

核桃青皮的有效成分及综合利用

王红萍, 尹江艳 (文山学院化学与工程学院, 云南文山 663000)

摘要 目前核桃果实应用较为广泛,但其青皮却成了废弃物,如何变废为宝成了许多科学家共同探讨的问题。主要围绕核桃青皮的有效成分提取分析,综述青皮有效成分的营养价值及综合利用,为进一步开发和利用丰富的核桃青皮资源提供参考。

关键词 核桃青皮;有效成分;综合利用

中图分类号 S664.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)24-10129-03

The Effective Components and Comprehensive Utilization of Walnut Green Husk

WANG Hong-ping et al (College of Chemistry and Engineering, Wenshan University, Wenshan, Yunnan 663000)

Abstract Walnut fruit has been widely applied at present, but its green husk has become a waste, how to become useful is a problem that many scientists ponder and discuss. Focused on extracting the active ingredients in walnut green husk, the nutritional value of the active ingredients and comprehensive utilization of walnut green husk was reviewed in order to provide a reference for the development and utilization.

Key words Walnut green husk; Active ingredients; Comprehensive utilization

核桃是胡桃科核桃属多年生落叶乔木,原产于地中海沿岸和我国的新疆地区。随着西部大开发和退耕还林工程的持续发展,核桃在我国的栽培面积也有大幅增加。截至2010年底,我国核桃栽培面积达到400万 hm^2 ,总产量128万 $\text{t}^{[1]}$ 。核桃植株全身都有广阔的开发前景,其青皮为核桃外部一层厚厚的绿色果皮,随着核桃逐渐成熟,青果皮会逐渐变黑,最后会脱落,核桃青皮味辛、涩、苦,性平、微寒,有毒。核桃果实采摘后脱掉的核桃青皮堆放在地头、田间或沟边,不仅会造成资源的浪费,还会造成化感现象^[2],给生态环境带来严重的污染,影响动植物的生存。如果对其加以充分利用,不仅可达到环保减轻生态环境负荷量,还可增加种植者的经济收入。

据药典记载,头伏前采摘的青皮核桃泡酒能达到治疗胃病的作用,民间和临床上有食核桃青皮来治疗癌症的例子。核桃青皮具有清热、解毒、止痢、明目、抗肿瘤的功效,能治泄泻、痢疾、白带、目赤等。外用于皮肤疥癣、疣等皮肤病^[3]。早在1200多年前,唐朝《食疗本草》中记载核桃青皮素有“通润血脉”。另对其研究表明,青核桃具有与咖啡相似的明显镇痛作用,在国外如德国、法国民间曾作为核桃酒代替吗啡作止痛药^[4]。随着核桃大面积的种植,青皮有效成分逐渐被人们发现,并被综合利用于农药、医学、食品等其他方面,虽然目前对于青皮资源的了解还存有局限性,但其发展前景和展望是不可估量的。

1 核桃青皮有效成分

国内外学者经过试验已从核桃青皮中提取和分离出大量的有效成分,这些有效成分主要为化学成分,其中有效的化学成分主要是萜醌类、多酚类、多糖、二芳基庚烷类,除此之外还含有甾体、萜类、脂肪酸、多种矿物质元素、维生素等成分。

1.1 核桃青皮的获得

核桃脱皮通常采用的是堆腐腐烂和

敲打去皮法,但堆腐腐烂往往会造成果仁色泽暗淡,失去果仁食用价值,同时得到的青皮使用价值也会降低;敲打去皮费工,不适合大作坊生产。为了解决这一问题,生产实践中使用一种催熟法,取得的效果颇佳。催熟法是利用乙稀类药物喷洒核桃果实来促使核桃青皮脱落。催熟法的经济效果明显,一级果可达到85.2%,核桃青皮素的利用率也得到提高。此外还有冻融脱青皮法^[5],它是利用低温将核桃青皮冷冻,待核桃青皮冻透后,升温 0°C 以上融化,机械或人工去掉青皮。核桃青果皮剥离可完全采用机械化作业^[6],适合大批量的核桃皮剥离,使用时要考虑核桃壳的脆性等因素进行选择机械,如经试验证明含水量较高的青皮,在揉搓挤压下更容易破裂,故可以采用机械中的揉搓挤压式^[7]。

