

R. Heiss · K. Eichner

Haltbarmachen von Lebensmitteln

Chemische, physikalische
und mikrobiologische Grundlagen
der Verfahren

Dritte, überarbeitete und erweiterte Auflage

Mit 154 Abbildungen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo
Hong Kong Barcelona Budapest

Inhaltsverzeichnis

I Einführung	1
Literatur	3
 II Chemische Veränderungen von Lebensmitteln bei der Verarbeitung und Lagerung und deren Vermeidung	 4
1 Arten der Veränderung	4
1.1 Hydrolytische Veränderungen	5
1.1.1 Hydrolytische Spaltung von Kohlenhydraten	5
1.1.2 Hydrolytische Spaltung von Lipiden	6
1.1.3 Hydrolytische Spaltung von Proteinen	8
1.2 Oxidative Veränderungen von Lipiden und anderen Inhaltsstoffen	8
1.3 Die Maillard-Reaktion (nicht-enzymatische Bräunungsreaktion)	16
1.4 Weitere qualitätsmindernde Veränderungen	20
1.4.1 Veränderungen von Proteinen	20
1.4.2 Empfindlichkeit von Vitaminen	21
1.5 Haltbarkeitsdauer und sensorische Veränderungen	22
2 Zeitabhängigkeit von Veränderungen in Lebensmitteln	23
3 Die Einflußgrößen für Lebensmittelveränderungen und Möglichkeiten zu deren Vermeidung	26
3.1 Einfluß der Temperatur	26
3.2 Einfluß des Wassergehalts bzw. der Gleichgewichtsfeuchtigkeit	32
3.3 Kombinierte Einflüsse von Temperatur und Wassergehalt	37
3.4 Sauerstoffeinfluß	39
3.5 Lichtempfindlichkeit (vorwiegend fetthaltiger Lebensmittel)	43
3.5.1 Die Abhängigkeit der Oxidationsgeschwindigkeit belichteter Öle von der Bestrahlungsstärke	45
3.5.2 Die Abhängigkeit der Oxidationsgeschwindigkeit belichteter Öle von der Wellenlänge des eingestrahnten Lichts	46
3.5.3 Die Abhängigkeit der Oxidationsgeschwindigkeit belichteter Öle vom Sauerstoffpartialdruck	46
Literatur	48

III Frischhaltepackungen für Lebensmittel	53
1 Verpackung wasserdampfeempfindlicher Lebensmittel	54
1.1 Berechnung der zulässigen Permeationswerte der Packmittel bzw. der zulässigen Umschlagszeiten vorzugsweise wasserdampfeempfindlicher Lebensmittel	54
1.2 Instationäre Fälle	55
2 Verpackung sauerstoffempfindlicher Lebensmittel	57
2.1 Praktische Folgerungen	58
2.2 Berechnung der Haltbarkeit sauerstoffempfindlicher Lebensmittel	61
2.3 Sonderfälle	62
2.3.1 Sonstige Wechselwirkungen	65
3 Packstoffe aus mikrobiologischer Sicht	67
Literatur	67
 IV Die mikrobiologische Gefährdung von Lebensmitteln und ihre Vermeidung	69
1 Einteilung der Mikroorganismen	69
1.1 Bakterien	69
1.2 Hefen	70
1.3 Schimmelpilze	70
2 Grundbegriffe und Definitionen	72
3 Lebensmittelverderb durch Mikroorganismen	74
3.1 Mikrobielle Lebensmittelvergiftungen und erforderliche Hygienemaßnahmen	75
3.1.1 Intoxikationen und Infektionen beim Genuß von rohen Lebensmitteln	78
3.1.2 Intoxikationen und Infektionen beim Genuß erhitzter Lebensmittel	79
3.2 Möglichkeiten, um einen unerwünschten Verderb von Lebensmitteln durch Mikroorganismen zu steuern	83
3.2.1 Zugabe von mikrobienhemmenden Begleitstoffen	83
3.2.2 Einfluß der Temperatur	86
3.2.3 Senkung des Anfangskeimgehalts	89
3.2.4 Erniedrigung des pH-Wertes	89
3.2.5 Erniedrigung der Gleichgewichtsfeuchtigkeit	91
3.2.6 Sauerstofffreie Lagerung	97
3.2.7 Hochdrucksterilisation	100
3.2.8 Biokonservierung	101
Literatur	102

