

# 竹笋深加工及其功能活性研究进展

林倩, 王强\*, 刘红芝

中国农业科学院农产品加工研究所, 北京 100193

**摘要:** 竹笋是一种高蛋白、低脂肪、富纤维的食品。本文综述了竹笋膳食纤维、活性多糖、含氮化合物等深加工产品的制备方法, 比较了不同方法对竹笋深加工产品纯度、得率、功能活性等方面的影响; 对竹笋改善肠功能、抗氧化、调节血脂血糖、消炎抗肿等方面的功能活性进行了论述; 分析了目前竹笋深加工过程中存在的问题, 对今后研究的方向、重点和趋势进行了展望。

**关键词:** 竹笋; 膳食纤维; 活性多糖; 抗氧化; 调节血脂

中图分类号: TS255.1

文献标识码: A

## Research Progress on Deep-processing and Functional Activities of Bamboo Shoot

LIN Qian, WANG Qiang\*, LIU Hong-zhi

*Institute of Agro - food Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China*

**Abstract:** Bamboo shoot is one kind of nutritive food with high protein, low fat and rich dietary fiber. The preparation methods of functional deep processed products from bamboo shoots, such as dietary fiber, polysaccharides, nitrogen compounds were summarized in this article. The effects on product purity, yield and functional activities caused by different methods were compared. And the beneficial effects on bowel function, oxidation resistance, antilipemic function, hypoglycemic activity, and anti-inflammatory were expounded. Besides, the existing problems of bamboo shoot deep-processing were analyzed, and the research direction and priority were prospected.

**Key words:** bamboo shoot; review; dietary fiber; polysaccharides; oxidation resistance; antilipemic function

竹笋是竹子膨大的芽和幼嫩的茎, 也是传统的森林蔬菜之一。我国食用竹笋历史悠久, 中医认为竹笋味甘性寒, 可滋阴益气、清热祛痰、消食去烦。“十五”以来, 我国竹产业发展迅速, 竹笋产量逐年递增, 40% 的竹笋用于鲜销, 60% 需要靠竹笋罐藏、腌渍、干制、冻干等加工手段来转化<sup>[1]</sup>, 预计 2010 年笋制品产量将达到 80 万吨。但是, 初加工竹笋产品存在产值较低, 浪费严重等问题, 要将竹笋资源优势转化为经济优势, 就必须加大科研投入, 重视产品创新。开发具有功能活性的竹笋深加工产品, 综合利用竹笋资源, 提高竹笋产业经济效益, 创造社会效益及增加环境效益具有重要意义。本文就国内外对竹笋深加工及其功能活性研究进行综述。

### 1 竹笋文献的统计分析

通过对国内 1999 ~ 2008 年的竹笋相关文献统

计分析(见表 1, 文献均检索自 CNKI 数据库), 可以看出, 对竹笋保鲜、加工等利用研究的文献数量占 34.22%, 而对竹笋营养、采后生理等基础研究的文献仅占 13.25%, 表明我国对基础研究相对不足; 通过对竹笋利用研究的文献统计分析(见表 2)可知, 对竹笋初加工研究占 46.48%, 是深加工文献数量的 2.54 倍, 说明国内对竹笋深加工利用的研究有待加强。从历年的趋势来看, 深加工文献数量在 2001 ~ 2007 年都只有 1 ~ 2 篇, 但 2008 年增至 8 篇, 可见国内竹笋研究侧重点开始由初加工转向深加工。通过 Science Direct 检索英文文献, 从 1966 ~ 2009 年共检索到 23 篇竹笋相关研究文献, 关于竹笋功能性质深加工的文献都集中在 2009 年, 这表明对竹笋功能性质及深加工的研究也开始引起国际学者的重视。在此基础上, 本文对竹笋深加工及其功能活性研究进展进行了综述, 以为竹笋深度研发提供参考。

表 1 1999~2008 年竹笋相关文献统计分析

Table 1 Statistical analysis of the literature for bamboo shoots in 10 years from 1999 to 2008

