

杨迎东, 王伟东, 张睿琪, 等. 不同百合食药功能指标检测分析[J]. 沈阳农业大学学报, 2024, 55(3): 276–284.

YANG Yingdong, WANG Weidong, ZHANG Ruiqi, et al. Detection and analysis of functional indexes for food and medicine of different lilies [J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2024, 55(3): 276–284.

不同百合食药功能指标检测分析

杨迎东¹, 王伟东¹, 张睿琪¹, 冯秀丽¹, 白一光¹, 杨盼盼²,
周俐宏¹, 李雪艳¹, 胡新颖¹

(1. 辽宁省农业科学院 花卉研究所/辽宁省花卉科学重点实验室, 沈阳 110161;

2. 中国农业科学院 蔬菜花卉研究所/蔬菜生物育种全国重点实验室, 北京 100081)

摘要:百合(*Lilium* spp.)是百合科(Liliaceae)百合属(*Lilium* L.)多年生球根草本植物的统称,是传统的药食同源植物,含有多糖、甾体皂苷等生物活性物质和淀粉、可溶性糖等营养成分,具有抗癌、抗氧化、抗抑郁、止咳等多种药理功能。受品种少、种源退化、重茬障碍等因素制约,现有食药百合产能无法满足消费市场日益增长的需求,需要开发新的品种。选择百合原生种、药用百合杂交后代和栽培品种为试验材料,检测百合鳞茎多糖、总皂苷、总酚、黄酮、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)等生物活性成分和可溶性总糖、维生素C、总淀粉、游离氨基酸、粗蛋白、总膳食纤维等营养成分含量,以卷丹和兰州百合为对照,开展百合食药功能指标检测分析。结果表明:大花卷丹多糖含量达到281.58 mg·g⁻¹Dw,多项指标优于或接近卷丹和兰州百合,具有开发成食药百合新品种的潜力;卷丹杂交后代辽宁晨曦多糖含量244.97 mg·g⁻¹Dw,粗蛋白含量130.94 mg·g⁻¹Dw,适合作为提取百合多糖和加工高蛋白食品的原料;栽培品种穿梭和伯格菲的淀粉、可溶性糖、膳食纤维含量等单项指标较为突出,适合作为提取单类营养物质的原料;凌源产兰州百合与大连产兰州百合5项指标差异极显著,可见产地环境条件能够对百合品质产生重要影响。

关键词:百合;食用;药用;检测;分析

中图分类号:S682.2.9

文章编号:1000-1700(2024)03-0276-09

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Detection and Analysis of Functional Indexes for Food and Medicine of Different Lilies

YANG Yingdong¹, WANG Weidong¹, ZHANG Ruiqi¹, FENG Xiuli¹, BAI Yiguang¹,
YANG Panpan², ZHOU Lihong¹, LI Xueyan¹, HU Xinying¹

(1. Flower Research Institute/ Liaoning Provincial Key Laboratory of Flower Science, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161, China; 2. Institute of Vegetable and Flower/National Key Laboratory of Vegetable Biological Breeding, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 10081, China)

Abstract: *Lilium* spp. is a general term for perennial bulbous herbaceous plants in the Liliaceae family, *Lilium* L. It is a traditional medicinal and edible plant that contains bioactive substances such as polysaccharides and steroidal saponins, as well as nutrients such as starch and soluble sugars. It has various pharmacological functions such as anti-cancer, anti-oxidation, antidepressant, and cough relief. Due to factors such as limited variety, source degradation, and obstacles to repeated cropping, the existing production capacity of edible and medicinal lilies cannot meet the growing demand of the consumer market, and new varieties need to be developed. This study selected the native lily species, hybrid offspring of

收稿日期:2024-02-10

基金项目:辽宁省农业科学院学科建设计划项目(2022DD051709);辽宁省农业科学院院长基金面上项目(2023MS0501);辽宁省凌源市花卉科技特派团项目(2023JH5/10400062);沈阳市科学技术计划项目(21-110-3-14)

第一作者:杨迎东(1973-),男,硕士,研究员,从事花卉栽培、育种及种球繁育技术研究,E-mail:yangyingdong2011@163.com

medicinal lilies, and cultivated varieties as experimental materials to detect bioactive components such as polysaccharides, total saponins, total phenols, flavonoids, superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), as well as soluble total sugar, vitamin C, total starch, free amino acids, crude protein, total dietary fiber, and other nutritional content in lily bulbs. *Lilium lancifolium* Thunb. and *Lilium davidii* var. *willmottiae* (E. H. Wilson) Raffill were used as controls, Carry out detection and analysis of lily food and medicinal indicators. The results showed the content of polysaccharide in *Lilium leichtlinii* var. *maximowiczii* (Regel) Baker was $281.58 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ dry weight, and many indexes were better than or close to *Lilium lancifolium* Thunb. and *Lilium davidii* var. *willmottiae* (E. H. Wilson) Raffill, showed the potential to be a new variety of edible and medicinal *Lilium*. Liaoning Sunrise was a hybrid offspring of *Lilium lancifolium* Thunb., whose polysaccharide content and crude protein content were $244.97 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ dry weight and $130.94 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ dry weight, respectively. It can be suitable as a raw material for extracting lily polysaccharides and processing high protein foods. The cultivation varieties Tresor, Pokerface had outstanding content of single indicators such as starch, soluble sugar, and dietary fiber, making them suitable as raw materials for extracting single class nutrients. In this experiment, there was a significant difference in five indicators between *Lilium davidii* var. *willmottiae* (E. H. Wilson) Raffill produced in Lingyuan and Dalian, which once again verified that the environmental conditions of the production area can have a significant impact on the quality of lilies.

