

湘莲的营养和保健功效及其在食品加工中的应用

Nutrient value and health-care function of Xiang-lotus and its development in food industry

王亮亮 夏延斌 任美

WANG Liang-liang XIA Yan-bin REN Mei

(湖南农业大学食品科学技术学院, 湖南长沙 410128)

(College of Food Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China)

摘要: 湘莲营养丰富, 发芽后营养得到提升, 具有多种保健功效。文章就湘莲的营养保健价值、莲子开发利用状况进行综述, 并展开讨论, 以期为湘莲的精深加工、综合利用提供参考。

关键词: 湘莲; 营养; 保健; 加工应用

Abstract: Xiang-lotus is rich in nutrition with numerous health benefits and nutrition will be improvement after germination. This paper introduced the nutrient value and health care function of Xiang-lotus, development and utilization in food industry. It can provide a research reference for intensive processing and comprehensive utilization as well.

Keywords: Xiang-lotus; nutrition; health care; processing and development

莲子, 属睡莲科莲属 (*Nelumbo nucifera Gaertn.*), 现仅幸存开黄花的美国莲、开白花和红花的中国莲两种莲属, 是中国重要的本草水生蔬菜资源, 也是中国出口创汇的主要特色农产品之一, 在国际市场颇享盛誉。中国莲子种植较广, 其主要产区分布在长江以南的福建、江西、浙江、湖南、江苏、台湾等多个省份, 其中湖南湘潭以“中国湘莲之乡”而著称^[1]; 湘莲主产地为常德、益阳、衡阳、永州、湘潭等, 其中又以湘潭的“寸三莲”名声最著, 其产销量稳居中国首位, 出口到欧美等 20 多个国家和地区。湘莲粒大饱满, 洁白圆润, 质地细腻, 味美价廉, 营养价值高, 为药食两用品^[2]。目前湘莲主要以干莲方式销售, 可做成粥品、糕点等, 鲜莲则可生食, 一般作为夏季清心降火的饭后果品。

1 湘莲营养价值和保健功效

1.1 营养价值

湘莲的营养物质丰富, 含量优于其他莲子, 被誉为“中国第一莲”^[3]。经测定, 每 100 g 干湘莲中含蛋白质 19.5 g, 脂肪 2.0 g, 淀粉和棉籽糖 67.2 g, 及多种人体必需种氨基酸; 张宝东等^[4]研究表明, 新鲜莲子必需氨基酸总量占氨基酸总量的平均值为 28%, 赖氨酸最高, 占氨基酸总量的 6.3%, 达到黄瓜的 30 倍, 食用仙人掌的 4 倍^[5]。蔡联辉等^[6]以湖南湘莲为原料, 采用 Osborne 分级制备得到 4 种莲子蛋白(清蛋白含量 41.58%、球蛋白含量 26.58%、谷蛋白含量 18.0%、醇溶蛋白含量 6.0%), 并对其检出的 18 种氨基酸进行分析表明, 莲子 4 种蛋白组分中的必需氨基酸都高于或接近 FAO/WHO 的推荐值。

经研究^[1,4,7]证实, 湘莲除主要的能量物质之外, 还富含 V_{B1} 、 V_{B2} 、 V_{B6} 、 V_C 、 V_E 等微量营养素及蛋白质钙、磷、钾、铁、锌、锰、铜等矿物质元素(计算汇总见表 1)。另外莲子心还富含季铵碱、甲基莲心碱、异莲心碱等多种生物碱, 平均含量分别是 375 mg/kg, 7 mg/g, 45 mg/g, 7.80 U/mg; 以及黄酮类, 水溶性多糖, 超氧化物歧化酶等生物活性成分^[8], 在促进淋巴细胞转化、清除人体自由基、增强免疫力、抗菌杀毒、延缓人体衰老等方面具有良好的功效。

