

Inhaltsverzeichnis

1	Enzyme: Was sie sind, was sie leisten	1
	K. LÖSCHE	
1.1	Einführung	1
1.1.1	Enzyme sind hochspezifisch	2
1.1.2	Wirkungsspezifität	4
1.1.3	Internationale Klassifikation der Enzyme in Beispielen	10
1.1.3.1	Oxidoreduktasen	10
1.1.3.2	Transferasen	11
1.1.3.3	Hydrolasen	11
1.1.3.4	Lyasen	13
1.1.3.5	Isomerasen	14
1.1.3.6	Ligasen	15
2	Enzyme in der Lebensmittelbe- und -verarbeitung	17
2.1	Der Einsatz von Enzymen bei der Backwaren- herstellung	17
	B. KNIEL	
2.1.1	Einleitung	17
2.1.2	Enzyme für Weizenbrote und Weizenbrötchen	18
2.1.2.1	Malzprodukte	20
2.1.2.2	Mikrobielle Amylasen	24
2.1.2.2.1	Pilz- α -Amylase	24
2.1.2.2.2	Bakterienamylasen	26
2.1.2.3	Xylanasen/Pentosanasen	27
2.1.2.4	Lipoxigenasehaltige Leguminosenmehle	31
2.1.2.5	Sonstige Enzyme	33
2.1.2.5.1	Amyloglucosidase	33
2.1.2.5.2	Oxidoreduktasen: Glucoseoxidase und Peroxidase	33
2.1.2.5.3	Lipasen	34
2.1.2.5.4	Proteasen	34
2.1.3	Enzyme für sonstige Brote und Brötchen	35
2.1.4	Enzyme für Feine Backwaren	36
2.1.4.1	Hefegelockerte Feine Backwaren	36
2.1.4.2	Keks- und Krackerherstellung	36

2.1.4.3	Waffeln	37
2.1.5	Sonstige Anwendungen von Enzymen	37
2.2	Etablierte und zukünftige Einsatzmöglichkeiten für Enzyme in der Milchtechnologie	41
	P. CHR. LORENZEN	
2.2.1	Einführung	41
2.2.2	Substrat Milch	42
2.2.3	Übersicht zur enzymatischen Umsetzung von Milchinhaltsstoffen	43
2.2.4	Proteinasen	44
2.2.4.1	Koagulation des Caseins in der Käseherstellung	44
2.2.4.1.1	Proteinasen mit Milchgerinnungswirkung	44
2.2.4.1.2	Ausfällung und beginnende Proteolyse des Caseins	46
2.2.4.1.3	Standards zur Aktivitätsbestimmung	47
2.2.4.2	Hydrolyse der Milchproteine	47
2.2.4.3	Peptidsynthese durch Transpeptidierung	49
2.2.5	Proteinasen/Lipasen	50
2.2.5.1	Beschleunigte Käsereifung	50
2.2.5.2	Käsearomakonzentrate (EMC)	50
2.2.5.3	Lipolyse und Umesterung von Milchfett	51
2.2.6	Lysozym	52
2.2.7	Transglutaminase	53
2.2.7.1	Quervernetzung von Milchproteinen	53
2.2.7.2	Einbau von Aminen und Desaminierung	55
2.2.8	β -Galactosidase	56
2.2.8.1	Hydrolyse des Milchzuckers	56
2.2.8.2	Oligosaccharidbildung durch Transgalactosylierung	58
2.2.9	Weitere potentielle Anwendungen für technische Enzyme	59
2.3	Enzyme in der Getränkeindustrie	63
	G. HASSELBECK	
2.3.1	Einleitung	63
2.3.2	Enzyme bei der Herstellung alkoholhaltiger Getränke	63
2.3.2.1	Die Herstellung von Bier	65
2.3.2.1.1	Enzyme zur Bierherstellung	65
2.3.2.1.1.1	Malz	65
2.3.2.1.1.2	Technische Enzyme	66
2.3.2.1.2	Beispiele moderner Enzymanwendung	67
2.3.2.1.2.1	Verkürzung der Reifezeit von Jungbier	68

