

钱巍,严娟,马瑞娟,等.不同成熟期黄肉桃糖酸组分的测定[J].江苏农业科学,2015,43(2):287-290.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.02.094

不同成熟期黄肉桃糖酸组分的测定

钱巍^{1,2},严娟²,马瑞娟²,俞明亮²,蔡志翔²

(1.扬州大学园艺与植物保护学院,江苏扬州 225009; 2.江苏省农业科学院园艺研究所,江苏南京 210014)

摘要:以 23 份早熟、26 份中熟、11 份晚熟黄肉桃品种为材料,使用高效液相色谱(HPLC)测定果肉中糖酸含量,并进行分析比较。结果表明,不同成熟期黄肉桃各糖、酸组分的含量及其所占总量的比例均有差异,并有明显的规律。蔗糖含量及其所占总糖的比例表现为早熟>中熟>晚熟;山梨醇则正好相反,为早熟<中熟<晚熟;葡萄糖和果糖表现为晚熟高于早熟和中熟,早熟与中熟间差异不显著;苹果酸含量及其所占总酸的比例表现为早熟<中熟<晚熟;奎尼酸与苹果酸相反,表现为早熟>中熟>晚熟;不同熟期间柠檬酸差异不显著。不同成熟期的黄肉桃总糖含量、总酸含量差异不显著,但糖酸比和甜酸比则表现为早熟>中熟>晚熟,早熟品种显著高于中熟和晚熟品种。

关键词:黄肉桃;成熟期;糖;酸;积累特点;组分

中图分类号: S662.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)02-0287-04

桃[*Prunus persica* (L.) Batsch]原产中国,栽培历史悠久,长期的栽培与演变形成了丰富的桃遗传资源,从果肉色泽角度,可分为绿、白、黄、红四大类型^[1]。当前生产中主要以白肉桃品种为主,而黄肉桃品种主要为罐藏加工用桃,鲜食品种极少^[2]。随着生活水平的提高,人们已不再满足于“食能果腹”,更崇尚对人类健康科学有益的多功能保健食品。研究表明,蔬菜和水果中天然的类胡萝卜素具有强大的抗氧化能力,有助于防止各种慢性疾病^[3],同时还是动物体内的维生素源^[4]。与白肉桃相比,黄肉桃含有丰富的类胡萝卜素^[5],已逐渐被消费者从营养学和健康食品的角度所认识。黄肉桃鲜食品种的选育成为桃育种工作的目标之一,但现有黄肉桃品种大多存在风味偏酸的问题。本研究在桃种质资源保存的基础上,对不同成熟期黄肉桃进行糖酸组分含量的测定和比较分析,以期明确黄肉桃糖酸积累特点,为鲜食黄肉桃品种选育提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2011—2012 年进行。试验材料为 60 份黄肉桃种质资源(表 1),果实均取自国家果树种质南京桃资源圃,按照常规栽培方法种植,统一田间管理。

果实统一采集,确保不同品种之间具有一致的果实成熟度。参照王力荣等描述判断果实成熟期^[6],即果实底色的绿色大部分褪尽,呈淡绿色或淡黄色,果面丰满,表现出品种应有的外观和风味。每个品种选取树冠中上部分(树冠外围 115~210 cm 高的部位)至少 15 个成熟果实用于试验,随机

分组^[7],5 个果 1 组,3 次重复。

取样后迅速将样品带回实验室,果实洗净后晾干,迅速去皮,用高速匀浆机匀浆,液氮冷冻,置 -20℃ 冰箱中保存备用。

1.2 方法

可溶性糖和有机酸的提取方法按照沈志军等的方法^[8]进行,用高效液相色谱仪(Agilent 1100)进行 4 种可溶性糖(蔗糖、葡萄糖、果糖、山梨醇)、3 种有机酸(苹果酸、柠檬酸、奎尼酸)的测定。糖及糖醇的测定使用 Transgenomic 生产的 10 μm 粒径,6 mm×250 mm 的 CARBOSep CHO620 CA 柱,流动相为去离子水,柱温 80℃,示差折光检测器,进样量 15 μL。有机酸的测定使用 Agilent 5 μm 粒径 416 mm×250 mm 的 ZORBAX Eclipse XDBC18 柱,流动相为 2 g/L 偏磷酸溶液,流速 0.5 mL/min,柱温 25℃,紫外检测器,λ=214 nm,进样量 5 μL。进样重复 3 次。

