

茶资源及其生物活性成分综合开发进展

李海航, 龚莉红, 张宗耀

华南师范大学生命科学学院, 广州 510631

[摘要] 茶叶是世界上除水以外的第一大饮料。茶叶中含有多种高含量的药用和保健成分, 是开发价值最高的植物材料之一。我国茶叶生产大量过剩, 并有大量的夏秋季次等茶、茶园修剪和茶叶加工过程中的废弃物。综合开发茶资源及茶叶中生物活性物质不仅有巨大的原料来源和市场潜力, 同时能解决茶农存在的实际问题。文章总结了茶资源及其活性成分综合开发研究进展并分析了存在的问题。

[关键词] 茶叶; 生物活性物质; 综合开发

[中图分类号] S571.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2007)07-0051-06

On Exploitation of Tea Resource and the Bioactive Substances in Tea

LI Haihang, GONG Lihong, ZHANG Zongyao

College of Life Sciences, South China Normal University, Guangzhou 510631, China

Abstract: Tea is one of common drinks around the world. It contains multiple bioactive substances with high concentrations, and is one of the most valuable plant resources for the development of bioactive products. China is faced with a serious problem of over-production of tea, at the expense tea farmers. This article gives a review of researches and exploitations of tea resource and the bioactive substances in tea.

Key Words: tea; bioactive substance; comprehensive development

CLC Number: S571.1

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2007)07-0051-06

0 引言

茶叶不仅是 3 大非酒精植物饮料之一和除水以外的第一大饮料, 而且, 由于茶叶中含有多种高含量的药用和保健成分, 它还是开发价值最高的植物材料之一。茶叶中的生物活性成分包括茶多酚 (儿茶素等)、咖啡因、茶氨酸、茶多糖和茶黄素等。近年来, 随着人们对茶叶成分保健功能认识的深入, 茶叶生产和消费逐年增长。我国茶叶出口也连续数年保持增长状态, 其中主要是绿茶的增长。但茶叶消费和出口的增长仍然赶不上近年来茶叶产量的高速增长。茶叶生产过剩给茶叶销售带来很大压力。一些没有名气的品种和产地的茶叶更是无法销售。有些农村因而将茶园和茶山毁掉, 有些地方只采摘春季质量较好的茶, 不采夏季和秋季质量较差的茶, 给农民带来巨大的经济损失。另一方面, 绿茶提取物的研究及其产品开发越来越受到世界各国的广泛关注和重视, 其市场发展迅速, 产品需求量不断增加。特别是欧美和日韩等国都热衷于消费高含 EGCG (没食子儿茶素没食子酸酯, Epigallocatechin-3-gallate)、

天然咖啡因、茶氨酸和茶黄素等的产品。因此, 充分利用我国丰富的茶叶资源、夏秋季节次等茶、中低档茶及茶园修剪和加工中的废料, 综合开发含茶叶中多种功能成分的产品, 不仅有巨大的市场潜力, 而且能解决我国茶叶产业和茶农面临的困境。

1 茶叶主要活性成分及其保健功能

1.1 茶多酚

茶多酚是一大类多羟基酚类化合物, 其主要成分为儿茶素类, 占茶多酚总量的 65%~80%。儿茶素类主要有 EC(儿茶素, Epicatechin), EGC(儿茶素没食子酸酯, Epicatechin-3-gallate), ECG(没食子儿茶素, Epigallocatechin) 和 EGCG 4 种, 其中 EGCG 的生物活性最高。茶叶中茶多酚含量一般为 15%~25%, 少数品种含量高达 40% 以上。茶多酚具有很强的抗氧化和防辐射能力, 能抑癌抗癌、抗衰老、降血糖血脂和胆固醇、减肥、抗龋护齿、防治心血管病、抑菌抑酶、沉淀重金属等作用, 被广泛用于医药、食品饮料、日用化工等工业。

收稿日期: 2006-12-04

作者简介: 李海航, 男, 华南师范大学生命科学学院, 教授, 研究方向为植物化学与分子生物学; Email: li_haihang@yahoo.com

1.2 咖啡因

咖啡因是茶叶中主要的生物碱,含量为2%~5%,高于咖啡和可可。茶叶是天然咖啡因生产的最佳原料。咖啡因能兴奋中枢神经、改善心脏机能、消除疲劳、清除羟基自由基、抑制肿瘤发生和增殖、强心、利尿、助消化和解毒等,是医药和饮料工业的重要原料。