Key words: lily; food use; drug use; detection; analysis

百合(*Lilium* spp.)是百合科(Liliaceae)百合属(*Lilium* L.)多年生球根草本植物的统称,是传统的药食同源植物^[1]。百合味甘、平,利大小便,补中益气,可消除浮肿^[2]。《中华人民共和国药典》收录卷丹(*Lilium lancifolium* Thunb.)、百合(*Lilium brownie* F.E.Brown var. *viridulum* Baker)和细叶百合(*Lilium pumilum* DC.)3种百合入药,有养阴润肺、清心安神功效^[3]。现代医学研究表明,百合含有多糖、甾体皂苷、黄酮类、生物碱等生物活性物质和淀粉、可溶性糖、氨基酸、维生素等营养成分,具有抗癌、抗炎、抗氧化、抗抑郁、降血糖、止咳等多种药理功能^[4-7]。

我国野生百合资源丰富,大约有73个原生种(变种)^[8],生产中常用栽培品种有数百个^[9-10],但目前规模化生产的食药百合只有兰州百合[*Lilium davidii* var. *willmottiae* (E. H. Wilson) Raffill]、卷丹、百合、川百合(*Lilium davidii* Duch. ex Elwes)4种,受品种少、种源退化、重茬障碍等因素制约,现有产能无法满足消费市场日益增长的需求,急需开发新的品种和拓展新产区。充分挖掘百合原生种、栽培品种的食药价值,从中筛选食药百合新品种是增加供给的有效途径^[11-12]。

郎利新等^[11]比较20份不同(品)种、不同产地的百合,认为穿梭的综合指标最好,适宜作为观赏、食药兼用的品种。李玉帆等^[13]认为California等3个品种是发展食用百合新品种的优良材料,而湖北百合等4个百合(品)种是提取百合鳞茎活性物质的优良材料。李兴桃等^[14]从11个观赏品种筛选出4个具有开发功能食品潜力的品种。胡伟荣等^[15]用兰州百合做母本,与不同父本杂交,得到了营养指标优于父本的后代。上述研究为开发食药百合新(品)种做了有益的探索。

东北地区四季分明,黑土地资源丰富,自然分布有10余种百合原生种。大花卷丹[*Lilium leichtlinii* var. *maximowiczii* (Regel) Baker]是长白山区常见的一种野生百合,抗寒性好,鳞片大而肥厚,食之口感甜糯,当地取食历史悠久,近年来通过人工繁殖,在吉林和辽宁地区种植面积快速增长,但是缺乏入药和食用的依据。本研究立足东北区域性土壤和气候特点,在多年种植基础上,综合比较植物学性状、商品性状,选择大花卷丹和辽宁晨曦[辽宁省农业科学院自主选育的杂交新品种,母本为卷丹(*Lilium lancifolium* Thunb.),父本为精粹(elite)],以及2个观赏百合品种为研究对象,以卷丹和兰州百合为对照,进行功能性指标检测分析,以期开发适宜东北地区的食药百合新(品)种提供依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

供试百合(品)种为大花卷丹、卷丹、兰州百合、辽宁晨曦(Liaoning Sunrise)、穿梭(Tresor)和伯格菲(Pokerface),基本信息见表1,花朵形态见图1。

表1 供试百合样品基本信息

Table 1 Basic information of lily samples for testing

样品编号 Sample number	(品)种名 Varieties and species	产地 Sites	平均周径/cm Average circumference	平均鲜重/g Average fresh weight	采收时间/mm-dd Harvest time
BH1	卷丹 <i>Lilium lancifolium</i> Thunb.	大连 Dalian	13.65	34.00	11-05
BH2	大花卷丹 <i>Lilium leichtlinii</i> var. <i>maximowiczii</i> (Regel) Baker	大连 Dalian	14.85	39.35	11-05
BH3	辽宁晨曦 <i>Lilium Asiatica</i> Hybrida Liaoning Sunrise	沈阳 Shenyang	13.85	29.83	12-05
BH4	兰州百合 <i>Lilium davidii</i> var. <i>willmottiae</i> (E. H. Wilson) Raffill	大连 Dalian	12.00	20.04	12-05
BH5	大花卷丹 <i>Lilium leichtlinii</i> var. <i>maximowiczii</i> (Regel) Baker	大连 Dalian	14.85	39.35	11-05
BH6	辽宁晨曦 <i>Lilium Asiatica</i> Hybrida Liaoning Sunrise	沈阳 Shenyang	13.85	29.83	12-05
BH7	兰州百合 <i>Lilium davidii</i> var. <i>willmottiae</i> (E. H. Wilson) Raffill	凌源 Lingyuan	14.70	46.24	10-20
BH8	穿梭 <i>Lilium Asiatica</i> Hybrida Tresor	凌源 Lingyuan	15.15	42.61	10-20
BH9	伯格菲 <i>Lilium longiflorum</i> × <i>Asiatic</i> Pokerface	凌源 Lingyuan	14.85	35.94	10-20



从左向右依次为:卷丹、大花卷丹、辽宁晨曦、兰州百合、穿梭和伯格菲

From left to right: *Lilium lancifolium* Thunb., *Lilium leichtlinii* var. *maximowiczii* (Regel) Baker, Liaoning Sunrise, *Lilium davidii* var. *willmottiae* (E.H.Wilson) Raffill, Tresor and Pokerface

图1 供试百合的花朵形态

Figure 1 The flowers morphology of the tested lilies

1.2 方法

2022年10月20日-12月5日分别从位于大连(39.32476N, 122.171944E)、沈阳(41.827897N, 123.554693E)、凌源(41.231409N, 119.434922E)的辽宁省农业科学院百合试验基地随机采集供试百合新鲜鳞茎,供试品种当年春季在各基地种植,采收后在2℃下短期储存。

2022年12月8日每个(品)种取大小相对均匀一致,没有病虫害的鳞茎30粒(图2),从中随机选取10粒,拍照,调查周径,切根后称鲜重;每10粒1组,分为3组,作为3次重复。将种球最外面一层鳞片剥掉,每粒种球剥取中层无病虫害的鳞片1片(自外侧起3~5片),自来水洗净,无菌水反复冲洗3次,每1组鳞片放在一起,室温下表面水分晾干,切掉鳞片顶部褐化变色部位,放入同一支冻存管,标记,称重,液氮速冻,放入-80℃冰箱保存。将供试(品)种分为2组,1组检测生物活性成分(药用功能比较组),另1组检测营养成分(食用功能比较组)。