1.2 湘莲发芽后营养的变化

发芽是种子延育的一种方式, 种子发芽后营养价值大大提高^[9]。Sathithon 等^[10-12]优化出湘莲快速高效发芽的简单工艺, 并测得不同条件下发芽湘莲胚乳内的营养成分, 结果表明, 湘莲发芽后粗蛋白、粗脂肪含量显著增加, 莲心内总酚类、黄酮类物质增多, 儿茶素、单宁等抗营养因子减少; DP-PH、ABTS 自由基清除能力明显强于未发芽莲子。陈甜^[13]在 Sathithon 博士的基础上, 深入研究了湘莲发芽处理后蛋

基金项目: 国家级星火计划课题(编号: 2013GA770001)

作者简介: 王亮亮(1991-), 女, 湖南农业大学在读硕士研究生。

E-mail: 827289007@qq.com

通讯作者: 夏延斌

收稿日期: 2014-11-26

表1 湘莲中维生素、矿物质含量以及占每日营养需求量的百分数[†]

Table 1 The vitamin and mineral substance in the lotus seed and percent of the diurnal nutrition demand

成分	平均含量		NRV/ mg	NRV%	
	干莲/ ($10^{-2} \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	鲜莲/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)		干莲	鲜莲
V _E	2.71	4.60	14.0(α-生育酚当量)	19.4	3.3
V _{B1}	0.16	1.24	1.4	11.4	8.6
V _{B2}	0.08	0.13	1.4	5.7	0.9
V _{B6}	/	3.03	1.4	/	21.6
V _C	5.00	70.10	100.0	5.0	7.0
Ga	135.00	445.00	800.0	16.8	5.6
P	550.00	1 715.00	2 000.0	27.5	8.6
Fe	6.16	13.00	15.0	41.1	8.7
Zn	2.57	13.00	15.0	17.1	8.7

[†]NRV:每百克食物满足成人1 d摄入标准需要量,即营养素参考值;NRV%:营养成分含量占营养素参考值(NRV)的百分数;/表示无从参考。

白质的组成变化,莲子经发芽 18,36 h 后莲胚乳粉中粗蛋白含量分别达到 19.95,19.82 g/100 g,分别提高了 1.10,0.97 g/100 g;还原糖含量分别为 3.77%,3.07%,分别提高了 1.05%,0.35%;发芽后湘莲粉中各种氨基酸含量均有不同程度的提高。

1.3 湘莲的保健功效

1.3.1 养心安神,健脾补肾作用 在临床上,湘莲配伍人参、白术、茯苓、砂仁等可用于脾胃虚弱诸症,如饮食乏力、呕吐、泄泻;配茯苓、金樱子同用可治肾虚不固诸症,如遗精;与酸枣仁、柏子仁同用则可缓解心神不宁之症,如心悸失眠、暑热扰心、心烦少寐^[1,2]。

1.3.2 强心降压作用 莲子内芯富含多种具有保健功能的生物碱活性物质,从莲子芯提出一种双苜基异喹啉类生物碱结晶,具有降压、抗心律失常、抗血小板凝聚等功效,若其改变为季铵盐,效果更佳^[8]。其中莲心碱(liensinine, Lie)可以改善心肌细胞内钙含量的超载,阻断钙离子通道松弛冠状主动脉条,因而对高血压左室肥厚有一定的治疗作用^[14]。异莲心碱(isoliensinine, IL)主要是对心血管起保健作用,它通过不同程度地调节心脏重量、结扎性左心室肥大纤维化来保护心脏^[15]。甲基莲心碱(neferine, Nef)可以依剂量有限降低各动物的血压,王兵^[16]认为其抗心律失常机制和奎尼丁或普鲁卡酰胺极为相似,并把其归为 Ia 类心律失常药物。

