



普通高等教育“十三五”规划教材
普通高等教育茶学专业教材



PRODUCTS OF MICROBIAL TEA

茶叶微生物产品学

黄友谊 主编



中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位

普通高等教育“十三五”规划教材

普通高等教育茶学专业教材

茶叶微生物产品学

黄友谊 主编
曾亮 周红杰 姚燕妮 副主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

茶叶微生物产品学/黄友谊主编. —北京: 中国轻工业出版社,
2017. 8

普通高等教育“十三五”规划教材 普通高等教育茶学专业
教材

ISBN 978-7-5184-1522-9

I. ①茶… II. ①黄… III. ①微生物—发酵—应用—茶叶—
高等学校—教材 IV. ①TS272. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 186863 号

责任编辑: 贾 磊 责任终审: 滕炎福 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 锋尚设计 责任校对: 吴大鹏 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市万龙印装有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2017 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 16

字 数: 360 千字

书 号: ISBN 978-7-5184-1522-9 定价: 38.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

160107J1X101ZBW

本书编写人员

主 编：

黄友谊（华中农业大学园艺林学学院）

副主编：

姚燕妮（华中农业大学园艺林学学院）

周红杰（云南农业大学龙润普洱茶学院）

曾 亮（西南大学食品科学学院）

参 编：（按姓氏拼音排序）

龚加顺（云南农业大学食品科学技术学院）

胡建辉（青岛农业大学园艺学院）

黄莹捷（江西农业大学农学院）

刘 聪（普洱茶研究院）

孟 庆（西南大学食品科学学院）

王秋萍（云南农业大学食品科学技术学院）

朱 雯（华中农业大学园艺林学学院）

主 审：

杨 坚（西南大学食品科学学院）

序

“神秘”的微生物与“神奇”的茶相结合，注定会产生奇妙结晶。六大茶类中唯有黑茶类是由微生物发酵主导品质风味的形成，不同的优势微生物区系造就了品质风味各异的黑茶产品（如普洱茶、茯砖茶、青砖茶、六堡茶、康砖茶、千两茶、黑砖茶等）。微生物对红茶发酵、黄茶闷黄、乌龙茶做青也有一定的影响，还能影响茶树营养代谢与茶产品的安全性。利用微生物还能使每年大量弃采的夏茶和秋茶资源得到有效利用，实现增值增效。然而，微生物在茶产业中的应用，却刚刚起步。

生物技术已经成为影响当代社会发展的重要技术之一，将生物技术融入茶叶科学中，必将推动茶叶科技水平快速提升。借助生物技术，研究、开发茶叶新产品，推动茶资源高效利用，必将有效支撑茶产业可持续发展。在茶学高级人才培养的知识体系中及时构建生物技术相关内容，拓宽知识领域，对推动茶叶生物技术的发展作用重大。

华中农业大学茶学系茶叶生物技术课题组长期开展茶叶微生物产品研究开发工作，黄友谊教授在总结其团队长期研究成果的基础上，邀请国内相关院校的专家、教授共同编写了《茶叶微生物产品学》，系统阐述了国内茶叶微生物产品研发的现状，分析了其未来的发展趋势。全书结构清晰，系统完整，内容丰富，成果先进。我深信，该书的出版对推动我国茶叶生物技术的快速发展，将产生十分积极的效果。

湖南农业大学 刘仲华

2017年7月1日

前言

微生物与茶产品的生产自古就联系紧密,长期以来人们对微生物发酵黑茶和红茶菌的研究总结较多。近20年来,微生物在茶产业中的应用越来越多,并在茶产业发展中开始具有越来越重要的作用,市场上开始出现各种各样的茶叶微生物产品。微生物非常神奇,同一种微生物在不同环境条件下具有不同的生长代谢特性,可以发酵出不同风味品质的茶产品。微生物不但可以塑造茶产品的风味品质,还可以增强茶产品的功能,这为我们将微生物应用于茶产业中提供了无限的遐想。

