

ÚVODNÍ SLOVO	1
1. STRUČNÁ HISTORIE A SOUČASNOST VÝROBY SLADU (G. Basařová, R. Paulů) ..	3
1.1 Příprava sladu od dávnověku do poloviny 19. století	3
1.2 Rozvoj průmyslové výroby sladu od poloviny 19. století	9
1.2.1 Vývojové trendy ve sladařství.....	12
1.2.2 Výroba sladu ve světě a v rámci zemí Evropské unie	15
1.2.3 Vývoj průmyslové výroby sladu na našem území	21
Literatura	29
2. SCHÉMA VÝROBY SLADU (G. Basařová).....	31
Literatura	34
3. JEČMEN (V. Psota)	35
3.1 Taxonomická charakteristika	35
3.2 Anatomie a morfologie rostliny ječmene	38
3.2.1 Kořenová soustava	38
3.2.2 Stéblo	39
3.2.3 Listy	39
3.2.4 Květenství a květ	40
3.2.5 Oplození.....	42
3.2.6 Tvorba plodu – obilky	42
3.2.7 Zárodek obilky ječmene a jeho vývin	44
3.2.8 Endosperm obilky ječmene a jeho vývin.....	45
3.2.9 Vrstva stlačených buněk.....	48
3.2.10 Aleuronová vrstva.....	48
3.2.11 Obalové vrstvy obilky	50
3.3 Genetická charakteristika ječmene	53
3.4 Šlechtění sladovnického ječmene	54
3.4.1 Domestikace.....	54
3.4.2 Šlechtění.....	55
3.5 Růst, vývoj a pěstování jarního ječmene	60
3.5.1 Růstové fáze ječmene	62
3.5.2 Výživa a hnojení ječmene	62
3.5.3 Setí ječmene.....	62
3.5.4 Klíčení a vzcházení ječmene	63
3.5.5 Odnožování	64
3.5.6 Sloupkování	64
3.5.7 Metání a kvetení.....	64
3.5.8 Tvorba a zrání obilek.....	65
3.5.9 Sklizeň ječmene.....	67
Literatura	68
4. VLASTNOSTI ZRNA SLADOVNICKÉHO JEČMENE (G. Basařová, V. Psota)	76
4.1 Subjektivně hodnocené znaky	76
4.2 Mechanické a fyzikální znaky.....	77
4.2.1 Třídění zrna ječmene	77

4.2.2 Objemová (hektolitrová) hmotnost	77
4.2.3 Hmotnost 1000 zrn.....	78
4.2.4 Moučnatost a sklovitost zrna	78
4.2.5 Sedimentační test.....	79
4.2.6 Hustota.....	79
4.2.7 Tvrdost zrna	79
4.2.8 Odolnost vůči mletí a obrušování	79
4.2.9 Pevnost zrna v tlaku	80
4.3 Fyziologické znaky	80
4.3.1 Klíčivost	80
4.3.2 Energie klíčení.....	81
4.3.3 Citlivost na vodu.....	81
4.3.4 Index a rychlost klíčení.....	82
4.4 Chemické složení	83
4.4.1 Škrob.....	84
4.4.2 Nízkomolekulární sacharidy	87
4.4.3 Celulosa.....	87
4.4.4 Hemicelulosy a gumovité látky	92
4.4.5 Dusíkaté látky.....	94
4.4.6 Polyfenolové látky.....	99
4.4.7 Lipidy.....	104
4.4.8 Vitamíny	106
4.4.9 Fosfáty a další anorganické látky ječmene.....	107
4.4.10 Enzymy	108
4.4.11 Stimulátory a inhibitory klíčení.....	109
4.5 Odrůdová čistota	110
4.6 Mikroskladovací zkoušky	111
Literatura	113
5. NETRADIČNÍ SUROVINY A NÁHRAŽKY SLADU (J. Šavel, I. Hartman).....	119
5.1 Škrobnaté náhražky sladu.....	119
5.1.1 Ječmen.....	123
5.1.2 Pšenice.....	124
5.1.3 Oves a žito.....	124
5.1.4 Kukuřice.....	124
5.1.5 Rýže	125
5.1.6 Čirok.....	125
5.1.7 Triticale	126
5.1.8 Pohanka.....	126
5.1.9 Proso.....	126
5.1.10 Maniok.....	127
5.1.11 Merlík a laskavec.....	127
5.1.12 Brambory.....	127
5.2 Tekuté náhražky sladu	128
