

施安辉 编著

安徽科学技术出版社

经济微生物

JINGJI
WEISHENGWU

经济微生物

施安辉 编著

安徽科学技术出版社

责任编辑：舒 群

封面设计：洪清溪

经济微生物

施安辉 编著

安徽科学技术出版社出版

（合肥市九州大厦八楼）

新华书店经销 安徽新华印刷厂印刷

*

开本：787×1092 1/32 印张：12.625 字数：271,000

1989年6月第1版 1989年6月第1次印刷

印数：00,001—4,500

ISBN 7-5337-0199-3/Q·7 定价：4.05元

本书共分八卷，由施安辉同志根据自己多年的教学和科研经验，编著《经济微生物》一书，它广泛地介绍了这方面的情况，展现了绚丽多姿的微生物应用前景，它将激励读者一干为快。

序

近年来，国外以经济微生物学为内容的书已连续出版了8卷（卷1：酒精饮料；卷2：初级代谢产物；卷3：次级代谢产物；卷4：微生物生物量；卷5：微生物酶和生物转换；卷6：微生物腐蚀；卷7、卷8：食品微生物学），由此可见这是一个新兴的领域，涉及的面十分广泛，发展极其迅速，世界各国都非常重视。

从工、农业应用的各个侧面总结我国经济微生物学方面的成就，是一项很繁重的劳动。施安辉同志根据自己多年的教学和科研经验，编著《经济微生物》一书，它广泛地介绍了这方面的情况，展现了绚丽多姿的微生物应用前景，它将激励读者一干为快。

对于大专院校学生或从事微生物生产技术的工作人员，本书不失为一本开拓知识面、提供信息和技术的参考书，即使是有关学校的教师或研究人员，阅读本书也不是没有裨益的。

随着我国经济建设和生物工程的发展，必将更迅猛地推动经济微生物学的研究和发展，也必将有更多的人认识到它的重要性。因此，可以预计在不太长的时间内，将会有更多

的有关经济微生物方面的著作问世。作为一名读者，我怀着非常迫切的心情，期待这一天早日到来。

刘自铭

1986.11.28

本书是作者多年从事经济微生物学研究的经验总结，也是作者多年从事经济微生物学研究的经验总结。本书共分五章，第一章介绍经济微生物学的基本概念，第二章介绍经济微生物学的基本原理，第三章介绍经济微生物学的基本方法，第四章介绍经济微生物学的基本应用，第五章介绍经济微生物学的基本展望。本书可作为经济微生物学专业的教材，也可供从事经济微生物学工作的同志参考。

本书共分五章，第一章介绍经济微生物学的基本概念，第二章介绍经济微生物学的基本原理，第三章介绍经济微生物学的基本方法，第四章介绍经济微生物学的基本应用，第五章介绍经济微生物学的基本展望。本书可作为经济微生物学专业的教材，也可供从事经济微生物学工作的同志参考。

本书共分五章，第一章介绍经济微生物学的基本概念，第二章介绍经济微生物学的基本原理，第三章介绍经济微生物学的基本方法，第四章介绍经济微生物学的基本应用，第五章介绍经济微生物学的基本展望。本书可作为经济微生物学专业的教材，也可供从事经济微生物学工作的同志参考。

本书共分五章，第一章介绍经济微生物学的基本概念，第二章介绍经济微生物学的基本原理，第三章介绍经济微生物学的基本方法，第四章介绍经济微生物学的基本应用，第五章介绍经济微生物学的基本展望。本书可作为经济微生物学专业的教材，也可供从事经济微生物学工作的同志参考。

前 言

经济微生物是指在国民经济中得到广泛应用并已获得显著经济效益的一类微生物，主要包括霉菌、酵母菌、放线菌和细菌四大类群。

自古以来，我国人民就知道利用曲子酿酒、酿造调味品，面酵可制做面食；酸性矿水能浸出铜矿；沤粪能提高速效肥力，豆科植物的根瘤能肥田，疯狗脑可防治狂犬病，“人痘”可防天花，“金汁”能治疗伤寒等等。这些都是利用经济微生物造福于人类的例证。