1.2.1 百合鳞茎生物活性成分检测 供试百合品种包括卷丹(BH1)、大花卷丹(BH2)和辽宁晨曦(BH3),检测超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化氢酶(CAT)活性,多糖、总酚、总皂苷和黄酮含量,以卷丹为对照。SOD、CAT、总酚、多糖和皂苷分别采用南京集测生物科技有限公司生产的JC0101-M号、JC0103-S号、JC0109-M号、JC0410-M号、JC2201-M号试剂盒进行测定,黄酮含量按照《NY/T1295-2007》中的方法进行测定^[6]。

1.2.2 百合鳞茎营养成分检测 供试百合品种包括大连产兰州百合(BH4)、大花卷丹(BH5)、辽宁晨曦(BH6)、凌源产兰州百合(BH7)、穿梭(BH8)和伯格菲(BH9),检测可溶性总糖、维生素C、总淀粉、游离氨基酸、粗蛋白和总膳食纤维含量,以凌源产兰州百合为对照。粗蛋白、总淀粉和总膳食纤维含量

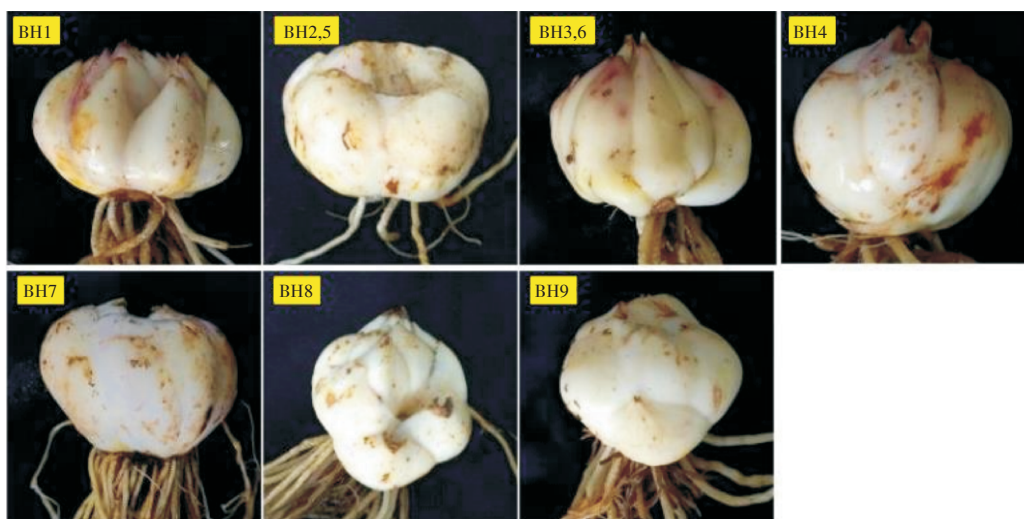


图2 供试百合鳞茎(BH1.卷丹;BH2,5.大花卷丹;BH3,6.辽宁晨曦;BH4.大连产兰州百合;BH7.凌源产兰州百合;BH8.穿梭;BH9.伯格菲)

Figure 2 Photos of the test lily bulbs (BH1. *Lilium lancifolium* Thunb.; BH2, 5. *Lilium leichtlinii* var. *maximowiczii* (Regel) Baker; BH3, 6. Liaoning Sunrise; BH4. *Lilium davidii* var. *willmottiae* (E. H. Wilson) Raffill (Dalian); BH7. *Lilium davidii* var. *willmottiae* (E. H. Wilson) Raffill (Lingyuan); BH8. Tresor; BH9. Pokerface)

分别采用凯氏定氮法^[17]、酸水解-DNS法^[18]和酶重量法^[19]测定;可溶性总糖、维生素C和游离氨基酸含量分别采用南京集测生物科技有限公司生产的JC0401-M号、JC1201-M号和JC0605-M号试剂盒进行测定。

1.3 数据处理方法

检测结果取3次生物学重复平均值,用Microsoft Excel软件进行统计和计算,用DPS软件对数据进行单因素方差分析,运用Duncon's检验法对显著性差异进行多重比较,显著性水平 $p < 0.01$,差异极显著,结果以平均值 \pm 标准差($m \pm SD$)表示,用origin2021软件绘图。

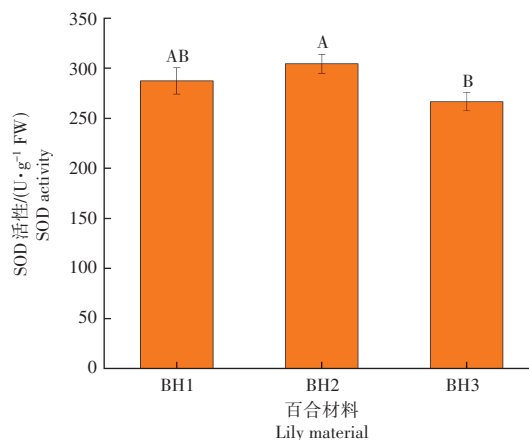
2 结果与分析

2.1 不同百合的鳞茎生物活性物质含量比较

2.1.1 不同百合的鳞茎SOD活性 由图3可知,卷丹、大花卷丹和辽宁晨曦3种百合鳞茎SOD活性分别为287.38, 304.45, 266.66 $U \cdot g^{-1} Fw$ 。大花卷丹SOD酶活性最高,辽宁晨曦最低,二者差异极显著,卷丹SOD酶活介于大花卷丹和辽宁晨曦之间,与二者差异均未达到极显著水平。

2.1.2 不同百合的鳞茎CAT活性 由图4可知,卷丹、大花卷丹和辽宁晨曦3种百合鳞茎CAT活性分别为239.29, 305.43, 151.59 $U \cdot g^{-1} Fw$ 。大花卷丹鳞茎CAT酶活性最高,辽宁晨曦最低,卷丹介于二者之间,3种百合鳞茎CAT酶活性差异极显著。

