

文章编号: 1672-691X(2008)03-0051-05

茶多酚的提取方法及应用研究进展

王玉春

(兰州理工大学 石油化工学院, 甘肃 兰州 730050)

摘要:茶多酚是茶叶中多酚类物质的总称,在食品、油脂、保健、医药、日化、精细化工等领域都有广泛的应用。本文就茶多酚提取的各种方法的基本流程及各自的优缺点及茶多酚的用途作一综述,以供大家参考。

关键词:茶多酚;提取方法;应用

中图分类号:S571.1 **文献标识码:**A

茶多酚又名茶单宁、茶鞣质,是茶叶中多酚类物质的总称。包括儿茶素、黄酮类化合物、花青素、酚酸等4大类物质,其中儿茶素类化合物为茶多酚的主体成分,约占茶多酚总量的60%~80%。其次是黄烷酮类,其他多酚的物质较少。茶多酚是介于淡黄色至茶褐色之间的不定形粉末,可溶于水及甲醇、乙醇、乙酸乙酯、丙酮等有机溶剂,不溶于氯仿。在酸性介质中稳定,在碱性介质中易氧化并褐变。绿茶中茶多酚的含量较高,占茶叶干物质的15%~30%,是形成茶叶色香味的主要成份之一,也是茶叶中有保健功能的主要成份之一。因茶多酚化学结构中带有多个活性羟基,对人体保健极为有利。现代医学研究发现,茶多酚是一种新型的天然抗氧化剂,具有抗肿瘤、抗衰老、去脂减肥,降低血糖、血脂和胆固醇及抑制艾滋病(HIV病毒)的作用;还能清除体内过剩的自由基、阻止脂质过氧化,提高机体免疫力,延缓衰老。同时,茶多酚还有抑制细菌生长,防止食物腐败变质,消除异臭,水溶性强等特征,因此,在食品、油脂、保健、医药、日化、精细化工等领域都有广泛的应用。

1 茶多酚的提取工艺

目前国内外茶多酚粗品的提取的方法主要有:溶剂提取法、离子沉淀法、树脂吸附分离法、超临界流体萃取法、超声波浸提方法、微波浸提法等6种方法。此外,还有低温纯化酶提取法,和盐吸法等。本文对各种方法的工艺及其特点作一介绍,以供大家参考。

1.1 溶剂提取法^[1~9]

茶多酚易溶(或可溶)于水、醇类、醚类、酮类、酯类等,所以溶剂萃取法可有水提取法和有机溶

剂萃取法两种。水提取法以水为溶剂,采用水浴加热提取多次,合并提取液后用氯仿萃取,分出氯仿相后改用乙酸乙酯多次萃取,合并乙酸乙酯相并减压蒸馏浓缩,将其干燥(真空、冷冻或喷雾干燥)后用去离子水重结晶即得产品。此法有机溶剂使用少,工艺简便,成本低,产品纯度高,但提取率低。有机溶剂提取方法是传统的提取茶多酚的一种方法,也是使用最为广泛的方法,过程比较简单。其原理是利用茶叶中不同化合物在不同溶剂中的溶解度差异进行提取分离的。常用的溶剂有水、甲醇、乙醇、丙酮、乙酸乙酯,一般为回流提取。工艺路线为:茶叶原料—溶剂提取—过滤—有机溶剂脱色、脱咖啡碱—萃取—回收溶剂干燥—茶多酚粗品。浸提、除杂、萃取为必不可少的共同性步骤,常用的去杂质方法有氯仿除杂法,活性炭脱色法,石油醚除色素或通过低温静置除杂法。各工艺的差别仅在于浸提条件、浸提剂、浸提时间、pH值、温度、次数等)、除杂条件和萃取条件不同。

