

ZÁKLADY BIOLOGICKEJ SYNTÉZY KVASNIČNEJ BIELKOVINY*

VÁCLAV STUHLÍK

Na biologickú syntézu bielkovín môžeme využiť rozličné mikroorganizmy rastlinnej ríše, ktoré patria medzi huby (*Mycophyta*), najjednoduchšie organizované. Od ostatných rastlín sa líšia tým, že neobsahujú chlorofyl.

Pokiaľ ide o složenie ich tela, tieto mikroorganizmy sú bielkovinovým koncentrátorom a ich kultivovanie sa môže robiť technicky ľahko prevediteľným submerzným spôsobom, t. j. pod hladinou živnej tekutiny.

V technickej praxi sa pre spomínaný účel uplatnili rozličné kvasinkovité mikroorganizmy, ktoré poznáme pod menom kvasnice, plesne, oidiá, monílie a pod.

Biologická syntéza bielkoviny submerzným spôsobom bola technicky vypracovaná najmä u kvasinkovitého mikroorganizmu z rodu *Torulopsis*, nazvaného *Torulopsis utilis*, ktorý sa vzhľadom na bunky, na spôsob života a rozmnožovanie veľmi ponáša na kvasnice z rodu *Saccharomyces*, ktoré sa už dávno prakticky využili na výrobu piva, vína a liehu. Vo vymenovaných výrobách slúžia však kvasnice len ako prostriedok pre zavedenie alkoholického kvasenia.

Pôvodcom kvasnej činnosti je zčasti voľný enzým zymáza (kvasenie fermentatívne), zčasti vlastná bunková protoplazma (kvasenie vitálne), ktoré si kvasničná bunka reguluje podľa podmienok prostredia a životnej činnosti.

Bežné formy kvasníc, pomenované kvasné, vedú život anaeróbny na rozdiel od foriem vzrastových, ktoré žijú aeróbne a u ktorých množenie buniek má prevahu nad kvasením. Príkladom aeróbného života je droždiarenské kvasenie, ktoré môžeme už do určitej miery považovať za biologickú syntézu bunkovej substancie a teda aj kvasničnej bielkoviny.

Kultúrne droždiarenské kvasinky zaujímajú stredné miesto medzi vyslovene kvasnými formami kvasničnými, ktorých reprezentantom sú napr. pivovarské kvasnice a medzi formami prevažne vzrastovými, ktorých reprezentantom je už spomínaný kvasinkovitý mikroorganizmus *Torulopsis utilis*. Kultúrne droždiarenské kvasinky sú však náročnejšie a ani za optimálnych podmienok nedosahujú množivosť *Torulopsis utilis*. Okrem toho technologický proces v droždiarňach je zameraný nielen na rozmnožovanie, ale sa musí prispôbiť aj požiadavkám konzumu na kvalitu droždia.

Výroba pekárskeho droždia však prešla dlhým vývojom, priebehom ktorého boly podmienky rozmnožovania dokonale preštudované a vypracované, takže získané skúsenosti sa môžu preniesť aj na syntézu

* Prednesené na pracovnej konferencii chemických výskumníkov, technikov, zlepšovateľov a novátorov v Banskej Štiavnici v júli 1951.

kvasničnej bielkoviny pomocou vzrastovej formy kvasinkovitého mikroorganizmu *Torulopsis utilis*.

Ako všetky živé bytosti aj kvasinkovité mikroorganizmy sa udržujú pri živote látkovou premenou.

O živej hmote a látkovej premene nedávno písal s pokrokového stanoviska prof. Dr. K l e č k a [1], ktorý zdôraznil, že v látkovej premene treba rozlišovať vonkajšiu a vnútornú stránku a že proces látkovej premeny tvorí jednotu aj so stránky energetickej.

Musíme rozlišovať látkovú premenu, ktorá viaže organizmus s prostredím v celok a ktorá je vyjadrená prijímaním a stratou, od látkovej premeny vnútornej medzi jadrom a cytoplazmou bunky, pri ktorej nastáva premena a vylučovanie.

Látková premena vonkajšia prebieha u kvasníc cez polopriepustnú blanu, ktorá obaľuje bunky, t. j. cez povrch bunky. Povrch kvasničnej bunky sa stále prispôsobuje životným podmienkam a prostrediu a často možno pozorovať zmeny v tvare v prospech zväčšenia povrchu.

Najdôležitejšou súčiastkou kvasinkovitého organizmu je bielkovina. S procesom živej bielkoviny sa dostávajú do styku všetky látky v tele i látky z bunkového tela vylučované. Živá hmota kvasničných buniek prijíma z prostredia živiny telotvorné a silotvorné a cez semipermeabilnú bunkovú blanu ($0,2-0,3\mu$) difundujú iba rozpustné nízkomolekulové živiny, ktoré vyhovujú složeniu a potrebám bunkového obsahu.

V bunke sa tieto živiny enzymatickou činnosťou premieňajú na živú bunkovú cytoplazmu a produkty látkovej premeny sú cez bunkovú blanu vylučované späť do živného prostredia.

V dobe bunkového pučania je hlavná jadrová složka — nukleoproteidy — zapojená do intenzívnej výmeny medzi jadrom a cytoplazmou, čo nasvedčuje tomu, že aj k syntéze bielkoviny dochádza v cytoplazme.

Látková premena je spojená s výmenou a premenou energie.

Pri asimilačných procesoch spotrebujú kvasničné bunky veľké množstvo energie a každé zvýšenie syntetických procesov je sprevádzané zvýšenou potrebou energie. Táto sa získava rôznym spôsobom podľa toho, či kvasinkovitý organizmus žije aeróbnym alebo anaeróbnym spôsobom.

Pri anaeróbnom spôsobe života (anoxybiontickom) dýchajú kvasniče intramolekulove a potrebné množstvo energie získavajú disimiláciou, t. j. rozkladom složitých silotvorných živín na látky jednoduchšieho složenia. Príkladom disimilačného procesu je alkoholické kvasenie cukrov, ktoré nahrádza dýchanie vyšších organizmov a ktoré je nerozdielnu súčiastkou bunkového života.

Hlavnou reakciou je rozklad cukru na etanol a CO_2 .