2.1.3 不同百合的鳞茎多糖含量 由图5可知,卷丹、大花卷丹和辽宁晨曦3种百合鳞茎多糖含量分别为232.77, 281.58, 244.97 $mg \cdot g^{-1} Dw$ 。大花卷丹多糖含量最高,与卷丹和辽宁晨曦差异极显著,卷丹含量最低,辽宁晨曦居中,后二者间差异未达到极显著水平。



BH1. 卷丹;BH2. 大花卷丹;BH3. 辽宁晨曦。不同大写字母代表差异显著($p < 0.01$)。下同

BH1. *Lilium lancifolium* Thunb.; BH2. *Lilium leichtlinii* var. *maximowiczii* (Regel) Baker; BH3. Liaoning Sunrise. Different capital letters represents significant difference ($p < 0.01$). The same below

图3 不同百合的鳞茎SOD酶活比较

Figure 3 Comparison of SOD enzyme activity in different lily bulbs

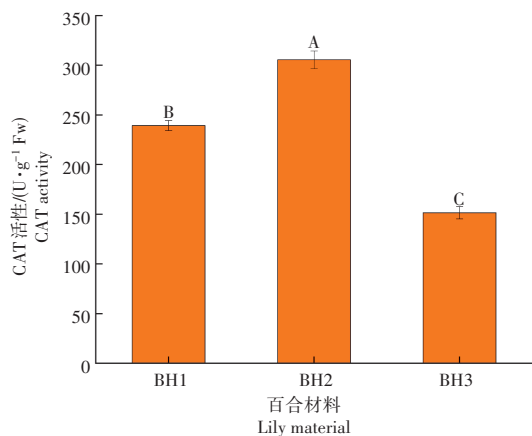


图4 不同百合鳞茎CAT酶活比较

Figure 4 Comparison of CAT enzyme activity in different lily bulbs

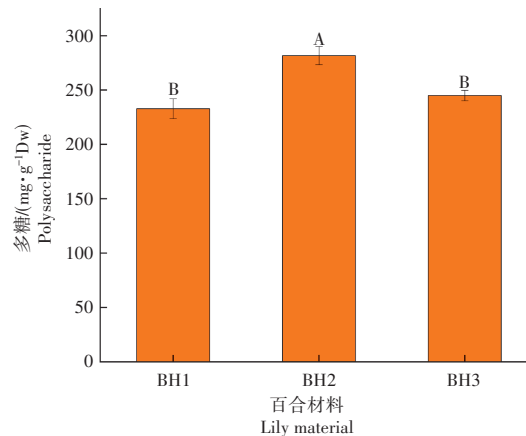


图5 不同百合鳞茎多糖含量比较

Figure 5 Comparison of polysaccharide content in different lily bulbs

2.1.4 不同百合的鳞茎总酚含量 由图6可知,卷丹、大花卷丹和辽宁晨曦3种百合鳞茎总酚含量分别为1.53, 1.29, 1.35 mg·g⁻¹Dw。卷丹总酚含量最高,大花卷丹最低,辽宁晨曦居中,三者间差异未达到极显著水平。

2.1.5 不同百合的鳞茎总皂苷含量 由图7可知,卷丹、大花卷丹和辽宁晨曦3种百合鳞茎总皂苷含量分别为17.55, 17.43, 9.03 mg·g⁻¹Dw。卷丹、大花卷丹总皂苷含量差异不大,辽宁晨曦总皂苷含量最低,与卷丹和大花卷丹差异极显著。

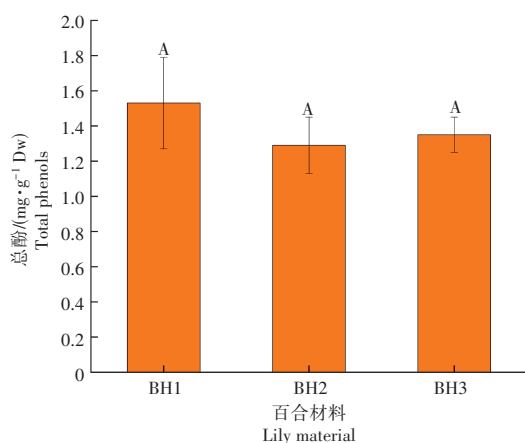


图6 不同百合鳞茎总酚含量比较

Figure 6 Comparison of total phenolic content in different lily bulbs

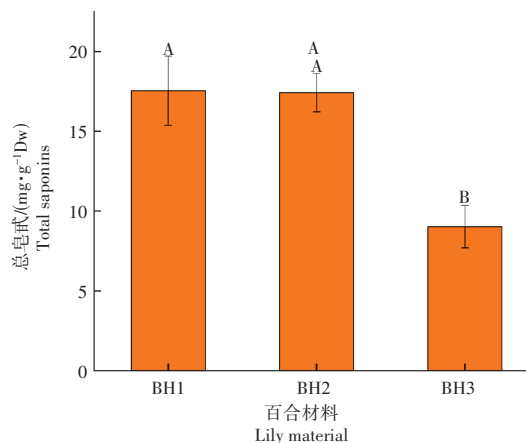


图7 不同百合鳞茎总皂苷含量比较

Figure 7 Comparison of total saponins content in different lily bulbs

2.1.6 不同百合的鳞茎黄酮类物质含量 由图8可知,卷丹、大花卷丹和辽宁晨曦3种百合鳞茎黄酮含量分别为0.28, 0.09, 0.28 mg·g⁻¹Dw。相较前面几种活性物质,黄酮含量在3种百合中普遍偏低,辽宁晨曦与卷丹黄酮类物质含量相同,大花卷丹含量最低,大花卷丹鳞茎黄酮类物质含量与卷丹和辽宁晨曦差异达到极显著水平。