1.2 核桃有效成分的提取及分析

1.2.1 萜醌类的提取及分析

核桃中的主要萜醌类为胡桃醌和氢化胡桃醌及其苷,还发现含有胡桃醌的低聚体^[8]。胡桃醌含有毒性,且毒性大于其衍生物,具有明显的抑菌和抗癌作用。胡桃醌有特殊臭气味,不溶于冷水,微溶于热水,溶于乙醇、乙醚,常与氯仿、苯混合使用,其在溶于碱溶液中呈紫红色,溶于浓硫酸呈血红色。萜醌类的提取常用有机溶剂提取法,从苯和石油醚的混合液中析出时,为橙黄色针状结晶,从氯仿中析出时为红黄色棱柱状结晶。胡桃醌可与水蒸气一同挥发升华,适宜于低温、避光以及 $\text{pH}4\sim8$ 近中性条件下保存^[9]。萜醌类被普遍用在医药上的止血、抑菌及治疗湿疹、牛皮癣。它既可从天然材料中提取分离,也可人工合成即以萜为原料通过化学合成制得。

核桃青皮中胡桃醌的获得率受到许多因素影响。在不同干燥方法、贮藏年限以及采收时间,核桃青皮中胡桃醌的含量有所差异:干燥适宜采用真空冷干、阴干或 40°C 烘干方式;随着贮存时间的延长,青龙衣中胡桃醌含量会逐年下降;青龙衣采收时间以8月份果实尚未成熟时为宜。在干燥、贮藏方式及采收时间适宜条件下,采用100倍乙酸乙酯超声处理40min,冷浸24h,胡桃醌干粉的提取率为0.0052%。季宇彬等用乙醇、氯仿、石油醚、乙酸乙酯为溶剂,分别进行超声提取和用HPLC法测定提取物中的胡桃醌,同等工艺条件

作者简介 王红萍(1986-),女,湖北孝感人,助教,硕士,从事食品科学及生物资源利用方面的研究,Email: phw1106@126.com。

收稿日期 2013-06-16

得到乙酸乙酯提取率最高,经正交试验分析,最终得最佳提取工艺条件为 10 倍量的乙酸乙酯溶剂、超声(40 kHz, 25 ℃)提取 2 次、每次 40 min,胡桃醌干粉的提取率为 0.005 162%^[10]。

胡桃醌具有药理活性化感作用,核桃青皮中除了含有胡桃醌和氢化胡桃醌及其苷类,还发现了胡桃醌的低聚体,主要有:2-甲基-1,4-萘醌、蓝雪醌、2,3-二甲基-5-羟基-1,4-萘醌、5-羟基-3-甲基-1,4-萘醌、2,3-二氢-5-羟基-1,4-萘醌、2,3-二氢-5-羟基-2-甲基-1,4-萘醌、4-乙氧基-8-羟基- α -四氢萘醌、3,3'-双胡桃醌、3,6'-双胡桃醌、环三胡桃醌。

1.2.2 多酚类的提取及分析。多酚是植物体内的次生代谢产物,它具有多种特殊的生理活性,如抗氧化、抗动脉硬化、肿瘤、防治冠心病和中风等疾病,并且还有抗菌等多种生理功能,被誉为自然界和人类的“健康卫士^[11]”。据研究表明,核桃青皮中含有丰富的多酚物质,含量约为 416.0 mg/kg(干基)^[12],随着我国核桃产业的逐渐壮大,故核桃青皮可以作为一种提取多酚类物质的新资源。