1.3.3 抗氧化作用 莲子内的多糖、多酚、生物碱以及莲子部分提取物都具有抗氧化性质,是降低血糖、清除自由基,延

缓衰老的抗氧化剂^[17]。

邓添华等^[18]用热水浸提、乙醇沉淀、Sevag 法除蛋白后分离得到水溶性莲子粗多糖,经纯化得到莲子多糖 SN1、SN2、SN3,体外抗氧化活性试验表明这 3 种多糖对羟基自由基和超氧阴离子自由基均有一定的清除能力,其能力均随多糖浓度的增大而增强。黄素英等^[19]则研究莲子多酚对·OH 和·O₂⁻的清除作用,与茶多酚和 V_C 进行比较,结果表明,3 种物质对·OH 的清除能力从强到弱依次是:茶多酚>V_C>莲子多酚,对·O₂⁻的清除能力从强到弱分别是:莲子多酚>茶多酚>V_C。Rai 等^[20]用 65% 的乙醇处理得莲子水醇提取物(HANN),将此水醇提取物、四氯化碳和 V_E 分别拌入饲料喂养小鼠研究体内抗氧化效果,结果显示小鼠体内的 SOD 和过氧化物活性均有一定程度的提高,硫代巴比妥酸(TBA)反应物质含量下降,抑制 TBA 生成作用从强到弱分别是:HANN>CCl₄>V_E。

1.3.4 抗衰老美白作用 目前,对食物抗衰老、美白平滑肌肤等药用成分生理活性及其机理的研究日益增多,但关于莲子的抗衰老作用研究成果相对较少。黄国成等^[21]通过添加 1% 的莲子粉到饲料中喂养果蝇,发现,果蝇的寿命明显延长,雌性果蝇的寿命延长高达 33.4%,雄性达 56.8%,连续喂养 20 d 和 40 d 后,雌性果蝇体内的脂褐素含量分别下降 35.30% 和 45.03%。苗明三等^[22]灌服小鼠莲子多糖提取物,结果表明,大小剂量的莲子多糖提取物都可以使因 D-半乳糖所致衰老的小鼠血液中 CAT、GSH-Px 等活力提高,即莲子多糖提取物有一定的抗衰老、增强免疫功能的作用。Kim 等^[23]证实了莲子水提取物的美白抗皱效果,添加 100, 200 μg/mL 莲子水提取物到水型霜化妆品中,结果表明,腺嘌呤核苷的抑制效果分别为 40%,78%,前者对多巴氧化酶的抑制效果达为 57%,后者对弹性蛋白酶的抑制效果为 49%,为其在食品中美白抗皱产品的开发提供参考。

1.3.5 抗菌防癌作用 近几年,学者们陆续针对莲子的抗菌防癌作用展开了研究。肖贵平^[24]报道了莲子中含有 β-谷甾醇、鲨烯等挥发油成分,在预防动脉粥样硬化、预防癌症、改进血液循环方面起重要作用。张为民等^[25]为研究莲子心对生物组织体的抗菌消炎治疗作用,发现对金黄色葡萄球菌、鼠伤寒沙门氏菌、大肠埃希氏菌等有抑制作用,对新城疫病毒也有明显的抗性作用。

1.3.6 保肝护肝作用 莲子是传统的药用植物,其天然活性成分的副作用小,在降低磷脂和游离胆固醇方面表现出优于部分化学药品的显著功效,起到较好的保肝护肝作用^[2]。曾绍校等^[26]在研究莲子生理活性发现,莲子的水醇提取物不仅在抗氧化功能上有明显功效,在抑制肝细胞中血清酶和细胞毒性起着重要作用。Lecour 等^[27]以白鼠和鹌鹑为研究对象,服用野山楂、莲子、绞股蓝 3 种药用植物的混合热水浸提物,发现白鼠和鹌鹑体内的甘油三酸酯和胆固醇含量均下降,且对鼠鹌无副作用,相比化学药品 Alromid 有更好的安全性。Sohn 等^[28]为研究莲子乙醇提取物(ENN)的护肝作

用,采用注射四氯化碳和黄曲霉素 B₁ 建立肝细胞毒性模型,结果显示,肝细胞内的 DPPH 自由基有下降趋势,由 CCl₄ 损伤的干细胞血清酶和细胞毒性受到抑制,黄曲霉毒素 B₁ 的基因毒性和细胞毒性也受到抑制,ENN 的半数抑制浓度为 6.49 mg/mL。

