



Fritz Timm · Karl Herrmann

Tiefgefrorene Lebensmittel

2., völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage

Herausgegeben von Fritz Timm

Mit Beiträgen von Nicolaus Antonacopoulos · Wolfgang Bergthaller · Gabriele Beutner · Günter Brack · Jürgen-Michael Brümmer · Fritz-Peter Gork · Karl Herrmann Peter Körner · Wolf-Dietrich Müller · Hermann-Josef Poppe · Axel Prauser · Siegfried Scholtyssek · Fritz Timm

Mit 26 Abbildungen und 37 Tabellen

Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin · Wien 1996

Oxford · Edinburgh · Boston · London · Melbourne · Paris · Yokohama

Inhaltsverzeichnis

1	Geschichte der Marktentwicklung (H. J. Poppe)	
1.1	Geschichte der Kälteidee	1
1.1.1	Entwicklung der Kältetechnik	1
1.1.2	Frühe Marktentwicklung in den USA.	3
1.2	Die Entwicklung des Tiefkühlmarktes in Deutschland	4
1.2.1	Der Wiederbeginn nach dem 2. Weltkrieg	4
1.2.2	Die Entfaltung des Marktes nach 1956	5
1.2.3	Die Struktur der Tiefkühlindustrie	6
1.2.4	Der Wandel der menschlichen Ernährung	6
1.2.5	Einfluß des neuen Ernährungsverhaltens auf die weitere Marktentwicklung	9
1.2.6	Die Tiefkühlkette und die Wettbewerbssituation	11
1.2.7	Weitere Entwicklung der Tiefkühlkost	13

TEIL A HERSTELLUNG UND BEHANDLUNG TIEFGEFRORENER LEBENSMITTEL

2	Grundlagen und Auswirkungen des Tiefgefrierens (F. Timm)	
2.1	Definitionen	15
2.2	Physikalische Aspekte	17
2.2.1	Eisbildung	17
2.2.2	Tiefgefrierprozeß	19
2.2.3	Bildung von Eiskristallen	20
2.2.4	Gefrierzeit	21
2.2.5	Gefriergeschwindigkeit	22
2.2.6	Temperatur	23
2.2.7	Änderung physikalischer Eigenschaften.	24
2.2.8	Gewichtsverlust und Austrocknung	26
2.2.9	Rekristallisation	28
2.3	Strukturelle Veränderungen.	28
2.3.1	Veränderungen in pflanzlichen Materialien	28
2.3.2	Veränderungen in tierischen Materialien	29
2.4	Biochemische Aspekte	30
2.4.1	Denaturierung von Proteinen	31
2.4.2	Veränderungen von Lipiden	32

VIII Inhaltsverzeichnis

2.4.3	Farbveränderungen	34
2.5	Ernährungsphysiologische Aspekte	34
2.5.1	Nährwertveränderungen vor dem Gefrieren	35
2.5.2	Nährwertveränderungen beim Gefrieren und während der Gefrierlagerung	35
2.5.3	Auftauverluste	37
2.5.4	Nährwert verzehrfertiger Kost	39
3	Tiefgefrierverfahren und -anlagen (P. Körner)	
3.1	Einleitung	42
3.2	Kälteanlagen	43
3.2.1	Kompressoren	43
3.2.2	Kältemittel	44
3.2.3	Wärmetauscher	45
3.3	Verfahren und Anlagen für das Tiefgefrieren	45
3.3.1	Verfahren mit einer Sole	45
3.3.2	Verfahren mit kryogenen Gasen	47
3.3.3	Kontaktgefrierverfahren	49
3.3.4	Gefrierverfahren mit Kaltluft	52
3.5	Energieverbrauch von Tiefgefrierverfahren	57
3.6	Integration von Tiefgefrieranlagen	57
3.7	Tendenzen und Weiterentwicklungen	58
4	Verpackung (F. Timm)	
4.1	Anforderungen an die Verpackung	60
4.2	Verpackungsmaterialien	61
4.3	Produktspezifische Verpackungen	62
4.4	Zukünftige Entwicklungen	64
5	Behandlung und Lagerfähigkeit (F. Timm)	
5.1	Lagerung und Transport	65
5.1.1	Lagerung im Tiefkühlager	66
5.1.2	Transport tiefgefrorener Lebensmittel	67
5.1.3	Temperaturen bei Lagerung und Transport	69
5.2	Angebot und Verkauf im Einzelhandel	70
5.2.1	Verkaufsgeräte	70
5.2.2	Einflüsse auf die Produkttemperatur	71
5.2.3	Produkttemperaturen in Verkaufsgeräten	73
5.3	Einkauf und Behandlung im Haushalt	73
5.3.1	Einkauf und Transport nach Hause	73
5.3.2	Aufbewahrung im Haushalts-Gefriergerät	74
5.3.3	Verhalten bei Stromausfall	75
5.3.4	Auftauen und Wiedereinfrieren	75
5.4	Zeit-Temperatur-Abhängigkeit und Verweilzeiten	77
5.4.1	Zeit-Temperatur-Abhängigkeit	77
5.4.2	Verweilzeiten in der Tiefkühlkette	78
5.4.3	Temperatur- und Zeit-Temperatur-Indikatoren	79

