

软枣猕猴桃鲜果、果酒和果酱中 氨基酸组分分析

秦红艳,张宝香*,艾 军,赵 滢,李晓艳,杨义明,赵 卉,范书田,刘迎雪
(中国农业科学院特产研究所,吉林长春 130122)

摘 要:为了更好评价软枣猕猴桃的营养价值,对软枣猕猴桃鲜果、果酒和果酱的氨基酸组分进行了分析比较。结果表明,软枣猕猴桃含有17种氨基酸,蛋氨酸+胱氨酸为软枣猕猴桃的第一限制性氨基酸,加工果酒和果酱中17种氨基酸的种类没有变化,含量略有降低,但氨基酸比值系数分值升高,说明加工后必需氨基酸的配比更加合理,更有利于人体吸收利用。

关键词:软枣猕猴桃,果酒,果酱,氨基酸

Analysis of amino acids in the fruit, fruit wine and jam of *Actinidia arguta*

QIN Hong-yan, ZHANG Bao-xiang*, AI Jun, ZHAO Ying, LI Xiao-yan, YANG Yi-ming, ZHAO Hui,
FAN Shu-tian, LIU Ying-xue

(Institute of Wild Economic Animal and Plant of Science, CAAS, Changchun 130122, China)

Abstract: In order to evaluate the nutritional value of *Actinidia arguta*, the amino acid composition of *Actinidia arguta* fruit, wine and jam were analyzed and compared. The results showed that *Actinidia arguta* contained 17 kinds of amino acids, Met+Cys being of the first limiting amino acid. There was no change of the kinds of amino acids in processing of wine and jam, but the contents of amino acids decreased, and the score of RC increased, indicating that essential amino acid ratio was more reasonable, and more conducive to the human body absorption and utilization after processing.

Key words: *Actinidia arguta*; fruit wine; jam; amino acids

中图分类号: TS255.4 文献标识码: A 文章编号: 1002-0306(2015)06-0355-04
doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2015.06.069

软枣猕猴桃 [*Actinidia arguta* (Sieb. et Zucc.) Planch. Ex Miq.]，又名软枣子、猕猴桃梨、藤瓜、藤梨，属于猕猴桃科 (Actinidiaceae)，猕猴桃属 (Actinidia) 大型落叶藤本，果实较小，表面光滑，整果可食，是猕猴桃属中最耐寒的一个种 (可耐-30℃)^[1]。软枣猕猴桃享有“水果之王”的美誉，因其营养物质丰富，风味独特，经济、营养价值高，食疗效果好而备受国内外研究者的关注。袁福贵^[2]于20世纪90年代就研究软枣猕猴桃果酱并将其应用于月饼生产中，张宝香^[3]、李凤林^[4]分别进行了软枣猕猴桃果醋不同发酵工艺研究，文连奎^[5]进行了软枣猕猴桃果脯及香槟加工工艺研究。为了更好的开发利用软枣猕猴桃，本文以软枣猕猴桃鲜果为原料，经生物发酵酿制浅黄绿色、澄清透明、清香爽口、醇味柔和，具有软枣猕猴桃典型风格的保健型果酒；同时采用同一批次采收的软枣

猕猴桃鲜果为原料，经原汁机打浆成细腻果泥、按一定比例加入优质白砂糖并混合均匀，经煮沸浓缩后制得组织状态均匀、色香味俱全的软枣猕猴桃果酱。为了更好评价软枣猕猴桃的营养价值，本文分析了软枣猕猴桃鲜果、保健型果酒及果酱的氨基酸组分的变化，以为软枣猕猴桃的开发利用提供理论依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与仪器

软枣猕猴桃鲜果“丰绿” 2013年9月采自中国农业科学院特产研究所软枣猕猴桃资源圃；软枣猕猴桃果酒、果酱 均是在2013年9月同一采收期采收的“丰绿”，并由中国农业科学院特产研究所加工研制；盐酸、苯酚及柠檬酸钠 分析纯，国药集团化学试剂有限公司；氢氧化钠、氯化钠 优级纯，北京北

收稿日期: 2014-06-03

作者简介: 秦红艳(1984-), 女, 硕士, 助理研究员, 研究方向: 野生果树资源评价与利用。

* 通讯作者: 张宝香(1968-), 女, 副研究员, 研究方向: 特产品贮藏与加工。

基金项目: 国公益性行业(农业)科研专项(20110337); 吉林省科技发展计划项目(20100249); 吉林省财政厅科研育种项目。

化精细化学品有限公司; 17种L-氨基酸混合标准品 日本Wako公司制造。

L-8900型氨基酸自动分析仪 日本日立公司; MS204S电子分析天平 瑞士梅特勒-托利多公司; DZF6090真空干燥箱 上海浦东荣丰科学仪器有限公司; DHG-9240A恒温干燥箱 上海一恒科技有限公司; FSH-2A高速匀浆机 江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司; Milli-Q Advantage A1超纯水器 美国密理博公司。

