

影响枣果实风味品质的指标分析

焦晋华, 薛晓芳, 任海燕, 赵爱玲* (山西农业大学(山西省农业科学院)果树研究所, 山西太原 030031)

摘要 以鲜食、制干、早熟、晚熟、口味酸、甜等 24 个不同枣种质资源果实为试材, 对其果实风味品质的相关指标(可溶性固形物、可滴定酸、 V_c 、含水量等)进行了测定和分析。结果表明, 随着果实的发育成熟, 可溶性固形物、可溶性糖和可滴定酸含量不断上升, 而果实含水量和 V_c 含量逐渐下降; 全红果实各风味品质指标在不同种质间存在显著差异, 果实口感评价等级与糖酸比、固酸比、可溶性固形物和可溶性糖呈极显著正相关, 与可滴定酸和 V_c 呈极显著负相关, 固酸比值介于 60~90、糖酸比值介于 45~65 时果实的口感风味为酸甜适口。可溶性固形物与含水量之间存在极显著负相关, 果实成熟期的早晚与糖酸比和固酸比存在显著正相关。可溶性固形物、可溶性糖、固酸比、糖酸比、含水量在种质间均呈正态分布。

关键词 枣果; 风味品质; 可溶性固形物; 可溶性糖; 可滴定酸; V_c ; 含水量

中图分类号 TS255.7 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)03-0205-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.03.055



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Analysis on the Indices Affecting the Jujube Fruit Flavor Quality

JIAO Jin-hua, XUE Xiao-fang, REN Hai-yan et al (Research Institute of Pomology, Shanxi Agricultural University(Shanxi Academy of Agricultural Sciences), Taiyuan, Shanxi 030031)

Abstract Taking 24 jujube germplasm resources including fresh edible, dried, early-maturing, late-maturing, sour and sweet taste varieties as materials, the relative indices of fruit flavor quality, such as soluble solid, titratable acid, V_c and water content were determined and analyzed. The results showed that the contents of soluble solid, soluble sugar and titratable acid increased and the contents of water and V_c decreased gradually with the fruit development. There were significant differences in various flavor quality indices of full-red fruit among different germplasm resources. There was a significant positive correlation between fruit taste evaluation grade and sugar-acid ratio, solid-acid ratio, soluble solid and soluble sugar, but a negative correlation between titratable acid and V_c . When the solid-acid ratio ranges from 60 to 90 and sugar-acid ranges from 45 to 65, the fruit taste was harmonized. There was a significant negative correlation between soluble solid and water content and a positive correlation between mature period and sugar-acid, solid-acid. Soluble solid, soluble sugar, solid-acid ratio, sugar-acid ratio and water content all showed normal distribution among germplasm resources.

Key words Jujube fruit; Taste quality; Soluble solid; Soluble sugar; Titratable acid; V_c ; Water content

枣原产我国,栽培面积和产量均居世界首位,枣果不仅营养丰富,还含有多种功能性成分,具有很好的医疗保健作用^[1-3]。枣种质资源非常丰富,目前虽然开展了枣种质资源的多种果实经济和品质性状的鉴定评价,但还不够详细深入,每个种质的果实都具有固有的风味和口感品质,而果实的风味取决于呈味物质的种类、数量和比例,对不同种质果实风味品质和影响指标的研究也未进行系统的分析对比^[4-8]。基于此,笔者对鲜食、制干、早熟、晚熟等不同类型种质的可溶性固形物、可滴定酸、可溶性糖等主要的风味品质指标进行对比分析,以期为进一步开展枣种质资源的果实品质评价和分析提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集 试验在山西农业大学(山西省农业科学院)果树研究所进行。试材选择来源于山西、陕西、河南、河北、山东、北京等地区的主栽或优良品种类型,包括鲜食品种和制干品种,早熟品种和晚熟品种,口感风味不同的品种,详见表 1。