利用茶资源开发生产各种茶叶微生物产品,尤其是具有明显养生功能的茶产品,无疑将满足人们的保健需求,促进人体健康。因此,及时将已有的茶叶微生物产品和技术整理成体系,无疑可以开拓学生的知识面,增强学生的动手能力,提高学生的专业综合素质。同时,可以推动茶叶企业进行茶叶微生物产品开发,提升生产技术,带动茶资源高效开发利用,有利于促进茶产业健康发展。





本教材共分15章,具体编写分工:华中农业大学黄友谊编写第一、第四、第五、第八章;西南大学曾亮编写第二章;普洱茶研究院刘聪和青岛农业大学胡建辉共同编写第三章;刘聪编写第六章;华中农业大学姚燕妮编写第七、第九、第十章;华中农业大学朱雯编写第十一章;西南大学孟庆编写第十二章;云南农业大学周红杰编写第十三章;云南农业大学龚加顺编写第十四章第一、第五节;云南农业大学王秋萍编写第十四章第二、第三、第四节;江西农业大学黄莹捷编写第十五章。全书由西南大学杨坚主审。





本教材参阅和借鉴了很多专著、论文等文献,在编写过程中得到相关院校和同仁的大力支持,湖南农业大学刘仲华教授欣然撰写序言,云南农业大学周红杰教授热情审订第二章第一节,湖南省白沙溪茶厂股份有限公司张玲苓热情审订第二章第二节,广西梧州茶厂何梅珍高级工程师热情审订第二章第四节。本书的出版同时得到华中农业大学教务处和园艺林学学院的支持,特一一致谢!

由于编写时间仓促,学科发展迅速,书中定会存在不足与错漏之处,敬请专家学者批评指正!

编者

2016年12月22日

 第一章 绪论	1
第一节 微生物在茶产业中的应用	1
第二节 茶叶微生物产品的分类	4
第三节 茶叶微生物产品学的概念与研究内容	7
第四节 茶叶微生物产品开发的展望	10
 第二章 黑茶产品	13
第一节 普洱茶产品	13
第二节 湖南黑茶产品	15
第三节 四川黑茶产品	22
第四节 六堡茶产品	27
第五节 青砖茶产品	30
 第三章 红茶菌产品	35
第一节 红茶菌的活性成分与功能	35
第二节 影响红茶菌发酵的因素	37
第三节 红茶菌发酵	39
第四节 代表性红茶菌产品	44
 第四章 金花菌产品	51
第一节 金花菌的利用现状	51
第二节 金花菌的活性成分与功能	52
第三节 金花菌散茶发酵发花技术	54
第四节 金花菌茶饮料	57
第五节 其他金花菌茶产品	59

 第五章 酸茶产品	63
第一节 酸茶的开发现状	63
第二节 酸茶传统加工技术	65
第三节 酸茶现代加工技术	75
第四节 酸茶产品开发	77
 第六章 茶酒产品	79
第一节 茶酒的开发现状	79
第二节 茶酒的发酵条件	81
第三节 茶酒的发酵技术	88
第四节 茶酒产品的质量	95
 第七章 茶醋产品	97
第一节 茶醋的开发现状	97
第二节 茶醋的发酵条件	99
第三节 茶醋的发酵技术	104
第四节 茶醋产品的质量	110
 第八章 乳酸菌茶产品	113
第一节 乳酸菌茶产品的开发现状	113
第二节 茶源优良乳酸菌的筛选	118
第三节 绿茶型乳酸菌茶饮料发酵	120
第四节 红茶型乳酸菌茶饮料发酵	122
第五节 其他乳酸菌发酵茶产品	123
 第九章 灵芝菌茶产品	127
第一节 灵芝菌的活性成分与功能	127
第二节 灵芝菌的驯化筛选	131
第三节 固态灵芝菌茶发酵	134
第四节 液态灵芝菌茶发酵	136



