

Inhaltsverzeichnis

1	Überblick über die Mikroorganismen	1
	<i>Prof. Alexander Steinbüchel, Dr. Fred Bernd Oppermann-Sanio, Dr. Christian Ewering, Dr. Markus Pötter</i>	
1.1	Prokaryoten und Eukaryoten	2
1.1.1	Das taxonomische und phylogenetische System der Mikroorganismen	2
1.1.2	Diversität bezüglich Form und Größe	5
1.1.3	Diversität bezüglich des Stoffwechsels	5
1.2	Wachstums- und Nährstoffansprüche	5
1.3	Die natürlichen Standorte der Mikroorganismen	7
1.4	Stoffkreisläufe und Nahrungsketten	8
1.4.1	Kohlenstoffkreislauf	8
1.4.2	Aerobe und anaerobe Nahrungsketten	9
1.4.3	Stickstoffkreislauf	10
1.4.4	Schwefelkreislauf	11
1.5	Biotechnologie	12
1.6	Kultivierbare und nichtkultivierbare Mikroorganismen	13
1.7	Eingesetzte Mikroorganismen	14
	Weiterführende Literatur	15
2	Vorschriften und Gesetze im Zusammenhang mit mikrobiologischen Arbeiten	17
	<i>Prof. Alexander Steinbüchel, Dr. Fred Bernd Oppermann-Sanio, Dr. Christian Ewering, Dr. Markus Pötter</i>	
2.1	Pathogene Mikroorganismen	18
2.2	Gentechnisch veränderte Mikroorganismen	18
2.3	Mikrobiologische Arbeiten im Produktionsmaßstab	19
2.4	Biostoffverordnung	19
2.5	Biologische Arbeitsstoffe und Risikogruppen	19
2.6	Risikobewertung und Einstufung der Arbeiten	21
2.7	Sicherheitsmaßnahmen und räumliche Voraussetzungen	22
3	Versuche	23
	<i>Prof. Alexander Steinbüchel, Dr. Fred Bernd Oppermann-Sanio, Dr. Christian Ewering, Dr. Markus Pötter</i>	
3.1	Quantitatives Bestimmen	26
3.1.1	Versuch 1: Wie viele Hefezellen befinden sich in einem Würfel Backhefe?	27
3.1.2	Versuch 2: Keimzahl in Milch und Milchprodukten	30
3.1.3	Versuch 3: Aufnahme einer Wachstumskurve mit <i>Cupriavidus necator</i>	32
3.2	Anreichern, Isolieren und Charakterisieren von Mikroorganismen	38
3.2.1	Versuch 4: Luftkeime	39
3.2.2	Versuch 5: Leuchtbakterien	41
3.2.3	Versuch 6: Myxobakterien	45
3.2.4	Versuch 7: Violacein-produzierende Stämme der Gattungen <i>Chromobacterium</i> und <i>Janthinobacterium</i>	48
3.2.5	Versuch 8: Aerobe Endosporenbildner (<i>Bacillus megaterium</i>)	51
3.2.6	Versuch 9: Saccharolytische Clostridien	54
3.2.7	Versuch 10: Fluoreszierende Pseudomonaden	57
3.2.8	Versuch 11: Coliforme Keime in Wasserproben und Isolierung von <i>Escherichia coli</i>	60
3.2.9	Versuch 12: <i>Streptococcus salivarius</i>	66
3.2.10	Versuch 13: <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	69
3.2.11	Versuch 14: Propionsäurebakterien	72
3.2.12	Versuch 15: Aerobe Stickstofffixierer (<i>Azotobacter</i> sp.)	75