枣果样本采自国家枣种质资源圃。样本树为栽培条件相同、正常生长发育的成年结果树。每品种依据枣果实发育

阶段分 3 次取样,分别是果实白熟期、脆熟期(半红)、完熟期(全红未变软)。每次取样 2.0 kg,平均分 3 份。

1.2 立地条件 调查的枣种质资源生长区域土壤为砂壤土,气候为暖温带大陆性气候,年平均气温 9.9℃,无霜期 176 d,降雨量 462.9 mm。

1.3 试验方法 用于测定分析可溶性固形物、可滴定酸、 V_c 的样品均采用鲜样,将果肉切片混匀,加入提取液,高速组织捣碎机匀浆,再用 4 层医用纱布过滤。具体测定方法均依照国家标准,可溶性固形物(TSS)含量的测定参照 GB/T 12295—1990 方法,利用 PAL-1 数显糖度计测定;可滴定酸含量的测定按照 GB/T 12293—1990 方法; V_c 含量的测定按照 GB/T 6195—1986 方法。含水量的测定,取部分新鲜样品切片称取约 300 g,在 60℃干燥箱中烘干至恒重后,记录样品干重,依据公式计算其含水量:含水量 = $\frac{\text{鲜重} - \text{干重}}{\text{鲜重}} \times 100\%$ 。

果实风味鉴定评价按照《枣种质资源描述规范和数据标准》中 6.28 的方法共分 5 种风味类型(级别):酸、甜酸、酸甜、甜、极甜。果实成熟期按山西太谷地区相对成熟期的早晚分 3 个级别:早、中、晚。果实用途分 3 种:鲜食、制干鲜食兼用、制干。固酸比为可溶性固形物与可滴定酸的比值。糖酸比为可溶性糖与可滴定酸的比值。

1.4 数据统计分析 试验数据分析采用 Excel 和 SPSS 软件。

基金项目 国家科技资源共享服务平台(NICGR-2019-051);山西省科技重点研发项目(2015-TN-4-1);山西省农业科学院科技创新研究项目(YCX2018D2T13)。

作者简介 焦晋华(1978—),女,山西晋中人,助理研究员,从事枣种质资源研究。*通信作者,研究员,硕士生导师,从事枣种质资源和育种研究。

收稿日期 2020-06-18

2 结果与分析

2.1 不同果实发育期各指标的变化 综合 24 份种质的测定结果进行分析,结果发现(表 2),果实在白熟、脆熟和完熟 3 个果实发育期可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸的含量均呈上升趋势,可溶性固形物和可溶性糖在不同时期间的差异达显著水平,可滴定酸的含量在不同时期间的差异未达到显著水平;大荔蜂蜜罐、临猗梨枣和冷白玉枣 3 个品种可滴定

酸的含量则是脆熟期略高于完熟期。含水量和 V_c 的含量在 3 个果实发育期均呈下降趋势。果实含水量在不同时期间的差异达显著水平, V_c 的含量未达显著水平。也有个别品种在果实不同发育时期 V_c 含量变化与总规律不相符,如大荔蜂蜜罐脆熟期果实的 V_c 含量高于白熟期,而北京老虎眼中 V_c 含量的变化规律是随果实的成熟而上升,正好与总规律相反。

表 1 试验种质及主要性状
Table 1 Test germplasm and main properties

序号 No.	种质名称 Germplasm name	成熟期 Maturation period	果实风味 Fruit flavor	果实用途 Fruit purpose	序号 No.	种质名称 Germplasm name	成熟期 Maturation period	果实风味 Fruit flavor	果实用途 Fruit purpose
1	夏津大白铃	中	甜	鲜食	13	内黄苹果枣	中	极甜	鲜食
2	临猗梨枣	中	酸甜	鲜食	14	襄汾圆枣	晚	甜	鲜食
3	晋赞大枣	晚	甜	兼用	15	庆云小梨枣	早	酸甜	鲜食
4	交城骏枣	早	酸甜	兼用	16	藤州长红枣	中	甜	制干
5	太谷壶瓶枣	早	酸甜	兼用	17	稷山板枣	中	甜	制干
6	山东梨枣	早	酸甜	鲜食	18	交城甜酸枣	中	甜酸	鲜食
7	北京鸡蛋枣	中	甜酸	鲜食	19	大荔蜂蜜罐	中	酸甜	鲜食
8	彬县晋枣	晚	酸甜	兼用	20	北京老虎眼	中	极酸	鲜食
9	冷白玉枣	晚	酸甜	鲜食	21	北京酸枣	中	酸	制干
10	运城相枣	晚	极甜	制干	22	新郑灰枣	晚	极甜	兼用
11	赞皇大枣	晚	酸甜	兼用	23	太谷鸡心蜜	早	酸甜	鲜食
12	宁阳六月鲜	中	甜	鲜食	24	龙酸枣	早	酸	鲜食