1.3 茶氨酸

茶叶的特征氨基酸,占干重的1%~2%,为游离氨基酸总量的50%~70%,具有镇静、抑制咖啡因引起的兴奋、降血压、提高记忆力、保护神经细胞、降低脑栓塞、预防血管性老年痴呆症、增强抗肿瘤药物疗效、改善长期综合症和减肥等作用。

1.4 茶多糖

茶叶中茶多糖的含量较低(乌龙茶为2.6%,绿茶0.8%~1.4%,红茶0.4%~0.9%),低于茶树根(7.3%)和老叶(6.0%)。茶多糖有降血糖血脂、抗炎、抗凝血、抗血栓、抗辐射等作用,可作为茶叶提取物开发中的副产品。

1.5 茶叶色素

茶叶中的色素成分分为脂溶性和水溶性两部分。脂溶性色素如叶绿素和类胡萝卜素在红茶加工过程中被破坏或降解。水溶性色素包括天然色素(花青素和花黄素等)和加工中形成的色素。茶叶加工过程中大量多酚类化合物被氧化聚合形成成分复杂的茶色素,其中最关注的是茶黄素。茶黄素有极强的清除自由基、抗氧化能力等多种药理功能。但从茶叶中提取制备茶黄素,得率和纯度低,分离纯化困难。目前普遍认为通过茶叶多酚氧化酶作用体外酶促合成茶黄素是最有效的制取方法^[1-3]。

1.6 茶叶非水溶性蛋白质

茶叶含15%~30%非水溶性蛋白质。近来发现这些非水溶性蛋白具有保健功能,如清除超氧阴离子、抗电离辐射引起的突变、降血脂等。非水溶性蛋白可通过碱提酸沉法从茶渣中提取,并可通过蛋白质改性,改善其功能和溶解性质^[4-7]。

1.7 其他成分

茶叶制作过程中,经特殊处理可制成高含量的 γ -氨基丁酸茶,该茶具有显著的降血压等保健作用。茶叶特有的香气成分可作饮料、食品和香水等的高级天然香料。从低档茶可提取作物生长促进剂和紧缺化工原料三十烷醇,制取制革工业用的鞣质。从粗老茶可提取酚醛脂聚用于胶合板工业。

2 茶叶资源的开发与活性成分提取研究

2.1 夏秋茶的利用

因我国茶叶市场价格低廉、产品滞销,许多茶产区已不采制夏秋茶,这样既影响全年收入,又浪费资源。

解决夏秋茶问题目前主要有以下途径。

1) 将夏秋茶改制成乌龙茶。据报道,除云南大叶种和福鼎大毫等少数品种不宜炒制成乌龙茶外,一般适制绿茶的品种都能制成乌龙茶。

2) 改进绿茶制作方法。在生产绿茶过程中,通过嫩采、杀青重、做形轻、足火干燥等,促进茶多酚的降解,可制得品质较好的绿茶。

3) 通过榨汁或提取制成粉末将夏秋茶叶开发成即溶茶、袋茶和食品添加剂等。

2.2 茶叶功能成分的提取

从茶叶中提取有效成分主要有溶剂提取和超临界CO₂萃取等方法。超临界CO₂萃取因设备和生产成本较高,尚难广泛用于生产。溶剂提取法是目前生产的主要方法。茶叶有效成分提取的研究较多集中在茶多酚的提取。茶多酚提取的最佳溶剂为含水乙醇和热水两种。因乙醇成本较高、与用热水提取的效率差别不大,生产上多用热水提取。茶叶中的主要活性成分茶多酚、咖啡因、茶氨酸、茶多糖和水溶性色素(茶黄素)等都能溶于热水,因而能同时被提取出来。

