

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Zur Geschichte des Sauerteigs	3
	G. SPICHER	
3	Bedeutung der Vorstufen bei der Backwarenherstellung	9
	W. SEIBEL	
3.1	Begriffsbestimmung	9
3.1.1	Vorstufen mit Einsatz von Mikroorganismen	9
3.1.1.1	Vorteig	9
3.1.1.2	Sauerteig	10
3.1.2	Vorstufen ohne Einsatz von Mikroorganismen	14
3.1.2.1	Quellstücke	14
3.1.2.2	Brühstücke	14
3.1.3	Weizenteigführungen (indirekt/direkt)	15
3.2	Aufgabe des Sauerteiges	15
3.2.1	Säuerung des Teiges	16
3.2.2	Regulierung der Quellvorgänge im Teig	19
3.2.3	Regulierung der Enzymaktivität im Teig	22
3.2.4	Sicherung der sensorischen Qualität des Brotes	26
3.2.5	Bekömmlichkeit des Brotes	29
3.2.6	Frischhaltung und Haltbarkeit des Brotes	31
3.3	Lebensmittelrechtliche Aspekte	33
4	Mikrobiologie des Sauerteiges	35
	P. STOLZ	
4.1	Mikroflora der Rohware	36
4.1.1	Die Bakterien der Rohware	36
4.1.2	Die Hefen der Rohware	38
4.1.3	Die Schimmelpilze der Rohware	39
4.2	Mikroflora von Spontansauerteigen	40
4.2.1	Die Bakterien von Spontansauerteigen	40
4.2.2	Die Hefen von Spontansauerteigen	41
4.3	Die Mikroflora von Sauerteig	41
4.3.1	Die Bakterien des Sauerteiges	42
4.3.1.1	Charakteristik der Milchsäurebakterien	46
4.3.1.2	Gruppierung und Beschreibung der in Sauerteigen gefundenen Laktobazillen	47
4.3.1.3	Beschreibung der in Sauerteigen gefundenen Pediokokken	53
4.3.2	Die Hefen des Sauerteiges	55
4.3.2.1	Die Charakteristik der sauerteigtypischen Hefen	59

5	Physiologie der Sauerteiggärung	61
	G. SPICHER	
5.1	Gesetzmäßigkeiten des Wachstums und der Vermehrung der Mikroorganismen	61
5.2	Einfluß der Umweltfaktoren	64
5.2.1	Äußere Umweltfaktoren	66
5.2.1.1	Temperatur	66
5.2.1.2	Gasphase (Sauerstoffgehalt)	69
5.2.2	Innere Umweltfaktoren	71
5.2.2.1	Nährstoffe	72
5.2.2.1.1	Kohlenstoffverbindungen	73
5.2.2.1.2	Stickstoffverbindungen	74
5.2.2.2	Wirkstoffe	75
5.2.2.3	Mineralstoffe und Spurenelemente	77
5.2.2.4	pH-Wert	79
5.2.2.5	Pufferung	83
5.2.2.6	Wassergehalt (Teigausbeute)	88
5.2.2.7	NaCl	93
5.2.2.8	Antimikrobiell wirkende Stoffe	96
5.2.3	Biologische Umweltfaktoren	98
5.2.3.1	Alter der Sauerteigbakterien bzw. des Anstellgutes	98
5.2.3.2	Anstellgutvermehrung (Impfmenge)	99
5.2.3.3	Synergitische und antagonistische Wirkungen innerhalb der Mikroflora des Sauerteiges	102
5.2.3.3.1	Wechselwirkungen zwischen Hefen und Milchsäurebakterien	102
5.2.3.3.2	Wechselwirkungen zwischen homo- und heterofermentativen Milchsäurebakterien	110
5.2.3.3.3	Wechselwirkungen zwischen Milchsäurebakterien und der Mikroflora des Mehles	112
5.2.3.4	Sonstige Einflüsse	114
6	Biochemie der Sauerteiggärung	115
	W. RÖCKEN	
6.1	Abbau von C-Verbindungen (Kohlenhydrate)	115
6.1.1	Homofermentative Milchsäuregärung	116
6.1.2	Heterofermentative Milchsäuregärung	121
6.1.3	Einfluß von Elektronenakzeptoren auf den Energiegewinn heterofermentativer Lactobacillen	123
6.1.4	Selektionsvorteile heterofermentativer Lactobacillen	125
6.1.5	Einfluß der Führungsbedingungen auf die Milch- und Essigsäurebildung während der Sauerteiggärung	127
6.1.5.1	Temperatur	128
6.1.5.2	Teigausbeute	135
6.2	Carbonsäuren	139
6.2.1	Carbonsäuren als Kohlenstoffquelle	139