Podľa úhrnnej rovnice G a y - L u s s a c o v e j $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{CO}_2 + 26 \text{ Kal.}$ by sa z kalorickej hodnoty 100 g glukózy (374,3) vytlačilo vo vzniknutom etanole iba 97,5% kalórií

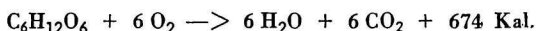
$$\frac{(364,9 \times 100)}{374,3} = 97,5\%$$

a zisk na energii, ktorá by sa mohla využiť na rozmnožovanie kvasníc, by bol len 2,5%, teda nepatrný. Teoretický výťažok alkoholu z 1 kg sacharózy by podľa uhlíkovej bilancie bol 67,77%.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ kg sacharózy} \quad \quad \quad \longrightarrow 421,03 \text{ g C} \quad \frac{421,03 \times 100}{621,22} = 67,77\% \\ 1 \text{ l etanolu} + \text{ kvasný CO}_2 \longrightarrow 621,22 \text{ g C} \end{array}$$

Aeróbny spôsob života vyžaduje intenzívny styk kvasinkovitých mikroorganizmov so vzduchom, čo umožňuje vzrastovej forme kvasníc, aby nadobudla prevahu nad kvasnou formou.

Kyslíková molekula difunduje spoločne s cukrom do bunkového vnútra, kde sa na obrovskej ploche koloidne rozpustenej bielkovinovej cytoplazmy časť cukru predýchá až na konečné produkty, vodu a CO₂ podľa rovnice:



S energetického stanoviska posudzovaná časť cukru sa predýchá v tomto prípade so 40-násobným ziskom na energii, lebo pri trojnásobnom výťažku CO₂ (pri alkoholickom kvasení 2 CO₂) sa zužitkuje všetka energia obsiahnutá v cukre. Zisk energie pri alkoholickom kvasení je 2,5%, pri totálnom predýchaní cukru 100%, čiže $2,5 \times 40 = 100\%$.

Pri anaeróbnom i aeróbnom spôsobe života cukor slúži aj na výstavbu složitej bielkovinovej molekuly, glycidov a tuku kvasničnej substance.

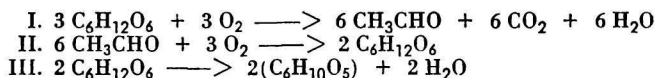
Výstavba týchto jednotlivých složiek prebieha pravdepodobne cez anoxybiontický rozklad cukru na produkty s 3 atómami uhlíka a s karbonylovými skupinami, z ktorých sa potom kondenzačnými a polymeračnými reakciami vybudujú jednotlivé bunkové složky.

Kvasničná bunka štiepe cukry obdobným spôsobom ako telesné tkanivo, pričom kyselina fosforečná a rozklad cukru sú v najužšom pomere.

Pri intenzívnom vetraní živných sladín vzduchom za súčasnej výživy dusíkom nastáva silné rozmnožovanie buniek. Sú to najmä vzrastové formy kvasničné, medzi ktoré patrí aj *Torulopsis utilis*, ktorý sa za týchto pomerov najmä rozmnožuje.

Biologická syntéza bunkovej substance sa stáva hlavnou reakciou a vzniká iba nepatrné množstvo alkoholu.

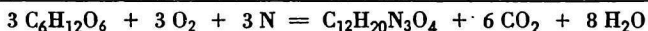
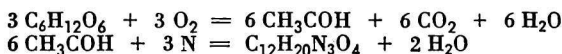
1. Výstavbu bezdusíkatých složiek kvasničnej bunky si môžeme potom znázorniť (F i n k - K r e b s):



Z tejto rovnice vyplýva, že na vytvorenie jedného dielu bezdusíkatých látok treba 1,67 dielov cukru:

$$\frac{3 \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{2 \text{ C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5} = \frac{540 \cdot 468}{324 \cdot 26} = 1,67$$

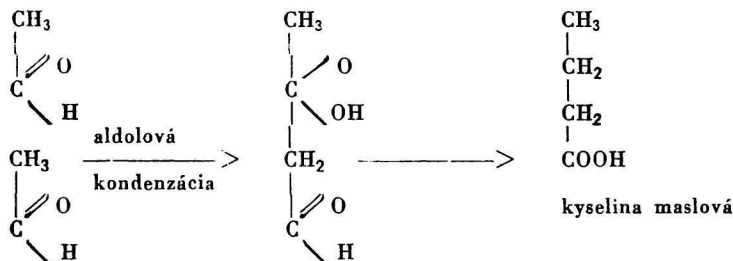
2. Výstavbu kvasničných bielkovinových látok si môžeme podľa Effrona znázorniť tak, že sa cukor rozkladá až na acetaldehyd a len tento sa slučuje s amóniakom na aminokyseliny, ktoré sa potom kondenzujú na bielkoviny:



glukóza
540
2

kvas. proteín
270
1

3. Kvasničné lipidy, prípadne mastné kyseliny vznikajú aldolovou kondenzáciou intermediárnych produktov kvasenia — aldehydov — cez aldol (oxyaldehyd).



Podľa Neubergera je to kvasničný ferment karboligáza, pomocou ktorého sa aldehydy môžu premeniť na mastné kyseliny.

Sperber [2] robil pokusy s *Torulopsis utilis* v respirometri a zistil, že na vznik 1 g bezdusíkatých extrakt. organických látok sa spotrebuje 2,12 g glukózy a na produkciu 1 g kvasničnej bielkoviny 2,10 g glukózy.

Najdôležitejším pracovným nástrojom kvasničnej bunky sú enzýmy, štruktúrne spojené so živou bielkovinou, ktoré látkovú premenu začínajú a regulujú.

Na intenzitu látkovej premeny má vplyv veľkosť povrchu kvasničných buniek, teplota, pri ktorej kvasenie prebieha, optimálne dávkovanie živín, vzdušného kyslíka a ich dokonalé rozptýlenie v sladinke.

Syntetické procesy úzko súvisia s energiou dýchania. Priaznivý vplyv kyslíka na rozmnožovanie kvasníc je známy už od čias Pasteurových.

V novej dobe sa týmto problémom zaoberal O. Meyerhoff v klasickej práci *Einfluss des Sauerstoffes auf die alkoholische Gärung der Hefe*.

Meyerhoff zistil, že:

pri teplote	C°	predýcha kyslíka	spáli uhlíka
1 kg pekárskych kvasníc o sušine 28%	20° 35°	12 l 48 l	5,8 g 22,0 g
1 kg <i>Torulopsis utilis</i> o sušine 28%	20° 35°	22,5 l 90,0 l	10,88 g 41,2 g

Predýchané množstvo kyslíka, prípadne spálené množstvo uhlíka (1 kg O₂ = 762,4 l O₂ → spáli 375,31 g C) za účelom obstarania potrebnej energie pre látkovú premenu silne ovplyvňujú výťažky.

Pri dostatočnom privádzaní kyslíka by alkohol nemal vznikáť, a preto pri výhradnej biologickej syntéze kvasničnej substancie z cukornatých látok by zmizol aj kvasný kysličník uhličitý. Uvádzané množstvá predýchaného kyslíka potvrdzujú, že výťažky bunkovej substancie veľmi závisia aj od kvasničnej rasy a od jej fyziologického stavu.