影响溶剂提取的因素很多,主要有材料粉碎度、溶剂、提取方法、料液比、提取次数、pH值、温度、时间及辅助因素(如超声波)等。研究表明茶叶粒度为40~60目($\leq 300\ \mu\text{m}$)时提取效率较高。多数研究表明,微波和超声波处理有助于有效成分的提取,能降低提取温度、缩短提取时间、提高提取效率。但有报道称超声波处理对茶多酚的提取无明显作用,也有报道指出微波浸提法的效果比索氏抽提法和直接浸提法都差。研究表明含水乙醇对茶多酚的提取效率比水高,但各研究者所得出的最佳乙醇浓度相差悬殊,介于20%~80%之间。以水为提取溶剂提取的同时,加微波处理,茶多酚的提取率可达到甚至超过含水乙醇的提取效率。最佳料液比为1:7到1:20之间;料液比低(1:7或以下)时需提取2或3次,料液比高(1:20)时只需提取1或2次。提取茶多酚的最佳pH值为2~3。茶多酚在pH>7时易被氧化,pH值低于1.5时也易被破坏。提取温度和提取时间的长短也因目的成分和提取溶剂等而异,各研究者报道的最佳提取温度介于50~90℃之间,最佳提取时间介于3~90 min之间。有研究表明温度高于60℃、时间长于40 min时提取率下降。但有研究表明,在用加压液体提取儿茶素时,只有当温度达到或高于130℃时,儿茶素和表儿茶素的回收率才开始下降,而且加压液体提取法可显著提高儿茶素和表儿茶素的提取率^[8-12]。

2.3 各组分的初步分离

茶多酚初步分离的方法主要有溶剂萃取法、离子沉淀法和树脂吸附法3种。

1) 溶剂萃取法是先利用有机溶剂(氯仿等)萃取提取物中的咖啡因,然后用乙酸乙酯萃取茶多酚。本法的主

要缺点是需使用有毒溶剂氯仿。

2) 离子沉淀法是在适当的 pH 值下用金属离子 (Zn^{2+} , Al^{3+}) 使茶多酚沉淀, 沉淀用酸溶解后再用乙酸乙酯萃取茶多酚。离子沉淀的最适 pH 值各研究者报道结果不一, 介于 5.3~8.5 之间。本法的缺点是过程复杂繁琐; 使用大量金属离子 Al (有毒) 或 Zn 作沉淀剂和用强酸溶解沉淀; 茶多酚的沉淀和转溶不完全, 收率低。而且, 用金属离子沉淀时, 茶多酚和咖啡因都同时沉淀。张效林等发现在水溶液中使茶多酚沉淀率达到 95.7% 时, 咖啡因的沉淀率亦达 80.28%^[13-17]。

3) 树脂吸附法是将提取物用大孔树脂或聚酰胺树脂等吸附, 用不同的洗脱剂分别洗脱, 得到较纯的茶多酚和咖啡因。或用 2 种不同的树脂连续分别吸附茶多酚、咖啡因、茶氨酸和茶多糖, 可同时将这 4 种组份分离。本法收率和纯度都比较高, 但树脂成本高、洗脱液体积大, 同时因粗提物成分复杂, 树脂容易被污染而难以再生, 仍需进一步深入细致地研究或改进^[18-25]。

2.4 活性单体的纯化

茶叶各活性单体纯化的报道相对比较少。茶多酚经初步分离后可用制备型 HPLC 纯化各儿茶素单体。高效逆相色谱 (HSCCC)^[26]、琼脂糖凝胶电泳或 β -环糊精取代的琼脂糖凝胶等柱层析法也能分离纯化各儿茶素单体^[27-29], 但只限于实验研究或小规模的制备。咖啡因的纯化多用直接升华法或用石灰乳制成“茶砂”升华, 但有咖啡因收集较难、损耗大和污染严重等缺点。茶氨酸可通过 732 阳离子交换树脂纯化或有机溶剂沉淀、结晶等相结合的方法纯化^[30-31]。

2.5 茶叶活性物质代谢的分子生物学研究

到目前为止在基因库中登录的茶树全长基因约 30 个。其中大部分是与茶叶中生物活性物质代谢有关的酶的基因, 如儿茶素或类黄酮合成途径中的多种酶 (茶叶多酚氧化酶、苯丙氨酸解氨酶、反肉桂酸 4-羟化酶、4-香豆酸乙酰辅酶 A 连接酶、查耳酮合成酶、黄烷酮 3-羟化酶、3',5'-类黄酮羟化酶、二氢黄酮醇 4-还原酶、花青素合成酶、无色花色素还原酶), 咖啡因生物合成酶 (S-腺苷蛋氨酸合成酶与咖啡因合成酶), 茶氨酸合成中的谷氨酰胺合成酶和茶叶香气形成有关的酶 (β -葡萄糖苷酶, β -樱草糖苷酶) 等^[32]。