表 2 风味指标在不同果实发育期的变化
Table 2 Changes of flavor indices in different fruit development periods of fruits

果实发育期 Fruit development period	可溶性固形物 Soluble solid %	可滴定酸 Titratable acid %	可溶性糖 Soluble sugar %	固酸比 Solid-acid ratio	糖酸比 Sugar-acid ratio	V_c mg/kg	含水量 Water content %
白熟期 White maturing	14. 74 c	0. 35 a	12. 09 c	63. 29 a	34. 54 a	3 199. 8 a	81. 62 a
脆熟期 Crisp maturing	25. 00 b	0. 59 a	21. 43 b	67. 14 a	36. 32 a	2 884. 0 a	70. 32 b
完熟期 Complete maturing	29. 67 a	0. 73 a	25. 46 a	67. 55 a	34. 87 a	2 162. 1 b	66. 57 c

注: 同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference($P<0.05$)

2.2 不同枣种质果实风味指标比较分析 对 24 份枣种质完熟期的果实可溶性固形物、可滴定酸、固酸比、糖酸比、 V_c 、含水量等风味形成的相关指标进行评价,结果见表 3 和图 1。各项指标在不同品种间均存在显著差异。

可溶性固形物含量在 27. 0%~37. 0%,均值为 30. 51%,变异系数为 7. 73,正态性检验峰度和偏度值均小于 1。在所测种质间呈正态分布,含量在 29. 0%~32. 0%的种质占测定总数的 60%。新郑灰枣可溶性固形物含量最高,为 37. 0%,交城甜酸枣含量最低,为 27. 0%。

可溶性糖含量在 20. 19%~33. 01%,均值为 25. 46%,变异系数为 13. 09,正态性检验峰度和偏度值均小于 1。在所测种质间符合正态分布,含量在 24. 00%~30. 00%的种质占测定总数的 54%。新郑灰枣含量最高,为 33. 01%,临猗梨枣含量最低,为 20. 19%。

可滴定酸含量在 0. 29%~3. 70%,均值为 0. 74%,变异系数为 120. 90。在所测种质间不符合正态分布,含量在 0. 30%~0. 50%的种质占测定总数的 67%。有 4 个酸枣和中间类型的品种其可滴定酸含量分别为北京老虎眼 3. 70%、龙酸枣 3. 25%、北京酸枣 1. 55%、交城甜酸枣 0. 94%。

固酸比值介于 7. 57~108. 82,均值为 68. 85,变异系数为 41. 39,正态性检验峰度和偏度值均小于 1。在所测种质间呈正态分布,固酸比值介于 60~90 时果实的口感风味为酸甜适口,固酸比值大于 90 的口感为甜或极甜,比值小于 30 的果实口感为酸或极酸。

糖酸比值介于 5. 76~103. 71,均值为 57. 69,变异系数为 44. 93,正态性检验峰度和偏度值均小于 1。在所测种质间呈正态分布,糖酸比值介于 45~65 时果实的口感风味为酸甜适口,糖酸比值大于 70 的口感为甜或极甜,比值小于 30 的果实口感为酸或极酸。

