

M. Wainwright

Biotechnologie mit Pilzen

Eine Einführung

Aus dem Englischen übersetzt von
Dr. Barbara Vollert-Schmid

Bearbeitet und aktualisiert von
Doz. Dr. habil. Waldemar Kunkel

Mit 43 Abbildungen und 20 Tabellen



Springer

Inhalt

Vorwort des Autors	V
Vorwort des Bearbeiters	VII
Danksagung	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Pilze in der Biotechnologie	2
1.2 Pilze in der Biotechnologie - geschichtliche Entwicklung	4
1.3 Struktur und Morphologie von Pilzen	9
1.4 Die Ernährung von Pilzen	10
1.4.1 Abbau von Polymeren, speziell von Cellulose und Lignin	11
1.4.2 Anwendung lignolytischer Systeme	13
1.5 Strategien der Pilze zur Sicherstellung der Ernährung in ihrer natürlichen Umgebung	14
1.6 Stoffwechselanpassungen von Pilzen	15
1.7 Ein kurzer Abstecher zur Systematik der Pilze	17
1.8 Biotechnologisch bedeutende Pilze	19
1.8.1 <i>Aspergillus</i> spp.	20
1.8.2 <i>Penicillium</i> spp.	20
1.8.3 <i>Trichoderma</i> spp.	21
1.8.4 <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	21
1.8.5 Hefen	22
1.8.6 <i>Agaricus</i> spp.	23
1.8.7 <i>Claviceps purpurea</i>	23
1.9 Genmanipulation an industriell verwendeten Pilzen	24
1.9.1 Mutation und Mutagenese	24
1.9.2 Parasexueller Cyclus	25
1.9.3 Transformation	26
1.9.4 Expression heterologer Proteine	29
2 Biotechnologie mit Pilzen - Produktionsverfahren	33
2.1 Bioreaktortechnik	33
2.1.1 Submersverfahren	33
2.1.2 Rührkesselreaktor	35

Inhalt

2.1.3	Turmreaktoren	35
2.1.4	Gärtassenverfahren	36
2.1.5	Festbettkultivierung	36
2.1.6	Reaktorsysteme mit immobilisierten Zellen sowie Filmen	37
2.1.7	Immobilisierung durch Fixierung und anschließendes Wachstum als Oberflächenfilm	38
2.2	Chemische Umwandlungen mit Hilfe von Pilzsporen	40
Produktion von Biochemikalien mit Hilfe von Pilzen		43
3.1	Einleitung	43
3.2	Organische Säuren	43
3.2.1	Citronensäure	43
3.2.2	Gallussäure	46
3.2.3	Gluconsäure	47
3.2.4	Methylenbernsteinsäure	47
3.2.5	Produktion organischer Säuren mit Hefen	47
3.3	Industriealkohole	48
3.4	Polysaccharide	49
3.5	Chitosan	50
3.6	Enzyme	51
3.7	Lipide	55
3.8	Gibberelline	56
3.9	Vitamine	57
3.10	Aminosäuren	57
3.11	Stimulatoren	58
Pilze in der medizinischen Biotechnologie		59
4.1	Produktion von Antibiotika und anderer, therapeutisch eingesetzter Verbindungen	59
4.1.1	Penicillin	60
4.1.2	Produktion von Benzylpenicillin	61
4.1.3	Cephalosporine	62
4.1.4	Griseofulvin	63
4.1.5	Fusidane	63
4.1.6	Weitere Antibiotika aus Pilzen	63
4.2	Cytostatika und antivirale Wirkstoffe aus Pilzen	64
4.3	Immunregulatoren - Cyclosporin und Gliotoxin	65
4.3.1	Cyclosporin	66
4.3.2	Gliotoxin	66
4.4	Ergotalkaloide	67
4.5	Giftpilze	69
4.5.1	Cytolytische Vergiftung	69