茶叶多酚氧化酶可用于茶黄素的体外氧化合成。糖苷酶可用于制茶过程中提高茶叶香气成分。从茶叶中直接提取茶黄素的效率很低, 通过多酚氧化酶的催化, 体外合成茶黄素的研究受到广泛重视, 已发表了不少研究报道^[13]。赵东^[33]等首次报道并在基因库中登录了茶树多酚氧化酶基因的部分序列 (AF269192)。2004 年印度的 Raizada 等登录了一个全长的茶树多酚氧化酶基因 (AY659975), 2006 年李斌等^[34]又登录了 2 个全长的茶树多酚氧化酶基因 (DQ513312, DQ513313)。赵丽萍等^[35]研

制出了含有 1 680 个 EST 基因片段的茶树基因芯片, 可望使茶叶中生物活性物质代谢机理及其调控等研究取得新的进展。利用现代生物技术开发有关的酶制剂, 用于茶叶生产和茶叶活性成分的转化, 可望提高茶叶和茶叶提取物的质量和产量。

3 问题与讨论

3.1 制茶与提取物相结合

生产过剩的茶叶、夏季和秋季质量较差的茶叶, 以及茶园修剪和茶叶生产过程中的废料是巨大的资源, 是提取茶叶活性成分的好材料。将夏秋茶改制成乌龙茶虽然可以缓解夏秋茶问题和绿茶的压力, 但同时增加了乌龙茶的市场压力。与春茶相比, 夏秋茶含有更高的生物活性成分茶多酚和咖啡因等物质, 更适合于提取活性成分。将春季质量较好的茶叶制作成饮用茶叶, 夏秋季茶和茶叶废料用于提取物生产, 既可以提高饮用茶的质量, 又能充分利用茶叶资源, 创造出更高的经济效益。

3.2 减少小品牌, 创造大品牌, 提高国际竞争力

据报道^[35], 全球年产茶叶约 2 500 万 t, 其中绿茶占 80%。印度是世界上最大的茶叶生产国, 中国居第 2 位。我国年产茶叶超过 81 万 t, 占世界总产量 26% 左右; 出口总量约 25 万 t, 其中绿茶占 65% 以上。英国、巴基斯坦、独联体国家、美国、日本和摩洛哥是茶叶的主要进口国。欧美和伊朗是绿茶出口的新兴市场。我国茶叶的主要出口市场为摩洛哥、乌兹别克斯坦、日本等, 对欧美的出口量较少。日本 80% 的绿茶来自中国。

我国生产的茶叶有无数个品牌, 但缺乏国际知名的大品牌, 特别是能进入欧美市场的品牌。我国各地都在不断地创造品牌, 每个地区、乡、镇都在创造自己的品牌, 追求高价值的品牌效应。但不少品牌年产量只有几百千克, 市场上茶叶品牌杂乱无章, 不少国内长期饮茶者不知道如何选择茶叶。西方人原本对茶的兴趣不高, 或只饮少量红茶, 更无法知道众多品牌的茶之间的区别。近年来, 随着茶叶保健功能成分研究的深入, 西方人对绿茶的兴趣逐渐提高, 是茶叶消费最具发展潜力的市场。据了解, 欧美大型连锁店中已有一些绿茶产品, 但不是来自于中国或印度等茶叶生产国, 而是来自日本公司。欧美国家的茶叶专卖店的主要消费者仍然是华人和东南亚人。国际上普遍看好绿茶, 开发适合西方人消费习惯的品牌绿茶相信有较好的发展前景。

3.3 开发更多的深加工与提取物功能产品

茶叶本身的经济价值较高, 但高价值的茶叶毕竟只占市场的小部分。大部分茶叶的销售价格不高, 特别是大宗出口产品。有关专家认为, 要在激烈的国际竞争中取胜, 不能只把茶叶作为初级原料销售, 而应更多利用自身的资源优势, 提高产品的附加值, 生产出质量更好的提取物或制剂产品。

