

Degradace zásobních polysacharidů při aerobním hladovění pekařského droždí

Ing. JAN PÁCA, CSc.

Vysoká škola chemickotechnologická, katedra kvasné chemie a bioinženýrství, Praha

Úvod

Studiemi změn, které probíhají při skladování pekařského droždí se zabývala řada autorů. Byly sledovány změny v obsahu celkových polysacharidů [1–3], rezervních polysacharidů [4–8], bílkovin [9], nukleových kyselin [10], nukleotidů [11], adenosinfosfátu [3], cytochromů [12] a ztráty schopnosti buněk tvořit kolonie [13]. Jiné práce byly zaměřeny na stanovení trvanlivosti droždí. V těchto případech byla testována změna konzistence droždí [14–17], schopnost tvorby oxidu uhlíkatého [15–17], mohutnost kynutí [3] atd. Prakticky všechny tyto pokusy se prováděly s lisovaným pekařským droždím. Je třeba připomenout, že rychlost ztráty vlastností požadovaných od pekařského droždí je v průběhu skladování mimo jiné závislá i na vzdálenosti buněk od povrchu liberky.

Jelikož skladování droždí je vlastně procesem hladovění, bylo cílem této práce sledovat změny, které probíhají při hladovění buněk ve formě suspenze. Je-li zajištěno dostatečné míchání, je při hladovění buněk ve formě suspenze možno podstatně přesněji regulovat vliv vnějších podmínek na buňky a dosáhnout tak i homogennějších výsledků ve srovnání s kostkami lisovaného droždí.

Materiál a metody

K pokusům bylo použito komerčního lisovaného pekařského droždí z n. p. Labena, závodu 01 v Krásném Březně. Čerstvé lisované droždí bylo resuspendováno ve fyziologickém roztoku (9 g NaCl v 1 litru redestilované vody). Počáteční hodnota pH fyziologického roztoku byla pH₀ 4,4 nebo 5,5.

Hladovění buněčné suspenze se provádělo za aerobních podmínek v míchané a větrané nádobě opatřené zpětným chladičem, aby se zabránilo odparu vody. Počáteční koncentrace buněčné sušiny byla zvolena 100 g.l⁻¹. Pro urychlení degradačních procesů bylo hladovění prováděno při zvýšené teplotě 35 °C. Postupná lýze buněk v průběhu pokusu působila značné pění, a proto se k suspenzi přidávalo 0,05 ml.l⁻¹ odpěnovacího oleje Struktol J 633 (Schill-Seilacher, Hamburg, NSR) ihned na počátku hladovění. Rychlost dodávky kyslíku byla nastavena tak, aby na počátku hladovění nepoklesla koncentrace rozpuštěného kyslíku v suspenzi pod 5 % saturační koncentrace. Měření se provádělo kyslíkovou elektrodou.

Celkový počet buněk byl zjišťován v Bürkerově komůrce po vhodném zředění suspenze buněk. Počet buněk schopných tvořit kolonie byl zjišťován konvenční metodou roztěru na agarové plotny. Pro zředování byl použit fyziologický roztok se stejnou hodnotou pH.

Koncentrace sušiny biomasy byla stanovena gravimetricky. Odebrané vzorky se odstředily a po dvojnásobném promytí v destilované vodě se sušily 1 h při 70 °C a 2,5 h při 105 °C. Glykogen a trehalosa se určovala podle Trevelyana a Harrisona [18]. Následná detekce se prováděla modifikovaným způsobem podle Stewarta [19]. Ethanol a acetat byly stanoveny metodou plynové chromatografie [20].

Respirační aktivita byla určována z křivek úbytku kyslíku. Měření úbytku kyslíku se provádělo v respirační nádobce opatřené polarografickou kyslíkovou elektrodou Pt-Ag/AgCl krytou polypropylenovou membránou o tloušťce 12 μm, připojenou na analyzátor rozpuštěného kyslíku Oxymetr (Vývojové dílny ČSAV, Praha). Signál byl registrován zapisovačem Radelkis typu OH 814/1 (Budapešť, MLR). Měřilo se ve fyziologickém roztoku s počáteční hodnotou pH₀ 4,4 a při teplotě 30 °C. K měření aktuální rychlosti respirace byl odebraný vzorek pouze zředěn. Endogenní respirace se měřila s buňkami trojnásobně promytými fyziologickým roztokem.

