

雪莲果及其产品研究进展

田文静¹, 赵东瑞² (1. 北京农业职业学院食品与生物工程系, 北京 102442; 2. 北京工商大学, 食品质量与安全北京实验室, 北京 100048)

摘要 雪莲果是一种药食两用的食品, 具有良好的适口性, 富含多种人体所需营养成分。因此, 雪莲果及其加工利用受到人们的广泛关注。对近年来有关雪莲果的营养成分、保健和药理作用、食品加工应用等方面的研究进行总结, 以期对雪莲果进一步的加工应用研究提供理论基础。

关键词 雪莲果; 营养成分; 药理作用; 加工利用

中图分类号 TS255.4 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)07-0004-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.07.002



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Research Progress of Yacon and Its Products

TIAN Wen-jing¹, ZHAO Dong-rui² (1. Department of Food and Bioengineering, Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing 102442; 2. Beijing Laboratory for Food Quality and Safety, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048)

Abstract *Smallanthus sonchifolius* is a medicinal and edible food with good palatability and rich in many nutrients needed by the human body. Therefore, *Smallanthus sonchifolius* and its processing and utilization have received widespread attention. This paper summarized the recent researches on the nutritional components, health care and pharmacological effects, food processing applications of *Smallanthus sonchifolius*, etc., in order to provide the theoretical basis for further research on *Smallanthus sonchifolius* processing applications.

Key words *Smallanthus sonchifolius*; Nutritional ingredients; Pharmacological effects; Processing and utilization

雪莲果(*Smallanthus sonchifolius*), 又称菊薯、亚贡(Yacon), 为菊科向日葵属双子叶草本植物, 原产于南美洲西部的安第斯山脉^[1-2]。雪莲果形如红薯, 但其肉质晶莹如玉, 口感脆甜多汁、无渣, 因此受到消费者的喜爱。目前, 雪莲果在我国福建、浙江、台湾、海南、云南、贵州、四川、湖北、湖南、山东、河北等省都已普遍种植。

随着生活水平的提高, 人们不仅关注食品的风味品质, 也更加注重其功能性。而雪莲果不仅适口感出众, 还含有丰富的营养成分, 如人体所需的氨基酸、矿物质、类黄酮、酚酸等。同时, 雪莲果属低热量食品, 其中含有大量水溶性植物纤维和丰富的低聚果糖, 其低聚果糖含量为所有已知植物块茎中最高, 被称为“低聚果糖之王”^[3]。因此, 雪莲果能有助于控制体内胆固醇水平、缓解糖尿病, 尤其适合糖尿病患者、肥胖患者食用^[4-5]。同时, 研究表明, 雪莲果中的低聚果糖还有助于提高机体免疫力, 促进益生菌定植^[6]。

基于雪莲果良好的适口性以及富含多种营养成分, 雪莲果的综合开发正日益受到重视。目前, 雪莲果的植株可以作为饲料; 花和叶可以制茶, 冲泡饮用; 果实营养丰富, 可炒食、炖肉、烹汤, 还可以加工成果茶、果冻、糕点、饮料等食品^[1-2]。雪莲果作为药食两用食品在国内外市场非常畅销, 种植及加工前景极为广阔。笔者对近年来有关雪莲果的营养成分、保健和药理作用、食品加工应用等方面的研究进行总结, 以期对雪莲果进一步的加工应用研究提供理论基础。

1 雪莲果的营养成分

1.1 矿物质 雪莲果中含有多种矿物质。矿物元素虽然在

人体内含量较少, 但它们是构成人体及维持人体生命活动必不可少的成分。解成骏等^[7]采用干法灰化前处理方法, 结合火焰原子吸收光谱法, 对文山雪莲果样品中 Zn、Fe、Cu、Mn、Ni、Cr、Cd、Co、Pb 9 种微量元素的含量进行测定, 结果显示, 文山雪莲果中人体必需元素 Fe、Zn 含量均较高, 而 Pb、Cd 等有害元素的含量则极低, 因此安全性较好。但有研究表明, 不同产地雪莲果由于土壤背景等差异, 其中矿物质元素的含量会有一定差异, 如文山出产的雪莲果中磷、钾、硫的含量较高; 曲靖出产的雪莲果中钙、铁和铜的含量较高; 而西双版纳出产的雪莲果中锌和锰的含量很高^[8]。总体来看, 不同产地雪莲果中钾、钙、镁的含量均较高^[8]。

