Indice

PREFAZIONE V

Capitolo 1
STORIA DELLA MICROBIOLOGIA DEI PRODOTTI ALIMENTARI 1
Giovanni Antonio Farris, Marco Gobbetti, Erasmo Neviani e Massimo Vincenzini
Conservazione degli alimenti 2
Alterazione degli alimenti 3
Intossicazioni alimentari 3
Fermentazione degli alimenti 4

Parte I
PRINCIPI GENERALI

Capitolo 2
I MICRORGANISMI NEGLI ALIMENTI 7
Bruno Biavati e Patrizia Romano
2.1 Introduzione 7
2.2 Tassonomia dei principali microrganismi degli alimenti 8
Classificazione 9
Nomenclatura 9
Identificazione 9
2.3 Generi microbici di interesse nella microbiologia degli alimenti 10
Batteri 11
Lieviti 16
Lieviti asporigeni 16
Lieviti sporigeni 17
Muffe 19
2.4 Fonti di contaminazione microbica degli alimenti 21
Terreno e acqua 21
Aria e polvere 22
Vegetali 22
Animali 22
Uomo 22
Macchinari e utensili 23
Altre fonti di contaminazione 23
2.5 Ruolo dei microrganismi negli alimenti 23
Attività virtuose 23
Attività deterioranti 26
Attività patogene 30
2.6 Interazioni tra microrganismi 30
Biofilm e *quorum sensing* 30
Associazioni microbiche 32
2.7 Microrganismi indicatori di qualità 33
Microrganismi indicatori correlati alla qualità del prodotto 34
Metaboliti indicatori di qualità 35

Capitolo 3
ECOFISIOLOGIA DEI MICRORGANISMI NEGLI ALIMENTI 37
Eugenio Parente e Francesco Villani
3.1 Introduzione 37
3.2 Crescita, sopravvivenza e morte dei microrganismi 38
3.3 Classificazione dei fattori ecofisiologici 44
3.4 Fattori intrinseci 44
pH e acidità 44
Attività dell'acqua (a_w) 49
Nutrienti e inibitori naturali 52
Potenziale redox 54
3.5 Fattori estrinseci 56
Temperatura 56
Umidità relativa 61
Atmosfere di conservazione 61
Conservanti 63
3.6 Fattori impliciti 65
Interazioni negative: competizione, amensalismo, predazione, parassitismo 65
Interazioni positive: commensalismo, protocooperazione e mutualismo 66
Le colture bioprotettive 67

 ISBN 978-88-08-18246-3

Capitolo 4
LA DETERMINAZIONE DEI MICRORGANISMI NEGLI ALIMENTI 69
Luca Cocolin e Danilo Ercolini
4.1 Introduzione 69
4.2 Cenni sul campionamento 69
4.3 Numerazione di microrganismi negli alimenti 71
Metodi diretti 71
Metodi indiretti 72
4.4 Isolamento in coltura pura e classificazione preliminare 79
4.5 Identificazione microbica: alcune definizioni 80
Identificazione su base fenotipica 81
Identificazione su base molecolare 81
4.6 Cenni su tecniche di tipizzazione 84
Tipizzazione su base molecolare 84
Tipizzazione con metodi immunologici 86
4.7 Cenni su tecniche coltura-indipendenti 86

Capitolo 5
IL CONTROLLO DEI MICRORGANISMI NEGLI ALIMENTI 89
Elisabetta Guerzoni e Lucia Vannini
5.1 Introduzione 89
Teoria degli ostacoli (*Hurdle technology*) 90
5.2 Fattori di processo 90
Trattamenti termici 90
Alte pressioni 95
Microfiltrazione e bactofugazione 98
Campi elettrici pulsati 99
Irraggiamento 100
Gas plasma 102
Riscaldamento ohmico 103
Impiego di sostanze chimiche 104
Impiego di enzimi 106
Alimenti a umidità intermedia 107
5.3 Elementi di microbiologia predittiva 108
Tipi di modelli 109
5.4 Modellazione dello sviluppo microbico e ottimizzazione di prodotto 110