1.3.7 调节胃肠道作用 莲子及莲子淀粉、多糖、低聚糖等成分对双歧杆菌有一定的增殖作用,能改善人体肠道微生物环境,清理肠道有毒物质,增强胃肠道免疫机能^[29,30]。双歧杆菌是一类重要的益生菌(probiotics),在调节肠道菌群,抑制沙门菌属、利斯特菌属、弯曲菌属、志贺菌属、霍乱弧菌属中的一些致病菌株以及产气荚膜梭菌、大肠杆菌等在结肠内的生长起重要作用^[31,32]。郑宝东^[1]研究表明,莲子经高温蒸煮后易形成抗性淀粉(resistant starch,RS),高达 40%,对双歧杆菌有较强的增值效果。曾绍校等^[33]在配制双歧杆菌基础培养液时,用莲子淀粉取代葡萄糖作为碳源;结果发现,双歧杆菌增值显著,为对照组的 2.03 倍。卢旭^[34]研究发现莲子低聚糖通过减少抑制因子胆酸的产生,缩短双歧杆菌的生长停滞期,有效提高双歧杆菌在培养基中的数量。陈婵^[35]研究得到莲子多糖也是一种有效的双歧杆菌增殖因子。陈洁^[36]通过动物试验表明,适宜浓度的莲子发酵乳(lotus-milk fermented product,LMFP)能抑制性神经递质 NO 的含量,对于左旋精氨酸(L-Arg)所造成的小鼠胃肠动力障碍有一定的缓解作用,同时对急性 CCl₄ 造成的肝损伤有保护功效。

2 莲子在食品加工中的应用

随着人们生活水平的不断提高,保健意识也逐渐增强,莲子作为保健品越来越受欢迎,莲子及莲子芯、莲梗、荷叶等不仅医学上的需求日益增加外,在食品加工企业也得到大量的应用^[37]。

2.1 莲子汁饮料

新莲可压榨制成莲子汁,是一种纯天然绿色健康饮品。近年来,相继有天然莲子汁生产工艺、速冻莲子生产工艺^[38](专利申请号:01123992.1)等被开发出来,可为延长莲子产业链,改变鲜莲利用现状,开展精深加工提供实践基础。

刘楠^[37]在传统工艺的基础上,在 68℃ 下酶处理莲子浆使其 DE 值达到 25% 左右后,再 62℃ 糖化处理得到 DE 值为 95% 的莲子浆,最大限度的保持了莲子的风味,得到均一稳定的莲子饮料。原德树等^[39]以银耳、莲子为主要原料,按照莲子 3%,银耳 0.6%,白糖和冰糖 6%,复合乳化稳定剂 0.26%(卡拉胶 0.09%、结冷胶 0.02%、CMC-Na 0.07%、蔗糖酯 0.08%),pH 为 6.0 的工艺和配方得到稳定性好、口感佳的银耳莲子汁复合保健饮料。郑凤荣^[40]在莲子心浸提液中加入绿茶茶汤,配以柠檬酸、蜂蜜、V_C,获得色泽鲜亮、透明、无沉淀,具有莲子心和绿茶特有香气和滋味的茶饮料。

2.2 速溶莲子粉

莲子加工企业将莲子配合燕麦、黑芝麻、大米、花生仁等杂粮,经过磨浆、蒸煮、调质、均质、杀菌等工序后,在真空下

浓缩至固形物含量达到 45 g/100 g,再经喷雾干燥,可得到方便食用的速溶莲子粉;其按个人口味添加白砂糖、复合营养素加热水或蒸煮可制成可口的莲子芝麻糊、莲子奶粉,它营养丰富、易于消化吸收,不仅适用于糖尿病病人和中老年人食用,也有利于婴儿的生长发育^[41]。

Sathithon^[10]将湘莲置于高温环境中进行快速发芽、去芯、干燥后得到具有特性品质的发芽莲子,与大米等辅助材料配比,经磨浆、浓缩等工序后得到营养密度高、方便携带的速溶莲子粉包。

2.3 莲子蜜饯

莲子蜜饯制作工艺简单,产品甜香黏糯、咀嚼性好,饱肚抗饥,深受大众喜欢。将成熟、无病虫害、外观洁白的通心湘莲,加水浸泡、预煮、冷却、糖煮、烘烤,于密闭容器里回软,剔除质量不合格的颗粒,按照一定的规格装入食品袋,便可得到市场上随处可见的莲子蜜饯。