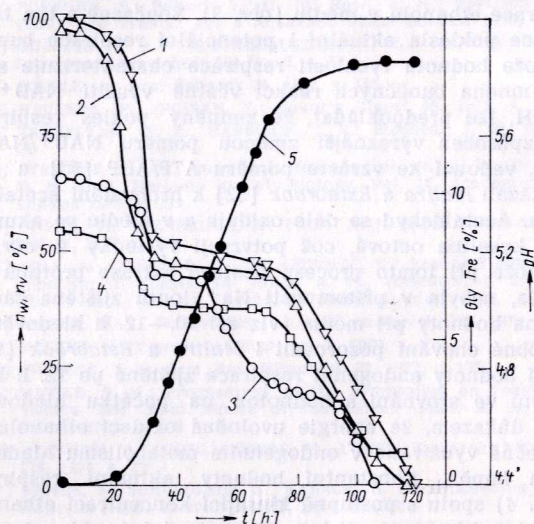
Každý pokus hladovění byl opakován třikrát a uvedené výsledky jsou průměrnými hodnotami všech stanovení.

Výsledky a diskuse

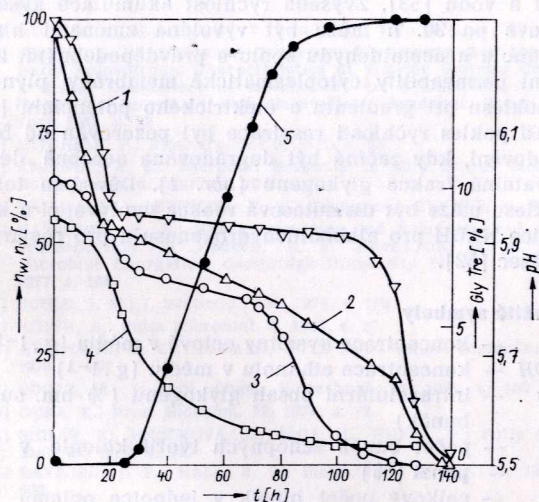
Na obr. 1 jsou uvedeny změny celkového počtu buněk, počtu buněk schopných tvořit kolonie, intracelulárního obsahu glykogenu a trehalosy a hodnoty pH média v průběhu hladovění pekařského droždí při pH₀ 4,4. Během prvních šesti hodin hladovění se žádný z uvedených parametrů neměnil. Mezi 6. a 16. h začaly buňky využívat své rezervní polysacharidy, což dokumentuje mírný pokles obsahu glykogenu a trehalosy. I když byl obsah obou polysacharidů ještě vysoký z hlediska dodávky energie buňkám, byl zjištěn již určitý pokles počtu buněk schopných tvořit kolonie a začala se projevovat i určitá lýze buněk. Velmi výrazný pokles jak celkového počtu buněk, tak i v počtu *n_v* nastal mezi 16. a 32. h hladovění (asi na 50 % počátečních hodnot). Tento pokles byl doprovázen současným poklesem obsahu glykogenu a trehalosy v buňkách. Obsah glykogenu poklesl v tomto intervalu o 33 % a obsah trehalosy o 27 %. Tyto výsledky potvrzují nálezy Eatona [5, 6], že za podmínek aerobního hladovění je trehalosa metabolizována současně s glykogenem. Na rozdíl od Solse [21], který při hladovění kvasinek ve vodě nebo pufru pozoroval pokles obsahu trehalosy během prvních 2 h, nastává utilizace trehalosy při hladovění ve fyziologickém roztoku později.