2.3.2.1.2.2	Kaltsterile Abfüllung von Bier	69
2.3.2.2	Die Herstellung von Trinkalkohol	70
2.3.2.2.1	Enzyme zur Alkoholherstellung	71
2.3.2.2.1.1	Enzyme zur Verarbeitung mehligier Rohstoffe	71
2.3.2.2.1.2	Enzyme zur Verarbeitung von Früchten	73
2.3.2.2.1.3	Enzyme zur Verarbeitung sonstiger Rohstoffe	73
2.3.2.2.2	Beispiele moderner Enzymanwendung	74
2.3.2.2.2.1	Kontinuierliche Alkoholproduktion	74
2.3.2.2.2.2	Schlempekonzentration	77
2.3.2.3	Die Herstellung von Wein	78
2.3.2.3.1	Enzyme zur Weinherstellung	78
2.3.2.3.1.1	Enzyme zur Herstellung von Wein aus Trauben	79
2.3.2.3.1.2	Enzyme zur Herstellung von Wein aus sonstigen Früchten	81
2.3.2.3.1.3	Enzyme zur Herstellung sonstiger Weine	82
2.3.2.3.2	Beispiele moderner Enzymanwendung	82
2.3.2.3.2.1	Depsidasefreie Enzyme	83
2.3.2.3.2.2	Aromafreisetzung	85
2.3.2.3.2.3	Korkenbehandlung	87
2.3.3	Enzyme bei der Herstellung alkoholfreier Getränke	91
2.3.3.1	Die Herstellung von Frucht- und Gemüsesäften	91
2.3.3.1.1	Enzyme zur Saftherstellung	92
2.3.3.1.2	Beispiele moderner Enzymanwendung	101
2.3.3.1.2.1	Pektin- und Stärkeabbau unter Berücksichtigung der Aktivitäts- und Stabilitätscharakteristika der eingesetzten Enzyme	101
2.3.3.1.2.2	Kolloidabbau zur Steigerung der Filterleistung bei Cross-Flow-Filteranlagen	106
2.3.3.1.2.3	Maischeenzymierung bei der Herstellung trüber Apfelsäfte	106
2.3.3.2	Die Herstellung sonstiger alkoholfreier Getränke	107
2.3.3.2.1	Enzyme zur Herstellung sonstiger alkoholfreier Getränke	108
2.3.3.2.2	Beispiele moderner Enzymanwendung	109
2.3.3.2.2.1	Stabilisierung von Teeextrakten	109
2.3.3.2.2.2	Entwässerung von Rückständen aus der Extraktion malz- bzw. getreidehaltiger Rohstoffe	110
2.3.4	Ausblick	110
2.4	Enzyme in der Verarbeitung stückiger Fruchtprodukte	127
	R. CARLE	
2.4.1	Einleitung	127

2.4.2	Beeinflussung strukturelevanter fruchteigener Enzyme zur Texturverbesserung	128
2.4.2.1	Gentechnologische Ansätze zur Verhinderung des Pektinabbaus	128
2.4.2.1.1	Silencing der endo-Polygalacturonase	129
2.4.2.1.2	Silencing der endo-Polygalacturonase und der Pektinesterase ...	129
2.4.2.2	Lebensmitteltechnologische Ansätze zur Stabilisierung von Mittellamellenpektin	131
2.4.2.2.1	Aktivierung der Pektinesterase	131
2.4.2.2.2	Vorerhitzung mit Calciumsalzzusätzen	132
2.4.2.2.3	Zusatz pflanzlicher Pektinesterase	132
2.4.2.2.4	Zusatz mikrobieller Pektinesterase	132
2.4.2.3	Lebensmitteltechnologische Ansätze zur Stabilisierung der Primärzellwand	134
2.4.2.3.1	Verfahren zur Herstellung bißfester Früchte	136
2.4.3	Enzymatische Schälverfahren	139
2.4.3.1	Peel-Enzympräparate	139
2.5	Transglutaminase	145
2.5.1	Mikrobielle Transglutaminasen in der Lebensmittel- industrie – Grundlagen	145
	K.-H. ENGEL, F. MOREANO, J. SAKAMOTO	
2.5.1.1	Einleitung	145
2.5.1.2	Transglutaminase-katalysierte Reaktionen	145
2.5.1.3	Natürliches Vorkommen von Transglutaminasen	147
2.5.1.4	Mikrobielle Transglutaminase	147
2.5.1.4.1	Struktur	147
2.5.1.4.2	Substratspezifität	148
2.5.1.4.3	Einfluß von pH und Temperatur	148
2.5.1.5	Bewertung der Isopeptidbindung	148
2.5.1.5.1	Natürliches Vorkommen von Isopeptidbindungen	149
2.5.1.5.2	Bioverfügbarkeit	150
2.5.1.6	Applikation	150
2.5.1.7	Rechtliche Rahmenbedingungen	153
2.5.2	Transglutaminase – Proteine natürlich vernetzen	156
	M. ZELLNER	
2.5.2.1	Einleitung	156
2.5.2.2	Grundlagen zum Verständnis der Wirkungsweise von Transglutaminasen	156