5.5	Lagerfähigkeit	80
5.5.1	Beeinflussende Faktoren	80
5.5.2	Lagerzeiten	80
5.5.3	Haltbarkeit bei ungenügenden Temperaturen	83
5.6	Energieverbrauch in der Tiefkühlkette	84
6	Mikrobiologie und Hygiene (F. Timm)	
6.1	Einfluß des Gefrierens auf Mikroorganismen	87
6.1.1	Abtötung und Inaktivierung durch Gefrieren und bei der Gefrierlagerung	88
6.1.2	Mikrobielles Wachstum bei Temperaturen unter 0 °C	90
6.2	Hygiene bei der Herstellung und Bearbeitung	92
6.2.1	Anforderungen an Räume, Maschinen und Geräte	92
6.2.2	Hygienemaßnahmen	93
6.2.3	Hygienische Qualitätssicherung	95
6.3	Spezielle hygienische Aspekte	96
6.3.1	Fleisch und Fleischerzeugnisse	97
6.3.2	Geflügel	98
6.3.3	Fisch und Fischerzeugnisse	98
6.3.4	Gemüse	99
7	Lebensmittelrechtliche Vorschriften (G. Beutner)	
7.1	Spezielle Regelungen für tiefgefrorene Lebensmittel	101
7.1.1	EG-Regelungen	101
7.1.2	Nationale Regelungen	102
7.1.3	Codex-Standards	104
7.1.4	Sonstige Regelungen – ATP-Abkommen	104
7.2	Rechtsvorschriften zum Schutz vor Gesundheitsschäden	104
7.3	Rechtsvorschriften zum Schutz vor Irreführung	105
7.3.1	Lebensmittelkennzeichnungsvorschriften	106
7.3.2	Vorschriften des Eichgesetzes und der Fertigpackungsverordnung	108
7.4	Rechtsvorschriften zur Temperaturüberwachung	109
7.4.1	Nationale Regelungen	109
7.4.2	Internationale Regelungen	110

TEIL B TIEFGEFRORENE TIERISCHE LEBENSMITTEL

8	Fleisch und Fleischerzeugnisse (W.-D. Müller)	
8.1	Wirtschaftliche Bedeutung	111
8.2	Eignung zum Tiefgefrieren	111
8.3	Anforderungen an die Rohware	112
8.4	Verfahren zum Tiefgefrieren von Fleisch	113
8.4.1	Gefrieren von schlachtfischem Fleisch	114
8.4.2	Gefrieren von gekühltem Fleisch	116
8.4.3	Gefrierverfahren für Schlacht tierkörper und knochenloses Fleisch	117
8.5	Verarbeitung zu Fleischerzeugnissen	117

