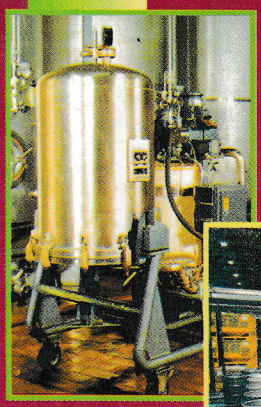
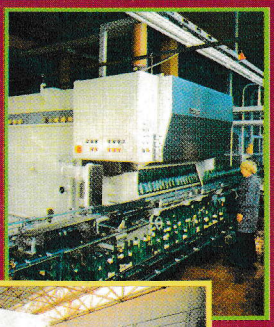
Seria Ingineria alimentară

Tratat de știința și tehnologia maltului și a berii

Coordonator
Constantin Banu







Vol. 2

Editura AGIR

5826(2)d2

CONSTANTIN BANU
ANTOANETA STOICESCU • DUMITRU PANȚURU • DORULEȚ RĂSMERIȚĂ
MIREL POP • CAMELIA VIZIREANU • VIFOR VERȘESCU
MIHAELA PANCU

TRATAT DE ȘTIINȚA ȘI TEHNOLOGIA MALȚULUI ȘI A BERII

VOLUMUL II

Coordonator: prof. dr. ing. CONSTANTIN BANU

Seria *„INGINERIE ALIMENTARĂ"*

21n980
UNIVERSITATEA
BIBLIOTECA

Editura AGIR
București, 2001

ASOCIAȚIA GENERALĂ A INGINERILOR DIN ROMÂNIA
© EDITURA AGIR, 2001
Toate drepturile pentru această ediție sunt rezervate editurii.

Adresa: Editura AGIR
Calea Victoriei, nr. 118,
sector 1, 70 179 București
Telefon: 401-312 55 31
Fax: 401-312 55 31
e-mail: agir@euroweb.ro

Contribuția la Volumul I

Banu Constantin: cap. 1, 2, 4, 5 (5.3), 6
Stoicescu Antoaneta: cap. 3
Răsmeriță Doruleț: cap. 5
Vizireanu Camelia: cap. 6
Pop Mirel: cap. 2
Pancu Mihaela: cap. 4
Tofan Ioan: cap. 6 (6.5)
Verșescu Vifor: cap. 1

Contribuția la Volumul II

Banu Constantin: cap. 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 24
Panțuru Dumitru: cap. 17
Vizireanu Camelia: cap. 17
Stoicescu Antoaneta: cap. 19, 20
Răsmeriță Doruleț: cap. 9, 24
Pop Mirel: cap. 8
Pancu Mihaela: cap. 7
Verșescu Vifor: cap. 23

Redactor: **Olga STOIAN**
Tehnoredactare computerizată: **Constantin NIȚĂ**
Coperta: **Camelia BOGOI**

Bun de tipar: 14.05.2001; Coli de tipar: 49

ISBN 973-8130-24-7
ISBN 973-8130-46-8

Imprimat în România SEMNE

CUPRINS

7. OBȚINEREA MUSTULUI DE BERE 13
7.1. Pregătirea malțului pentru măcinare 13
7.2. Măcinarea malțului 16
7.2.1. Teoria mărunțirii 18
7.2.2. Echipamente de măcinare 22
7.2.3. Controlul măcinăturii 39
7.2.4. Transportul măcinăturii 42
7.3. Brasajul malțului măcinat 42
7.3.1. Factorii care influențează brasajul 43
7.3.2. Condițiile de plămădire și influența lor asupra proceselor enzimatice 45
7.3.3. Necesarul de apă la plămădire 56
7.3.4. Procedee de brasaj 57
7.3.5. Echipamente de plămădire-zaharificare 70
7.3.6. Filtrarea plămezii zaharificate 79