多酚类物质提取多采用热水提取法,提取条件温和且提取效率低;其次是微波辅助提取法,提取效率高,但微波处理过程中的热效易导致溶剂的大量挥发及多酚物质损失。而核桃青皮中的多酚物质则通过乙醇提取,并采用螯合剂 EDTA 辅助。但核桃青皮乙醇提取时还要使用单因素试验和正交试验设计选出乙醇提取核桃皮多酚的最佳工艺条件。赵国建等先通过单因素试验得出,使用不同的乙醇浓度时核桃青皮提取液中多酚的含量随乙醇浓度的变化呈先升高而后下降的趋势,当乙醇浓度达到 50% 时,提取率达到最大值;使用不同液料比时随着液料比逐渐增大,提取液中多酚的含量也逐渐增加,但当液料比大于 20:1 ml/g 后,随着液料比不断增大,提取液中的多酚含量出现增加缓慢;提取时间在 80 min 内随时间增加核桃青皮多酚提取率逐渐增加,80 min 时提取率最大;提取温度为 40 ℃ 时,核桃皮多酚提取率达到最大,之后随着提取温度升高多酚提取率逐渐下降;十二烷基磺酸钠添加量为 0.1% 时提取率达到最大值 23.35 mg/g;六偏磷酸钠添加量为 0.4% 时提取率达到最大值 24.00 mg/g;EDTA 添加量为 0.4% 时提取率达到最大值 25.11 mg/g,再根据单因素试验得出的结果采用 4 因素 3 水平进行优化做正交试验得出,影响核桃青皮多酚提取率的因素依次是温度、液料比、提取时间和 EDTA 添加量^[13]。

多酚类主要是单宁,按照单宁的化学结构特征将其分为水解单宁和缩合单宁两大类,延用到至今;按照结构特征,不考虑分子量可分为聚鞣酸酯类和聚萘烷醇类两大基本类型^[14]。

1.2.3 多糖类的提取及分析。多糖是组成有生命机体的重要成分,大多数多糖都具有免疫调节、抗肿瘤、降血糖、降血脂、抗辐射、抗菌抗病毒和保护肝脏等功能。对核桃青皮中多糖组分的提取分离并进一步分析其生物活性具有广阔的开发前景,并且有利于对核桃的开发利用。

多糖提取的方法有溶剂浸提、超声波或微波辅助浸提、

酶解提取等。因为多糖是极性大分子化合物,故浸提液应选择水、醇等极性强的溶剂。核桃青皮中的多糖一般采用热水浸提或高浓度乙醇沉淀提取。核桃青皮多糖的提取工艺流程为:样品粉碎→浸渍→过滤→浓缩→乙醇沉淀→乙醇及乙醚洗涤→干燥→粗多糖→分离纯化→精制多糖。季宇彬等用水提醇沉法提取青龙衣粗多糖,先在酸性条件下离心脱色、Sevage 法去除蛋白质、过氧化氢脱结合色素、透析法去除离子小分子化合物、有机溶剂法洗涤除脂和真空干燥法得到精制多糖,再以苯酚-硫酸法测定两者质量分数,得到青龙衣粗多糖与精制多糖含量分别为 38.07% 和 76.08%,用高效毛细管电泳测定其单糖组分时,主要单糖有半乳糖、葡萄糖、阿拉伯糖、鼠李糖和果糖^[15]。

1.2.4 二芳基庚烷类的提取及分析。2 个不同程度氧化或取代的芳香环被一具有 7 个碳原子的氧化脂肪链烷 1,7 位连接形成的一类化合物称为二芳基庚烷类化合物,二芳基庚烷类化合物主要存在于许多植物的根、茎、皮、花以及果皮等部位中,其具有独特的化学结构和广泛药理活性,尤其是抗癌活性。根据其成环与否以及 2 个苯环连接方式的不同,可分为线性 1,7-二芳基庚烷类、内环状二芳基庚烷类和大环二芳基庚烷类 3 种,其中比较常见的是大环二芳基庚烷型。

核桃皮中二芳基庚烷类的提取常使用有机溶剂法提取,再使用柱层析法分离得到。其提取的工艺流程:提取分离将干燥的青龙衣→粉碎→95% 乙醇回流提取 3 次→减压浓缩得乙醇浸膏→适量水→用乙酸乙酯和氯仿回流→回收有机试剂→得醋酸乙酯层浸膏→大孔吸附树脂柱色谱→洗脱→化合物。柳军玺等用上述方法从核桃青皮的乙醇提取物中分离并鉴定 4 个具有较强抗癌活性的环状二芳基庚烷类化合物,即核桃素 A、B、C 以及马尾树醇,前 3 种为新化合物^[16]。