Pri biologickej syntéze kvasničnej substancie maximálne výťažky možno dosiahnuť iba vtedy, ak syntéza bunkovej substancie prebieha rýchlejšie ako vznik alkoholu. Preto celý výrobný proces sa musí riadiť tak, aby zásobovanie cukrom a inými živinami bolo regulované podľa toho, koľko vyžaduje okamžitý prírastok bunkovej substancie, a aby kvasnice dostávaly nepretržite optimálne množstvo kyslíka pre dýchanie.

Sladinky sú zásobované kyslíkom prevetrávaním vzduchom. V určitom časovom intervale, napr. za 1 hodinu, intenzita vetrania závisí jednak od koncentrácie kvasníc v sladinke, jednak od predýchaného množstva kyslíka, ktorý pripadá na 1 kg kvasníc. Pri nadbytku vzduchu a pri jeho hrubšom rozptýlení sa kvasiaca sladinka dostáva do živšieho pohybu, a preto produkty látkovej premeny, nashromážené na povrchu kvasničných buniek, sú rýchlejšie odstraňované a nebránia difundovaniu živných látok a kyslíka do cytoplazmy bunky, kde prebieha vlastná syntéza bielkoviny.

Potrebné množstvo živín i kyslíka, zodpovedajúce prírastku kvasníc, musí byť stále presne regulované, aby kvalita prostredia usmerňovala aj priebeh biologickej syntézy kvasničnej substancie a jej kvalitu.

Kvasničné bunky predýchajú predovšetkým kyslík rozpustený vo vetranej sladinke a priamy styk s kvasničnou bunkou sa uplatňuje iba čiastočne.

Živná sladinka sa musí preto dokonale nasýtiť vzduchom, aby sa v nej rozpustilo toľko vzdušného kyslíka, koľko je pri danej teplote (30 °C) vôbec možné.

Podľa Henryho zákona je koncentrácia látky v plynnej fáze úmerná koncentrácii tej istej látky v roztoku, čiže rozpustnosť plynu v kvapaline je úmerná parciálnemu tlaku plynu nad roztokom. Za použitia Bunsenovho absorpčného koeficientu sa v 1 cm³ vody (sladinky) rozpustí:

$$2,60 \cdot 10^{-2} \times 0,21 = 0,00546 \text{ cm}^3 \text{ kyslíka (}=546 \text{ stotisícin)}$$

$$1,34 \cdot 10^{-2} \times 0,79 = 0,010586 \text{ cm}^3 \text{ dusíka (}=10586 \text{ milióntin)}$$

V 1 m³ sladinky sa teda rozpustí 5,46 litrov kyslíka.

Aby nasýtenie živnej sladinky pri najmenšej spotrebe vzduchu bolo čo najdokonalejšie, musí vzduch vstupovať do tekutiny jemne rozptýlený, prípadne v čo najmenších bublinkách.

T tejto požiadavke vyhovuje napr. jemné keramické vetranie, pri ktorom veľkosť pórov je priemerne 10μ (=1/100 mm). Pri tomto prevedení pripadá na 1 m² plochy asi 2,5 miliardy pórov. Aby bol vetrací efekt dokonalý, musí byť v kvasnej kadi toľko vetracích telies (sviečok), aby ich plocha bola 1,3—1,5-krát väčšia ako plocha dna kvasnej kade.

Pri rozmeroch vetracích sviečok o priemere 80 mm a dĺžke 320 mm je plocha vetracieho článku 0,08 m², a preto napr. 300 vetracích telies má plochu 24 m², ktorá obsahuje 60 miliárd pórov.

Podľa prof. Dr. B á r t u mikropórovité hmoty sa skladajú z presne identifikovaných zrn, ktoré sú navzájom spojené iba na dotkových miestach. Ich najdôležitejšou vlastnosťou je priepustnosť plynov, pričom veľmi záleží na veľkosti pórov.

Objemová pórovitosť u najhrubozejšej hmoty (póry až 50μ = = 1/20 mm) sa rovná 27%, u jemne pórovitej hmoty (0,3μ = 3/10 000 mm) sa rovná 50—70%.

Pri vetracom systéme firmy S t r a u c h a S c h m i d t, používanom v niektorých droždiarňach, majú pri najlepšom prevedení otvory priemer ca 0,3 mm a v tomto prípade pripadá na 1 m² iba 250 000 otvorov, čiže 10 000-krát menej ako pri keramickom vetraní.

Okrem vymenovaných vetracích systémov sa v praxi používa aj iná úprava, ktorá má za účel zemulgovat vzduch so sladinkou.

Význam kyslíka, v sladinke priamo rozpusteného, musí sa pre dokonalé zásobovanie kvasničných buniek v praxi zdôrazniť pomerom povrchu kvasničných buniek k povrchu vzdušných bubliniek.

Povrch kvasničnej bunky elipsoidného tvaru (pri rozmeroch 6,8 × 4,8 × 3,5μ) je asi 81μ².

Povrch vzdušnej bublinky guľovitého tvaru:

$$a) \text{ o priemere } 10\mu \text{ (1/100 mm)} = 4 \left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi = 314\mu^2$$

$$b) \text{ o priemere } 300\mu \text{ (3/10 mm)} = 282\,600\mu^2.$$

Pre využitie obsahu kyslíka má okrem veľkosti povrchu vzdušných bubliniek veľký význam aj ich vertikálna rýchlosť, s akou vystupujú prevetrávanou sladinkou.

Pre ideálne pomery, t. j. keď je droždiarenská sladinka vo vysokom stĺpci prevetrávaná tak, aby nenastávalo nijaké premiešavanie, vypočítal prof. S. F r ö h n e r z Manheimu vertikálnu rýchlosť stúpania bubliniek rozličnej veľkosti za 1 sekundu a prof. Dr. B o t t e z Heidelbergu zasa dobu, za ktorú sa zo vzdušných bubliniek odstráni kyslík

difúziou do sladinky až na 15% ich pôvodného obsahu. Podľa ich výpočtov by potrebná výška kvapalinového stĺpca, v predpoklade, že koncentrácia kyslíka v zápore ostáva stále 15% a že zvyšok sa ihneď kvasnicami predýcha (85%), bola napr. pri

veľkosti bublinky	2 mm	22,5 m
veľkosti bublinky	0,9 mm	4,7 m
veľkosti bublinky	0,2 mm	17,4 cm.