8. FIERBEREA MUSTULUI CU HAMEI 115
8.1. Considerații generale 115
8.2. Transformările suferite de componentele hameiului la fierberea mustului 116
8.2.1. Transformările rășinilor din hamei 116
8.2.2. Transformările polifenolilor 120
8.2.3. Transformările uleiului de hamei 122
8.2.4. Producerea de substanțe reducătoare 122
8.2.5. Modificarea conținutului de dimetilsulfid (dms) 123
8.3. Hameierea mustului 123
8.3.1. Momentul adăugării hameiului 125
8.3.2. Gradul de utilizare a hameiului adăugat la fierberea mustului 129
8.4. Metode de fierbere a mustului de bere cu hamei 136
8.4.1. Metode și echipamente de fierbere 136
8.4.2. Separarea borhotului de hamei 146
8.5. Clarificarea mustului (separarea trubului la cald) 147
8.6. Răcirea mustului fiert 154
8.7. Aerarea mustului răcit 160

9. OBȚINEREA CULTURILOR DE DROJDIE 165
9.1. Considerații generale 165
9.2. Obținerea culturilor de producție 167

10. FERMENTAȚIA MUSTULUI 174
10.1. Considerații generale privind fermentația mustului 174
10.2. Factorii care influențează fermentația primară 175
10.2.1. Compoziția chimică a mustului 175
10.2.2. Drojdia utilizată (tip și varietate) 177

10.2.3. Condiţiile de procesare 178
10.3. Formarea produşilor secundari 180
10.3.1. Formarea de alcooli superiori 182
10.3.2. Formarea de esteri 182
10.3.3. Formarea de dicetone vicinale 183
10.3.4. Formarea de compuşi carbonilici 184
10.3.5. Formarea compuşilor cu sulf 184
10.3.6. Formarea de acizi organici 185
10.4. Alte reacţii şi modificări care au loc la fermentaţie 187
10.4.1. Modificări în compoziţia compuşilor cu azot 187
10.4.2. Scăderea valorii pH-ului 187
10.4.3. Modificarea potenţialului redox 188
10.4.4. Modificarea culorii berii 188
10.4.5. Precipitarea substanţelor amare şi a polifenolilor 188
10.4.6. Dizolvarea CO_2 în bere 189
10.5. Conducerea fermentaţiei primare 189
10.5.1. Însămânţarea mustului cu drojdie 189
10.5.2. Fermentaţia primară propriu-zisă 190
10.6. Tipuri de fermentaţii 190
10.6.1. Fermentaţia superioară tradiţională 191
10.6.2. Fermentaţia inferioară tradiţională 193
10.6.3. Variante ale fermentaţiei inferioare primare 196
10.6.4. Folosirea preparatelor enzimatice exogene la fermentarea primară 197
10.7. Recuperarea drojdiilor de la fermentaţia primară 202
10.8. Fermentaţia secundară şi maturarea berii 208
10.8.1. Procedee de fermentare secundară 212
10.8.2. Folosirea preparatelor enzimatice exogene la fermentaţia secundară şi la maturare 213
10.8.3. Accelerarea maturizării berii 215
10.9. Echipamente pentru fermentare 216
10.9.1. Linurile de fermentare 216
10.9.2. Tancurile de fermentare 219
10.10. Metode de fermentare şi maturare în cazul fermentaţiei inferioare 232
10.11. Procedee de fermentare continuă 237

11. CLARIFICAREA BERII 241
11.1. Consideraţii generale 241
11.2. Sedimentarea gravitaţională 243
11.3. Centrifugarea 244
11.4. Filtrarea berii 250
11.4.1. Caracterizarea filtrelor după tehnica de bază cu care se filtrează 251
11.4.2. Materiale folosite în elementele de filtrare în strat fix, pentru prealuvionare şi aluvionare 252
11.4.3. Caracterizarea materialelor folosite ca adaosuri pentru filtrarea berii 256
11.4.4. Cartoanele filtrante folosite la filtrarea de adâncime 258
11.5. Tipurile de filtre utilizate în industria berii 267
11.5.1. Filtru cu plăci şi masă filtrantă 268
11.5.2. Filtru cu plăci şi cartoane filtrante 269
11.5.3. Filtru cu plăci perforate şi rame şi cu cartoane filtrante suport 272
11.5.4. Filtru-presă cu kieselgur 277
11.5.5. Filtru cu suport de site (discuri) 277
11.5.6. Filtre cu lumânări 282
11.5.7. Filtrul cu plăci 285
11.6. Probleme la folosirea materialelor pentru filtrare 288
11.7. Elemente de calcul pentru operaţia de filtrare 290