2.2 不同百合的鳞茎营养成分比较

2.2.1 不同百合的鳞茎总淀粉含量 由图9可知,总淀粉含量由高到低依次为伯格菲(538.86 mg·g⁻¹Dw)>穿梭(535.61 mg·g⁻¹Dw)>兰州百合(凌源产, 519.90 mg·g⁻¹Dw)>辽宁晨曦(483.98 mg·g⁻¹Dw)>大花卷丹(480.45 mg·g⁻¹Dw)>兰州百合(大连产, 455.70 mg·g⁻¹Dw)。凌源产兰州百合总淀粉含量高于大连产兰州百合,二者差异达到极显著水平。伯格菲、穿梭和兰州百合(凌源产)鳞茎淀粉含量差异不

显著,兰州百合(凌源产)、辽宁晨曦和大花卷丹百合鳞茎淀粉含量差异不显著,兰州百合(大连产)淀粉含量最低,与辽宁晨曦、大花卷丹差异未达到显著水平,与兰州百合(凌源产)、穿梭和伯格菲差异达到显著水平。

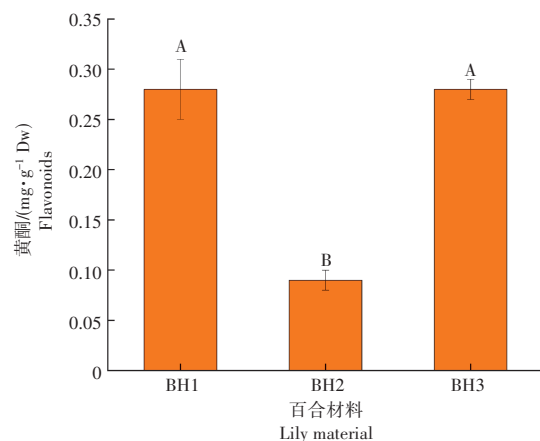
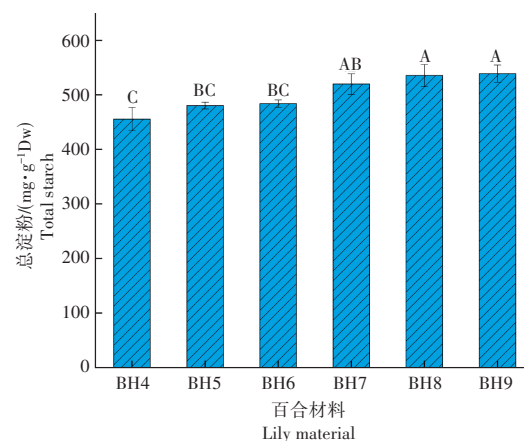


图8 不同百合鳞茎黄酮含量比较

Figure 8 Comparison of flavonoids content in different lily bulbs



BH4. 大连产兰州百合;BH5. 大花卷丹;BH6. 辽宁晨曦;BH7. 凌源产兰州百合;BH8. 穿梭;BH9. 伯格菲。下同

BH4. *Lilium davidii* var. *willmottiae* (E. H. Wilson) Raffill (Dalian); BH5. *Lilium leichlinii* var. *maximowiczii* (Regel) Baker; BH6. Liaoning Sunrise; BH7. *Lilium davidii* var. *willmottiae* (E. H. Wilson) Raffill (Lingyuan); BH8. Tresor; BH9. Pokerface. The same below

图9 不同百合鳞茎总淀粉含量比较

Figure 9 Comparison of total starch content in different lily bulbs

2.2.2 不同百合的鳞茎可溶性总糖含量 由图10可知,可溶性总糖含量由高到低依次为穿梭(155.30 mg·g⁻¹)>兰州百合(凌源产, 152.84 mg·g⁻¹)>伯格菲(149.41 mg·g⁻¹)>大花卷丹(131.30 mg·g⁻¹)>兰州百合(大连产, 115.52 mg·g⁻¹)>辽宁晨曦(105.98 mg·g⁻¹)。凌源产兰州百合可溶性糖含量高于大连产兰州百合,二者差异达到极显著水平。穿梭鳞茎可溶性糖含量最高,辽宁晨曦最低,穿梭、兰州百合(凌源产)和伯格菲三者差异不显著,与大花卷丹、兰州百合(大连产)和辽宁晨曦差异极显著。

2.2.3 不同百合鳞茎维生素C含量 由图11可知,维生素含量由高到低依次为大花卷丹(198.04 μg·g⁻¹Fw)>兰州百合(凌源产, 197.11 μg·g⁻¹Fw)>兰州百合(大连产, 156.43 μg·g⁻¹Fw)>辽宁晨曦(144.95 μg·g⁻¹Fw)>伯格菲(140.98 μg·g⁻¹Fw)>穿梭(122.76 μg·g⁻¹Fw),大花卷丹和兰州百合(凌源产)维生素C含量较高,二者间差异不显著,但显著高于兰州百合(大连产)、辽宁晨曦、穿梭和伯格菲。凌源产兰州