1.2 实验方法

软枣猕猴桃鲜果、果酒和果酱中氨基酸含量均采用日立L-8900全自动氨基酸分析仪进行测定。

1.2.1 样品制备

1.2.1.1 果酒制备 软枣猕猴桃鲜果经筛选、破碎、酶解、酒精发酵等工艺制备软枣猕猴桃发酵原酒。软枣猕猴桃破碎原浆含糖量15%，经5~7d发酵后进行皮渣分离得到发酵原浆，按原浆质量添加10%白砂糖搅拌使其充分溶化，继续发酵至含糖量在3%以下，酒精度12.5%~13.0% (V/V)时发酵终止，陈酿3个月得果酒制品。

1.2.1.2 果酱制备 软枣猕猴桃鲜果经筛选、清洗、破碎、加糖调配、真空浓缩等工艺制备软枣猕猴桃果酱。软枣猕猴桃破碎成组织细腻果浆，含糖量15%，放入夹层锅中，同时加入果浆质量30%白砂糖，加热煮制并不断搅拌使之溶化，煮制含糖量55%~60%时趁热灌装得果酱制品。

1.2.2 样品处理

1.2.2.1 果酒实验前处理过程 取5mL待测样品，加入15mL浓度为6mol/L的HCl溶液，在110℃恒温箱中水解22h。然后将全部水解液转移至50mL容量瓶中，用一级水定容。取1mL上述溶液减压蒸干后，用2mL浓度为0.02mol/L的HCl溶液溶解，过水系滤膜装入上机瓶待测。

1.2.2.2 软枣猕猴桃实验前处理过程 随机选取20个鲜果，不去种粒直接匀浆。精确称取2.50g待测样品，加入20mL浓度为6mol/L的HCl溶液，在110℃恒温箱中水解22h。然后将全部水解液转移至50mL容量瓶中，用一级水定容。取2mL上述溶液减压蒸干后，用2mL浓度为0.02mol/L的HCl溶液溶解，过水系滤膜装入上机瓶待测。

1.2.2.3 果酱实验前处理过程 精确称取2.50g待测样品，加入20mL浓度为6mol/L的HCl溶液，在110℃恒温箱中水解22h。然后将全部水解液转移至50mL容量瓶中，用一级水定容。取2mL上述溶液减压蒸干后，用2mL浓度为0.02mol/L的溶液HCl溶解，过水系滤膜装入上机瓶待测。

1.2.3 氨基酸标准曲线的绘制 用标准样品配制一系列不同浓度的标准液，压滤上机测试，以峰面积为 $f(x)$ 值，检测浓度($\mu\text{mol/L}$)为 x 值，得到标准曲线。

1.2.4 色谱检测条件 色谱柱: 4.6mm×60mm离子交换色谱柱; 流速: 0.40mL/min (pump1), 0.35mL/min (pump2); 检测波长: 570nm和440nm; 柱温: 135℃; 进样体积: 20 μL , 流动相接梯度表进行洗脱(见表1), 分

析时间: 40.2min。

表1 梯度洗脱程序
Table 1 Gradient elution program

时间(min)	PH-1	PH-4	PH-RG	PH-2
0.0	100	0	0	0
0.1	0	100	0	0
14.2	0	100	0	0
14.3	0	0	100	0
20.2	0	0	100	0
20.3	0	0	0	100
21.2	0	0	0	100
21.3	100	0	0	0
40.2	100	0	0	0

1.2.5 营养评价 蛋白质的氨基酸所含的必需氨基酸(EAA)组成越接近人体必需氨基酸的比例, 则其品质就越优。根据世界卫生组织(WHO)和联合国粮农组织(FAO)1973年提出的评价蛋白质营养价值的必需氨基酸模式氨基酸比值系数法^[6-7]对软枣猕猴桃加工前后进行营养评价。利用WHO/FAO的必需氨基酸模式, 计算样品中EAA的氨基酸比值(Ratio of Amino Acid, RAA), 氨基酸比值系数(Ratio Coefficient of Amino Acid, RC)和比值系数分(Score of RC, SRC)。

