

不同产地刺梨果实品质分析与模糊综合评判

李跃红^{1,2}, 冉茂乾^{1,2}, 徐孟怀^{1,2}, 陈露^{1,2}, 焦彦朝^{2,3*}

(1. 六盘水市山地特色生态产品研究中心, 贵州六盘水 553000; 2. 贵

阳海关综合技术中心果蔬检测重点实验室(六盘水), 贵州六盘水 553000; 3. 贵阳海关综合技术中心, 贵州贵阳 550081)

摘要 [目的]研究不同产地刺梨果实营养成分及矿物质含量之间差异性并进行评价。[方法]以冕宁、龙里、绥阳、七星关、麻江、六枝和兴仁种植的刺梨为试材,采用国标和农业标准方法对其果实营养成分指标进行测定和比较分析,运用模糊综合评判法对不同产地刺梨果实品质进行客观评价。[结果]不同产地刺梨果实营养成分之间存在差异,其中维生素C含量和非必需微量元素含量差异较大,糖酸比差异最小。兴仁的可溶性固形物含量和糖酸比最高,分别为15.07%和9.48;龙里总酸含量最低,为1.036%;七星关维生素C含量最高,为21.57 mg/g;六枝单宁含量最低,为 1.27×10^4 mg/kg;7个产地刺梨果实共检出19种矿物质元素,其中常量元素和必需微量元素含量以六枝最高,分别为3 547和16.129 1 mg/kg,非必需微量元素含量以七星关最高,为3.518 3 mg/kg;模糊综合评判法结果表明,六枝和绥阳刺梨果实品质较好,其次是七星关、兴仁、龙里和冕宁,麻江品质最差。[结论]7个产地刺梨果实品质优劣顺序依次为六枝、绥阳、七星关、兴仁、龙里、冕宁、麻江。

关键词 产地;刺梨;品质;模糊综合评判

中图分类号 TS207.3 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)17-0202-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.17.052



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Analysis of Fruit Quality and Fuzzy Comprehensive Evaluation of *Rosa roxburghii* Tratt from Different HabitatsLI Yue-hong^{1,2}, RAN Mao-qian^{1,2}, XU Meng-huai^{1,2} et al (1. Mountain-featured Ecological Product Research Center of Liupanshui, Liupanshui, Guizhou 553000; 2. Key Inspection Laboratory of Fruit and Vegetable Products(Liupanshui), Integrated Technology Center of Guiyang Customs, Liupanshui, Guizhou 553000)

Abstract [Objective] In order to evaluate and study the differences on fruit nutrient component and mineral elements content of *Rosa roxburghii* from different habitats. [Method] The *Rosa roxburghii* planted in Mianning, Longli, Suiyang, Qixingguan, Majang, Liuzhi and Xingren were used as experimental materials, the nutrient quality of 7 habitats *Rosa roxburghii* were measured and analyzed by Chinese standard method and agricultural standard method, fuzzy comprehensive evaluation method was applied to evaluate the fruit quality of *Rosa roxburghii*. [Result] There were different nutrient quality of *Rosa roxburghii* from different habitats. The difference of vitamin C content and non-essential trace elements content were larger, and the difference of sugar-acid ratio were least. The highest content of soluble solids and sugar-acid ratio were 15.07% and 9.48 from Xingren. The lowest content of total acid was 1.036% from Longli, the highest content of vitamin C was 21.57 mg/g from Qixingguan. The lowest content of tannin was 1.27×10^4 mg/kg from Liuzhi. A total of 19 mineral elements were detected in 7 habitats *Rosa roxburghii*. The highest content of major elements and essential trace elements were 3 547 mg/kg and 16.1291 mg/kg from Liuzhi. The highest content of non-essential trace elements was 3.5183 mg/kg from Qixingguan. The fuzzy comprehensive evaluation result showed that Liuzhi and Suiyang were best, and followed Qixingguan, Xingren, Longli and Mianning, the worst was Majiang. [Conclusion] The fruit quality of *Rosa roxburghii* from 7 habitats followed the descending order: Liuzhi, Suiyang, Qixingguan, Xingren, Longli, Mianning, Majiang.