年份 Year	栽培育种 Cultivation and breeding	利用研究 Utilization research	基础研究 Basic research	经济政策 Economic policy	饮食文化 Cooking culture	合计 Total	平均 Average
1999	8	16	1	2	3	30	7.23%
2000	9	15	1	4	6	35	8.43%
2001	13	6	5	3	0	27	6.51%
2002	20	22	5	10	9	66	15.90%
2003	11	17	4	3	5	40	9.64%
2004	21	18	6	7	6	58	13.98%
2005	13	12	9	4	4	42	10.12%
2006	16	8	8	5	4	41	9.88%
2007	6	9	4	2	9	30	7.23%
2008	7	19	12	6	2	46	11.08%
合计 Total	124	142	55	46	48	415	
平均 Average	29.88%	34.22%	13.25%	11.08%	11.57%		

表 2 1999~2008 年竹笋利用研究文献统计分析

Table 2 Statistical analysis of the literature for the research on the utilization of bamboo shoots

年份 Year	保鲜 Preservation	初加工 pretreating	深加工 Deepprocessing	总计 Total	平均 Average
1999	7	5	4	16	11.27%
2000	4	8	3	15	10.56%
2001	2	3	2	6	4.23%
2002	9	11	2	22	15.49%
2003	6	10	1	17	11.97%
2004	4	12	2	18	12.68%
2005	4	7	1	12	8.45%
2006	3	4	1	8	5.63%
2007	6	1	2	9	6.34%
2008	6	5	8	19	13.38%
合计 Total	51	66	26	142	
平均 Average	35.92%	46.48%	18.31%		

## 2 竹笋深加工研究现状

目前,研究人员对竹笋深加工的研究主要集中在从竹笋中提取膳食纤维、活性多糖、低聚糖、含氮化合物等功效成分方面;另外,利用竹笋生产生物乙醇也成为新的研究趋势。

### 2.1 竹笋膳食纤维

竹笋及笋渣含有丰富的膳食纤维成分,目前提取竹笋膳食纤维的方法主要有化学法、发酵法和酶法三种。

化学法制取竹笋膳食纤维是将笋原粉浸泡漂洗后,经碱处理(10% NaOH, 60 °C, 2 h),酸浸泡(30% 乙酸, 60 °C, 2 h),再经漂洗、过滤、脱色等处理得到成品,最终产品的总膳食纤维含量为 52.7%<sup>[2]</sup>。

发酵法是目前常用的方法,以麻竹笋为原料,接种 18% 的绿色木霉发酵母液, pH 7.3, 温度 36 °C, 发酵时间 56 h, 得到产品的总膳食纤维含量为 68.52%<sup>[3]</sup>。

邓安彬<sup>[3]</sup>用混合酶法提取麻竹笋膳食纤维的

工艺为:0.2%混合酶(淀粉酶和纤维素酶,比例1:1),温度60℃,pH 6.0,水解1 h后再添加0.1%的中性蛋白酶,在50℃、pH 6.0条件下酶解2.5 h,产品的总膳食纤维含量可达70.0%。

综上,酶法提取的竹笋膳食纤维纯度更高,而且酶法生产周期短,对生产环境要求低,操作简便,是一种较易于实际生产的方法。由于酶法成本较高,今后研究中可以考虑采用物理、化学和生物的综合方法。

## 2.2 竹笋活性多糖

提取竹笋活性多糖的方法主要有化学浸提法、柱层析法和生物酶法。

李义<sup>[4]</sup>以毛竹笋为原料提取水溶性多糖,水料比10:1(mL:g),提取时间4 h,温度100℃,95%乙醇醇析,产品得率为0.3%,其中,乙醇体积分数是影响竹笋水溶性多糖得率的主要因素。Katoy<sup>[5]</sup>等用草酸胺-草酸连续提取分离毛竹笋细胞壁多糖,由4%和24%的氢氧化钾分别获得 $\beta$ -D-葡聚糖和木葡聚糖,通过甲基化作用和酶法分析了两种多糖的结构和组成。

Kweon M<sup>[6]</sup>等采用热水浸提、DEAE-Toyopearl 1650 M柱层析、淀粉酶消化、伴刀豆蛋白A吸附和Sephacryl S-100 HR柱层析,从竹笋中分离和纯化得3种水溶性的 $\beta$ -葡聚糖(BS-BGA、BS-BGB和BS-BGC),经甲基化分析和NMR光谱测定3种多糖的相对分子质量范围为14,500~85,300。