V Die Wirkung chemischer Konservierungsstoffe	105
1 Einflußgrößen	105
1.1 Einfluß der Konzentration und zeitlicher Verlauf der Wirkung	106
1.2 Einfluß des Milieus	107
1.3 Einfluß der Verteilungskoeffizienten (VQ)	109
2 Globale Wirkung und Spezifität	110
2.1 Globale Wirkung	110
2.2 Spezifität	112
3 Kombinationswirkungen	113
Literatur	115
VI Frischhaltung durch Kälte (über dem Gefrierpunkt)	117
1 Allgemeine Grundlagen	118
1.1 Abkühlen	118
1.2 Kaltlagerung	120
2 Kaltlagerung typischer Lebensmittelgruppen	123
2.1 Obst und Gemüse	123
2.1.1 Chemische Zusatzverfahren	128
2.2 Fleisch	132
2.2.1 Biochemische Vorgänge beim <i>Abkühlen</i> von Tierkörpern	132
2.2.2 Praktische Folgerungen	135
2.2.3 Kaltlagerung von Fleisch	138
2.2.4 Anhang (Geflügel)	142
2.3 Frischfisch	143
Literatur	145
VII Tiefgefrieren von Lebensmitteln	149
1 Einfrieren	149
1.1 Grundlagen	149
1.2 Durchführung des Gefrierens	157
1.2.1 Grundlagen	157
1.2.2 Konstruktive Durchführung	159
1.2.3 Gefrierkonzentrieren	163
2 Gefrierlagerung	165
2.1 Chemische Veränderungen	166
2.1.1 Eiweißstoffe	166
2.1.2 Lipide	168
2.1.3 Weitere chemische Veränderungen	168
2.2 Physikalische Veränderungen	169
2.2.1 Rekristallisation	169
2.2.2 Absublimieren von Wasserdampf aus dem Eis	170

2.3 Verhalten von Mikroorganismen	171
2.4 Einfluß der Temperatur auf die sensorischen Veränderungen	172
2.5 Neuere Einsatzbereiche (Gefrierlagerung-Kaltlagerung)	176
3 Auftauen	177
3.1 Grundlagen	177
3.2 Sonderprobleme beim Einfrieren und Auftauen von Fleisch und Fischen	179
Literatur	182
VIII Trocknung	185
1 Physikalische Gesetzmäßigkeiten der Trocknung	185
1.1 Trocknung eines grobkapillaren Gutes	185
1.2 Trocknung hygroskopischer Stoffe	188
2 Konstruktive Durchbildung von Trocknern	192
2.1 Konventionelle Trocknungsverfahren	192
2.2 Spezielle Trocknungsmethoden	196
2.3 Instantisieren	201
3 Die Vermeidung von Qualitätseinbußen beim Trocknen	202
4 Haltbarkeit getrockneter Lebensmittel	214
Literatur	216
IX Hitzesterilisierung	219
1 Kinetik der Mikroorganismenabtötung	219
1.1 Abtötungs-Zeit-Kurve (Survival Curve)	219
1.2 Abtötungs-Temperatur-Kurve (Thermal Death Time Curve – TDT)	224
1.3 Zusatzüberlegungen	226
2 Das örtliche und zeitliche Temperaturfeld in Behältern während der Mikroorganismenabtötung durch Sterilisieren	231
2.1 Konventionelle Berechnungsmethode (general method)	232
2.2 Weitere Methoden	237
3 Qualitätseinbußen beim Sterilisieren	238
3.1 Erweiterte Rechenverfahren	238
3.2 Beim Sterilisieren ablaufende Veränderungen im einzelnen	241
3.3 Maßnahmen zur Verringerung von Qualitätseinbußen beim Sterilisieren und nachfolgenden Lagern	243
3.3.1 Verbesserung des Sterilisiervorgangs	243
3.3.2 Lagerveränderungen und deren Vermeidung	247