1.2 氨基酸 雪莲果中含有多种人体所需氨基酸。陈俊芳等^[9]对阳明山雪莲果中的氨基酸进行定性和定量分析, 结果显示, 阳明山雪莲果中含有 15 种氨基酸(包括必需氨基酸 7 种), 总量为 6.96 mg/g; 其中谷氨酸含量最高, 占总氨基酸含量的 20.69%。尽管雪莲果中氨基酸含量较低, 但其氨基酸模式与人体的氨基酸模式相近, 这表明其氨基酸具有较高的机体利用率, 因而具有较高的营养价值。

1.3 维生素 维生素是人体必需的营养素, 与人体正常的生长、发育、免疫、繁殖等密切相关。研究表明, 雪莲果中含有 7 种维生素, 分别是维生素 A、维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 C、维生素 D₂、维生素 E、β 胡萝卜素; 其中, 维生素 C 和维生素 E 含量较高, 分别为 41.70 和 1.51 μg/g; 维生素 C 和维生素 E 具有抗衰老、清除自由基、抑制慢性疾病等功能活性^[9]。因此, 雪莲果是维生素 C 和维生素 E 很好的来源。

1.4 低聚果糖 雪莲果中含有 10%~14% 的干物质, 其中 70%~80% 为糖类, 且主要是低聚果糖, 为干重的 45%~70%^[10]。低聚果糖是一种很好的水溶性膳食纤维, 在人体内几乎不被消化, 但是能促进体内菌群生长, 具有双向调节体内菌群、润肠通便、调节血脂、促进人体内 B 族维生素合成、

基金项目 特色高水平院校建设项目—打造技术创新平台—食品营养与安全应用技术协同创新中心(PXM2021_157102_000005); 国家自然科学基金青年科学基金项目(32001826); 北京工商大学青年教师科研启动基金项目(QNIJ2020-13)。

作者简介 田文静(1992—), 女, 内蒙古乌兰察布人, 讲师, 硕士, 从事功能性食品研究与开发工作。

收稿日期 2020-09-08

促进人体内矿物质吸收、抗衰老、提高人体免疫力等功能,是一种对人体无毒副作用的功能性低聚糖。

1.5 酚酸类物质 研究表明,雪莲果中富含酚酸类物质,其中主要为绿原酸^[11]。酚酸类物质具有清除自由基、缓解肝细胞氧化损伤、抑制脂质氧化、预防动脉硬化、抗肿瘤、抗菌的作用。此外,雪莲果叶中的酚酸类物质还能有效抑制肝细胞中葡萄糖的生成,起到治疗糖尿病的作用。因此,雪莲果及其枝叶具有良好的保健和药用价值。

1.6 黄酮类物质 雪莲果叶的水解物中含有黄酮类物质,占雪莲果叶重的 0.009%。黄酮类物质具有降血糖、降血脂等功效。此外,研究人员证实雪莲果叶提取物中含有的黄酮类物质——槲皮素,具有较强的抗氧化作用,能抑制脂质氧化,预防动脉硬化^[12]。

1.7 膳食纤维 雪莲果中富含膳食纤维^[2,13]。而膳食纤维被证实能够促进肠道畅通、降低血浆胆固醇含量、防止动脉粥样硬化、抑制血糖上升,因而有助于治疗糖尿病和肥胖症。因此,雪莲果具有降糖降脂的保健和药用价值。