Tadashi I<sup>[7-13]</sup>等通过酶解法从毛竹竹笋细胞壁中得到7种糖类化合物,分别是:二阿魏酰阿拉伯木聚己糖、阿魏酸阿拉伯木聚糖、阿魏酸木葡聚糖、对香豆酰阿拉伯木聚糖、鼠李半乳糖醛酸聚糖硼(II)复合物和半纤维素多糖,通过核磁共振、甲基化分析及质谱分析方法研究了木葡聚糖和阿拉伯木聚糖的结构及连接方式,以及阿魏酸阿拉伯木聚糖中阿拉伯呋喃糖的乙酰化作用。

活性多糖是目前研究热点之一,尤其是多糖的修饰改性工艺,通过改性,多糖的物化性质和生物活性得到有效改善,其应用范围也能得到进一步拓宽。

## 2.3 竹笋含氮化合物

竹笋含氮化合物主要包括竹笋蛋白质、过氧化物酶及氨基酸肽类。

提取蛋白质一般用酸沉法,原料经捣碎后加水抽提,再经酸沉(pH 5.0~5.5)、离心(5000 r/min)

得到竹笋蛋白,500 g鲜笋脚料可获得1.4 mg蛋白<sup>[14]</sup>。Wang HX等<sup>[15]</sup>以新鲜麻竹笋为原料,通过均质、离心(15,000 g,30 min),再经过DEAE-纤维素色谱柱(5×20 cm)层析,Tris-HCl缓冲液洗脱,羧甲基纤维素-琼脂糖凝胶亲和色谱柱(1.5×10 cm)透析,再经中性醋酸铵缓冲液洗脱得到抗真菌蛋白。

过氧化物酶的制备是回收竹笋蛋白后,对剩余液结合硫酸铵盐析、丙酮分级,采用快速阳离子纤维素层析纯化,磷酸缓冲液进行梯度洗脱后,分光光度法检测酶活,合并酶活较高管的酶液并浓缩,得到Rz值为3.1的纯酶,回收率为28%<sup>[14]</sup>。

Masatoshi F<sup>[16]</sup>利用亲和色谱从毛竹中分离出2种抗菌肽Pp-AMP<sub>1</sub>和Pp-AMP<sub>2</sub>,并测定了其氨基酸序列,发现与槲寄生毒素有高度同源性。张英等<sup>[17]</sup>利用超滤和反渗透技术从竹笋加工废液中制备出竹笋氨基酸肽类提取物,氨基酸总量(以干基计)10%~50%,游离氨基酸含量占5%~40%,超滤膜系统条件为40~50℃,0.2~1 MPa,反渗透膜系统压力在1~2.5 MPa。张金萍等<sup>[18]</sup>从毛竹春笋(或笋加工废液)中分离、精制酪氨酸,具体工艺流程为竹笋破碎抽提上清液,等电点沉淀,乙醇胺溶解后沉淀,复溶再沉淀,干燥得到纯品,制取得率为3.8%~4.2%,精制纯度大于98.5%。

化学法提取竹笋含氮化合物易造成环境污染,可考虑用酶法制备竹笋肽产品;今后研究重点还应集中在对竹笋含氮化合物的分级精制方面。

## 2.4 竹笋醇类及苷类

提取竹笋醇类和苷类的方法以有机溶剂萃取法和超临界萃取法为主。

陈竞<sup>[19]</sup>以苦竹笋根为原料,采用75%乙醇浸提,有机溶剂(氯仿、正丁醇)萃取,氯仿层浸膏过硅胶柱(石油醚-乙酸乙酯)洗脱,正丁醇浸膏过硅胶柱(氯仿-甲醇)梯度洗脱,分离确定了6个化合物,分别为:对甲氨基苯乙醇酸 $\beta$ -D-葡萄糖苷、腺苷、对羟基苯乙醇、对羟基苯甲醇和 $\beta$ -谷甾醇、胡萝卜苷,化合物总量的得率为0.4%。

竹笋次生代谢产物中甾醇含量最高(251.4~279.5 mg/100 g),陆柏益<sup>[20]</sup>以水煮笋加工废弃物为原料,用超临界萃取、短程分子蒸馏制得竹笋甾醇,超临界萃取最佳工艺为压力26.2 MPa、温度43.4℃、CO<sub>2</sub>流量25.4 L/h和萃取时间2.5 h,甾醇萃取率为93.4±4.5%;蒸馏精制最佳工艺为整流温度180℃、真空度1.3 Pa、刮膜转速220 r/min、进料

