

OBSAH

PŘEDMLUVA	1
1. SUROVINY PRO VÝROBU PIVA	3
1.1 Pivovarské slady.....	3
1.1.1 Historický vývoj.....	3
1.1.2 Druhy sladů.....	4
1.1.3 Vliv podmínek skladování na kvalitu sladů.....	10
1.1.4 Kvalitativní kritéria sladů	10
1.1.5 Mechanická a fyzikální kritéria sladů	11
1.1.6 Chemické složení sladů.....	15
1.2 Náhražky sladů	33
1.2.1 Škrobnaté náhražky sladů.....	34
1.2.2 Cukernaté náhražky	38
1.2.3 Sladové výtažky	39
1.3 Chmel.....	39
1.3.1 Historie.....	40
1.3.2 Systematika botanického zařazení chmele	42
1.3.3 Morfologie chmele.....	42
1.3.4 Pěstování a agrotechnika chmele.....	43
1.3.5 Poškození a choroby chmele	44
1.3.6 Sušení chmele, posklizňová úprava a balení chmele.....	45
1.3.7 Odrůdy chmele	47
1.3.8 Chemické složení chmele	50
1.3.9 Zdravotní a antiseptické vlastnosti chmele	76
1.3.10 Problémové látky chmele.....	78
1.3.11 Změny technologicky významných složek chmele vlivem stárnutí.....	78
1.4 Chmelové výrobky.....	79
1.4.1 Chmelové přípravky vyrobené mechanickou úpravou hlávkového chmele	80
1.4.2 Chmelové přípravky vyrobené extrakcí hlávkového chmele	82
1.4.3 Přípravky z chmelových silic.....	85
1.4.4 Chmelové přípravky vyrobené chemickými úpravami hlávkového chmele.....	85
1.4.5 Syntetické hořké látky	87
1.4.6 Přehled chmelových produktů používaných při výrobě piva	87
1.5 Voda	89
1.5.1 Historie.....	89
1.5.2 Zdroje přírodních vod pro pivovarský průmysl.....	89
1.5.3 „Tvrdost“ vody.....	90
1.5.4 Neutralizační kapacita vody	91
1.5.5 Druhy pivovarských vod.....	92
1.5.6 Acidobazické účinky solí tvrdé vody	93
1.5.7 Shrnutí významu obsahu iontů a jiných složek ve vodě.....	95
1.5.8 Plyny rozpuštěné ve vodě	97
1.5.9 Organické sloučeniny ve vodních zdrojích	97
1.5.10 Postupy úpravy vod	97

1.6 Pomocné suroviny	104
1.6.1 Enzymové přípravky	104
1.6.2 Barvicí prostředky	105
1.6.3 Přípravky ovlivňující pěnivost piva	106
Literatura	107
2. PŘÍPRAVA MLADINY	118
2.1 Historie	118
2.2 Mletí sladu – šrotování	124
2.2.1 Teorie šrotování	124
2.2.2 Technologie mletí sladu	128
2.2.3 Zařízení pro mletí sladu	128
2.2.4 Kontrola šrotování	135
2.3 Vystírání a zapařování	137
2.3.1 Teorie vystírání	137
2.3.2 Technologie vystírání	138
2.3.3 Kontrola vystírání	141
2.3.4 Příprava vysokoobsažných várek (High Gravity Brewing)	141
2.3.5 Zařízení pro vystírání	141
2.4 Rmutování	143
2.4.1 Teorie rmutování	143
2.4.2 Technologie rmutování	158
2.4.3 Kontrola rmutování	162
2.4.4 Zpracování náhražek sladu	163
2.4.5 Biologické okyselení rmutů a sladiny	163
2.4.6 Zařízení pro rmutování	166
2.5 Scezování sladiny a vyslazování mláta	169
2.5.1 Teorie scezování	169
2.5.2 Technologie a zařízení pro scezování a vyslazování mláta	172
2.5.3 Sladové mláto	185
2.5.4 Kontrola scezování a vyslazování	187
2.6 Vaření sladiny s chmelem – chmelovar	187
2.6.1 Teorie	188
2.6.2 Technologie a zařízení pro chmelovar	200
2.6.3 Chmelové mláto	211
2.6.4 Kontrola chmelovaru	213
2.6.5 Varní výtěžek	214
2.7 Chlazení mladiny a odlučování kalů	215
2.7.1 Teorie	215
2.7.2 Technologie a zařízení k odlučování kalů a chlazení mladiny	219
2.7.3 Kontrola chlazení mladiny	231
Literatura	232
3. PIVOVARSKÉ KVASINKY	245
3.1 Historie	245
3.2 Druhy pivovarských kvasinek	249
3.2.1 Svrchní a spodní pivovarské kvasinky	249
3.2.2 Typizace kvasničných kmenů – řazení do sbírek kmenů	253
3.2.3 Genetický základ vlastností pivovarských kvasinek	255