1.3 统计与分析

总糖以 4 种可溶性糖含量和表示,总酸以 3 种有机酸含量和表示。根据果糖、蔗糖、山梨醇的甜度分别是葡萄糖的 2.30、1.35、0.81 倍^[9],参考 Roussos 等的公式^[10]计算甜度指数(SI),甜度指数=1.00×葡萄糖浓度+1.35×蔗糖浓度+2.30×果糖浓度+0.81×山梨醇浓度。糖酸比=(蔗糖浓度+果糖浓度+葡萄糖浓度+山梨醇浓度)/(苹果酸浓度+奎尼酸浓度+柠檬酸浓度);甜酸比=甜度指数/(苹果酸浓度+奎尼酸浓度+柠檬酸浓度)。

用 SPSS 18.0 软件对成熟果实各项测定指标进行统计分析。用 Origin 8.0 和 Excel 软件绘制图表。

2 结果与分析

2.1 不同成熟期黄肉桃果实可溶性糖含量变化

2.1.1 可溶性糖含量 早熟、中熟、晚熟黄肉桃 4 种可溶性糖测定结果见表 2。从表 2 可以看出,早熟、中熟、晚熟黄肉桃 2 年数据均表现出蔗糖在可溶性糖含量中最高,葡萄糖、果糖含量几乎相等,山梨醇含量最低。早熟品种蔗糖含量分布

收稿日期:2014-04-15

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(12)2010];现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-31)。

作者简介:钱巍(1988—),男,硕士研究生,主要从事桃果实品质研究。E-mail:faradayqw@gmail.com。

通信作者:俞明亮,研究员。E-mail:mly1008@aliyun.com。

表 1 试验材料、品种名称和成熟期类型

编号	品种名称	熟性	编号	品种名称	熟性
1	Ao 19	早熟	31	Kanto 5	中熟
2	Armking	早熟	32	Myojoyo	中熟
3	Favolate 3	早熟	33	Nectared 4	中熟
4	Flordaking	早熟	34	Nectaross	中熟
5	Mayfire	早熟	35	NJC3	中熟
6	Quetta	早熟	36	NJN78	中熟
7	Spring Baby	早熟	37	Redhaven	中熟
8	SpringCrest	早熟	38	Redtop	中熟
9	Sunraycer	早熟	39	Resino	中熟
10	Sunsplash	早熟	40	Rumiana	中熟
11	TX2B7N	早熟	41	Shasta	中熟
12	TX4C189LN	早熟	42	StarkDelicious	中熟
13	TX4C199	早熟	43	Troubador	中熟
14	TX4F244C	早熟	44	Vesuvio	中熟
15	昌黎黄肉	早熟	45	大赵黄桃	中熟
16	沪油 003	早熟	46	合阳油桃	中熟
17	金花露	早熟	47	喀什李光	中熟
18	锦香	早熟	48	连黄	中熟
19	曙光	早熟	49	浙金 3 号	中熟
20	双喜红	早熟	50	Babygold 6	晚熟
21	早丰甜	早熟	51	CaHgaCKu	晚熟
22	早红宝石	早熟	52	Carona	晚熟
23	紫金红 1 号	早熟	53	Fantasia	晚熟
24	Babygold 5	中熟	54	Flavortop	晚熟
25	CrimsonBaby	中熟	55	Fortuna	晚熟
26	Cullinan	中熟	56	Shuhk	晚熟
27	Early Red 2	中熟	57	Stark Sunglo	晚熟
28	Fayette	中熟	58	Veteran	晚熟
29	Harbrite	中熟	59	Vivian	晚熟
30	Harken	中熟	60	金橙	晚熟