今天我们研究利用经济微生物已经由过去的感性认识上升到理性认识，并不断深化，应用范围也愈来愈广泛。特别是采用生物工程新技术后，经济微生物的资源进一步得到充分利用，为社会创造的物质财富也更加丰富。这就是为什么目前国外把经济微生物作为重点开发的应用科技的原因。

本书在编写过程中得到了国内轻工系统和商业系统科研、生产单位的工程技术人员的协助，吴玉洲同志代为绘图，在此一并致谢。

由于当前国内外微生物应用技术的飞速发展，加之作者的业务水平有限，因此本书难免有错误之处，恳切希望读者斧正。

施安辉

1986年2月于山东大学

目 录

第一章 经济微生物资源利用概况	1
第二章 微生物与酶制剂工业	7
第一节 国内外酶制剂应用的概况.....	7
第二节 主要微生物酶制剂的研究与应用.....	14
一、淀粉酶.....	14
二、蛋白酶.....	31
三、脂肪酶.....	40
四、果胶酶.....	43
五、纤维素酶.....	46
六、其他酶类.....	49
第三节 固相酶与固定化细胞技术.....	59
一、固定化酶.....	59
二、固定化细胞.....	71
三、固相酶与固定化细胞技术在生产应用.....	79
方面的成就与发展趋势.....	79
第三章 微生物与酒精发酵	83
第一节 酒精发酵的机理.....	84
一、菌种.....	84
二、酒精发酵的生化机理.....	84
第二节 酒精生产的方法.....	88
一、糖质原料生产酒精.....	88

二、淀粉质原料生产酒精	88
三、纤维素原料生产酒精	91
第三节 酒精发酵过程的条件控制	92
一、酒精发酵的三个阶段	93
二、酒精发酵过程的科学管理	96
第四节 酒精废醪的综合利用	98
一、废酒糟的组成	99
二、利用废酒糟生产酒石酸钾钠	100
三、利用废酒糟生产醋酸钠	101
四、利用废酒糟生产凝血质	102
五、利用废酒糟生产蛋白饲料	103
六、沼气发酵	105
七、利用废酒糟作为灌溉用水和肥料	106
八、对废醪进行燃烧处理	106
第四章 微生物与酒类酿造	108
第一节 白酒酿造	108
一、白酒酿造工艺	109
二、参予白酒酿造的微生物	118
三、产香微生物在白酒酿造中的应用	128
第二节 葡萄酒的酿造	138
一、葡萄酒酿造工艺	139
二、参予葡萄酒酿造的微生物	142
三、葡萄酒酿造中微生物的管理	144
四、利用某些有害微生物生产特殊风味的葡萄酒	145
第三节 啤酒的酿造	146
一、啤酒酿造工艺	147

二、参予啤酒酿造的有关微生物	149
三、新工艺啤酒	150
四、提高啤酒风味的措施	155
五、啤酒混浊的防治	159
第五章 微生物与健康饮料	162
第一节 面包格瓦斯的酿造	162
一、面包格瓦斯生产的原料	162
二、面包格瓦斯生产的菌种	163
三、发酵过程的控制	165
四、格瓦斯的防爆	166
五、格瓦斯混浊的防治	167
六、苏联面包格瓦斯的生产工艺	168
第二节 利用乳酸菌和醋酸菌酿制的饮料	170
一、利用乳酸菌酿制的酸性饮料	171
二、利用醋酸菌酿制的酸性饮料	174
第三节 利用蘑菇菌丝酿制的饮料	176
一、利用蘑菇菌丝发酵制备健康饮料	177
二、利用蘑菇子实体浸泡制备健康饮料	178
第六章 微生物与调味品的酿造	180
第一节 酱油酿造	180
一、酱油酿造工艺	181
二、参予酱油酿造的微生物	183
三、酱油的灭菌与防腐	185
四、提高酿造酱油质量的措施	188
第二节 食醋酿造	191
一、食醋酿造工艺	192