总结国内外有关溶剂提取法的文献可看出:溶剂提取法的优点是稳定、可靠,缺点是:用水提取,茶多酚提取率低(一般提取率为5%~6%),产品纯度低,产品易氧化,且其中含有大量杂质(如植物多糖、茶棕色素、色素、咖啡碱、树脂等)。而用有机溶剂提取,提取率虽可有所提高(可达到10%~15%),但由于浸提液中不但含有茶多酚,而且还含有茶色素、咖啡碱等杂质,要得到精品,还须反复除杂精制,工序多,工艺繁琐复杂,萃取工序一般需经3级错流萃取;需多次蒸馏,加热时间长;需要用大量的有机溶剂,有的有机溶剂回收困难,有毒、易燃,不利于安全生产。综上所述,溶剂法的改进主要应以简化工艺、降低成本、提高有

收稿日期:2008-03-20.

作者简介:王玉春(1972-),女,甘肃武威人,兰州理工大学讲师,硕士,主要从事分离科学与技术,应用催化研究。

效成份含量和提取率等为目标。

1.2 离子沉淀提取法^[10~15]

沉淀法的原理是利用茶多酚在一定的介质条件下可以和某些物质络合形成沉淀物的性质,使其从浸提液中分离出来,从而与水溶液中咖啡碱、单糖、氨基酸等组分分离,来提取茶多酚。一般工艺路线为:茶叶原料—热水提取—过滤—沉淀—转溶—萃取—浓缩—真空干燥—茶多酚粗品。已报道使用的沉淀剂有 4 类,即无机盐类、生物碱、蛋白质类和高分子聚合物。其中无机盐类最常用,其他 3 类沉淀剂成本高,目前尚处在实验阶段。无机盐类常用沉淀剂有 3 种:①重金属碱式盐,如 $\text{Pb}(\text{OH})\text{Ac}$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})\text{Ac}$ 等;②氢氧化物,如 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、这类沉淀剂价廉,但强碱均有腐蚀作用;③盐离子,如 Ca^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Ba^{2+} 、 Fe^{3+} 等,是一类较有前途的沉淀剂。可在碱性条件下沉淀,在酸、中性条件下转溶。这些金属离子可以单独使用,也可以复合使用。由于每种沉淀剂存在一定的适宜 pH 沉淀环境,一般认为偏碱性的沉淀剂易诱发茶多酚的氧化,因此 Zn^{2+} 、 Al^{3+} 沉淀剂被认为是较适宜的弱酸性环境的沉淀剂。余兆祥等^[26]采用了 Zn^{2+} 、 Al^{3+} 复合型沉淀剂进行沉淀试验,分别与 Zn^{2+} 、 Al^{3+} 单一型沉淀剂进行对比,结果表明,复合型沉淀剂比单一沉淀剂效果要好。

沉淀法的优点是:①减少了有机溶剂的使用量,从而大大减少了环境污染,生产安全性好;②工艺比较简单:茶叶经浸泡后,加入沉淀剂即可得到茶多酚与金属结晶性沉淀物,不必浓缩提液,可在一定程度上降低能耗,成本低;③选择性强,因而产品的纯度较好,可达 95% 以上,有的高达 99.5%;④产品色泽好,水溶性好。缺点是:①无机盐沉淀剂沉淀转溶时 pH 值波动大,而茶多酚在碱性条件下易氧化,影响产品品质;②过滤和稀酸转溶过程中茶多酚的损失较大;③溶液中咖啡碱等干扰物质因与茶多酚配合物的吸附产生共沉淀作用而被带入沉淀中,影响茶多酚的纯度。此外,有些金属盐残留对产品安全性也构成隐患;④工艺操作控制比较严格,废渣、废液处理量大。

1.3 树脂吸附分离法^[16~24]

树脂吸附分离方法提取茶多酚是利用树脂能对茶多酚发生吸附—解吸作用的特性来实现茶多酚与其它浸提物组分之间的分离。将茶多酚吸附到树脂上,然后用溶剂洗脱,浓缩后可得到茶多酚。根据所采用的树脂类型的不同可分为吸附柱