2 雪莲果的保健及药用价值

2.1 抗氧化作用 雪莲果及其叶中含有多种营养成分,如黄酮类、维生素 C、维生素 E、类胡萝卜素、硒、多糖、酚酸,因而具有较强的抗氧化能力。而抗氧化能力是衡量食品营养和保健价值的重要指标之一。杨少辉等^[14]采用 5 种体外化学方法(DPPH、ABTS、FRAP、SASR 和 MCC)对雪莲果块提取液的自由基清除能力、金属还原能力和金属螯合能力等抗氧化活性指标进行测定,结果表明,雪莲果提取物具有较强的 DPPH、ABTS⁺ 和 O₂^{·-} 自由基清除能力、金属还原能力及金属螯合能力。

2.2 调节胃肠道功能和促进益生菌生长 雪莲果中富含低聚果糖,其低聚果糖含量为所有已知植物块茎中最高^[4]。作为一种膳食纤维,低聚果糖可不被人体消化吸收而直接进入肠道内。一方面,在肠道内,低聚果糖可以被双歧杆菌等益生菌利用,发酵产生短链脂肪酸(如乙酸、乳酸),促进肠道蠕动,增加粪便湿润度;另一方面,低聚果糖本身不可被人体分解利用,几乎未受影响地进入肠道,起到润肠通便的作用^[15]。此外,低聚果糖还可以通过促进肠道益生菌生长,抑制有害菌增殖,起到调节人体肠道菌群和改善肠道对营养素吸收的作用^[15]。同时,益生菌可以以低聚果糖为前体物质,合成人体所需的 B 族维生素、烟酸、叶酸等营养素。此外,低聚果糖还具有提高人体免疫力、促进矿物质的吸收和代谢、促进骨骼发育等重要的生理功能。

2.3 降血糖 雪莲果富含的低聚果糖,口感清甜。但由于人体内缺乏水解低聚果糖的酶,低聚果糖无法直接被人体消化利用,因而不会引起人体血糖的上升。同时,低聚果糖进入肠道后,可优先被双歧杆菌所利用,促进人体胰岛素的合成^[16]。因此,雪莲果属于低热量保健食品,特别适合糖尿病患者和肥胖患者食用。

2.4 降血脂 雪莲果富含维生素和矿物质,具有多种功能活性,可以起到降脂、降压等作用。在众多活性成分中,低聚

果糖作为一种水溶性膳食纤维,具有较强的降血脂功效。膳食纤维表面的活性基团可吸附整合胆固醇和胆汁酸等有机物,减少小肠上皮细胞对脂肪和胆固醇的吸收,并加快胆固醇和胆汁酸从粪便中排泄,因而起到降血脂、降低血清胆固醇的作用,进而起到预防和治疗动脉硬化等心血管疾病的功效。聂兰等^[17]建立高脂 SD 大鼠模型,探究雪莲果对高脂 SD 大鼠体内脂质代谢的影响,结果显示,雪莲果汁能够通过调节脂质代谢相关信号通路,抑制脂肪酸合成,同时加速脂肪酸氧化,最终达到降脂作用。因此,雪莲果可以作为治疗肥胖病的食材。

3 雪莲果的加工利用

雪莲果富含众多人体所需营养成分,具有多种功能活性,因而得到人们青睐。近年来,雪莲果相关产品逐渐得到开发利用,如果汁、果酱、果酒、果脯等。

3.1 雪莲果饮料 雪莲果饮料是以雪莲果为主料,以白砂糖、柠檬酸、稳定剂等为辅料的保健饮品。该饮品兼具清甜爽口的风味和调理胃肠道、降血糖、降血脂等功能活性。雪莲果饮料的基本工艺为雪莲果预处理→榨汁→打浆→调配→均质→灌装→灭菌→冷却→成品。章晓雅等^[18]通过设计试验、分析比对试验结果,就雪莲果原汁加水比例、蔗糖和柠檬酸配比对饮料感官风味的影响以及稳定剂对饮料稳定性的影响进行深入探究,确定最佳工艺参数为原汁含量 40%、蔗糖添加量 6%、柠檬酸添加量 0.3%、CMC-Na 添加量 0.04%、卡拉胶添加量 0.03%、海藻酸钠添加量 0.05%、黄原胶添加量 0.02%;在最佳工艺参数条件下,雪莲果饮料色泽呈淡黄色,果香适当,无酸败味和其他不良风味,果肉形态均匀稳定,无分层和沉淀、流动性好,保质期为 6 个月。同时,为了丰富雪莲果饮料的品类、赋予雪莲果饮料更多的功能活性、满足消费者日益增加的需求,还可以向雪莲果果汁中添加番茄、胡萝卜、芦荟、百香果等其他果蔬汁,制成口感、功能丰富的复合型保健饮料。