第五节 灵芝菌配制茶的加工 138



第十章 虫草菌茶产品 141

第一节 虫草菌的活性成分与功能 141

第二节 虫草菌的驯化筛选 146

第三节 固态虫草菌茶发酵 150

第四节 液态虫草菌茶发酵 151

第五节 虫草菌配制茶的加工 153



第十一章 高香茶产品 157

第一节 产香微生物的种类与应用 157

第二节 产香菌株的筛选 160

第三节 酒香型茶产品的加工 162

第四节 酯香型茶产品的加工 165



第十二章 冷泡茶产品 169

第一节 冷泡茶产品的现状 169

第二节 冷泡茶的发酵条件 171

第三节 冷泡茶的发酵技术 177

第四节 冷泡茶产品的品质 181



第十三章 功能性普洱茶 185

第一节 功能性普洱茶的发展现状 185

第二节 普洱茶发酵剂及其应用 187

第三节 γ -氨基丁酸普洱茶 194

第四节 洛伐他汀普洱茶 197



第十四章 茶源活性成分发酵生产 201

第一节 茶褐素发酵生产 201

第二节 茶多糖发酵生产 207

第三节	细菌纤维素发酵生产	211
第四节	茶氨酸发酵生产	213
第五节	其他活性成分发酵生产	217



第十五章 其他茶叶微生物产品 219

第一节	茶园微生物肥料	219
-----	---------------	-----

第二节	茶园微生物农药	226
-----	---------------	-----



参考文献 230

第一章 绪论

第一节 微生物在茶产业中的应用

一、微生物在茶产业中的利用途径

(一) 微生物在茶产业中的利用方式

微生物在茶产业中的利用主要有三种方式：一是利用微生物代谢物，如酶、抗生素、氨基酸等成分；二是利用微生物菌体，多为活菌体，部分死菌体也可以利用；三是微生物菌体与其代谢物的混合物。在茶产业实践中，以第三种方式应用较多。

(二) 微生物在茶产业中的应用对象

微生物在茶产业中可应用于茶园土壤改良、茶树品种选育、茶树栽培生长、茶树病虫害防治、茶园农药降解、茶产品加工、茶产品保鲜、茶叶废弃物利用等方面，涉及茶产业的产前、产中、产后全过程。

二、茶叶中的常用微生物

茶叶中含有多种微生物生长所需的物质，可满足微生物的生长要求。但茶叶除了可以提供菌体生长物质之外，还存在多酚类等多种可以抑制微生物生长的物质成分。微生物若可以在茶叶上生长，至少应具备如下特征：抗逆性强、生长速度快、不易发生突变。当前能在茶叶基质上生长的微生物种类较多，在此仅介绍茶叶加工中常见的微生物种类。

(一) 黑曲霉 (*Aspergillus niger*)

黑曲霉广泛应用于食品中，能产生 20 多种的水解酶，其中可利用的有糖苷酶、葡萄糖淀粉酶、纤维素酶、柚苷酶、乳酸酶、葡萄糖氧化酶等许多酶类，可以分解包括多糖、脂肪、蛋白质、果胶、天然纤维和不可溶性化合物等有机物，可以产生草酸、柠檬酸、葡萄糖酸、抗坏血酸等成分。黑曲霉是黑茶渥堆中最主要的优势菌，其代谢产生的水解酶在黑茶渥堆中期表现为增加趋势，水解酶对黑茶品质形成作用显著。

(二) 青霉属 (*Penicillium*)

青霉在黑茶渥堆过程中产生多种酶及有机酸，可产生葡萄糖氧化酶或葡萄糖酸、

柠檬酸、青霉素、抗坏血酸等。同时，青霉发酵的菌丝中含有丰富的蛋白质、矿物质和 B 类维生素，代谢产生的青霉素对杂菌、腐败菌有良好的消除和抑制生长作用。青霉也是黑茶渥堆中的优势菌之一，对黑茶品质形成作用明显。

（三）酵母属 (*Saccharomyces*)

能够在以茶叶为主的基质中生长的酵母菌，不仅繁殖能力要强，而且在发酵过程中最好能同时以多种方式进行繁殖。目前已知适合在茶叶发酵中应用的酵母菌主要有出芽酵母、德氏酵母、假丝酵母和酿酒酵母等。酵母菌含有丰富的酶系统，如蔗糖酶、麦芽糖酶等，以及生理活性物质如辅酶 I、辅酶 A 等，还能利用多种糖类代谢产生维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 C 等。有机物经酵母菌发酵后，蛋白质、维生素 A 等物质的生物活性都会大幅度提高。酵母可用于生产茶酒饮料，生产增香茶产品。酵母菌也是黑茶渥堆和红茶菌发酵中的优势菌之一，对黑茶和红茶菌的品质形成作用明显。