6.2.2	Äpfelsäure	140
6.2.3	Citronensäure	143
6.2.4	Weinsäure	145
6.2.5	Carbonsäuren als Elektronenakzeptoren	147
6.3	Abbau von N-Verbindungen (Proteine)	148
7	Technik der Roggen-Sauerteigführung	161
	H. STEPHAN UND H. NEUMANN	
7.1	Rohstoff	161
7.1.1	Backeigenschaften von Weizen- und Roggenmehl	161
7.1.2	Sicherstellung der Backfähigkeit des Roggenmehls und eines guten Brotgeschmacks	162
7.1.3	Enzymaktivität und Stärkeverkleisterungstemperatur der Roggenmehle - Backwert	162
7.1.4	Krumenelastizität - Maß der Backfähigkeit des Roggenmehles	165
7.1.5	Einfluß des Sauerteiganteils auf Roggenmehle mit unterschiedlichen Backeigenschaften	166
7.1.6	Einfluß der Roggenmehltype auf das Backverhalten	171
7.1.7	Säuregrad und pH-Wert bei der Roggenteigführung	172
7.2	Anstellgut - Anstellsauer	173
7.3	Parameter der Sauerteigführung	174
7.3.1	Temperatur des Sauerteiges	175
7.3.2	Vermehrungshöhe im Sauerteig	177
7.3.2.1	Vermehrung im kurz geführten Vollsauerteig	179
7.3.2.2	Vermehrung im lang geführten Vollsauerteig	181
7.3.3	Festigkeit des Sauerteiges	184
7.3.4	Führungsweise eines Tagesvollsauers und seine Auswirkung auf die Brotqualität	184
7.3.4.1	Vermehrungshöhe und Reifezeit	185
7.3.4.2	Temperatur	186
7.3.4.3	Festigkeit	187
7.3.5	Vollsauerführung bei feucht- bzw. trockenbackenden Roggenmehlen	187
7.3.6	Sauerteiganteil	188
7.3.6.1	Sauerteiganteil in Abhängigkeit von der Sauerteigführung	188
7.3.6.2	Sauerteiganteil bei der Mischbrotherstellung	189
7.4	Sauerteigführungen	191
7.4.1	Dreistufige Sauerteigführungen mit 3- bzw. 8-stündiger Vollsauerreifezeit	191
7.4.2	Schaumsauerverfahren	200
7.4.3	Detmolder Dreistufenführung	202
7.4.4	Detmolder Zweistufenführungen mit $2\frac{1}{2}$ - bis $3\frac{1}{2}$ -stündiger und 3- bis 4-stündiger Reifezeit des Vollsauers	202
7.4.4.1	Berechnung bei gleichzeitiger Herstellung mehrerer Teige	205
7.4.4.2	Wahl der Vollsauerreifezeit und Vollsauertemperatur	205

