

不同干燥处理对薤白鳞茎皂苷含量和糖组分的影响

关 峰, 郝丽珍*, 石 博, 张凤兰, 杨忠仁

(内蒙古农业大学农学院, 内蒙古自治区野生特有蔬菜种质资源与种质创新重点实验室, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘 要: 采用鼓风干燥、真空干燥和阴干对薤白鳞茎进行对比实验, 测定干燥后薤白鳞茎皂苷、糖组分含量以及干燥速率和干燥能耗, 比较不同干燥方法对薤白鳞茎内有效成分的影响。结果表明: 薤白鳞茎干样中蔗糖含量最高, 木糖含量最低。皂苷含量在80℃鼓风干燥处理后达到最高, 为34.60 mg/g; 蔗糖含量在60℃鼓风干燥后达到最高, 为40.82 mg/g; 葡萄糖醛酸和半乳糖醛酸含量在真空干燥处理后达到最高, 分别为5.12 μg/g和300.65 μg/g; 阿拉伯糖、可溶性糖含量在干燥处理后相对稳定。干燥温度越高, 干燥用时越短。从加工特性、有效成分保留方面综合考虑, 80℃鼓风干燥对薤白鳞茎有效成分影响较小, 可作为规模化干燥薤白鳞茎的方法。

关键词: 薤白鳞茎; 干燥处理; 皂苷; 糖

Influence of Different Drying Methods on Contents of Saponions and Sugars in *Allium macrotemon* Bunge. Bulbs

GUAN Feng, HAO Li-zhen*, SHI Bo, ZHANG Feng-lan, YANG Zhong-ren

(Inner Mongolia Autonomous Region Key Laboratory of Wild Peculiar Vegetable Germplasm Resource and Germplasm Enhancement, College of Agriculture, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China)

Abstract: Comparison of three different drying methods, air blowing, vacuum drying and shade drying was carried out for *Allium macrotemon* Bunge. bulbs. For this, we determined the contents of saponion and sugar in the dried bulbs as well as the drying rate and energy consumption for the drying methods. The results showed that sucrose was the most abundant and xylopyranose the least abundant sugar in the dried bulbs of *Allium macrotemon* Bunge.. The content of saponin reached the maximum level of 34.60 mg/g in the air-blowing dried sample at 80℃ and the maximum sucrose content of 40.82 mg/g was also attained by this drying method at 60℃. However, vacuum drying resulted in the maximum levels of glucuronic acid and galacturonic acid (5.12 and 300.65 μg/g, respectively). The contents of arabinose and soluble sugars were relatively stable among different drying methods. Higher drying temperature led to higher drying rate. Considering processing characteristics and retention of effective components, air drying at 80℃ is the best drying method for *Allium macrotemon* Bunge. bulbs.

Key words: *Allium macrotemon* Bunge. bulbs; drying methods; saponin; sugar

中图分类号: TS255.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2014)17-0089-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201417018

薤白(*Allium macrotemon* Bunge.)为百合科葱属多年生草本植物^[1], 别名小根蒜、山蒜等, 广泛分布于湖北、东北、河北、广西、江苏、内蒙古等地, 是一种药食同源植物。薤白生食、炒食、腌制均可, 具有解痉平喘、通阳散结、降脂、抗肿瘤等多种药理活性^[2], 多将鳞茎干燥后入药。目前, 由薤白提取物制成的脉净胶囊(成分为甾体皂苷、含硫化合物)已用于临床治疗高血脂症、预防动脉粥样硬化斑块的形成。

皂苷类化合物是薤白活性成分之一, 它是由糖或糖的衍生物通过端基碳原子与另一非糖物质连接而成, 其糖基主要是葡萄糖和半乳糖两种, 也有阿拉伯糖、木糖等^[3]。糖是类胡萝卜素、维生素、芳香物质和色素等物质的合成原料, 参与植物体新陈代谢、能量供给等生理生化过程, 并在细胞转导中起着信号分子的重要作用。薤白皂苷可分为呋甾皂苷和螺甾皂苷两种, 其结构由苷元和糖链两部分组成。甾体皂苷的苷元可分为螺旋甾烷

收稿日期: 2014-01-31

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201203004)