分离法、离子交换柱分离法和凝胶柱分离方法,这 3 种方法原理相同,只是操作上有一定的差异。其生产工艺为:茶叶—热水提取—浓缩—吸附柱吸附—解吸剂洗脱—茶多酚洗脱液减压蒸馏回收溶剂—真空干燥—粉状粗茶多酚—水溶解成溶液—乙酸乙酯提取—减压蒸馏回收溶剂—真空干燥—粉晶态茶多酚。

该法有以下优点:①树脂吸附法简便,工艺简单,能耗少;②操作条件温和,避免了有效成分失活;③在整个过程中使用的有机溶剂主要是乙醇,它的回收容易,而且无毒、无污染。环境污染少,符合清洁化生产的发展趋势;④树脂再生容易,反复利用,成本低。缺点是:①树脂用量大,树脂价格高、饱和吸附量低、且由于树脂失活,使用寿命短;②大规模连续性生产的设备缺乏,只适合于小量的生产。

1.4 超临界流体萃取法^[25~28]

超临界流体技术是一种新型高效的绿色分离技术,是利用超临界流体作为萃取剂,从固体或液体中萃取某种高沸点和热敏性成分,以达到分离和纯化的目的。其工艺流程为:茶叶经超临界萃取—茶多酚粗品—纯化—高纯度的茶多酚。目前,人们较多选用无毒的 CO_2 流体作超临界流体。与一般的萃取分离技术相比,该法的优点是具有优良的传递性能,较强的渗透力,良好的选择性,对有机物溶解度大,萃取率高,产品质量好,操作条件温和,特别适用于分离热敏性物质等优点。采用超临界流体萃取技术可以避免使用有毒有机溶剂,不污染环境,工序简单,产品分离简单方便。缺点是一次性投入资金量大,产品收率低,且只适用少数成分的提取。

但是超临界流体萃取过程中茶多酚不被氧化,所得产品纯度很高,粗品只要经过简单精制即可得到 95% 以上的茶多酚,所以依然是植物有效成分分离技术发展的趋势,是解决溶剂萃取技术对环境的影响的最好方法。

1.5 超声波浸提法^[29~31]

超声提取法是对提取过程进行超声波强化处理,是利用超声波的机械破碎和空化作用,加速茶多酚浸提物从茶叶中向溶剂扩散的速度,缩短浸提时间,增加有效成分的提取率。再用传统工艺相同的过程从提取液得到茶多酚,然后纯化。超声波提取茶多酚具有工艺简单,提取温度低、回收率高、氧化损耗小,节时、节能、提取率高等优点,同时避免了有毒溶剂的使用,具有良好的工业推广

价值.

1.6 微波浸提法^[32~33]

近年来,用微波萃取法提取茶叶中的茶多酚正在成为研究热点.微波辅助萃取技术,简称微波萃取技术,是指使用适合的溶剂在微波反应器中从天然药用植物、矿物、动物组织中提取各种化学成分的技术和方法.微波浸提法是最近几年发展的一种新方法,基本原理是利用在微波场中分子发生高频的运动,扩散速率增大,因此茶多酚等浸提物在微波的辐射作用下可快速浸取出来.影响微波提取过程的主要因素包括:微波加热功率;提取溶剂的种类,萃取时间;溶剂用量以及润湿水量等.微波辅助萃取技术比目前常规使用的工艺有以下特点:1. 处理时间快,微波方法仅用数分钟乃至数十秒即可,具有高效节能的作用;2. 提取率高,节约了溶剂,大大提高了提取效率;3. 避免使用有毒溶剂、产品安全;4. 热效率高,控制容易,便于自动化和提高生产率.所以,微波辅助萃取技术节省能源,省工、省时、对环境友好,是一种可持续发展的技术.

2 茶多酚的应用

长期以来,国内外科学家对茶多酚进行了深入的研究,取得了不少重要的成果,人们发现茶多酚在食品工业、生物医药、卫生保健、日用化工等领域都有用武之地,归纳起来主要有以下几个方面.