12. STABILIZAREA BERII 293
12.1. Stabilitatea microbiologică a berii 293
12.1.1. Pasteurizarea berii 294
12.1.1.1. Principiile inactivării termice a microorganismelor 294
12.1.1.2. Echipamente de pasteurizare a berii 298
12.1.1.3. Transferul de căldură în sticle şi cutii 301
12.1.1.4. Controlul eficacităţii pasteurizării 309
12.1.1.5. Exemple de calcul la pasteurizarea berii în recipiente şi în vrac 309
12.1.1.6. Instalaţii de pasteurizare HTST folosite în industria berii 314
12.2. Constante fizice şi termofizice ale berii 315
12.3. Caracteristicile fizice şi termofizice ale apei utilizate în industria berii 321
12.4. Caracteristicile unor agenţi frigorifici secundari utilizaţi în industria berii 321
12.5. Filtrarea sterilizantă sau sterilizarea la rece a berii 323
12.5.1. Filtrarea pe cartoane 324
12.5.2. Filtrarea pe cartuşe 324
12.5.3. Filtrarea tangenţială pe membrane 325
12.5.3.1. Membrane folosite în tehnicile de membrană 326
12.5.3.2. Caracterizarea membranelor 326
12.5.3.3. Module utilizate în tehnicile de membrană 327
12.5.3.4. Scheme de montaj şi de funcţionare a unui post de filtrare tangenţială 329
12.6. Stabilizarea coloidală a berii 336
12.6.1. Prevenirea tulburelii coloidale a berii 338
12.6.1.1. Adsorbţia precursorilor tulburelii coloidale 339
12.6.1.2. Substanţe care accelerează precipitarea proteinelor 351
12.6.1.3. Degradarea proteinelor pe cale enzimatică 351
12.7. Stabilizarea aromei berii 351
12.8. Carbonatarea berii 352

13. METODE SPECIALE PENTRU PRODUCŢIA DE BERE 357
13.1. Producţia de bere din must concentrat 357
13.2. Bere crioconcentrată 363
13.3. Bere cu conţinut redus în alcool 368
13.3.1. Osmoza inversă 368
13.3.2. Dializa 371
13.3.3. Îndepărtarea alcoolului prin tratament termic 373
13.3.4. Restricţionarea producerii de alcool 381

14. CALITATEA BERII 383
14.1. Compoziţia chimică a berii 383
14.2. Aroma berii 400
14.3. Culoarea berii 401
14.4. Stabilitatea berii 402
14.5. Amăreala berii 403
14.6. Corpolenţa berii 404
14.7. Perlajul berii 404
14.8. Formarea de spumă şi stabilitatea berii 404
14.9. Valoarea calorică şi nutritivă a berii 408
14.10. Tipuri de beri 409
14.10.1. Tipuri de beri de fermentaţie superioară 409
14.10.2. Tipuri de beri de fermentaţie inferioară 411

15. DEFECTELE BERII 414
15.1. Tulbureala berii 414
15.2. Formarea de sediment 417
15.3. Spumarea slabă 418

15.4. Supraspumarea 418
15.5. Amăreala astringentă, aspră 419
15.6. Gustul şi mirosul de unt 419
15.7. Mirosul de clorfenol – medicinal 419
15.8. Mirosul de sulfuri şi de drojdie 420
15.9. Gustul şi mirosul de lumină 420
15.10. Gustul de oxidat 420

16. INFECŢII CU DROJDII „SĂLBATICE" ŞI BACTERII ÎN INDUSTRIA BERII 421
16.1. Infectarea berii cu drojdii sălbatice 421
16.2. Infectarea drojdiilor recoltate la fermentaţia primară a mustului şi berii cu bacterii 422

