

Hanswerner Dellweg

Biotechnologie

Grundlagen und Verfahren



Inhalt

	<i>Liste der benützten Abkürzungen</i>	XIII
0	<i>Einleitung</i>	1
0.1	Bedeutung der Biotechnologie	1
0.2	Die wichtigsten Produkte der Fermentationsindustrie	3
0.2.1	Bier	3
0.2.2	Wein und Sekt	3
0.2.3	Destillierte alkoholische Getränke	4
0.2.4	Industriealkohol	4
0.2.5	Backhefe	6
0.2.6	Speiseessig	6
0.2.7	Antibiotica	7
0.2.8	Steroide	8
0.2.9	Vitamine	9
0.2.10	Citronensäure	10
0.2.11	Aminosäuren	11
0.2.12	Enzyme	12
0.2.13	Eiweißhefe	12
0.2.14	Butanol-Aceton	15
0.2.15	Biotechnologiemarkt	15
0.3	Die technisch wichtigsten Mikroorganismen	16
0.4	Versorgung der Mikroorganismen mit Substraten	16
0.4.1	Versorgung mit Sauerstoff	18
0.4.2	Versorgung mit anderen Elementen	20
0.4.3	Versorgung mit Stickstoff	22
0.4.4	Versorgung mit Kohlenstoff	22
0.5	Das Nährmedium	25
0.6	Terminale Wasserstoffakzeptoren	28
0.6.1	Gärungen	28
0.6.2	Atmung	29
0.6.3	Anaerobe Atmung	29
0.6.4	Unvollständige Oxidationen	30
0.6.5	Energetischer Vergleich zwischen aerobem und anaerobem Stoffwechsel	30

VIII *Inhalt*

<i>1</i>	<i>Verfahrenstechnische Grundlagen von Fermentationen</i>	33
1.1	Sterilisation des Mediums	33
1.1.1	Hitzesterilisation	34
1.1.2	Kinetik der Inaktivierung von Mikroorganismen	35
1.2	Die wichtigsten fermentationstechnischen Verfahren	37
1.2.1	Oberflächenverfahren	37
1.2.2	Submersverfahren	38
1.2.3	Kontinuierliche Verfahren	42
1.3	Aufarbeitung von Bioprodukten	45
1.3.1	Abtrennung	45
1.3.2	Aufschluß von Mikroorganismenzellen	47
1.3.3	Anreicherung	47
1.3.4	Reinigung	50
1.3.5	Modifikation	51
1.3.6	Trocknung	52
1.3.7	Produktabtrennung in situ	52
<i>2</i>	<i>Kinetische Grundlagen für Wachstum und Produktbildung</i>	57
2.1	Diskontinuierliche Kultur	57
2.1.1	Die Wachstumskurve	57
2.1.2	Produktbildung im diskontinuierlichen Prozeß	63
2.2	Kontinuierliche Kultur	68
2.2.1	Das X/D -Diagramm	69
2.2.2	Stabilitätseigenschaften der kontinuierlichen Kultur	70
2.3	Ausbeute des mikrobiellen Wachstums	71
2.3.1	Ertragskonstante $Y_{X/ATP}$, Erhaltungsenergie und deren biologische Ursachen	73
2.3.2	Das Konzept der „verfügbaren Elektronen“	78
2.3.3	Sauerstoffbedarf und Sauerstoffversorgung	81
<i>3</i>	<i>Zellsubstanz-Biosynthese</i>	89
3.1	Backhefe	89
3.2	Nähr- und Futterhefe	99
3.3	Weitere Verfahren zur Hefegewinnung	104
3.3.1	Verhefung von Molke	104
3.3.2	Verhefung von Stärkesuspensionen	104

4	<i>Unvollständige Oxidationen und Gärungsprozesse</i>	107
4.1	Oxidation von Alkoholen	108
4.1.1	Gewinnung von Essigsäure	108
4.1.2	Sorbit-Sorbose-Oxidation	109
4.2	Technische Gärungen	110
4.2.1	Ethanol	110
4.2.2	Milchsäure	116
4.2.3	Butanol-Aceton-Gärung	116
5	<i>Mikrobielle extrazelluläre Polysaccharide</i>	121
5.1	Technisch interessierende Polymere aus Mikroorganismen	121
5.1.1	Dextrane	121
5.1.2	Lävane	122
5.1.3	Amylose	123
5.1.4	Pullulan	123
5.1.5	Xanthan	123
5.1.6	Alginate	124
5.1.7	Curdlan	124
5.2	Produktion von Dextran	124
5.3	Aminoglycosid-Antibiotica	126
5.4	Glycoside im Pflanzenreich	126
6	<i>Primäre Biosyntheseprodukte unter Verwendung von Pilzen</i>	129
6.1	Citronensäure	129
6.1.1	Biochemische Grundlagen	129
6.1.2	Herstellungstechnik	132
6.2	Fumarsäure	137
6.3	Andere Säuren des Citratcyclus	137
6.4	Gluconsäure	138
7	<i>Sekundäre Biosyntheseprodukte</i>	140
7.1	Antibiotica	141
7.1.1	Penicilline	141
7.1.2	Cephalosporine	149
7.1.3	Streptomycine	150