RAA=(待评蛋白质某EAA含量)/(WHO/FAO式中相应EAA含量)

$$RC=(RAA)/(RAA\text{之均数})$$

$$SRC=100-CV\times 100$$

式中: CV为RC的变异系数; CV=标准差/均数。

1.3 数据处理

所获数据均采用Excel软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 色谱分析

待测样品经处理后, 运用氨基酸自动分析仪测定, 脯氨酸在波长440nm测定, 其余16种氨基酸在570nm波长测定, 17中氨基酸在该分离条件下达到很好的分离效果, 17种氨基酸标样色谱图见图1。

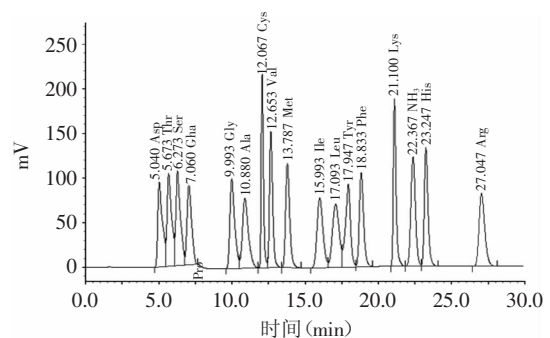


图1 17种氨基酸标样色谱图

Fig.1 Chromatogram of standard sample of amino acids

2.2 精密度实验

分别取17种氨基酸的标准溶液, 进样20 μL , 连续进样5针, 保留时间(RT)和峰面积(Area)的相对标准

偏差RSD分别为0.00%~0.29%和0.03%~1.83%，说明用该方法检测软枣猕猴桃中氨基酸所得到的数据是准确可靠的。结果见表2。

表2 精密度实验 (n=5)
Table 2 Precision test (n=5)

氨基酸	RSD (%)		氨基酸	RSD (%)	
	RT	Area		RT	Area
天门冬氨酸Asp	0.27	1.83	异亮氨酸Ile	0.02	0.38
苏氨酸 Thr	0.29	0.33	亮氨酸Leu	0.02	0.31
丝氨酸Ser	0.26	0.61	酪氨酸Tyr	0.06	0.23
谷氨酸Glu	0.14	0.31	苯丙氨酸Phe	0.04	0.13
甘氨酸Gly	0.03	0.43	赖氨酸Lys	0.00	0.18
丙氨酸Ala	0.06	0.18	组氨酸His	0.00	0.03
胱氨酸Cys	0.05	0.18	精氨酸Arg	0.00	0.12
缬氨酸Val	0.00	0.04	脯氨酸Pro	0.00	0.14
蛋氨酸 Met	0.00	0.12			

2.3 软枣猕猴桃鲜果、果酒和果酱中氨基酸成分分析

由表3可以看出软枣猕猴桃中含有17种氨基酸，种类齐全，其中7种为人体必需氨基酸，分别为苏氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸；3种为半必需氨基酸，分别为组氨酸、精氨酸和酪氨酸；4种为儿童必需氨基酸，分别为胱氨酸、酪氨酸、组氨酸和精氨酸；其中9种为药效氨基酸，分别为天门冬氨酸、谷氨酸、甘氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸、精氨酸，说明软枣猕猴桃具有较高的营养保健价值。软枣猕猴桃中还含有较丰富的天门冬氨酸和谷氨酸，它们是主要的呈味氨基酸^[7]。

氨基酸的种类和含量决定其品质的高低，其中必需氨基酸是评价食品营养水平的重要指标^[8]。鲜果中氨基酸总量为273.57mg/100g，其中谷氨酸含量最高，为55.801mg/100g，其次为天门冬氨酸、丙氨酸、精氨酸和丝氨酸，分别为47.676、21.516、15.769和15.716mg/100g。软枣猕猴桃加工前后氨基酸种类没有变化，但是其含量均有一定程度的降低，与果酱相比，保健型果酒的氨基酸降低幅度较高，氨基酸总量为602.317mg/L，其中谷氨酸含量最高，为98.661mg/L，其次为天门冬氨酸、丙氨酸、赖氨酸和丝氨酸，分别为72.411、50.524、41.072和40.552mg/L，氨基酸含量明显低于软枣猕猴桃鲜果，可能是由于酿酒过程中酵母生长发酵，消耗了部分氨基酸，另外去皮渣也可能导致部分氨基酸流失。果酱中氨基酸总量为

氨基酸总量为602.317mg/L，其中谷氨酸含量最高，为98.661mg/L，其次为天门冬氨酸、丙氨酸、赖氨酸和丝氨酸，分别为72.411、50.524、41.072和40.552mg/L，氨基酸含量明显低于软枣猕猴桃鲜果，可能是由于酿酒过程中酵母生长发酵，消耗了部分氨基酸，另外去皮渣也可能导致部分氨基酸流失。果酱中氨基酸总量为