Key words Habitats; *Rosa roxburghii* tratt; Quality; Fuzzy comprehensive evaluation

刺梨(*Rosa roxburghii* tratt)属蔷薇科(Rosaceae)蔷薇属(*Rosa*)植物,为多年生落叶丛生灌木,主要分布于我国贵州、云南、四川、湖南等地区,尤其以贵州省资源最为丰富^[1]。无籽刺梨(*Rosa sterilis*)又名金刺梨,是贵州省植物园于1985年发现的新种,其果实成熟后种子败育,表面皮刺基本脱落^[2]。刺梨和无籽刺梨鲜果略酸,带涩味,含有丰富的维生素C,具有“维C之王”的美誉,与猕猴桃、山楂并誉为三大新兴水果^[3]。此外,果实还含有丰富的超氧化物歧化酶、多种氨基酸、矿物质元素、三萜类和黄酮类生物活性物质等^[4-5],具有较高的食用价值、保健价值、医学价值和观赏价值^[6]。当前对刺梨和无籽刺梨的研究主要集中在刺梨栽培及病虫害防治、果实营养成分、刺梨加工产品研发以及刺梨中活性物质成分^[7-10],对于不同产地刺梨果实营养成分、矿物质及微量元素的综合评价研究鲜见报道。

模糊综合评判法是以模糊数学的隶属度为理论基础,用模糊数学提供解决受到多因素、多指标制约的事物或者对象而作出总体评判的一种数学模型^[11],目前在食品领域研究较多,主要应用于食品感官品质评定^[12]、工艺配方优化^[13]、食品品质评价^[14-15]等方面。该试验对7个产地2种刺梨果实的基本营养成分、矿物质及微量元素等指标分别进行测定和比较分析,采用模糊综合评判法,对7个地区2种刺梨果实进行综合客观评价,以期期为2种刺梨的栽培种植、分析检测、加工利用及产业可持续发展提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验材料均为市售成熟的刺梨鲜果,产地分别为凉山州冕宁县、黔南州龙里县、遵义市绥阳县、毕节市七星关区、黔东南州麻江县、六盘水市六枝特区和黔西南州兴仁县,其中后两者为无籽刺梨,采购后立即运输到贵阳海关综合技术中心果蔬检测重点实验室(六盘水),清洗,沥干后于4℃条件下冷藏备用。

1.2 项目测定 可溶性固形物,根据农业标准 NY/T 2637—2014 折射仪法测定;总酸,根据国家标准 GB/T 12456—2008 pH 电位法测定;维生素C,根据国家标准 GB 5009.86—2016

基金项目 海关总署科研计划项目(2018IK053)。**作者简介** 李跃红(1987—),男,贵州毕节人,助理工程师,硕士,从事农产品检验检测研究。*通信作者,研究员,硕士,从事动植物食品检验检疫研究。**收稿日期** 2020-03-31

第一法高效液相色谱法测定;单宁,根据农业标准 NY/T 1600—2008 分光光度法测定;矿物质及微量元素,根据国家标准 GB 5009.268—2016 第一法电感耦合等离子体质谱法 ICP-MS 测定。

1.3 数据分析 采用 3 次平行试验,取平均值,利用 EXCEL 软件进行数据整理分析。模糊综合评判法参考汤婷婷等^[16]方法,对 7 个产地刺梨果实品质优劣进行模糊综合评判,将各品质指标原始数据平均值经标准化处理后得到评判模糊矩阵 R 。 $R=(r_{ij}), r_{ij}=(x_{ij}-\min_{ij})/(\max_{ij}-\min_{ij})$,其中总酸含量和单宁含量标准化值用 $r_{ij}=1-(x_{ij}-\min_{ij})/(\max_{ij}-\min_{ij})$ 计算,式中, r_{ij} 为第 i 指标的第 j 个标准化值, x_{ij} 为该 i 指标的第 j 个值, $\max_{ij}、\min_{ij}$ 分别为该 i 指标的最大值和最小值,通过矩阵运算可得到评判结果。参考信息量权数法^[17],计算各品质指标的权重系数。