2.1 在医药保健中的应用^[34~39]

2.1.1 清除活性氧自由基 生物体内自由基的生成和代谢与机体健康密切相关,自由基是指具有未配对价电子的原子、原子团、分子和离子.正常生命过程中产生的自由基是维持生命所必须的,但人体内过量的自由基会对人体的脂质,核酸,蛋白质和糖类生命分子造成损害,引发癌症、中风、肺气肿和白内障等多种疾病.而茶多酚作为一种优良的氢或中子的给予体,可以和生物体在氧化还原反应中生成的过量的自由基反应生成酚氧自由基,从而灭活自由基,保护生物体遭受自由基的损伤.

2.1.2 抑制心血管疾病 心血管疾病是目前威胁人类的3种疾病之一,茶多酚可通过多种药效作用干预和阻止心脑血管病的发生和发展.人体的胆固醇、三酰甘油等含量高、血管内壁脂肪沉积、血管平滑肌细胞增生后形成动脉粥样斑块等心血管疾病,动脉粥样硬化(AS)的发生与血浆

脂质关系密切.低密度脂蛋白(LDL)可致AS,而高密度脂蛋白(HDL)则起拮抗作用.因为茶多酚对有机体的脂肪代谢产生重要的作用,具有明显的抑制血浆和肝脏中胆固醇含量上升的作用,有促进脂类化合物从粪便中排出的效果,因此可以有效地防止动脉粥样硬化(AS),降低血压,防止血小板凝集等.

2.1.3 抗肿瘤作用 自1987年Fujiki.H等最早报道(一)EGCG(表没食子儿茶素没食子酸酯)抑制人体癌细胞作用以来,大量的研究结果证实了茶多酚对各种癌症有明显的预防和治疗效果,它包括皮肤癌、肺癌、食道癌、胃癌、小肠癌、胰腺癌、前列腺癌、白血病和乳腺癌等.目前已明确茶多酚通过如下机理抑制癌症的发生:清除自由基、调控致癌过程中关键酶、直接与亲电子的最终致癌物作用、抑制致癌基因和DNA的共价结合、抑制细胞增殖过程,以及抑制亚硝化过程等.

2.1.4 抗辐射作用 皮肤受到紫外线照射可引起多种生物反应,包括炎症的诱导、皮肤免疫细胞的改变和接触超敏反应的削弱.茶多酚及其氧化产物具有吸收放射性物质铯⁹⁰和钴⁶⁰毒害的能力,口服和外用茶多酚能抵抗辐射产生的致癌作用,对肿瘤患者在放射治疗过程中引起的轻度放射病,以及血细胞减少症都有很好的疗效.

2.1.5 抗菌、抗病毒作用 茶多酚有较强的收敛作用,对病原菌、病毒有明显的抑制和杀灭作用,茶多酚对引起化脓型感染、烧伤、外伤的金黄色葡萄球菌、变形杆菌、绿脓杆菌等有明显的抑制作用,茶多酚能杀灭肉毒杆菌及其孢子,抑制细菌外毒素的活性,对引起腹泻、呼吸道和皮肤感染的各种病原菌有抗菌作用.另外,人们还发现茶多酚对胃肠炎病毒、肝炎病毒等有较强的抑制作用,对消炎止泻也有明显效果.

除以上功能外,茶多酚还有助于美容护肤,具有减肥作用,抗龋护齿作用,抑制皮肤的过敏反应,抑制肾小球膜细胞的增殖,改善肾功能,防治艾滋病等功能.