3.3 Kvasinková buňka (morfologie, cytologie)	256
3.3.1 Tvar a velikost kvasničné buňky	256
3.3.2 Funkční a strukturní specifické části kvasinkové buňky	256
3.3.3 Chemické složení pivovarských kvasinek	259
3.4 Rozmnožování kvasinek	262
3.5 Buněčný cyklus a stárnutí kvasinkových buněk	262
3.5.1 Fáze buněčného cyklu	262
3.5.2 Faktory stárnutí kvasnic	264
3.6 Kinetika kvasničného růstu	264
3.6.1 Vsádkové a kontinuální kvašení	264
3.6.2 Růstová křivka	266
3.6.3 Modelování hlavního kvašení	268
3.7 Výživa a metabolismus kvasinek	269
3.7.1 Anabolismus a katabolismus	269
3.7.2 Zdroje uhlíku	269
3.7.3 Zdroje dusíku	270
3.7.4 Kyslík	271
3.7.5 Anorganické soli	273
3.7.6 Vitamíny a enzymy	273
3.8 Tvorba metabolitů při kvašení	274
3.8.1 Získávání energie oxidací sacharidů (glykolýza)	274
3.8.2 Tvorba alkoholu a oxidu uhličitého	274
3.8.3 Tvorba vyšších alkoholů	276
3.8.4 Tvorba esterů	278
3.8.5 Tvorba a redukce aldehydů a ketonů	278
3.8.6 Tvorba sirných metabolitů	279
3.8.7 Vznik organických kyselin	283
3.8.8 Změny acidity při kvašení	283
3.8.9 Proteolytické enzymy kvasinek	283
3.9 Flokulace a sedimentace pivovarských kvasinek	284
3.9.1 Popis flokulace	284
3.9.2 Mechanismus flokulace	284
3.10 kontrola a studium pivovarských kvasinek	285
3.10.1 Metabolické testy	285
3.10.2 Mikroskopie ve viditelné oblasti	286
3.10.3 Fluorescenční metody	287
3.11 Měření koncentrace pivovarských kvasinek	288
3.11.1 Koncentrace a aktivita kvasnic	288
3.12 Měření aktivity pivovarských kvasinek	291
3.12.1 Požadavky na aktivitu várečných kvasnic	291
3.12.2 Stanovení reprodukční schopnosti (viability) a vitality pivovarských kvasinek	293
3.12.3 Měření fyziologických procesů kvasinek	293
3.12.4 Kombinované metody hodnocení aktivity kvasnic	294
3.12.5 Technologická aktivita kvasnic	294
3.13 Stresové faktory pivovarských kvasinek	294
3.13.1 Negativní vlivy působící na kvasnice	294
3.13.2 Vliv kontaminujících mikroorganismů	297

3.14 Příprava, úschova a množení čistých kultur	297
3.14.1 Propagace kvasnic	297
3.14.2 Zařízení propagačních stanic	299
3.15 Vázané kvasinky	303
Literatura	307
4. MIKROBIOLOGIE PIVOVARSKÉ VÝROBY	320
4.1 Historie	321
4.2 Plísně	322
4.3 Cizí kvasinky	325
4.4 Bakterie	329
4.4.1 Bakterie v pivovarství	329
4.5 Mikrobiologie výroby piva	340
4.5.1 Výskyt a škodlivost mikroorganismů	340
4.5.2 Volné buňky a biofilmy	341
4.5.3 Růst mikroorganismů v pivu	343
4.6 Průkaz a stanovení mikroorganismů	345
4.6.1 Klasické metody	345
4.6.2 Rychlometody	350
Literatura	353
5. KVAŠENÍ MLADINY A DOKVAŠOVÁNÍ PIVA	361
5.1 Historie	361
5.2 Hlavní kvašení	363
5.2.1 Teorie hlavního kvašení – Ballingovy attenuační zákony	363
5.2.2 Faktory ovlivňující průběh hlavního kvašení	367
5.2.3 Změny probíhající v mladině při hlavním kvašení	369
5.2.4 Technologické postupy a zařízení pro hlavní kvašení	373
5.2.5 Sběr, zpracování, ošetřování a skladování kvasnic	384
5.2.6 Kontrola tradičního kvašení	389
5.3 Dokvašování a zrání (ležení) piva	390
5.3.1 Teorie	391
5.3.2 Technologie a zařízení pro stacionární dokvašování a zrání piva	394
5.3.3 Kontrola dokvašování a zrání piva	398
5.4 Kvašení a dokvašování ve velkoobjemových nádobách	399
5.4.1 Přednosti fermentace ve velkoobjemových nádobách	399
5.4.2 Druhy velkoobjemových nádob	399
5.4.3 Kvašení a dokvašování piva v cylindrokónických tancích (CKT)	400
5.4.4 Technologie v cylindrokónických tancích (CKT)	408
5.4.5 Kontrola kvasného procesu v cylindrokónických tancích (CKT)	413
5.5 Kontinuální kvašení a dokvašování piva	414
5.5.1 Kontinuální kvašení podle Couttse	414
5.5.2 ABM-systém kontinuálního kvašení	414
5.5.3 Kaskádový systém kontinuálního kvašení	414
5.5.4 Věžový systém kontinuálního kvašení firmy APV	415
5.5.5 Kvašení s imobilizovanými kvasinkami	415
5.6 Jímání oxidu uhličitého	417
Literatura	420