Už z týchto teoretických údajov vyplýva nadradenosť keramického vetrania nad vetracím systémom hrubodierkovým. Sme si však vedomí aj toho, že zavedením keramického vetrania problém dokonalého a úsporného prevetrania sladínok pri výrobe droždia a tým aj pri biologickej syntéze kvasničnej bielkoviny nie je vyriešený s konečnou platnosťou. Toto zdokonalenie znamená však veľký pokrok v technologickom vybavení, ktoré prakticky znamená priemerné zvýšenie výťažkov o 10—12% pri súčasne zmenšenej spotrebe vetracieho vzduchu. Keď porovnáme rozličné vetracie systémy používané v praxi, potom spotreba vzduchu na 1 m³ sladinky za 1 hod. pri výške kvapalinového stĺpca 4 m a pri rovnakých podmienkach je:

pri rúrkovom vetraní v najlepšom prevedení asi	90 m ³
pri vetraní systému Strauch a Schmidt	60 m ³
pri vetraní systému Vogebusch	30 m ³
pri keramickom vetraní	10—15 m ³ .

Sovietski bádatelia dokázali, že jestvuje vzájomná súvislosť medzi intenzitou vnútorného procesu látkovej premeny a vzrastom. Pri biologickej syntéze kvasničnej substancie sa priebeh vnútornej látkovej premeny prejavuje v rýchlosti množenia kvasničných buniek, podľa ktorej môžeme posúdiť časové prírastky bunkovej substancie.

Základným biologickým prvkom v živej hmote je uhlík, zdrojom ktorého v technologickej praxi sú rozličné cukry, prípadne ich rozkladné produkty.

Uhlík sa zúčastňuje na vzniku všetkých dôležitých slúčenín, ktoré tvoria i podstatu kvasničnej živej bunky a preto aj bielkoviny. Musíme však znova zdôrazniť, že pri celom asimilačnom procese musí kvalita prostredia vyhovovať kvalite živej hmoty kvasinkovitého mikroorganizmu, a preto musí toto prostredie obsahovať všetky prvky a slúčeniny, ktoré sa po asimilácii stávajú súčasťami bunkového tela. Nesmieme zabúdať ani na všetky účinné doplnkové faktory a katalyzátory, ktoré asimilačné a syntetické procesy regulujú a urýchľujú. Dôležitá je aj úloha fosforu, ktorý podľa sovietskeho bádateľa Engelhardta má vo forme fosforoorganických slúčenín veľký význam pri hromadení voľnej energie.

Významná úloha uhlíka v živote kvasničnej bunky nám umožňuje sledovať priebeh biologickej syntézy kvasničnej substancie a kontrolovať ho pomocou uhlíkovej bilancie. Sladinky používané vo výrobe obsahujú okrem cukru aj iné organické slúčeniny, ktoré môžu taktiež

slúžiť ako priamy zdroj uhlíka, pre ktoré však nepoznáme spotrebu kyslíka.

Pri vzniku 1 kg kvasničnej substancie môžeme spotrebu uhlíka teoreticky rozdeliť takto:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------|----------|
| 1. 1 kg kvasničnej sušiny obsahuje | 436 g C. |
| 2. Na 1 kg vyrobenej kvasničnej substancie (sušiny) sa predýcha | 172 g C. |
| 3. V produktoch látkovej premeny sa do živného prostredia vylučuje | 8 g C. |

Na výstavbu 1 kg kvasničnej sušiny sa teoreticky spotrebuje	s p o l u : 616 g C.
----------------------------------------------------------------	----------------------

Pri výpočtoch počítame, že 1 kg sacharózy obsahuje 421,03 g C (glukózy — 399 g C, pentózy 399,6 g C).

Na vznik 1 hl⁰ alkoholu spolu s kvasným CO₂ sa spotrebuje 621,22 g C. 1 hl⁰ alkoholu obsahuje 414,15 g C.

Pri biologickej syntéze kvasničnej bielkoviny vzniká v praxi aj za optimálnych podmienok vždy malé množstvo alkoholu, a preto využitie cukru, prípadne uhlíka nie je 100%-né.

V štandardných pokusoch, ktoré robil F i n k, bolo využitie cukru v najlepšom prípade len 89%-né.

Je zrejme, že sníženie výťažku kvasničnej sušiny je spôsobované čiastočným ekvasovaním cukru na alkohol a sekundárnym zdrožďovaním tohto alkoholu.

Takýmto spôsobom si môžeme vysvetliť aj výkyvy vo výťažnosti, ktoré často pozorujeme v droždiarenskej praxi pri nedostatočnom (i prechodnom) krytí optimálnej potreby kyslíka pre dýchanie kvasníc.

Je napr. známe, že v takom prípade jednokilogramové sníženie kvasničnej sušiny je vyvážené zvýšenou tvorbou alkoholu o 992 cm³. Teoreticky 67,77 cm³ alkoholu = 68,3 g sušiny droždia.

$$\left(\frac{421,03 \times 100}{621,22} = 67,77; \frac{421,03 \times 100}{616} = 68,3 \right)$$

Predpokladom pre maximálne výťažky pri biologickej syntéze kvasničnej substancie je, aby kvasničné prírastky predstihly rýchlosť vzniku alkoholu.

Pomocou uhlíkovej bilancie si môžeme teoreticky vysvetliť dva extrémne prípady, ktoré nastávajú, keď sa všetok cukor najprv premení na alkohol a ten sa potom využítuje na výstavbu kvasničnej substancie; keď sa cukor priamo a totálne predýcha.

Teoretická výťažnosť kvasníc o sušine 30% z 1 kg melasy s obsahom 50% cukru by bola:

A. V prvom prípade:

a) Z 1 kg melasy, teda z 0,5 kg cukru vznikne $\frac{500 \times 421,03}{621,22} = 338,8 \text{ cm}^3$

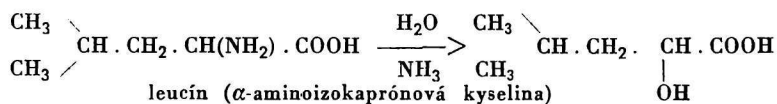
alkoholu, ktorý obsahuje $\frac{338,8 \times 414,15}{1000} = 140,31$ g C.

b) Na 1000 g kvasničnej sušiny sa spotrebuje 616 g uhlíka, a preto zo 140,31 g C by malo vzniknúť $\frac{140,31 \times 1000}{616} = 227,77$ g kvasničnej sušiny, čo zodpovedá $\frac{227,77 \times 100}{30} = 75,9\%$ výťažku droždí o sušine 30%

B. V druhom extrémnom prípade by úplným predýchaním cukru, obsiahnutého v 1 kg melasy, vzniklo $\frac{421,03 \times 500}{616} = 341,7$ g kvasničnej sušiny, čo zodpovedá: $\frac{341,7 \times 100}{30} = 113,9\%$ výťažku droždí o sušine 30%.

Medzi týmito hodnotami, t. j. 75,9% a 113,9% sa budú pohybovať aj prakticky dosiahnuteľné výťažky z 1 kg melasy 50%-nej podľa toho, koľko alkoholu súčasne vzniká pre nedostatočné zásobovanie sladín kyslíkom, potrebným pre dýchanie.