2.2 在食品中的应用^[40~43]

茶多酚是卫生部批准天然抗氧化食品添加剂,可用于糕点及乳制品,用于消臭口香糖及饮料生产,用于水果和蔬菜保鲜,用于畜肉制品,用于油脂及含油脂食品,用于鱼糜制品等食品中.能够延长贮存期,防止食品退色,提高纤维素稳定性,有效保护食品各种营养成分.茶多酚的抗氧化作用在于儿茶素分子结构中酚性羟基具有供氢体的

活性,能与脂肪酸在自动氧化过程中产生的游离基结合,中断脂肪酸氧化的链锁反应,抑制氢过氧化物的形成,达到抗氧保鲜的目的.其主要用途如下:

2.2.1 用作抗氧化剂 茶多酚能抑制油脂酸败,因此可作为抗氧化剂在食品加工业和饲料工业中得到应用.在食用油脂、火腿、蛋糕、巧克力等食品中添加茶多酚可延缓其氧化酸败,提高油脂的储存期和食品的货架寿命.

2.2.2 用作保鲜剂 茶多酚可以防止脂肪的氧化和“油烧”,从而保持其鲜度,它比传统的抗坏血酸钠效果更好.茶多酚对于自然界中类群的近百种细菌均有优异的抗菌活性,显示抗菌的广谱性;茶多酚对 α -淀粉酶、蔗糖酶均有良好的抑制能力,可以减缓采摘后的水果及蔬菜的腐败、变味,是理想的保鲜剂;另外,用茶多酚制得的保鲜剂也可使各色糕点、乳酸饮料和畜牧水产品深加工等不变色腐败.

2.2.3 用作保色剂 茶多酚具有强还原性,可以用于防止天然色素如胡萝卜素、叶绿素、红花素、胭脂红和维生素等色素受光氧化作用而褪色,可作为保色剂保持色泽鲜艳稳定.据研究,茶多酚保色性能比维生素 C 高出 20 倍.

2.2.4 作为除臭剂 在肉类、粮油作物及其制品中有时会存在异味,如大豆制品的豆腥味、鱼臭成分的三甲基胺等.加入一定量的茶多酚可有效地去除这些异味.茶多酚还可以除口臭,其效果好于叶绿酸铜钠(SCC).日本已利用茶多酚生产除臭口香糖、香烟过滤嘴等.

2.2.5 用作解毒剂 茶多酚对重金属离子沉淀或还原,可作为生物碱中毒的解毒剂.国外已经开发利用茶多酚作为香烟的解毒剂,茶多酚能使烟碱和烟雾诱变,从而降解有害物质,且不影响香烟的口味和兴奋作用.

2.3 在日用化学品中的作用^[44~46]

茶多酚在日用化学品,尤其在保健化妆品、洗浴品中也有极为广泛的发展前景.茶多酚对 200~330nm 波长的紫外线有较强的吸收,可减少日光中的紫外线辐射对皮肤的损伤及减少皮肤黑色素形成等,另外,茶多酚对光敏性皮炎、牛皮癣等症都有明显疗效,并可使受角质化的表皮光滑.在唇膏中,用于预防唇的干裂和干燥感,同时改善口唇的柔软度.茶多酚还可用作护肤品的调理剂和增白剂.随着茶多酚研究的深入,其应用领域必将进一步扩大,开发出的新特性、新用途必将造福

于全人类.

3 结语

茶多酚是从茶叶中提取出的天然活性物质,具有很强的生物学活性,除了具有良好的保鲜、抗氧化性,清除自由基和抑制致癌物引起的突变,还可抑制细胞增殖、诱导细胞凋亡和阻滞细胞周期等,是一种较有前途的抗癌药物,近年来茶多酚的提取和应用受到国内外广泛关注.从国内已有报道看,大多数工艺的茶多酚提取率都很低(不到 15%),而且目前应用较多的溶剂萃取法和离子沉淀法所得的产品具有潜在危害,因此,目前的各种提取工艺还需要进一步改进.此外,对茶多酚进一步改性,以增强其抗氧化能力持久性以及茶多酚的抗癌机理研究也是非常值得关注的课题.