3.2 雪莲果酒类饮料

3.2.1 雪莲果保健啤酒。雪莲果因富含低聚果糖等活性成分,属低热量食品,是糖尿病患者和肥胖患者的理想食品。而啤酒是一种深受消费者喜爱的含酒精饮料。将雪莲果与啤酒相结合,制得的雪莲果保健啤酒兼具雪莲果的保健功效与啤酒清爽的口感,同时增加啤酒的品类。且雪莲果中的低聚果糖具有一定的抑菌作用,可以延长啤酒的保质期。因此,雪莲果保健啤酒的开发与应用具有广阔的发展前景。刘凤珠等^[19]通过设计试验,对雪莲果保健啤酒的工艺参数进行优化,结果发现最优工艺参数:在前发酵结束后加入已灭菌的果汁,果汁添加量为 8%,前发酵温度为 12℃,后发酵时间为 7 d;在此条件下,制得的雪莲果保健啤酒风味最佳。

3.2.2 雪莲果果露型黄酒。雪莲果清爽型果露黄酒是以雪莲果和双粮(粳米、糯米)为主要原料,在传统嘉兴喂饭黄酒发酵工艺的基础上进行改良,并在后发酵压榨分离的清酒中调加具有保健功能的益生元低聚异麦芽糖^[20]。以粳米、糯米、雪莲果、低聚糖为原料制得的雪莲果果露型黄酒,营养丰

富、口感清爽,具有多种保健功效,如补充和调节人体生态平衡,改善肠道的微生态环境,促进双歧杆菌增殖和 B 族维生素的合成以及钙、镁、铁等矿物质的吸收,降低血清中胆固醇及血脂水平,提高机体免疫力等。

3.2.3 雪莲果果酒 雪莲果营养丰富,是优质的食品加工原料。以雪莲果为原料,开发研制雪莲果果酒,不仅可以增加雪莲果附加值,也可丰富果酒品类和雪莲果产品品类。阚欢等^[21]通过对雪莲果果酒酿造工艺进行研究,得出最佳工艺参数,工艺流程为原料预处理→果肉破碎→成分调整→控温发酵→终止发酵→澄清→陈酿→装瓶→成品;最佳工艺参数:以新鲜雪莲果为原料,预处理破碎后,调整糖度至 25%,加入偏重亚硫酸钠 0.03%,接入 0.3%活化酵母,在 23℃下发酵 9 d;在此工艺条件下,制得的雪莲果果酒口感纯正、营养丰富、酒精度低。

3.3 雪莲果保健酸奶 雪莲果虽然富含多种营养素,但蛋白质含量较低。而酸奶富含蛋白质、口感良好,且适合患有乳糖不适应症的人群食用。因此,研发雪莲果酸奶,可以将雪莲果和酸奶营养互补。同时,雪莲果中的低聚果糖是优质的益生元,可以促进益生菌在肠道中定殖,进而起到抑制有害菌增殖、改善肠道生态平衡、促进营养素合成与吸收、增强人体免疫力等功能活性。此外,雪莲果由于水分含量大,不易贮藏。因此,开发除鲜食以外的雪莲果产品,不仅可以增加雪莲果附加值、丰富雪莲果产品品类,还可以打破季节限制,降低雪莲果鲜果贮藏期损失。曾艺琼等^[22]基于雪莲果中低聚果糖能增殖乳酸菌的机制,以雪莲果浓缩果汁和鲜牛奶为主要原料,对雪莲果保健酸奶的发酵工艺进行探究,得到的最优工艺参数为稳定剂(明胶:黄原胶)添加量 0.15%、发酵时间 4.5 h、雪莲果浓缩果汁添加量 4%、白砂糖添加量 5%,在此工艺条件下得到的雪莲果酸奶色泽淡黄,风味良好(酸甜适中、口感细腻、风味纯正)。同时,为了丰富雪莲果酸奶品类、赋予雪莲果酸奶更多的功能活性,还可以向雪莲果酸奶中添加谷物等其他原料制成功能丰富的复合型雪莲果酸奶^[23]。