（四）根霉属 (*Rhizopus*)

根霉属菌具有多种酶系，能分泌淀粉酶，淀粉酶的活力很高，能分泌酸性蛋白酶、酒化酶及乳酸、琥珀酸、反丁烯二酸等有机酸，还能产生芳香的酯类物质，赋予产品独特的风味。根霉属菌也是黑茶渥堆中的优势菌之一，对黑茶品质形成作用明显。

（五）冠突散囊菌 (*Eurotium cristatum*)

冠突散囊菌能产生各种胞外酶（如多酚氧化酶、果胶酶、纤维素酶、蛋白酶等）作为有效的生化动力，催化茶叶中各种相关物质发生氧化、聚合、降解、转化。冠突散囊菌是茯砖茶发花的关键微生物，决定了茯砖茶品质的形成，可以形成“金花”和浓郁的菌香等品质特征，广泛分布于各种黑茶和自然环境中。

（六）乳酸杆菌

乳酸杆菌一般对茶叶单宁酸比较敏感，不易在含茶成分的基质中生长。然而，有一类细胞壁中含有二氨基庚二酸肽聚糖的乳酸杆菌，能耐受单宁酸的抑制作用，可以在含茶基质中生长良好。乳酸杆菌是酸茶发酵中最主要的优势菌，也是黑茶渥堆发酵中的优势菌之一，有时也是红茶菌的组成菌之一。利用单一的乳酸杆菌，或与其他类型的菌株组合，可以应用于黑茶渥堆发酵、酸茶发酵、红茶菌饮料发酵以及乳酸菌饮料发酵等过程中。

（七）醋酸杆菌

醋酸杆菌是一种好气性细菌，可以分泌胞外醋酸酶，将酒精氧化成醋酸。醋酸杆菌不能单独在基质上进行发酵，常与酵母菌或乳酸菌共同作用于茶叶基质。将木醋杆菌和酵母菌同时接入茶汤中进行发酵，可制得一种富含多种营养物质的发酵型茶饮料。醋酸杆菌是红茶菌最主要的优势菌之一，对红茶菌发酵品质的形成至关重要。

（八）药食两用真菌

药食两用真菌既可入药又可食用，富含人体有益的活性物质，被人们广为利用。药食两用真菌的体内，酶活力很强，且种类繁多，有多种营养方式，对周边环境的适应能力极强。茶叶营养较为丰富，除存在抑菌活性外，是药食两用真菌良好的培养基质。利用对茶叶抑菌活性不敏感的药食两用真菌，开发出药食两用真菌的菌丝与茶叶



天然融为一体的菌茶，无疑具有显著意义，如猴头菇菌丝茶、香菇菌丝茶、灵芝菌丝茶、虫草菌丝茶等。

三、微生物在茶产品中的应用

(一) 在黑茶产品中的应用

微生物在茶产品中广为应用，其中应用最广泛且最为熟知的，无疑是黑茶。黑茶在六大茶类中具有独特的品质风味，原因就在于微生物的发酵。在黑茶渥堆过程中主要的微生物群落是酵母、霉菌和细菌，其中酵母菌最多。云南普洱茶渥堆过程中的主要微生物有黑曲霉 (*A. niger*)、青霉属 (*Penicillium*)、根霉属 (*Rhizopus*)、灰绿曲霉 (*A. glaucus*)、酵母属 (*Saccharomyces*)、土曲霉 (*A. terreus*)、亮白曲霉 (*A. candidus*)、细菌类 (*Bacterium*) 等。茯砖茶加工中的“发花”过程是形成茯砖茶独特品质的关键工艺，冠突散囊菌是“发花”工序中的优势微生物种群；它们从茶叶中吸取可利用的营养物质，进行各种代谢转化，并最终形成茯砖茶特有的品质。黑茶渥堆是通过微生物发酵和湿热反应，使茶叶原料中以茶多酚为主的化学成分发生一系列的变化，从而形成滋味甘醇、香气纯正的黑茶产品。而且我国黑茶产区广阔，各地气候环境差异巨大，茶树品种与发酵原料等也有明显的差异；这些均表明不同产地的黑茶渥堆发酵过程中，主要的微生物种群不同，主要微生物的生长代谢也会有所差异，从而形成众多品质风味各异的黑茶产品。当前，已有人工接种冠突散囊菌生产茯砖茶和金花菌散茶，有人工接种发酵普洱茶，还有利用特异菌株发酵生产功能型普洱茶。