2 结果与分析

2.1 不同产地刺梨营养成分分析 由表 1 可知,7 个产地刺梨果实营养成分之间存在差异,其中维生素 C 含量差异最大,变异系数为 0.38,糖酸比差异最小,变异系数仅为 0.06,

单宁、可溶性固形物和总酸的变异系数分别为 0.31、0.22 和 0.18。可溶性固形物是果蔬品质评价中重要的质量指标,其含量关系到刺梨的风味,7 个产地刺梨果实可溶性固形物含量为 9.16%~15.07%,其中兴仁最高,为 15.07%,分别为冕宁、龙里和绥阳的 1.54 倍、1.57 倍和 1.65 倍。总酸含量是评价刺梨风味的主要指标,是果实酸味的主要物质,总酸含量越高,果实味道偏酸,口感较差,7 个产地刺梨果实中总酸含量为 1.036%~1.646%,以龙里表现最好,仅为 1.036%,麻江表现最差,达 1.646%。维生素 C 含量为 8.37~21.57 mg/g,其中七星关和龙里表现较好,分别为 21.57 和 20.51 mg/g,七星关分别为麻江和六枝的 2.55 倍和 2.58 倍。单宁是刺梨果实涩味的风味物质,含量越高,口感越苦涩,7 个产地刺梨果实中单宁含量为 $1.27\times 10^4\sim 2.84\times 10^4$ mg/kg,其中龙里最高,达 2.84×10^4 mg/kg,六枝最低,仅为 1.27×10^4 mg/kg。糖酸比作为衡量水果风味的重要指标,主要取决于含糖酸的种类和数量,不同产地刺梨糖酸比不同,7 个产地刺梨果实糖酸比差异较小,糖酸比为 8.18~9.48,以兴仁表现最好,为 9.48,绥阳表现最差,为 8.18。

表 1 不同产地刺梨营养成分

Table 1 The nutrient component of *Rosa roxburghii* from different habitats

产地 Habitats	可溶性固形物 Soluble solids//%	总酸 Total acid//%	维生素 C Vitamin C//mg/g	单宁 Tannin//mg/kg	糖酸比 Sugar-acid ratio
冕宁 Mianning	9.79±0.01	1.190±0.001	18.58±0.04	$2.13\times 10^4\pm 379.13$	8.23
龙里 Longli	9.59±0.03	1.036±0.001	20.51±0.06	$2.84\times 10^4\pm 467.19$	9.22
绥阳 Suiyang	9.16±0.02	1.120±0.001	16.73±0.03	$1.83\times 10^4\pm 169.79$	8.18
七星关 Qixingguan	13.25±0.01	1.501±0.002	21.57±0.06	$2.45\times 10^4\pm 84.82$	8.83
麻江 Majiang	14.67±0.02	1.646±0.001	8.47±0.06	$1.36\times 10^4\pm 458.68$	8.89
六枝 Liuzhi	14.47±0.02	1.557±0.001	8.37±0.04	$1.27\times 10^4\pm 373.49$	9.28
兴仁 Xingren	15.07±0.01	1.587±0.001	10.89±0.08	$1.45\times 10^4\pm 89.39$	9.48
平均值 Average	12.29	1.379	1502	1.90×10^4	8.87
标准偏差 Standard deviation	2.66	0.25	566.90	5972	0.51
变异系数 Variable coefficient	0.22	0.18	0.38	0.31	0.06

