

le grain de blé

composition et utilisation

Pierre FEILLET

MIEUX COMPRENDRE

 **INRA**
EDITIONS

Table des matières

1. Des blés aux farines

Classification botanique, origine et caractéristiques des blés cultivés	17
Composition histologique et chimique du grain	23
Transformation des blés en farines et en semoules	25
Nettoyage des blés	27
Conditionnement des blés	30
Mouture	30
Propriétés des farines	37
Sous-produits de la mouture	42
Turboséparation	43
Valeur meunière et semoulière	44
Taille et forme des grains	45
Friabilité des blés	46
Stockage des blés et des farines	48
Activité de l'eau et isotherme de sorption	50
Altérations au cours du stockage	52
Conditions de stockage	54
Pour en savoir plus	55

2. Protéines

Classification et propriétés	57
Solubilité et classification	57
Composition en acides aminés	60
Albumines, globulines et petites protéines riches en cystéine	60
Gliadines	64
Gluténines	66
Sous-unités gluténines de haut poids moléculaire (SG-HPM)	66
Sous-unités gluténines de faible poids moléculaire (SG-FPM)	67
Agrégats gluténines	68
Gluten	72
Capacité d'interactions des protéines	75
Synthèse des protéines et germination	80

Contrôle génétique de la composition en protéines du blé	81
Génome du blé et composition protéique	81
Transgénèse et transformation génétique	83
Relation avec la qualité d'utilisation des farines	84
Teneur en protéines	84
<i>Teneur en protéines totales</i>	85
<i>Teneur en certaines familles de protéines</i>	85
Propriétés spécifiques des protéines	88
<i>Gliadines et gluténines</i>	88
<i>Sous unités gluténines de haut poids (SG-HPM) et de faible poids (SG-FPM) moléculaires</i>	88
Pour en savoir plus	90

3. Amidon, pentosanes et lipides

Amidon	91
Composition et structure	91
Biosynthèse	95
Amidon endommagé	96
Transitions de l'amidon	97
Absorption d'eau, gélatinisation et rétrogradation	99
Rôle de l'amidon en panification	102
L'industrie de l'amidon	102
<i>Extraction de l'amidon et du gluten (amidonnerie-glutennerie)</i>	103
<i>Utilisation de l'amidon</i>	104
Pentosanes	109
Propriétés physico-chimiques	110
Rôle des pentosanes en panification	113
Lipides	114
Composition, structure et propriétés des lipides de la farine	114
Modification de la composition lipidique au cours du pétrissage et de la fermentation	117
Rôle des lipides en panification	119
Huile de germe	120
Pour en savoir plus	121

4. Enzymes

Enzymes amylolytiques	124
α -amylases	127
β -amylases	128
Autres hydrolases	129
Pentosanases	129
Protéases	129
Lipases	130
Oxydoréductases	131
Lipoxygénases	131
Peroxydases	133
Polyphénoloxydases	134
Catalase	134
Pour en savoir plus	136

5. De la farine à la pâte et de la pâte au pain

Pétrissage : formation de la pâte	138
Conditions de pétrissage	140
Transformation physico-chimique de la pâte	143
<i>Développement d'un réseau protéique</i>	144
<i>Rôle de l'eau</i>	146
<i>Notion de transition vitreuse</i>	148
<i>Propriétés rhéologiques des pâtes</i>	150
<i>Apparition d'un caractère « collant »</i>	152
Fermentation	153
Les levures	154
Pain au levain	157
Façonnage	160
Cuisson	160
La mie du pain	163
Alvéolage de la mie	163
Rassissement	167
Composés volatils de la mie du pain	168
Pâtes et pains surgelés	169
Pâtes surgelées crues	170
Pains pré-cuits	172
Pour en savoir plus	172