3.4 雪莲果茶饮料 茶是我国的传统饮料。茶叶中含有茶多酚、黄酮和多种人体所需氨基酸等营养成分,不仅口感清甜,且具有多种保健功效,如助消化、减肥、明目利尿、预防心血管疾病和糖尿病。而在茶汁中添加适量的雪莲果汁,不仅可以丰富茶饮料的风味,增强茶饮料的功能活性,还可以满足消费者对食品日益丰富的需求。蒲海燕等^[24]通过研究以雪莲果为主要原料制备雪莲果茶饮料的生产工艺,确定了雪莲果茶饮料的最佳工艺参数:茶汁:雪莲果汁为 1:4,蔗糖添加量为 3%,柠檬酸为 0.2%,灭菌条件为 80℃、20 min;所得产品茶香清新,果香浓郁,营养丰富。白桂芬^[25]研究发现,雪莲果叶中富含蛋白质、酚酸等营养素和活性成分,具有清除自由基、护肝、调节血糖等功效,也十分适合制作茶饮料。因此,雪莲果叶茶饮料相关产品的研发也已开展。

3.5 雪莲果果酱 目前,市售果酱的种类繁多,但含糖量一般较高,存在含糖多、热值高、风味易被糖遮盖、不利人体健

康等缺点。为满足消费者对健康食品(低糖、低盐、低脂)日益增长的消费需求,开发低糖果酱势在必行。低糖果酱由于热值低、保留原料的风味和清爽的口感,具有良好的市场潜力。张凤等^[26]以雪莲果为主要原料,辅以拐枣等,设计单因素试验和正交试验对雪莲果果酱的原料配比进行优化,结果发现最佳配方为拐枣与雪莲果配比 1:4、木糖醇添加量 7%、柠檬酸添加量 0.9%、增稠剂低甲氧基果胶添加量 0.5%,在此配方下生产出的雪莲果低糖果酱风味良好、营养丰富。

3.6 雪莲果果冻 雪莲果产量高,但由于水分含量大,贮藏期受到制约,因此对于雪莲果产品的开发利用十分必要。而果冻作为一种休闲食品,口感顺滑,但营养不足。为丰富果冻品类、增强果冻风味品质与功能性,陈红惠等^[27]以雪莲果为原料,研制出保健型雪莲果果冻,并对配方进行优化,结果发现最佳配方为增筋剂(GA)添加量 0.5%、雪莲果汁添加量 27%、白砂糖添加量 17%、柠檬酸添加量 0.28%,在此条件下制得的雪莲果果冻色泽均一、口感细腻顺滑、果香丰富,兼具果冻良好的适口性和雪莲果的保健功效。

3.7 雪莲果果脯 果脯是我国的传统食品,以雪莲果为原料加工出的果脯,保留了雪莲果的营养成分,同时具有良好的口感和热值低的特点。涂勇等^[28]以雪莲果为原料,对雪莲果低糖果脯的工艺配方进行优化,结果表明,浸糖液最佳配比为蔗糖 35%、葡萄糖 15%、柠檬酸 0.30%、低甲氧基果胶 0.40%,在此条件下制得的雪莲果果脯色泽金黄、口感细腻、风味浓郁。