6. ENZYMY V PIVOVARSTVÍ	428
6.1 Vlastnosti enzymů a jejich reakce	428
6.2 Nomenklatura enzymů	432
6.3 Enzymy v pivovarství	434
Literatura	439
7. FILTRACE, ODSTŘEĐOVÁNÍ A MEMBRÁNOVÁ TECHNIKA	441
7.1 Historie	442
7.2 Filtrace	442
7.2.1 Teorie filtrace.....	442
7.2.2 Filtrační materiály	450
7.2.3 Přístroje pro měření prostupnosti, průtočnosti filtračních materiálů a filtrovatelnosti.....	458
7.2.4 Technologie a zařízení pro filtraci piva.....	463
7.2.5 Tanky na filtrované pivo (přetlačné tanky)	473
7.2.6 Kontrola filtrace	473
7.3 Odstřeďování.....	474
7.3.1 Teorie.....	474
7.3.2 Typy odstředivek.....	475
7.4 Membránová technika	477
7.4.1 Teorie.....	479
7.4.2 Materiál a konstrukce membrán.....	480
7.4.3 Provozní aplikace membránových technik	485
Literatura	492
8. PASTERACE PIVA	497
8.1 Historie	497
8.2 Teorie.....	498
8.2.1 Tepelná odolnost mikroorganismů	498
8.2.2 Měření tepelné odolnosti mikroorganismů	503
8.2.3 Faktory ovlivňující hynutí mikroorganismů teplem.....	503
8.2.4 Chemické a senzorycké změny piva při pasteraci.....	505
8.2.5 Vliv pasterace na organoleptické vlastnosti piva.....	506
8.3 Technologické varianty a zařízení pro pasteraci.....	506
8.3.1 Tunelová pasterace	506
8.3.2 Průtoková pasterace	511
8.3.3 Porovnání tunelové a průtokové pasterace.....	512
8.4 Kontrola pasterace.....	514
8.4.1 Mikroprocesorové přístroje.....	514
8.4.2 Mikrobiologické rozборы	516
8.4.3 Chemický průkaz pasterace	516
8.4.4 Měření spolehlivosti průtokové pasterace.....	516
Literatura	519
9. STÁČENÍ A EXPEDICE PIVA	521
9.1 Historie	521
9.2 Současný vývoj stáčení piva	522
9.3 Stáčírny piva.....	523
9.4 Obaly a obalový materiál.....	526
9.4.1 Výčepní obaly	528