Inhaltsverzeichnis

7.4.5	Detmolder Einstufenführung	210
7.4.5.1	Temperatur des Arbeitsraumes - Anstellsaueranteil	210
7.4.5.2	Säuregrad des Sauerteiges - Sauerteiganteil	211
7.4.5.3	Temperatur des Sauerteiges - Brotgeschmack	212
7.4.5.4	Weinheimer Qualitätssauerführung	212
7.4.5.5	Weitere Variationsmöglichkeiten	212
7.4.5.6	Empfehlungen für die Herstellung von Roggenbrötchen	214
7.4.6	Berliner Kurzsauerführung	216
7.4.7	Monheimer Salzsauer-Verfahren	219
7.4.7.1	Monheimer Salzsauer als Wochensauer	221
7.5	Verarbeitung von Sauerteigen in Trockenform	224
7.5.1	Heranführung eines Anstellsauers bzw. eines Sauerteiges unter Verwendung eines Sauerteiges in Trockenform	224
7.6	Kombinierte Führung	225
7.7	Besondere Rohstoff- und Führungsfragen	229
7.7.1	Säuerungs- und Quellungsmaßnahmen bei der Roggenvollkornbrotherstellung	229
7.7.2	Alternatives Vollkornschrotbrot	235
7.7.3	Triticalebrot	237
7.7.4	Bevorratung von Sauerteig durch Kühl Lagerung	239
7.7.4.1	Kühl Lagerung von Grundsauerteigen	240
7.7.4.2	Kühl Lagerung von Grund- und Vollsauerteigen	241
7.7.4.3	Kühl Lagerung Monheimer Salzsauerteige	243

8 Technik der Weizenvorteig- und Weizensauer- teigführung **247**

H. STEPHAN UND H. NEUMANN

8.1	Weizenvorteig	247
8.1.1	Vorrangiges Ziel - Verbesserung des Geschmacks	247
8.1.2	Stollenteige - Hefeteige	248
8.1.3	Weizenkastenbrot	249
8.1.4	Kleingebäck	250
8.1.5	Weizenmischbrot	252
8.1.6	Einfluß von Rezepturbestandteilen	253
8.1.7	Vorteigreserven im Kühlraum	253
8.2	Weizensauerteig	254
8.2.1	Weizenbrot / Weißbrot	256
8.2.2	Weizenvollkornbrot / Weizenvollkornbrötchen	259
8.2.3	„Sanfrancisco-Sourdough-French“-Brot	262
8.2.4	Panettone	264
8.2.4.1	Technologie	265
8.2.4.2	Bereitung des Sauerteiges	266
8.2.4.3	Bereitung des Teiges	268
8.2.4.4	Endgare (Stückgare)	269
8.2.4.5	Backprozeß	269

8.2.4.6	Abkühlen	271
8.2.4.7	Mikrobiologie	271
8.3	Reissauerteig	272
8.3.1	Glutenfreie Backwaren	273
9	Anlagen und Verfahren zur Rationalisierung der Sauerteigbereitung	277
	M. SEIFFERT	
9.1	Anlagen zur Roggensauerteigbereitung	280
9.1.1	Anlagen zur ein- und mehrstufigen Sauerteigbereitung	280
9.1.1.1	hb-Technik: EUROPRO Sauerteigproduktion	280
9.1.1.2	Hematronic: Biologischer Roggen-Sauerteig-SchnellFermenter (BRSSF)	281
9.1.1.3	IsernHäger Verfahren	283
9.1.1.4	Ismar-Vorteiganlagen	288
9.1.1.5	Kuczkowski Fermentationstechnik	290
9.1.1.6	Profermenta Einstufen- und Mehrstufenanlagen BioMat	292
9.1.1.7	Das Aromastück	295
9.1.1.8	Thörmer Sauerteiganlagen	297
9.2	Anlagen zur Sauerteigerherstellung bei kontinuierlicher Brotherstellung	299
9.2.1	Einsatz des IsernHäger Verfahrens bei kontinuierlicher Brotherstellung	300
9.2.1.1	Mutter-Tochter-Anlagen mit separater Brotzerkleinerung	300
9.2.1.2	Mutter-Tochter Anlagen mit integrierter Brotzerkleinerung	301
9.2.2	Kontinuierliche Sauerteigerherstellung nach Reimelt	302
9.2.3	Sauerteigführung mit Hilfe eines Bunkersystems	304
9.3	Anlagen zur Weizenvorteig- und Weizensauerteigbereitung	305
9.3.1	Das Weizensauerteig-Verfahren (WeizenPlus) von Profermenta	305
9.4	HACCP bei Sauerteiganlagen	306
10	Sauerteigstarter	309
	G. SPICHER	
10.1	Spontansauer	309
10.2	Sauerteigstarter	310
10.2.1	BÖCKER-Reinzucht-Sauerteig	311
10.2.2	Starterkulturen für IserHäger Brotfermentation	313
10.2.3	Profermenta-Starterkulturen	314
10.2.4	Sekowa Spezial-Backfermente	314
10.3	Gefriergetrocknete Sauerteigstarter	315
10.3.1	FloraPan	315
10.4	Charakteristik der im Handel angebotenen Sauerteigstarter	316
10.5	Heranführen eines Anstellsauers unter Verwendung eines Sauerteiges in Trockenform	318