3.2.13	Versuch 16: Anaerobe Stickstofffixierer (<i>Clostridium pasteurianum</i>)	79
3.2.14	Versuch 17: Nitrifizierer	81
3.2.15	Versuch 18: Denitrifizierer	84
3.2.16	Versuch 19: Knallgasbakterien	87
3.2.17	Versuch 20: Winogradsky-Säulen zum Anreichern anaerober phototropher Bakterien	90
3.2.18	Versuch 21: Schwefel-Oxidierer	94
3.2.19	Versuch 22: Sulfatreduzierende Bakterien	98
3.3	Herstellung biotechnisch relevanter Produkte und Lebensmittel	
	mit Mikroorganismen	101
3.3.1	Versuch 23: Ethanol mit Hefe	102
3.3.2	Versuch 24: Glycerol mit Hefe	106
3.3.3	Versuch 25: Citronensäure mit <i>Aspergillus niger</i>	110
3.3.4	Versuch 26: Dihydroxyaceton mit Essigsäurebakterien	113
3.3.5	Versuch 27: Indigo mit einem rekombinanten Stamm von <i>Escherichia coli</i>	115
3.3.6	Versuch 28: Antibiotika	118
3.3.7	Versuch 29: Insektizid mit <i>Bacillus thuringiensis</i>	122
3.3.8	Versuch 30: Xanthan mit <i>Xanthomonas campestris</i>	125
3.3.9	Versuch 31: Dextran mit <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	129
3.3.10	Versuch 32: Mikrobielle Cellulose mit Essigsäurebakterien	132
3.3.11	Versuch 33: Alginat mit <i>Azotobacter vinelandii</i>	135
3.3.12	Versuch 34: Bioplastik, Poly(3HB), mit <i>Cupriavidus necator</i>	138
3.3.13	Versuch 35: Elastomer mit <i>Pseudomonas oleovorans</i>	143
3.3.14	Versuch 36: Poly(γ -D-glutamat) mit <i>Bacillus licheniformis</i>	147
3.3.15	Versuch 37: Cyanophycin mit einem rekombinanten Stamm von <i>Escherichia coli</i>	150
3.3.16	Versuch 38: Sauerkraut	154
3.3.17	Versuch 39: Weinessig	158
3.3.18	Versuch 40: Natto	162
3.3.19	Versuch 41: Tempeh	165
3.4	Abbauleistungen von Mikroorganismen	168
3.4.1	Versuch 42: Poly(3-hydroxybutyrat)	168
3.4.2	Versuch 43: Kautschuk	173
3.4.3	Versuch 44: Stärke	177
3.4.4	Versuch 45: Papier	180
3.4.5	Versuch 46: Kohlenwasserstoffe	183
3.4.6	Versuch 47: Polyethylenglykol	189
3.4.7	Versuch 48: Glyphosat	192
3.5	Bakteriophagen und Viren	197
3.5.1	Versuch 49: Nachweis von Coli-Phagen im Abwasser	199
3.5.2	Versuch 50: Nachweis des Tabak-Mosaik-Virus (TMV)	202
3.6	Auslösen von Mutationen, Anreichern von Mutanten und Übertragen von DNA	205
3.6.1	Versuch 51: Genotoxizitätstests mit <i>Salmonella enterica</i> und <i>Escherichia coli</i>	206
3.6.2	Versuch 52: Erweitern des Spektrums verwertbarer Substrate bei <i>Cupriavidus necator</i> durch Mutagenese	214
3.6.3	Versuch 53: Poly(3HB)-negative Mutanten von <i>Cupriavidus necator</i>	218
3.6.4	Versuch 54: Transformation von <i>Bacillus subtilis</i>	223
3.6.5	Versuch 55: Transformation von <i>Escherichia coli</i>	227
3.6.6	Versuch 56: Konjugationen bei <i>Cupriavidus necator</i> und <i>Escherichia coli</i>	230
3.6.7	Versuch 57: Transposon-induzierte Mutanten von <i>Cupriavidus necator</i>	235
3.6.8	Versuch 58: Elektroporation von <i>Mycobacterium smegmatis</i>	240
	Weiterführende Literatur	244