Capitolo 6
I MICRORGANISMI CAUSA DI MALATTIE DI ORIGINE ALIMENTARE 113
Daniela Bassi, Fabrizio Cappa e Piersandro Cocconcelli
6.1 Introduzione 113
6.2 L'analisi del rischio microbiologico negli alimenti 113
Analisi quantitativa delle infezioni, delle intossicazioni alimentari e delle zoonosi 114
Fasi della valutazione del rischio microbiologico 115
Gestione del rischio: criteri microbiologici e altri regolamenti sull'igiene degli alimenti 116
6.3 I batteri patogeni 116
Salmonella enterica 117
Campylobacter 121
Escherichia coli VTEC 122
Listeria monocytogenes 124
Clostridium botulinum e *Clostridium perfringens* 129
Gruppo *Bacillus cereus* 132
Staphylococcus aureus 133
Altri batteri patogeni 135
6.4 I virus alimentari 136
6.5 Amine biogene 137
6.6 I funghi tossigeni 138
6.7 Tossine algali 139

Parte II
BEVANDE E ALIMENTI NON FERMENTATI

Capitolo 7
ACQUA E BEVANDE NON ALCOLICHE 143
Giancarlo Moschetti e Luca Settanni
7.1 Introduzione 143
7.2 Acqua in bottiglia 144
Potabilità delle acque 144
Controllo microbiologico 145
7.3 Succhi vegetali 148
Qualità microbiologica delle materie prime 148
Rischi di deterioramento 149
7.4 Altre bevande 151
Problematiche microbiologiche 151
7.5 Normativa vigente 152

Capitolo 8
ALIMENTI DI ORIGINE ANIMALE E PRODOTTI ITTICI 153
Giuseppe Comi e Lucilla Iacumin
8.1 Introduzione 153
Microbiologia delle carni fresche e congelate 154

8.2 Prodotti a base di carni cotte 161
Mortadella 161
Wurstel 164
Prosciutto cotto 165
8.3 Prodotti a base di carni crude non insaccati 169
Lardo 169
Speck dell'Alto Adige IGP e speck del Trentino 170
Prosciutto crudo 171
8.4 Prodotti a base di carni crude e insaccati 175
Bresaola IGP e altre 175
Coppa 177
Pancetta tesa o arrotolata 178
Cotechino e zampone 179
8.5 Il latte alimentare e le creme non fermentate 182
Il latte alimentare 182
Latte condensato 187
Latte in polvere 188
Le creme non fermentate 188
8.6 Prodotti ittici 190
Metodi di conservazione dei prodotti ittici 193
8.7 Normativa vigente 195

Capitolo 9
ALIMENTI DI ORIGINE VEGETALE 197
Maria Rosaria Corbo e Milena Sinigaglia
9.1 Introduzione 197
9.2 Microbiologia di frutta e vegetali 198
Fonti di contaminazione 198
Penetrazione e sviluppo dei microrganismi 200
Alterazioni microbiche 202
Sicurezza 203
9.3 Microbiologia dei prodotti di IV e V gamma 205
Tecnologia di produzione 206
Problemi microbiologici 209
9.4 Interventi per ridurre le alterazioni e il rischio di malattie 212
Metodi di controllo tradizionali 212
Metodi di controllo innovativi 214
9.5 Normativa vigente 215

Capitolo 10
CONSERVE DI ORIGINE ANIMALE E VEGETALE 217
Viviana Corich e Alessio Giacomini
10.1 Introduzione 217
10.2 Definizione di conserve alimentari 219
Conserve 219
Semiconserve 219
10.3 Tecnologia di produzione delle conserve 219
10.4 Tipologie di conserve 220
Conserve di origine animale: il tonno sott'olio 220
Conserve di origine vegetale: i pomodori pelati 222
10.5 Aspetti microbiologici delle conserve 222
Microrganismi contaminanti delle materie prime 223
Effetti del trattamento termico 223
Effetti del pH 225
Tipologie di deterioramenti di origine microbica 227
Cause dei deterioramenti di tipo microbiologico 229
Principali microrganismi agenti di deterioramento delle conserve alimentari 231
Rischi microbiologici collegati alle conserve 235

Capitolo 11
PASTE ALIMENTARI E DOLCI 237
Roberto Foschino e Claudia Picozzi
11.1 Introduzione 237
11.2 Paste alimentari secche 237
Composizione 237
Microrganismi associati alle materie prime 238
Schema di produzione ed effetti del processo 239
Alterazioni microbiche e incidenza di patogeni nel prodotto finito 240
11.3 Paste alimentari fresche 241
Composizione 241
Microrganismi associati alle materie prime 242
Schema di produzione ed effetti del processo 242
Alterazioni microbiche e incidenza di patogeni nel prodotto finito 243
11.4 Paste alimentari precotte 245
Definizione e gestione del processo 245
Cinetiche di sviluppo batterico in pasta cotta 247
11.5 Pasticceria secca 248
Definizione e composizione 248
Microrganismi associati alle materie prime 248
Schemi di produzione ed effetti dei processi 250

