

2708-143 9

Pilzanbau

Biotechnologie der Kulturspeisepilze

Von Prof. Dr. Jan Lelley, Krefeld

Unter Mitarbeit von

Dr. János Vetter, Budapest

Dr. Doris Schmitz, Krefeld

Dr. Antonius Willenborg, Nordhorn

Dr. Margarethe Kress, Krefeld

Gertraud Lemke, Saumur

Hartmut Horns, Dietramszell

Einar Schmidt, Krefeld

Vladimir Musil, Hennef

2., völlig neubearbeitete und
erweiterte Auflage

197 Schwarzweißfotos und Zeichnungen
34 Tabellen



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Allgemeiner Teil	15
1 Einführung (LELLEY)	15
2 Biologie der Pilze (VETTER)	22
2.1 Das System der Pilze	22
2.2 Die Morphologie der Pilze	24
2.2.1 Die Pilzzelle	24
2.2.2 Die Pilzhyphe	25
2.2.3 Das Myzel	26
2.2.4 Der Fruchtkörper	26
2.2.5 Die Sporen	28
2.3 Die Fortpflanzung der Pilze	28
2.4 Die Ernährung der Pilze	29
2.4.1 Organische Nährstoffe	29
2.4.2 Anorganische Nährstoffe	30
2.4.3 Vitamine	30
2.5 Stoffwechsel der Pilze	31
2.5.1 Die Pilzenzyme	31
2.5.2 Der Sekundärstoffwechsel	31
2.6 Wachstum und Entwicklung	32
2.6.1 Abiotische (exogene) Faktoren	32
2.6.2 Biotische (endogene) Faktoren	33
2.6.3 Steuernde Faktoren bei der Fruchtkörperbildung	33
3 Stellung der Pilze im Ökosystem (SCHMITZ und WILLENBORG)	34
3.1 Saprophyten	34
3.2 Symbionten	35
3.2.1 Mykorrhiza	35
3.2.2 Flechten	37
3.2.3 Symbiose zwischen Pilzen und Tieren	38
3.3 Parasiten	39
3.3.1 Pflanzenpathogene Pilze	39
3.3.2 Pilze als Pilzparasiten	40
3.3.3 Tierpathogene Pilze	40
3.3.4 Humanpathogene Pilze	40
4 Rolle der Kulturspeisepilze in der Ernährung (KRESS)	40
4.1 Chemische Zusammensetzung	40
4.1.1 Wasser	40
4.1.2 Protein	41
4.1.2.1 Aminosäurezusammensetzung	42

4.1.3	Kohlenhydrate	44
4.1.4	Fett	44
4.1.5	Mineralstoffe	45
4.1.6	Vitamine	46
4.1.7	Aromastoffe	47
4.1.8	Toxisch oder karzinogen wirkende Substanzen	47
4.2	Ernährungsphysiologische Bedeutung	48
4.2.1	Nährstoffbedarfsdeckung	48
4.2.2	Einsatzmöglichkeiten in der Diätetik	49
4.3	Gesundheitsfördernde Aspekte	51
4.3.1	Antibiotisch und antiviral wirksame Substanzen	51
4.3.2	Anti-Tumoreffekt	51
4.3.3	Senkung des Blutcholesterinspiegels	52
4.3.4	Senkung des Blutzuckerspiegels	52
4.3.5	Antithrombotische Wirkung	52
5	Allgemeine Biotechnologie der Kulturspeisepilze	52
5.1	Genetik und die Möglichkeiten der Züchtung neuer Kulturstämme (LEMKE) ...	52
5.1.1	Zuchtziele im Pilzanbau	54
5.1.2	Entwicklung neuer Kulturstämme	56
5.1.2.1	Vielsporaussaat	57
5.1.2.2	Einsporkultur	57
5.1.2.3	Hybridisierung	58
5.1.2.4	Mutationszüchtung	59
5.1.3	Erhaltungszüchtung	59
5.1.3.1	Myzelteilung	59
5.1.3.2	Gewebekultur	60
5.1.3.3	Vielsporaussaat	61
5.1.3.4	Vergleichsprüfung	61
5.2	Brutherstellung (LEMKE)	62
5.2.1	Historische Entwicklung der Brutherstellung	62
5.2.2	Praktische Brutherstellung	64
5.2.2.1	Räumliche Voraussetzungen	64
5.2.2.2	Technische Voraussetzungen	64
5.2.2.3	Arbeitsablauf der Brutherstellung	68
5.2.2.4	Herstellung der Substratbrut	73
5.3	Inkulturnahme von Speisepilzen (LELLEY)	74
	Spezieller Teil	77
6	Biotechnologie des Champignons (LELLEY)	77
6.1	Geschichte der Kultivierung	78
6.2	Kultursysteme	80
6.2.1	Statische Kultursysteme	80
6.2.1.1	Hügelbeet	80
6.2.1.2	Bodenbeet	80
6.2.1.3	Stellagenkultursystem	81
6.2.1.4	Schubladenkultursystem	82
6.2.2	Mobile Kultursysteme	83
6.2.2.1	Sackkultur	83
6.2.2.2	Preßpaketsystem	84
6.2.2.3	Kistenkultursystem	84