3.8 雪莲果糕点 传统糕点由于加工工艺和口感的需要,糖添加量普遍偏高,因而热值较高。随着人们生活水平的提高,大家在关注食品风味品质的同时,对食品的健康性也越来越重视。因此,低糖糕点逐渐受到大家关注。其中,雪莲果糕点由于用雪莲果果浆部分代替白砂糖,在尽可能保证糕点风味的同时,降低了糕点的热值,还赋予糕点浓郁的雪莲果香味,而且增加糕点的品类。因此,雪莲果糕点十分适合肥胖症、糖尿病、心血管疾病患者以及需控制食糖摄入量或膳食热量的消费者食用。杜秀虹等^[29]研发了低糖雪莲果蛋糕,通过正交试验,确定了低糖雪莲果蛋糕最佳配方:鸡蛋 500 g、白砂糖 70 g、面粉 300 g、雪莲果果浆 125 g,制得的雪莲果蛋糕不仅保持了原有的甜腻感和风味,还赋予雪莲果特有的清香味,提高了蛋糕的营养价值,为雪莲果的开发利用提供了一条新途径。此外,其他品种的雪莲果糕点也在开发研究中,如雪莲果保健酥饼等^[30]。

4 展望

随着人民生活水平的提高,人们在关注食品风味品质的同时,也越发关注食品的健康性和功能性。而作为药食同源的保健食品,雪莲果不仅适口性好,同时富含多种人体所需营养成分,如矿物质、氨基酸、维生素、低聚果糖、酚酸等,赋予了雪莲果多种功能活性,如抗氧化性、降血脂、降血糖等,因而受到人们青睐。但是雪莲果由于水分含量大,不易贮藏,因此开发除鲜食以外的雪莲果产品势在必行,这样不仅可以打破季节限制,降低雪莲果鲜果贮藏期损失,还可以增