 ISBN 978-88-08-18246-3

Alterazioni microbiche e incidenza dei patogeni nel prodotto finito 250
11.6 Pasticceria fresca 251
Definizione e composizione 251
Microrganismi associati alle materie prime 251
Schemi di produzione ed effetti dei processi 251
Alterazioni microbiche e incidenza dei patogeni nel prodotto finito 252
Metodi di conservazione 253

Capitolo 12
ALIMENTI E INGREDIENTI DI ORIGINE MICROBICA 255
Matilde Manzoni e Manuela Rollini
12.1 Introduzione 255
12.2 Bioreattori e aspetti biotecnologici 256
12.3 Biomasse microbiche 257
Biomasse proteiche 258
Funghi a carpoforo 260
Prodotti di estrazione da biomasse 265
12.4 Metaboliti microbici 266
Etanolo 266
Acidi organici 268
Aminoacidi 271
Enzimi 272
Vitamine 276

Parte III
BEVANDE E ALIMENTI FERMENTATI

Capitolo 13
VINO 279
Giovanni Antonio Farris e Massimo Vincenzini
13.1 Introduzione 279
Storia della microbiologia enologica 279
13.2 Fermentazione alcolica spontanea 280
Successione dei lieviti 281
Problematiche 283
13.3 Fermentazione alcolica guidata 283
Caratteri di selezione dei lieviti starter 284
Metabolismo dei lieviti 287
Problematiche legate all'uso dei lieviti starter 290
Prospettive 290
13.4 La fermentazione malolattica (FML) 291
Gli agenti della FML 293
Gli effetti della FML in vino 294
La FML spontanea 297
La FML indotta 299
13.5 Le malattie dei vini 301
Malattie dovute ai lieviti 302
Malattie dovute ai batteri 303

Capitolo 14
ACETO 305
Paolo Giudici e Maria Gullo
14.1 Introduzione 305
14.2 Definizioni 307
14.3 La materia prima 308
Idrolisi dell'amido 308
14.4 I microrganismi dell'aceto 309
I batteri acetici 309
I lieviti 312
Le muffe 313
Altri organismi 314
14.5 Tecnologia di fermentazione 316
Resa della fermentazione acetica 318
14.6 Aceto di vino e di frutta 319
14.7 L'aceto balsamico tradizionale 321
14.8 Difetti dell'aceto di natura microbiologica 323

Capitolo 15
BIRRA 325
Gianluigi Cardinali e Fabrizio Fatichenti
15.1 Generalità 325
Storia della birra 325
Diffusione e importanza della birra 326
15.2 Tecnologie di produzione 326
Le materie prime: orzi e succedanei 326
La maltificazione 327
La preparazione del mosto 328
La fermentazione primaria 328
La fermentazione secondaria 328
Condizionamento e imbottigliamento 329
15.3 Le fermentazioni birrarie e i loro agenti 329
Le fermentazioni: alta, bassa e spontanea 329
I lieviti della birra 331
Gli starter birrari 333
Il miglioramento genetico dei lieviti birrari 334
15.4 Le alterazioni microbiologiche della birra 335
Batteri 335
Lieviti 336
Muffe 336

Capitolo 16
PANE E ALTRI PRODOTTI LIEVITATI DA FORNO 337
Aldo Corsetti e Marco Gobbetti
16.1 Introduzione 337
16.2 Definizione e classificazione del pane e dei prodotti lievitati da forno 338
16.3 Le materie prime e il processo produttivo 339
Le materie prime 339
Il processo produttivo 341
16.4 Agenti lievitanti: il lievito di birra e il lievito naturale 342
Il lievito di birra 342
Il lievito naturale 343
16.5 Descrizione dei lieviti e dei batteri lattici coinvolti nel processo di fermentazione 346
16.6 Fisiologia e biochimica dei lieviti e dei batteri lattici 348
I lieviti 348
I batteri lattici 349
Interazioni tra lieviti e batteri lattici 353
16.7 Numerazione e identificazione dei microrganismi del lievito naturale 354
Determinazione dei lieviti 354
Determinazione dei batteri lattici 355
I metodi coltura-indipendenti per il controllo microbiologico del lievito naturale 356
16.8 Contaminazione microbica e confezionamento dei prodotti lievitati da forno 357
Il deterioramento microbico dei prodotti lievitati da forno 357
Il confezionamento dei prodotti lievitati da forno 358
16.9 Esempi di prodotti lievitati da forno 359
Pani tipici 359
Prodotti dolci lievitati 361
Prodotti da forno senza glutine 361
16.10 Aspetti nutrizionali 362
16.11 Normativa vigente 364