李红梅^[42]在传统的工艺基础上,用低浓度的柠檬酸溶液对莲子进行漂烫处理,制作出质量好,甜而不腻的莲子蜜饯产品。

2.4 莲子罐头

莲子罐头能保持新鲜原材料营养价值,口感极佳,如莲子八宝粥、糖水莲子罐头等,不仅食用方便,还具有补中养神、止泻固精等功效^[43]。

王冉^[44]结合莲子和鸭两种食材,添加陈皮、肉桂、花椒、小茴香、八角、丁香等辅料熬成高汤,研发出具有独特风味的莲子鸭罐头;于增娟^[45]通过创新工艺,研制出香甜可口的速冻猪肉木耳莲子保健罐头,不仅丰富了猪肉加工产品的种类,也为莲子的应用开拓广阔的途径;解蕊^[46]研究食蜜渍莲子产品时,选用 PET/AL/NY/PP(由外向内)复合蒸煮袋包装,利用真空蜜渍技术,研制出莲子风味浓郁的软包装即食产品,迎合了消费者对食品健康、便捷的追求。

2.5 莲蓉馅料

莲子配以不同材料可制成纯正莲蓉、榄仁莲蓉和蛋黄、双黄、三黄、四黄连蓉等,其色泽金黄,幼滑清香;配以面粉可制成莲蓉月饼,其形状丰美、鲜腴、清甜香软,宜茶宜酒,百食不腻。

薛军等^[47]以湖南湘莲为原料,采用 DS32 型双螺杆挤压膨化机对莲子粉进行挤压膨化处理并优化莲蓉制作工艺,得到膨化莲子粉、蔗糖、花生油为 10:10:7 的最佳比例;产品有光泽、组织细腻、甜度适口、不粘牙。

2.6 莲子复配乳酸发酵制品

莲子发酵乳制品集发芽莲子的营养性、滋补性与酸奶的保健性、风味性为一体,起着双重保健功能^[48,49]。一方面在促进胃肠道益生菌增值、抑制致病菌、抗束缚应激和增强肠道免疫机能有着不可或缺的作用^[50-52];另一方面,对提高莲子营养利用率,促进营养素吸收;调节机体免疫功能,延缓机体衰老有特定功效。

危贵茂等^[53]以保加利亚杆菌、嗜热链球菌、双歧杆菌为发酵剂、以白砂糖为甜味剂研制出高营养的益生菌酸莲奶。吴小南等^[54]则研制出发酵莲子乳。郑金贵等^[55]采用莲子发酵技术,按蔗糖6%,莲子6%,脱脂奶粉2.0%,CMC-Na 2.0%的配方制出莲子酸奶,通过动物体外试验验证莲子发酵乳具有治疗便秘、消化不良等胃肠道功能异常的功效。

2.7 莲子其他制品

早期,莲子产品品种较为单一,并以简单工艺制成,如:早餐莲子糊、莲蓉月饼、莲子罐头等。进入21世纪以来,随着莲子加工企业的增多,莲子新产品相继被开发出来,如:莲子面条、低糖莲子酱、莲子酒、莲子乳、莲子冰激凌等。

孙启发^[56]将莲子粉和小米粉混合,研制出营养保健的莲子小米面条;黄美娟^[57]以大米、莲子为材料,按料水比1:1.8(*m*:*V*),酵母量0.6%,在20℃下发酵制出大米莲子清酒,香气醇正浓郁;汤少华^[7]选择外形饱满的去芯干莲子,采用热杀菌方式制成一种稳定结构的低糖莲子酱,制品味甜爽口、色泽明亮、制品涂抹性好。

3 展望

近些年来,国内外学者纷纷对莲子的营养价值和保健功效进行了深入研究,但莲子仍有较大的研究空间和开发潜力,主要体现在以下3个方面:

(1) 传统医学对莲子的功能学特征描述很多,如莲子的安神、补肾、健骨等,但其缺少科学论据的支持。故深入研究莲子活性物质的具体功效及其机理,进一步证实莲子一些缺少理论支持的药理功效亟不可待。