6.2.2.4	Kompaktkultursystem	88
6.3	Substratherstellung	89
6.3.1	Substratbestandteile	90
6.3.1.1	Grundstoffe	90
6.3.1.2	Zuschlagstoffe	93
6.3.1.3	Ergänzungstoffe	94
6.3.2	Substratformulierungen	94
6.3.3	Prozeßgestaltung der Substratproduktion	98
6.3.3.1	Einphasenprozesse	98
6.3.3.2	Zweiphasenprozesse	101
6.4	Besiedlungsphase	116
6.4.1	Beimpfung des Substrates	116
6.4.2	Substrataufwertung beim Spicken	117
6.4.3	Besiedlung des Substrates	119
6.4.4	Besiedlung des Substrates in der Masse	121
6.4.5	Möglichkeiten der Substrataufwertung nach der Besiedlungsphase	121
6.4.6	Besiedlung der Deckerde	123
6.4.6.1	Die Deckerde, ihre Funktion und Herstellung	123
6.4.6.2	Hygienisierung der Deckerde	127
6.4.6.3	Das Abdecken	128
6.4.6.4	CACing	128
6.4.6.5	Kulturmaßnahmen nach dem Abdecken	130
6.5	Fruchtkörperbildung und Ernte	132
6.5.1	Induktion der Primordienbildung	132
6.5.2	Fruchtkörperentwicklung	134
6.5.3	Die Ernteleistung beeinflussende Faktoren	137
6.5.4	Reinigung der Beete	138
6.5.5	Gießen	139
6.6	Ernte und Sortierung	140
6.6.1	Begriffsbestimmung	140
6.6.2	Güteeigenschaften	141
6.6.2.1	Mindesteigenschaften	141
6.6.2.2	Klasseneinteilung	141
6.6.3	Größensortierung	142
6.6.4	Toleranzen	143
6.7	Stadtchampignon	144
6.7.1	Substratherstellung	144
6.7.2	Kulturstämme, Spicken, Besiedlung des Substrates	144
6.7.3	Deckerde, Besiedlung der Deckerde	145
6.7.4	Fruchtkörperbildung und Ernte	145
6.8	Anischampignon	145
6.8.1	Substratherstellung	145
6.8.2	Kulturstämme, Spicken, Besiedlung des Substrates	146
6.8.3	Deckerde, Besiedlung der Deckerde	146
6.8.4	Fruchtkörperbildung und Ernte	146
7	Biotechnologie des Schopftintlings (LELLEY)	147
7.1	Stellenwert des Schopftintlings als Kulturspeisepilz	148
7.2	Substratherstellung	150
7.2.1	Substratbestandteile	150
7.2.2	Technologie der Substratherstellung	150
7.3	Besiedlungsphase	151
7.3.1	Kulturstämme	151
7.3.2	Brut, Beimpfung des Substrates	152