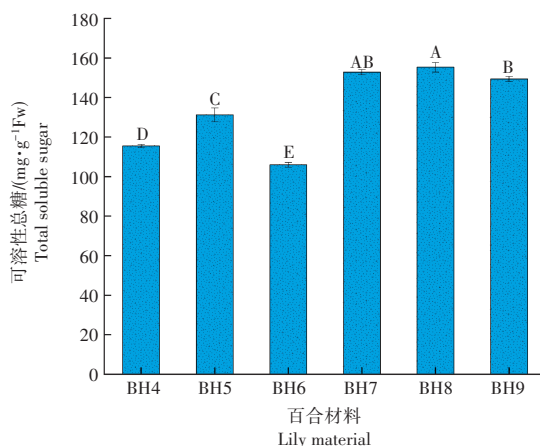


图10 不同百合鳞茎可溶性总糖含量比较

Figure 10 Comparison of soluble total sugar content in different lily bulbs

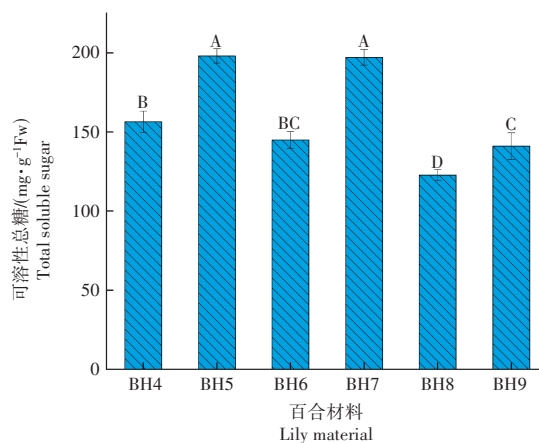


图11 不同百合鳞茎维生素C含量比较

Figure 11 Comparison of vitamin C content in different lily bulbs

百合维生素C含量高于大连产兰州百合,二者差异达到极显著水平。

2.2.4 不同百合的鳞茎游离氨基酸含量 由图12可知,游离氨基酸含量由高到低依次为兰州百合(大连产, $12.26 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Fw}$) > 兰州百合(凌源产, $11.90 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Fw}$) > 大花卷丹($10.99 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Fw}$) > 辽宁晨曦($10.84 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Fw}$) > 伯格菲($7.92 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Fw}$) > 穿梭($5.26 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Fw}$)。大连产兰州百合游离氨基酸含量高于凌源产兰州百合,但二者差异未达到极显著水平,兰州百合(大连产)鳞茎游离氨基酸含量最高,与兰州百合(凌源产)和大花卷丹差异不显著。

2.2.5 不同百合的鳞茎粗蛋白含量 由图13可知,粗蛋白含量由高到低依次为辽宁晨曦($130.94 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Dw}$) > 兰州百合(大连产, $129.04 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Dw}$) > 兰州百合(凌源产, $120.75 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Dw}$) > 大花卷丹($107.6 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Dw}$) > 伯格菲($75.32 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Dw}$) > 穿梭($61.78 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Dw}$)。辽宁晨曦鳞茎粗蛋白含量最高,其次为兰州百合(大连产),二者差异不显著,辽宁晨曦和兰州百合(大连产)与其他4种百合鳞茎粗蛋白含量差异显著。大连产兰州百合粗蛋白含量高于凌源产兰州百合,二者差异达到极显著水平。

2.2.6 不同百合的鳞茎膳食纤维含量 由图14可知,膳食纤维含量由高到低依次为伯格菲($34.19 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ Dw}$) > 辽宁晨曦($23.79 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ Dw}$) > 穿梭($19.57 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ Dw}$) > 大花卷丹($17.01 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ Dw}$) > 兰州百合(大连产, $11.96 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ Dw}$) > 兰州百合(凌源产, $6.07 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ Dw}$)。伯格菲鳞茎膳食纤维含量最高,与其他5种百合差异显著,其次为辽宁晨曦,兰州百合(凌源产)鳞茎膳食纤维含量最低。大连产兰州百合总膳食纤维含量高于凌源产兰州百合,二者差异达到极显著水平。

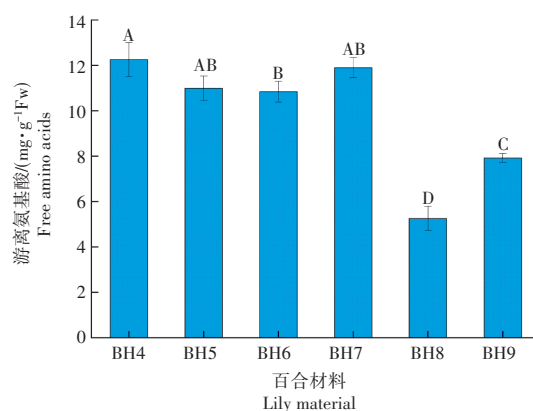


图12 不同百合鳞茎游离氨基酸含量比较

Figure 12 Comparison of free amino acid content in different lily bulbs

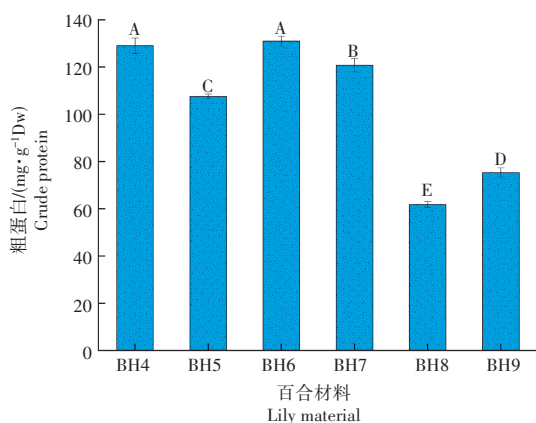


图13 不同百合鳞茎粗蛋白含量比较

Figure 13 Comparison of crude protein content in different lily bulbs

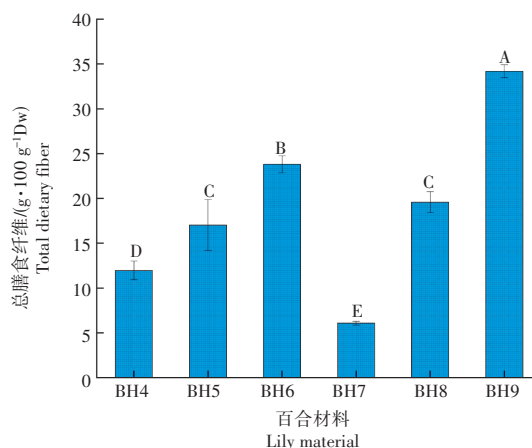


图14 不同百合鳞茎总膳食纤维含量比较

Figure 14 Comparison of total dietary fiber content in different lily bulbs

3 讨论与结论

国内外学者已从百合中分离或检测到多糖类、甾体皂苷类、酚类、黄酮类、生物碱类化合物等多种药效活性成分^[20],以及淀粉、氨基酸、蛋白质等基础营养成分^[21]。从皂苷、总酚、总黄酮、类黄酮、花青素等功能性指标和淀粉、膳食纤维、可溶性糖等营养指标可评价百合品质^[14]。本试验选择多糖、皂苷、总酚、总黄酮、POD和CAT作为百合药用价值评价指标,以药用百合卷丹为对照,进行对比分析。选择可溶性糖、淀粉、蛋白质、游离氨基酸、膳食纤维和维生素C作为百合食用价值评价指标,以兰州百合为