5.3 Postupy zpracování náhražek sladu	129
5.3.1 Běžné technologické postupy.....	129
5.3.2 Nové postupy úpravy náhražek	129
5.3.3 Aplikace enzymů při zpracování náhražek sladu.....	130
5.4 Piva z netradičních surovin.....	130

5.4.1 Piva s nízkým obsahem glutenu	131
Literatura	132
6. VODA (P. Basař)	136
6.1 Zdroje vod	137
6.2 Význam vápníku a hořčíku ve vodách(tzv. tvrdost vody)	138
6.3 Neutralizační kapacita vody.....	139
6.4 Plyny rozpuštěné ve vodě	140
6.5 Organické sloučeniny ve vodních zdrojích	140
6.6 Úpravy vody používané ve sladovnách a pivovarech.....	140
6.6.1 Postupy úpravy vod	140
6.6.2 Úpravy vody používané ve sladovnách.....	140
Literatura	143
7. PŘÍPRAVA JEČMENE KE SLADOVÁNÍ (G. Basařová, P. Basař)	144
7.1 Nákup ječmene	144
7.2 Příjem ječmene na sladovně.....	144
7.3 Dopravní zařízení.....	145
7.3.1 Mechanické dopravníky.....	145
7.3.2 Pneumatická doprava.....	150
7.4 Čištění, třídění a odprašňování ječmene.....	152
7.4.1 Magnety	153
7.4.2 Odstraňování nekovových hrubých nečistot	154
7.4.3 Univerzální čisticí zařízení – aspirátor – pro předčištění ječmene	154
7.4.4 Moderní aspirátory pro předčištění a předtřídění ječmene.....	155
7.4.5 Triér (hlavní čištění).....	156
7.4.6 Třídění ječmene	156
7.4.7 Odprašňovací zařízení	158
7.4.8 Kontrola čisticí a třídící stanice	161
7.5 Sušení ječmene.....	162
7.6 Skladování ječmene.....	164
7.6.1 Skladování ječmene na půdách a v silech.....	166
Literatura	168
8. DORMANCE, POSKLIZŇOVÉ DOZRÁVÁNÍ A PORŮSTÁNÍ ZRNA JEČMENE (G. Basařová, V. Psota)	169
8.1 Význam dormance	169
8.2 Posklizňové dozrávání	169
8.3 Faktory ovlivňující dormanci a posklizňové dozrávání	170
8.3.1 Vliv pluch, oplodí a osemení na dormanci obilek.....	171
8.3.2 Vliv zárodku a aleuronové vrstvy na dormanci obilek.....	171
8.3.3 Vliv inhibitorů a stimulátorů klíčení	171
8.4 Ukončení dormance a zkrácení posklizňového dozrávání	172
8.5 Porůstání.....	173
Literatura	176
9. MÁČENÍ JEČMENE (G. Basařová, P. Basař, P. Kofroň).....	179
9.1 Teorie.....	179
9.1.1 Příjem vody ječným zrnem	179
9.1.2 Vliv teploty	182

9.1.3 Vliv tlaku.....	185
9.1.4 Podmínky respirace při máčení – význam kyslíku	185
9.1.5 Chemické a biochemické změny ječmene při máčení.....	186
9.1.6 Čisticí účinek máčecí vody	186
9.2 Způsoby úpravy máčecí vody	187
9.2.1 Požadavky na máčecí vodu a její spotřeba	188
9.3 Technologické postupy máčení	188
9.3.1 Mokrý máčení bez vzdušnění	189
9.3.2 Máčení se vzdušnými přestávkami.....	189
9.3.3 Máčení se vzdušnými přestávkami, vzdušněním a odsáváním CO ₂	191
9.3.4 Máčení ječmene s přerušovaným kropením nebo mlžením a nuceným provzdušňováním	193
9.3.5 Záplavové máčení a máčení s trvalým přívodem vzdušněné vody	193
9.3.6 Máčení ječmene v teplé vodě	194
9.3.7 Opakované máčení a vícenásobné máčení s teplou vodou a s intenzivní aerací	194