7.3.3	Besiedlung des Substrates und der Deckerde	152
7.4	Fruchtkörperbildung und Ernte	153
8	Biotechnologie des Austernpilzes (LELLEY)	154
8.1	Kultursysteme	157
8.1.1	Sackkultur	157
8.1.2	Kultur in Kisten, Containern und anderen Behältern	159
8.1.3	Strohballenkultur	161
8.2	Substratherstellung	162
8.2.1	Biologische Grundlagen	162
8.2.2	Substratbestandteile	164
8.2.2.1	Grundstoffe	164
8.2.2.2	Zuschlagstoffe	165
8.2.3	Prozeßgestaltung der Substratherstellung	166
8.2.3.1	Biologische Grundlagen	166
8.2.3.2	Praktische Prozeßführung	171
8.3	Besiedlungsphase	179
8.3.1	Wahl der Kulturstämme	179
8.3.2	Beimpfung des Substrates	179
8.3.3	Substrataufwertung beim Spicken	181
8.3.4	Besiedlung des Substrates	182
8.4	Fruchtkörperbildung und Ernte	183
8.4.1	Temperatur	184
8.4.2	Feuchtigkeit	185
8.4.3	CO ₂ -Konzentration der Luft	186
8.4.4	Licht	188
8.4.5	Kulturmaßnahmen und Kulturplanung	190
8.4.6	Ernte und Sortierung	190
8.4.7	Gesundheitsvorsorge	193
9	Biotechnologie des Shii-take (LELLEY)	194
9.1	Geschichte der Kultivierung	195
9.2	Stellenwert des Shii-take als Kulturspeisepilz	195
9.3	Shii-take-Anbau auf Naturholz	196
9.3.1	Die Unterlagen	196
9.3.2	Besiedlungsphase	198
9.3.2.1	Kulturstämme	198
9.3.2.2	Beimpfung der Unterlagen	199
9.3.2.3	Holzlagerung nach der Beimpfung	200
9.3.2.4	Kulturmaßnahmen während der Besiedlungsphase	202
9.3.3	Fruchtkörperbildung und Ernte	203
9.3.3.1	Standortwahl	203
9.3.3.2	Kulturmaßnahmen während der Erntephase	205
9.4	Shii-take-Anbau auf Schüttsubstraten	207
9.4.1	Substratherstellung	207
9.4.1.1	Substratbestandteile	207
9.4.1.2	Substratmischung und -portionierung	209
9.4.1.3	Hygienisierung	210
9.4.2	Besiedlungsphase	213
9.4.2.1	Beimpfung des Substrates	213
9.4.2.2	Besiedlung des Substrates	215
9.4.3	Erntephase	216
9.4.3.1	Kulturmaßnahmen während der Erntephase	216
9.5	Ernte und Sortierung	221