加雪莲果附加值、丰富雪莲果产品品类。

参考文献

- [1] 贫治. 雪莲果的研究进展[J]. 现代食品, 2018(19): 72-74.
- [2] 胡昊, 钟艳, 刘钰, 等. 雪莲果及其副产品的研究现状[J]. 农产品加工, 2019(20): 80-82.
- [3] LANCETTI R, PALAVECINO P M, BUSTOS M C, et al. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour obtention: Effect of process conditions on quality attributes and its incorporation in gluten-free muffins[J]. LWT-Food Science and Technology, 2020, 125[2020-04-25]. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109217>.
- [4] HONORÉ S M, GRANDE M V, ROJAS J G, et al. *Smallanthus sonchifolius* (yacon) flour improves visceral adiposity and metabolic parameters in high-fat-diet-fed rats[J]. Journal of obesity, 2018, 218: 1-15.
- [5] HABIB N C, HONORÉ S M, GENTA S B, et al. Hypolipidemic effect of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) roots on diabetic rats; Biochemical approach[J]. Chemico-biological interactions, 2011, 194(1): 31-39.
- [6] CHOQUE DELGADO G T, THOMÉ R, GABRIEL D L, et al. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*)-derived fructooligosaccharides improves the immune parameters in the mouse[J]. Nutrition research, 2012, 32(11): 884-892.
- [7] 解成骏, 胡国海, 李洪潮. 云南文山雪莲果中微量元素的测定——应用火焰原子吸收法[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(8): 75-77.
- [8] 汪祿祥, 黎其万, 刘家富, 等. 云南雪莲果的营养成分及质量安全评价[J]. 广东农业科学, 2008, 35(5): 22-24.
- [9] 陈俊芳, 张慧, 付湘晋, 等. 阳明山高山雪莲果块根营养成分分析[J]. 湖南林业科技, 2012, 39(1): 64-66.
- [10] 安磊, 王珂, 孙雨辰, 等. 雪莲果中菊淀粉型低聚果糖的神经保护作用[J]. 中国食品学报, 2019, 19(10): 34-39.
- [11] 焦琳娟, 何旭英. 微波辅助提取雪莲果中绿原酸及其纯化的工艺研究[J]. 食品科技, 2015, 40(11): 230-234.
- [12] VALENTOVÁ K, SERSEN F, ULRICHOVÁ J. Radical scavenging and anti-liperoxidative activities of *Smallanthus sonchifolius* leaf extracts [J]. Journal of agricultural and food chemistry, 2005, 53(14): 5577-5582.
- [13] 蔡莉. 酶解技术在雪莲果菊糖提取中的应用[J]. 安徽化工, 2020, 46(2): 58-60.
- [14] 杨少辉, 宋英今, 王洁华, 等. 雪莲果体外抗氧化和自由基清除能力[J]. 食品科学, 2010, 31(17): 166-169.
- [15] 杭锋, 伍剑锋, 王荫榆, 等. 低聚果糖调节人体肠道菌群功能的研究[J]. 乳业科学与技术, 2010, 33(3): 108-111.
- [16] 谢新民, 冯婷. 雪莲果营养保健作用及其发展前景[J]. 北京农业, 2011(9): 61-62.
- [17] 聂兰, 孙见飞, 莫云, 等. 雪莲果汁对高脂模型大鼠的降脂作用及其机制初步探讨[J]. 基因组学与应用生物学, 2017, 36(9): 3622-3628.
- [18] 章晓雅, 郑剑. 功能性雪莲果饮品研制[J]. 安徽农学通报, 2010, 16(23): 154-155.
- [19] 刘凤珠, 牛小明, 陈辉. 雪莲果保健啤酒的研制[J]. 食品工程, 2010(1): 24-26.
- [20] 汪建国. 雪莲果露型黄酒的研发[J]. 中国酿造, 2008, 27(17): 90-91.
- [21] 阙欢, 郭娱良, 李贤忠. 雪莲果果酒酿造工艺研究[J]. 江苏农业科学, 2009, 37(3): 300-302.
- [22] 曾艺琼, 邱树毅, 陈燕, 等. 雪莲果保健酸奶的工艺研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(19): 10237-10239.
- [23] 孙亚利, 周文美, 刘丰, 等. 苦荞-雪莲果酸奶的研制[J]. 中国酿造, 2018, 37(11): 186-190.
- [24] 蒲海燕, 周剑新, 谢洁, 等. 雪莲果茶饮料的研制[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(4): 90-92.
- [25] 白桂芬. 雪莲果叶茶的营养保健功能与加工技术[J]. 农产品加工(学刊), 2010(9): 82-83.
- [26] 张凤, 熊敏, 宋璐彬, 等. 拐枣雪莲果低糖果酱的研制[J]. 农产品加工, 2019(23): 15-18, 22.
- [27] 陈红惠, 彭光华, 周云波. 营养保健型雪莲果果冻的工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(5): 104-107.
- [28] 涂勇, 姚昕. 雪莲果低糖果脯的研制[J]. 西昌学院学报(自然科学版), 2010, 24(4): 58-60.
- [29] 杜秀虹, 李春发. 低糖雪莲果蛋糕的研制[J]. 保鲜与加工, 2010, 10(5): 37-39.