9.3.8 Máčení za přídavku stimulátorů a inhibitorů klíčení	194
9.3.9 Způsoby vymáčení ječmene	195
9.4 Zařízení máčírén.....	196
9.4.1 Cylindrokónické náduvníky.....	198
9.4.2 Cylindrokónický náduvník s vlastním přečerpáváním	201
9.4.3 Mycí a máčecí šnek.....	202
9.4.4 Bubnové máčecí zařízení	203
9.4.5 Ploché náduvníky typu Nordon	203
9.4.6 Moderní ploché kruhové typy náduvníků.....	203
9.4.7 Technologie OPTISTEEP®	205
9.5 Provozní a laboratorní kontrola máčení.....	205
Literatura	207
10. KLÍČENÍ JEČMENE (G. Basařová, P. Basař, P. Kofroň).....	210
10.1 Teorie klíčení.....	210
10.1.1 Růstové projevy a vnější znaky zrna při klíčení.....	211
10.1.2 Význam stimulátorů klíčení (giberelinů), aktivace a syntéza enzymů	212
10.1.3 Enzymy degradující škrob (amylolytické enzymy)	213
10.1.4 Enzymy štěpící neškrobové polysacharidy.....	217
10.1.5 Enzymy degradující proteiny	221
10.1.6 Enzymy degradující a oxidující lipidy.....	222
10.1.7 Enzymy odbourávající fosfáty.....	224
10.1.8 Oxidačně redukční enzymy.....	225
10.1.9 Nukleasy	226
10.1.10 Změna vnitřních znaků zrna při klíčení.....	227
10.1.11 Změny cukernatých látek	227
10.1.12 Změny dusíkatých látek.....	229
10.1.13 Změny lipidů.....	232
10.1.14 Změny polyfenolových sloučenin	232
10.1.15 Vliv odbourávání organických fosfátů a tvorby organických kyselin na pH sladu	233
10.1.16 Změny sirných sloučenin během klíčení.....	234
10.1.17 Změny obsahu kovů.....	235

10.2 Technologické varianty klíčení a konstrukce sladovadel	235
10.2.1 Regulační faktory procesu klíčení	236
10.2.2 Stadia klíčení ječmene světlého a tmavého sladu	238
10.2.3 Periodické sladování na humnech	239
10.2.4 Pneumatická sladovadla	241
10.3 Kontrola procesu klíčení	260
Literatura	261
11. HVOZDĚNÍ ZELENÉHO SLADU A PRAŽENÍ SLADU (P. Dostálek, P. Basařová)....	268
11.1 Teorie	268
11.1.1 Fyzikální základy hvozďení sladu a změny zrna při hvozďení sladu	268
11.1.2 Chemické změny zeleného sladu během hvozďení	271
11.1.3 Vliv sušení sladu na aktivitu enzymů	282
11.1.4 Tvorba barevných a aromatických látek	282
11.1.5 Tvorba reduktonů a redox potenciálu sladu	287
11.2 Technologie a zařízení pro sušení sladů a pražení sladů	289
11.2.1 Topná média pro sušení a pražení sladů	289
11.2.2 Základní prvky hvozďů	290
11.2.3 Typy hvozďů	293
11.2.4 Technologické varianty sušení a typy hvozďů	293
11.2.5 Technologické postupy a zařízení na karamelizaci a pražení sladu	307
11.2.6. Výroba nakuřovaných sladů	309
11.3 Provozní a laboratorní kontrola hvozďení sladu	309
11.3.1 Kontrola technických parametrů hvozďení	309
11.3.2 Stanovení tepelné účinnosti hvozďů	310
Literatura	311
12. ZÁVĚREČNÉ ÚPRAVY A SKLADOVÁNÍ SLADU (G. Basařová, I. Hartman).....	316
12.1 Ochlazení sladu	316
12.2 Odkličování sladu	316
12.2.1 Bubnové lištové odkličovací	316
12.2.2 Šnekové odkličovací	317