10	Biotechnologie des Kulturträuschlings (LELLEY)	222
10.1	Geschichte der Kultivierung	223
10.2	Substratherstellung	224
10.3	Die klassische Anbaumethode	225
10.3.1	Anlage der Kultur	226
10.3.2	Besiedlungsphase	226
10.3.2.1	Kulturstämme, Beimpfung des Substrates	226
10.3.2.2	Besiedlung des Substrates	227
10.3.2.3	Besiedlung der Deckerde	228
10.3.3	Fruchtkörperbildung und Ernte	229
10.4	Das erdlose Kulturverfahren	230
10.4.1	Anlage der Kultur	231
10.4.2	Besiedlungsphase	232
10.4.2.1	Beimpfung des Substrates	232
10.4.2.2	Besiedlung des Substrates	232
10.4.3	Fruchtkörperbildung und Ernte	233
10.5	Ernte und Sortierung	234
11	Sonstige Kulturspeisepilze und ihre Biotechnologie (LELLEY)	235
11.1	Violetter Rötleritterling	235
11.1.1	Substratherstellung	235
11.1.2	Besiedlungsphase	236
11.1.2.1	Kulturstämme, Beimpfung und Besiedlung des Substrates	236
11.1.2.2	Deckerde, Besiedlung der Deckerde	236
11.1.3	Fruchtkörperbildung und Ernte	236
11.2	Der Strohpilz, Schwarzstreifiger Scheidling	237
11.2.1	Freilandanbau	238
11.2.2	Strohpilzanbau in Kulturräumen	239
11.3	Pilzanbau auf Naturholz	240
11.4	Pilzanbau auf Sägemehlsubstraten	241
11.4.1	Der Samtfußrübling	242
11.4.2	Das Judasohr	243
11.4.3	Das Silberohr	244
11.4.4	Die Stachelbärte	245
12	Schad- und Konkurrenzorganismen (LELLEY)	245
12.1	Hygienemaßnahmen	246
12.1.1	Bauliche und technische Vorbeugemaßnahmen	246
12.1.2	Kulturtechnische Hygienemaßnahmen	247
12.1.2.1	Hygienemaßnahmen während der Substratherstellung	247
12.1.2.2	Hygienemaßnahmen während der Besiedlungsphase	249
12.1.2.3	Hygienemaßnahmen während der Erntephase	250
12.1.2.4	Hygiene der Kulturkisten	250
12.1.2.5	Desinfektion und Desinfektionsmittel	252
12.2	Nichtparasitäre Krankheiten	254
12.3	Viruskrankheiten	257
12.4	Bakterienkrankheiten	260
12.4.1	Bakterienfleckenkrankheit (Rostfleckenkrankheit) des Champignons	261
12.4.2	Bakterienfleckenkrankheit des Austernpilzes	262
12.4.3	Rötliche Fleckenkrankheit des Champignons	263
12.4.4	Mumienkrankheit	263
12.4.5	Tropfende Lamellen	264
12.4.6	Sonstige Bakterienkrankheiten	265
12.5	Pilzkrankheiten	265

12.5.1	Fruchtkörper- und Myzelparasiten	265
12.5.1.1	Weichfäule – nasse Molle	265
12.5.1.2	Trockenfäule – trockene Molle	266
12.5.1.3	Spinnwebschimmel des Champignons	268
12.5.1.4	Spinnwebschimmel des Austernpilzes	269
12.5.1.5	Grauschimmelkrankheit	269
12.5.1.6	Gelbschimmel – Grünspankrankheit	269
12.5.1.7	Struppiger Stiel	270
12.5.1.8	Fusarium sp.	270
12.5.1.9	Trichoderma sp.	270
12.5.2	Konkurrenzorganismen – Unkrautpilze	271
12.5.2.1	Falsche Trüffelkrankheit	271
12.5.2.2	Weißer Kalkschimmel	272
12.5.2.3	Brauner Kalkschimmel	273
12.5.2.4	Olivgrüner Schimmel	273
12.5.2.5	Weißer Chaetomium	274
12.5.2.6	Brauner Schimmel	274
12.5.2.7	Lippenstiftschimmel	275
12.5.2.8	Weißgelber Schimmel	275
12.5.2.9	Schwarzer Schimmel	276
12.5.2.10	Weitere Schimmelpilze	276
12.5.2.11	Hutpilze	278
12.6	Schädlinge	279
12.6.1	Nematoden	279
12.6.2	Milben	280
12.6.3	Insekten	281
12.6.3.1	Springschwänze	281
12.6.3.2	Fliegen	282
12.6.3.3	Trauermücken	286
12.6.3.4	Gallmücken	288
12.6.3.5	Rote Pilzkurzflügler	289
12.6.4	Sonstige Schädlinge	290
13	Nacherntebehandlung und Verarbeitung (LELLEY)	290
13.1	Qualität und Qualitätsverfall	290
13.2	Nacherntebehandlung zur Qualitätssicherung	291
13.2.1	Verpackung	291
13.2.2	Kühlagerung	295
13.2.3	Bestrahlung	298
13.3	Verarbeitung	298
13.3.1	Konservierung	298
13.3.2	Trocknung	302
13.3.3	Gefriertrocknung	304
13.3.4	Schockfrostung	304
14	Marketing von Frischpilzen (Champignons) (HORNS)	305
14.1	Marktsituation	305
14.2	Grundsätzliche Aspekte	305
14.3	Elemente des Marketing-Mix	306
14.3.1	Marktkommunikation	306
14.3.2	Instrumente des Kommunikations-Mix	307
14.4	Marketingmaßnahmen für frische deutsche Champignons	307
14.5	Zukunftschancen für den Frischpilzmarkt	308