(2) 莲子大部分研究对象仅限于溶剂提取物且其活性作用机制并不透彻,缺少系统研究。日后可重点研究莲子生物活性成分的提取、分离筛选、结构测定以及作用机制等内容,攻破其研究瓶颈。

(3) 现有的产品多把莲子用做一种辅料,并没有充分发挥莲子相关功能成分的作用。下一步可深入研究莲子保健食品的工业化技术,包括莲子营养保存技术及提取功能成分的强化技术。

湘莲是中国农业特色经济资源,其功能学特征逐渐受到人们认识与重视,值得深入研究、极力开发和充分利用,这对于扩宽湘莲应用范围,开发湘莲功能新食品,促进湘莲产业的发展,提升湘莲产业价值和国际贸易占有率有重要意义。

参考文献

- 1 郑宝东. 莲子科学与工程[M]. 科学出版社, 2010.
- 2 曾绍校, 陈秉彦, 郭泽镜, 等. 莲子生理活性的研究进展[J]. 热带作物学报, 2012(11): 2 110~2 114.
- 3 周少游. 湘莲[J]. 湖南农业, 2011(10): 6.
- 4 郑宝东, 郑金贵, 曾绍校. 我国主要莲子品种营养成分的分析[J]. 营养学报, 2003, 25(2): 153~156.
- 5 薛颖, 宋曙辉, 武兴德, 等. 食用仙人掌的营养成分分析[J]. 天然产物研究与开发, 2000, 15(5): 8~13.

- 6 蔡联辉, 曾虹燕, 张继红, 等. 莲子蛋白质的氨基酸组成及其营养评价[J]. 营养学报, 2010, 32(5): 503~507.
- 7 汤少华. 低糖莲子酱加工工艺及其流变性质研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2013.
- 8 李娟, 夏延斌. 莲心生物碱保健功能研究进展[J]. 粮食与油脂, 2010(1): 40~42.
- 9 Chiemel A E, Chinm A A, Olufemi A A, et al. Effect of germination on the chemical, functional and pasting properties of flour from brown and yellow varieties of tiger nut[J]. Food Research International, 2009, 42(8): 1 004~1 009.
- 10 Sathithon. Effects of germination on nutritional qualities of lotus seeds[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2012.
- 11 Sathithon Purintraphiban. Effects of germination on chemical and functional properties of lotus seeds[J]. Food Science, 2012, 33(9): 91~98.
- 12 J R, Nout M J R, Han B Z, et al. Effects of soaking, germination and fermentation on phytic acid, total and in vitro soluble zinc in brown rice[J]. Food Chemistry, 2008, 110(4): 821~828.
- 13 陈甜. 莲子经发芽处理后蛋白质组成变化的研究[J]. 农产品加工(学刊), 2014(1): 9~10.
- 14 陆曙, 龚少愚, 张志斌. 莲心碱对高血压大鼠左室肥厚及心肌肌浆网钙泵活性的影响[J]. 江苏中医药, 2006, 27(2): 59~60.
- 15 冯秀玲, 喻欣, 肖军花, 等. 异莲心碱对心血管功能及压力超负荷型左心室肥大的作用[J]. 华中科技大学学报(医学版), 2002, 31(6): 608~611.
- 16 王兵. 甲基莲心碱心血管药理作用的研究进展[J]. 中草药, 2000, 31(2): 148~150.
- 17 Gow-Chin Yen, Pin-Der Duh, Hui-Ju Su. Antioxidant properties of lotus seed and its effect On DNA damage in human lymphocytes[J]. Food Chemistry, 2005, 89(3): 379~385.
- 18 邓添华, 张静. 莲子多糖的结构分析及抗氧化活性[J]. 生物加工过程, 2012, 10(6): 47~50.
- 19 黄素英, 郑宝东. 莲子多酚的抗氧化活性[J]. 福建农林大学学报(自然科学), 2010, 39(1): 94~97.
- 20 Rai S, Wahile A, Mxikhejee K, et al. Antioxidant activity of Nelumbo nucifera (sacred lotus) seeds[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2006, 104(3): 322~327.
- 21 黄国成. 莲子对果蝇寿命的影响(摘要)[J]. 医学信息, 1995, 8(1): 28.
- 22 苗明三, 徐瑜玲, 方晓艳. 莲子多糖对衰老模型小鼠抗氧化作用的研究[J]. 中国现代应用药学, 2005, 22(1): 11~12.
- 23 Kim T, Kim H J, Cho S K. Nelumbo nucifera extracts as whitening and anti-wrinkle cosmetic agent[J]. Korean Journal of Chemical Engineering, 2011, 28(2): 424~427.
- 24 肖贵平. 建莲莲心的保健功效及其在食品中的应用[J]. 亚热带农业研究, 2009, 5(3): 207~211.
- 25 张为, 张淑霞, 邢福珊, 等. 莲子芯水煎剂抗新城疫病毒和抑菌作用观察[J]. 中国兽医科技, 2002, 32(1): 18~19.
- 26 曾绍校, 陈秉彦, 郭泽镜. 莲子生理活性的研究进展[J]. 热带作物学报 2012, 33(11): 2 110~2 114.