据报道^[35],我国绿茶提取物生产厂家已有数十家,但多数规模较小。在食品、化妆品领域,茶多酚正逐步取代原来使用的化学原料,应用领域不断扩大。目前,绿茶提取物已成功应用于饮料、医药、化妆品及动植物油和食品等。虽然绿茶饮料本身在欧洲的市场很小,但由于绿茶提取物出色的抗氧化作用和减肥等功效,越来越多的企业看好其未来作为食品补充剂的巨大潜力。美国已将减肥药中曾经使用的麻黄素改用“茶多酚”。在日本绿茶提取物也广泛应用于冷冻甜点、饮料、糕饼、荞麦茶面等食品加工上,绿茶提取物的市场规模已达19~20亿日元。在韩国,绿茶成分的洗面化妆品大受欢迎。

茶叶提取物除了有抗氧化和抗癌活性外,还有显著的减肥、降血糖和降血脂等作用。有效的减肥、降血糖和降血脂功能产品在发达国家更受欢迎,对于普通消费者来说,更容易亲身体验到它的作用效果。而抗氧化和抗癌效果不易被普通消费者亲身感受出来。

3.4 多种功能成分同时高效率开发

现有的茶叶活性物质提取和分离工艺比较复杂,设备投资和开发成本高,而且效率比较低。开发高效简便的提取、分离和活性单体纯化的方法是茶叶有效成分开发中急需解决的实际问题。

茶叶有效成分的提取多数只考虑茶多酚的提取效率,对咖啡因等其它成分提取效率考虑得较少。不少绿茶中咖啡因含量为4%以上,25种名牌绿茶的平均咖啡因含量为4.31%。但实际生产中咖啡因的产率只有1%左右。近年来,医药和食品行业对天然咖啡因的需求增加。同时,高效率提取茶多酚、咖啡因、茶氨酸和茶黄素等多种活性成分,可大大提高茶叶开发和生产的经济效益。

茶多酚产品大多数仍然以茶多酚总量为指标。茶多酚是儿茶素类、黄酮类、花青素类及酚酸与缩酚酸等几大类不同多元酚类化合物的总称,是一个非常复杂的混合物体系。茶多酚中生物活性最高的成分是EGCG,茶多酚总量与主要活性成分EGCG的含量不一定成比例。不同条件下提取的茶多酚中EGCG的含量不同。国际上感兴趣的是EGCG含量高的产品。因此,研究和开发茶多酚产品应以EGCG含量为指标,生产高含量EGCG产品。

参考文献(References)