V_c 含量在 927. 8~7 217. 6 mg/kg,均值为 2 420. 0 mg/kg,变异系数为 59. 37。在所测种质间不符合正态分布,含量在 1 400. 0~1 600. 0 和 2 200. 0~2 500. 0 mg/kg 的种质占所测总数的 50%。 V_c 含量最低的是稷山板枣(927. 8 mg/kg),含量最高的是北京老虎眼(7 217. 6 mg/kg)。

果实的含水量在 57. 34%~73. 00%,均值为 66. 47%,变异系数为 5. 59,正态性检验峰度和偏度值均小于 1。在所测种质间呈正态分布,含量在 63. 00%~68. 00%的种质占测定总数的 50%,含量在 68. 00%~72. 00%的种质占测定总数的

30%。新郑灰枣果实的含水量最低,夏津大白铃最高。

表 3 不同种质果实的风味指标比较
Table 3 Comparison of flavor indices of different germplasm

序号 No.	种质名称 Germplasm name	可溶性固形物 Soluble solid %	可滴定酸 Titratable acid %	可溶性糖 Soluble sugar %	固酸比 Solid-acid ratio	糖酸比 Sugar-acid ratio	V _c mg/kg	含水量 Water content %
1	新郑灰枣	37.0 a	0.34 f	33.01 a	108.82 a	97.09 a	1 199.4 h	57.34 d
2	晋赞大枣	33.4 b	0.33 f	27.02 b	101.20 ab	81.88 b	1 537.8 g	68.40 b
3	运城相枣	31.0 bc	0.31 f	32.15 a	100.00 ab	103.71 a	2 561.5 e	64.82 c
4	藤县长红枣	34.0 b	0.35 f	27.37 b	97.14 ab	78.20 bc	2 062.0 f	60.66 d
5	夏津大白铃	28.0 d	0.29 f	24.84 bc	96.55 ab	85.66 b	1 852.1 f	73.00 a
6	内黄苹果枣	33.0 b	0.36 f	26.50 b	91.67 b	73.61 bc	1 214.7 h	67.24 bc
7	稷山板枣	33.0 b	0.36 f	31.27 a	91.67 b	86.86 b	927.8 h	60.36 d
8	临猗梨枣	27.9 d	0.32 f	20.19 c	87.19 b	63.09 c	1 422.5 g	69.92 b
9	冷白玉枣	29.4 cd	0.34 f	22.26 bc	86.47 b	65.47 c	2 440.9 e	69.55 b
10	太谷壶瓶枣	28.8 d	0.38 ef	23.19 bc	75.79 bc	61.03 c	1 525.9 g	68.89 b
11	大荔蜂蜜罐	31.0 bc	0.46 e	27.11 b	72.09 c	58.93 c	2 336.5 e	66.77 c
12	宁阳六月鲜	33.0 b	0.46 e	27.41 b	71.74 c	59.59 c	2 463.1 e	64.93 c
13	庆云小梨枣	28.4 d	0.51 d	22.65 bc	70.59 c	44.41 d	1 471.0 g	67.48 bc
14	彬县晋枣	30.0 c	0.44 e	24.88 bc	68.18 c	56.55 c	2 851.7 d	67.17 bc
15	交城骏枣	30.0 c	0.45 e	25.84 bc	66.67 c	57.42 c	1 578.3 g	69.60 b
16	赞皇大枣	31.0 bc	0.47 de	27.49 b	65.96 c	58.49 c	2 349.2 e	63.66 c
17	山东梨枣	29.4 cd	0.45 e	24.55 bc	65.33 c	54.56 c	1 904.9 f	64.32 c
18	襄汾圆枣	30.0 c	0.48 de	25.64 bc	62.50 c	53.42 c	1 662.3 g	69.23 b
19	太谷鸡心蜜	29.0 cd	0.48 de	25.00 bc	60.42 c	52.08 c	2 017.3 f	65.93 c
20	北京鸡蛋枣	29.4 cd	0.58 d	24.26 bc	50.69 d	41.83 d	2 739.4 d	72.19 a
21	交城甜酸枣	27.0 d	0.94 c	21.74 c	28.72 e	23.13 e	3 580.5 c	66.26 c
22	北京酸枣	30.0 c	1.55 b	23.43 c	19.35 e	15.12 e	3 431.3 c	69.31 b
23	龙酸枣	30.6 c	3.25 a	21.94 c	9.42 f	6.75 f	5 731.1 b	64.39 c
24	北京老虎眼	28.0 d	3.70 a	21.30 c	7.57 f	5.76 f	7 217.6 a	63.90 c