(二) 在酸茶产品中的应用

酸茶是以厌氧发酵为主体的茶产品，区别于以好氧发酵为主体的传统黑茶产品。酸茶生产于中国、日本、缅甸、老挝、泰国等亚洲国家，在日本、泰国、老挝、缅甸等国有大量产品销售。酸茶在我国主要是云南边疆的少数民族地区自制自食，很少有产品销售。酸茶在发酵过程中，以植物乳杆菌生长代谢为主体，带有少量的酵母生长繁殖。从 Miang 茶中分离出 5 株乳酸杆菌 (*Lactobacillus ruminis*、*Lactobacillus plantarum*、*Lactobacillus vitulinus*、*Lactobacillus yananashiensis*、*Lactobacillus vaccinostrus*)，从中国酸茶中分离出植物乳杆菌 (*Lactobacillus plantarum*) 和麦芽糖假丝酵母 (*Candida maltosa*)，并从中选育出高产酸的植物乳杆菌。当前已有人工接种高产酸植物乳杆菌优势菌株发酵酸茶，可以显著缩短酸茶发酵时间，得到活性物质含量更高的酸茶产品。

(三) 在红茶菌产品中的应用

红茶菌是在浸提的茶水中添加糖后，在自然条件下经酵母菌、醋酸菌等多种微生物共同发酵而成的一种民间传统饮料。红茶菌中的微生物主要是酵母菌和醋酸菌，如巴斯德酵母 (*Saccharomyces pasteurianus* Hansen)、栗酒裂殖酵母 (*Schizosaccharomyces pombe* Linder)、木醋酸菌 (*Acetobacter xylinum*)。有的红茶菌中还含有少量乳酸菌，主要是保加利亚乳杆菌 (*Lactobacterium bulagricum*) 等，此外还有甲醇酸单胞菌 (*Acidomollas methnolica*) 等多种微生物。民间自产红茶菌时，多以形成的红茶菌菌苔作为菌种来接种发酵。当前已有从传统红茶菌中筛选出优势菌株，再人工组合接种发酵红茶菌。还有从红茶菌中筛选高产多糖的醋酸菌，用于生产人工纤维。

（四）在发酵茶饮料中的应用

除红茶菌外，应用多种微生物发酵制成茶饮料的报道比较多。发酵茶饮料主要是应用乳酸菌和酵母菌较多，可以是单一菌株发酵，但多是混合菌株进行发酵。有利用保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌研制出具有高营养价值的乳酸菌茶饮料，有以保加利亚乳杆菌、嗜热链球菌、啤酒酵母和面包酵母共同发酵成一种茶饮料。有以单一酵母菌发酵制成茶酒，有以单一醋酸菌或与酵母菌一起发酵制成茶醋。有接种 *Acetabacter* 和酿酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) 发酵，制成咖啡茶发酵饮料。

（五）在菌茶中的应用

在菌茶发酵生产中，应用最多的是药食两用菌，如灵芝菌、猴头菌等。目前生产的食用菌发酵茶多是以中低档茶为原料，接种一种或多种驯化过的、适宜在茶叶基质中生长的猴头、灵芝、冬虫夏草、蛹虫草和茯苓等药食两用类菌株，并添加少量的可食用辅料，在固体发酵条件下培养而成。除发酵固态菌茶外，还有利用这些药食两用菌发酵液态茶饮料，如灵芝菌茶饮料、虫草茶饮料等。