对照,进行对比分析。

谢景等^[22]的研究结果表明,卷丹总多糖含量为25.76%,与本试验卷丹多糖含量($232.77\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)接近。张晓莉^[23]调查不同产地新鲜百合多糖含量在8.72%~19.42%之间,卷丹多糖含量分别为 $9.74\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 和 $7.41\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ^[24-25]。百合鳞茎皂苷含量在2.82~13.76 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 之间,总酚相对含量0.95~3.22 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,总黄酮含量0.08%~0.82%^[14],与本研究相符。

前人对百合的营养成分研究较多。李瑞琴等^[26]检测兰州百合(干基)可溶性糖含量 $136.5\sim 228.0\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,粗淀粉 $393.0\sim 501.0\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,粗纤维 $6.0\sim 20.0\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,粗蛋白 $50.1\sim 134.0\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$;孔滢等^[27]测得兰州百合游离糖总含量 $111.772\sim 143.432\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$;李兴桃等^[14]检测11种百合鳞茎蛋白质含量 $10.93\sim 28.76\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,可溶性糖含量 $8.37\sim 17.94\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,维生素C含量 $32.36\sim 305.33\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$,淀粉含量1.43%~15.97%,膳食纤维含量3.95%~6.49%;刘高峰^[28]检测兰州百合可溶性糖含量为 $13.93\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,大花卷丹可溶性糖含量为 $3.19\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,淀粉含量为31.02%;李红娟^[25]检测兰州百合氨基酸总量为 $10.366\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$;茅云枫等^[24]测得4种百合游离氨基酸含量在 $10\sim 31\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 之间。不同试验结果差别较大,分析原因主要与不同产地环境气候条件^[29-33]、不同栽培措施^[34-37]、不同生长阶段和采收时期^[38-39]、不同采后处理方式^[40-42]、不同取样部位^[43]、不同样品状态等因素,以及不同试验方法和试验误差有关。

本研究中,辽宁晨曦SOD酶活略低于卷丹,CAT酶活极显著低于卷丹;辽宁晨曦多糖含量略高于卷丹,总酚含量略低于卷丹,二者差异未达到极显著水平;辽宁晨曦总皂苷含量极显著低于卷丹;辽宁晨曦总黄酮含量与卷丹差异不明显,未达到极显著水平。

研究表明,大花卷丹多糖含量达到 $281.58\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{Dw}$,符合《中华人民共和国药典》多糖含量不低于21%的入药标准^[4],富含生物活性物质和基础营养成分,多项指标优于或与传统药用百合卷丹和食用百合兰州百合相当,营养比较均衡,且田间栽培表现抗寒性好,产量高,适应东北地区土壤与气候条件,具有开发成区域性食药两用百合新(品)种的潜力,能否入药还有待于对其药用成分和药用机理开展系统深入的研究评价,以及长期临床试验结果,现阶段可作为提取某种药用成分和食用成分的原料种植。

卷丹杂交后代辽宁晨曦多糖含量达到 $244.97\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{Dw}$,符合《中华人民共和国药典》多糖含量不低于21%的入药标准^[4],但是仅多糖一项指标高于卷丹,皂苷含量、CAT活性极显著低于卷丹,作为药用百合代替卷丹的可能性不大。辽宁晨曦粗蛋白含量达到 $130.94\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{Dw}$,在所有供试(品)种中最高,高于兰州百合,可以作为多糖和高蛋白食品原料进行开发。栽培品种穿梭和伯格菲的淀粉、可溶性糖、膳食纤维等单项指标含量突出,但是游离氨基酸、粗蛋白和维生素C含量极显著低于对照兰州百合,作为鲜食百合综合性状很难超越兰州百合,可以考虑作为提取单类营养物质的原料。

本试验中凌源产兰州百合与大连产兰州百合可溶性糖、淀粉、维生素C、粗蛋白、膳食纤维5项指标差异极显著,其中凌源产兰州百合可溶性糖、淀粉和维生素C共3项指标极显著高于大连产,可能与凌源地区比大连地区海拔高、昼夜温差大、光照强度高、日照时间长有关。

百合食药两用价值的评价指标暂无统一固定标准,尽管相关研究已证实了百合皂苷、多糖、酚类、黄酮等活性成分的药理作用,但由于各种成分中存在大量的同分异构体,对百合中的单体与药理活性之间的研究还不够深入,所以未来还需要不断研究分离、分析的新技术新方法以发现百合中新的活性成分,明确百合各活性成分的药理作用及其机制,尽快建立可通用的食药两用百合质量评价标准体系,为百合的临床应用以及新药开发、食药用品种选育提供依据。

参考文献:

- [1] 张靖,彭鼎,陈凯,等.百合多糖免疫活性研究进展[J].中国动物传染病学报,2021,29(3):114-118.
- [2] 姚佳音.基于古代医籍之百合功效探讨[J].中医文献杂志,2021,39(6):40-41,59.
- [3] 国家药典委员会.中华人民共和国药典—一部:2020年版[M].北京:中国医药科技出版社,2020.
- [4] 何丹,张海潮,李世慧,等.百合化学成分、药理作用及质量标志物的预测分析[J].中华中医药学刊,2022,40(12):205-212,303.
- [5] 王威振,杨盼盼,遆永瑞,等.龙牙百合多糖的超声辅助提取及其抗氧化、降血脂活性分析[J].食品工业科技,2023,44(18):251-257.
- [6] 刘畅宇,周日宝,陈勋,等.百合药材质量标准研究进展[J].中医药导报,2018,24(16):117-120,123.