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference($P<0.05$)

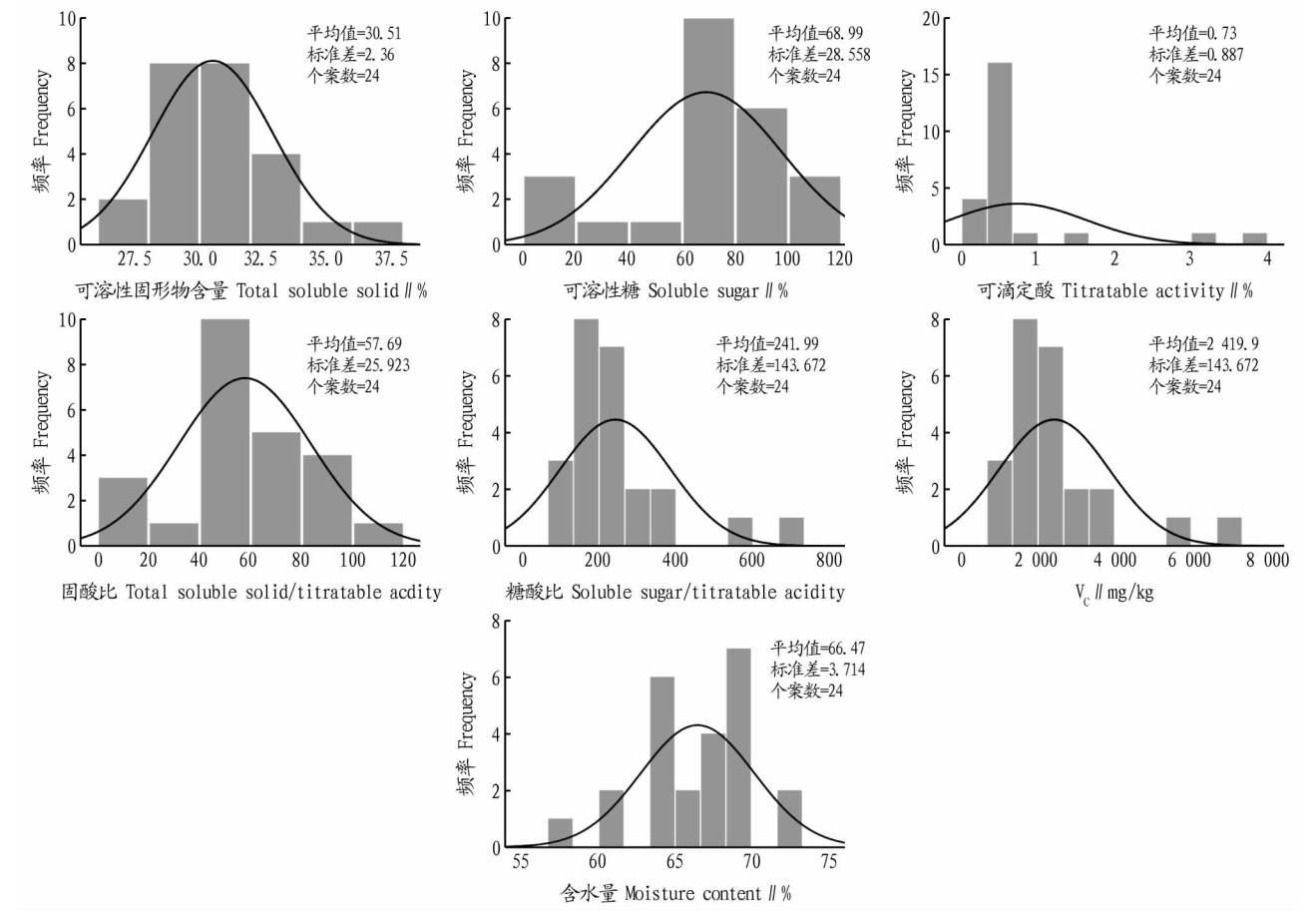


图 1 不同种质果实风味指标含量分布
Fig. 1 The distribution of fruit flavor index content of different germplasm

2.3 各指标的相关性分析 将果实风味、成熟期和果实用途指标用相应的数字表示,用 24 份种质资源完熟期果实的测定数据和鉴定结果进行各指标间的相关性分析^[9],结果见表 4。果实风味与糖酸比、固酸比、可溶性糖和可溶性固形物都呈极显著正相关,与可滴定酸和 V_c 呈极显著负相关;与糖酸比、固酸比的相关系数最大,均为 0.816,说明果实糖酸比和固酸比是影响果实风味的主要原因,果实可滴定酸和 V_c 含量高,其风味偏酸,口感相对较差。果实成熟期与糖酸比和可溶性糖呈显著正相关,说明成熟期晚的品种果实糖酸比

和可溶性糖相对较高;如成熟晚的新郑灰枣和运城相枣等品种完熟期果实可溶性糖大于 30%,糖酸比高于 97。果实用途与可溶性糖呈极显著正相关,与可溶性固形物呈显著正相关,而果实含水量与可溶性糖和可溶性固形物呈极显著负相关,说明制干品种果实的可溶性糖和可溶性固形物相对较高,含水量相对要比兼用和鲜食品种低。V_c 与可滴定酸呈极显著正相关,与可溶性糖呈显著负相关,与固酸比和糖酸比呈极显著负相关。

表 4 风味指标的相关性分析
Table 4 Correlation analysis of flavor index

指标 Index	可溶性 固形物 Soluble solid	可滴定酸 Titratable acid	可溶性糖 Soluble sugar	固酸比 Solid- acid ratio	糖酸比 Sugar- acid ratio	V _c	含水量 Water content	成熟期 Maturation period	果实风味 Fruit flavor	果实用途 Fruit purpose
可溶性固形物 Soluble solid	1									
可滴定酸 Titratable acid	-0.238	1								