X *Inhalt*

7.1.4	Chloramphenicol	152
7.1.5	Tetracycline	152
7.1.6	Puromycin	153
7.1.7	Wirkungsweise von Antibiotica	154
7.1.8	Resistenzfaktoren gegen Antibiotica	155
7.2	Gibberelline	155
7.3	Ergot-Alkaloide	157
7.4	Sekundärprodukte aus Pflanzenzellkulturen	158
8	<i>Mikrobielle Stoffumwandlungen (Biotransformationen)</i>	163
8.1	Fermentation	163
8.2	Steroid-Transformationen	164
8.2.1	Hydroxylierungsreaktionen	165
8.2.2	Einführung einer Ketogruppe	166
8.2.3	Seitenkettenabbau	167
8.2.4	Einführung einer Doppelbindung	168
8.2.5	Aromatisierung	168
8.2.6	Verwendung von immobilisierten Enzymen oder Zellen	169
8.3	Biotransformationen in anderen Stoffklassen	169
9	<i>Einzellerproteine</i>	173
9.1	Eiweißbedarf des Menschen	173
9.2	Eiweißherzeugung	177
9.2.1	Fischprotein	177
9.2.2	Algenkulturen	178
9.2.3	Blattproteine	180
9.3	Eiweiß aus Mikroorganismen	180
9.3.1	Verfahren mit Paraffinen	181
9.3.2	Prozeßmerkmale der SCP-Gewinnung	183
9.3.3	Produktmerkmale	184
9.3.4	Die früheren Verfahren mit Hefen	185
9.3.5	SCP aus Methanol	187
9.3.6	Genetisch veränderte Mikroorganismen für SCP	190
9.4	Mikrobielle Verfahren zur Herstellung von Futtermitteln	192
9.5	Mikrobielle Verfahren zur Gewinnung von Nahrungsmitteln	193

10	<i>Aminosäuren und Nucleotide</i>	197
10.1	Verwendung und Bedeutung von Aminosäuren	199
10.2	Chemische Synthese von Aminosäuren	202
10.2.1	Stereoisomeren-Trennung	204
10.2.2	Trennung von Acetyl-D, L-Aminosäuren mit immobilisierten Aminoacyla- sen	205
10.3	Fermentative Aminosäuregewinnung	207
10.3.1	L-Glutaminsäure	207
10.3.2	L-Lysin	209
10.3.3	Produktion weiterer Aminosäuren mit auxotrophen und regulatorischen Mutanten	213
10.4	Enzymatische Aminosäure-Synthesen	214
10.4.1	Ammonia-Lyasen	214
10.4.2	Pyridoxalphosphat-Enzyme	215
10.4.3	Aminosäure-Dehydrogenasen	218
10.5	Gewinnung von Nucleosiden und Nucleotiden	219
10.6	Fermentative Gewinnung von Nucleotiden	220
11	<i>Technische Enzyme und Biokatalysatoren</i>	223
11.1	Tierische Enzyme	224
11.2	Pflanzliche Enzyme	224
11.3	Mikrobielle Enzyme	225
11.3.1	Zur Exkretion mikrobieller Proteine	225
11.3.2	Allgemeine Gesichtspunkte zu mikrobiellen Enzymen	226
11.3.3	Herstellungsverfahren für mikrobielle Enzyme	227
11.3.4	Aufarbeitung von Enzymen und Proteinen	230
11.3.5	Enzymaufarbeitung in wäßrigen Phasensystemen	232
11.3.6	Die wichtigsten Enzyme von industriellem Interesse	236
11.4	Immobilisierung von Enzymen	240
11.5	Immobilisierung von Mikroorganismenzellen	247
11.6	Reaktoren für den Einsatz von immobilisierten Biokatalysatoren	248
11.7	Einsatz immobilisierter Biokatalysatoren	251
11.7.1	Immobilisierte Glucoseisomerase (IGI)	252
11.7.2	Immobilisierte Penicillin-Acylase (IPA)	253
11.7.3	Andere Prozesse mit immobilisierten Biokatalysatoren	254

XII *Inhalt*

11.8	Membranverfahren für enzymatische Umwandlungen	255
11.8.1	Membrantypen und deren Aufbau	255
11.8.2	Der Enzym-Membranreaktor (EM-Reaktor)	258
11.8.3	Multienzymsysteme mit Cofaktor-Regenerierung	261
11.9	Biosensoren	262
12	<i>Abwasserbehandlung und Methangärung</i>	267
12.1	Abwasserreinigung	270
12.1.1	Aerober contra anaerober biologischer Abbau	270
12.1.2	Abwasseranalytik	271
12.1.3	Chemischer und biologischer Sauerstoffbedarf	271
12.2	Aerobe Abwasserbehandlung	274
12.2.1	Die Mischpopulationen im Belebtschlamm	274
12.2.2	Verfahrenstechnische Aspekte der aeroben Abwasserbehandlung	277
12.2.3	Schlammabtrennung	282
12.2.4	Schlammentsorgung	284
12.3	Anaerobe Behandlung von Abläufen	287
12.3.1	Thermodynamische Aspekte des anaeroben Abbaus	292
12.3.2	Konventionelle Faultürme	296
12.3.3	Prozeßvarianten des anaeroben Abbaus	296
12.3.4	Abwasserbehandlung durch anaerobe Prozesse	299
12.3.5	Wichtige Prozeßparameter der anaeroben Abwasserreinigung	302
12.3.6	Energie aus Abfällen	302
	 <i>Literatur</i>	 305
	 <i>Register</i>	 311