

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE

Prírodovedecká fakulta

Slavomír ČERŇANSKÝ

Miloslav KHUN

VYUŽITIE TECHNICKEJ MIKROBIOLÓGIE
V KVASNOM A POTRAVINÁRSKOM PRIEMYSLE

1. vydanie



© S.Čerňanský, M.Khun, 2011

ISBN 978-80-223-3135-7

Vydanie tejto publikácie podporili granty Kultúrnej a edukačnej grantovej agentúry MŠVVaŠ SR č. 3/7234/09 s názvom "Informačné technológie ako nástroj vzdelávania v oblasti hodnotenia environmentálnych a ekologických rizík a ozdravovania životného prostredia" a Vedeckej grantovej agentúry MŠVVaŠ a SAV č. 1/0492/11 s názvom "Retenčné a degradačné charakteristiky vybraných herbicídov v poľnohospodárskych pôdach Žitného ostrova".

© Mgr. Slavomír Čerňanský, PhD., doc. RNDr. Miloslav Khun, CSc.

Recenzenti:

prof. Ing. Peter Fečko, CSc.

Mgr. Hana Vojtková, PhD.

Vydala: Univerzita Komenského v Bratislave

1. vydanie, 2011

Náklad: 300 ks

Za odbornú a jazykovú stránku publikácie zodpovedajú autori.

Všetky práva vyhradené. Táto kniha ani jej časti nesmú byť žiadnym spôsobom reprodukované, ukladané alebo rozširované bez písomného súhlasu autorov.

ISBN 978-80-223-3135-7

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE

VYUŽITIE TECHNICKEJ MIKROBIOLÓGIE V KVASNOM A
POTRAVINÁRSKOM PRIEMYSE



Slavomír ČERŇANSKÝ
Miloslav KHUN

BRATISLAVA 2011

Vydanie tejto publikácie podporili granty Kultúrnej a edukačnej grantovej agentúry MŠVVaŠ SR č. 3/7234/09 s názvom "Informačné technológie ako nástroj vzdelávania v oblasti hodnotenia environmentálnych a ekologických rizík a ozdravovania životného prostredia" a Vedeckej grantovej agentúry MŠVVaŠ a SAV č. 1/0492/11 s názvom "Retenčné a degradačné charakteristiky vybraných herbicidov v poľnohospodárskych pôdach Žitného ostrova".

Obrázok na titulnej strane: www.infobarrel.com

Využitie technickej mikrobiológie v kvasnom a potravinárskom priemysle

© Mgr. Slavomír Čerňanský, PhD., doc. RNDr. Miloslav Khun, CSc.

Recenzenti:

prof. Ing. Peter Fečko, CSc.

Mgr. Hana Vojtková, PhD.

Vydala: Univerzita Komenského v Bratislave

1. vydanie, 2011

Náklad: 300 ks

Za odbornú a jazykovú stránku publikácie zodpovedajú autori.

Všetky práva vyhradené. Táto kniha ani jej časti nesmú byť žiadnym spôsobom reprodukované, ukladané alebo rozširované bez písomného súhlasu autorov.

ISBN: 978-80-223-3135-7

OBSAH

1. Úvod	4
2. Mikroorganizmy pri výrobe liehu a destilátov	6
2.1 Kvasinky	7
2.1.1 Stavba kvasinky	17
2.1.2 Chemické zloženie buniek kvasiniek	20
2.1.3 Metabolizmus kvasiniek	22
2.2 Kontaminujúce baktérie a ďalšie škodlivé mikroorganizmy v liehovarníckej prevádzke a ochrana proti nim	24
2.2.1 Mliečne baktérie	24
2.2.2 Octové baktérie	24
2.2.3 Baktérie maslového a propiónového kvasenia	25
2.2.4 Hnilobné baktérie	25
2.2.5 Baktérie pektínového kvasenia	26
2.2.6 Butanolové baktérie	26
2.2.7 Mikroskopické vlákňité huby	26
2.2.8 Iné kontaminujúce baktérie	27
3. Liehové kvasenie	30
3.1 Základné podmienky pre liehové kvasenie	36
3.2 Enzymológia liehového kvasenia	37
3.3 Vlastný mechanizmus liehového kvasenia	41
3.4 Vedľajšie produkty liehového kvasenia	44
3.5 Výťažnosť etanolu a vedľajších produktov pri liehovom kvasení	46
4. Princípy fermentačných technológií	47
4.1 Destilácia, rektifikácia a rafinácia	55
5. Výroba liehu	63
5.1 Suroviny pri výrobe liehu	63
5.2 Výroba liehu zo škrobnatých surovín	65
5.3 Výroba liehu zo surovín obsahujúcich jednoduché cukry	67
5.4 Destilácia	69