第二节 茶叶微生物产品的分类

传统微生物发酵茶产品主要有三类：一是茶树鲜叶经杀青、揉捻后进行渥堆发酵或晒青等原料渥堆发酵而成的黑茶；二是茶叶浸提液添加糖后进行微生物发酵而成的红茶菌；三是茶树鲜叶经预处理后腌制而成的酸茶。然而，随着茶叶微生物产品开发的不断增多，茶叶微生物产品的种类也越来越丰富，为此有必要进行分类。下面按产品的品质与属性的不同，对茶叶微生物产品进行分类。

一、可食茶叶微生物产品

可食茶叶微生物产品是指经微生物发酵后可食用或饮用的茶产品，主要分为固态、液态、半固态三大类。

（一）固态可食茶叶微生物产品

固态可食茶叶微生物产品依据发酵方式与发酵菌株的不同，主要分为黑茶、酸茶、菌茶三种。

1. 黑茶

黑茶为固态茶叶微生物产品之一，是我国六大茶类之一，属于后发酵茶。黑茶生产历史悠久，产区广阔，主要成品有黑砖茶、花砖茶、茯砖茶、青砖茶、六堡茶、普洱茶等。黑茶是我国以肉类、奶类为主食的边疆地区居民日不可少的饮料，边区居民中流传有“宁可一日无粮，不可一日无茶；一日无茶则滞，二日无茶则病”之说。黑茶与其他茶类一样，富含多种有机酸、维生素、茶多酚等生物活性物质，是边区居民生活中维生素、微量元素的重要来源。黑茶过去主要销往我国西北和西南少数民族地区，但现在内陆区域的销售也逐渐增多。

我国黑茶一般是按产区来分类，具体如下。

（1）湖南黑茶 湖南黑茶因主要集中在湖南安化生产，常被称为安化黑茶，此外



在益阳其他县和宁乡县、汉寿县等也有生产。安化黑茶在加工中，多以七星灶进行干燥的同时烟熏，故多带有烟熏味。安化黑茶种类最多，分为“三尖三砖一卷”共七种。“三尖”茶又称为湘尖茶，指天尖、贡尖、生尖三种，是按原料等级的不同分类的。“三砖”茶指花砖、黑砖、茯砖三种，花砖茶为砖面四周均具花纹的块状黑茶，黑砖茶无花纹。“一卷”茶为花卷茶，又称为千两茶，其外形为圆柱体状，产品规格呈多样化。茯砖茶是在压制成砖后有一个特殊的“发花”过程，“发花”的实质是以冠突散囊菌（*Eurotium cristatum*）为主的生长过程，产生金黄色的闭囊壳，俗称“金花”。茯砖茶原主产于湖南益阳市，近些年陕西泾阳县等地恢复发展较快。近些年来从茯砖茶中分离筛选优势金花菌菌株，采用人工接菌发酵，以茶树鲜叶、绿毛茶、大红袍、白茶、藤茶、荷叶茶等为原料开发出各种金花菌散茶。把近些年利用金花菌新开发的茶产品，称为金花菌茶。

(2) 四川黑茶 四川黑茶因主要供应边疆百姓消费，故常称为四川边茶。因四川黑茶主产于四川雅安市，有时又称为雅安黑茶，近些年雅安黑茶改称为雅安藏茶。四川黑茶的生产原料偏粗老，根据销路分为南路边茶和西路边茶。南路边茶分为康砖茶、金尖茶，西路边茶分为茯砖茶、方包茶或圆包茶。

(3) 湖北青砖茶 湖北青砖茶主产于湖北赤壁市，此外在咸安、崇阳、通山等县市也产。湖北青砖茶多压制成砖，主销俄罗斯、我国内蒙古等地。除湖北外，目前湖南、四川、浙江、贵州等地也有少量青砖茶生产。