可溶性糖 Soluble sugar	0.791**	-0.429*	1							
固酸比 Solid-acid ratio	0.511*	-0.811**	0.606**	1						
糖酸比 Sugar-acid ratio	0.546**	-0.765**	0.739**	0.969**	1					
V _c	-0.330	0.931**	-0.442*	-0.814**	-0.751**	1				
含水量 Water content	-0.641**	-0.136	-0.568**	-0.117	-0.193	-0.069	1			
成熟期 Maturation period	0.370	-0.231	0.414*	0.357	0.408*	-0.082	-0.108	1		
果实风味 Fruit flavor	0.560**	-0.711**	0.623**	0.816**	0.816**	-0.745**	-0.170	0.314	1	
果实用途 Fruit purpose	0.452*	-0.172	0.562**	0.269	0.373	-0.190	-0.381	0.255	0.196	1

注: *P<0.05; **P<0.01

3 结论与讨论

通常,影响果实风味的物质包括糖、有机酸以及芳香物质。人们对果实的糖、酸品质关注更多,果实成熟期间的糖酸品质直接影响采后果实的商品性。该研究对鲜食、制干、早熟、晚熟等不同类型种质的主要风味品质指标进行了对比分析,揭示了枣果实风味与不同种质资源果实的糖酸比、固酸比、可溶性糖、可溶性固形物、可滴定酸和 V_c 的相关关系,固酸比值介于 60~90、糖酸比值介于 45~65 时果实的口感风味为酸甜适口。但果实风味还与可溶性糖和有机酸的组成密切相关,由于各糖组分的相对甜度不同,可溶性糖含量相当的品种可能由于葡萄糖、果糖和蔗糖的组成比例不同,其甜味表现不一。可滴定酸含量相当的品种可能由于酒石酸、苹果酸、柠檬酸等有机酸的组成比例不同和各有有机酸的相对酸度不一,其口感酸味不一致^[10-11]。果实风味还与其所含的醛类、醇类、烃类等芳香性物质独特的香气成分有关^[12],果实风味物质除与种质资源果实本身的特性有关,还受栽培地土壤养分因子的影响^[13],其风味品质形成的机理还有待于进一步深入研究。