2.5.2.2.1	Was sind Transglutaminasen?	156
2.5.2.2.2	Welche Reaktionen katalysieren Transglutaminasen?	156
2.5.2.2.2.1	Bioverfügbarkeit der durch Transglutaminase gebildeten ε-(γ-Glutamyl) Lysin-Bindung	157
2.5.2.3	Mikrobielle Transglutaminase (TG)	157
2.5.2.3.1	Eigenschaften mikrobieller Transglutaminase	157
2.5.2.3.2	Substratspezifität von mikrobieller Transglutaminase bei Lebensmittelproteinen	158
2.5.2.3.3	Welche grundsätzlichen funktionellen Eigenschaften ruft mikrobielle Transglutaminase hervor?	159
2.5.2.4	Einsatzgebiete von Transglutaminase in der Lebensmittelindustrie	159
2.5.2.4.1	Fleischprodukte	159
2.5.2.4.2	Fischprodukte	160
2.5.2.4.3	Milchprodukte	160
2.5.2.4.4	Produkte auf Pflanzenproteinbasis	161
2.5.2.5	Spezielle Anwendungen in der Fleischwarenindustrie	161
2.5.2.5.1	Transglutaminase bei der Brühwurstherstellung	161
2.5.2.5.2	Transglutaminase bei der Herstellung schnittfester Rohwurst ...	165
2.5.2.5.3	Transglutaminase bei der Herstellung von Kochschinken	165
2.5.2.5.4	Transglutaminase bei der Herstellung von restrukturiertem Fleisch	165
2.5.2.6	Zusammenfassung	169
2.6	Enzymaktivitäten nach Hochdruckbehandlung von Lebensmitteln	171
	M. N. ESHTIAGHI	
2.6.1	Wirkung des Hydrostatischen Druckes auf Lebensmittelinhaltsstoffe	172
2.6.2	Faktoren, die Enzyminaktivierung unter hydrostatischem Druck beeinflussen	175
2.6.2.1	Druckhöhe	175
2.6.2.2	Temperatur	177
2.6.2.3	Behandlungsdauer	187
2.6.2.4	pH-Wert	188
2.6.2.5	Enzymkonzentration	189
2.6.2.6	Lebensmittelzusätze	190
2.6.2.7	Enzymherkunft	192

3	Spezielle Verfahren der Enzymanwendung in der Lebensmittelwirtschaft	201
3.1	Einsatz von Lipasen zur Herstellung von Fettprodukten mit speziellen Eigenschaften	201
	K. D. MUKHERJEE	
3.1.1	Einleitung	201
3.1.2	Triacylglycerin-Lipasen	201
3.1.2.1	Kakaobutter-Ersatzstoffe	202
3.1.2.2	Humanmilchfett-Ersatz	203
3.1.2.3	Weitere strukturierte Triglyceride	203
3.1.2.4	Bioester	204
3.1.2.5	Angereicherte Fettsäuren (mehrfach ungesättigte Fettsäuren) ...	205
3.1.2.6	Monoglyceride	208
3.1.3	Phospholipasen	208
3.1.3.1	Fettraffination (Entschleimung)	210
3.1.3.2	Strukturierte Phospholipide	210
3.1.3.3	Anreicherung bestimmter Phospholipide	212
3.1.4	Zusammenfassung	212
3.2	Enzyme in der Aromenindustrie	215
	G. MATHEIS	
3.2.1	Einleitung	215
3.2.2	Aromen	216
3.2.2.1	Definition	216
3.2.2.2	Bedeutung von natürlichen Aromen	216
3.2.3	Biotechnologische Verfahren	218
3.2.4	Erzeugung natürlicher Aromastoffe und Aromastoffgemische mit industriell verfügbaren Enzymen	219
3.2.4.1	Natürliche Aromastoffe	219
3.2.4.2	Natürliche Aromastoffgemische	222
3.2.5	Industriell verfügbare Enzyme bei der Freisetzung gebundener Aromastoffe	226
3.2.6	Einsatz von enzymatisch aktivem Pflanzengewebe	229
3.2.7	Erzeugung naturidentischer und künstlicher Aromastoffe unter Beteiligung industriell verfügbarer Enzyme	230
3.2.8	Erzeugung von Prekursoren für Reaktionsaromen mit industriell verfügbaren Enzymen	231
3.2.9	Erzeugung von Aromazusatzstoffen mit industriell verfügbaren Enzymen	232