4	Exkursionen und Demonstrationen von Mikroorganismen an natürlichen Standorten, in Umweltproben und in der Industrie	249
	<i>Prof. Alexander Steinbüchel, Dr. Fred Bernd Oppermann-Sanio, Dr. Christian Ewering, Dr. Markus Pötter</i>	
4.1	Exkursionen	252
4.1.1	Exkursion 1: Kommunale Abwasserkläranlage	252
4.1.2	Exkursion 2: Kompostwerk	257
4.1.3	Exkursion 3: Biogasanlage	262
4.1.4	Exkursion 4: Brauerei	265
4.1.5	Exkursion 5: Winzerei	269
4.1.6	Exkursion 6: Silage in der Landwirtschaft	274
4.1.7	Exkursion 7: Mikrobiologie und Biotechnologie im Supermarkt	276
4.1.8	Exkursion 8: Industrielle Herstellung von Nährmedien für die Mikrobiologie	280
4.2	Demonstrationen	283
4.2.1	Demo 1: Symbiontische N ₂ -fixierende Bakterien und Wurzelknöllchen	283
4.2.2	Demo 2: <i>Agrobacterium radiobacter</i> und induzierte Pflanzentumore	287
4.2.3	Demo 3: <i>Claviceps purpurea</i> und Mutterkorn-Alkaloide aus infiziertem Getreide	291
4.2.4	Demo 4: Flechten – Ektosymbiosen von Pilzen mit Grünalgen oder Cyanobakterien	294
4.2.5	Demo 5: Anaerobe Süßwassersedimente und das Volta-Experiment	297
4.2.6	Demo 6: Farbstreifen-Sandwatt und Nordseeküste	300
	Literatur	303
5	Methoden	305
	<i>Prof. Alexander Steinbüchel, Dr. Fred Bernd Oppermann-Sanio, Dr. Christian Ewering, Dr. Markus Pötter</i>	
5.1	Mikroorganismen kultivieren	307
5.1.1	Methode 1: Herstellen von Nährmedien	307
5.1.2	Methode 2: Sterilisieren	308
5.1.3	Methode 3: Verdünnungsreihen von Zellsuspensionen herstellen	312
5.1.4	Methode 4: Vereinzeln	313
5.1.5	Methode 5: Anaerobe Mikroorganismen kultivieren	315
5.1.6	Methode 6: Gasstation	317
5.1.7	Methode 7: Dichtegradientenzentrifugation	318
5.2	Mikroskopische Methoden	319
5.2.1	Methode 8: Lichtmikroskopie	319
5.2.2	Methode 9: Messokular	321
5.2.3	Methode 10: Zählkammer	322
5.2.4	Methode 11: Tusche-Präparat	322
5.3	Einfache taxonomische Verfahren zum Charakterisieren von Mikroorganismen	323
5.3.1	Methode 12: Gram-Verhalten bestimmen	323
5.3.2	Methode 13: Endosporen färben	325
5.3.3	Methode 14: Anreicherungs- und Reinkulturen biochemisch charakterisieren	326
5.3.4	Methode 15: Poly(3HB) mit Sudanschwarz B und Nilrot nachweisen	329
5.3.5	Methode 16: Poly(glucose) färben mit Lugol'scher Lösung	330
5.4	Molekulargenetische Methoden	331
5.4.1	Methode 17: Plasmid-DNA aus <i>Escherichia coli</i> isolieren („Koch-Methode“)	331
5.4.2	Methode 18: <i>Escherichia coli</i> transformieren	331
5.4.3	Methode 19: Gesamt-DNA aus <i>Bacillus subtilis</i> isolieren	332
5.4.4	Methode 20: Mutationen auslösen	333
5.5	Photometrische Methoden	335
5.5.1	Methode 21: Lambert-Beer'sches Gesetz	335
5.5.2	Methode 22: Trübung von Zellsuspensionen messen	335
5.5.3	Methode 23: Protein in ganzen Zellen bestimmen	336
5.5.4	Methode 24: Einfache und gekoppelte optisch-enzymatische Tests zum Nachweis von Metaboliten	337

5.6	Zellen und Medienbestandteile quantifizieren.	343
5.6.1	Methode 25: Trockenmasse	343
5.6.2	Methode 26: Ammonium	343
5.7	Chromatographische und elektrophoretische Methoden	344
5.7.1	Methode 27: Polyhydroxyalkanoat-Gehalt bestimmen	344
5.7.2	Methode 28: Proteine und Cyanophycin trennen und nachweisen	345
5.7.3	Methode 29: Gelpermeationschromatographie (GPC)	346
	Weiterführende Literatur	347
6	Chemikalien, Nachweisreagenzien und Medien	349
	<i>Prof. Alexander Steinbüchel, Dr. Fred Bernd Oppermann-Sanio, Dr. Christian Ewering, Dr. Markus Pötter</i>	
6.1	Medien, Puffer und Lösungen herstellen	350
6.2	Liste der Medien, Puffer und Lösungen	350
7	Modulare Zusammenstellung von Versuchen für unterschiedliche Zielgruppen	363
	<i>Prof. Alexander Steinbüchel, Dr. Fred Bernd Oppermann-Sanio, Dr. Christian Ewering, Dr. Markus Pötter</i>	
	Serviceteil	
	Sachwortverzeichnis	370