X Inhaltsverzeichnis

8.6	Produktpalette	118
8.7	Haltbarkeit.	119
8.8	Auftauen	120
8.9	Zubereitung zum Verzehr	121
9	Geflügel (S. Scholtyssek)	
9.1	Wirtschaftliche Bedeutung und Markt	123
9.2	Verkehrsbezeichnungen und Anforderungen an Geflügel	124
9.3	Geflügelfleischerzeugung	126
9.4	Geflügelschlachtung	126
9.5	Kühl- und Gefrierverfahren	127
9.6	Produktübersicht	128
9.7	Haltbarkeit.	129
9.8	Auftauen und Garen	129
10	Fische, Krebs- und Weichtiere und Erzeugnisse daraus (N. Antonacopoulos)	
10.1	Wirtschaftliche Bedeutung	131
10.2	Rohware Fisch und Einflüsse auf deren Beschaffenheit.	133
10.2.1	Aufbau des Fischmuskels	133
10.2.2	Zusammensetzung des Fischmuskelfleisches (Fischfilet)	134
10.2.3	Einflüsse auf die Beschaffenheit der Seefische	135
10.2.4	Einflüsse der Behandlung vor dem Tiefgefrieren.	136
10.3	Gefrierverfahren	137
10.4	Spezielle Veränderungen.	137
10.4.1	Einfluß postmortaler Vorgänge	137
10.4.2	Veränderungen durch das Gefrieren	138
10.4.3	Veränderungen bei der Gefrierlagerung	139
10.5	Herstellung tiefgefrorener Rohware	139
10.5.1	Landfrostung	140
10.5.2	Seefrostung	140
10.5.3	Maschinelle Verarbeitung der Fische	142
10.5.4	Tiefgefrieren von Blöcken und Einzelfischen.	143
10.5.5	Blocktypen für die Weiterverarbeitung.	144
10.6	Herstellung von Fisch-, Krebs- und Weichtiererzeugnissen	145
10.6.1	Ganze Fische, Krebs- und Weichtiere und Teile davon.	145
10.6.2	Glasieren mit Wassereis	145
10.6.3	Fischerzeugnisse.	146
10.6.4	Lagerung, Haltbarkeit	148
10.7	Produktpalette	149
10.7.1	Die wichtigsten Fischerzeugnisse.	149
10.7.2	Krebs- und Weichtiererzeugnisse	151
10.7.3	Produkte aus „Surimi“ (Imitate aus Fischmuskeleiweiß).	151
10.8	Beschaffenheitsmerkmale.	152
10.8.1	Gewichtsverhältnisse	152
10.8.2	Spezielle Qualitätsmerkmale	153

10.8.3	Kennzeichnung von Frostfischprodukten	154
10.9	Auftauen, Zubereitung und Nährwert	154
10.9.1	Auftauen	154
10.9.2	Zubereitung (Garung)	155
10.9.3	Nährwert (Brennwert)	156
11	Milch und Milchprodukte (F. Timm)	
11.1	Milch und konzentrierte Milch	158
11.2	Rahm	159
11.3	Butter	160
11.4	Käse, Quark, Sauermilch- und Joghurtherzeugnisse	160
11.5	Desserts auf Milchbasis	161
12	Eier und Eierzeugnisse (S. Scholtyssek)	
12.1	Kühlen und Frosten	163
12.2	Eigenschaften	164
12.3	Erzeugnisse aus Eiern und Eiprodukten	165
13	Fertiggerichte (F.-P. Gork und A. Prauser)	
13.1	Wirtschaftliche Bedeutung	166
13.2	Eignung als Menü	166
13.2.1	Definition und Produktübersicht	166
13.2.2	Produktentwicklung	167
13.3	Rohware	170
13.3.1	Fleisch und Fisch	170
13.3.2	Gemüse	170
13.3.3	Sonstige Beilagen	171
13.4	Produktion	172
13.4.1	Küchenmäßige Vorbereitung	172
13.4.2	Garen	173
13.4.3	Anrichten	174
13.4.4	Tiefgefrieren und Verpacken	175
13.5	Lagerung, Transport und Verteilung	176
13.6	Auftauen und Regenerieren	176
13.6.1	Auftauverfahren	176
13.6.2	Auftauen und weitere Behandlung	178
13.7	Veränderungen und Haltbarkeit	179
13.7.1	Chemisch-physikalische Veränderungen	179
13.7.2	Sensorische Veränderungen	180
13.7.3	Haltbarkeit	181

TEIL C TIEFGEFRORENE PFLANZLICHE LEBENSMITTEL

14	Gemüse und Gemüseerzeugnisse (K. Herrmann)	
14.1	Eignung und Bedeutung der einzelnen Gemüsearten	183
14.2	Anforderungen an die Rohware und deren Transport	185