6. Výroba liehovín a destilátov	72
6.1 Suroviny na výrobu liehovín	73
6.2 Technológia kvasenia	74
6.3 Výroba niektorých druhov páleniek	82
6.3.1 Slivovica	83
6.3.2 Jablčkovica a hruškovica	85
6.3.3 Destiláty z vína a hrozna	86
6.3.4 Whisky	82
7. Výroba piva	100
7.1 Suroviny na výrobu piva	100
7.1.1 Pivovarský slad	101
7.1.2 Chmeľ a chmeľové výrobky	105
7.1.3 Voda	108
7.1.4 Pomocné suroviny	109
7.2 Príprava mladiny	110
7.3 Pivovarské kvasinky	115
7.4 Mikrobiológia výroby piva	125
7.5 Kvasenie mladiny, dokvasovanie a zrenie piva	131
7.6 Druhy pív	135
7.7 Pivo a zdravie človeka	140
8. Výroba vína	142
8.1 Zber a spracovanie hrozna	142
8.1.1 Vybrané odrody viniča	145
8.2 Získavanie a úprava muštu	155
8.2.1 Zloženie muštu	159
8.3 Alkoholové kvasenie	160
8.4 Jablčno-mliečna fermentácia	163
8.4 Biologické odbúravanie kyselín	168
8.5 Mikrobiológia vína	170
8.5.1 Kvasinky	171
8.5.2 Baktérie mliečneho kvasenia	181
8.5.3 Baktérie octového kvasenia	185

8.5.4 Mikroskopické vláknité huby	186
8.5.5 Ostatné mikroorganizmy	192
8.6 Zloženie vína	195
8.7 Príprava červeného vína a zrenie vína v barikových sudoch	198
8.8 Klasifikácia vín a slovenská legislatíva	200
8.9 Ošetrovanie a stabilizácia vína	203
8.10 Čistenie vína	204
8.11 Chyby a choroby vína	206
8.12 Perlivé a šumivé víno	211
8.13 Aromatizované a likérové víno	212
9. Výroba syrov	214
9.1 Mikrobiológia syrov	215
9.2 Klasifikácia syrov a charakteristika vybraných druhov syrov	226
Použitá literatúra	240
Register	247

ÚVOD

Ľudia bežne vedia, že mikroorganizmy negatívne pôsobia na potraviny – spôsobujú ich kazenie a tým ich nevratné znehodnotenie. Menej je však v ľudskom povedomí veľmi pozitívna vlastnosť niektorých mikroorganizmov, a to skutočnosť, že sa uplatňujú pri výrobe rôznych potravín ako aj pri ovplyvňovaní niektorých telesných funkcií (napríklad pri zažívacích pochodoch). Účinkom mikroorganizmov získavajú fermentované potraviny požadované chuťové i technologické vlastnosti. V súčasnosti existuje vo svete viac než 3 500 tradičných fermentovaných potravín. Možno spomenúť napr. chlieb, jogurty či sýry bežné v Európe a Severnej Amerike, kým potraviny v Afrike, ktoré sa pripravujú z fermentovaných škrobnatých plodín (napr. kassava) sú základom miestnych pokrmov. V Ázii sú zase denne konzumované výrobky pripravované na báze fermentovaných sójových bôbov alebo rýb. Fermentované nápoje zahŕňujú nielen alkoholické nápoje ako je pivo, víno či liehoviny, ale aj čaj, kávu a kakao, kde sú listy alebo bôby po zbere podrobené fermentácii za účelom dosiahnutia charakteristických chutí a vôní. Taktiež je možné niektoré potraviny fermentačne upraviť tak, že sú výživnejšie, stráviteľnejšie a v neposlednom rade i chutnejšie.