(4) 滇桂黑茶 滇桂黑茶指产于云南、广西两省的黑茶，主要是普洱茶、六堡茶。普洱茶仅限于产自云南省，是以云南大叶种芽叶为原料，经杀青、揉捻、晒干等工序制成的各种嫩度的晒青毛茶，再经增湿渥堆发酵、自然风干、精制而成各种级别的散茶或经汽蒸压制而成的各种紧压茶，如七子饼茶、沱茶、金瓜茶等。当前把普洱茶分为熟普和生普，熟普属于传统意义上经过微生物渥堆发酵的普洱茶，而生普是由晒青压制而成、无微生物发酵过程，因此生普不属于茶叶微生物产品。六堡茶产于广西苍梧县六堡乡，带有特殊的槟榔香，少量六堡茶偶尔会带有少量金花菌。

2. 酸茶

酸茶是一种腌制型或泡制型的发酵茶，可食用、可泡饮。酸茶在我国主产于云南少数民族地区，日本、泰国、缅甸、老挝等国生产与利用酸茶的历史十分悠久，新加坡喜好以酸茶制作沙拉而大量食用。酸茶有时被归类为黑茶，但二者有着显著的不同。酸茶是以厌氧发酵为主而成的，以乳酸菌发酵为主，滋味呈一定的酸味，可食用或泡饮。而黑茶却是以好氧发酵为主而成的，以霉菌发酵为主，酸味低，均是用来泡（煮）饮。日本酸茶主要有三种——Awaban cha（阿波番茶）、Goishi cha（碁石茶）和 Bata bata cha（富山黑茶），在日本均归类于黑茶产品，以干态的形式销售，主要用于煮饮，也可用于煮粥等。

3. 菌茶

菌茶是在以茶叶为主要基质，人工接入食用或药用真菌进行发酵而成的一种固态菌体茶。菌茶已有产品上市，但目前生产的菌茶主要是以猴头、灵芝、茯苓等适宜在茶叶基质中生长的食用菌发酵而成的。最近华中农业大学茶学系研发出以夏秋鲜叶为

原料，不添加任何其他配料，接种灵芝菌、虫草菌发酵而成灵芝菌茶、虫草菌茶。

（二）液态可食茶叶微生物产品——发酵茶饮料

发酵茶饮料主要分为红茶菌、茶酒、茶醋、乳酸菌茶饮料、食用菌发酵茶饮料等。

1. 红茶菌

红茶菌目前习惯上既是指一种发酵茶饮料，又是指发酵茶饮料中的菌苔。红茶菌又名“海宝”“胃宝”“太岁”等，起源于我国渤海一带，后被流传到世界各地，在日本、欧洲等地的民间一直广为流传。红茶菌是以糖茶水为原料，经醋酸菌、酵母菌等多种微生物共同发酵而成的，是有着悠久历史的一种民间传统酸性茶饮料。此外，随着对红茶菌研究的深入，已从红茶菌分离出单一的优势菌株。有利用分离的优势菌株进行组合发酵，以快速安全地发酵生产红茶菌茶饮料。目前，红茶菌产品开发有芦荟红茶菌饮料、红枣红茶菌饮料、绿茶-甘蔗汁红茶菌饮料等。

2. 茶酒

茶酒为一种特殊风味的发酵茶饮料，是以茶叶、茶汁或其他茶类产品为主要原料，经酵母等微生物发酵后，经过滤、陈酿、调配而成的一种含低度酒精的茶饮料。如在绿茶汁中接入酵母菌，可制得酒精度低、口感醇和、具有清香和酒香的绿茶酒。当前市面上有很多茶酒上市，但大多数属于是浸提、勾兑的茶酒，少量是以茶叶与粮食一起发酵后蒸馏而成的、有茶香的茶酒。

3. 茶醋

茶醋也属于一种特殊风味的发酵茶饮料，是以茶叶、食用糖为主要原料，部分添加桑葚、玉米或果汁等，经酵母菌、醋酸菌共同或由醋酸菌单独发酵而成的、含醋酸的茶饮料。在我国台湾、云南等地，已经开始陆续出现发酵型的茶醋饮料产品。

4. 乳酸菌茶饮料

乳酸菌茶饮料是以茶水为主要原料，经乳酸菌如保加利亚乳杆菌或植物乳杆菌等发酵而成、富含乳酸等有机酸的茶饮料。乳酸菌茶饮料与茶醋饮料的品质风味有些类似，但二者的发酵菌株、发酵产物不一。