17. ÎMBUTELIEREA BERII 426
17.1. Introducere 426
17.2. Depozitarea berii filtrate 428
17.3. Navete şi ambalaje pentru îmbutelierea berii 429
17.4. Paletizarea navetelor 437
17.5. Depaletizarea cutiilor metalice 443
17.6. Paletizarea şi depaletizarea butoaielor 443
17.7. Metode de paletizare 444
17.8. Transportul şi depozitarea buteliilor şi navetelor în secţia de îmbuteliere 449
17.8.1. Transportor pentru butelii 449
17.8.2. Transportor pentru navete, cutii pliante din carton şi tăvi 454
17.8.3. Scoaterea sau introducerea buteliilor din/în navete 456
17.9. Spălarea ambalajelor pentru îmbutelierea berii 474
17.9.1. Maşini pentru spălarea buteliilor din sticlă 474
17.9.1.1. Reguli de bază la spălarea buteliilor 474
17.9.1.2. Instalaţii de spălat butelii din sticlă 475
17.9.2. Spălarea cutiilor metalice 495
17.9.3. Curăţirea, spălarea şi igienizarea butoaielor 496
17.9.3.1. Butoaie din lemn de stejar 496
17.9.3.2. Butoaiele metalice 496
17.9.4. Spălarea navetelor 497
17.10. Îmbutelierea berii 498
17.10.1. Metode de umplere 499
17.10.2. Principii constructive ale maşinilor de îmbuteliere 499
17.10.3. Elementele componente ale maşinii de îmbuteliat 501
17.10.4. Îmbutelierea în cutii metalice 522
17.10.5. Îmbutelierea berii în butoaie 528
17.10.6. Îmbutelierea berii în containere mici, de formă specială 535
17.10.7. Îmbutelierea berii în containere de transport 535
17.10.8. Îmbutelierea berii în butelii din material plastic 535
17.11. Închiderea ambalajelor pentru îmbutelierea berii 536
17.11.1. Închiderea buteliilor de sticlă 536
17.11.2. Închiderea cutiilor metalice 542
17.12. Etichetarea buteliilor şi a cutiilor metalice 544
17.12.1. Etichetele şi operaţia de etichetare 544
17.12.2. Principiile de bază ale etichetării 546
17.12.3. Maşini de etichetat 547
17.12.4. Adezivii şi tehnologia aplicării acestora 552
17.12.5. Marcarea termenului de garanţie pe butelii şi cutii metalice 553

18. RECUPERAREA CĂLDURII ÎN INDUSTRIA MALŢULUI ŞI A BERII 558
18.1. Recuperarea căldurii în mălţării 558
18.2. Recuperarea căldurii la fierberea mustului de bere 568
18.3. Recuperarea de căldură la spălarea sticlelor 573

19. ANALIZA SENZORIALĂ A BERII 575
19.1. Introducere 575
19.2. Rolul analizei senzoriale în fabricarea berii 576
19.2.1. Controlul de calitate şi asigurarea calit ăţii produselor 576
19.2.2. Îmbun ătăţirea produsului şi dezvoltarea de produse noi 576
19.2.3. Cercetarea ştiin ţific ă 578
19.2.4. Studii de marketing 578
19.3. Bazele fiziologice ale perceperii însuşirilor senzoriale 580
19.3.1. Analizatorul gustativ 580
19.3.2. Stimulii de gust prezen ţi în bere 583
19.3.3. Analizatorul olfactiv 583
19.4. Mirosul şi aroma berii 586
19.5. Senzaţii termice şi tactile 586
19.6. Savoarea berii 587
19.7. Senzaţiile vizuale 587
19.8. Metode de analiză senzorială (de degustare) 588
19.8.1. Testul de diferen ţe 588
19.8.2. Metode descriptive de degustare 590
19.8.3. Metoda profilului de arom ă ă 592

20. IGIENIZAREA ÎN INDUSTRIA MALŢULUI ŞI A BERII 596
20.1. Spălarea utilajelor, ambalajelor şi spaţiilor de producţie 597
20.2. Factorii care influenţează acţiunea detergentului 599
20.3. Tipuri de detergenţi utilizaţi pentru curăţire în industria berii 600
20.3.1. Detergen ţii alcalini 600
20.3.2. Detergen ţii acizi 602
20.3.3. Detergen ţii neutri 603
20.4. Dezinfecţia în industria berii *605*
20.4.1. Dezinfectan ţi halogena ţi 607
20.4.2. Dezinfectan ţi cu iod 609
20.4.3. Oxidan ţii 610
20.4.4. Biguanida 610
20.4.5. Aldehidele 611
20.4.6. Compuşi cuaternari de amoniu (qac) 611
20.4.7. Amfotensidele 612
20.5. Metode de igienizare *612*
20.5.1. Generalit ăţi 612
20.5.2. Dispozitive mobile pentru igienizare 613
20.5.3. Cur ăţirea automat ă în sistem cip 615
20.5.3.1. Metoda cip fără recuperarea soluţiilor de spălare şi dezinfectare 615
20.5.3.2. Metoda cip cu recuperarea soluţiilor de spălare şi dezinfectare 615
20.5.4. Programul de sp ălare şi dezinfectare prin metoda cip 617
20.5.5. Igienizarea circuitului mustului pân ă la ob ţinerea berii mat ure 620