Po 32. h hladovění se zastavila degradace jak glykogenu, tak trehalosy. Také pokles celkového počtu buněk a počtu buněk schopných tvořit kolonie byl velmi malý. Za povšimnutí stojí, že zatímco zastavení degradace trehalosy, lýze buněk i poklesu počtu *n_v* probíhala simultánně až do 70. h [v intervalu od 32. do 70. h], rozběhla se další degradace glykogenu opět již ve 48. h. Naopak po 70. h, kdy trehalosa začala opět být využívána, projevila se na křivce úbytku glykogenu druhá „lag-fáze“. Výsledky ukazují, že přestože dochází k degradaci glykogenu a trehalosy, dochází i k buněčné lýzi a ztrátě schopnosti buněk tvořit kolonie. Z toho vyplývá, že energie uvolněná z těchto zásobních látek nestačí k přežívání buněk. Porovnáním těchto výsledků s výsledky Mazona a Hemmingse [22] lze předpokládat, že nedostatek energie je důsledkem inaktivace enzymů, která nastává vlivem proteolýzy v pozdějších fázích hladovění buněk. Za těchto podmínek hladovění se glykogen úplně vyčerpal ve 105. h, kdy celkový počet buněk činil 18 %

původní hodnoty. Úplná ztráta schopnosti buněk tvořit kolonie byla zjištěna ve 116. h a totální lýze buněk ve 120. h. Reziduální obsah trehalosy zjištěný v čase, kdy $n_v = 0$, činil 1 % hm sušiny buněk. Uvedené výsledky prokazují, že ani za aerobních podmínek nejsou buňky pekařského droždí schopny využít veškerou trehalosu jako zdroj energie pro své přežití.



Obr. 1. 1 — Celkový počet buněk, 2 — počet buněk schopných tvořit kolonie, 3 — obsah glykogenu, 4 — obsah trehalosy, 5 — pH média v průběhu hladovění při pH_0 4,4.



Obr. 2. 1 — Celkový počet buněk, 2 — počet buněk schopných tvořit kolonie, 3 — obsah glykogenu, 4 — obsah trehalosy, 5 — pH média v průběhu hladovění při pH_0 5,5.

Obrázek 2 ukazuje průběh stejných parametrů jako obr. 1. Toto hladovění však probíhalo při pH_0 5,5. Ostatní podmínky hladovění byly stejné. Při této vyšší počáteční hodnotě pH média se pokles celkového počtu buněk, tak i počtu buněk schopných tvořit kolonie projevila ihned na počátku hladovění. Tato počáteční perioda trvala 20 h. Ve srovnání s výsledky z 20. h při hladovění v médiu s pH_0 4,4 bylo však za těchto podmínek množství zlyzovaných buněk poněkud menší. Také degradace glykogenu a trehalosy začala ihned na počátku hladovění. Z porovnání s obr. 1 vyplývá, že období za-

stavení lýze buněk bylo při hladovění s pH_0 5,5 výrazně prodlouženo (až do 100. h). Naopak se však vůbec nezastavila ztráta schopnosti buněk tvořit kolonie. Zastavení degradace glykogenu bylo prodlouženo až do 70. h, tzn. trvalo stejný časový úsek jako zastavení degradace trehalosy při hladovění s pH_0 4,4.

Změna pH média se projevila při hladovění s pH_0 5,5 později než v případě pH_0 4,4. Došlo k ní až po lýzi 45 % z původního celkového počtu buněk. V poslední fázi hladovění (od 120. h), kdy byl již veškerý glykogen vyčerpán, byla lýze buněk velmi rychlá. V této fázi však již nebyla hodnota pH média ovlivňována lýzí buněk. Změny hodnoty pH média probíhaly převážně ve fázi zastavené lýze buněk. Z toho lze usuzovat, že změny pH média v průběhu hladovění buněk jsou důsledkem ztráty schopnosti pufrací kapacity buněk a event. změn intracelulární hodnoty pH buněk. Ztráta schopnosti pufrací kapacity buněk zřejmě souvisí se vzrůstem proteázové aktivity [22–24], která je v buňkách *Saccharomyces* spojena s rychlostí obratu bílkovin [25, 26].