- 27 Leconr B, Molgaard P, Yi Z. Traditional chinese medicine in treatment of Hyperlipidemia[J]. Journal of Ethnopharmacology, 1995, 45(2): 125~129.
- 28 Sohn D H, Kim Y C. Hepatoprotective and free radical scavenging effects of *Nelumbo nucifera* [J]. Phytomedicine, 2003, 10(3): 165~169.
- 29 Rffer J J. The role lactic acid bacteria in colon cancer prevention [J]. Scand Gastromteral, 1995, 30(6): 497~502.
- 30 Le Blay G, Michel C, Blottiere H, et al. Raw potato starch and short-chain fructo-oligosaccharides affect the composition and metabolic activity of rat intestinal microbiota differently depending on the caecocolonic segment involved [J]. Journal of Applied Microbiology, 2003(94): 312~320.
- 31 Grittenden R G, Morris L F, Harvey M L, et al. Selection of a Bifidobacterium strain to complement resistant starch in a symbiotic yoghurt [J]. Journal of Applied Microbiology, 2001(90): 268~278.
- 32 Englyst H N, Kingman S M, Cummings J H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions [J]. European Journal of Clinical Nutrition, 1992, 46(2): 30~50.
- 33 曾绍校, 林鸳鸯, 郑宝东. 莲子及莲子淀粉对双歧杆菌增殖作用的影响 [J]. 福建农林大学学报, 2009, 38(4): 417~419.
- 34 卢旭. 莲子低聚糖对双歧杆菌增殖效应的研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2012.
- 35 陈婵. 莲子多糖提取及结构性质的研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2007.
- 36 陈洁. 发酵莲子乳调节胃肠道运动、吸收功能及对急性 CCl₄ 肝损伤保护作用的实验研究 [D]. 福州: 福建医科大学, 2005.
- 37 刘楠. 莲子饮料稳定性及其加工工艺研究 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2007.
- 38 郑宝东, 黄杰, 郑金贵. 速冻建莲加工与贮藏过程中多酚氧化酶活性抑制的研究 [J]. 中国食品学报, 2003, 3(4): 17~20.
- 39 原德树, 周文凤, 牛小明. 银耳莲子汁饮料加工技术及配方研究 [J]. 中国食品添加剂, 2011(1): 172~176.
- 40 郑凤荣, 郭启友. 莲心茶饮料的研制 [J]. 饮料工业, 2011, 14(4): 20~23.
- 41 孔庆伟, 赵泽民, 酃韬珉, 等. 具有多种生物功能的膨化莲子乳制品市场分析 [J]. 中国乳业, 2009(10): 44~45.
- 42 李红梅. 蜜糖莲子的加工 [J]. 农村百事通, 2002(15): 39.
- 43 吴芳彤, 肖贵平. 莲子的营养保健价值及其开发应用 [J]. 亚热带农业研究, 2012, 8(4): 274~278.
- 44 王冉. 莲子鸭罐头的研制 [J]. 粮油加工与食品机械, 2003(5): 67~68.
- 45 于增娟. 速冻猪肉木耳莲子软罐头 [J]. 食品研究与开发, 2003, 24(2): 36~37.
- 46 解蕊. 软包装即食蜜渍莲子的研制 [J]. 食品工业, 2010(3): 36~38.
- 47 薛军. 莲子粉加工工艺与应用研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2007.
- 48 曾绍校, 陈秉彦, 郭泽镇. 莲子生理活性的研究进展 [J]. 热带作物学报 2012, 33(11): 2110~2114.
- 49 叶笑艳, 钱方, 孙洋. 生物法制备低过敏乳的研究进展 [J]. 食品与机械, 2013, 29(2): 231~233.
- 50 孙国庆, 康小红, 生庆海, 等. 牛乳中 α -乳蛋白和 β -乳球蛋白含量的变化特性 [J]. 食品与机械, 2010, 26(3): 94~96.
- 51 Chia T, Bharucha A E, Thomforde G M, et al. Model of rapid gastrointestinal transit in dogs: effects of muscarinic antagonists and a nitric oxide synthase inhibitor [J]. Neurogastroenterol Motil, 2002, 14(5): 35~41.
- 52 Anvari M, Paterson C A, Deniel E E. Role of nitric oxid mechanisms in control of pyloric motility and transpyloric flow of liquids in conscious dogs [J]. Dig Dig Science, 1998, 43(3): 506~512.
- 53 危茂茂, 欧阳建华, 徐安庆. 酸莲奶的生产工艺研究 [J]. 食品工业科技, 2008(11): 178~180.
- 54 吴小南, 陈洁, 汪家梨, 等. 发酵莲子乳对小鼠胃肠道运动吸收功能的调节作用 [J]. 世界华人消化杂志, 2005, 13(21): 2535~2539.
- 55 郑宝东, 郑金贵. 莲子发酵乳工艺 [J]. 福建农林科技学报(自然科学版), 2004, 33(2): 254~257.
- 56 孙启发. 莲子小米面条的研制 [D]. 武昌: 武汉工业学院, 2010.
- 57 黄美娟. 大米—莲子清酒的研制 [D]. 杭州: 浙江工商大学, 2012.