周媛媛等对青龙衣抗肿瘤活性成分进行系统分离和结构鉴定,共分离得到 5 个二芳基庚烷类化合物。核桃青皮中的二芳基庚烷具有很高的药用价值,但目前其提取技术并不是很完善,还有待于进一步研究。

2 核桃青皮的综合利用

2.1 农业方面 人们发现,在核桃树下种植玉米、蚕豆、青菜等植物时,其成活率很低几乎无杂草,而在其他树下除能正常生长还杂草丛生。研究表明,这是由于不同的感化作用造成的,是一种自然现象。据估计,世界上每年由于化感作用造成的农业损失高达数十亿美元^[17],故可根据这一感化现象开发出天然且有选择性杀虫剂和除草剂,以降低化学农药的大量使用,核桃青皮提取物还可用于杀灭部分微生物。

2.1.1 次生代谢产物的他感活性。核桃青皮所含次生物质种类多样,包括酚类、黄酮类、香豆素、萜类、甾类和有机酸等,具有较好的农药活性。试验表明,核桃青皮水提取液和醇提取液均含有内源抑制物质对其他植物种子的萌发和幼苗生长有不同程度的他感作用,表现为高浓度下抑制,低浓度下促进作用。王婷等以核桃青皮水提液及不同萃取物为原料,对其他感活性进行了研究^[18]。结果表明,核桃青皮水

提液对植物幼苗生长均存在较强的抑制作用;核桃青皮水提液的各萃取物及水相萃取物在供试浓度为 0.05 g/ml 时,对植物的生长均有较好的他感抑制作用,且对植物幼根生长的抑制作用要大于对幼芽生长的抑制作用。其中乙酸乙酯萃取物的抑制效果最好;核桃青皮中水溶性他感活性物质主要留在在乙酸乙酯相,随着乙酸乙酯萃取物浓度的降低,其抑制作用逐渐消减。因此通过对他感作用物质的提取、分离和鉴定,模拟他感物质结构,可开发出天然并有选择性除草剂和促进生长的天然农药,减少化学农药对环境的污染。

研究表明,将核桃青皮压榨磨碎形成浆液,每 10~20 kg 水中加入 1 kg,喷撒可防治各种蚜虫、红蜘蛛等。10 倍核桃壳水提取物对马铃薯晚疫病病菌孢子萌发的抑制为 96.7%,对甘薯黑斑病菌的孢子发芽有更好的抑制效果,能达到 98.7%^[19]。

2.1.2 对微生物的影响。经研究表明,核桃青皮中的挥发性物质对表皮金黄色葡萄球菌、葡萄球菌、肺炎球菌、猪霍乱沙门氏菌、痢疾志贺氏菌 5 种致病细菌均有抑制作用。核桃青皮乙醇提取成分在一定程度上可抑制供试病原真菌活性,其中乙醇提取物的乙酸乙酯萃取相抑菌效果要好于其他萃取相,对番茄灰霉、棉花立枯和小麦纹枯 3 种植物病原真菌的抑制率均达到 100%。故可以将其提取物用于预防某些人类致病菌及农作物病原菌,其具有无毒无害、易降解、不污染环境、不易产生抗药性等优点。

2.2 医学方面 核桃青皮辛、苦、涩、味平、有毒、微寒,在医学领域有很高的研究和应用价值,发挥药理作用的有效活性成分为胡桃醌、粗萜醌、鞣花酸和核桃多糖等。具有清热、解毒、止痢、明目、抗肿瘤的作用、能治泄泻、痢疾、白带、目赤等作用,外用于皮肤疥癣等皮肤病。

2.2.1 抗肿瘤。胡桃醌是核桃青皮中主要的毒性物质,具有明显抗癌作用。王少东等对核桃青皮抗肿瘤作用进行了药理研究,结果表明,核桃青皮水提浸膏对小鼠实体型肝癌有明显的抑制作用,抑制作用强弱与所用剂量有依赖关系^[20];药理研究表明,从青核桃中提取出的萜醌、鞣花酸、多糖对动物移植性肿瘤均有一定疗效,同时毒性低,对体外癌细胞有直接杀死的作用。可以看出,核桃青皮提取物是一种较有前途的抗癌药物。

