5	0,03
21	1,08	4,0	0,025
22	1,08	3,9	0,03
23	1,04	4,0	0,03
24	1,04	4,2	0,035

Tabulka 3

Průběh kvasného cyklu kontinuální jednostupňové kultivace toruly na melasovýpalkové živné půdě v denních průměrech

Den	Koncentrace kvasničné sušiny v g/100 ml	Koncentrace zbytkových redukujících látek v g/100 ml
1	1,04	0,03
2	1,04	0,025
3	1,08	0,02
4	1,08	0,02
5	1,07	0,025
6	1,08	0,03
7	1,02	0,035
8	0,96	0,04
9	0,92	0,04
10	1,00	0,035
11	0,96	0,04
12	0,92	0,45
13	0,96	0,04
14	0,95	0,035
15	0,97	0,04
16	0,96	0,035
17	0,93	0,035
18	1,02	0,03
19	1,02	0,03
20	0,96	0,035
21	0,90	0,04
22	0,84	0,05
23	0,81	0,05

úpravách zařízení bude možno dosáhnout prodloužení cyklu na dobu delší než 1 měsíc.

V průběhu fermentace se ani při dlouhodobém cyklu fyziologický stav kvasinek nezhoršuje, pokud jsou dodrženy všechny potřebné podmínky. Po 2 až 4 dnech fermentace se naopak kvasinky přizpůsobují prostředí, což se projevuje vyrovnáním tvaru buněk, jasnou plasmou, minimálním počtem buněk barvitelných metylenovou modří a nepatrnou kontaminací. Porušením optimálních podmínek, např. prodloužením generační doby z různých provozních důvodů, mohou však nastat nežádoucí změny v morfologii buněk. Buňky nabývají protáhlých a drobnějších tvarů, jsou nestejně velikosti, plasma je silně vyzrtněna a blány buněk jsou velmi tenké. To způsobuje nejrušnější provozní potíže, např. při separaci a lisování, popř. i snížení výtěžnosti. Příklady průběhu fermentace jsou uvedeny v tabulkách 2 a 3.

Hodnoty uvedené v tabulkách potvrzují, že při průtokové kultivaci toruly nevznikají podstatné výkyvy koncentrace kvasničné sušiny ani zbytko-

vých redukujících látek. Menší výkyvy hodnot pH jsou způsobovány ručním dávkováním kyseliny sírové pro neutralizaci alkálií, uvolňovaných při asimilaci solí organických kyselin výpalků. Plánovaná automatická regulace pH tuto provozní závadu odstraní.

Vážnějším nedostatkem jsou poměrně špatné aerační podmínky ve fermentorech, které jsou opatřeny málo účinným trubkovým větráním. Pro bezpečné dosahování vysoké výtěžnosti při kontinuálním provozu by bylo třeba pracovat při rovnovážné sušině 0,8 až 0,85 g/100 ml. Ohledy na zachování výrobní kapacity a produktivity práce si však vynucují udržování koncentrace kvasničné sušiny na maximálních možných hodnotách kolem 1 g/100 ml, kdy se již při sebemenších provozních poruchách tvoří vedlejší metabolity a snižuje se výtěžnost.

Separace kvasinek

Prokvašená zápara se ze sběrné kádě přepouští do předlohy a odtud se přes malou nádržku, opatřenou dvojitými síty na zachycování nečistot, čerpá na odstředivky. Síta však plně nevyhovují a vynucují si používat trysek s většími, nepřilíš vhodnými průměry. Proto budou v nejbližší době nahrazena síty s automatickým vyprazdňováním (De Laval - SS - 60), které umožní optimální chod a funkci odstředivek.

Pro vlastní separaci má závod k dispozici moderní stroje D Laval DX - 309 - 35 B s rezervní kapacitou. Zatím se odštěďuje dvoustupňově na hustotu kvasničného mléka 14 až 16 °Bg. Z technických důvodů není celá technologie separace dosud uspokojivě vyřešena. Cesta prokvašené zápary na separátory je příliš dlouhá a právě zde se může zhoršovat kvalita násadní toruly. Separáční stanice je nutno ještě vybavit průtokoměry, popř. i zařízením, regulujícím automaticky hustotu kvasničného mléka. Po uvedených zásazích bude možno získávat kvasničné mléko potřebné hustoty již na prvním stupni separace.