- [7] CHI X S,WANG S J,BALOGH Z,et al.Research progress on classical traditional Chinese medicine formula Lily Bulb and *Rehmannia* Decoction in the treatment of depression[J]. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2019, 112: 108616.
- [8] 杨利平,符勇耀.中国百合资源利用研究[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,2018.
- [9] 穆鼎.观赏百合:生理、栽培、种球生产与育种[M].北京:中国农业出版社,2005.
- [10] 龙雅宜,张金政,张兰年.百合:球根花卉之王[M].北京:金盾出版社,1999.
- [11] 郎利新,窦晓莹,孔滢,等.不同(品)种及产地的百合鳞茎营养成分分析[J]. *食品工业科技*, 2022, 43(10): 339-350.
- [12] 赵银彦,李正录,蔡林海.中国食用百合生产现状与发展思路[J]. *甘肃科技*, 2018, 34(8): 1-2, 52.
- [13] 李玉帆,明军,刘新艳,等.15个百合种和品种的食用性比较研究[C]//中国园艺学会2013年学术年会论文摘要集.成都,2013:124.
- [14] 李兴桃,秦朵朵,崔芳芳,等.11种观赏百合营养和功能品质研究[J]. *山西农业大学学报(自然科学版)*, 2020, 40(6): 38-45.
- [15] 胡伟荣.赏食兼用百合的杂交育种研究[D].北京:北京林业大学,2021.
- [16] 中华人民共和国农业部.荞麦及其制品中总黄酮含量的测定:NY/T1295-2007[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [17] 国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定:GB-T5009.5-2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [18] 国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中淀粉的测定:GB-T5009.9-2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [19] 国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中膳食纤维的测定:GB-T5009.88-2014[S].北京:中国标准出版社,2015.
- [20] 胡兆东,田硕,苗艳艳,等.百合的现代化学、药理及临床应用研究进展[J]. *中药药理与临床*, 2022, 38(4): 241-246.
- [21] 刘鹏,林志健,张冰.百合的化学成分及药理作用研究进展[J]. *中国实验方剂学杂志*, 2017, 23(23): 201-211.
- [22] 谢景,唐雪阳,郝婧,等.不同产地百合药材化学成分与气候因子的相关性研究[J]. *中国现代中药*, 2020, 22(12): 2053-2058.
- [23] 张晓莉.不同品种百合及其内外鳞片多糖含量的分析[J]. *现代食品*, 2021(3): 195-197.
- [24] 茅云枫,李枝林,段青,等.4种百合营养成分的差异性研究[J]. *云南农业大学学报(自然科学)*, 2017, 32(2): 366-370.
- [25] 李红娟.卷丹百合营养成分、活性物质及栽培特性的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2007.
- [26] 李瑞琴,于安芬,白滨,等.兰州百合营养品质分析评价[J]. *甘肃农业科技*, 2021, 52(3): 15-18.
- [27] 孔滢,王欢,郎利新,等.不同百合样品中13种内源性游离糖的含量分析[J]. *食品科学*, 2021, 42(10): 249-254.
- [28] 刘高峰.药食用百合引种试验及遗传差异性分析[D].西宁:青海大学,2021.
- [29] 韩晓霞,李洁,邱国玉,等.不同产地兰州百合中多糖的含量测定[J]. *甘肃科技*, 2020, 36(2): 55-57.
- [30] 林玉红.气温对兰州百合鳞茎淀粉累积含量的影响[J]. *甘肃农业科技*, 2022, 53(1): 68-72.
- [31] 张丽娜,易军,本间香贵,等.辽宁省不同地域稻米品质比较分析[J]. *沈阳农业大学学报*, 2021, 52(6): 729-735.
- [32] 姚翔宇,李广存,徐建飞,等.光照对雾培马铃薯前期生长及块茎形成的影响[J]. *南京农业大学学报*, 2023, 46(1): 14-22.
- [33] 石瑛,宋雪微,商靖雯,等.东北雨养条件下加工型马铃薯新品种产量与品质表现[J]. *东北农业大学学报*, 2023, 54(9): 1-9.
- [34] JIN L,YUAN Q,BI J,et al.The effects of potassium fertilizer on the active constituents and metabolites of bulbs from *Lilium davidii* var.unicolor[J]. *Horticulturae*, 2023, 9(11): 1216.
- [35] 黄世霞,郑露杰,余晓锐,等.卷丹百合规范化种植关键技术研究[J]. *安徽农业大学学报*, 2021, 48(2): 286-291.
- [36] 段玉,邢弘擎,刘国栋,等.茶树-绿豆/大豆间作对茶园土壤和茶叶品质的影响[J]. *南京农业大学学报*, 2022, 45(3): 511-520.
- [37] 孙磊,汤金融,符强,等.外源钙对马铃薯产量和贮藏品质的影响[J]. *东北农业大学学报*, 2023, 54(7): 1-13, 40.
- [38] 张艳秋,吴天宇,田增智,等.老鸦瓣(*Amana edulis*)鳞茎营养成分和生物活性物质含量分析[J]. *沈阳农业大学学报*, 2023, 54(5): 522-528.
- [39] 李君,梁晓.不同产地不同采收期百合药材中薯蓣皂苷含量的动态积累研究[J]. *中国民族民间医药*, 2021, 30(22): 43-46.
- [40] HU M Y,ZHANG S,CHEN Y X,et al.Chemical composition analysis of *Lilium brownii* var.*viridulum* baker and the effect of postharvest primary processing on its quality[J]. *Applied Sciences*, 2023, 13(19): 10795.
- [41] 马君义,韩小芬,陈楠,等.兰州百合鳞茎冷藏保鲜过程中碳水化合物含量及淀粉酶活性的变化[J]. *食品工业科技*, 2018, 39(10): 73-77.
- [42] 王斯彤,王聪雅,刘怡菲,等.不同保鲜处理对软枣猕猴桃贮藏及抗氧化性的影响[J]. *沈阳农业大学学报*, 2022, 53(3): 302-308.
- [43] 罗耀华,王馨雨,陈晟,等.7种百合内外鳞片营养品质及抗氧化特性评价[J]. *食品工业科技*, 2021, 42(24): 247-255.

[责任编辑 马迎杰]