2.2.2 抑菌、消炎。在中医药中,核桃青皮中胡桃醌在体外能中和破伤风及白喉毒素等。临床试验也证明,用胡桃醌治疗牙周炎有显著的效果。此外,核桃青皮挥发油中的倍半萜类有抑菌消炎作用,胡桃青皮能对醋酸引起的小鼠腹腔毛细血管通透性增高、巴豆油所致的小鼠耳壳肿胀、大鼠角叉菜胶性足肿胀均有显著的抑制作用^[21]。体外细菌培养试验证明,核桃青皮对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、枯草杆菌等有抑制作用。

2.2.3 镇痛。《本草纲目》等古籍记载核桃青皮有治疗“腰脚重痛”、“心腹诸痛”、“急气心痛”等作用,我国民间用其治疗风火牙痛、胃痛、妇女痛经、中晚期癌症痛等症。近代国内外部分研究者用核桃酒代替阿片酞作镇痛剂,不会产生副作用。

核桃青皮中有镇痛作用的物质是无机盐、氯化钾、溴化钾及白矾,其中最主要是无机盐^[22]。当其小鼠作用时能提高小鼠基础痛阈,抑制扭体反应与甩尾反应,并能阻断神经干和感觉神经末梢的传导。核桃青皮发挥的镇痛作用与咖啡相似,其作用持续时间较长。

2.3 色素方面 以核桃青皮为原料可得到安全无毒的天然色素,并且色素附着能力较强、原料获得丰富,还能实现资源的综合利用,同时生产工艺简单、产率高、成本低、安全无毒。该色素不仅适用食品,还用于做染发剂等许多方面,因此核桃青皮中提取的色素在食品工业中有很好的开发应用价值。

2.3.1 在食品中的应用。研究表明^[23],从核桃青皮中得到的色素水溶性、耐热性、耐光性、耐氧化-还原性能较强,在 pH 为 14.0~4.7 的环境下该色素呈深棕色;在 pH 为 4.7~2.0 的环境下呈红棕色;在 pH 为 2.0~1.0 的环境下呈黄色。在核桃皮色素稀溶液中加入少量乙醇后,可形成诱人的深酒红色,适合用于色酒酿造;在适宜的条件下,用水对晾干的核桃果皮褐色色素进行提取得到褐色色素浸膏,还可用于软糖、果冻、蛋糕等食品的着色,其中盐、蔗糖、金属离子对色素的色泽没有不良影响。

2.3.2 在染发剂中的应用。京科学城日化有限公司通过核桃青皮能把人手染黑的现象,从核桃皮中提取出核桃青皮素作为着色剂,并加入其他辅助剂研制出了自然染发的“发之染”。该产品用于染头发既不破坏头发,而且其天然营养成分又能够在头发上形成一层保护膜,达到永久性染发的效果,根本上解决了染发不安全、头皮刺激、疼痛、过敏、发痒、伤害神经及老年群体染发困难等众多问题。所以核桃青皮粉是最天然,最科学,最安全的绿色植物染发产品。

2.4 其他方面的综合运用 核桃青皮中含有丰富的钾元素,可用于制备工业钾盐焦磷酸钾,而焦磷酸钾广泛运用于合成橡胶、涂料、颜料、造纸、食品加工及日用化学品生产等方面。核桃青皮其他方面的综合利用还有待于更进一步的研究。

3 研究展望

我国盛产核桃,同时产生大量的核桃青皮,在提倡环保的同时,如何消化这些曾经的“垃圾”,最好的办法就是充分对核桃有效成分进行分析并根据需要对其加以综合利用。核桃青皮提取物具有杀菌、消炎、镇痛、抗肿瘤、除草、杀虫等作用。目前从已分离得到的有效成分能部分解释核桃青皮的这些生物活性功能,但还需要进一步深入研究和分析许多未知的活性成分和结构特性及其作用机理。相信核桃青皮的有效成分分析和综合利用将会成为今后的研究热点。