2.2 不同产地刺梨矿物质含量分析 由表 2 可知,7 个产地刺梨果实共检出 19 种矿物质元素,均未检出 Sn、Sb 和 Pb,其中冕宁检出 17 种、龙里检出 14 种、绥阳检出 16 种、七星关检出 15 种、麻江检出 16 种、六枝检出 18 种、兴仁检出 16 种,矿物质元素可分为常量元素、必需微量元素和非必需微量元素,各类元素含量见表 3。由表 3 可知,7 个产地刺梨果实元素含量存在差异,其中非必需微量元素差异最大,变异系数为 0.33,常量元素差异最小,变异系数仅为 0.11。常量元素指含量高于人体总重量的 0.01% 的元素,该类元素广泛分布于植物体内,不同产地刺梨果实常量元素含量平均为 3050 mg/kg,其中六枝和绥阳常量元素表现较好,分别为 3547 和 3466 mg/kg,而冕宁和七星关表现较差,常量元素含量分别仅为 2771 和 2759 mg/kg。微量元素指含量低于人体总重量的 0.01% 的元素,对维持机体正常生理功能具有重要作用,可分为必需微量元素和非必需微量元素。7 个产地刺梨果实必需微量元素变化幅度在 9.432 1~16.129 1 mg/kg,与常量元素含量一样,六枝和绥阳表现较

好,分别为 16.129 1 和 15.423 6 mg/kg,龙里和兴仁表现较差,分别仅为 9.432 1 和 9.952 7 mg/kg;非必需微量元素变化幅度在 1.601 9~3.518 3 mg/kg,其中以七星关和麻江较高,分别达到 3.518 3 和 3.452 3 mg/kg,兴仁和龙里较低,分别为 1.652 0 和 1.601 9 mg/kg。

2.3 不同产地刺梨果实品质综合评价 按照模糊综合评判方法和隶属函数的定义,除了非必需微量元素外,对 7 个产地刺梨果实营养成分测定的原始数据平均值经标准化处理,构成模糊转化矩阵 R ,参照信息量权数法,7 种刺梨营养指标的权重见表 4。采用平权和加权法,通过矩阵运算结果评判不同产地刺梨果实品质的优劣程度,结果见表 5。模糊综合评判分析结果表明,在平权情况下,六枝和绥阳表现较好,冕宁和麻江较差,7 个产地刺梨的果实营养品质优劣顺序依次为六枝、绥阳、兴仁、龙里、七星关、麻江和冕宁;在加权情况下,六枝和绥阳表现较好,龙里和麻江较差,果实营养品质优劣顺序依次为六枝、绥阳、七星关、冕宁、兴仁、龙里和麻江。由此可认为,六枝和绥阳刺梨果实品质较好,其次是七星关、

兴仁、龙里和冕宁,麻江品质最差。

表2 不同产地刺梨矿物质含量

Table 2 The mineral elements content of *Rosa roxburghii* from different habitats

mg/kg

产地 Habitats	常量元素 Major elements				必需微量元素 Essential trace elements						
	Na	Mg	K	Ca	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
冕宁 Mianning	1.575 0	167.1	2 199	403.8	0.030 1	0.394 6	3.164 4	4.904 5	0.010 0	0.226 5	0.654 2
龙里 Longli	—	196.5	2 305	600.3	0.025 8	0.405 9	2.380 0	3.536 3	0.007 8	—	1.079 0
绥阳 Suiyang	4.887 5	215.8	2 585	660.8	0.032 4	0.595 3	3.516 6	4.857 4	0.013 5	—	1.002 6
七星关 Qixingguan	—	191.0	2 113	455.0	0.023 3	0.226 7	3.749 3	1.457 0	0.052 3	—	0.811 6
麻江 Majiang	4.662 5	184.8	2 150	519.8	0.030 3	0.438 0	2.265 1	5.391 7	0.006 7	—	0.693 0
六枝 Liuzhi	6.725 0	220.9	2 647	672.5	0.035 9	0.492 6	3.155 3	7.539 1	0.014 8	—	0.931 1
兴仁 Xingren	—	210.4	2 073	561.2	0.012 1	0.316 8	3.903 5	1.667 8	0.036 1	0.200 0	0.841 8