区间最广,2011 年为 17. 17 ~ 57. 86 g/L,2012 年为 13. 97 ~ 56. 75 g/L , 在 2 年结果中,早熟品种蔗糖含量均高于中熟和晚熟品种,2011 年差异达极显著水平。葡萄糖在晚熟黄肉桃

中含量 2011 年为 10. 60 g/L,2012 年为 10. 65 g/L,2 年结果均显著高于早熟和中熟黄肉桃,中熟品种含量最低。果糖含量在不同成熟期黄肉桃中表现与葡萄糖含量一致的趋势,2011 年,晚熟黄肉桃与早熟、中熟黄肉桃差异达到极显著水平。晚熟品种山梨醇含量最高,与早熟、中熟黄肉桃相比,差异达极显著水平。

2. 1. 2 不同糖类组分占可溶性糖总量比例 不同成熟期黄肉桃各类可溶性糖成分比例见表 3。结果表明,不同成熟期黄肉桃中各类可溶性糖含量比例表现出一致的趋势,从大到小依次为蔗糖、葡萄糖、果糖、山梨醇。早熟品种蔗糖所占比例最高,2011 年为 62. 18% ,2012 年为 61. 55% ,其次是中熟品种,晚熟品种最低;2011 年不同成熟期桃蔗糖含量所占比例差异极显著,2012 年早熟和中熟桃差异不显著,但均显著高于晚熟桃。黄肉桃葡萄糖和果糖占可溶性糖总量比例在不同成熟期间变化趋势一致,晚熟最高,中熟和早熟差异不显著;2011 年表现为晚熟桃极显著高于早熟和中熟桃。

2 年试验结果,山梨醇占可溶性糖总量比例随着成熟期从早到晚依次升高,晚熟品种显著高于早熟和中熟品种。

2. 2 不同成熟期黄肉桃果实有机酸含量变化

2. 2. 1 有机酸含量 桃果实中主要酸为苹果酸、柠檬酸和奎尼酸,不同成熟期黄肉桃主要酸含量平均值及其变化范围见表 4。从表 4 可以看出,苹果酸含量最高,其次为柠檬酸,奎尼酸含量最低。苹果酸在早熟黄肉桃品种中含量变化范围最广,2011 年为 0. 49 ~ 5. 69 g/L,2012 年为 0. 89 ~ 6. 53 g/L,随着成熟期的推迟,含量递增,晚熟品种最高,2011 年达 3. 91 g/L,2012 年达 5. 37 g/L,极显著高于早熟品种;中熟与早熟、中熟与晚熟品种相比,苹果酸含量差异不显著。不同成熟期黄肉桃品种柠檬酸含量较为接近,2 年平均值分别为 2. 56、2. 55、2. 70 g/L;晚熟黄肉桃中含量最高,中熟品种次之,早熟黄肉桃最低。奎尼酸 2 年均表现为早、中、晚熟黄肉桃品种中的含量逐渐递减;早熟黄肉桃奎尼酸含量最高,2011