Inhaltsverzeichnis

10.6	Verfahren zur Herstellung von Sauerteig-Startern bzw. Anstellgutes	319
10.6.1	Verfahren nach Europäischer Patentanmeldung 84 10 54 79.4 .	319
10.6.2	Verfahren nach DB-Patent 26 11 916	320
10.6.3	Verfahren nach DB-Patent 26 11 972	321
10.6.4	Verfahren nach DB-Patent DE 40 25 305 C2	321
10.6.5	Verfahren nach DB-Patent 22 28 119	322
11	Sauerteige in Trockenform	323
	G. SPICHER	
11.1	Verarbeitung von Sauerteigen in Trockenform	323
11.2	Kenndaten handelsüblicher Sauerteige in Trockenform	325
11.3	Verfahren zur Herstellung von Sauerteigen in Trockenform	326
11.3.1	Verfahren nach DBP-Anm. A 21 d. 8/04, OS 3 335 351	326
11.3.2	Verfahren nach DB-Patent 26 11 916	327
11.3.3	Verfahren zur Herstellung einer lagerfähigen, gebrauchs- fertigen Sauerteig-Mehl-Mischung	327
11.3.4	Verfahren zur Herstellung eines granulierten Trockensauerteiges	327
11.3.5	Verfahren zur Herstellung von backaktivem Roggenmehl	328
11.3.6	Verfahren zur Herstellung von gefriergetrocknetem Sauerteig .	330
12	Lebensmittel unter Verwendung von Sauerteig und Sauerteigbrot als „Rohstoff“	331
	G. SPICHER	
12.1	Milchsaure Getränke	331
12.1.1	Verfahren nach DB-Patent-Anm. A 23 L2/38	331
12.1.2	Verfahren nach DB-Patent-Anm. DE 388 02 840 A1	334
12.1.3	Verfahren nach DB-Patent-Anm. C 12 N, 1/2 OS 3 802 40 . . .	334
12.1.4	Verfahren nach DÜLSEN und MOHR	334
12.1.5	Gesundheitliche Wirkungen des Brottrunks	335
12.1.6	Lebensmittelrechtliche Aspekte	335
12.2	Milchsäurebakterien enthaltendes Mehl	336
12.3	Böhmischa Sauerteigsuppe („Grießsuppe“)	337
12.4	„Süße Hermann“	338
13	Methoden	341
	H. MACK	
13.1	Amylogramm	341
13.1.1	Geräte	341
13.1.2	Ermittlung	341
13.1.3	Auswertung	341
13.1.4	Richtwerte	342
13.1.5	Schnellamylogramm	343
13.2	Fallzahl nach Hagberg-Perten	344
13.2.1	Geräte und Reagenzien	344