二、参予食醋酿造的微生物	192
三、生料酿醋	198
四、提高食醋产量和质量的措施	201
第三节 其他调味副食品的酿造	211
一、豆腐乳	211
二、豆豉	214
三、豆瓣酱	216
四、甜面酱	216
第七章 微生物与氨基酸发酵	218
第一节 谷氨酸发酵	218
一、谷氨酸生物合成的机理	218
二、以糖质原料发酵生产谷氨酸的工艺	220
三、谷氨酸发酵过程中杂菌的检查与噬菌体的防治	225
四、谷氨酸发酵技术的进展	229
第二节 其他氨基酸发酵	233
一、赖氨酸直接发酵法	233
二、其他氨基酸直接发酵法	237
第八章 微生物与有机酸发酵	240
第一节 柠檬酸发酵	240
一、柠檬酸发酵的机理	240
二、利用糖蜜原料发酵生产柠檬酸	241
三、利用淀粉质原料发酵生产柠檬酸	245
四、柠檬酸发酵技术的进展	248
第二节 其他有机酸发酵	250
一、甲叉丁二酸发酵	250
二、反丁烯二酸发酵	253

三、乳酸发酵	255
第九章 微生物与抗生素发酵	257
第一节 抗生素发酵的概况	257
一、抗生素的生物来源	257
二、抗生素发酵过程及其特点	262
第二节 红霉素发酵	266
一、红霉素发酵的菌种	267
二、红霉素的生产工艺	268
第三节 卡那霉素发酵	272
一、卡那霉素发酵的菌种	272
二、卡那霉素生产的工艺	272
第四节 庆大霉素发酵	276
一、庆大霉素发酵的菌种	276
二、庆大霉素的生产工艺	277
第五节 制霉菌素发酵	281
一、制霉菌素发酵的菌种	281
二、制霉菌素的生产工艺	281
第十章 微生物在矿业上的应用	283
第一节 微生物湿法冶金	283
一、微生物湿法冶金的原理	283
二、微生物湿法冶金的研究和应用技术	287
三、微生物湿法冶金的近况	288
第二节 石油的微生物勘探	304
一、能利用石油的微生物	305
二、微生物石油勘探	305
第三节 利用微生物进行三次采油	306

一、利用产气、产酸菌进行三次采油	307
二、利用微生物产生的聚合物作为增粘剂	307
三、防止和解除注入水采油时微生物造成的堵塞	308
第四节 原油的脱硫与脱蜡	308
一、原油脱硫	309
二、原油脱蜡	314
第五节 防止煤矿瓦斯爆炸	315
第十一章 微生物在污水处理中的应用	317
第一节 活性污泥处理法	317
一、活性污泥处理法的原理	317
二、活性污泥处理法的流程	319
三、活性污泥处理法管理的技术参数	320
四、污泥膨胀的原因和补救办法	321
五、曝气池的管理	321
六、活性污泥处理法存在的问题	322
第二节 塔式生物滤法	322
一、塔式生物滤法的原理	322
二、塔式生物滤法的流程	324
第三节 其他需氧生物处理法	324
一、生物转盘法	324
二、氧化塘法	325
第十二章 微生物与能源	326
第一节 甲烷(沼气)发酵	326
一、甲烷发酵的机理	326
二、甲烷发酵的要点	330
三、农村的沼气发酵	332

四、沼气发酵与生物工程	339
第二节 酒精燃料	341
第三节 氢气燃料	342
一、产生氢气的微生物类群	342
二、利用微生物产生氢气的进展	345
第四节 微生物电池	346
一、氢-氧(空气)型微生物电池	246
二、以甲酸为活性物质的微生物电池	348
三、以氨为活性物质的微生物电池	349
第十三章 微生物在农业上的应用	350
第一节 微生物肥料	350
一、根瘤菌肥料	352
二、磷细菌肥料	357
三、“5406” 抗生素肥料	359
第二节 微生物农药	361
一、细菌杀虫剂	361
二、真菌杀虫剂	368
三、病毒杀虫剂	378
第三节 微生物饲料	381
一、发酵饲料	381
二、纤维蛋白饲料	382
三、利用工业废液生产酵母饲料	384
四、青贮饲料	386
五、藻类饲料	387
主要参考文献	388