速率 5 mL/min、冷凝温度 15 °C,重组分得率为 38.2 ± 2.4%,总甾醇含量为 46.8 ± 3.4%。

超临界流体萃取法与有机溶剂萃取法相比,具有得率高、无溶剂残留等优点,但超临界流体萃取的实际应用还很有限,需要加强对此方法的基础研究,建立分析模型应用于实际生产。

## 2.5 竹笋黄酮类化合物

目前,文献报道的提取竹笋黄酮的主要方法有乙醇索氏提取法和超声波提取法。

许丽旋等<sup>[21]</sup>以毛竹笋壳粉为原料,用乙醇在 80 ~ 90 °C 水浴下索氏提取 2 ~ 4 h 后抽滤,将滤液通过聚酰胺砂芯层析柱,用乙醇进行洗脱,收集洗脱液得到黄酮。

江丽<sup>[22]</sup>采用超声波从竹笋中提取黄酮类化合物,在功率 240 W、65 °C 下萃取 40 min,黄酮含量可达到 0.72 mg/g,其中萃取温度对总黄酮得率的影响最大。

对竹笋黄酮的提取可以借鉴竹叶黄酮的提取方法,考虑用微波法或大孔树脂吸附法,以期实现产业化生产。

## 2.6 竹笋生物乙醇

Tomoko S<sup>[23]</sup>等以斑竹笋和毛竹笋为原料用同步糖化发酵法生产燃料乙醇,酿酒酵母(NBRC 2347)在 YM 肉汤培养基中预先培养 24 h,温度 30 °C,摇床转速 200 r/min;在发酵摇瓶中加入 5% 磨碎处理的样品,在柠檬酸钠盐缓冲液中蒸煮 20 min,加入酶制剂(2 ~ 12 FPU/g)和酵母颗粒,恒温 30 °C 搅拌,最终产量为 139 ~ 169 g/kg,糖化产量为 69%。

# 3 竹笋的功能活性

## 3.1 排毒、减肥、改善肠功能

竹笋中富含膳食纤维,研究人员分别用体外实验、动物实验及人群试验对竹笋膳食纤维的功能性质进行了评价。

竹笋膳食纤维对重金属具有束缚作用,曹小敏<sup>[2]</sup>发酵法制备的竹笋膳食纤维对 Pb<sup>2+</sup>、Cd<sup>2+</sup> 和 Cu<sup>2+</sup> 的最大束缚量分别为 38.8、37.4、35.3 mol/g。

竹笋膳食纤维具有良好的持水性、持油性、溶胀性及结合水力,能够吸附胆固醇和 NO<sub>2</sub><sup>-</sup>;对大白鼠在蛋白质和脂肪的消化率方面也有显著影响,2.5% 以上的剂量能使脂肪的消化率显著降低,在 5% 剂量下蛋白质的消化率显著降低<sup>[3]</sup>。溶胀性及不易被消化的性质可延缓胃排空时间,减少食物和能量摄

入;吸附胆固醇,降低脂肪消化率,可减少脂肪在体内积累,促进体内脂肪代谢。

李安平等<sup>[24]</sup>动物试验表明,连续给予 5.0 g/d/kg · BW 的发酵竹笋膳食纤维 1 周后,肠道菌群失调小鼠的胃肠道内双歧杆菌和乳酸杆菌等有益菌数量得到恢复;在给予中、高剂量后,便秘小鼠的首便时间、小肠推进率等均有显著性变化。Eun JP 等<sup>[25]</sup>通过对健康状态的 21 ~ 23 岁的女性进行人群实验研究评价了以竹笋为膳食纤维来源对便秘症状的短期效应,对粪便排泄评价调查表的数据分析结果表明,食用竹笋组粪便体积和肠蠕动频率有所增加。

## 3.2 抗氧化和延缓衰老功能

竹笋富含黄酮类、酚类等抗氧化活性因子,研究人员体外和体内实验评价了竹笋的抗氧化和延缓衰老的功能。

江丽<sup>[22]</sup>采用碘-硫代硫酸钠滴定法对不同剂量的黄酮(0.01% 和 0.05%)进行研究,同时以 0.01% 的芦丁为对照,测定相同保存天数时植物油的过氧化值,表明竹笋黄酮对食用菜子油有明显的抗氧化作用,抗氧化能力大于芦丁,且抗氧化性与剂量成正比关系。