Najznámejšími mikroorganizmami na výrobu potravín a nápojov sú bezpochyby kvasinky. Stretáme sa s nimi pri výrobe chleba a pečiva, kde majú hlavnú úlohu pri zabezpečení požadovanej hubovitej štruktúry a pri tvorbe alkoholu, ktorý vzniká premenou cukru liehovým kvasením. O význame kvasiniek v priemyselnej výrobe potravín napr. svedčí inicializácia veľkého medzinárodného projektu Yeast Genome Project, na ktorom spolupracuje viac než 600 vedcov z 9 pracovísk z rôznych štátov. Jedným z výsledkov tohto výskumu je stanovenie kompletnej génovej sekvencie kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* v roku 1997. Druhým najdôležitejším zameraním fermentačného priemyslu (po výrobe alkoholických nápojov) je výroba kyslomliečnych produktov, nie je objektom tejto kapitoly.

Kvasinka *Saccharomyces cerevisiae* sa pre svoju ľahkú dostupnosť stala vedeckým modelom – slúži ako model bunky v cytológii, genetike, biochémií i makromolekulovej biológii. Kvasinky sú výhodné pre svoju veľkú výkonnosť, rýchlo rastú a manipulácia s nimi

je jednoduchá a sú klasifikované ako všeobecne bezpečné (GRAS – generally recognized as safe). Kvasinkové modely sa využívajú aj pri štúdiu geneticky podmienených chorôb u človeka, pretože poskytujú výskumníkom jednoduchý systém, ktorý umožňuje objasniť ako gény fungujú.

Použitá literatura

Arora, D.K., Bridge, P.D., Bhatnagar, D., 2004: Fungal Biotechnology in Agricultural, Food, and Environmental Applications. Marcel Dekker, New York, 700

Augustín, J., 1982: Liehovarníctvo a výroba mikrobiálnej biomasy. STU, Bratislava, 218

Augustová, K., 2011: Taxonomické zařazení kvasinek rodu *Saccharomyces*. Manuskript – závěreční práce. VUT v Brně, Brno, 66

Bamforth, C.W., 2004: Beer. Health and Nutrition. Blackwell Science, Oxford, 184

Bamforth, C.W., 2005: Food, Fermentation and Micro-organisms. Blackwell Science, Oxford, 216

Bamforth, C.W. (ed.), 2008: Beer. A Quality Perspective. Academic Press, New York, 288

Barnett, J. A. – Payne, R. W. – Yarrow, D., 1983: Yeasts: characteristics and identification. Cambridge University Press, Cambridge (Cambridge Cambridgeshire and New York), 811

Basařová, G., Šavel, J., Basař, P., Lejsek, T., 2010: Pivovarství. Teorie a praxe výroby piva. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 904

Boulton, C., Quain, D., 2001: Brewing Yeast and Fermentation. Blackwell Science, Oxford, 646

Carrascosa, A.V., Muñoz, R., Gonzáles, R. (eds.), 2011: Molecular Wine Microbiology. Elsevier, Amsterdam, 363

Callec, C., 2006: Encyklopedie sýrů. Rebo, Čestlice, 256

Callec, C., 2006: Encyklopedie vína. Rebo, Čestlice, 320

Clarke, R.J., Bakker, J., 2004: Wine Flavour Chemistry. Blackwell Publishing, Oxford, 326

Collin, S. (ed.), 2004: Ooddbins Dictionary of Wine. Bloomsbury, Londýn, 385

Cooke, G.M., Lapsley, J.T., 1988: Making Table Wine at Home. University of California, Oakland, 44