9.4.2 Spotřebitelské obaly.....	533
9.4.3 Přepravky, kartony, přebaly smrštitelnou fólií.....	540
9.5 Manipulační zařízení.....	541
9.5.1 Dopravníky.....	541
9.5.2 Paletizace.....	544
9.5.3 Vykládání a vkládání lahví.....	545
9.6 Mytí přepravek.....	549
9.7 Mytí spotřebitelských obalů.....	550
9.8 Plnění a uzavírání.....	554
9.9 Pasterace.....	560
9.9.1 Průtokový paster.....	560
9.9.2 Tunelový paster.....	561
9.10 Etiketování.....	561
9.10.1 Etikety.....	562
9.10.2 Etiketovací stroje.....	563
9.11 Řídicí a kontrolní zařízení lahvářenských linek.....	565
9.12 Mytí a plnění sudů.....	568
9.12.1 Mytí a plnění starších typů sudů.....	568
9.12.2 Mytí a plnění válcových sudů s vestavěnou armaturou.....	569
9.13 Sklady stočeného piva.....	572
Literatura.....	576
10. DRUHY PIV.....	579
10.1 Historie.....	579
10.2 Česká a zahraniční piva.....	581
10.2.1 Druhy piv.....	581
10.2.2 Pivo českého typu.....	589
10.2.3 Homebrewing a minipivovary.....	592
10.3 Výroba nízkoalkoholického a nealkoholického piva.....	596
10.3.1 Legislativa nízkoalkoholického a nealkoholického piva.....	596
10.3.2 Způsoby přípravy nízkoalkoholických a nealkoholických piv.....	597
10.4 Pivo s redukovanou hladinou zatěžujících sacharidů – dia-pivo.....	604
10.4.1 Podmínky výroby.....	605
10.5 Příprava mladinových a pivních koncentrátů.....	606
10.6 Chemické složení piv.....	606
10.6.1 Stanovení extraktu a alkoholu.....	606
10.6.2 Stanovení dalších důležitých znaků.....	611
10.6.3 Smyslové hodnocení piva.....	625
10.6.4 Příklad ovlivnění základních znaků piva.....	628
Literatura.....	631
11. FYZIKÁLNĚ CHEMICKÁ STABILITA PIVA.....	637
11.1 Historie.....	637
11.2 Teorie.....	638
11.2.1 Kalící částice a koloidy piva.....	638
11.2.2 Druhy koloidních zákalů.....	639
11.2.3 Chemické složení koloidních zákalů.....	640
11.2.4 Mechanismus tvorby koloidních zákalů.....	642
11.2.5 Přirozená koloidní stabilita piva.....	644

11.3 Stabilizační přípravky, postupy a jejich technologické aplikace.....	646
11.3.1 Srážecí stabilizační prostředky.....	646
11.3.2 Enzymové stabilizátory.....	648
11.3.3 Adsorpční stabilizátory.....	650
11.3.4 Kombinovaná sorpce zákalotvorných látek piva.....	660
11.3.5 Ječmeny se sníženým obsahem anthokyanogenů.....	661
11.3.6 Antioxidační stabilizátory.....	661
11.4 Kontrola účinnosti stabilizačních postupů.....	663
11.4.1 Precipitační testy.....	663
11.4.2 Obsah zákalotvorných polyfenolů v piva.....	664
11.4.3 Stanovení redoxního potenciálu piva.....	664
11.4.4 Předpověď koloidní trvanlivosti piva forsírovacími testy.....	664
11.4.5 Speciální metody pro stanovení vlastností zákalotvorných látek.....	665
Literatura.....	666
12. STÁRNUTÍ PIVA.....	674
12.1 Historie.....	674
12.2 Vymezení pojmu stárnutí piva.....	674
12.3 Chemické složení piva a jeho změny.....	675
12.3.1 Barva a čirost piva.....	675
12.3.2 Vůně a chuť piva.....	676
12.3.3 Hlavní senzory aktivní látky vznikající stárnutím piva.....	676
12.4 Mechanismy senzoryckého stárnutí.....	678
12.4.1 Hlavní typy reakcí.....	678
12.4.2 Streckerovo odbourávání aminokyselin.....	679
12.4.3 Maillardova reakce.....	679
12.4.4 Oxidace a fotooxidace nenasycených mastných kyselin a jejich derivátů.....	682
12.4.5 Oxidace alkoholů za tvorby acetalů a ketalů.....	685
12.4.6 Oxidace hořkých látek a silic.....	686
12.4.7 Oxidace polyfenolů.....	686
12.4.8 Aldolová kondenzace s následnou polymerací.....	686
12.4.9 Sekundární autooxidace aldehydů.....	686
12.5 Účinek fyzikálně chemických faktorů ovlivňujících stárnutí piva.....	687
12.5.1 Teplota skladování.....	687
12.5.2 Světlo a záření.....	687
12.5.3 Anaerobní a aerobní oxidace.....	688
12.5.4 Oxidačně-redukční potenciál.....	689
12.5.5 Radikálová oxidace reaktivními formami kyslíku.....	690
12.5.6 Zrychlení a zpomalení stárnutí piva.....	692
12.5.7 Látky s antioxidačním účinkem.....	692
12.5.8 Acidita (pH).....	694
12.5.9 Mechanické faktory.....	694
12.6 Komplexní teorie stárnutí.....	695
12.6.1 Tvorba těkavých aldehydů za účasti melanoidinů.....	695
12.6.2 Tvorba těkavých aldehydů za účasti polyfenolů.....	695
12.7 Metody předpovídání a identifikace změn při stárnutí piva.....	695
12.7.1 Měření oxidačně-redukčního potenciálu.....	695
12.7.2 Indikátory stárnutí.....	696