表3 软枣猕猴桃鲜果、果酒和果酱中氨基酸种类及含量

Table 3 Composition and contents of amino acids in the fruit, fruit wine and jam of *Actinidia arguta* Planch

氨基酸种类	鲜果 (mg/100g)	果酒 (mg/L)	果酒浸出率 (%)	果酱 (mg/100g)	果酱浸出率 (%)
天门冬氨酸Asp△	47.676	72.411	10.40	43.111	90.42
苏氨酸 Thr*	14.275	38.787	18.61	13.218	92.60
丝氨酸Ser	15.716	40.552	17.68	12.473	79.36
谷氨酸Glu△	55.801	98.661	12.11	51.272	91.88
甘氨酸Gly△	13.346	48.986	25.14	12.081	90.52
丙氨酸Ala	21.516	50.524	16.09	18.401	85.52
胱氨酸Cys※	2.605	11.632	30.59	1.026	39.39
缬氨酸Val*	11.542	31.273	18.56	10.451	90.55
蛋氨酸 Met*△	1.164	2.133	12.55	1.481	127.23
异亮氨酸 Ile*△	9.873	23.313	16.17	9.109	92.26
亮氨酸 Leu*△	14.947	40.367	18.50	13.015	87.07
酪氨酸 Tyr▲※	13.574	17.085	8.62	7.27	53.56
苯丙氨酸 Phe*△	9.159	19.75	14.77	8.122	88.68
赖氨酸 Lys*△	13.156	41.072	21.39	10.476	79.63
组氨酸 His▲※	5.15	8.823	11.74	4.34	84.27
精氨酸 Arg▲※△	15.769	19.497	8.47	7.768	49.26
脯氨酸 Pro	8.301	37.451	30.90	6.084	73.29
氨基酸总量T	273.57	602.317	15.08	229.698	83.96
必需氨基酸总量E	74.116	196.695	18.18	65.872	88.88
非必需氨基酸N	199.454	405.622	13.93	163.826	82.14
鲜味氨基酸F	103.477	171.072	11.32	94.383	91.21
药效氨基酸	180.891	366.19	13.87	156.435	86.48
E/N	0.37	0.48		0.40	
E/T	0.27	0.35		0.29	
F/T	0.38	0.28		0.41	
药效氨基酸百分比	0.66	0.61		0.68	

注：*必需氨基酸；▲半必需氨基酸；※儿童必需氨基酸；△药效氨基酸。

229.698mg/100g,其中谷氨酸含量最高,为51.272mg/100g,其次为天门冬氨酸、丙氨酸、苏氨酸和亮氨酸,分别为43.111、18.401、13.218、13.015mg/100g,果酱中氨基酸浸出率较高,多数在70%以上(胱氨酸、酪氨酸和精氨酸除外)。

但是从加工前后的氨基酸配比来看,加工前软枣猕猴桃鲜果的E/T=0.27, E/N=0.37,经加工后的果酒E/T=0.35, E/N=0.48,经加工后的果酱E/T=0.29, E/N=0.40,均与WHO/FAO提出的参考蛋白模式E/T=0.4, E/N=0.6更为接近,但果酱与鲜果差异不明显。

2.4 营养评价

研究认为各类蛋白质的氨基酸组成比例不尽相同,其所含必需氨基酸的组成与人体必需氨基酸组成比例越接近,其营养价值越高,品质越好,反之蛋白质品质则越差^[9]。采用氨基酸比值系数法对软枣猕猴桃营养价值变化进行评价。由表4可以看出,通过与FAO/WHO 1973年修正的理想蛋白质人体必需氨基酸的模式谱进行比较,软枣猕猴桃鲜果必需氨基酸组成中苏氨酸、苯丙氨酸+酪氨酸相对较高,其余均低于WHO/FAO模式谱。与鲜果相比,软枣猕猴桃果酒中除苯丙氨酸+酪氨酸外,其余均有一定程度的升高;果酱苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸和亮氨酸较软枣猕猴桃鲜果有所升高,其余均有一定程度的降低。

表4 必需氨基酸占总氨基酸的质量分数(%)

Table 4 The essential amino acids of total amino acids (%)

氨基酸名称	鲜果	果酒	果酱	WHO/FAO模式谱
苏氨酸	5.22	6.44	5.75	4
缬氨酸	4.22	5.19	4.55	5
蛋氨酸+胱氨酸	1.38	2.29	1.09	3.5
异亮氨酸	3.61	3.87	3.97	4
亮氨酸	5.46	6.70	5.67	7
苯丙氨酸+酪氨酸	8.31	6.12	6.70	6
赖氨酸	4.81	6.82	4.56	5.5