参考文献

- [1] 许新桥,孟丙南.我国核桃产业潜力及发展对策研究[J].林业经济,2013(2):35-39.
- [2] 江贵波,曾任森.化感物质及其收集方法综述[J].河南农业科学,2006(6):24-27.
- [3] 索绪斌,高奎滨,张云凌.高效液相色谱法测定青龙衣中胡桃醌含量[J].中药材,2003,26(11):793.
- [4] 杜旭,李文玉,倪雁.中药青核桃镇痛作用研究与展望[J].中国中药杂志,2000,25(1):9-12.

缩流程的过程来实现优化,可以采取的措施有:去掉等待时间的交界处;实行并行工程;程序合理重排等措施。流程优化涉及技术优化、质量优化、周期优化等多个优化指标。优化后的流程如图 2 所示。

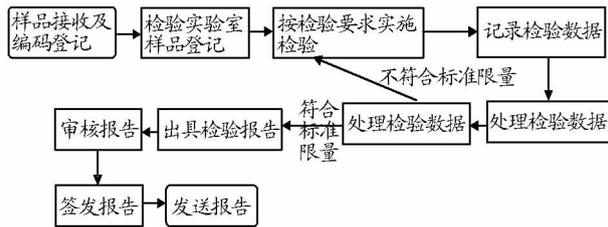


图2 优化后的A食品安全监测实验室检验流程

将样品接收和样品登记合并,有效缩短了交接的等待时间。样品送到检验实验室后再次进行登记,不仅可以对接收的样品进行确认,使不同岗位的检验人员及时获得自己的检验项目信息,而且可以有效避免样品编码与实物不符、编码后的样品不能及时送到检验实验室等现象。虽然增加了部分时间,但对整个检验流程时间的缩短及质量保证起了重要作用。由原来的按标准实施检验整改为按照委托方的检验要求实施检验,有效地提高了检验结果的准确率及客户的满意度。

4 检验流程优化效果评价

2011年1~6月,再次通过各种调查方式,如面谈、电话调查、电子邮件调查等方式对客户进行满意度调查,共得到有效调查表150份。对这些调查表进行汇总后得到检验流程优化以后客户满意度调查汇总结果如下:2008~2009年度,客户对服务情况满意度99.3%,检验报告准确率满意度98.7%,检验周期满意度97.3%,收费合理性满意度98.0%,报告质量满意度100%。

与未进行实验流程改进的客户满意度调查汇总表进行比较后发现,所有的项目满意度有了显著提高。这说明六西格玛理论在评价A食品安全监测实验室检验流程中的应用是有效的。

5 结论

六西格玛理论是一种改进流程和提高产品质量的、结构性的管理方法,最早由摩托罗拉公司的比尔·史密斯在20世纪80年代提出,其主要理念是追求零缺陷生产,防范产品责任风险,降低成本,提高生产率和市场占有率,提高顾客满意度和忠诚度,从而实现其战略目标^[3]。在短短的5年时间里,摩托罗拉运用六西格玛使其产品质量提高了10倍,从而在1989年荣获极富盛名的美国Malcom Baldrige国家质量奖。20世纪90年代初,为数不多的几家美国公司开始尝试推行六西格玛,其中GE公司的巨大变化吸引了华尔街的注意,这使得六西格玛的理念和方法迅速传遍全球^[4]。1995年以来,GE公司医疗部已在其国内医院相关科室启动了372个六西格玛项目,试图通过六西格玛方法收集客户数据,帮助客户使用好GE设备,如缩短扫描时间、提高图片质量、减少等候时间等,并减少客户抱怨与投诉^[5]。

该研究应用六西格玛管理方法对A食品安全监测实验室检验流程进行了逐步分析,找出检验流程中存在的主要问题,提出了A食品安全监测实验室检验流程改进方案,并进行应用实践。结果表明,经六西格玛管理方法进行改进后,A食品安全监测实验室的客户满意度得到了显著提高,进而提升了该检测实验室的服务能力和竞争力。