21. PERICOLUL INCENDIILOR ŞI AL EXPLOZIILOR ÎN INDUSTRIA BERII 625
21.1. Aspecte generale 625
21.2. Condiţiile pentru promovarea exploziilor 627
21.3. Tipuri de explozii şi desfăşurarea exploziilor în funcţie de forma incintei 628
21.4. Măsuri ce se preconizează pentru a limita riscul exploziilor datorită pulberilor 629
21.5. Metode de dimensionare a supapelor de echilibru 631

22. APE REZIDUALE DIN INDUSTRIA MALŢULUI ŞI A BERII 633
22.1. Consideraţii generale 633
22.2. Indicatori ai apei uzate 635
22.3. Epurarea apelor reziduale 636

22.3.1. Consideraţii generale 636
22.3.2. Preepurarea apelor reziduale 637
22.3.3. Epurarea biologică a apelor reziduale 637

23. MANAGEMENTUL ENERGIEI ÎN INDUSTRIA MALŢULUI ŞI A BERII 644
23.1. Energia termică 644
23.1.1. Combustibilii 645
23.1.2. Bilanţul material al arderii combustibililor 647
23.1.3. Poluarea prin arderea combustibililor 650
23.1.4. Centrale termice 650
23.1.5. Caracteristicile aburului produs în cazanele de abur 666
23.1.6. Distribuţia aburului 669
23.2. Răcirea şi sisteme de răcire în industra berii 671
23.2.1. Consideraţii generale 671
23.2.2. Sisteme de răcire 673
23.2.3. Componentele principale ale unei instalaţii frigorifice 686
23.2.3.1. Compresoare frigorifice 686
23.2.3.2. Agenţi frigorifici 696
23.2.3.3. Vaporizatoare (evaporatoare) frigorifice 697
23.2.3.4. Condensatoare 709
23.3. Producerea de aer comprimat 722
23.3.1. Consideraţii generale 722
23.3.2. Tipuri de compresoare de aer 725
23.3.3. Recipientele de primire a aerului comprimat 727
23.3.4. Uscarea şi filtrarea aerului comprimat 727
23.4. Energia electrică 731
23.4.1. Motoare electrice 731
23.4.2. Transformatoare, mutatoare şi convertizoare 734
23.4.3. Instalaţii de distribuţie a energiei electrice 735
23.4.4. Folosirea energiei electrice în transportul lichidelor şi gazelor 739

24. CALCULE TEHNOLOGICE ŞI TERMICE LA FABRICAREA BERII 751
24.1. Calcule tehnologice şi termice la brasaj 751
24.1.1. Calculul termic la brasajul prin decocţie 754
24.1.2. Calculul cazanului de filtrare 755
24.1.3. Calculul filtrului-presă pentru plămadă 759
24.1.4. Calculul suprafeţei de încălzire la fierberea mustului cu hamei 759
24.1.5. Calculul termic la răcirea mustului fiert cu hamei 763
24.1.6. Calcule referitoare la fermentarea mustului 766
24.1.7. Determinarea capacităţii tancurilor de fermentare secundară/maturare 771
24.1.8. Calculul necesarului de frig în incintele de păstrare a berii 772
24.1.9. Calculul necesarului de frig folosit la condiţionarea aerului pentru incintele de fermentaţie primară şi fermentaţie secundară/maturare 773
24.2. Consumuri specifice de utilităţi în industria malţului şi a berii 775

BIBLIOGRAFIE 781