4	Konstruktive Durchbildung von Sterilisierapparaten	249
4.1	Absatzweise arbeitende Autoklaven	249
4.2	Durchlaufautoklaven	251
4.3	Aseptikanlagen	253
5	Dichtigkeitsfragen	258
6	Über den Wirkdruck beim Sterilisieren von Lebensmitteln	260
6.1	Starre Behälter	260
6.2	Behälter mit variablem Volumen	262
	Literatur	263
X	Konservierung von Lebensmitteln mittels ionisierender Strahlen	267
1	Strahlungsquellen	268
2	Meßgrößen	270
3	Wirkung auf Mikroorganismen und Insekten	270
4	Bestrahlen von Lebensmitteln	272
4.1	Bestrahlen mit hohen Dosen (10 bis 50 kGy; Radappertization)	273
4.2	Bestrahlen mit mittleren und niedrigen Dosen (0,1 bis 10 kGy)	273
4.3	Kombinationsverfahren	276
4.4	Schlußbetrachtung	277
	Literatur	280
XI	Erfassung der Einflußgrößen auf die Qualität und Qualitätserhaltung verpackter Lebensmittel	283
1	Abiotischer Verderb von beispielhaften Lebensmitteln	285
1.1	Kakaoerzeugnisse (Schokolade)	285
1.1.1	Ursachen von Qualitätsschäden	285
1.1.2	Vermeidbare Veränderungen durch geeignetes Verpacken	285
1.1.3	Verpackung	287
1.1.4	Durch die Verpackung nicht beeinflussbare Qualitätsfaktoren	288
1.1.5	Haltbarkeit	290
	Literatur	290
1.2	Röstkaffee	291
1.2.1	Allgemeine Anforderungen an die Verpackung	291
1.2.2	Spezielle Anforderungen	292
	Literatur	296

1.3 Trockensuppenerzeugnisse	297
1.3.1 Spezifische Empfindlichkeiten	297
1.3.2 Anforderungen an die Packmittel	297
1.3.3 Folgerungen für die im Handel befindlichen Packmittel	298
Literatur	299
1.4 Butter	300
1.4.1 Spezifische Empfindlichkeiten	300
1.4.2 Anforderungen an die Packmittel	300
1.4.3 Folgerungen für die (vor allem in der Bundesrepublik Deutschland) im Handel befindlichen Packmittel	301
1.4.4 Verordnungen, Normen	302
1.4.5 Kritische Überlegungen	302
Literatur	303
1.5 Pasteurisierte Fruchtsäfte	304
1.5.1 Spezifische Empfindlichkeiten	304
1.5.2 Mindesthaltbarkeit von Fruchtsäften, Fruchtnektaren und stillen Fruchtgetränken	305
1.5.3 Anforderungen an die Verpackung	307
1.5.4 Regelungen für Fruchtsaft und -konzentrat	308
Literatur	308
2 Vorwiegend mikrobiologischer Verderb an beispielhaften Lebensmitteln	310
2.1 Mischsalate	310
2.1.1 Spezifische Empfindlichkeiten	311
2.1.2 Abhilfemaßnahmen	311
2.1.3 Praktische Erfahrungen hinsichtlich Haltbarkeitsver- längerung von zerkleinertem Gemüse durch Schutzgase	312
2.1.4 Schlußfolgerungen für die Verpackung	313
Literatur	314
2.2 Weichkäse	315
2.2.1 Spezifische Empfindlichkeiten	316
2.2.2 Anforderungen an die Verpackung	316
2.2.3 Folgerungen für eine optimale Verpackung	316
2.2.4 Problematik	317
Literatur	318
2.3 Mögliche Mischfälle: Fertiggerichte und Teilfertiggerichte für die Aufbereitungsküche.	318
2.3.1 Spezielle Empfindlichkeiten von Fertiggerichten	320
2.3.2 Gewonnene Erfahrungen	320
2.3.3 Anforderungen an die Verpackung	324
2.3.4 Folgerungen für im Handel befindliche Erzeugnisse	324
Literatur	327

2.4 Fleischwaren	328
2.4.1 Spezifische Empfindlichkeiten	328
2.4.2 Problematik	329
2.4.3 Schnittware: Anforderungen an die Packmittel	329
2.4.4 Folgerungen für Haltbarkeit und Wahl der Packmittel	330
Literatur	332
2.5 Brot	332
2.5.1 Ganzbrot	332
2.5.2 Schnittbrott	334
2.5.3 Konservierungsverfahren und Verpackung	335
Literatur	336
2.6 Frischkäse	336
2.6.1 Spezifische Anforderungen	336
2.6.2 Anforderungen an die Packmittel, Hygiene beim Einsatz	337
2.6.3 Verpackung und Mindesthaltbarkeitszeit	337
Literatur	339
2.7 Halbhartkäse (Stückkäse und Käsescheiben)	339
2.7.1 Spezifische Empfindlichkeiten des Füllgutes	339
2.7.2 Anforderungen an die Verpackung	340
2.7.3 Folgerungen für eine optimale Verpackung	340
2.7.4 Probleme	341
Literatur	342
2.8 Schmelzkäse	342
2.8.1 Spezifische Empfindlichkeiten	342
2.8.2 Folgerungen für die Verpackung	343
2.8.3 Handelsübliche Verpackungen	343
Literatur	344
Sachverzeichnis	345