表 2 不同成熟期黄肉桃果实可溶性糖含量

年份	熟性	可溶性糖含量 (g/L)									
		蔗糖		葡萄糖		果糖		山梨醇			
		含量	分布范围	含量	分布范围	含量	分布范围	含量	分布范围		
2011	早熟	30. 88 ± 1. 88Aa	17. 17 ~ 57. 86	8. 52 ± 0. 36Bb	5. 78 ~ 14. 18	8. 42 ± 0. 34Bb	5. 58 ~ 12. 37	1. 33 ± 0. 08Bb	0. 51 ~ 1. 93		
	中熟	20. 25 ± 1. 33Bb	10. 49 ~ 38. 83	8. 30 ± 0. 34Bb	5. 63 ~ 12. 87	8. 15 ± 0. 31Bb	5. 80 ~ 12. 23	1. 52 ± 0. 13Bb	0. 53 ~ 3. 39		
	晚熟	15. 21 ± 2. 75Bb	4. 02 ~ 34. 47	10. 60 ± 0. 89Aa	6. 01 ~ 15. 92	11. 05 ± 0. 94Aa	5. 72 ~ 17. 10	2. 86 ± 0. 41Aa	1. 21 ~ 4. 78		
2012	早熟	33. 54 ± 2. 12Aa	13. 97 ~ 56. 75	9. 11 ± 0. 51Ab	4. 94 ~ 13. 89	9. 24 ± 0. 53Ab	4. 75 ~ 13. 99	2. 37 ± 0. 28Bb	0. 60 ~ 5. 29		
	中熟	30. 89 ± 1. 01Aa	22. 35 ~ 41. 55	8. 95 ± 0. 43Ab	4. 69 ~ 12. 95	9. 25 ± 0. 46Ab	4. 88 ~ 14. 06	3. 67 ± 0. 46Bb	0. 98 ~ 8. 39		
	晚熟	29. 38 ± 1. 63Aa	21. 58 ~ 38. 97	10. 65 ± 0. 53Aa	7. 72 ~ 13. 54	11. 09 ± 0. 61Aa	7. 92 ~ 14. 86	8. 72 ± 1. 20Aa	2. 20 ~ 14. 49		

注:同列数据后不同小写、大写字母分别表示差异显著($P < 0. 05$)、极显著($P < 0. 01$)。表 3、表 4、表 5 同。

表 3 不同成熟期黄肉桃果实中糖组分占可溶性糖总量比例

年份	熟性	占可溶性糖总量比例 (%)			
		蔗糖	葡萄糖	果糖	山梨醇
2011	早熟	62. 18 ± 1. 10Aa	17. 68 ± 0. 75Bb	17. 46 ± 0. 71Bb	2. 76 ± 0. 16Bb
	中熟	52. 17 ± 1. 42Bb	17. 21 ± 0. 70Bb	16. 89 ± 0. 64Bb	3. 16 ± 0. 28Bb
	晚熟	36. 70 ± 4. 20Cc	21. 99 ± 1. 84Aa	22. 92 ± 1. 95Aa	5. 93 ± 0. 85Aa
2012	早熟	61. 55 ± 1. 37Aa	12. 29 ± 0. 69Ab	12. 29 ± 0. 69Ab	3. 20 ± 0. 37Bb
	中熟	59. 17 ± 1. 47Aa	12. 08 ± 0. 58Ab	12. 08 ± 0. 58Ab	4. 95 ± 0. 62Bb
	晚熟	49. 31 ± 1. 76Bb	14. 38 ± 0. 71Aa	14. 38 ± 0. 71Aa	11. 77 ± 1. 62Aa

表 4 不同成熟期黄肉桃果实有机酸含量

年份	熟性	有机酸含量(g/L)					
		苹果酸		柠檬酸		奎尼酸	
		含量	分布范围	含量	分布范围	含量	分布范围
2011	早熟	2.97 ± 0.31Ab	0.49 ~ 5.69	2.35 ± 0.28Aa	0.24 ~ 6.62	1.23 ± 0.12Aa	0.61 ~ 3.47
	中熟	3.40 ± 0.19Aab	1.33 ~ 5.56	2.44 ± 0.25Aa	0.38 ~ 4.51	0.77 ± 0.04Bb	0.46 ~ 1.24
	晚熟	3.91 ± 0.37Aa	2.38 ~ 5.80	2.84 ± 0.43Aa	0.92 ~ 6.31	0.70 ± 0.07Bb	0.32 ~ 1.16
2012	早熟	3.38 ± 0.35Bb	0.89 ~ 6.53	2.78 ± 0.35Aa	0.49 ~ 5.87	1.69 ± 0.08Aa	1.04 ~ 2.35
	中熟	4.17 ± 0.27ABb	2.10 ~ 8.16	2.66 ± 0.29Aa	0.43 ~ 6.43	1.30 ± 0.09Bb	0.51 ~ 2.78
	晚熟	5.37 ± 0.58Aa	3.02 ~ 8.37	2.56 ± 0.45Aa	0.48 ~ 4.69	1.28 ± 0.06Bb	1.01 ~ 1.59