Capitolo 17
OLIVE DA MENSA E ALTRI PRODOTTI VEGETALI 365
Gino Ciafardini e Raffaella Di Cagno
17.1 Introduzione 365
17.2 Principali caratteristiche delle olive da mensa 366
Attitudine alla trasformazione e indici qualitativi applicabili alle olive da mensa 366
Chimismo della deamarizzazione dei frutti 367
Principali metodi di deamarizzazione 369
Sistemi di confezionamento e conservazione del prodotto 374
Deterioramento microbico del prodotto trasformato 375
17.3 Prodotti ortofrutticoli fermentati 376
Microbiota delle materie prime ortofrutticole 376
I principali prodotti vegetali fermentati 378
L'uso di colture microbiche starter 381
17.4 Normativa vigente 382

Capitolo 18
LATTI FERMENTATI 385
Pietrino Deiana e Sandra Torriani
18.1 Introduzione 385
18.2 Classificazione dei latti fermentati 386
Microrganismi coinvolti nei processi fermentativi 386
Latti fermentati acidi 388
Latti fermentati probiotici 394
Latti fermentati acido-alcolici 395
18.3 Colture starter 398
Selezione tecnologica e funzionale dei ceppi starter 400
18.4 Proprietà nutrizionali dei latti fermentati 400
18.5 Controllo qualità 401
18.6 Normativa vigente 403

Capitolo 19
FORMAGGI E BURRO 405
Monica Gatti ed Erasmo Neviani
19.1 Introduzione 405
19.2 Il latte come materia prima trasformabile 405
La caseificazione e la burrificazione 407
19.3 Formaggi: cenni storici, definizione e classificazione 407
Microrganismi di interesse lattiero-caseario 408
Fermentazione dei carboidrati 409
Proteolisi 411
Lipolisi 413
Produzione di polisaccaridi 413
Produzione di batteriocine 413
Coinvolgimento microbico nei processi di caseificazione 415

 ISBN 978-88-08-18246-3

Evoluzione della microflora lattica nel corso della caseificazione e stagionatura del formaggio 423
Caratteristiche microbiologiche delle diverse categorie di formaggi 424
Formaggi freschi e molli 425
Formaggi a pasta cotta e lunga stagionatura 425
Formaggi a crosta lavata 426
Formaggi erborinati e a crosta fiorita 427
Formaggi a pasta filata 428
Formaggi ad apertura propionica 429
I formaggi ottenuti per coagulazione acida del latte 429
I latticini ottenuti per termocoagulazione di latte, panna o siero 429
Formaggi fusi 430
Difetti di origine microbiologica nei formaggi 430
Difetti di gusto e aroma 431
Difetti strutturali della pasta 431
19.4 Burro 432
Aspetti microbiologici del burro: maturazione e alterazione 433
19.5 Normativa vigente 434
19.6 Principali pericoli microbiologici 434

Capitolo 20
I SALAMI 437
Raffaele Coppola e Patrizio Tremonte
20.1 Introduzione 437
20.2 Caratteristiche e classificazione dei salami 438
20.3 I salami 441
Caratteri microbiologici delle materie prime impiegate 441
Il processo produttivo e l'evoluzione della popolazione microbica 442
La maturazione e il processo fermentativo 445
I microrganismi virtuosi nel presidio della maturazione 447
I limiti delle fermentazioni naturali 451
Controllo del processo fermentativo 452
Insaccati fermentati e nuove tendenze salutistiche 453
Presenza di microrganismi indesiderati e potenziali alterazioni 456
Strumenti per il miglioramento della *shelf-life* 457
20.4 Normativa vigente 458

Capitolo 21
PROBIOTICI E ALIMENTI FUNZIONALI A BASE BATTERICA 461
Lorenzo Morelli
21.1 Introduzione 461
Definizioni 461
Un po' di storia 463
21.2 Ecologia dell'intestino 464
L'ecosistema intestinale 464
Il microbiota intestinale 464
21.3 I batteri probiotici 466
Dal microbiota ai batteri probiotici 466
Selezione e caratterizzazione dei ceppi probiotici 466
Ceppi probiotici e brevetti 468
Le funzioni dei batteri probiotici 469
L'efficacia 470
Meccanismi d'azione 471
Efficacia clinica 471
21.4 Gli alimenti probiotici 472
Le tipologie merceologiche 472
L'influenza della matrice alimentare 472
Probiotici in alimentazione animale 473

INDICE ANALITICO 475