第一章 经济微生物资源利用概况

自然界中微生物的资源是非常丰富的，但迄今为止已经发现的微生物仅占总数的10%左右，在工农医诸方面被利用并已获得经济效益的微生物则更少，只有数百种。

目前，经济微生物在工农业上应用非常广泛，有的是直接利用菌体(如酵母片、菌体蛋白和活性干酵母等)；有的是利用其代谢产物(如乙醇、柠檬酸、氨基酸和抗生素等)；还有的是利用它们分泌的酶类(如淀粉酶、蛋白酶、脂肪酶和果胶酶等)。在工农业生产中常用的经济微生物见表1-1。

表1-1 工农业生产中常用的经济微生物

微生物类别	微生物名称	产 物	用 途
细 菌	枯草杆菌 (1-938)	蛋白酶	皮革脱毛、软化，胶卷回收，丝绸脱胶，洗涤剂、酱油酿造，水解蛋白饲料，明胶制造
	枯草杆菌 (BF7653)	淀粉酶	酒精浓醪发酵，啤酒酿造，葡萄糖生产，洗涤剂、糊精制造，糖浆制造，纺织品脱浆，香料加工等

续上表

微生物类别	微生物名称	产 物	用 途
细 菌	梭状芽孢杆菌	丙酮丁醇	工业有机溶剂
	巨大芽孢杆菌	葡萄糖异构酶	由葡萄糖生产果糖
	苏云金杆菌	苏云金杆菌粉 剂	农用杀虫剂
	青虫菌	青虫菌粉剂	农用杀虫剂
	杀螟杆菌	杀螟杆菌粉剂	农用杀虫剂
	棒状短杆菌	谷氨酸	食用味精
	短杆菌	肌苷酸	医用, 助鲜剂
	蜡状芽孢杆菌	青霉素酶	青霉素检定, 抗青霉素 敏感症
	棒状杆菌	去氢氢化	医药
	分枝杆菌	可的松	
	多粘芽孢杆菌	固氮菌粉	农用细菌氮肥
	根瘤菌	根瘤菌制剂	用于花生、大豆等豆科 植物, 增加土壤中氮 素
	醋酸杆菌	醋酸、维生素 C	食用, 医药
酵 母	假丝酵母	石油脱蜡	生产低凝固点的石油, 酵母菌体蛋白
		环烷酸	工业
		脂肪酶	医药, 羊毛, 棉纤维, 绢纺脱脂, 洗涤剂

续上表

微生物类别	微生物名称	产 物	用 途
酵 母	啤酒酵母	啤酒、菌体、 细胞色素 C、辅酶A、 凝血质、腺 三磷	啤酒酿造，鲜酵母，医 用
	酒精酵母	酒精、CO ₂	酒精生产，白酒、食醋 酿造
	棉病囊霉 (阿氏假囊酵 母)	核黄素	医药
	脆壁酵母	乳糖酶	食品工业
	产酯酵母	乙酸乙酯、乙 酸、酒精	白酒酿造，食醋、酱油 的增香
	白地霉	核苷酸、菌体	食用，药用
霉 菌	栖土曲霉 根霉	蛋白酶 糖化酶	同枯草杆菌 制造葡萄糖，白酒酿造， 酒酿
		甾体激素	医药
	黑曲霉	柚苷酶	柑橘罐头脱苦味
		单宁酶	分解单宁，制造没食子 酸
		酸性蛋白酶	啤酒防浊剂、消化剂， 饲料

续上表

微生物类别	微生物名称	产 物	用 途
霉 菌	黑曲霉	糖化酶	酒精、白酒、食醋等发酵工业
		果胶酶	橘子罐头，葡萄酒的澄清等
		柠檬酸	食品，建筑工业和原子能工业
	头孢霉	头孢霉素	医药
	赤霉菌	赤霉素	植物生长刺激素，医药
	梨头霉	甾体激素	医药
	青霉	青霉素	医药
		葡萄糖氧化酶	食品加工，试剂
	灰黄霉	灰黄霉素	医药
	木 霉	纤维素酶	淀粉加工、食品加工，饲料
	黄曲霉	淀粉酶、蛋白酶	酿造工业
	红曲霉	糖化酶、酒化酶	白酒、食醋、酒酿的酿造
	白僵菌	白僵菌制剂	生物防治、医药
	无毛炭疽霉菌	“鲁保1号”	除莠剂
放线菌	游动放线菌	葡萄糖异构酶	制造高果糖浆