- [30] 华景清, 蔡健, 徐良, 等. 雪莲果保健酥饼制作工艺[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(12): 116-118.
- [31] (上接第3页)
- [18] 张静, 胡立勇. 农作物种子处理方法研究进展[J]. 华中农业大学学报, 2012, 31(2): 258-264.
- [19] 姜波. 种子包衣后黄苣生长期性状与药材品质的研究[D]. 哈尔滨: 黑龙江中医药大学, 2009.
- [20] 黄文静, 赵宏光, 孙晓春, 等. 种衣剂包衣对紫苏生长发育和抗病虫害的影响[J]. 种子, 2018, 37(6): 43-48.
- [21] 曾颖苹. 铁皮石斛人工种子包衣技术研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2012.
- [22] 范文艳, 马建, 陈瑾, 等. 复合型丸粒剂对防风种子萌发的影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2010, 22(4): 1-3, 7.
- [23] 张博, 石国玺. 不同处理对蒙古黄芪种子萌发的影响[J]. 中兽医医药杂志, 2016, 35(2): 11-14.
- [24] 王晓飞, 魏国江, 关向军, 等. 不同种子处理方法对两种黄芪种子萌发的影响[J]. 贵州农业科学, 2019, 47(5): 116-119.
- [25] 史红梅, 张海燕, 杨彬, 等. 不同处理方法对薏苡种子出苗时间及出苗率的影响[J]. 种子, 2018, 37(10): 82-84.
- [26] 秦淑英, 唐秀光, 王文全, 等. 药用植物种子处理研究概况[J]. 种子, 2001, 20(2): 37-39.
- [27] 董杰. 中药材种子播前的处理[J]. 农村新技术, 2008(1): 9.
- [28] 温树荣, 许东先, 唐敏聪, 等. 不同处理对4种金合欢种子萌发的影响[J]. 林业与环境科学, 2019, 35(2): 75-79.
- [29] 柳文军, 李爱堂, 喻明曦, 等. 不同处理对柴胡种子萌发的影响[J]. 甘肃农业科技, 2018(9): 25-28.
- [30] 潘雨梅, 付金娥, 韦莹, 等. 不同处理方式天门冬种子发芽率和发芽势的特征[J]. 热带农业科学, 2018, 38(12): 5-9.
- [31] 雁卉. 六种药材种子播前处理方法[N]. 山东科技报, 2013-07-08(04).
- [32] 李阳, 于锡宏, 蒋欣梅, 等. 不同温度层积处理对北五味子种子休眠过程中种胚后熟的影响[J]. 北方园艺, 2017(20): 140-144.
- [33] 李宏博, 吕德国, 魏熙婷, 等. 不同处理方法对解除珊瑚菜种子休眠的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2010, 41(4): 482-484.
- [34] 陈伟, 付红丽, 云美丽, 等. 不同层积处理时间对射干种子发芽率的影响[J]. 内蒙古林业科技, 2018, 44(1): 49-51.
- [35] 白尧, 兰爱琴, 张国盛, 等. 不同预处理对金银忍冬种子发芽率的影响[J]. 北方园艺, 2011(5): 100-101.
- [36] 魏新雨. 中药材种植处理种子新方法[J]. 北京农业, 2005(11): 15.
- [37] 武睿, 郭峰红, 萧明明, 等. 超声波处理对锁阳种子萌发特性影响研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2010, 45(6): 84-87, 93.
- [38] 王剑龙, 常晖, 周仔莉, 等. 超声波对黄精种子萌发及萌发生理影响[J]. 种子, 2014, 33(1): 30-33.
- [39] 卞紫秀, 汪建飞, 王顺民. 超声波处理下苦荞麦萌发及富集黄酮工艺优化研究[J]. 安徽工程大学学报, 2018, 33(5): 7-13.
- [40] 陈瑛. 植物药种子手册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1987: 34.
- [41] 王倩, 李雪, 张明生, 等. 不同酸处理对金铁锁种子萌发的影响[J]. 山地农业生物学报, 2019, 38(4): 81-85.
- [42] 沈路莹. 柴胡种子处理技术及播种密度研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014.
- [43] 李娜, 高速, 王小平, 等. 不同处理条件对黄芪种子发芽率影响研究[J]. 陕西农业科学, 2019, 65(2): 17-20.
- [44] 武治华, 牛继平. 不同处理方法对黄芩种子萌发的影响[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(18): 107-110.
- [45] 黄涛, 安衍茹, 彭亮, 等. 外源激素处理对远志种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(20): 50-55.
- [46] 李佳, 周素华, 贾娜, 等. 不同浓度赤霉素处理对杜仲种子萌发的影响[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(3): 144-146, 185.
- [47] 杨根林, 谭凤琼, 高云, 等. 丸粒化处理对党参种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 种子, 2019, 38(9): 81-84.
- [48] 周立业, 熊梅. 赤霉素对野生防风种子发芽的影响[J]. 北方园艺, 2012(21): 149-151.
- [49] 张红生, 胡晋. 种子学[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 2015: 187.
- [50] 张浩. 甘草种衣剂的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2014.
- [51] 陈红刚, 杜强, 王晶, 等. 丸粒化处理对党参种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 中兽医医药杂志, 2017, 36(4): 39-41.
- [52] 黄文静, 李铂, 王楠, 等. 种衣剂对丹参种子萌发及幼苗抗旱性的影响[J]. 种子, 2018, 37(7): 19-23.
- [53] 卫艳英. 浅谈农作物种子处理方法研究进展[J]. 农民致富之友, 2014(24): 109.