Lisování a sušení

Kvasničné mléko koncentrace 14 až 16 °Bg se přivádí do hliníkových zásobníků a odtud se čerpá na lisy. Při lisování toruly se pochopitelně střetáváme s těžšími problémy než je tomu u pekařského droždí. Přesto se po prvotních potížích podařilo zvládnout technologii lisování vcelku dobře. Zásadní podmínkou bezporuchové práce však zůstává dobrý fyziologický stav buněk a jejich tvarová vyrovnanost. Jakákoli porucha v kvasírně, havarovaná melasa apod. se okamžitě projeví na výkonu lisovací stanice, jejíž zařízení je staršího typu a má častou poruchovost. Poměrně časté potíže při lisování jsou příčinou vyšší náročnosti a obtížnosti výroby lisované násadní toruly ve srovnání s běžnou výrobou krmných kvasnic, při níž se kvasničné mléko ihned suší a nevyrábí se produkt použitelný jako násada v malých výrobnách.

Značné ztráty kvasničné sušiny, které byly v počátečním období výroby zaznamenávány na lisovací stanici, se podařilo odstranit vrácením všech lisových vod do předlohy 9.

Další perspektivy ve výzkumu a technologii

V zájmu našeho hospodářství je nutno melasu, používanou pro výrobu krmných kvasnic, nahrazovat stále ve větším měřítku nepotravinářskými surovinami. V závodě Teplice byla v minulém roce úspěšně vyzkoušena kultivace toruly na syntetickém alkoholu. V nejbližší době budou provedeny pokusy s náhradou části melasy zahuštěnými odpadními louhy z výroby kyseliny citronové. Tento odpad je energeticky bohatší než dosud používané melasové výpalky, vzhledem k vyššímu obsahu zbytkových cukrů a organických kyselin.

V plánu je rovněž nahrazení některých dosud používaných živných solí odpady chemického průmyslu. Jde především o odpadní amoniakální vody z tlakových plynáren, jejichž vhodnost pro kultivaci toruly již byla ověřena laboratorními pokusy. V současné době jsou rovněž prověřovány některé odpady, obsahující kysličník fosforečný.

Z technologických zařízení bude na jednom z fermentorů vyzkoušen nový turbínový větrací systém ZVÚ Hradec Králové. Fermentor bude navíc opatřen zařízením pro automatickou regulaci a registraci pH.

Výhledově se počítá s vrácením odseparovaných prokvašených zápar [Grégr a spol. — 1958] a s jejich likvidací zahušťováním na odparce. Tím lze odstranit veškeré hygienické závady spojené s vypouštěním silně znečištěných vod, popř. i omezit ztráty kvasničné sušiny při separaci. Realizace tohoto většího investičního celku však zatím naráží na nepochopení MNV Teplice, který právě z hygienických důvodů usiluje o zastavení výroby toruly v Teplicích.

Závěr

V Severočeských konzervárnách a drožďárnách, n. p., závod Teplice, byla spoluprací Mikrobiologického ústavu ČSAV, Výzkumného ústavu lihovarského a konzervářského průmyslu a pracov-

níků podniku zavedena jednostupňová kontinuální kultivace násadní toruly. Na základě prací VÚLK [Štros a kol. — 1962] a s využitím dřívějších zkušeností [Grégr a spol. — 1961] bylo 25 % melasy nahrazeno bez snížení výtěžnosti zahuštěnými lihovarskými výpalky.

Před započítím provozního výzkumu byl u některých fermentorů proměřen polarografickou metodou přenos kyslíku. Na základě zjištěných hodnot byla stanovena optimální rovnovážná koncentrace kvasničné sušiny, která umožňuje dosažení plánované výrobní kapacity při uspokojivé výtěžnosti.

Jednostupňový kontinuální proces se při generační době 3 hod plně osvědčil a udržení kvasného cyklu po dobu 3 až 4 neděl nečiní potíže. Potvrdilo se, že průtokový způsob kultivace zajistí maximální využití kvasného prostoru a dosažení vysoké produktivity.