(上接第 261 页)

- 49 陈介甫, 李亚东, 徐哲. 蓝莓的主要化学成分及生物活性 [J]. 药科学报, 2010, 45(4): 422~429.
- 50 左丽丽, 王振宇, 樊梓鸾, 等. 植物多酚类物质及其功能研究进展 [J]. 中国林副特产, 2012(5): 39~42.
- 51 沈潇, 孙晓红, 赵勇, 等. 蓝莓提取物对金黄色葡萄球菌的抑制作用研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2012, 24(11): 1622~1625.
- 52 Puupponen Pimia R, Nohynek L, Meier C, et al. Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries [J]. Journal of applied microbiology, 2001, 90(4): 494~507.
- 53 Anthony J P, Fyfe L, Stewart D, et al. The effect of blueberry extracts on *Giardia duodenalis* viability and spontaneous excystation of *Cryptosporidium parvum* oocysts, in vitro [J]. Methods, 2007, 42(4): 339~348.
- 54 Shen Xiao, Sun Xiao-hong, Xie Qing-chao, et al. Antimicrobial effect of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) extracts against the growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* Enteritidis [J]. Food Control, 2014, 35(1): 159~165.
- 55 宋立江, 狄莹, 石碧. 植物多酚研究与利用的意义及发展趋势 [J]. 化学进展, 2000, 12(2): 161~170.
- 56 Andres-Lacueva C, Shukitt-Hale B, Galli R L, et al. Anthocyanins in aged blueberry-fed rats are found centrally and may enhance memory [J]. Nutritional Neuroscience, 2005, 8(2): 111~120.
- 57 李轶北. 北欧蓝莓提取物对体外培养人角膜缘上皮细胞作用的初步研究 [D]. 广州: 中山大学, 2009.