年为 1.23 g/L,2012 年为 1.69 g/L,极显著高于中、晚熟桃,中熟和晚熟品种间差异不显著。

2.2.2 不同酸类占有有机酸总量比例 不同成熟期的黄肉桃各类酸含量占有有机酸总量的比例差异明显(表 5)。随着熟期从早熟到晚熟,苹果酸和柠檬酸均是依次升高,而奎尼酸则是依次降低。晚熟品种苹果酸含量占有有机酸总量的比例显著高

于早熟品种,2012 年差异极显著,早熟与中熟、中熟与晚熟品种间差异不显著;柠檬酸含量占总酸的比例在不同熟期品种间差异均不显著,早、中、晚熟 2 年平均值分别为 35.61%、34.61%、32.41%;早熟黄肉桃的奎尼酸含量占总酸的比例极显著高于中熟和晚熟品种,中熟和晚熟品种两者间差异不显著。

表 5 不同成熟期黄肉桃果实中不同酸类含量占有有机酸总量的比例

年份	熟性	占有有机酸总量比例(%)		
		苹果酸	柠檬酸	奎尼酸
2011	早熟	44.86 ± 4.62Ab	35.44 ± 4.29Aa	18.53 ± 1.81Aa
	中熟	51.34 ± 2.88Aab	36.93 ± 3.71Aa	11.56 ± 0.61Bb
	晚熟	59.03 ± 5.56Aa	42.84 ± 6.46Aa	10.56 ± 1.02Bb
2012	早熟	33.94 ± 3.49Bb	27.92 ± 3.47Aa	17.02 ± 0.81Aa
	中熟	41.91 ± 2.74ABb	26.70 ± 2.90Aa	13.10 ± 0.94Bb
	晚熟	53.96 ± 5.83Aa	25.74 ± 4.50Aa	12.83 ± 0.57Bb

2.3 不同成熟期黄肉桃糖酸总含量比较

不同成熟期黄肉桃糖酸总含量见图 1。随着成熟期从早到晚,可溶性糖总量先降低后升高。2011 年早熟品种总糖最高,显著高于中晚熟品种;2012 年晚熟黄肉桃总糖最高,但 3 种成熟期类型相差不大,均未达到显著水平。与可溶性糖含量不同,有机酸总含量 2 年均表现出同样的趋势,即随着成熟期从早到晚,有机酸总含量逐次升高,但均未达到显著水平。

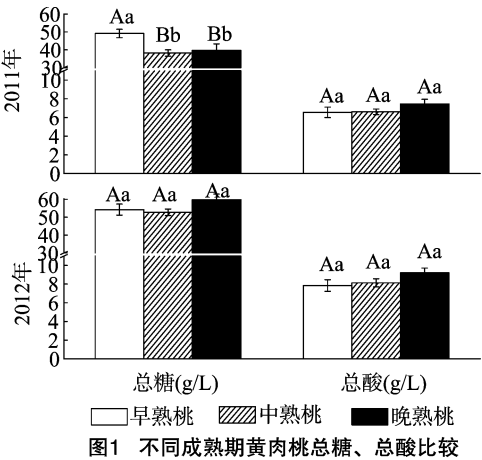


图1 不同成熟期黄肉桃总糖、总酸比较

2.4 不同成熟期黄肉桃糖酸比、甜酸比比较

不同成熟期黄肉桃糖酸比、甜酸比 2 年均表现出同样的趋势(图 2),即随着成熟期从早到晚依次降低,表现为早熟品种明显高于中熟和晚熟黄肉桃,2011 年早熟品种与中晚熟品种间差异显著。