Crueger, W. – Crueger, A., 1990: Biotechnology: A Textbook of Industrial Microbiology. Sinauer Associates, 357

Čmaradová, M., 2011: Výroba erhanolu z obnovitelných zdrojů. Manuskript – závěreční práce. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Brno, 28

Deák, T., 2008: Handbook of Food Spoilage Yeasts. CRC Press, Boca Raton, 325

- Demain, A. L. – Solomon, N. A., 1986: *Industrial Microbiology And Biotechnology*. American Society for Microbiology, Washington, 466
- Dijksterhuis, J., Samson, R.A., 2007: *Food Mycology. A Multifaceted Approach to Fungi and Food*. CRC Press, Boca Raton, 412
- Durieux, A., Simon, J.-P. (eds.), 2002: *Applied Microbiology. Volume 2*. Kluwer Academic Publishers, New York, 275
- Dyr, J. – Grégr, V. – Kuttelvašer, Z. – Seiler, A. – Tomášek, J. – Zelenka, S., 1955: *Lihovarství, I. díl*. SNTL, Praha, 316
- Dyr, J. – Grégr, V. – Seiler, A., 1963: *Lihovarství, II. Díl*. SNTL, Praha, 396
- Edward, M., 2009: *Production of Wine, Beer, Sprints and Liqueurs*. Global Media, Delhi, 179
- Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., Delen, N. (eds.), 2007: *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Springer, New York, 403
- Fan, X., Niemira, B.A., Doona, C.J., Feeherry, F.E., Gravani, R.B. (eds.), 2009: *Microbial Safety of Fresh Produce*. Wiley-Blackwell, Iowa, 446
- Fanta, J., 2009: *Charakteristika kvasného a zrácího procesu při výrobě révového vína*. Manuskript – závěreční práce. Universita Tomáše Bati ve Zlíne, Fakulta technologická, Zlín, 68
- Fernandes, R. (ed.), 2009: *Microbiology Handbook. Dairy Products*. Leatherhead Publishing, Surrey, 173
- Fisher, C., Scott, T.R., 1997: *Food Flavours. Biology and Chemistry*. RSC, Cambridge, 165
- Flajs, R., 2011: *Průmyslová výroba lihu*. Manuskript- závěreční práce. VUT v Brně, Fakulta chemická, Brno, 45
- Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Cogan, T.M., Guinee, T.P. (eds.), 2000: *Fundamentals of Cheese Science*. Springer, New York, 608
- Fox, P.F., McSweeney, P.L.H., Cogan, T.M., Guinee, T.P. (eds.), 2004: *Cheese. Chemistry, Physics and Microbiology*. Academic Press, New York, 1051
- Fugelsang, K.C., 2007: *Wine Microbiology. Practical Applications and Procedures*. Springer, New York, 393
- Glazer, A. N. – Nikaido, H., 2007: *Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology*. Cambridge University Press, Cambridge, 554