作者简介: 关峰(1986—), 女, 博士研究生, 研究方向为野生蔬菜种质资源与种质创新。E-mail: guanfeng_0813@163.com

*通信作者: 郝丽珍(1960—), 女, 教授, 博士, 研究方向为野生蔬菜种质资源与种质创新。E-mail: Haolizhen_1960@163.com

型、呋喃甾烷型、胆甾烷型、糖苷生物碱、强心苷和甾体海葱苷^[3],通常由1~5个单糖组成,而组成糖链的单糖主要有葡萄糖、鼠李糖、半乳糖、木糖、阿拉伯糖等^[4]。康利平等^[5]通过高效液相色谱方法对重楼根茎中的甾体皂苷类化合物构效关系进行测定,发现5种皂苷类化合物糖链中含有鼠李糖、葡萄糖等。糖既是皂苷类化合物合成的前体物质,也是调节其合成的信号物质^[6]。乙酰化皂苷在三氟化硼(BF_3)的催化下用乙酰裂解,得到完整的全乙酰化寡糖和乙酰化皂苷元^[4]。Kitagawa等^[7]通过光照、四乙酸铅氧化或乙酸/吡啶选择性裂解等方法对皂苷类化合物进行裂解,可得到完整的苷元及葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸。一些学者研究表明苹果着色过程中果皮内花青苷与果实中果糖、葡萄糖、蔗糖及山梨醇等都具有密切的关系^[8-10]。

干燥是食品、药品加工和贮藏过程中一项必不可少的环节。薤白干燥过程多采用常规晒干方式,但自然干燥生产周期较长、易变质、受环境及天气影响较大、产品质量难控制^[11],可能导致药材劣变、药性改变、有效成分损失等问题。目前,有关薤白干燥加工方法的研究未见报道。本实验以薤白鳞茎为试材,测定干燥处理后薤白鳞茎中皂苷、淀粉、木糖、阿拉伯糖、蔗糖、葡萄糖、半乳糖、鼠李糖、半乳糖醛酸、葡萄糖醛酸的含量,探讨鼓风干燥、真空干燥、阴干3种干燥处理对薤白鳞茎活性成分的影响,以期了解不同干燥技术的加工特性,为薤白皂苷类化合物与糖类物质的相关关系和调控研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

薤白鳞茎,直径1.5~2 cm,采自内蒙古农业大学实验田,洗去泥沙,并置于筛网上沥去表面水分。实验中所有材料均为同一时间采摘。

蒽酮 上海国药集团化学试剂有限公司;乙醇、正丁醇 天津致远化工有限公司;香草醛 英国Alfa Aesar公司;硫酸 北京化工厂;高氯酸 天津鑫源化工有限公司;试剂盒 美国ELISA有限公司。

1.2 仪器与设备

FD-1-50型真空冷冻干燥机 北京博医康实验仪器有限公司;HHS型恒温水浴锅、HPX-9082型鼓风烘箱、JC-79-1型电子搅拌器 上海博讯实业有限公司;Epoch R型酶标仪 美国博腾仪器有限公司;RE-52AA旋转蒸发仪 上海雅荣生化仪器设备有限公司;TDZ5-WS型冷冻离心机 上海卢湘仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 干燥方法

阴干:称取100 g薤白鳞茎,均匀平铺于托盘中,置于室温(23 ± 2) °C流动空气中进行干燥,每12 h称质量一次,直至恒质量,重复3次。

真空干燥:称取100 g薤白鳞茎,在真空度为0.1 MPa,温度为60 °C条件下进行干燥,每2 h称质量一次,直至恒质量,重复3次。

冷冻干燥:称取100 g薤白鳞茎,将其置于冰柜(-40 °C)中速冻6 h,然后在真空度为0.1 MPa、冷阱温度 -40 °C、加热板温度60 °C条件下进行冷冻干燥,每2 h称质量一次,直至恒质量,重复3次。

鼓风干燥:称取100 g薤白鳞茎,均匀平铺于电热鼓风恒温干燥箱内,分别采用60、80、100 °C鼓风温度、2.5 m/s风速条件对薤白进行干燥,每1 h称质量一次,直至恒质量为止,重复3次。

通过以上干燥处理后样品的水分含量控制在6%以下,将干燥样品粉碎后过60目筛。

1.3.2 测定指标

皂苷含量测定采用香草醛-高氯酸比色法^[12];淀粉含量测定采用碘钼酸比色法^[13];可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法^[13];干燥速率的测定参照周国燕等^[14]的方法。