表5 软枣猕猴桃鲜果、果酒和果酱中氨基酸的RAA、RC和SRC分析结果

Table 5 Ratio and ratio coefficient of amino acids and score of RC in the fruit, fruit wine and jam of *Actinidia arguta* Planch

氨基酸名称	RAA			RC		
	鲜果	果酒	果酱	鲜果	果酒	果酱
苏氨酸	1.30	1.61	1.44	1.41	1.51	1.57
缬氨酸	0.84	1.04	0.91	0.91	0.97	0.99
蛋氨酸+胱氨酸	0.39	0.65	0.31	0.42	0.61	0.34
异亮氨酸	0.90	0.97	0.99	0.97	0.90	1.08
亮氨酸	0.78	0.96	0.81	0.84	0.90	0.88
苯丙氨酸+酪氨酸	1.38	1.02	1.12	1.50	0.95	1.22
赖氨酸	0.87	1.24	0.83	0.94	1.16	0.91
SRC	74.19	81.00	75.00			

食物蛋白质中某些含量相对较低的必需氨基酸

被称为限制氨基酸(Limiting Amino Acid),而相对含量最低的为第一限制氨基酸。由表5可知,蛋氨酸+胱氨酸为软枣猕猴桃鲜果、果酒和果酱的第一限制性氨基酸。软枣猕猴桃鲜果的SRC值为74.19,加工成保健酒SRC值升高为81.00,加工成果酱SRC升高为75.00。说明软枣猕猴桃鲜果加工保健酒后,必需氨基酸的配比更趋于合理,但加工成果酱必需氨基酸的配比变化不明显。

3 结论

3.1 氨基酸测定结果显示,软枣猕猴桃鲜果以及软枣猕猴桃保健型果酒和果酱中均含有丰富的氨基酸,其种类至少有17种。其中7种为必需氨基酸,3种半必需氨基酸,9种药效氨基酸,说明软枣猕猴桃具有较高的营养保健价值。软枣猕猴桃中还含有较丰富的天门冬氨酸和谷氨酸,它们是主要的呈味氨基酸,这可能与软枣猕猴桃独特风味有密切关系。

3.2 通过测定研究软枣猕猴桃鲜果加工成保健型果酒和果酱中各种氨基酸组分的变化,结果显示加工前后种类没有改变,含量均有不同程度的降低。其中保健型果酒中氨基酸含量降低幅度较高,可能是酿酒过程中酵母生长发酵,消耗了部分氨基酸。而果酱氨基酸浸出率多数在70%以上,说明果酱中氨基酸的损失较少,营养成分保持较好。

3.3 通过比较加工前后的氨基酸配比以及采用氨基酸比值系数法评价加工前后必需氨基酸质量,结果显示软枣猕猴桃经精深加工后,必需氨基酸的配比均更趋于合理。

参考文献

- [1] Piotr Latocha, Pawe Jankowski, Jadwiga Radzanowska. Genotypic difference in postharvest characteristics of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrids), as a new commercial crop Part I. Sensory proling and physicochemical differences[J]. Food Research Internationa, 2011(44): 1936-1945.
- [2] 袁福贵, 马月森, 陈向东. 软枣猕猴桃酱的制作技术[J]. 果树科学, 1988, 5(3): 142-144.
- [3] 张敬哲, 姜英, 张宝香. 软枣猕猴桃果醋液态发酵工艺研制[J]. 特产研究, 2012, 3: 46-48.
- [4] 李凤林, 张丽丽. 野生软枣猕猴桃果醋饮料的研制[J]. 冷饮与速冻食品工业, 2006, 12(2): 21-24.
- [5] 文连奎, 董然, 刘松. 野生软枣猕猴桃纯天然香槟研制[J]. 1995, 4: 31-32.
- [6] 朱圣陶, 吴坤. 蛋白质营养价值评价—氨基酸比值系数法[J]. 营养学报, 1988, 10: 187-190.
- [7] 杨芳, 兰珊珊, 严红梅, 等. 地涌金莲及其加工过程中氨基酸和矿质元素分析[J]. 现代食品科技, 2012, 28(11): 1569-1571, 1589.
- [8] 王彩理, 郭晓华, 苑德顺, 等. 不同生长阶段大菱鲆的氨基酸评价分析[J]. 现代食品科技, 2012, 28(1): 104-107.
- [9] 刘青广, 田丽萍, 姜红, 等. 苜蓿叶蛋白中氨基酸的含量及营养分析[J]. 河南工业大学学报: 自然科学版, 2005, 26(2): 36-39.