Pri výpočte sa však okrem cukru nebraly do úvahy ostatné zdroje uhlíka, ktoré obsahuje melasa. Tak je to napr. v prípade oxykyselín po dezaminácii aminokyselín:



Okrem toho sa neuvažovalo o stratách alkoholu pri prevetraní zápar, ktoré dosahujú na každý 1 m³ vetracieho vzduchu 2—2,5 cm³ alkoholu. Táto strata sa môže znížiť iba znížením spotreby vzduchu za použitia krytých kvasných kadí, prípadne zachycovaním alkoholu vhodným zariadením.

V technologickej praxi využívame vlastnosti kvasinkovitých mikroorganizmov, že sa rozmnožujú vegetatívnym spôsobom, pučaním. Za určitú dobu vzniknú z jednej bunky dve bunky.

V akej dobe sa kvasničná bunka určitej veľkosti a druhu zdvojnásobí, závisí od vzájomného pôsobenia prostredia, teploty a živého organizmu a dá sa zistiť presným pokusom.

Doba, za ktorú sa kvasničná bunka zdvojnásobí, je doba generačná, ktorá býva u pekárskych kvasníc 3 hodiny.

Za 24 hodín vznikne teda 8 generácií (24/3). Počítame, že maximálne dosiahnuteľný prírastkový faktor za 1 hodinu, vzťahovaný na generačnú dobu 3 hodiny, je u pekárskych kvasníc $q = \sqrt[3]{2} = 1,2599$. Znamená to, že hodinový prírastok kvasničných buniek je asi 26% z počiatočného množstva. Prakticky tento faktor býva 1,17—1,20. Podľa uvedeného prírastkového faktora sa za 3 hodiny pôvodné množstvo kvasníc zdvojnásobí, čiže z 1 kg kvasníc vzniknú 2 kg kvasníc: $1 \times 1,2599^3 = 2,0$.

Z jednej kvasničnej bunky pri nepretržitom množení by za 24 hodín vzniklo $1,2599^{24}$ buniek (256).

Kvasnice sa teda množia zhruba geometrickým radom, a preto už malá zmena v složení živného prostredia a teploty môže zmeniť aj generačnú dobu a tým ovplyvniť i výsledok 24 hodinového rozmnożenia. Napr. pri snížení generačnej doby s 3 hodín na 2,9 nastane rovnaké rozmnožení ako pri generačnej dobe 3 hodinovej už za $2,9 \times 8 = 23,2$ hod. Faktor rozmnožovania pre tento prípad vypočítame z rovnice $1,2599^{24} = x^{23,2}$ a zistíme, že sa zvýši s 1,2599 na 1,2701 (alebo $2,9\sqrt[2]{2} = 1,2701$).

Podľa toho za 24 hodín pri nepretržitom rozmnožovaní by z jednej kvasničnej bunky vzniklo: $Q_n = 1 \times 1,2701^{24} = 315$ kvasničných buniek, čiže rozmnožení by sa pri sníženej generačnej dobe s 3 hodín na 2,9 hodiny zvýšilo asi o 12% (s 256 \rightarrow 315).

Za rovnakých vzrastových podmienok u rovnako rýchlo sa rozmnožujúcich buniek závisí generačná doba od pomeru povrchu buniek k ich obsahu.

Kvasničná bunka máva tvar elipsoidu a pri priemernom rozmere $6,8 \times 4,8 \times 3,6\mu$ je obsah tejto bunky $O = 59,6\mu^3$ a jej povrch $P = 75\mu^2$.

Pomer $\frac{P}{O} = \frac{75}{59,6} = 1,2574$, čo približne zodpovedá predtým uvažovanému faktoru 1,2599.

Napr. baktérie zo skupiny *Coli aerogenes* majú generačnú dobu asi 25 minút, *Vibrio cholerae* 20—40 minút.

Táto krátka generačná doba u bakteriálnych mikroorganizmov môže mať pri kontinuitnej výrobe kvasničnej bielkoviny veľký význam pre rozvoj infekcie, ako sa môžeme poučiť z tohoto príkladu.

Infekčný mikroorganizmus má generačnú dobu napr. 0,5 hodiny, a preto jeho faktor množenia je $0,5\sqrt[2]{2} = 4$.

Kvasinkovitý mikroorganizmus má faktor množenia $3\sqrt[2]{2} = 1,2599$. V sladinke pripadá na 100 kvasničných buniek 1 bakteriálna bunka. Z 1 kvasničnej bunky vzniknú za 3 hodiny 2 bunky,

$$\text{lebo } 1 \times 1,2599^3 = 2.$$

Z 1 bakteriálnej bunky vznikne za 3 hodiny 64 buniek,

$$\text{lebo } 1 \times 4^3 = 64.$$

Za 3 hodiny rozmnožovania by pripadlo na 200 kvasničných buniek v sladinke... 64 bakteriálnych buniek, čiže pôvodná infekcia 1%-ná (na 100 kvasničných buniek 1 bakteriálna bunka) sa za 3 hodiny zvýšila na 32%-nú.

Tento poučný príklad by, pravda, platil iba v prípade optimálnych podmienok, beztoho že by infekčné mikroorganizmy boli obmedzované v rozvoji nepriaznivými podmienkami a vzájomným konkurenčným bojom obidvoch mikroorganizmov.

Silné rozmnoženie infekcie môže však poškodiť kvasinkovité mikroorganizmy produktmi látkovej premeny infikujúceho mikroorganizmu (napr. aglutinácia pri veľkej infekcii droždiarenského kvasenia mikroorganizmami *Torulopsis*).

Pre kontinuálnu výrobu, pri ktorej sa celý technologický proces uvádza do chodu určitým množstvom kvasníc a potom prebieha nepretržite v dlhom časovom intervale, je výhodnejšie, keď koncentrácia kvasníc v kvasiacej sa sladinke je čo najvyššia.

V takomto prípade je úhrnný povrch všetkých kvasničných buniek do práce zapojených veľký, čo umožňuje rýchle spracovanie dodávaných živín na novú kvasničnú substanciu, pravda, pri dostatočnom krytí potreby vzdušného kyslíka pre dýchanie.

Teoreticky môžeme uvažovať, že asi 0,5 povrchu kvasničných buniek slúži na asimiláciu a 0,5 na vylučovanie produktov látkovej premeny.