1.3.3 试剂盒的制备

取48孔ELISA试剂盒酶标板8块,每板用作一种糖类的测定,每孔加满洗涤液350 μL ,浸泡1 min,甩尽孔内液体,拍干,反复5次,保存备用;配制不同质量浓度鼠李糖(0、31.2、62.5、125、250、500 ng/mL)(板1)、葡萄糖醛酸(0、18.7、37.5、75、150、300 ng/mL)(板2)、阿拉伯糖(0、50、100、200、400、800 U/L)(板3)、木糖(0、62.5、125、250、500、1 000 pg/mL)(板4)、半乳糖醛酸(0、7.5、15、30、60、120 pmol/mL)(板5)、半乳糖(0、3.12、6.25、12.5、25、50 ng/mL)(板6)、葡萄糖(0、10、20、40、80、160 mg/mL)(板7)、蔗糖(0、10、20、40、80、160 mg/mL)(板8)的标准液各6瓶,每板每孔加入50 μL 对应标准品,待测样品孔加入10 μL 待测样品,再加入样品稀释液40 μL 。随后每孔加入辣根过氧化物酶标记的检测抗体50 μL ,用封板膜封住,37 °C水浴锅温育60 min。弃去液体,洗板5次。加入底物3,3',5,5'-四甲基联丙胺溶液(3,3',5,5'-methyl propyl amine, TMB)100 μL ,37 °C避光显色15 min。加入终止液50 μL ,在450 nm波长处测定OD值。

1.4 统计分析方法

用SAS 9.0进行单因素ANOVA方差分析,Duncan's模型进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同干燥处理对薤白鳞茎单糖含量的影响

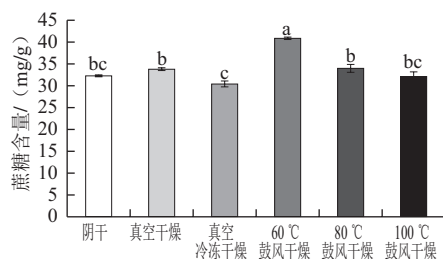
表1 不同干燥方法对薤白鳞茎单糖含量及干燥速率的影响
Table 1 Influence of different drying methods on monosaccharide contents and drying rates

干燥处理	葡萄糖含量/ (ng/g)	阿拉伯糖 含量/(U/L)	半乳糖含量/ (ng/g)	鼠李糖含 量/(ng/g)	木糖含量/ (ng/g)	干燥速 率/(g/h)
阴干	1452.20±35.16 ^b	114.29±2.31 ^b	578.18±4.72 ^f	5031.72±11.97 ^a	5.21±0.06 ^d	0.04
真空干燥	1392.13±8.43 ^e	120.63±1.12 ^b	792.73±3.62 ^b	4562.75±8.80 ^b	8.08±0.21 ^{ab}	0.53
真空冷冻	1556.31±3.25 ^d	171.08±1.57 ^{ab}	813.13±3.38 ^a	4020.11±5.13 ^c	5.47±0.53 ^d	0.62
60℃鼓风	1438.37±7.36 ^e	145.98±1.11 ^{ab}	670.42±0.33 ^c	3315.19±33.43 ^f	7.86±0.31 ^c	0.33
80℃鼓风	1338.94±8.65 ^d	180.49±2.82 ^{ab}	721.21±1.61 ^d	4383.45±8.98 ^e	8.26±0.75 ^b	0.42
100℃鼓风	1311.19±4.18 ^d	201.61±0.69 ^b	743.03±4.76 ^c	4162.76±10.12 ^d	8.95±0.22 ^a	0.57

注：同列小写字母不同表示差异显著 ($P < 0.05$)。

由表1可知，薤白鳞茎中含有多种单糖，其中鼠李糖含量最高，木糖含量最低。葡萄糖含量在真空冷冻干燥后达到最高值，为1556.31 ng/g，经100℃鼓风干燥后，达最低值，为1311.19 ng/g。阿拉伯糖含量在不同干燥处理间变化差异相对较小，经100℃鼓风干燥处理后含量最高。鼠李糖含量经阴干处理后达最大值，为5031.72 ng/g，经60℃鼓风干燥处理后达最小值，为3315.19 ng/g，最大值比最小值高出34%。木糖含量在100℃鼓风干燥处理后达最大值，为8.95 ng/g，而阴干处理后含量最低，为5.21 ng/g，最大值比最小值高出41.90%。不同干燥方法间半乳糖含量的变化范围为578.18~813.13 ng/g，差异显著 ($P < 0.05$)，经真空冷冻干燥处理后，半乳糖含量达最大值，经阴干处理后达最小值。在鼓风干燥处理过程中，木糖、半乳糖、阿拉伯糖含量随鼓风温度升高而升高，说明这3种糖有较好的耐热性，而葡萄糖、鼠李糖含量则呈现先升高后下降的趋势。另外，鼓风温度越高，干燥速率越快。