12.8 Technologické a technické možnosti ke zpomalení stárnutí stočeného piva.....	703
12.8.1 Faktory ovlivňující stárnutí.....	703
12.8.2 Suroviny.....	704
12.8.3 Kvašení a dokvašování piva.....	705
12.8.4 Filtrace, stabilizace, pasterace, stáčení a skladování piva.....	707
Literatura.....	711
13. ŘÍZENÍ JAKOSTI V PIVOVARSKÉ VÝROBĚ.....	721
13.1 Historie.....	721
13.2 Jakost a její řízení.....	722
13.2.1 Definice jakosti.....	722
13.2.2 Celkové řízení kvality a ISO 9000.....	723
13.2.3 Model EFQM.....	727
13.2.4 Certifikace.....	728
13.2.5 Mezinárodní pojetí jakosti.....	728
13.3 Systémové pojetí kontroly.....	729
13.4 Metody a nástroje řízení kvality.....	732
13.4.1 Všeobecné metody.....	732
13.4.2 Metoda kritických bodů (HACCP).....	735
13.5 Statistické nástroje řízení kvality.....	736
13.6 Metrologie a přesnost měření.....	741
13.6.1 Metrologie a měření.....	741
13.6.2 Přesnost analytických metod.....	743
13.7 Náklady na řízení jakosti.....	747
13.8 Měření znaků významných pro spotřebitele.....	748
13.8.1 Znak první linie.....	748
13.8.2 Barva piva.....	748
13.8.3 Čírost a zákal.....	751
13.8.4 Pěnovost piva.....	754
13.8.5 Přepěňování piva – gushing.....	761
13.9 Měření znaků důležitých pro výrobce.....	763
Literatura.....	767
14. HYGIENA A SANITACE.....	774
14.1 Historie.....	774
14.2 Teoretické základy čištění a dezinfekce.....	775
14.3 Chemie čištění.....	776
14.3.1 Koroze materiálů.....	776
14.3.2 Obecná klasifikace nečistot a způsoby jejich odstraňování.....	777
14.4 Průmyslové sanitační prostředky.....	778
14.4.1 Moderní čisticí prostředky.....	779
14.4.2 Dezinfekční přípravky a jejich působení.....	786
14.5 Zásady bezpečné manipulace s chemickými prostředky.....	794
14.5.1 Nebezpečné látky a směsi.....	795
14.5.2 Bezpečnostní list.....	795
14.5.3 Označování chemických látek a směsí.....	796
14.5.4 Skladování a distribuce čisticích a dezinfekčních přípravků v rámci závodu.....	796
14.5.5 Příjem produktů dodávaných v cisternách.....	797

14.5.6	Konstrukce zásobníků koncentrovaných chemikálií.....	797
14.5.7	Distribuce produktů v rámci výrobního závodu.....	798
14.6	Základní metody aplikace čisticích a dezinfekčních přípravků.....	798
14.6.1	CIP-sanitace.....	799
14.6.2	Sanitace povrchů.....	814
14.6.3	Ošetřování dopravníků.....	820
14.6.4	Mytí obalů.....	824
14.6.5	Ošetřování tunelových pasterů.....	831
	Literatura.....	834
15.	VODNÍ A ENERGETICKÉ HOSPODÁŘSTVÍ, ODPADY A EMISE	
PIVOVARSKÉ VÝROBY.....		836
15.1	Vodní hospodářství.....	837
15.1.1	Spotřeba vody a produkce odpadních vod.....	838
15.1.2	Znečištění odpadních vod.....	841
15.2	Energetika v pivovarství.....	849
15.2.1	Tepelné hospodářství.....	851
15.2.2	Výroba chladu (chladicí zařízení).....	855
15.2.3	Elektrotechnické zařízení.....	856
15.3	Přehled odpadů a emisí z pivovarské výroby.....	857
15.3.1	Tuhé pivovarské odpady.....	857
15.3.2	Tuhé a plynné emise do ovzduší.....	858
	Literatura.....	860
16. PIVO A ZDRAVÍ.....		862
16.1	Historie.....	862
16.2	Látky prospívající zdraví.....	863
16.3	Látky škodící zdraví.....	870
16.4	Pivo a kocovina.....	872
	Literatura.....	874
REJSTŘÍKY.....		881
	Věcný rejstřík.....	881
	Rejstřík zkratk.....	914