- [1] 李适,黄建安,刘仲华. 茶黄素体外氧化制备方法的影响因子研究进展[J]. 茶叶通讯, 2005, 32(2): 36-39.
LI Shi, HUANG Jian'an, LIU Zhonghua. Research progress on the Influence factors of preparing theaflavins by means of oxidation in vitro [J]. Tea Communication, 2005, 32(2): 36-39.
- [2] 杨晓萍. 功能性茶制品[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
YANG Xiaoping. Functional tea products [M]. Beijing: Chemical Industrial Press, 2005.
- [3] 曲文娟, 马海乐. 茶黄素形成机理、制备与分析方法的研究进展[J]. 食品工业科技, 2006, 27(6): 197-201.
QU Wenjuan, MA Haile. Research advances on mechanism of formation, preparation and analysis of theaflavins [J]. Science and Technology of Food Industry, 2006, 27(6): 197-201.
- [4] 活泼, 黄光荣, 张晓晖, 等. 非水溶性茶叶蛋白降血脂作用的研究[J]. 茶叶科学, 2005, 25(2): 95-99.
HUO Po, HUANG Guangrong, ZHANG Xiaohui, et al. Studies on lipid-depressing function of water insoluble tea protein[J]. Journal of Tea Science, 2005, 25(2): 95-99.
- [5] 王洪新, 胡昌云. 茶叶蛋白质的改性及其功能性研究[J]. 食品科学, 2005, 26(6): 135-140.
WANG Hongxin, HU Changyun. Study on modification and functional properties of tea dregs protein [J]. Food Science, 2005, 26(6): 135-140.
- [6] 李娟, 活泼, 杨海燕. 茶叶中非水溶性蛋白质提取工艺及功能性研究[J]. 浙江农业科学, 2006(2): 150-153.
LI Juan, HUO Po, YANG Haiyan. Studies on the extraction and functional properties of water insoluble tea protein[J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2006 (2): 150-153.
- [7] 张晓晖, 章克昌, 活泼, 等. 非水溶性茶蛋白的提取工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2005, 26(3): 64-67.
ZHANG Xiaohui, ZHANG Kechang. HUO Po, et al. Studies on the extraction technology of water insoluble tea protein[J]. Food Research and Development, 2005, 26 (3): 64-67.
- [8] 汪兴平, 周志, 张家年. 微波对茶多酚浸出特性的影响研究[J]. 食品科学, 2001, 22(11): 19-21.
WANG Xingping, ZHOU Zhi, ZHANG Jianian. Effects of microwave on extraction of tea polyphenols [J]. Food Sciences, 2001, 22(11): 19-21.
- [9] 周志, 汪兴平, 莫开菊, 等. 茶叶咖啡碱分离提取新技术研究[J]. 食品科学, 2002, 23(8): 105-107.
ZHOU Zhi, WANG Xingping, MO Kaiju, et al. Studies on technology for extraction of caffeine from tea [J]. Food Science, 2002, 23(8): 105-107.
- [10] PINEIRO Z, PALMA M, BARROSO C G. Determination of catechins by means of extraction with pressurized liquids[J]. J Chromatogr A, 2004, 1026(1-2): 19-23.
- [11] 杨世军, 张会香. 茶多酚的提取工艺研究[J]. 食品工业, 2004(6): 34-35.
YANG Shijun, ZHANG Huixiang. Studies on extraction process of tea polyphenol [J]. Food Industrial, 2004(6): 34-35.
- [12] 陈荣义, 张新申, 申金山, 等. 茶叶中有效成分综合提取的研究[J]. 食品科学, 2005, 26(4): 174-177.