Pro vysvětlení změn intracelulární hodnoty pH je třeba uvažovat závislost endogenního metabolismu a transportních jevů. Buňky využívají vlastní látky s cílem získat energii na přežívání. Syntéza ATP je spojena s přenosem H^+ iontů do buněk a OH^- iontů vně, což vede k vytvoření pH gradientu přes membránu. Jak prokázali Ramos *et al.* [27] charakterizuje hodnota membránového potenciálu vytvořeného procesem respirace vztah mezi transportními reakcemi a tvorbou ATP. Translokaci protonů spřezanou s tvorbou energie prokázali v buňkách *Saccharomyces cerevisiae* již Riemersma a Alsbach [28]. Lze tedy předpokládat, že výrazný vzrůst hodnoty pH média souvisí s úbytkem protonů [29]. Transport protonů je však spojen se záměnou iontů, zvláště K^+ iontů [30, 31]. Protože hladovění probíhalo v roztoku NaCl, mohly metabolizující buňky získat K^+ ionty pouze ze zlyzovaných buněk. Tato extracelulární koncentrace K^+ iontů byla velmi nízká, a proto jak prokázal již Huetting *et al.* [31] spotřebovaly buňky značné množství energie na udržení vysokého K^+ gradientu přes membránu. Navíc jsou transportní jevy ovlivněny také transmembránovým gradientem Na^+ iontů [32], což souvisí s funkcí protonového čerpadla [33–35].

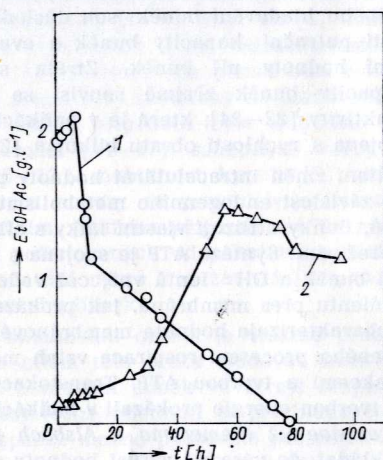
Další aspekt, který nelze zanedbat, je otázka transportu látek uvolněných z odumřelých a zlyzovaných buněk. Jedná se o tzv. kryptický růst souhrnně popsaný Strangem [36]. Transport těchto látek vyžaduje také energii. Uvedené procesy ovlivňují energetický a redoxní potenciál buněk [37], čímž se změní endogenní metabolismus a tím i intracelulární hodnoty pH buněk v průběhu hladovění. Změny pH média zase naopak ovlivňují hodnotu pH gradientu přes membránu [38, 39] a tím i intracelulární hodnotu pH [40]. Výsledkem zmíněných vlivů je pak časově dřívější vzrůst a celkově větší přírůstek hodnoty pH média zjištěný při pokusech provedených při nižší počáteční hodnotě pH média (obr. 1).

Z porovnání výsledků získaných při různých hodnotách pH_0 média vyplývá, že při vyšší hodnotě pH_0 5,5:

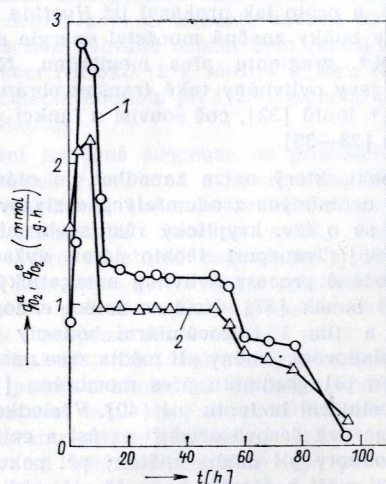
1. nastává ihned po začátku hladovění lýze buněk, pokles počtu n_v i degradace rezervních polysacharidů;
2. počáteční fáze rychlého poklesu celkového počtu buněk a počtu n_v končí dříve při poněkud vyšších hodnotách n_w i n_v ;
3. fáze zastavení lýze buněk je výrazně prodloužena, avšak buňky trvale ztrácejí schopnost tvořit kolonie;
4. doba přežívání buněk i doba úplného vyčerpání glykogenu se prodloužila asi o 20 h;
5. celková změna hodnoty pH média je asi o 45 % nižší.