12.2.3 Pneumatické odkličování	318
12.3 Čištění a leštění sladu (tzv. polírování)	318
12.4 Sladový květ	319
12.5 Skladování sladu	320
12.5.1 Změny probíhající ve sladu během skladování	320
12.5.2 Způsoby skladování sladu	321
Literatura	323
13. TYPY A DRUHY SLADU A JEJICH VLASTNOSTI (G. Basařová, I. Hartman)	324
13.1 Světlý slad plzeňského typu	327
13.2 Pale Ale slad	330
13.3 Vídeňský slad	330
13.4 Tmavý mnichovský (bavorský) slad	330
13.5 Speciální typy sladu	332
13.5.1 Karamelový slad	332
13.5.2 Barevný slad	333
13.5.3 Nakuřovaný slad	334
13.5.4 Melanoidinový slad (melan-slاد)	334

13.5.5 Diastatický slad	334
13.5.6 Proteolytický (kyselý) slad.....	334
13.5.7 Slad zvyšující redoxní kapacitu piva	336
13.5.8 Krátký slad.....	336
13.5.9 Další druhy sladu.....	336
13.6 Potravinářské využití klíčení semen	340
13.7 Kvalitativní kritéria sladu	341
13.7.1 Subjektivní posuzování sladu.....	341
13.7.2 Mechanická a fyzikální kritéria sladu	342
13.7.3 Chemické složení sladu.....	347
Literatura	353
14. VÝROBA A VLASTNOSTI SLADU Z PŠENICE A OVSA (J. Šavel, I. Hartman)	357
14.1 Výroba sladu z pšenice.....	357
14.2 Výroba sladu z ovsa.....	360
Literatura	362
15. NEŽÁDOUCÍ A ZDRAVÍ ŠKODLIVÉ LÁTKY SLADU (V. Kellner, R. Mikulíková, P. Čejka)	364
15.1 Těkavé N-nitrosaminy	364
15.1.1 Vznik těkavých N-nitrosaminů	365
15.1.2 Stanovení těkavých N-nitrosaminů.....	366
15.2 Netěkavé N-nitrosaminy	368
15.2.1 Vznik netěkavých nitrosaminů (ATNC)	369
15.2.2 Stanovení netěkavých N-nitrosaminů (ATNC).....	369
15.3 Akrylamid	370
15.3.1 Mechanismus vzniku akrylamidu	370
15.3.2 Stanovení akrylamidu v ječmeni a sladu	373
15.4 Mykotoxiny	373
15.4.1 Obecná charakteristika mykotoxinů.....	374
15.4.2 Trichothecenové mykotoxiny.....	374
15.4.3 Zearalenony.....	376
15.4.4 Ochratoxiny.....	376
15.4.5 Aflatoxiny	376
15.4.6 Fumonisiný.....	377
15.4.7 Další mykotoxiny.....	377
15.4.8 Metody stanovení mykotoxinů	377
15.4.9 Legislativa	377
15.4.10 Význam mykotoxinů v průběhu výroby sladu a piva	377
15.5 Přípravky na ochranu rostlin	378
15.6 Sirné látky.....	380
15.6.1 Sirné aminokyseliny	380
15.6.2 Senzoricky aktivní sirné látky	382
15.6.3 Výskyt a význam sirných látek v ječmeni a sladu.....	384
15.6.4 Stanovení sirných látek	386
15.7 Kovy	387
15.7.1 Průměrný obsah kovů ve sladu.....	387
15.7.2 Vliv minerálních látek na metabolismus zrna během sladování	387
15.7.3 Výměna kovových iontů mezi zrnem a máčecí vodou	389

15.7.4 Vliv kovových iontů máčecí vody na sladování a kvalitu sladu	389
15.7.5 Stanovení kovů ve sladu.....	390
Literatura	391
16. PŘEPĚŇOVÁNÍ PIVA (GUSHING) (J. Šavel, S. Běláková)	401
16.1 Historie	401
16.2 Mechanismus gushingu.....	402
16.3 Primární gushing.....	403
16.3.1 Hydrofobiny	403
16.3.2 LTP proteiny (ns-LTPs)	405
16.4 Sekundární gushing	405
16.5 Stanovení gushingu	406