Že ide o obrovský povrch, môžeme sa presvedčiť z tohto príkladu:

a) U kvasinkovitého mikroorganizmu guľovitého tvaru o priemere 4μ je obsah jednej bunky asi $33\mu^3$ a povrch jednej bunky asi $50\mu^2$.

b) Pri 4%-nej koncentrácii kvasničných buniek v sladinke obsahuje 1 m^3 sladinky 40 kg kvasníc = $40 \cdot 10^6$ mg. Kvasničná hmota o sušine 25% má šp. v. 1,117, čiže 40 kg kvasníc zaujíma objem 35,81 litrov = $35\,810\,000\text{ mm}^3$.

c) Pri obsahu 1 kvasničnej bunky $33\mu^3$ obsahuje $1\text{ mm}^3 = 1 \cdot 10^9\mu^3$ asi $30,3 \cdot 10^6$ buniek ($1000\,000\,000 : 33 = 30,303\,030$).

d) 1 m^3 obsahuje $35\,810\,000\text{ mm}^3$, t. j. $358,1 \times 10^5\text{ mm}^3$ kvasničnej hmoty, v ktorej je $358,1 \times 10^5 \times 30,3 \cdot 10^6 = 358,1 \times 30,3 \times 10^{11} = 10850,43 \times 10^{11}$ kvasničných buniek.

e) Pri povrchu jednej kvasničnej bunky $50\mu^2$, t. j. $5 \times 10^{-5}\text{ mm}^2$ budú mať tieto bunky úhrnný povrch:

$10850,43 \times 10^{11} \times 5 \cdot 10^{-5} = 54252,15 \times 10^6 =$ zaokrúhlene ca $54\,000 \times 10^6\text{ mm}^2 = 54 \times 10^9\text{ mm}^2 \cdot 1\text{ m}^2 = 10\,000\text{ cm}^2 = 1\,000\,000\text{ mm}^2 = 1,10^6\text{ mm}^2 \cdot 54 \times 10^9 : 1 \times 10^6 = 54 \times 10^3\text{ m}^2 = 54\,000\text{ m}^2$.

V predchádzajúcich teoretických úvahách sme síce do podrobností neprebrali všetky problémy, no jednako si na ich základe môžeme vysvetliť pracovný postup v praktickej prevádzke.

Pri biologickej syntéze kvasničnej bielkoviny používame pracovný postup, ktorý je v prvej rozmnožovacej fáze rovnaký ako pri výrobe pekárskoho droždia a ktorého účelom je v sladinke nahromadiť kvasnice do určitej koncentrácie.

V druhej fáze je výroba zameraná na masovú produkciu kvasničnej substancie a tým aj kvasničnej bielkoviny.

Pri takejto výrobe si môžeme dovoliť rozličné zásahy, ktoré by pri doterajšej úrovni droždiarenského priemyslu a vzhľadom na kvalitatívne požiadavky neboli zatiaľ únosné, ale ktoré môžeme ďalším zdokonalením a prispôbením aplikovať s úspechom aj v droždiarenstve.

Pri kontinuitnom rozmnožovaní kvasinkovitých mikroorganizmov využívame fázu ich najrýchlejšieho vzrastu a výrobný proces usmerňujeme tak, aby sa po dosiahnutí určitej koncentrácie kvasinkovitých mikroorganizmov v sladinke ich hodinový prírastok zo živnej tekutiny nepretržite odťahoval.

Zvyšok kvasníc, ktorý ostáva v kultivačnej sladinke, nútime, aby priebehom ďalšej hodiny nahradil predtým odobratý hodinový prírastok kvasníc.

Musíme im teda každú hodinu nepretržite poskytovať také prostredie a podmienky, aby mohli v takom krátkom čase vykonať požadovanú prácu.

Pri výrobnom procese využívame princíp dózovania živín podľa tzv. prítokového spôsobu: do základnej živnej sladinky, ktorú zakvasíme určitým množstvom násadného droždia, nepretržite pridávame toľko živného roztoku (cukor, živné soli fosforečné, dusíkaté), aby kvasničné bunky mali stále k dispozícii toľko živín, koľko ich môžu v krátkom čase spracovať na novú bunkovú substanciu.

Takýmto spôsobom nútime kvasinky, aby využily čo najviac cukru na vybudovanie kvasničnej substancie; podľa zákona o minime ostatné potrebné živiny musia byť k dispozícii v určitom nadbytku.

Už sme upozornili, že pri vysokej koncentrácii kvasničných buniek v sladinke je ich povrch, cez ktorý prebieha látková premena, obrovský, a preto aj pracovný efekt, s ktorým kvasnice spracujú dodávané živiny, bude veľký.

V praktickej prevádzke musíme preto najprv zistiť, za koľko hodín dosiahne koncentrácia živného substrátu a v ňom sa nachádzajúcich kvasníc takú hodnotu, aby ich ďalšia činnosť nebola hatená nahromadenými škodlivými látkami a produktmi látkovej premeny.

Podľa údajov literatúry možno pracovať až s 8%-nou koncentráciou, ale prakticky už môžeme koncentráciu 4—5%-nú, pri ktorej 1 m³ kultivačného prostredia obsahuje 40—50 kg kvasníc, považovať za maximálnu.

Ide o to, aby sme si zistili teoretické hodinové prírastky, zodpovedajúce počiatočnému kvantu použitých násadných kvasníc, lebo znalosť týchto nám umožňuje upraviť technologický postup tak, aby sme ku každému hodinovému prírastku kvasničných buniek dodávali aj potrebné množstvo živín a vzdušného kyslíka.

Na biologickú syntézu kvasničnej substancie a bielkoviny môžeme používať všetky odpadové produkty, ktoré obsahujú skvasiteľné a asimilovateľné cukry, alebo odpadové látky, z ktorých sa dá cukor lacným spôsobom vyrobiť. Sú to napr. melasa, drewný cukor, sulfitové výluhy a výpalky a pod.

Podľa doterajších skúseností môžeme pre optimálne výťažky kvasničnej substancie používať sladinku s obsahom asi 2% cukru.

Za predpokladu, že špecifická koncentrácia kvasníc v zápore je rovnaká, pri rovnakej výžive a pri rovnakom množstve vzdušného ky-

slíka, prípadne vzduchu môžeme pre výpočet rozmnožovania v každom hodinovom intervale použiť túto rovnicu:

$$Q_n = \frac{(Q_0 + x)^n}{Q_0^{n-1}}$$

v ktorej Q_0 = množstvo násadného droždia,
 Q_n = množstvo kvasníc za určitý počet hodín,
 X = prírastok Q_0 za 1 hodinu,
 n = doba rozmnožovania.

Prírastok x je daný zvoleným faktorom množenia, ktorý u *Torulopsis* môžeme zvoliť 1,26—1,50.

Pre prvú fázu kvasenia použijeme napr. 2800 kg melasy a 10% násadných kvasníc, t. j. 280 kg.