产地 Habitats	必需微量元素 Essential trace elements				非必需微量元素 Non-essential trace elements						
	Zn	Sr	Sn	Ti	As	Ba	Tl	Sb	Cd	Hg	Pb
冕宁 Mianning	0.613 7	2.394 6	—	0.694 1	—	1.780 7	0.001 2	—	—	0.001 2	—
龙里 Longli	1.065 6	0.931 7	—	0.822 5	—	0.778 3	0.001 1	—	—	—	—
绥阳 Suiyang	1.769 3	3.636 5	—	0.905 9	—	1.604 7	0.001 2	—	0.020 9	—	—
七星关 Qixingguan	1.133 7	3.132 1	—	0.652 1	—	2.841 4	0.001 6	—	0.023 2	—	—
麻江 Majiang	0.805 9	0.908 0	—	0.713 6	—	2.736 5	0.000 8	—	—	0.001 4	—
六枝 Liuzhi	1.408 5	2.551 8	—	1.053 6	0.006 5	0.800 1	0.001 1	—	0.002 1	0.001 5	—
兴仁 Xingren	—	2.974 6	—	0.691 0	0.004 1	0.954 1	0.000 5	—	—	0.002 3	—

注:“—”表示未检出

Note:“—” means not detected

表3 不同产地刺梨元素含量

Table 3 The elements content of *Rosa roxburghii* from different habitats

mg/kg

产地 Habitats	常量元素 Major elements	必需微量元素 Essential trace elements	非必需微量元素 Non-essential trace elements
冕宁 Mianning	2 771	12.392 6	2.477 2
龙里 Longli	3 102	9.432 1	1.601 9
绥阳 Suiyang	3 466	15.423 6	2.532 7
七星关 Qixingguan	2 759	10.586 0	3.518 3
麻江 Majiang	2 859	10.538 7	3.452 3
六枝 Liuzhi	3 547	16.129 1	1.864 9
兴仁 Xingren	2 845	9.952 7	1.652 0
平均值 Average	3 050	12.065 0	2.442 8
标准偏差 Standard deviation	332.69	2.70	0.80
变异系数 Variable coefficient	0.11	0.23	0.33

3 讨论与结论

在刺梨果实营养成分方面,通过测定7个产地刺梨果实营养成分,结果表明,7个产地果实营养成分之间具有一定差异性,其中差异最大的是维生素C含量,差异最小的是糖酸

比;从总体来看,兴仁、六枝、麻江的可溶性固形物含量偏高,总酸含量适中,综合表现为糖酸比偏高,维生素C含量较低,适合于加工含糖量高的刺梨制品;七星关和冕宁维生素C含量较高,糖酸比适中,适合于加工高含量的维生素C产品;此外,绥阳糖酸比最低,单宁含量偏高,口感欠佳,但维生素C含量偏高,适合于加工高含量的维生素C刺梨产品;龙里可溶性固形物含量较低,但总酸含量最低,总体表现为糖酸比适中,而单宁含量最高,影响果实风味,维生素C含量较高,建议加工高含量的维生素C刺梨产品。糖和酸既是刺梨果实中的重要营养物质,也是重要的风味物质,糖和酸的种类和数量决定着果实的糖酸比,共同影响着刺梨的口感,很大程度上决定了刺梨果实的营养品质。同时,试验结果表明,刺梨果实中含有大量的单宁,是刺梨果实产生涩味和苦味的风味物质,影响刺梨的质量和口感,如何脱涩脱苦而不破坏刺梨营养成分是目前刺梨中研究的热点之一。此外,刺梨果实中维生素C含量丰富,是刺梨最突出的品质特征,不同产地由于海拔、气候条件、土壤环境、栽培管理技术等因素条件的差异,导致果实维生素C含量差异较大。