Přítomnost či nepřítomnost kyslíku ovlivňuje endogen-

ní metabolismus buněk v průběhu hladovění podobně, jako jej ovlivňuje v průběhu kultivace pekařského droždí. Při přechodu z anaerobních podmínek na podmínky aerobní nastávají změny metabolismu, což se projeví změnami konečných metabolických produktů, např. esterů [41], organických kyselin z cyklu trikarboxylových kyselin a glyoxalátového cyklu [42], ethanolu, glycerolu, kyseliny octové, pyrohroznové a mléčné [43, 44]. Současně se projevují také změny v produkci CO_2 a spotřebě O_2 [17, 45]. Z těchto důvodů byla též v průběhu hladovění při pH_0 4,4 stanovována koncentrace ethanolu a kyseliny octové v médiu a měřena rychlost spotřeby kyslíku. Výsledky jsou uvedeny na obr. 3 a 4.



Obr. 3. 1 — Koncentrace ethanolu, 2 — koncentrace kyseliny octové v médiu v průběhu hladovění při pH_0 4,4



Obr. 4. Aktuální [1] a endogenní [2] respirace buněk v průběhu hladovění při pH_0 4,4.

Na počátku hladovění byla zjištěna relativně vysoká koncentrace ethanolu v médiu. Příčinou je zřejmě anaerobní endogenní metabolismus, který probíhá v liberkách lisovaného droždí během dopravy a přípravy kvasničné suspenze. Určitý vzrůst koncentrace ethanolu v médiu pozorovaný během prvních 6 h aerobního hladovění buněk byl důsledkem pouze částečně snížené rychlosti tvorby ethanolu za aerobních podmínek. Podobné chování zjistili i Chester [46] a Israelstam [47]. Potvrzují to i závislosti rychlosti respirace uvedené na obr. 4. Výrazný vzrůst jak aktuální, tak i endogenní respirace je vý-

sledkem přechodu z anaerobních podmínek na podmínky aerobní a zahrnuje proces dereprese, resp. indukce tvorby enzymů účastnících se metabolismu v cyklu trikarboxylových kyselin a v procesu přenosu elektronů respiračním řetězcem [48, 49]. Vyšší hodnoty aktuální respirace vzhledem k endogenní respiraci vyplývají z oxidace ethanolu spojené s redukcí NADH v respiračním řetězci. Po 6. h hladovění nastal prudký pokles koncentrace ethanolu v médiu (obr. 3). Současně s tím také prudce poklesla aktuální i potenciální respirace buněk. Protože hodnota rychlosti respirace charakterizuje souhrn mnoha buněčných reakcí včetně využití NAD^+ a NADH, lze předpokládat, že zmíněný pokles respirace byl způsoben výraznější změnou poměru NAD^+/NADH [43], vedoucí ke vzrůstu poměru ATP/ADP [50] a jak prokázali Maitra a Estabrook [52] k hromadění acetaldehydu. Acetaldehyd se dále oxiduje a v médiu se akumuluje kyselina octová, což potvrzují výsledky z obr. 3. Přestože při tomto procesu nastává extruze protonů do média, nebyla v přítomnosti Na^+ iontů zjištěna žádná změna hodnoty pH média (viz asi 10.–12. h hladovění). Podobné chování pozorovali i Maitra a Estabrook [52]. Nižší hodnoty endogenní respirace zjištěné po 12. h hladovění ve srovnání s hodnotou na počátku hladovění jsou důkazem, že energie uvolněná oxidací ethanolu je částečně využívána v endogenním metabolismu hladověných buněk. Konstantní hodnoty aktuální respirace (obr. 4) spolu s postupně klesající koncentrací ethanolu a rostoucí koncentrací kyseliny octové (obr. 3) potvrzují zjištění Maitra a Estabrooka [51], že za těchto podmínek je více kyslíku spotřebováno na oxidaci ethanolu na kyselinu octovou. Nízká koncentrace kyseliny octové v médiu během prvních 30 h hladovění je zřejmě důsledkem následné konverze kyseliny octové na oxid uhličitý a vodu [53]. Zvýšená rychlost akumulace kyseliny octové po 30. h může být vyvolána změnami hladin ethanolu a acetaldehydu spolu s pravděpodobnými změnami permeability cytoplasmatické membrány plynoucí z poklesu pH gradientu a elektrického potenciálu [39]. Další pokles rychlosti respirace byl pozorován od 50. h hladovění, kdy začíná být degradována aerobně degradovatelná frakce glykogenu (obr. 1). Důvodem tohoto poklesu může být dismutační reakce vyplývající z kompetice NADH pro alkoholdehydrogenasu a pro respirační řetězec [52].