XII Inhaltsverzeichnis

14.3	Blanchieren des Gemüses einschließlich der Blanchierverluste	186
14.4	Tiefgefrieren	190
14.5	Produktpalette	191
14.6	Spezielle Angaben zum Tiefgefrieren der einzelnen Gemüsearten	193
14.6.1	Bohnen	193
14.6.2	Erbsen	195
14.6.3	Spinat	196
14.6.4	Rosenkohl	198
14.6.5	Weitere Gemüsearten	198
14.7	Veränderungen	201
14.7.1	Farbänderungen	202
14.7.2	Geruchs- und Geschmacksabweichungen	203
14.7.3	Vitaminerhaltung	204
14.8	Haltbarkeit (Lagerfähigkeit)	206
14.9	Auftauen und Zubereiten	206
15	Obst und Fruchtsäfte (K. Herrmann)	
15.1	Eignung	209
15.2	Verarbeitung	210
15.3	Zusätze	210
15.4	Tiefgefrieren	211
15.5	Produktpalette	211
15.6	Spezielle Angaben zum Tiefgefrieren einzelner Obstarten	212
15.7	Konzentrierte Fruchtsäfte	214
15.8	Veränderungen	215
15.9	Haltbarkeit	217
15.10	Auftauen und Zubereiten	217
16	Kartoffelerzeugnisse (G. Bergthaller)	
16.1	Wirtschaftliche Entwicklung	219
16.2	Eignung zum Tiefgefrieren	220
16.3	Gewinnung der Rohware und Anforderungen	221
16.4	Verarbeitung	222
16.5	Produktpalette	225
16.6	Veränderungen beim Tiefgefrieren und bei der Lagerung	228
16.7	Haltbarkeit	229
16.8	Auftauen	229
16.9	Zubereitung zum Verzehr	229
17	Teige und Backwaren (J.-M. Brümmer und G. Brack)	
17.1	Einleitung	231
17.2	Voraussetzungen für das Tiefgefrieren	232
17.3	Tiefgefrieren von Brot und Brotteigen	232
17.4	Tiefgefrieren von Brötchenteigen	232
17.4.1	Sortimentsüberblick	232
17.4.2	Anforderungen an die Rohstoffe	233

17.4.3	Verarbeitung	234
17.4.4	Tiefgefrieren	235
17.4.5	Auftauen und Backen	236
17.5	Feinbackwaren	237
17.6	Feinteige ohne Hefe	239
17.7	Feinteige mit Hefe.	239

TEIL D UNTERSUCHUNG TIEFGEFRORENER LEBENSMITTEL

18 Qualitätssicherung (F. Timm)		
18.1	Qualitätsmerkmale	242
18.2	Grundlagen der Qualitätssicherung	243
18.3	Qualitätssicherung bei tiefgefrorenen Produkten	244
18.4	Nationale und internationale Entwicklungen	246
19 Sensorische Prüfung (F. Timm)		
19.1	Physiologische Grundlagen	249
19.2	Elemente der sensorischen Prüfung	251
19.2.1	Prüfpersonen	251
19.2.2	Äußere Bedingungen	252
19.2.3	Sensorisch-analytische Prüfverfahren	253
19.3	Bewertende Prüfung mit Skale	254
19.4	Hinweise zur Durchführung der Prüfung	257
20 Mikrobiologische Untersuchung (F. Timm)		
20.1	Prinzipien und Probleme.	259
20.2	Hinweise zu Geräten und Nährmedien	260
20.3	Probenahme.	261
20.3.1	Stichprobenpläne.	261
20.3.2	Probenahme und Aufbewahrung der Proben	263
20.4	Probenvorbereitung	263
20.5	Bestimmung der Keimzahl	265
20.6	Bestimmung der coliformen Keime	267
20.7	Bestimmung von <i>Escherichia coli</i>	269
20.8	Bestimmung der Anzahl an Hefen und Schimmelpilzen	271
20.9	Nachweis Koagulase-positiver Staphylokokken	271
20.10	Nachweis von Salmonellen und anderen pathogenen Mikroorganismen	272
20.11	Methoden zur Kontrolle der Betriebshygiene.	273
21 Chemisch-physikalische und spezielle Untersuchungsverfahren (F. Timm, N. Antonacopoulos und K. Herrmann)		
21.1	Temperaturmessung	275
21.2	Spezielle Untersuchungsmethoden für Fleisch und Geflügel.	277
21.2.1	Verfahren zur Unterscheidung zwischen frischem und aufgetautem Fleisch	277
21.2.2	Ermittlung des Fremdwassergehaltes in Hähnchen	278

XIV Inhaltsverzeichnis

21.3	Spezielle Untersuchung von Fischereierzeugnissen	279
21.3.1	Rohwarenprüfung	280
21.3.2	Analytische Methoden zur Qualitätsbeurteilung	280
21.3.3	Bestimmung von Fremdwasser bzw. des „wahren“ Fischanteils	284
21.3.4	Bestimmung der Gewichtsverhältnisse	285
21.3.5	Weitere Methoden zur Frostfischuntersuchung	288
21.4	Spezielle Untersuchungsmethoden für Gemüse	289
21.4.1	Prüfung auf ausreichendes Blanchieren	289
21.4.2	Methoden zur Qualitätsbeurteilung	291
21.4.3	Weitere Methoden	291

Anhang

Verordnung über tiefgefrorene Lebensmittel (TLMV)	293
Leitsätze für tiefgefrorene Fische, Krebs- und Weichtiere und Erzeugnisse daraus	295
Leitsätze für tiefgefrorenes Obst und Gemüse	299

Literatur	307
------------------------	-----

Sachverzeichnis	337
------------------------------	-----