2.2 不同干燥处理对薤白鳞茎蔗糖含量的影响



小写字母不同表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

图1 不同干燥方法对薤白鳞茎蔗糖含量的影响

Fig.1 Influence of different drying methods on sucrose content

由图1可知，不同干燥处理对薤白鳞茎蔗糖含量影响显著 ($P < 0.05$)。60℃鼓风干燥处理后，蔗糖含量达最大值 (40.82 mg/g)，显著高于阴干处理组 (32.28 mg/g) ($P < 0.05$)。真空干燥、真空冷冻干燥、80℃鼓风干

燥、100℃鼓风干燥处理后，蔗糖含量分别为33.75、30.25、33.96、30.07 mg/g，与阴干处理组差异不显著 ($P > 0.05$)。不同干燥处理薤白鳞茎蔗糖含量大小顺序为60℃鼓风干燥 > 80℃鼓风干燥 > 真空干燥 > 阴干 > 100℃鼓风干燥 > 真空冷冻干燥。

2.3 不同干燥处理对薤白鳞茎葡萄糖醛酸和半乳糖醛酸含量的影响

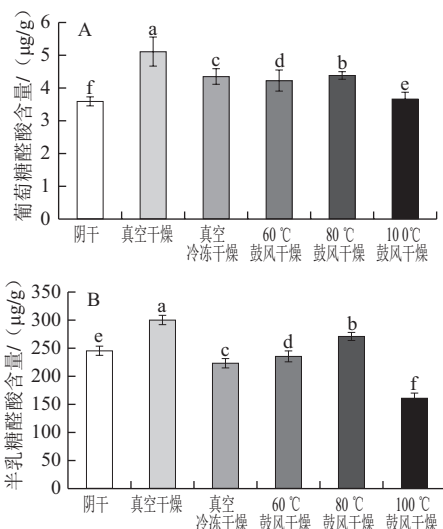


图2 不同干燥处理对薤白鳞茎葡萄糖醛酸 (A) 和半乳糖醛酸 (B) 含量的影响

Fig.2 Influence of different drying methods on the contents of glucuronic acid (A) and galacturonic acid (B)

由图2可知，不同干燥处理间葡萄糖醛酸和半乳糖醛酸含量差异显著 ($P < 0.05$)。葡萄糖醛酸和半乳糖醛酸含量变化趋势基本一致，均在真空干燥处理后达最大值 (分别为5.12 μg/g和300.65 μg/g)，显著高于阴干处理组 (分别为3.59 μg/g和246.10 μg/g) ($P < 0.05$)。在鼓风干燥处理中，2种糖醛酸含量均随干燥温度上升呈现先升后降的趋势，在80℃鼓风干燥后达到最大 (分别为4.37 μg/g和270.67 μg/g)，与60、100℃鼓风干燥差异显著 ($P < 0.05$)。不同干燥处理薤白鳞茎葡萄糖醛酸含量大小顺序为真空干燥 > 80℃鼓风干燥 > 真空冷冻干燥 > 60℃鼓风干燥 > 100℃鼓风干燥 > 阴干，半乳糖醛酸含量大小顺序为真空干燥 > 80℃鼓风干燥 > 真空冷冻干燥 > 60℃鼓风干燥 > 阴干 > 100℃鼓风干燥。

2.4 不同干燥处理对薤白鳞茎淀粉和可溶性糖含量的影响

由图3A可知，不同干燥处理对薤白鳞茎淀粉含量有一定影响，其中经真空冷冻干燥、鼓风干燥处理的淀粉含量显著高于阴干处理 ($P < 0.05$)，而真空干燥与阴干处理无显著差异。在60℃鼓风干燥处理后，淀粉含量最高，为8.75 mg/g。不同干燥处理对薤白鳞茎内可溶性糖无显著影响 ($P > 0.05$)。