Použité symboly

- Ac — koncentrace kyseliny octové v médiu (g.l^{-1})
- EtOH — koncentrace ethanolu v médiu (g.l^{-1})
- Gly — intracelulární obsah glykogenu (% hm. sušiny buněk)
- n_v — počet buněk schopných tvořit kolonie v suspenzi (%)
- n_w — celkový počet buněk v jednotce objemu suspenze (%)
- q_{O_2} — aktuální respirace ($\text{mmol.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$)
- $q_{\text{O}_2}^e$ — endogenní respirace ($\text{mmol.g}^{-1}.\text{h}^{-1}$)
- Tre — intracelulární obsah trehalosy (% hm. sušiny buněk)
- X_0 — počáteční koncentrace sušiny buněk (g.l^{-1})

Literatura

- [1] TREVELYAN, E. W., FORREST, R. S., HARRISON, J. S.: Nature, **170**, 1952, s. 626
- [2] SUOMALAINEN, H., OURA, E., NEVALAINEN, P.: 2nd FEBS Meeting, Vienna 1965, Abstr. Commun. p. 67
- [3] SUOMALAINEN, H.: European J. Appl. Microbiol. **1**, 1975, s. 1
- [4] SUOMALAINEN, H., PFÄFFLI, S.: J. Inst. Brew. **67**, 1961, s. 249
- [5] EATON, N. R.: Arch. Biochem. Biophys. **88**, 1960, s. 17
- [6] EATON, N. R.: Arch. Biochem. Biophys. **95**, 1961, s. 464
- [7] EATON, N. R.: Ann. N. Y. Acad. Sci. **102**, 1963, s. 678
- [8] REED, G., PEPLER, H. J.: Yeast Technology. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut 1973, s. 90