15	Pilzanbau zur Einkommensergänzung im Nebenerwerb (SCHMIDT)	309
15.1	Definition des Begriffes des landwirtschaftlichen Nebenerwerbs.....	309
15.2	Pilzanbau als Haupt-, Zu- oder Nebenerwerb für Nichtlandwirte.....	309
15.3	Rahmenbedingungen für die Errichtung eines Pilzanbaubetriebes als Nebenerwerb	310
15.3.1	Markt	310
15.3.2	Anbauwürdige Speisepilze im Nebenerwerb unter Berücksichtigung der einsetzbaren Arbeitszeit.....	311
15.3.3	Investitionen	311
15.3.4	Fachliche Qualifikation	311
15.3.5	Vermarktung	312
15.3.6	Rechtsvorschriften für die Direktvermarktung von frischen Pilzen.....	313
15.3.7	Wahl des Standortes für eine Produktionsstätte unter Berücksichtigung produktspezifischer Anforderungen	314
15.3.8	Bauen im Außenbereich.....	314
15.3.9	Steuerliche Gesichtspunkte	315
15.3.10	Beispiel für eine Umbaumaßnahme.....	315
15.3.11	Kulturtechnische Daten	316
15.4	Wirtschaftlichkeit	316
15.4.1	Ausgangsdaten.....	316
15.4.2	Produktionsaufwand.....	317
15.4.3	Produktionskosten.....	317
15.4.4	Jährlicher Produktionsertrag	318
15.4.5	Rentabilität.....	318
16	Technik und Bauwesen (MUSIL)	319
16.1	Technische Einrichtungen.....	319
16.1.1	Klimatisierung	319
16.1.1.1	Lüftung.....	319
16.1.1.2	Ventilation	325
16.1.1.3	Heizung	330
16.1.1.4	Kühlung	332
16.1.1.5	Wärme- und Kälterückgewinnung	335
16.1.1.6	Befeuchtung	339
16.1.2	Beleuchtung	341
16.1.3	Technische Einrichtungen im Massenfermentationsraum	341
16.1.4	Maschinen für die Substrataufbereitung und Ernte.....	345
16.1.5	Transportmaschinen	348
16.1.6	Allgemeine Pflege und Wartung	349
16.2	Bauwesen	349
16.2.1	Betriebs- und Raumgröße im Champignonanbau.....	350
16.2.2	Bauweise im Champignonanbau.....	351
16.2.2.1	Fußboden.....	351
16.2.2.2	Wände.....	352
16.2.2.3	Decken	353
16.2.2.4	Dachkonstruktion	353
16.2.2.5	Türen und Tore	353
16.2.2.6	Arbeitsgang	354
16.2.3	Hinweise für den Austernpilzanbau.....	354
16.2.3.1	Kulturraum.....	355
16.2.4	Aufbau eines Raumes für die Massenfermentation	355
16.2.4.1	Bestimmung der Raumgröße.....	355
16.2.4.2	Bauliche Aspekte.....	356
16.2.4.3	Technische Aspekte.....	358

17	Wirtschaftlichkeit (SCHMIDT)	359
17.1	Das wirtschaftliche Umfeld	359
17.2	Voraussetzungen für eine wirtschaftlich sinnvolle Entwicklung.....	360
17.2.1	Betriebsinhaber und Familie	360
17.2.2	Betriebs- und Erzeugungskapazitäten.....	360
17.2.3	Absatz	361
17.3	Anlässe für Investitionen und ihre erwünschten Auswirkungen	362
17.3.1	Finanzierung und ihre Fehler	362
17.3.2	Finanzierungsgrundsätze	363
17.4	Kosten im Pilzanbau.....	364
17.5	Modellrechnung.....	365
17.5.1	Datenerfassung	365
17.5.2	Berechnung der Produktionskosten	366
17.5.3	Jährlicher Ertrag aus der Produktion	367
17.5.3.1	Ableitung von Erfolgsgrößen.....	367
	Verwendete und empfohlene Literatur	369
	Bildquellen.....	393
	Sachregister	394