表4 模糊转换矩阵R

Table 4 Results of fuzzy transfer matrix

产地 Habitats	可溶性固形物 Soluble solids	总酸 Total acid	维生素C Vitamin C	单宁 Tannin	糖酸比 Sugar-acid ratio	常量元素 Major elements	必需微量元素 Essential trace elements
冕宁 Mianning	0.11	0.75	0.77	0.55	0.04	0.02	0.44
龙里 Longli	0.07	1.00	0.92	1.00	0.80	0.44	0.00
绥阳 Suiyang	0.00	0.87	0.63	0.35	0.00	0.90	0.89
七星关 Qixingguan	0.69	0.25	1.00	0.75	0.50	0.00	0.17
麻江 Majiang	0.93	0.00	0.01	0.06	0.55	0.13	0.17
六枝 Liuzhi	0.90	0.15	0.00	0.00	0.85	1.00	1.00
兴仁 Xingren	1.00	0.10	0.19	0.12	1.00	0.11	0.08
权重 Weight	0.147 7	0.120 8	0.255 0	0.208 1	0.040 3	0.073 8	0.154 4

表 5 模糊综合评价结果及位次

Table 5 Results and rank of fuzzy comprehensive evaluation

产地 Habitats	加权 Weight		平权 Equal weight	
	评判集 Evaluation set	品质位次 Quality rank	评判集 Evaluation set	品质位次 Quality rank
冕宁 Mianning	0.47	4	0.37	7
龙里 Longli	0.43	6	0.46	4
绥阳 Suiyang	0.61	2	0.56	2
七星关 Qixingguan	0.49	3	0.41	5
麻江 Majiang	0.39	7	0.39	6
六枝 Liuzhi	0.62	1	0.70	1
兴仁 Xingren	0.45	5	0.48	3

矿物质作为人体生命活动的第六大营养素,对维持和调节人体生理机能具有重要的作用,但矿物质不能在体内合成,只能从食物中摄取,矿物质元素摄入量不足或者摄入过多均对人体健康产生不良的影响。试验结果表明,在 7 个产地刺梨果实中,共检出 19 种矿物质元素,包含 9 种必需微量元素、4 种常量元素、6 种非必需微量元素;其中检出种类最多为六枝,共检出 18 种,最少为龙里,共 14 种;此外刺梨果实均未检出 Sn、Sb 和 Pb,检出 2 种重金属元素 Hg 和 Cd,含量均满足国家标准限量要求。常量元素和必需微量元素含量以六枝最高,非必需微量元素含量以七星关最高。模糊综合评价法是模糊数学中考虑和解决多因素问题的一种数学模型;它可以对食品品质中多因素的制约关系进行数学化的抽象,通过理想化评价模式建立一个反映其本质和动态过程。刺梨果实成分复杂,内在品质差异较大,多组分相互制约,可以使用模糊综合评判法进行分析,结果表明,在加权情况下,刺梨果实营养品质优劣顺序依次为六枝、绥阳、七星关、冕宁、兴仁、龙里和麻江;在平权情况下,果实品质优劣顺序依次为六枝、绥阳、兴仁、龙里、七星关、麻江和冕宁;综合

(上接第 157 页)

开放,用作迎春花或元宵花。

我国野生石斛属植物种类繁多,资源丰富,价值较高,但开发利用的不多,此次只开展了 12 种石斛属植物仿野生栽培模式试验,在栽培基质配方试验方面有待进一步研究,包括植株成活后发芽数、茎粗及株高等。同时,若在试验区域推广其他品种应提前做好引种栽培试验。

此次只是从株型、花序类型、花朵颜色、花期等方面对 12 种石斛属植物观赏性状进行调查和观测^[10],在花香、花朵方面调查研究不足,今后可根据观赏需求和观赏特性进行有目的引进栽培或推广。

参考文献

[1] 王亚妮,王丽琨,苗宗保,等. 兰科石斛属植物菌根真菌研究进展[J].