- CHEN Rongyi, ZHANG Xinshen, SHEN Jinshan, *et al.* Study on comprehensive extraction of tea polyphenols, caffeine, theanine and tea polysaccharides [J]. Food Science, 2005, 26(4): 174–177.
- [13] 赵元鸿, 杨富佑, 谢冰, 等. 茶多酚的制备及沉淀机理探讨 [J]. 云南大学学报(自然科学版), 1999, 21(4): 317–318.
ZHAO Yuanhong, YANG Fuyou, XIE Bing, *et al.* Studies on the mechanism of preparation and precipitation of tea polyphenols [J]. Journal of Yunnan University (Natural Sciences Edition), 1999, 21(4): 317–318.
- [14] 张效林, 亢茂德, 车红荣. 离子沉淀——絮凝综合脱咖啡碱的茶多酚生产新工艺[J]. 食品科学, 2001, 22(11): 50–52.
ZHANG Xiaoling, KANG Maode, CHE Hongrong. A new technology for producing decaffeinated tea polyphenols from tea[J]. Food Science, 2001, 22(11): 50–52.
- [15] 张家年, 莫开菊, 周志, 等. 茶叶有效成分复合分离提取技术研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(6): 131–135.
ZHANG jianian, MO Kaiju, ZHOU Zhi, *et al.* Comprehensive extraction technologies of active constituents of tea [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2002, 18(6): 131–135.
- [16] 唐课文, 周春山, 蒋新宇. 沉淀-吸附法制备高纯度酯型儿茶素[J]. 中南工业大学学报, 2002, 33(3): 247–248.
TANG Kewen, ZHOU Chunshan, JIANG Xinyu. Preparation of highly pure ester catechines by precipitation-adsorption method[J]. Journal of Central South University of Technology (Natural Science), 2002, 33(3): 247–248.
- [17] 刘焕云, 李慧荔, 邵伟雄, 等. Ca^{2+} 沉淀法提取茶多酚的方法研究[J]. 广州食品工业科技, 2004, 20(3): 26–28.
LIU Huanyun, LI Huili, SHAO Weixiong, *et al.* Study on the technology of extraction by using Ca^{2+} as sedimentation agent for tea-polyphenols [J]. Guangzhou Food Science and Technology, 2004, 20(3): 26–28.
- [18] 陈劲春, 李一, 刘春秀. 四种吸附材料分离茶多酚的初步结果比较[J]. 北京化工大学学报, 2000, 27(2): 95–96.
CHEN Jinchun, LI Yi, LIU Chunxiu. Comparison of isolating tea polyphenols with four adsorbents from low grade tea [J]. Journal of Beijing University of Chemical Technology, 2000, 27(2): 95–96.
- [19] 罗晓明, 蒋雪薇, 徐协文, 等. 聚酰胺色谱法分离制备茶多酚的研究[J]. 食品科技, 2002(5): 34–37.
LUO Xiaoming, JIANG Xuewei, XU Xiewen, *et al.* Investigation on Separation and Preparation of Tea-Polyphenols by Chromatographic Column Packed with Polyamide [J]. Food Science and Technology, 2002(5): 34–37.
- [20] 唐课文, 周春山, 钟世安, 等. 聚酰胺树脂对茶多酚和咖啡因吸附选择性研究 [J]. 光谱学与光谱分析, 2003, 23(1): 143–145.
TANG Kewen, ZHOU Chunshan, ZHONG Shi'an, *et al.* Study on adsorption of tea polyphenol and caffeine with polyamide resin[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2003, 23(1): 143–145.
- [21] 高小红, 袁华, 喻宗沅. 茶氨酸的研究进展 [J]. 化学与生物工程, 2004(1): 7–9.
GAO Xiaohong, YUAN Hua, YU Zongyuan. Research progress of L-theanine [J]. Chemistry and Bioengineering, 2004, 1: 7–9.
- [22] 林智, 杨勇, 谭俊峰, 等. 茶氨酸提取纯化工艺研究[J]. 天然产物研究与开发, 2004, 16(5): 442–447.
LIN Zhi, YANG Yong, TAN Junfeng, *et al.* Isolation and purification of theanine[J]. Natural Product Research and Development, 2004, 16(5): 442–447.
- [23] 龚雨顺, 刘仲华, 黄建安, 等. 大孔吸附树脂分离茶儿茶素和咖啡因的研究[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2005, 31(1): 50–52.
GONG Yushun, LIU Zhonghua, HUANG Jian'an, *et al.* Studies on the isolation of tea catechins and caffeine with the macroporous adsorption resin [J]. Journal of Hunan Agricultural University, Natural Sciences, 2005, 31(1): 50–52.
- [24] 王同宝, 张效林, 张卫红. 阶段洗脱吸附层析法分离茶多酚咖啡碱[J]. 离子交换与吸附, 2005, 21(4): 329–334.
WANG Tongbao, ZHANG Xiaolin, ZHANG Weihong. Stepwise elution adsorption chromatography separation for tea polyphenols and caffeine [J]. Ion Exchange and Adsorption, 2005, 21(4): 329–334.
- [25] YANAGIDA A, SHOJI A, SHIBUSAWA Y, *et al.* Analytical separation of tea catechins and food-related polyphenols by high-speed counter-current chromatography[J]. J Chromatogr A, 2006, 1112(1–2): 195–201.
- [26] SAKANAKA S. A novel convenient process to obtain a raw decaffeinated tea polyphenol fraction using a lignocellulose column [J]. J Agric Food Chem, 2003, 51(10): 3140–3143.
- [27] XU J, ZHANG G, TAN T, *et al.* One-step purification of epigallocatechin gallate from crude green tea extracts by isocratic hydrogen bond adsorption chromatography on beta-cyclodextrin substituted agarose gel media[J]. J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci, 2005, 824(1–2): 323–326.
- [28] JOHN K M, VIJAYAN D, RAHUL P R, *et al.* Electrofocusing of methanolic extracts for identification of individual flavonol biomolecules in Camellia species [J]. J Agric Food Chem, 2006, 54(8): 2828–2831.
- [29] 陈秀兰, 李炎, 黄雪松. 离子交换树脂分离合成茶氨酸[J]. 食品与发酵工业, 2006, 32(4): 126–129.
CHEN Xiulan, LI Yan, HUANG Xuesong. Separation of Synthesized Theanine with Cation Resin [J]. Food Fermentation Industries, 2006, 32(4): 126–129.
- [30] 袁华, 高小红, 阎志国, 等. 离子交换法从茶叶中提取茶氨酸[J]. 精细石油化工进展, 2006, 7(3): 42–44.
YUAN Hua, GAO Xiaohong, YAN Zhiguo, *et al.* Extrac-