5. 食用菌发酵茶饮料

食用菌因富含功能活性成分而广为人们所利用，早已有将食用菌与茶相结合的开发。有以茶水为主要原料，以灵芝菌、木耳、香菇等为菌株，分别发酵制成灵芝菌茶饮料、木耳茶饮料、香菇茶饮料等。

6. 其他发酵茶饮料

此外，有以茶水为主要原料，以金花菌、虫草菌为发酵菌株，分别开发出的金花菌茶饮料、虫草菌茶饮料。有在含淀粉糖浆的茶汁中接入保加利亚乳杆菌和嗜热乳酸杆菌，发酵一定时间后再接入法式面包酵母继续发酵，可获得一种具有茶清香、醇香、风味独特的发酵茶饮料。有在保加利亚乳杆菌、巴氏醋杆菌和啤酒酵母的共同作用下制得酸甜可口、清凉解热且富含细菌纤维素的绿茶饮料。

（三）半固态可食茶叶微生物产品

半固态可食茶叶微生物产品主要是指凝固态的酸奶、奶酪、果冻等产品。有在酸



奶、果冻、奶酪等制作过程中添加茶水后，进行微生物发酵，制成茶酸奶、茶果冻、茶奶酪等产品。

二、非可食茶叶微生物产品

茶叶微生物产品除可食的外，自然就是非可食的产品。依据利用目的，非可食茶叶微生物产品主要可以分为茶树微生物肥料、茶树生物农药、茶树降解剂、茶酶制剂、茶树微生物激素、茶叶产香微生物等。茶树降解剂，可以是茶树纤维素降解微生物制剂、茶园农残降解微生物制剂、茶园重金属降解剂、茶叶咖啡碱降解微生物等。

三、其他类型的茶叶微生物产品

有以茶渣为主要原料，适当添加其他辅料，通过混合菌共同发酵后，作为畜禽的饲料。也有以茶渣为原料，用木霉菌等真菌培养液处理，从茶渣中提取葡萄糖。有以特殊微生物进行发酵，促进茶叶中茶褐素大量生成，用于提取茶褐素。也有选用特殊微生物进行发酵，使茶叶中特殊功能活性成分的种类增加或含量增高，如富含 γ -氨基丁酸、没食子酸、洛伐他汀等。有利用微生物，大量合成制备茶氨酸。还有以微生物发酵处理茶叶，制成低咖啡因含量的茶产品，或制成冷水即可快速溶出茶叶内含物的冷泡茶。

茶叶微生物产品一直是传统茶产品之一，生产历史悠久，饮用面广。随着茶叶微生物产品的发展，茶叶微生物产品开发涉及的面会更广，产品种类会更多。

第三节 茶叶微生物产品学的概念与研究内容

一、茶叶微生物产品学的概念

茶叶微生物发酵，是指以茶叶或含有茶叶提取物为基质，经微生物生长发酵，使基质中内含成分发生复杂变化而形成特定品质风味或特定功能的过程。直接经茶叶微生物发酵而成的茶产品，或经茶叶微生物发酵后再经过加工而成的茶产品，均称为茶叶微生物产品。广义的茶叶微生物茶产品，包括涉及茶叶生产全过程中的微生物产品，如促进茶树生长萌发的微生物发酵营养液、茶树生防制剂、茶树废弃物降解制剂等。此外，利用微生物发酵、微生物酶制剂作用茶叶成分后的产物，以及微生物代谢合成茶叶成分的产物，也均可称为茶叶微生物产品。茶叶微生物产品学是研究开发茶叶微生物产品的应用科学，其主要任务是选育微生物发酵菌株、筛选发酵原料、优化发酵工艺、调控微生物发酵与代谢、优化代谢物提取分离工艺、提升茶叶微生物产品的品质与安全等，以促进茶叶资源的开发利用与增值增效。

二、茶叶微生物产品学的研究内容

茶叶微生物产品发酵生产全过程均会影响茶叶微生物产品的发酵与品质，因此均应作为茶叶微生物产品学的研究内容。研究内容主要包括茶叶微生物产品的生产技术