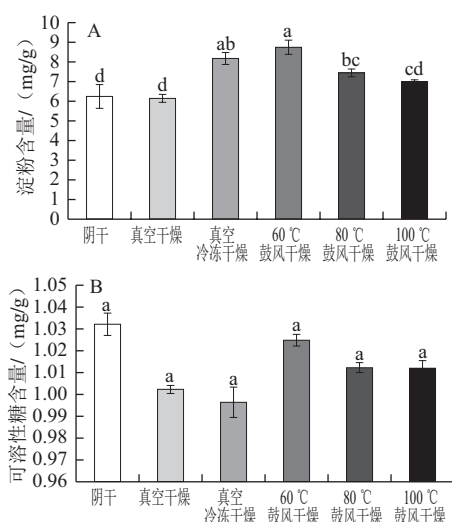


图3 不同干燥处理对薤白鳞茎淀粉(A)和可溶性糖(B)含量的影响
Fig.3 Influence of different drying methods on the contents of starch (A) and soluble sugars (B)

2.5 不同干燥处理对薤白鳞茎皂苷含量的影响

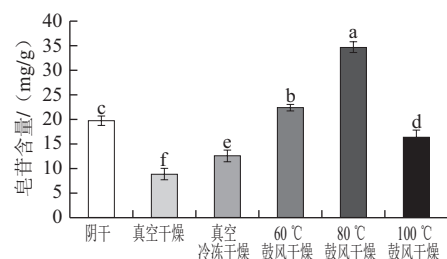


图4 不同干燥处理对薤白鳞茎皂苷含量的影响
Fig.4 Influence of different drying methods on saponin content

由图4可知,不同干燥处理间皂苷含量变化幅度较大。在鼓风干燥处理中,皂苷含量随着鼓风干燥温度的升高呈先上升后减小趋势,经80℃鼓风干燥后达最大值(34.60 mg/g),经真空干燥处理后,皂苷含量最小,为8.92 mg/g。不同干燥处理皂苷含量大小顺序为80℃鼓风干燥>60℃鼓风干燥>阴干>100℃鼓风干燥>真空冷冻>真空干燥。

2.6 不同干燥处理对薤白鳞茎干燥能耗的影响

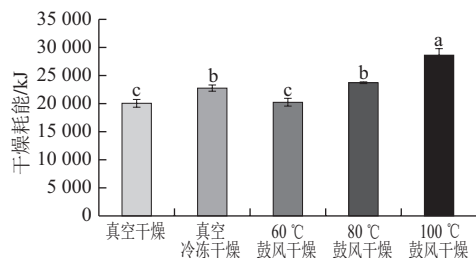


图5 不同干燥处理对薤白鳞茎干燥能耗的影响
Fig.5 Influence of different drying methods on energy consumption

干燥能耗是评定干燥工艺的一个重要指标,它是指鼓风干燥过程中的蒸汽消耗、风机消耗和真空干燥过程

中真空泵的动能消耗、冷冻机消耗之和。由图5可知,不同干燥处理的干燥能耗差异显著($P<0.05$),其大小表现为100℃鼓风干燥>80℃鼓风干燥>真空冷冻干燥>60℃鼓风干燥>真空干燥。

3 讨论

薤白鳞茎的不同干燥处理过程中,温度对其干燥速率、干燥能耗的影响较大,干燥温度越高,干燥用时越短,干燥能耗越小。由于薤白鳞茎主要药用成分为皂苷,因此以皂苷为主要考察指标来衡量干燥方法。曾珍等^[15]研究发现100℃烘干柴胡皂苷a和柴胡皂苷d的质量分数分别升高了98.62%和107.72%,本实验也发现高温烘干有利于皂苷的保存。冷冻干燥对植物中易高温氧化分解成分有保护作用^[16],但本实验中冷冻干燥对样品中有效成分的保留并没有体现优势,这可能与冷冻干燥的技术特点和具体工艺有关。低温造成了植物组织细胞局部水分快速散失,细胞原位水分的丧失形成了空腔,而空腔中的空气并没有随之排出,且细胞组织中的酶没有被灭活,因此,可以继续氧化其中的有效成分,造成了植物组织中有效成分的分解。目前,冷冻干燥对薤白中有效成分的影响研究还未见有详细报道。本实验发现80℃鼓风干燥有利于对主要有效成分皂苷、葡萄糖^[17]、鼠李糖的保留,而不同干燥处理对阿拉伯糖、可溶性糖含量影响不大,这与张永清等^[18]研究相一致。从有效成分保留以及加工特性方面考虑,80℃鼓风干燥可以作为规模化干燥薤白的最佳方法。