参考文献:

- [1] 陶荣达.茶多酚的制备和应用研究的进展[J].化学世界,1997,38(2):64-67.
- [2] 曾振宇,郑为完.从茶叶中提取茶多酚和咖啡碱的工艺研究[J].南昌大学学报,1997,19(4):31-33.
- [3] 谢笑天,郑萍,李国宝.茶灰中提取抗氧化剂工艺研究[J].云南师范大学学报,1997,17(3):50-52.
- [4] 熊何建,胡慰望,谢笔钧.茶多酚分离制备的新工艺[J].食品工业科技,1997(6):32-34.
- [5] 尹莲.茶多酚制备工艺的改进研究[J].食品科技,1998(6):33-34.
- [6] 姜绍通,潘丽军,黄树新.醋酸乙酯逆流萃取绿茶茶多酚的研究[J].农业工程学报,1997,13(4):202-206.
- [7] 潘丽军,姜绍通,江国庭,等.果胶酶对茶多酚萃取体系传质效果的影响[J].食品科学,1999(12):25-28.
- [8] COLLIER P D, BRYCE T, MALLOWS R, *et al*. The theaflavins of black tea tetrahedron[J]. 1973, 29(1): 125-142.
- [9] SVEN O A, JENS P J, GUSTAV B, *et al*. Phenoloxidase catalyzed coupling of catechols. Identification of novel coupling products[J]. Biochimica et Biophysica Acta, 1992, 1118(2): 134-138.
- [10] FAVRE M, LANDOLT D. The influence of gallic acid on the reduction of rust on painted steel surfaces [J]. Corrosion Science, 1993, 34 (9): 1481-1494.
- [11] 葛宜掌,金红.茶多酚的离子沉淀提取方法[J].应用化学,1995,12(2):107-109.
- [12] GUST J, SUWALSKI J. Relations between radical scavenging effects and anticorrosive properties of polyphenols[J]. Corrosion, 1995, 51(1): 37-44.