Pri zvolenom faktore rozmnožovania 1,26 by bol teoretický prírastok kvasničnej substancie za 1 hodinu z 280 kg násadných kvasníc:

$$X = (280 \times 1,26) - 280 = 72,8 \text{ kg}$$

Predpokladáme napr. 100% -ný výťažok kvasničnej substancie na váhu použitej melasy; výťažok kvasníc z I. fázy rozmnožovania by potom bol $2800 + 280 = 3080$ kg.

Čas, potrebný na vznik tohto množstva kvasníc, by bol:

$$3080 = \frac{(280 + 72,8)^n}{280^{n-1}}$$

$$3080 = \frac{352,8^n}{280^{n-1}} \quad : 280$$

$$\frac{3080}{280} = \frac{352,8^n}{280^n}$$

$$11 = \frac{352,8^n}{280 \times 280^{n-1}} = \frac{352,8^n}{280^n} = \left(\frac{352,8}{280} \right)^n$$

$$11 = 1,26^n$$

$$n = \frac{\log 11}{\log 1,26} = \frac{1,04139}{0,10037} = 10,4 \text{ hodiny}$$

Prvá fáza kvasenia, pomocou ktorej chceme nahromadiť kvasnice v sladinke, vyžiada si teda teoreticky 10,4 hodiny.

V druhej fáze kvasenia začneme pracovať kontinuálne a odoberáme každú hodinu v najkratšom čase také množstvo sladinky, ktoré obsahuje prírastok kvasníc za poslednú hodinu.

Tento prírastok kvasníc v hodinovom intervale od 9^h—10,4 hod. bude:

$$\begin{aligned}
 Q_x &= Q_{10,4} - Q_{9,4} = \frac{(280 + 72,8)^{10,4}}{280^{9,4}} = \frac{(280 + 72,8)^{9,4}}{280^{8,4}} = \\
 &= \frac{352^{10,4}}{280^{9,4}} = \frac{352^{9,4}}{280^{8,4}} = 3108 - 2456 = 652 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Pre 100 %-ný výťažok kvasničnej substancie musíme výživu upraviť tak, aby zodpovedala predpokladanému složeniu kvasničnej substancie. Keďže ide predovšetkým o výrobu bielkoviny, musia vyrobené kvasnice obsahovať aspoň 55% proteínu v sušine a musia obsahovať 2—3% P₂O₅ a 1,6% K₂O v sušine, čo znamená, že kvasničná substancia o sušine 25% bude obsahovať 2,2% dusíka, 0,5—0,75% P₂O₅ a 0,4% K₂O.

Použitá melasa nám okrem cukru nahradí ešte potrebné množstvo draselných solí, časť dusíka a horčíka. Draslík je na výstavbu bielkovín veľmi dôležitý, lebo jeho nedostatok narušuje látkovú premenu bielkovín a vzniká zvýšené množstvo rozpustných dusíkatých slúčenín — aminokyselín a amidov.

U *Torulopsis utilis* zistil F i n k, že tento druh sa môže kontinuálne vyrábať so sníženým obsahom P₂O₅ bez ovplyvnenia kvality bielkoviny a obsahu vitamínov skupiny B. Snižuje sa iba obsah popola asi o 50% (s 9% na 4,5%), pričom je však využitie kyseliny fosforečnej dokonalé.

Na hodinový prírastok 650 kg kvasníc o sušine 25% musíme pri 100%-nom výťažku, počítanom na melasu, použiť 650 kg melasy a prídavné živiny v takom množstve, ktoré zodpovedá predpokladanému složeniu kvasničnej substancie o sušine 25%.

Teoreticky potrebné množstvo cukru, prípadne melasy si však môžeme vypočítať aj pomocou uhlíkovej kalkulácie.

650 kg kvasníc o sušine 25% —> 162,5 kg sušiny. Na výstavbu 1 kg sušiny teoreticky potrebujeme 616 g C
na 162,5 kg sušiny teda 162,5 × 616 = 100 100 g C.

Toto množstvo uhlíka je teoreticky obsiahnuté

$$\sqrt{\frac{100\ 100}{421,03}} \doteq 238,0 \text{ kg sacharózy} = 476,0 \text{ kg melasy.}$$

Podľa tohto výpočtu využijeme pri predpokladanom 100%-nom výťažku (na melasu) pridávané množstvo cukru: 325 kg (= 650 kg melasy) len na

$$\frac{238,0 \times 100}{325} = 73,2\%.$$

V štandardných pokusoch využíval F i n k až 89% cukru a v 1%-ných cukorných roztokoch vyrobil zo 100 g glukózy a z potrebných

anorganických živných solí efektívne asi 52 g kvasničnej sušiny. V každom prípade vznikalo ešte malé množstvo alkoholu ca 0,8 g.

Výťažok bielkoviny bol priemerne 29 g zo 100 g glukózy (= 30,5 g zo sacharózy). Pozorovalo sa, že mikroorganizmy druhu *Torulopsis utilis*, a platí to pravdepodobne aj pre iné divoké druhy kvasinkovitých mikroorganizmov, sa intenzívne množia aj pri výlučnej anorganickej výžive, beztoho že by potrebovaly nejaké vzrastové látky. Pokusmi sa ďalej dokázalo, že kvasinkovitým mikroorganizmom druhu *Torulopsis* stačia na uhlíkatú výživu aj jednoduché uhlíkaté slúčeniny: kyselina octová, acetaldehyd a alkohol.

Takisto sa zistilo, že aj pri 2—3%-nej koncentrácii cukru je využitie glycidov dobré a pri kontinuítnej výrobe je využitie amónnych solí až 89%. Táto skutočnosť má veľký význam pre složenie odpadových vôd. Za 8 hod. kvasenia sa dosahovalo 8—10-násobné rozmnoženie kvasníc, čo by zodpovedalo hodinovému faktoru množenia $f = 1,3334$, čiže generačná doba bola iba 2,49 hod.

Pri používaní sulfitových výluhov a sladidiel z dreveného cukru prebiehala biologická syntéza bez značného rozmnoženia infekcie. Zato pri používaní melasy existuje možnosť rozvoja bakteriálnej infekcie.

Dôležitou časťou výrobného procesu je nepretržité odlučovanie vyrobených kvasníc zo zápary a ich ďalšie hospodárne spracovanie na produkt, použiteľný pre výživu a pre kŕmenie, prípadne pre trvanlivú konzervu.

Veľkosť buniek kvasinkovitého mikroorganizmu *Torulopsis utilis* je menšia ako u kvasiniek kultúrnych, a preto pri spracovaní zápary na separátoroch sa získava redšie kvasničné mlieko, ktoré obsahuje len asi 10% kvasničnej sušiny, namiesto dosiahnuteľných 20%. Môžeme tvrdiť, že vzhľadom na hodnotu a cenu je kvasničná bielkovina v hustých a vylisovaných kvasniciach veľmi lacná. Sušením chceme kvasnice zachrániť pred skazou, i keď je známe, že ani sušené kvasnice nie sú úplne trvanlivé. V sušených kvasniciach začína však skaza predovšetkým u složky tukovej a nie bielkovinovej. Bielkoviny len adsorpcne zadržujú produkty žltnutia tukov.