陈竞<sup>[19]</sup>通过跟踪监测自由基清除及酪氨酸酶抑制活性,证明竹笋中对甲氨基苯乙醇酸 β-O-葡萄糖苷 2 mg/mL 的浓度可使自由基清除率与酪氨酸酶抑制率达到 80% 以上,随浓度的增加,抑制作用增强;由 f MLP 诱导的过氧化反应中,腺苷浓度为 30 μmol/L 时,几乎能完全抑制;由 AA 诱导的过氧化反应中,对羟基苯甲醇抑制作用最强。

用 DPPH 法和 ABTS 法测定竹笋提取物的抗氧化活性,用分光光度法测定各竹笋的总多酚含量,结果表明竹笋总多酚含量与 DPPH 法和 ABTS 法测定的抗氧化活性存在显著相关性,相关系数 R 分别为 0.974 和 0.976<sup>[26]</sup>。

梅同荷等<sup>[27]</sup>用雷竹笋汁对衰老大鼠灌胃 4 周,测定鼠血浆中的丙二醛(MDA)和超氧化物歧化酶(SOD)活性及急性缺氧和游泳的存活时间,表明雷竹笋汁能显著延长衰老模型小鼠缺氧和游泳的存活时间,升高 SOD 活性和降低 MDA 含量。

## 3.3 调节血脂、血糖及护肝作用

竹笋甾醇能显著降低高脂血症大鼠血清总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇浓度和动脉粥样硬化指数,具有降脂和调脂功能;同时,能有效降低大鼠肝脏、浓度,减轻脂肪肝和肝指数的作用,对肝

脏的色泽、质地、体积有显著改善<sup>[20]</sup>。国外研究也表明竹笋提取物能够降低血清胆固醇,预防是指由于肝细胞内脂肪堆积过多而引发的脂肪肝<sup>[28]</sup>。

Shu SJ等<sup>[29]</sup>分别用不同剂量的雷竹笋汁 205.7 mg/kg(雷竹笋 I 组)和 436.4 mg/kg(雷竹笋 II 组)对糖尿病大鼠灌胃 28 d,并以健康大鼠作正常对照,测定各组大鼠肝糖原含量和血浆多种因子水平,结果表明雷竹笋汁能明显降低糖尿病大鼠血浆葡萄糖、三酰甘油、NEFA、LDL-c 和 MDA 及升高 HDL-c、SOD 和肝糖原等因子水平。

舒思洁等<sup>[30]</sup>向实验性肝损伤模型大鼠灌胃雷竹笋汁,检测各组大鼠血清丙氨酸氨基转移酶、天冬氨酸氨基转移酶、超氧化物歧化酶的活性和葡萄糖、血清甘油三酯、丙二醛含量,计算白蛋白/球蛋白比值,表明雷竹笋汁对 CCl<sub>4</sub> 肝损伤大鼠肝功能和肝纤维化有明显的改善作用。

### 3.4 抑菌、消肿、抗炎作用

Lu BY<sup>[31]</sup>利用巴豆油致小鼠耳廓肿胀模型试验,表明  $\beta$ -谷甾醇(2.5 g/kg)肿胀抑制率可达到 68.0%;醋酸致小鼠腹腔毛细血管通透性模型研究表明竹笋甾醇能显著对抗小鼠腹腔毛细血管通透性的亢进,使腹腔洗出液的伊文思蓝浓度显著下降,肿胀抑制率 > 42.0%。

对竹笋抗炎作用机理的研究表明:PBS 25 具有良好的清除 DPPH 的作用,有良好的抗氧化活性;另外, $\beta$ -谷甾醇和 PBS 25 对热诱导的红细胞溶血均有一定的抑制效果,并呈现剂量依赖关系;竹笋甾醇可降低模型大鼠血清细胞因子(IL-1 $\beta$ 、IL-8、TNF- $\alpha$ )的含量,调节细胞因子及受体的分泌;炎症细胞因子与受体基因芯片研究分析发现竹笋甾醇可提高下调基因的水平,抑制上调基因水平,从而起到抗炎作用。

从竹笋壳提取黄酮并对其抑菌效果进行了初步研究结果证明竹笋壳黄酮提取液对金黄色葡萄球菌和藤黄八叠球菌有强烈的抑制作用,抑菌作用与黄酮提取液浓度正相关<sup>[21]</sup>。Wang HX 等<sup>[14]</sup>提取了一种竹笋抗真菌蛋白,与一般类甜蛋白相比,其分子量较小,仅为分子量 20 kDa, N-末端序列与类甜蛋白差异较大,且该蛋白不能使红血球凝聚,也没有核糖核酸酶活性。