4.5.2	Hämolytische Vergiftungen	70
4.5.3	Coprin-Toxine	70
4.5.4	Psychotrope Toxine	71
4.5.5	Weitere Vergiftungsarten	72
4.6	Steroidtransformationen mit Hilfe von Pilzen	72
4.7	Biotransformationen pharmakologisch aktiver Substanzen	74
4.8	Therapeutische Verwendung von Pilzenzymen	74
4.9	Medizinische Bedeutung der höheren Pilze	75
4.10	Weitere therapeutische Verwendungen von Pilzen	76
 Neue industrielle Verfahren mit Pilzen		77
5.1	Einleitung	77
5.2	Die Konversion von Lignocellulose in der Papierindustrie	77
5.3	Kohleverflüssigung	79
5.4	Abbau von Lignocellulose zu gasförmigen Produkten durch Pilze	82
5.5	Entfernung von Paraffinen und Wachsen durch Hefen	83
5.6	Pilze als Hilfsstoffe für die Biotechnologie im Hüttenwesen	84
5.7	Neuartige Textilien aus Pilzmaterial	87
 Pilze und Umweltbiotechnologie		91
6.1	Einleitung	91
6.2	Industrieabwässer und ihre Behandlung (Flüssigkultivierungen)	91
6.2.1	Gerbereiabwässer	92
6.2.2	Entfärbung von Melassen	92
6.2.3	Abwasserbehandlung	93
6.2.4	Reinigung Fettsäure-belasteter Industrieabwässer	93
6.2.5	Entfernung von Kohlenhydraten aus Abwässern	94
6.2.6	Phenolabbau	94
6.2.7	Fermentation umweltrelevanter Schadstoffe	94
6.3	Entgiftung von Pestiziden mit Pilzenzymen	96
6.4	Behandlung von lignocellulosehaltigen Abfällen mit holzabbauenden Pilzen	96
6.5	Weißfäulepilze bei der biologischen Sanierung	97
6.5.1	Enzymbildung durch <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	98
6.5.2	Entgiftung gefährlicher Abfallprodukte mit Weißfäulepilzen	98
6.5.3	<i>Phanerochaete chrysosporium</i> zur biologischen Sanierung belasteter Böden	100
6.5.4	Die Wirkung von <i>P. chrysosporium</i> unter Feldbedingungen	104

6.6	Entfernung von Metallionen aus Lösungen mit Hilfe von Pilzen (Biosorption)	106
6.7	Adsorption von Feinstpartikeln mit Hilfe von Pilzen	109
6.8	Kommerzielle Akkumulierungsverfahren für Metallionen und Feinstpartikel	112
7	Die Rolle von Pilzen beim biologischen Abbau und beim biologischen Verderb	115
7.1	Einleitung	115
7.2	Pilze und Holzerfall	117
7.2.1	Trockenfäule	118
7.2.2	<i>Coniophora puteana</i> - Kellerspilz	120
7.2.3	<i>Fibroporia vaillanüi</i>	121
7.2.4	Andere Pilze	121
7.2.5	Behandlung von holzersetzenen Pilzen	122
7.2.6	Zerstörung von behandelten Leitungsmasten durch Pilze und ihre biologische Bekämpfung mit Hilfe von Pilzen	122
7.2.7	Holzschutz durch Pilze	127
7.3	Probleme durch Pilzbefall	129
7.4	Pilze und der Verderb von Lebensmitteln	129
7.5	Verderb von Lebensmitteln durch Befall mit Schimmelpilzen	130
7.6	Verderb von Lebensmitteln durch Hefen	132
7.7	Pilzbefall von gelagerten Früchten und Gemüse	134
7.7.1	Beeren	134
7.7.2	Baumfrüchte	134
7.7.3	Gemüse	134
7.8	Verderb von pflanzlichen Ölen durch Pilze	135
7.9	Mykotoxine	135
7.9.1	Mykotoxinquellen	136
7.9.2	Aflatoxin	137
7.9.3	Sporidesmin	137
7.9.4	Nachweis von Mykotoxinen	137
7.9.5	Eindämmung der Mykotoxine	139
7.9.6	Züchtung von gegenüber dem Befall durch Schimmelpilze resistentem Pflanzenmaterial	141
8	Pilze in der Lebensmittelindustrie	143
8.1	Einleitung	143
8.2	Einzellerprotein (SCP)	144
8.2.1	Substrate und Kultivierungsbedingungen	145
8.2.2	Nährwert von SCP	146