- [9] PARKKINEN, E., GRBA, S., OURA, E., SUOMALAINEN, H.: Proc. of the 2nd Congress of Yugoslav Microbiologists, Opatia 1972, s. 317
- [10] PARKKINEN, E., OURA, E., SUOMALAINEN, H.: J. Inst. Brew. **80**, 1974, s. 271
- [11] OURA, E., SUOMALAINEN, H.: J. Inst. Brew. **73**, 1967, s. 370
- [12] BERGELIN, R., OURA, E., SUOMALAINEN, H.: J. Inst. Brew **82**, 1976, s. 609
- [13] PARKINEN, E., OURA, E., SUOMALAINEN, H.: J. Inst. Brew. **82**, 1976, s. 283
- [14] BURROWS, S.: Baker's Yeast. In: Rose, A. H., Harrison, J. S. (eds) The Yeasts. Vol 3 Academic Press London 1970, s. 406
- [15] GINTEROVÁ, A., MITTERHAUSZEROVÁ, L., JANOTKOVÁ, O.: Brantweinwirtschaft 106 No. 3, s. 57
- [16] SCHULZ, A.: Brot Gebaeck **21**, 1967, s. 115
- [17] HAUTERA, P., OVGREN, T.: Baker's Digest **49**, 1975, s. 36, 49
- [18] TREVELYAN, W. E., HARRISON, J. S.: Biochem. J. **63**, 1956, s. 23
- [19] STEWART, P. R.: Analytical Methods for Yeast. In: Prescott, D. M. (ed). Methods in Cell Biology. Vol. 12, Academic Press London 1975, s. 111
- [20] UNGER, P., VOZŇÁKOVÁ, Z., PÁČA, J.: J. Appl. Chem. Biotechnol **27**, 1977, s. 150
- [21] SOLS, A., GANCEDO, C., DELAFUENTE, G.: Energy-Yielding Metabolism in Yeasts. In: ROSE, A. H., HARRISON, J. S. (eds). The Yeasts. Vol. 2, Academic Press London 1971, s. 294
- [22] MAZON, M. J., HEMMINGS, B. A.: J. Bacteriol. **139**, 1979, s. 686
- [23] HOLZER, H.: Trends Biochem. sci. **1**, 1976, s. 178
- [24] SWITZER, R. L.: Ann. Rev. Microbiol. **31**, 1977, s. 135
- [25] MATILE, P. H.: Proceedings of the Symposium on Yeast, Bratislava 1966, Publ. House of the Slovak Acad. of Sci., Bratislava 1969, s. 563
- [26] WIEWKEN, A., SCHELLENBERG, M., URECH, K.: Arch. Microbiol. **123**, 1979, s. 23
- [27] RAMOS, S., SCHULDINER, S., KABACK, H. R.: Proceeding of the National Acad. of Sci. USA, **73**, 1976, s. 1892
- [28] RIEMERSMA, J. C., ALSBACH, E. J. J.: Biochim. Biophys. Acta **339**, 1974, s. 274
- [29] HAROLD, F. M.: Bacteriol. Rev. **36**, 1972, s. 172
- [30] PADAN, E., ZILBERSTEIN, D., ROTTENBERG, H.: Europ. J. Biochem. **63**, 1976, s. 533
- [31] HUETING, S., de LANGE, T., TEMPEST, D. W.: Arch. Microbiol. **123**, 1979, s. 183
- [32] LEVER, J. E.: Critical Rev. in Biochemistry, January 1980, s. 187
- [33] HAROLD, F. M.: Ann. N. Y. Acad. Sci. **227**, 1974, s. 297
- [34] MITCHELL, P.: Biological Transport Phenomena and the Spatially Anisotropic Characteristics of Enzyme Systems Causing a Vector Component of Metabolism. In: Kleinzeller, A. (ed), Membrane Transport and Metabolism, Academic Press, New York 1961, s. 22
- [35] MITCHELL, P.: Bioenergetics **3**, 1973, s. 63
- [36] STRANGE, R. E.: Microbial Response to Mild Stress, Meadowfield Press Ltd., Durham 1976, s. 7
- [37] BALL, W. J., AKTINSON, R. E.: Bacteriol. **121**, 1975, s. 975
- [38] HAMILTON, W. A.: Energy Coupling ind Substrate and Group Translocation. In: Hadock, B. A. HAMILTON, W. A. (eds), Microbial Energetics, Cambridge University Press, Cambridge 1977, s. 185
- [39] GOULD, J. M.: J. Bacteriol. **138**, 1979, s. 176
- [40] KOTYK, A.: Folia Microbiol. **8**, 1963, s. 27
- [41] ANDERSON, R. G., HOWARD, D.: J. Appl. Chem. Biotechnol. **26**, 1976, s. 107
- [42] COOTE, N.: J. Appl. Chem. Biotechnol. **26**, 1976, s. 109
- [43] OURA, E.: Proc. Biochem. **12**, 1977, s. 19
- [44] SIGLER, K., KNOTKOVÁ, A., PÁČA, H., WURST, M.: Folia Microbiol. **25**, 1980, s. 311
- [45] BARFORD, J. F., HALL, R. J.: Biotechnol. Bioeng. **21**, 1979, s. 609
- [46] CHESTER, V. E.: Nature **183**, 1956, s. 902
- [47] ISRAELSTAM, G. F.: Folia Microbiol. **24**, 1979, s. 449
- [48] BIGGS, D. R., LINNANE, A. W.: Biochim. Biophys. Acta **78**, 1963, s. 785
- [49] DAMSKY, C. H., NELSON, W. M., CLAUDE, A. J.: J. Cell. Biol. **43**, 1969, s. 174
- [50] MAITRA, P. K., LOBO, K.: Arch. Biochem. Biophys. **185**, 1978, s. 535
- [51] MAITRA, P. K., ESTABROOK, R. W.: Arch. Biochem. Biophys. **121**, 1967a, s. 117
- [52] MAITRA, P. K., ESTABROOK, R. W.: Arch. Biochem. Biophys. **121**, 1967b, s. 140

Páča, J.: Degradace zásobních polysacharidů při aerobním hladovění pekařského droždí. Kvas. prům. **29**, 1983, č. 2, s. 32—35.