### 3.5 免疫激活作用

竹笋多糖可经过经典或旁路途径激活补体系统,是有效的免疫激活剂<sup>[6]</sup>。研究表明竹黄酮可促进小鼠体内抗体的产生,提高体液免疫和细胞免疫

功能,增强小鼠腹腔巨噬细胞吞噬功能。

## 4 问题与展望

### 4.1 问题

竹笋功效成分提取和制备研究不足,对其功能活性的研究不明确,竹笋功能食品种类较少;竹笋生产季节性较强,产笋期集中,采后容易发生木质化和褐变,而且竹笋大多产于偏远地区,从采摘到销售的时间跨度长,竹笋保鲜问题亟待解决;初加工竹笋产品存在产值较低,浪费严重等问题,随着化肥和农药的大量施用,竹笋污染问题也开始出现。

### 4.2 展望

4.2.1 今后要注重对竹笋活性成分量效、构效关系、作用机制及稳定性的研究,从而为生产竹笋功能食品提供依据;应充分利用竹笋营养丰富、功能因子齐全的优点,结合先进的加工成型技术研制更多的功能食品,如开发减肥产品,抗衰老产品,降血脂、血糖产品等;对实验方法进行工艺放大,将深加工技术系统化、集成化,使竹笋及竹笋加工剩余物得到综合利用,也是今后研究的主要方向。

4.2.2 目前,竹笋保鲜方法主要有低温法、气调法、减压法、臭氧法、微波法及涂抹保鲜剂的方法,今后应注重成本低廉、操作方便的保鲜方法以及鲜笋活体保鲜的技术研究。不同种类、不同季节竹笋之间的采后生理变化及加工特性有很大差异,各种竹笋的最佳保鲜方法和加工方式还有待细化研究。

4.2.3 消费者对竹笋品质、口味及安全性要求越来越高,为满足市场需求,必须改善传统加工方法,研发竹笋加工新产品,同时要建立现代食品安全的理念,统一无公害竹笋标准及产品认证标准,将 HAC-CP、GMP 等应用到竹笋生产中,实现对竹笋培育、加工、贮藏、销售各个环节全程质量控制。

### 参考文献

- Huang WS(黄伟素), Lu BY(陆柏益). Advances in deep-processing technology of bamboo shoots. *Sci Silvae Sin*(林业科学), 2008, 44: 118-123.
- Cao XM(曹小敏). Studies on Preparation and Properties of Dietary Fiber of Bamboo (*phyllostachys praecoxx-preveynalis*) Shoot. Yaan: Sichuan Agricultural University(四川农业大学), MSC, 2005.
- Deng AB(邓安彬). Extraction and Characters of Dietary Fiber from Bamboo Shoots and Their Dregs. Yaan: Sichuan Agricultural University(四川农业大学), MSC. 2008.