6. Biscuits, pâtes alimentaires et autres produits dérivés du blé

Biscuits	175
Conditions de fabrication	180
<i>Pétrissage</i>	180
<i>Laminage et découpage</i>	182
<i>Cuisson</i>	184
Blés et farines biscuitiers	185
Pâtes alimentaires	187
Fabrication des pâtes alimentaires	187
<i>Malaxage, pressage et découpe</i>	188
<i>Séchage</i>	190
<i>Pâtes aux œufs</i>	191
Propriétés organoleptiques, nutritionnelles et hygiéniques	191
<i>Aspect</i>	191
<i>Qualité culinaire</i>	192
<i>Qualité nutritionnelle</i>	194
<i>Qualité hygiénique</i>	195
Les matières premières	196
<i>Valeur semoulière</i>	196
<i>Qualité pastière</i>	197
Autres produits	199
Couscous	199
Nouilles chinoises	201
<i>Procédés de fabrication</i>	202
<i>Facteurs de qualité</i>	205
Pains plats	206
Pains cuits à la vapeur	207
Pour en savoir plus	208

7. Régulateurs des farines et agents de levée des pâtes

Régulateurs	209
Modification du réseau protéique	213
<i>Agents réducteurs</i>	213
<i>Agents oxydants</i>	215
<i>Gluten</i>	217
<i>Protéases</i>	218
Régulation de la répartition de l'eau	218
<i>Polysaccharides</i>	218
<i>Pentosanases (hémicellulases)</i>	219
Stabilisation des interfaces (corps gras)	219

Autres effets.....	222
Agents anti-rassissants.....	222
Agents acidifiants.....	222
Agents de fermentation et de levée de la pâte.....	223
Poudres levantes.....	223
α -amylases.....	224
Pour en savoir plus.....	224

8. Méthodes d'appréciation de la qualité

Analyses physiques des grains et des farines.....	229
Impuretés.....	229
Poids de mille grains et poids à l'hectolitre.....	230
Friabilité.....	230
Granulométrie des farines.....	231
Analyses chimiques.....	232
Teneur en eau.....	232
<i>Mesure par perte de poids</i>	232
<i>Mesure par spectroscopie dans l'infrarouge</i>	233
<i>Mesure de constantes physiques (conductivité et constante diélectrique)</i>	233
Matières minérales.....	233
Protéines.....	234
<i>Teneur en protéines totales</i>	234
<i>Teneur en gluten et en ses protéines constitutives</i>	235
Amidon.....	237
<i>Teneur en amidon</i>	237
<i>État physique des granules d'amidon</i>	237
<i>Degré d'endommagement de l'amidon</i>	237
Lipides.....	238
Acidité grasse des farines.....	238
Fibres alimentaires.....	239
Propriétés rhéologiques des pâtes.....	240
Notions de rhéologie.....	240
Mesure par déformation dynamique oscillatoire.....	243
Mesure par essais d'application/retrait de contraintes en régime transitoire.....	244
Caractérisation empirique des propriétés rhéologiques des pâtes.....	246
Analyses technologiques.....	251
Pouvoir d'absorption d'eau des farines.....	251
Fixation d'eau et viscosité des empois d'amidon.....	251
Temps de chute d'Hagberg (activité amylolytique).....	252

Indice de sédimentation de Zéleny	253
Identification des variétés de blé	253
Essai de panification	254
Essai biscuitier	254
Gluten vital	256
Force fermentaire des levures	257
Conclusion	257
Pour en savoir plus	258

9. Valeur nutritionnelle

Protéines	262
Amidon	264
Fibres alimentaires	266
Minéraux et vitamines	269
Allergies	270
Asthme des boulangers	270
Maladie cœliaque	271
Aliments santé à base de blé	272
Notion d'aliment santé	272
Réglementation	274
Les produits céréaliers	276
<i>Les fibres</i>	276
<i>Enrichissements en vitamines ou minéraux</i>	277
<i>Enrichissement en acides gras polyinsaturés (omega-3 et omega-6)</i>	277
<i>Substances alimentaires à fonction physiologique</i>	278
Maîtriser les procédés de transformation	279
Pour en savoir plus	279

10. Économie de la filière blé

Production agricole	281
Blé tendre	282
Blé dur	285
Utilisation des blés et des farines	288
Meunerie, semoulerie et amidonnerie	289
<i>Meunerie</i>	289
<i>Semoulerie</i>	291
<i>Amidonnerie-glutennerie</i>	291

Industries de deuxième transformation et consommation	293
<i>Pain</i>	293
<i>Biscuit</i>	293
<i>Pâtes alimentaires et couscous</i>	296
<i>Améliorants</i>	297
Entreprises	297

Épilogue

Un bilan contrasté	302
Regard sur l'avenir	303