- Görner, F., Valík, L., 2004: Aplikovaná mikrobiológia požívateľín. Malé centrum, Bratislava, 528
- Grainger, K., 2009: Wine Quality: Tasting and Selection. lackwell Publishing, Oxford, 163
- Grainger, K., Tattlersall, H., 2005: Wine Production: Vine to Bottle. Blackwell Publishing, Oxford, 130
- Guilliermond, A., 1912: Les levures. Octave Doin et fils, Paris,
- Haľama, D. - Brozmanová, J. – Drobnica, L. – Hromec, M. – Hronček, J., 1967: Technická mikrobiológia. SNTL, Bratislava, 332
- Havkin-Frenkel, D., Belanger, F.C. (eds.), 2008: Biotechnology in Flavor Production. Blackwell Publishing, Oxford, 214
- Hettenhaus, J.R., 1998: Ethanol Fermentation Strains. Manuscript, 25
- Hocking, A.D., Pitt, J.I., Samson, R.A., Thrane, U. (eds.), 2006: Advances in Food Mycology. Springer, New York, 371
- Hornsey, I., 2007: The Chemistry and Biology of Winemaking. RSC, Cambridge, 457
- Hughes, P.S., Baxter, E.D., 2001: Beer: Quality, Safety and Nutritional Aspects. RSC, Cambridge, 138
- Hutkins, R.W., 2006: Microbiology and Technology of Fermented Foods. Blackwell Publishing, Oxford, 473
- Charters, S., 2006: Wine and Society. The Social and Cultural Context of a Drink. Elsevier, Amsterdam, 358
- Jacobson, J.L., 2006: Introduction to Wine Laboratory Practices and Procedures. Springer, New York, 375
- Jackson, R.S., 2000: Wine Science. Principles, Practice, Perception. Elsevier, Amsterdam, 645
- Jackson, R.S., 2008: Wine Science. Principles and Applications. Elsevier, Amsterdam, 789
- Jechová, I., 2009: Suroviny a mikroorganizmy pro výrobu pálenek. Manuskript – závěreční práce. VUT v Brně, Brno, 44
- Jennylynd, J. (ed.), 2006: Microbial Hazard Identification in Fresh Fruit and Vegetables. John Wiley & Sons, Hoboken, 312

- Jílek, J. – Zentrich, J. A., 1999: Příprava ovocných kvasů na výrobu slivovice. Dobra & FONTÁNA, Olomouc, 208
- Keevil, S. (ed.), 2009: Wines of the World. Dorling Kindersley, Londýn, 688
- Kociánová, L., 2007: Sledování vlastností kvasinek v průběhu kvašení piva. Manuskript – závěreční práce. VUT v Brně, Brno, 69
- Kocková-Kratochvílová, A., 1982: Kvasinky akvasinkovité mikroorganizmy. ALFA a SNTL, Bratislava, Praha, 488
- Kocková-Kratochvílová, A., 1990: Taxonómia kvasiniek a kvasinkovitých mikroorganizmov. ALFA, Bratislava, 704
- König, H., Uden, G., Fröhlich, J. (eds.), 2009: Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine. Springer, Berlin, 522
- Kudrjavcev, V. I., 1954: Sistematika drožžej. Akademia Nauk, Moskva
- Kurtzman, C. P. – Fell, J. W., 1998: The yeasts, a taxonomic study. 4th ed., Elsevier Science, Amsterdam, 1055
- Linkešová, M. – Paveleková, I., 2007: Vybrané kapitoly z chemickej a potravinárskej technológie. Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity, Trnava, 237
- Lodder, J. – Kreger van Rij, N. J. W., 1952: The yeasts, a taxonomic study. North Holland Publishing Company, Amsterdam, 713
- Lodder, J., 1970: The yeasts, a taxonomic study. 2nd ed. North Holland Publishing Company, Amsterdam, 1835
- Marth, E.H., Steele, J.L., 2001: Applied Dairy Microbiology. Marcel Dekker, New York, 744
- Martin, E., 2009: Wine Encyclopedia. Global Media, Delhi, 155
- Moreno-Arribas, M.V., Polo, M.C. (eds.), 2009: Wine Chemistry and Biochemistry. Springer, New York, 735
- McNeil, B., Harvey, L.M. (eds.), 2008: Practical Fermentation Technology. John Wiley & Sons, Chichester, 388
- Mozzi, F., Raya, R.R., Vignolo, G.M. (eds.), 2010: Biotechnology of Lactic Acid Bacteria. Novel Applications. Wiley & Sons, Blackwell Publishing, Iowa, 393
- Olivová, R., 2009: taxonomické zařazení kvasinek rodu *Saccharomyces*. Manuskript. Chemická fakulta, Vysoké učení technické v Brně, Brno, 67