3.2.10	Enzyme in der Aromenanalytik	234
3.2.11	Schlussbemerkungen	234
3.3	Biokonservierung: Enzymatische Verfahren zur Haltbarmachung von Lebensmitteln	241
	K. LÖSCHE	
3.3.1	Biokatalysatoren	241
3.3.2	Enzymatische Verfahren der Lebensmittelkonservierung	241
3.3.2.1	Unterdrückung von Problemorganismen	242
3.3.2.2	Enzymatische Reaktionsprodukte mit mikrobizider Wirkung ...	247
3.3.2.3	Lyse der Zellwand, Desintegration der Zelle	256
3.3.2.4	„Killer-Enzyme“ oder „Anti-Enzym Enzyme“	263
3.3.2.5	Enzymatische Modifikation von Lebensmittelinhaltsstoffen ...	264
3.3.2.6	Abschlußbetrachtung	266
3.4	Maßnahmen zur vollständigen enzymatischen Proteolyse	271
	K. LÖSCHE	
3.4.1	Einleitung	271
3.4.2	Anwendungsgebiete von Proteasen und Kriterien für deren Auswahl	271
3.4.3	Spezifität von Proteasen	273
3.4.3.1	Das Substrat	275
3.4.4	Der Prozess	275
3.4.5	Zusammenfassung	282
3.5	Enzyme in der Lebensmittelanalytik	285
	T. LÖTZBEYER, M. EBERLEIN	
3.5.1	Einleitung	285
3.5.2	Bestimmung von Lebensmittelinhaltsstoffen mit der Hilfe von Enzymen	285
3.5.2.1	Bestimmungen mit vorgeschalteter Hilfsreaktion	287
3.5.2.2	Bestimmungen mit nachgeschalteter Hilfsreaktion	288
3.5.3	Enzymatische Biosensoren	291
3.5.3.1	Enzymelektroden auf der Basis NAD(P)H-abhängiger Dehydrogenasen	294
3.5.3.2	Automatisierte Fließanalysensysteme für die Lebensmittelanalytik	295
3.5.3.3	Online-Messung von Analyten während der Lebensmittelherstellung	298
3.5.4	Ermittlung bestimmter Enzymaktivitäten in Lebensmitteln	300

Inhaltsverzeichnis

3.5.5	Enzym-Immuno-Essays	303
3.5.5.1	Heterogener Enzym-Immunoassay (EIA/ELISA)	303
3.5.5.2	Homogene Enzym-Immunoassay-Tests (EMIT)	305
3.5.6	Zusammenfassung und Ausblick	303
3.6	Mikroverkapselung von Enzymen	309
	G. KLÖCK	
3.6.1	Übersicht	309
3.6.2	Mikroverkapselung	309
3.6.3	Mikroverkapselte Enzyme	309
3.6.4	Kapselmaterialien	313
3.6.5	Verfahren zur Mikroverkapselung	314
3.6.5.1	Physikalische Verfahren	314
3.6.5.2	Chemische Verfahren	314
3.6.6	Phasen-Trennverfahren (Koazervierung)	315
3.6.7	Liposomen	315
3.6.8	Ausblick	315
	Sachwortverzeichnis	319

Inserentenverzeichnis

	Seite
E. Begerow GmbH & Co.	vor Kap. 2.3
DSM Food Specialities.	X
Gamma Chemie GmbH	vor Kap. 2.4
Grünau Illertissen GmbH	vor Kap. 2
R-Biopharm GmbH	vor Kap. 3.5
Seitz Schenk Filtersystems GmbH.	III
Dr. Otto Suwelack Nachf. GmbH & Co.	4. Umschlagseite