蔬菜中糖的组分和含量是衡量蔬菜风味品质的重要指标。据研究报道,香椿中的糖以可溶性糖和膳食纤维为主^[19];南瓜以葡萄糖为主^[20];玉米皮中含有大量的阿拉伯糖及低聚糖^[21];甜菜中蔗糖含量最高,且含有少量半乳糖^[22];洋葱中葡萄糖和果糖含量较高^[23];三七根以蔗糖为主。本实验发现薤白鳞茎含有大量的蔗糖、葡萄糖、鼠李糖、葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸,与夏新奎等^[24]的研究结果相一致。

参考文献:

- [1] 《中国药典》编审组. 中国药典(一部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010: 353.
- [2] 《中药辞海》编审组. 中药辞海(第三卷)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1997: 1546-1549.
- [3] 程书彪. 薤白中皂苷类化学成分的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2013: 3-4.
- [4] 李盛钰. 甾体皂苷糖链结构修饰及抗肿瘤构效关系[D]. 长春: 东北师范大学, 2007: 2.
- [5] 康利平, 马百平, 张洁, 等. 重楼中甾体皂苷的分离与结构鉴定[J]. 中国药物化学杂志, 2005, 5(1): 25-30.
- [6] SMEEKENS S. Sugar-induced signal transduction in plants[J]. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 2000, 51: 49-81.

- [7] KITAGAWA I, YOSHIKAWA M, IM K S, et al. Saponin and sapogenol XIX. selective cleavage of the glucuronide linkage in saponin by lead tetraacetate oxidation followed by alkali treatment[J]. Chemical Pharmaceutical Bulletin, 1977, 25(4): 657-666.
- [8] 赵宗方, 谢嘉宝, 吴桂法, 等. 富士苹果果皮花青素发育的相关因素分析[J]. 果树学报, 1992, 9(3): 134-137.
- [9] 张元慧, 关军锋, 杨建民, 等. 李果实发育过程中果皮色素、糖和总酚含量及多酚氧化酶活性的变化[J]. 果树学报, 2004, 21(1): 17-20.
- [10] HARA M, OKI K, HOSHINO K, et al. Effects of sucrose on anthocyanin production in hypocotyl of two radish (*Raphanus sativus*) varieties[J]. Plant Biotechnology, 2004, 21(5): 401-405.
- [11] 陈鑫. 不同干燥方法对姬松茸干品品质特性的研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2008: 8.
- [12] 韩秋敏, 李登超, 黄亚东, 等. 淮山药薯蓣皂苷测定方法的研究[J]. 食品工业科技, 2011, 32(12): 494-496.
- [13] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 194-202.
- [14] 周国燕, 陈唯实, 叶秀东, 等. 猕猴桃热风干燥与冷冻干燥的实验研究[J]. 食品科学, 2007, 28(8): 164-167.
- [15] 曾珍, 王晶, 贾凌云, 等. 不同干燥和炮制方法对北柴胡皂苷类化合物的影响[J]. 沈阳药科大学学报, 2012, 29(8): 650-655.
- [16] 彭菊艳, 龚月桦, 王俊儒, 等. 不同干燥技术对金银花药用品质的影响[J]. 西北植物学报, 2006, 26(10): 2044-2050.
- [17] 尹爱群, 王磊, 张艳华. 不同干燥方法对桑葚中含糖量及pH值的影响[J]. 中国药师, 2005, 8(6): 519-520.
- [18] 张永清, 郑云峰, 时公营. 干燥条件对金银花品质的影响[J]. 中国中医药科技, 1999, 6(4): 243-244.
- [19] 何丹. 8个种源香椿的营养动态变化分析[D]. 武汉: 华中农业大学, 2006: 9.
- [20] 扬子琴. 南瓜果实营养物质累积及相关酶变化规律研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2008: 7.
- [21] 朱易佳, 欧仕益. 复合酶水解玉米皮制备阿魏酸和低聚糖的研究[J]. 食品研究开发, 2007, 28(5): 68-71.
- [22] 周仁喜. 甜菜各叶片对根块增长、根内糖分积累作用的研究[J]. 作物学报, 1993, 19(5): 436-440.
- [23] 傅冬和, 张影, 曾婷玉, 等. 洋葱水溶性多糖的提取工艺研究[J]. 食品与机械, 2013, 29(1): 15-18.
- [24] 夏新奎, 杨海霞, 李纯, 等. 薤白多糖的分离纯化及组成分析[J]. 食品工业科技, 2010, 31(1): 244-247.