我国农业病虫害生物防治应用研究进展

杨怀文

中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100081

[摘要] 在参阅近 5 年全国生物防治领域发表的文章、专著和笔者在工作中收集到的资料基础上, 综述了全国农业病虫害生物防治的主要进展, 包括近年国家设置的生物防治研究重大项目、生物农药的新产品研发、昆虫天敌的商品化及应用等。

[关键词] 植物保护; 生物防治; 昆虫天敌; 生物农药

[中图分类号] O414.22, X524

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2007)07-0056-05

Advances in Bio-control of Plant Diseases and Pests in China

YANG Huaiwen

Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China

Abstract: The advances of biological control of plant diseases and pests in China are reviewed in this paper, based on the journal articles and works published within recent 5 years, including the national biological control research programs, the development of bio-pesticides, utilizations of natural enemies and their commercialisation.

Key Words: biological control; natural enemy; bio-pesticide; advances

CLC Numbers: O414.22, X524

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2007)07-0056-05

生物防治是指用生物或生物代谢产物来控制病虫害的技术, 它是植物保护不可缺少的组成部分。现代科技的发展使生物防治技术更加丰富, 近年来有学者把转抗虫、抗病基因植物也列入生物防治范畴^[1]。由于生物防治主要是运用自然界生物相生相克的原理, 人

为地增多原本在自然界中存在的对病虫害有相克作用的生物, 来控制有害生物的危害, 故具有较小的环境风险, 是一种与环境友好的植保技术。目前生物防治技术包括以虫治虫、以拮抗微生物治病、以微生物的代谢产物治虫、治病和用转入杀虫或抗病基因的植物杀虫

收稿日期: 2006-10-18

作者简介: 杨怀文, 女, 中国农业科学院植物保护研究所, 研究员, 主要从事农业害虫生物防治研究; E-mail: huaiweny@263.net

- tion of L-theanine from Chinese tea by ion exchange[J]. *Advances in Fine Petrochemicals*, 2006, 7(3): 42-44.
- [31] 马春雷, 陈亮. 茶树功能基因分离克隆研究进展[J]. *分子植物育种*, 2006, 4(3): 16-22.
- MA Chunlei, CHEN Liang. Research progress on isolation and cloning of functional genes in tea plant[J]. *Molecular Plant Breeding*, 2006, 4(3): 16-22.
- [32] 赵东, 刘祖生, 奚彪. 茶树多酚氧化酶基因的克隆及其序列比较[J]. *茶叶科学*, 2001, 21(2): 94-98.
- ZHAO Dong, LIU Zusheng, XI Biao. Cloning and alignment of polyphenol oxidase cDNA of tea plant[J]. *Journal of Tea Science*, 2001, 21(2): 94-98.
- [33] 陈忠正, 李斌, 黎秋华, 等. 茶叶多酚氧化酶基因克隆与序列分析[J]. *食品工业科技*, 2006, 27(10): 109-117.

- CHEN Zhongzheng, LI Bin, LI Qiuhua, *et al.* Cloning polyphenol oxidase DNA of tea [J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2006, 27(10): 109-117.
- [34] 赵丽萍, 高其康, 陈亮, 等. 茶树基因芯片的研制和初步应用[J]. *茶叶科学*, 2006, 26(3): 166-170.
- ZHAO Liping, GAO Qikang, CHEN Liang, *et al.* Development and preliminary application of cDNA microarray of tea plant (*Camellia sinensis*)[J]. *Journal of Tea Science*, 2006, 26(3): 166-170.
- [35] 张中朋. 绿茶提取物市场巨大[J]. *中药研究与信息*, 2005, 7(7): 41-44.
- ZHANG Zhongpeng. Huge market for green tea extracts [J]. *Research & Information on Traditional Chinese Medicine*, 2005, 7(7): 41-44. (责任编辑 王芷)