13.2.2	Ermittlung	345
13.2.3	Auswertung	345
13.2.4	Richtwerte	346
13.3	Bestimmung der Wasseraufnahme von Roggenmehl für den Sauerteig-Standard-Backversuch	347
13.3.1	Geräte und Reagenzien	348
13.3.2	Ermittlung	348
13.3.3	Auswertung	348
13.4	Roggenbackversuche	349
13.4.1	Hefebackversuch	349
13.4.1.1	Versuchsdurchführung	349
13.4.1.2	Auswertung	350
13.4.2	Milchsäurebackversuch	351
13.4.2.1	Versuchsdurchführung	351
13.4.2.2	Auswertung	351
13.4.3	Sauerteigbackversuch	352
13.4.3.1	Versuchsdurchführung	352
13.4.3.2	Auswertung	353
13.5	Backversuche für Vollkornmehle	353
13.5.1	Backversuch für Roggenvollkornmehl	354
13.5.1.1	Geräte und Reagenzien	354
13.5.1.2	Durchführung	354
13.5.1.3	Auswertung	355
13.5.2	Backversuch für Weizenvollkornmehl	357
13.5.2.1	Geräte und Reagenzien	358
13.5.2.2	Durchführung	359
13.5.2.3	Auswertung	360
13.6	Triticale-Backversuch	360
13.7	Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes der Backware	362
13.7.1	Geräte	362
13.7.2	Durchführung	362
13.7.2.1	Vorbereitung der Probe	363
13.7.2.2	Durchführung	363
13.7.3	Auswertung	363
13.8	pH-Wert und Säuregrad	364
13.8.1	Geräte und Reagenzien	364
13.8.2	Vorbereitungen	365
13.8.3	Durchführung	365
13.8.4	Auswertung	365
13.8.5	Richtwerte	365
13.8.6	Säuregrad bei unterschiedlicher Einwaage	366
13.9	Sensorische Prüfung von Brot und Kleingebäck	370
13.9.1	Geräte	370
13.9.1	Probenvorbereitung	370
13.9.3	Durchführung	370

Inhaltsverzeichnis

13.9.4	Auswertung	371
13.10	Mikrobieller Keimgehalt	372
13.10.1	Ermittlung des Keimgehaltes durch direkte Auszählung	372
13.10.1.1	Geräte und Reagenzien	372
13.10.1.2	Vorbereitung	373
13.10.1.3	Durchführung	373
13.10.1.4	Auswertung	374
13.10.2	Direkte Ermittlung des mikrobiellen Keimgehaltes nach SIP	374
13.10.2.1	Geräte und Reagenzien	374
13.10.2.2	Vorbereitung	375
13.10.2.3	Durchführung	375
13.10.2.4	Auswertung	375
13.10.3	Ermittlung des mikrobiellen Keimgehaltes auf kulturellem Wege	376
13.10.3.1	Geräte und Reagenzien	377
13.10.3.2	Vorbereitung	378
13.10.3.3	Ansetzen der Kulturplatten	379
13.10.3.4	Keimzählung	379
13.10.3.5	Auswertung	379
13.11	Substrate zur Kultivierung der Milchsäurebakterien des Sauerteiges	380
13.11.1	M.R.S.-Agar (Lactobacillus-Agar nach DE MAN, ROGOSA und SHARPE)	381
13.11.2	Roggenkleie-Frischhefe-Bouillon/Agar	381
13.12	Erkennung von mit Sauerteig oder Teigsäuerungsmitteln gebackenen Broten	382
13.12.1	Geräte und Reagenzien	383
13.12.2	Durchführung	383
13.12.3	Auswertung	384
13.12.4	Anfertigung von Belegpräparaten (Dauerpräparaten)	384
	Literatur	385
	Stichwortverzeichnis	415
	Inserentenverzeichnis	423