- [13] 易国斌,崔英德,廖列文,等. PVPP 吸附绿茶饮料中茶多酚的研究[J]. 食品科学, 2001, 22(5): 1-16.
- [14] 黄惠华,王少斌,王志,等. 茶多酚-蛋白质之间的络合及沉淀回收研究[J]. 食品科学, 2002, 23(1): 26-30.
- [15] 余兆祥,王筱平. 复合型沉淀剂提取茶多酚的研究[J]. 食品工业科技, 2001, 22(3): 32-34.
- [16] 徐向群,陈瑞锋,王华夫. 吸附茶多酚树脂的筛选[J]. 茶叶科学, 1995, 15(2): 137-140.
- [17] 汪小刚,萧伟祥. 吸附树脂层析在茶多酚分离制备中的应用[J]. 茶业通报, 1997, 19(2): 27-29.
- [18] 吕远平,姚开,何强,等. 树脂法纯化茶多酚的研究[J]. 中国油脂, 2003, 28(10): 64-66.
- [19] 陈海霞,谢笔钧. 树脂法从茶叶中综合提取有效成分的研究[J]. 精细化工, 2000, 17(8): 493-495.
- [20] 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.
- [21] 王梅,张笠,李慕玲,等. 树脂法提取茶多酚的研究[J]. 离子交换与吸附, 1998, 14(5): 428-433.
- [22] 曾金龙,傅锦坤. 聚酰胺/硅胶吸附剂在茶多酚提取中的应用[J]. 广西化工, 1998, 27(3): 64-65.
- [23] 宋世廉,于文潮. 从茶叶下脚料提取儿茶素的新方法[J]. 中国食品工业, 1999, (12): 18-20.
- [24] 傅锦坤,陈玉池,许金来,等. 茶叶中茶多酚的吸附分离提取[J]. 食品科学, 1998, 19(8): 22-24.
- [25] 冯耀声,李军. 茶多酚的超临界萃取法研究[J]. 浙江化工, 1995, 26(4): 10-13.
- [26] 宓晓黎. 超临界二氧化碳萃取茶叶中 EGCG 等儿茶素组分的工艺研究[J]. 中国茶叶, 1997, 18(6): 18-19.
- [27] 杨炎,宓晓黎. 茶叶中儿茶素的提取和纯化工艺研究综述[J]. 茶叶通报, 1997, 19(4): 34-36.
- [28] 王小梅,黄少烈,李俊华. 茶多酚的提取工艺研究[J]. 广州化工, 2001, 29(4): 27-29.
- [29] 尹莲. 超声法提取茶多酚的实验研究[J]. 食品工业, 1999(3): 10-11.
- [30] PAN Xue-jun, NIU Guo-guang, LIU Hui-zhou. Microwave-assisted extraction of tea polyphenols and tea caffeine from green tea leaves[J]. Chemical Engineering and Processing, 2003, (2): 129-133.
- [31] 陈素艳,邓清莲,巫晶晶,等. 超声波法从茶叶中提取苯多酚[J]. 渤海大学学报: 自然科学版, 2005, 26(4): 316-319.
- [32] 周志,汪兴平,张家年,等. 微波在茶多酚提取技术上的应用研究[J]. 湖北民族学学报, 2001, 5(2): 8-10.
- [33] 洪兴平,周志. 微波对茶多酚结构及其儿茶素组成的影响[J]. 食品科学, 2002, 23(1): 37-39.
- [34] 黄可泰,洪方耀. 茶多酚对口腔变形链球菌抑制作用及其耐药性的研究[J]. 中国茶叶, 1992(4): 4-5.
- [35] 杨贤强,沈生荣,贾之慎,等. 茶多酚清除自由基和抗氧化作用的机理及应用基础研究[J]. 中国茶叶加工, 1994(1): 41-44.
- [36] 刘刚,陆劲松. 茶多酚对肿瘤防治作用的研究进展[J]. 中国癌症杂志, 2002, 12(3): 265-268.
- [37] LAMBERT J D, YANG C S. Cancer chemopreventive activity and bioavailability of tea polyphenols[J]. Mutation Research, 2003, 523(1): 201-208.
- [38] 张星海,沈生荣,杨贤强. 茶多酚对心脑血管疾病防治作用的研究进展[J]. 福建茶叶, 2001(4): 24-27.
- [39] ASFAR S, ABDEEN S, DASHTI H, et al. Effect of green tea in the prevention and reversal of fasting-induced in testinal mucosal damage [J]. Nutrition, 2003, 19(6): 536-540.
- [40] 瞿执谦,唐玉凤. 茶多酚在中国香肠保鲜中的应用[J]. 肉类工业, 1995(4): 26-27.
- [41] 黄圣基,万青. 茶多酚的制备及其在食品工业中的应用[J]. 食品研究与开发, 1996, 17(1): 25-28.
- [42] 屠幼英. 茶多酚的食品保鲜机理及应用现状[J]. 茶叶科学技术, 2001(2): 25-27.
- [43] 吴媛媛,屠幼英. 紧压茶对淀粉酶促活化作用的研究[J]. 中国茶叶加工, 2002(1): 38-39.
- [44] 胡秀芳. 茶多酚对皮肤的保护与治疗作用[J]. 福建茶叶, 2000(2): 44-45.
- [45] 曾磊,张玉军. 茶多酚的功能特性及应用[J]. 牙膏工业, 2003(1): 43-46.
- [46] WOJTASZEK M E, KRUCZYHSKI Z, KASPRZAK J. Investigation of the free radical scavenging activity of Ginkgo bilobal leaves[J]. Fitoterapia, 2003, 74(1): 1-6.

Extraction and Application of Tea Polyphenol

WANG Yu-chun

(School of Petrochemical Technology, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, China)

Abstract: Tea polyphenol, active ingredient in the tea, has been widely used in foods, fats, medicine and chemical industry. The component, property, the methods of extraction, application and prospect of tea polyphenols are been introduced respectively in this essay.

Key words: tea polyphenol; methods of extraction; application