Byly sledovány změny v obsahu rezervních polysacharidů, celkového počtu buněk, počtu buněk schopných tvořit kolonie a pH média v průběhu aerobního hladovění pekařského droždí. Hladovění probíhalo při teplotě

35 °C ve fyziologickém roztoku při dvou odlišných počátečních hodnotách pH média. Při počáteční hodnotě pH₀ 4,4 byla též sledována tvorba ethanolu a acetátu a byly měřeny aktivity aktuální a endogenní respirace. Výsledky prokázaly, že počáteční hodnota pH média ovlivňuje postup degradace glykogenu a trehalosy a tím též ztrátu schopnosti buněk tvořit kolonie a buněčnou lýzi. Kvantitativní změny metabolických produktů a změny v respirační aktivitě buněk ukázaly vzájemné ovlivnění metabolismu a okolního prostředí.

Паца, Я.: Деградация запасных полисахаридов в течение аэробного голодания хлебопекарных дрожжей. Квас. прум. **29**, 1983, № 2, стр. 32—35.

Исследовались изменения содержания запасных полисахаридов, суммарного количества клеток, способных образовать колонии и pH среды аэробного голодания хлебо-пекарных дрожжей. Голодание протекало при температуре 35 °C в физиологическом растворе при двух разных начальных значениях pH среды. При начальной величине pH₀ 4,4 также исследовалось образование этанола и ацетата и измерялись величины активности актуальной и эндогенной респирации. Результаты доказали, что начальная величина pH оказывает влияние на ход деградации гликогена и трегалозы и тем самым и на потерю способности клеток создавать колонии и лизис клетки. Количественные изменения продуктов метаболизма в респирационной активности клеток показали взаимное влияние метаболизма и окружающей клетки среды.

Páča, J.: Degradation of Reserve Polysaccharides During Aerobic Starvation of Baker's Yeast. Kvas. prům., **29**, 1983, No. 2, pp. 32—35.

During aerobic starvation of baker's yeast changes in the level of reserve carbohydrates, cell number, viability and medium pH value were observed. The starvation was carried out at a temperature of 35 °C in the physiological solution using two different initial pH values of the medium. At pH₀ 4.4 also formation of ethanol and acetate and actual and endogenous respirations were measured. The results revealed that the initial pH value of the medium affected the pattern of a glycogen and trehalose degradation and consequently, also the loss of viability and cell lysis. Changes in the quantity of end products and respiration activity showed a reciprocal dependence between metabolism of the starving cells and their environs.

Páča, J.: Degradation der Reservepolysaccharide bei dem aeroben Hungern der Backhefe. Kvas. prům. **29**, 1983, Nr. 2, S. 32—35.

Es wurden im Verlauf des aeroben Hungerns der Backhefe die Veränderungen im Gehalt der Reservepolysaccharide, in der Gesamtzahl der Zellen, in der Zahl der kolonienbildungsfähiger Zellen und in dem pH des Mediums verfolgt. Das Hungern verlief bei der Temperatur von 35 °C in physiologischer Lösung bei zwei unterschiedlichen Ausgangswerten des pH des Mediums. Bei dem Ausgangs-pH-Wert 4,4 wurde auch die Äthanol- und Azetatbildung verfolgt und die Aktivitäten der aktuellen und endogenen Respiration gemessen. Die Ergebnisse zeigten, daß der Ausgangswert des pH im Medium den Vorgang der Degradation des Glycogens und der Trehalose und dadurch auch den Verlust der Fähigkeit der Zellen zur Kolonienbildung und die Zellenlyse beeinflusst. Die quantitativen Veränderungen der metabolischen Produkte und der Respirationsaktivität der Zellen bestätigten die Voraussetzung, daß sich der Metabolismus und das Milieu gegenseitig beeinflussen.