- Pavloušek, P., 2010: Výroba vína u malovinařů. Grada Publishing, Praha, 120
- Pavloušek, P., 2011: Pěstování révy vinné. Grada Publishing, Praha, 333
- Pelikán, M. – Dudáš, F. – Miša, D., 2004: Technologie kvasného průmyslu. Mendelova zemědělská a lesnická universita, Brno, 129
- Pinney, T., 2005: A History of Wine in America. From Prohibition to the Present. University of California Press, Berkeley, 532
- Pospíšilová, D., Sekera, D., Ruman, T., 2005: Ampelografia Slovenska. VŠSVVM, Modra, 368
- Preedy, V.R. (ed.), 2009: Beer in Health and Disease Prevention. Elsevier, Amsterdam, 1101
- Ray, B., 2005: Fundamental Food Microbiology. CRC Press, Boca Raton, 608
- Rebroš, M. – Rosenberg, M. – Krištofiková, L. – Stloukal, R., 2005: Mikrobiálna produkcia palivového etanolu: baktérie alebo kvasinky? Chem. Listy, 99, 402-409
- Rees, M., 1870: Botanische Untersuchungen über die Alkoholgärungspilze. Verlag von Arthur Felix, Leipzig, 88
- Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Doneche, B., Lonvaud, A., 2006: Handbook of Enology. Volume 1: The Microbiology of Wine and Vinifications. John Wiley & Sons, Chichester, 497
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D., 2006: Handbook of Enology. Volume 2: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. John Wiley & Sons, Chichester, 441
- Ridgwayová, J., 2004: Syry. Fortuna Print, Bratislava, 224
- Roberts, D., Greenwood, M. (eds.), 2003: Practical Food Microbiology. Blackwell Publishing, Oxford, 294
- Roehr, M. (ed.), 2001: The Biotechnology of Ethanol. Classical and Future Applications. Wiley, Weinheim, 232
- Saha, B.C. (ed.), 2003: Fermentation Biotechnology. ACS, Washington, 287
- Salminen, S., von Wright, A., Ouwehand, A. (eds.), 2004: Lactic Acid Bacteria. Microbiological and Functional Aspects. Marcel Dekker, New York, 628
- Sandler, M., Pinder, R. (eds.), 2003: Wine. A Scientific Exploration. Taylor & Francis, Londýn, 320

Satyanarayana, T. - Kunze, G. (Eds.), 2009: Yeast Biotechnology Diversity and Application. Springer Science + Business Media, Berlin, 744

Simonová, J., 2011: O víne. Slovart, Bratislava, 224

Stahl, U., Donalies, U.E.B., Nevoigt, E. (eds.), 2008: Food Biotechnology. Springer, Berlin, 269

Stanbury, P.F., Whitaker, A., Hall, S.J., 2003: Principles of Fermentation Technology. Butterworth-Heinemann, Burlington, 357

Steidl, R., 2010: Sklepní hospodářství. Národní vinařské centrum, Valtice, 309

Stevenson, T., 2005: The Sotheby's Wine Encyclopedia. Dorling Kindersley, Londýn, 664

Teubner, C., Mair-Waldburd, H., Ehlert F.-W., 2003: Syry – veľká encyklopédia. Trio Publishing, Bratislava, 253

Tvrdoň, M. – Seiler, A., 1963: Kvasná mikrobiológia. ALFA, Bratislava, 238

Uher, J. – Grégr, V., 1964: Průmyslová výroba lihovin. SNTL, Praha, 340

Vogel, H.C., Todaro, C.L. (eds.), 1997: Fermentation and Biochemical Engineering Handbook. Principles, Process Design, and Equipment. Noyes Publications, Westwood, 801

Vogel, W., 2010: Víno z vlastního sklepa. Víkend, Líbeznice, 135

Waites, M. J., 2008: Industrial Microbiology. An Introduction. Wiley – Blackwell, Oxford, 288

Weimer, B.C. (ed.), 2007: Improving the Flavour of Cheese. CRC Press, Boca Raton, 580

White, R.E., 2003: Soils for Fine Wines. Oxford University Press, Oxford, 279

Wüstenfeld, H., 1931: Trikbranntweine und Liköre, ihre Herstellung, Untersuchung und Beschaffenheit. Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin, 505