参考文献

[1] 毛跟年,许牡丹. 功能食品生理特性与检测技术[M]. 北京:化学工业出版社,2005:228-231.
[2] 鲁周民,刘坤,闫忠心,等. 枣果实营养成分及保健作用研究进展[J]. 园艺学报,2010,37(12):2017-2024.
[3] 原超,范三红,林勤保. 红枣的功效成分[J]. 农产品加工,2010(9):12-13.
[4] 李登科,牛西午,田建保. 中国枣品种资源图鉴[M]. 北京:中国农业出版社,2013.
[5] 刘孟军,汪民. 中国枣种质资源[M]. 北京:中国林业出版社,2009.
[6] 李登科,王永康,隋串铃,等. 枣种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006.
[7] 王永康,李登科,赵爱玲,等. 枣优良种质资源评价标准规范探讨[C]//刘孟军,王文江,赵锦. 干果研究进展(8):第八届全国干果生产、科研进展学术研讨会论文集. 北京:中国林业出版社,2013.
[8] 刘平,刘孟军,周俊义,等. 枣树数量性状的分布类型及其概率分级指标体系[J]. 林业科学,2003,39(6):77-82.
[9] 聂继云,李海飞,等. 基于 159 个品种的苹果鲜榨汁风味评价指标研究[J]. 园艺学报,2012,39(10):1999-2008.
[10] 郑丽静,聂继云,闫震. 糖酸组分及其对水果风味的影响研究进展[J]. 果树学报,2015,32(2):304-312.
[11] 赵爱玲,薛晓芳,王永康,等. 枣果实糖酸组分特点及不同发育阶段含量的变化[J]. 园艺学报,2016,43(6):1175-1185.
[12] 王淑贞,赵峰,祝恩元,等. 白熟期冬枣果实中风味成分分析[J]. 山东农业科学,2009,41(8):46-48.
[13] 唐都,高疆生,徐崇志,等. 土壤养分因子对灰枣果实风味品质的相关分析[J]. 新疆农业科学,2014,51(1):66-71.

(上接第 204 页)

[3] FRIAS J, MIRANDA M L, DOBLADO R, et al. Effect of germination and fermentation on the antioxidant vitamin content and antioxidant capacity of *Lupinus albus* L. var. Multolupa [J]. Food chemistry, 2005, 92(2):211-220.
[4] 孙远明. 食品营养学[M]. 北京:中国农业出版社,2006:167-240.
[5] 常食豆芽延年益寿? [J]. 长江蔬菜,2011(11):51.
[6] 乔富廉. 植物生理学试验分析测定技术[M]. 北京:中国农业出版社,2002:117-121,133-135.

[7] 丁辰. 果蔬及制品中维生素 C 含量的常用检测方法[J]. 中国果品研究,1996,16(2):30-31.
[8] 莫花浓,韦杏美,吴锋. 不同条件下黄豆萌发时氨基酸含量变化的研究[J]. 玉林师范学院学报(自然科学版),2008,29(3):91-94.
[9] 尹涛,丁俊青,陈芸,等. 发芽条件对绿豆芽生长特性和营养品质的影响[J]. 华中农业大学学报,2015,34(4):120-124.
[10] 郑少杰,任旺,张小利,等. 绿豆芽萌发过程中氨基酸动态变化及营养评价[J]. 食品与发酵工业,2016,42(10):81-86.