16.5.1 Gushingové testy.....	406
16.5.2 Stanovení hydrofobinů.....	406
16.5.3 Stanovení náchylnosti sycených nápojů k přepěňování	407
16.5.4 Kombinovaná analýza velikosti částic	408
16.6 Možnosti potlačení gushingu	408
Literatura	410
17. MIKROFLÓRA JEČMENE A SLADU (K. Kosař, J. Šavel)	415
17.1 Historie	415
17.2 Vlastnosti mikroorganismů	416
17.3 Taxonomie mikroorganismů ječmene a sladu.....	416
17.4 Růstové podmínky a tepelná odolnost mikroorganismů.....	418
17.5 Mikroflóra ječmene a sladu.....	420
17.5.1 Polní a skladištní mikroflóra ječmene	420
17.5.2 Mikroflóra sladu	428
17.6 Průkaz a stanovení mikroorganismů ječmene a sladu	430
17.7 Vliv mikroorganismů na zrno ječmene a sladu.....	430
17.7.1 Změny senzorické.....	431
17.7.2 Změny biologické a biochemické	432
17.8 Prevence a ochrana proti mikrobiální kontaminaci	435
17.8.1 Prevence na poli.....	435
17.8.2 Prevence ve skladech.....	435
17.9 Využití pozitivních účinků mikroorganismů	437
Literatura	439
18. BIOTICKÉ STRESORY JARNÍHO JEČMENE (V. Psota)	446
18.1 Plevel	446
18.2 Choroby (virózy, bakteriózy a mykózy)	446
18.3 Škůdci.....	449
18.4 Skladištní škůdci.....	450
Literatura	452
19. VADY A POŠKOZENÍ ZRNA JEČMENE (V. Psota)	454
19.1 Mechanické a tepelné poškození.....	454
19.2 Biologické a fyziologické poškození	456
Literatura	460
20. HYGIENA, SANITACE A BEZPEČNOST PRÁCE (P. Basař, P. Basařová).....	461
20.1 Sanitace jednotlivých výrobních středisek sladovny	461

20.1.1 Příjem ječmene, dopravní cesty a skladovací prostory (sila)	461
20.1.2 Sanitace čistící a třídící stanice a odsávání prachu ve sladovně	462
20.1.3 Sanitace máčírny	462
20.1.4 Sanitace klíčírny	463
20.1.5 Chladicí registry	465
20.1.6 Čištění hvozdů	465
20.1.7 Další potřebné čistící úkony	465
20.2 Prevence a likvidace škůdců	466
20.3 Prevence výbuchu	466
20.4 Ochrana zaměstnanců	468
20.4.1 Ochrana proti prachu	468
20.4.2 Práce s výrobním zařízením	468
20.4.3 Sila	468
20.4.4 Plynné látky	468
Literatura	469
21. HODNOCENÍ KVALITY ZRNA SLADOVNICKÉHO JEČMENE A SLADU	
(V. Psota)	470
21.1 Úvod	470
21.2 Kvalita zrna sladovnického ječmene	471
21.3 Kvalita sladu	474
21.3.1 Cytolýza	475
21.3.2 Proteolýza	477
21.3.3 Amylolýza	479
21.3.4 Znaky popisující senzorickou kvalitu	481
Literatura	486
22. EKONOMIKA VÝROBY SLADU (R. Paulů)	490
22.1 Výťažnost při výrobě sladu	490
22.1.1 Výťažnost nakoupeného ječmene	491
22.1.2 Výťažnost vlastní výroby sladu	493
22.1.3 Výťažnost sladu při expedici	493
22.2 Nákladové položky při výrobě sladu	495
22.2.1 Náklady na pořízení základní suroviny	495
22.2.2 Vlastní výrobní náklady	499
22.2.3 Odpisy	504
22.2.4 Administrativní náklady	504
22.2.5 Finanční náklady	505
22.3 Kalkulace cen sladu při prodeji	505
Literatura	506
REJSTŘÍKY	507
Věcný rejstřík	507
Rejstřík zkratk	540
Rejstřík obrázků	547
Rejstřík tabulek	547