Sušením kvasníc, ktoré sa robí rozprašovacím spôsobom alebo na valcovitých sušiarňach, zdražuje sa kvasničná bielkovina podľa Finka takmer štvornásobne. Preto je tento spôsob konzervácie nevhodný. Okrem toho usušené kvasnice sú veľmi kyprým materiálom, ktorý zaujíma veľký objem. Tento nedostatok sa snažili odstrániť briketovaním kvasníc hydraulickými lisami.

Aby sa ušetrily náklady na sušenie, robily sa pokusy konzervovať vylisované kvasnice smiešaním s cukrom, prípadne s melasou v určitom pomere, napr. na 20 kg vylisovaných kvasníc sa pridávalo 100 kg melasy. Tento problém konzervácie je však ešte otvorený a musia sa hľadať nové cesty pre jej zhospoďárnenie.

Význam výroby kvasničnej bielkoviny pre naše hospodárstvo je predovšetkým v tom, že nám umožní nahradiť značný podiel bielkovinových krmív, ktoré musíme dovážať z cudziny.

Bez hodnotných bielkovinových krmív nemôžeme zvyšovať našu živočíšnu výrobu v želateľnom rozsahu.

Bielkoviny slúžia na zachovanie života a na produkciu. Nedostačourný prísun bielkovín spôsobuje poklesnutie výroby a nedokonalé využitkovanie ostatných živín, najmä glycidov. Pre hodnotenie kvality bielkovinových krmív používame 3 kritériá:

1. koncentrácia bielkoviny;
2. stravitelnosť (resorbovateľnosť) bielkoviny;
3. biologická hodnotnosť.

Kvasničná bielkovina je koncentrátom bielkoviny a svojím úzkym úživným pomerom (stravitelná bielkovina: krmná Kellnerova jednotka) 1 : 0,6 sa priblihuje mäsovej múčke (1 : 0,4) a rybej múčke (1 : 0,6). Úživný pomer u ovsu je 1 : 7,2, u jačmeňa 1 : 10,3, u zemiakov 1 : 17,2. V krmnej technike počítame s úživným pomerom 1 : 5 až 1 : 7, a preto kvasničná bielkovina môže slúžiť ako doplnok krmív chudobných na bielkoviny, aby sa úživný pomer stal priaznivejším.

Kvasničná bielkovina je na 90 % stravitelná, prípadne resorbovateľná.

Jej stravitelnosť je tiež predpokladom pre jej biologickú hodnotnosť. Táto závisí od toho, z akých aminokyselín sa skladajú bielkoviny.

S tohto hľadiska patrí kvasničná bielkovina podobne ako väčšina rastlinných bielkovín medzi bielkoviny čiastočne neúplné, lebo obsahuje len malé množstvo životne dôležitých aminokyselín, ktoré obsahujú síru, cystín (disulfid kyseliny α -amino- β -tiomliečnej) a metionín (α -amino-, γ -metyltiomiaselná kyselina).

Stačí však kvasničnú bielkovinu doplniť napr. hydrolyzátom z niektorých keratínov, napr. rohoviny, aby sa stala plnohodnotnou. Podobný úspech dosiahneme, keď doplníme kvasničnú bielkovinu prísadou malého množstva živočíšnej bielkoviny, aby sa doplnila chýbajúcimi aminokyselinami na fyziologicky potrebné množstvo, napr. 2/3 d. kvasničnej bielkoviny doplníme 1/3 bielkoviny z rýb.

Možno, že sa v budúcnosti podarí vyrobiť kvasničnú bielkovinu plnohodnotnú, lebo Finkovi sa podarilo (zatiaľ laboratórne) zdvojnásobiť obsah organicky viazanej síry v kvasniciach. Je však potrebné pamätať na zásadu, že potreba bielkovín sa nedá kryť iba jedným druhom a pri pestrosti potravy možno kombináciou rozličných bielkovín nedostatočnej biologickej hodnoty získať biologicky hodnotnú smes.

V krmnej technike, ako aj vo výžive sa používajú kvasnice čerstvé i sušené. Bielkovina sušených kvasníc je však stravitelnejšia.

Čerstvé kvasnice nachádzajú upotrebenie pri tzv. drožďovaní menejcenných krmív za účelom zvýšenia obsahu bielkoviny a najmä zlepšenia ich chuti. Svojím dráždivým účinkom sú kvasnice nielen potravinou, ale aj pochútkou, lebo prispievajú k zvýšeniu chutnosti potravy a tým aj k lepšiemu jej využitiu.

Kvasnice sú aj zásobárňou celého radu dôležitých vitamínov a faktorov s účinkom vitamínov. Všetky tieto špecificky účinné látky, naj-

mä vitamíny zo skupiny B predurčujú kvasnice k terapii rozličných porúch a chorôb.

Všeobecné uplatnenie kvasničnej bielkoviny sa však stretáva s neporozumením v širokých vrstvách obyvateľstva a najmä v kruhoch poľnohospodárskych.

Naši roľníci nevedia narábať s čerstvými ani so sušenými kvasnicami. Preto bude potrebné v tomto smere našich poľnohospodárov poučovať, lebo pri neodbornom postupe je nebezpečenstvo plytvania cenou kvasničnou bielkovinou.

Používanie kvasníc na kŕmenie nie je v poľnohospodárstve nič nového, lebo naše poľnohospodárske liehovary odovzdávajú každý rok veľké množstvo kvasníc, ktoré sú ako súčiastka výpalkov spoločne skrmované.

Zemiakové zápary (z 1 q \rightarrow 140 l) obsahujú asi 5—6% kvasníc, čiže pri spracovaní každého vagóna zemiakov (100 q) vzniká asi 700 kg kvasníc o sušine 25% = 175 kg sušených kvasníc = 88 kg kvasničnej bielkoviny.

Značné množstvo kvasníc odpadá aj pri výrobe piva. (Pri 7^o pive z 1 hl asi 0,2 kg lisovaných kvasníc.)

Kvasničná substancia pre svoj obsah bielkovín, glycidov, lipidov, nukleínu, lecitínu, vitamínov a minerálnych solí je cenným doplnkom pre jednostrannú potravu.

Aby kvasničná bielkovina dosiahla všeobecné upotrebenie, musí sa jej technologická výroba zhospodárniť.

Táto prednáška má byť skromným príspevkom k splneniu tejto požiadavky.

LITERATÚRA

1. Klečka, Věstník Čs. A. Z. 3-4. (1951).
2. Sperber, Arkiv. Kemi Mineral. Geol. 21 (1945).