- 4 Li Y(李义). Study on extraction technology of water-soluble polysaccharides from bamboo (*Phyllostachys edulis* (Carr.) Lehaie) shoots. *Chem Ind Forest Prod*(林产化学与工业), 2008, 28:99-102.
- 5 Kato Y, et al. Structural investigation of a  $\beta$ -D-glucan and xyloglucan from bamboo-shoot cell-walls. *Carbohydr Res*, 1982, 109:233-248.
- 6 Kweon M, et al. Isolation and characterization of anticomplementary  $\beta$ -glucans from the shoots of bamboo. *Planta Med*, 2003, 69:56-62.
- 7 Tadashi I, Hiroi T. Linkage of phenolic acids to cell-wall polysaccharides of bamboo shoot. *Carbohydr Res*, 1990, 206:297-310.
- 8 Tadashi I, Tadakazu H. Isolation and characterization of feruloylated arabinoxylan oligosaccharides from bamboo shoot cell-walls. *Carbohydr Res*, 1990, 196:175-183.
- 9 Tadashi I, et al. Feruloylated xyloglucan and *p*-coumaroyl arabinoxylan oligosaccharides from bamboo shoot cell-walls. *Phytochemistry*, 1990, 29:1999-2003.
- 10 Tadashi I. Acetylation at O-2 of arabinofuranose residues in feruloylated arabinoxylan from bamboo shoot cell-walls. *Phytochemistry*, 1991, 30:2317-2320.
- 11 Tadashi I. Isolation and characterization of a diferuloyl arabinoxylan hexasaccharide from bamboo shoot cell-walls. *Carbohydr Res*, 1991, (219):15-22.
- 12 Edashige Y, Tadashi I. Hemicellulosic polysaccharides from bamboo shoot cell-walls. *Phytochemistry*, 1998, 49:1675-1682.
- 13 Satoshi K, et al. A boron-rhamnogalacturonan- II complex from bamboo shoot cell walls. *Phytochemistry*, 1997, 44:243-248.
- 14 Jing L(江丽). Studies on Extraction Conditions of Bamboo Shell Flavonols and Peroxidase. Hefei: Anhui Agricultural University(安徽农业大学), MSc. 2008.
- 15 Wang HX, Ng TB. Dendrocin. A distinctive antifungal protein from bamboo shoots. *Biochem Biophys Res Commun*, 2003, 307:750-755.
- 16 Masatoshi F, et al. Amino acid sequence and antimicrobial activity of chitin-binding peptides, Pp-AMP1 and Pp-AMP2, from Japanese bamboo shoots (*Phyllostachys pubescens*). *Biosci Biotechnol Biochem*, 2005, 69:642-645.
- 17 Zhang Y(张英), et al. A preparation method and application of bamboo shoot Amino acid and peptide(竹笋氨基酸肽类提取物及其制备方法和用途). CN1854121A, 2006-11-1.
- 18 Zhang JP(张金萍), et al. The preparation and application of bamboo shoot tyrosine. Collections of the second forestry Sci-tech week among forestry industry, ZheJiang Province(浙江省第二届林业科技周科技与林业产业论文集), 2005, 224-226.
- 19 Chen J(陈竞). Study on Bamboo (*Pleuroblastus amarus* (keng) keng f.) active constituents. Shanghai: Fudan University(复旦大学), MSc. 2004.
- 20 Lu BY(陆柏益). Studies on Phytosterols in Bamboo Shoot. Hangzhou: Zhejiang University(浙江大学), MSc. 2007.
- 21 Xu LX(许丽旋), Cai JX(蔡建秀). Preliminary study on bacteriostasis of flavone extractive from shells of bamboo shoot. *World Bamboo Rattan*(世界竹藤通讯), 2006, 4(4):29-31.
- 22 Jiang L(江丽), et al. Ultrasonic extraction conditions of Bamboo Shell Flavones and its antioxidative activity on oil. *Nat Prod Res Dev*(天然产物研究与开发), 2009, 21:146-151.
- 23 Tomoko S, et al. Effects of growth stage on enzymatic saccharification and simultaneous saccharification and fermentation of bamboo shoots for bioethanol production. *Bioresour Technol*, 2009, 100:6651-6654.
- 24 Li AP(李安平), Xie BX(谢碧霞). Study on bamboo shoots dietary fiber for improving the gastrointestinal functions in BALB/C mice. *Sci Technol Food Ind*(食品工业科技), 2005, 26:171-173.
- 25 Eun JP, Deok YJ. Effects of bamboo shoot consumption on lipid profiles and bowel function in healthy young women. *Nutrition*, 2009, 25:723-728.
- 26 Li AP(李安平), et al. Evaluation of the antioxidant activity of extracts from bamboo shoots. *Acta Nutr Sin*(营养学报), 2008, 30:321-322.
- 27 Mei TH(梅同荷), et al. Effects of Leizhusun juice on MDA, SOD and the tolerances of acute hypoxia and swimming in decrepit mice. *Chin J Hosp Pharm*(中国医院药学杂志), 2007, 27:760-762.
- 28 Story JA. Bamboo shoots lower serum cholesterol in rats. *Fed Am Soc Exp Biol*, 1992, 6(5):A1653.
- 29 Shu SJ, et al. Juice of leizhusun for many plasma factors and hepatic glycogen in rats with diabetes. *Chin J Clin Rehabil*, 2005, 9:232-233.
- 30 Shu SJ(舒思洁), et al. Effects of Leizhusun juice on liver injury and hepatic fibrosis in rats. *Shandong J Med*(山东医药), 2005, 45(7):23-25.
- 31 Lu BY, et al. Effects of genetic variability, parts and seasons on the sterol content and composition in bamboo shoots. *Food Chem*, 2009, 112:1016-1021.