V nejbližší době budou vyzkoušeny některé další nepotravinářské a odpadní suroviny a živiny, bude prověřen turbínový větrací systém a některé automatizační prvky. Výhledově je nutno vyřešit úplnou likvidaci odpadních vod.

Literatura

- [1] Beran K. a kol.: Kontinuální výroba krmných kvasnic. SNTL, Praha 1962.
- [2] Fencel Z., Šilinger V., Nušl J., Málek I.: Theory of semi-continuous and continuous cultivation applied to the yeast *Torula utilis*. *Fol microbiol.* 6, 94 (1961).
- [3] Grégr V., Barta J., Jicha F.: Způsob využití odpadních surovin k výrobě kvasničných bílkovin. Čs. patent 102 194, 1961.
- [4] Grégr V., Dyr J., Barta J.: Způsob výroby krmného droždí, pekařských kvasinek a jiných mikroorganismů bez odpadních vod. Čs. patent 96 374, 1958.
- [5] Hospodka J., Čáslavský Z., Štros F., Beran K.: Porovnání účinnosti větracích systémů pro výrobu krmných kvasnic a pekařského droždí. Závěrečná zpráva MÚ ČSAV a VÚLK, Praha 1962.
- [6] Málek I.: O množení a pěstování mikroorganismů, zvláště bakterií. Nakl. ČSAV, Praha 1955.
- [7] Syhorová V., Štros F.: Výzkum náhrady optimálního množství melasy lihovarskými výpalky při pěstování krmných kvasnic. Závěrečná zpráva VÚLK, Praha 1962.
- [8] Štros F., Syhorová V., Zábajník R.: Způsob kontinuální výroby krmných kvasnic a tekutých kvasničných krmiv z melasy, částečně nahrazené melasovými výpalky. PV 3358 — 1962.

Došlo do redakce 3. 6. 1963.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА НЕПРЕРЫВНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ И ЕГО ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ ТЕХНОЛОГИЮ

Авторы на основании предварительных точных расчетов разработали весьма выгодный с технологической точки зрения метод непрерывной ферментации кормовых дрожжей сорта Торула. Длительность цикла составляет 3 недели и может быть позже вероятно увеличена до 4 недель. Проект базируется на использовании оборудования существующего завода в г. Теплице и не требует значительных капитальных вложений. Путем непрерывной ферментации можно обрабатывать отходящие до сих пор без пользы сточные воды как напр. аммиачные воды на газовых заводах, щелочь отходящую при производстве лимонной кислоты и другое дешевое сырье. Вопросом до сих пор не решенным остается эффективная очистка сточной воды собственного дрожжевого завода.

FORSCHUNG UND VORSCHLAG DER FUTTERHEFEFABRIKATION MITTELS KONTINUIERLICHER FERMENTATION

Aufgrund von Berechnungen schlagen die Autoren für die Torulaproduktion als das technologisch vorteilhafteste ein kontinuierliches Herstellungsverfahren vor, und zwar mit einem Zyklus von 3 und später wahrscheinlich bis 4 Tagen. Das beschriebene Verfahren ermöglicht die Anwendung der existierenden Einrichtung in dem Betrieb Teplice ohne kostspielige Änderungen und weiter auch die Verwertung als Rohstoffe von bisher nicht ausgenützten Abfallmaterialien (Ablaugen aus der Zitronensäurefabrikation, Ammoniak-haltige Abwässer aus Gaswerken u. ä.). Ungelöst bleibt jedoch die Abwasserfrage.

RESEARCH WORK ON MANUFACTURING FOOD YEASTS BY CONTINUOUS FERMENTATION AND PRACTICAL APPLICATION OF THIS METHOD

Starting from detailed calculations the authors have developed an efficient method of making food yeasts by continuous fermentation. The technology has several definite advantages. Its cycle lasts 3 weeks and apparently could be extended to 4 weeks. The existing equipment of the yeast plant at Teplice can be employed without any substantial investments. The production is based on processing various wastes which are now disposed of without any use, as e. g. waste liquor at plants making citric acid, waste water at gas works etc. One important question has yet to be solved i. e. purification of waste water at the yeast plant itself.