参考文献

- [1] 邹小琴,周彬,袁璐,等.运用六西格玛提升出院流程效率[J].中国医院,2005,9(5):21-23.
- [2] 王振宇.6σ管理研究[D].北京:首都经济贸易大学,2003.
- [3] 应益华,廖珍珍.基于六西格玛理论的内部控制评价问题研究[J].Commercial Accounting,2011,11(31):47-48.
- [4] PETER S P,ROBERT P N,ROLAND R C.The Six Sigma Way[M].New York:Mc-Graw-Hill,2001:6-8.
- [5] 张琦,陈兴宝.六西格玛模式在医院管理中的应用[J].中国卫生事业管理,2004(4):245-247.
- [6] 王琳茜,姜雅丽.我国现行食品安全监管体系存在的问题及其原因分析[J].畜牧与饲料科学,2011,32(6):38.
- [7] 肖梦颖.浅谈我国的食品安全状况与对策[J].内蒙古农业科技,2013(2):7,13.
- [8] XIAO Y Q.Problems of rural food safety and strategies of constructing supervision system[J].Asian Agricultural Research,2011,3(7):54-57,79.
- [9] 商素娟.核桃巧脱青皮[J].农村实用技术,2010(12):48.
- [10] 梁勤安,杨军,孙颖,等.核桃青皮剥离过程中影响青皮剥净率和核桃破碎率的因素分析[J].农业工程学报,2004,20(5):225-227.
- [11] 江林曦,董远德,史建新.揉搓挤压式去除核桃青皮的分析与试验[J].农业机械,2012(9):133-135.
- [12] 李志美.核桃的开发利用[J].林业调查规划,2004,29(4):199-200.
- [13] 孙墨琰.核桃楸的杀虫活性及活性成分研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2007.
- [14] 季宇彬,陆婉,曲中原,等.不同干燥方法、贮藏年限及采收时间对青龙衣中胡桃醌的影响[J].现代药物与临床,2009,24(2):110-112.
- [15] 冯丽,宋曙辉,赵霖,等.植物多酚及其提取方法的研究进展[J].中国食物与营养,2007(10):41-43.
- [16] 万政敏.核桃青皮中多酚类物质及其抗氧化性的分析[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2007.
- [17] 赵国建,席东亮,段江莲.核桃青皮多酚提取工艺优化[J].山西农业科学,2013(4):5-7,10.
- [18] 李海洋,韩军岐,李志西.核桃青皮有效化学成分提取分离研究综述[J].现代园艺,2012(15):9-11.
- [19] 季宇彬,陈海继,汲晨锋.青龙衣多糖的提取及单糖组分和质量分数测定[J].农多糖的哈尔滨商业大学学报:自然科学版,2006(4):1-4.
- [20] 柳军玺,邱多隆.核桃青皮中的二萜基庚烷类化合物[J].中国化学快报,2007,18(8):943-946.
- [21] 彭少麟,邵华.化感作用的研究意义及发展前景[J].应用生态学报,2001,12(5):780-785.
- [22] 王婷,翟梅枝,贾彩霞,等.核桃青皮中次生代谢物质的化感活性研究[J].西北林学院学报,2008,23(3):160-162.
- [23] 吴文军.生物杀虫剂—原理·方法·实践[M].西安:陕西科学技术出版社,1998.
- [24] 王少东,脱朝伟.核桃楸青果皮抗肿瘤作用的药理研究[J].辽宁中医杂志,1990(9):37-39.
- [25] 张婷,张虹.山核桃青皮化学成分及生物活性研究进展[J].食品科技:工艺技术,2007(5):116-119.
- [26] 潘富赞,张培正.核桃青皮的综合利用及开发前景[J].果树学报,2010(12):21-24.
- [27] 许泽宏,谭建红.核桃外皮天然食用色素的提取与理化性质[J].四川师范大学学报,2006,29(4):488-490.
- [28] 潘学军,张文娥,张政,等.黔西北高原核桃品质分析及安全性评价[J].西南农业学报,2011(2):823-825.

(上接第10131页)