8.2.3	Entfernung der Nucleinsäuren	146
8.2.4	Test auf Toxizität	147
8.2.5	Pilzproteine	147
8.3	Verbesserung des Nährwerts von Getreide durch Fermentation	154
8.4	Fermentierte Lebensmittel das Koji-Prinzip	155
8.5	Pilzzüchtung	158
8.5.1	Pilzzüchtung in Asien	159
8.5.2	Kultivierung von Trüffeln	161
8.5.3	Spezialitäten	162
8.6	Pilze bei der biotechnologischen Herstellung von Lebensmitteln	163
8.6.1	Brothefstellung	163
8.6.2	Käse	164
8.7	Produktion von Geschmacks- und Aromastoffen durch Pilze	164
8.7.1	Terpene	165
8.7.2	Menthol	165
8.7.3	Lactone	165
8.8	Geschmacksverbesserungen und -Veränderungen durch Pilze	166
8.9	Lebensmittelfarbstoffe aus Pilzen	166
8.10	Pilze beim Brauen und Keltern	167
8.10.1	Wein	168
8.10.2	Bier	170
8.10.3	Sake	172
	Pilze in der Agrobiotechnologie	173
9.1	Einleitung	173
9.2	Biologische Kontrolle von Mikroorganismen im Boden	174
9.3	Pilze als Insektenbekämpfungsmittel	179
9.3.1	Kommerzielle Produktion von Pilzen als Insektizide	181
9.3.2	Beispiele kommerzieller Mykoinsektizide	182
9.4	Pilze zur Bekämpfung von Fadenwürmern	186
9.4.1	Böden, die die Vermehrung von Fadenwürmern verhindern	189
9.4.2	Bodenverbesserungen	189
9.4.3	Anreicherung des Bodens mit ausgewählten Pilzstämmen	190
9.4.4	Enzyme und Toxine	190
9.5	Unkrautbekämpfung mit Hilfe von Pilzen	190
9.6	Pilze zur integrierten Bekämpfung von Pflanzen- krankheiten, die über den Boden in die Pflanzen übertragen werden	192

9.7	Biologische Bekämpfung von Krankheiten, die nach der Ernte auftreten	193
9.8	Produktion von chemischen Pestiziden und Biodünger mit Hilfe von Pilzen	195
9.9	Kompostierung	196
9.10	Fermentationsrückstände als Düngemittel (Biosol).	196
9.11	Steigerung des Ernteertrags durch Pilzinoculate.	200
9.11.1	Solubilisierung unlöslicher Phosphate.	200
9.11.2	Mykorrhiza-Pilze als Inoculate zur Wachstumsförderung von Feldfrüchten.	201
9.11.3	Vorteile der Mykorrhiza.	202
9.11.4	Anwendung von Pilzen, die in Mykorrhiza-Symbiose leben können.	203
9.11.5	Direkte Inoculation von Pilzen zur Verbesserung des Getreidewachstums.	204
10	Biotechnologische Kontrolle pathogener Pilze	207
10.1	Einleitung	207
10.2	Pathogene Pilze für Mensch und Tier.	207
10.3	Beispiele für Mykosen	208
10.3.1	Pulmonale Aspergillose.	208
10.3.2	Kryptokokkose.	209
10.3.3	Kokzidioidomykose.	210
10.3.4	Pilzinfektionen der äußeren Haut und subkutane Pilzinfektionen.	210
10.4	Behandlung von Pilzinfektionen bei Mensch und Tier	211
10.5	Pilze als Pflanzenpathogene.	213
10.6	Neuere Entwicklungen der chemischen Bekämpfung von Pilzkrankheiten bei Pflanzen.	215
10.7	Antibiotika zur Behandlung von Pilzinfektionen bei Pflanzen	216
10.8	Biologische Schädlingsbekämpfungsmittel - eine potentielle Quelle für Antimykotika	216
10.9	Solarisation - eine alternative Methode zur Bekämpfung von Pflanzenpathogenen.	218
11	Biotechnologie mit Pilzen: Zukunftsaussichten	221
	Literatur	225
	Sachverzeichnis.	235