评价分析表明,六枝和绥阳刺梨果实品质较好,其次是七星关、兴仁、龙里和冕宁,麻江品质最差。该研究仅仅选取刺梨果实营养成分中的几个重要营养指标和矿物质元素比较分析和评价,要综合评价不同产地刺梨果实品质,还需要对刺梨果实中氨基酸、总黄酮、风味品质、感官品质、贮藏品质以及加工品质等方面全面考量。

参考文献

- [1] 安华明,陈力耕,樊卫国,等. 刺梨叶衰老过程中维生素 C 含量和部分抗氧化酶活性的变化[J]. 园艺学报,2005,32(6):994-997.
- [2] 吴洪娥,金平,周艳,等. 刺梨与无籽刺梨的果实特性及其主要营养成分差异[J]. 贵州农业科学,2014,42(8):221-223.
- [3] 涂国云,刘利花. 刺梨的营养成份及保健药用[J]. 中国林副特产,2006(1):68-70.
- [4] 简崇东. 刺梨药理作用的研究进展[J]. 中国医药指南,2011,9(29):38-40.
- [5] 鲁敏,安华明,赵小红. 无籽刺梨与刺梨果实中氨基酸分析[J]. 食品科学,2015,36(14):118-121.
- [6] 杜文义. 绿色保健果——刺梨[J]. 新农村,2007(6):14.
- [7] 段灵琴. 刺梨的栽培管理与病虫害防治[J]. 乡村科技,2017(16):51-52.
- [8] 张丹,韦广鑫,曾凡坤. 贵州不同产地无籽刺梨的基本营养成分及香气物质比较[J]. 食品科学,2016,37(22):166-172.
- [9] 谢勇,张榕,张江湖,等. Box-Behnken 试验设计优化刺梨果汁饮料工艺[J]. 食品研究与开发,2018,39(2):119-126.
- [10] 周艺,郭建军,郁建平. 刺梨茶总黄酮的提取工艺的建立及其抗氧化活性[J]. 生物资源,2017,39(2):135-140.
- [11] 晋圣坤,李勇. 模糊综合评判法在食品感官分析中的应用[J]. 肉类研究,2011,25(1):64-67.
- [12] 刘延岭,邓林,隋明. 基于模糊综合评判法的猕猴桃酒感官评价的研究[J]. 酿酒科技,2018(12):52-56.
- [13] 代文婷,吴宏,邢丽杰,等. 模糊数学结合响应面法优化番茄调味酱的配方[J]. 食品工业科技,2019,40(11):211-217.
- [14] 李小婷,徐世荣,潘东明,等. 7 种柚子果实品质分析与模糊综合评判[J]. 安徽农业科学,2016,44(27):78-80,176.
- [15] 周导军,杨培丽,唐志鹏,等. 柳城蜜橘果实品质分析与模糊综合评判[J]. 安徽农业科学,2014,42(2):562-564.
- [16] 汤婷婷,钟晨,苏军,等. 梨主栽品种主要品质性状分析及分布规律研究[J]. 安徽农业大学学报,2013,40(1):59-64.
- [17] 贺佳,高尔生,楼超华. 综合评价中权重系数及标准化方法的研究[J]. 中国公共卫生,2001(11):91-93.

热带亚热带植物学报,2013,21(3):281-288.

- [2] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,2004:19,67-75.
- [3] 顾观光重辑. 神农本草经[M]. 北京:人民卫生出版社,1955.
- [4] 邹成勇,刘燕. 我国石斛属植物研究进展[J]. 安徽农业科学,2010,38(12):6164-6166,6223.
- [5] 龚建英,王华新,龙定建,等. 我国石斛属植物资源及其主要种类观赏特性[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):233-235,261.
- [6] 赖家业,林少芳,何荣,等. 广西雅兰科植物自然保护区石斛属植物资源保护与利用[J]. 安徽农业科学,2008,36(5):1824-1825,1829.
- [7] 雷衍国,缪剑华,赖家业,等. 桂西北三地野生石斛属资源调查研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(23):9963-9964.
- [8] 吴辉,黄艳红. 广西国有黄冕林场铁皮石斛林下仿野生种植技术探究[J]. 南方农业,2019,13(5):1-2.
- [9] 朱江,牛力立,樊祖立,等. 26 个引进石斛品种在贵州安顺的种植表现[J]. 贵州农业科学,2019,47(3):124-127.
- [10] 马良,陈松泉,庄莉彬. 35 种石斛兰观赏价值评价[J]. 亚热带植物科学,2019,48(3):269-273.