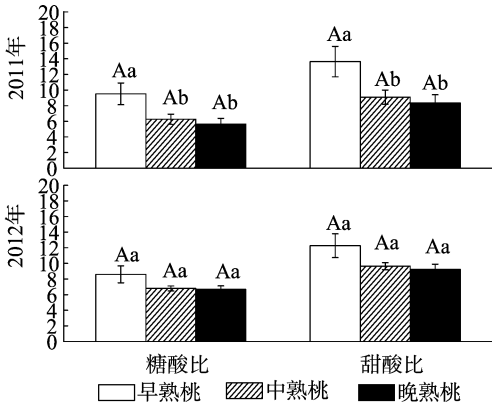


图2 不同成熟期黄肉桃糖酸比、甜酸比比较

3 讨论

国内外关于桃品种的糖酸品质已经有相关分析报道。Génard 和 Bruchou 研究桃品种 Suncrest,结果果实内蔗糖与苹果酸呈极显著正相关,与柠檬酸呈极显著负相关关系^[11]。Moriguchi 等研究发现多数品种的果实葡萄糖和果糖含量几乎相等^[12-13]。Sweeney 等也曾通过 10 个不同成熟期的桃品种研究,结果表明,成熟期晚的品种蔗糖、葡萄糖、果糖、苹果酸和奎尼酸含量高,柠檬酸含量低^[14]。沈志军等研究结果,肉色类群间比较,红肉桃果实山梨醇、奎尼酸的含量及其占总糖、总酸比例均极显著高于白肉和黄肉桃^[15]。牛景等对 99 份来源不同种质的果实糖酸组分含量特点进行了研究,发现桃果实中的可溶性糖和酸主要是蔗糖和苹果酸,大多数种质的葡萄糖和果糖含量相近,蔗糖与山梨醇含量呈显著正相关;苹

果酸与柠檬酸之间以及奎尼酸与莽草酸含量之间呈极显著正相关^[16]。但是目前为止,对不同成熟期黄肉桃的糖、酸组成的系统比较还未见报道。在其他果品如砂梨中比较了不同成熟期的酸组分和含量,发现早熟品种总酸较中熟、中晚熟品种高,且与中晚熟品种有显著性差异^[17]。

本研究对不同成熟期黄肉桃各种糖酸组分进行了系统的比较分析。结果表明,黄肉桃 4 种可溶性糖含量从高到低依次为蔗糖、葡萄糖、果糖、山梨醇,3 种有机酸含量从高到低依次为苹果酸、柠檬酸、奎尼酸,葡萄糖和果糖含量比值接近 1,与前人研究结果^[12,16,18]一致。本研究结果不同成熟期黄肉桃的可溶性糖、有机酸含量有显著差异,并表现出明显的规律。

随着熟期从早熟到晚熟,蔗糖、奎尼酸含量及其所占总量的比例依次降低,山梨醇、苹果酸和柠檬酸含量及其所占总量的比例依次升高,而葡萄糖和果糖则是先降低再升至最高。早、中、晚熟品种相比较,蔗糖含量依次降低,与 Sweeney 等研究结果^[14]不一致,这可能是由于 Sweeney 等的研究样本只有 10 份,也可能是本试验晚熟品种样本量与早熟和中熟品种相比偏少,还需增加晚熟品种样本量进行研究。本研究还发现早、中、晚熟黄肉桃比较,苹果酸含量依次升高,奎尼酸相反,表现为依次降低。相关机制有待进一步研究阐明。本研究结果不同成熟期的可溶性糖和有机酸总量差异并不显著,但总酸含量明显表现为早、中、晚熟依次升高,与在砂梨中的研究结果^[17]相反,可能是树种间的差异。同时糖酸比和甜酸比明显表现为早熟高于中熟和晚熟品种,主要是由于与早熟品种相比,中熟和晚熟品种的蔗糖含量显著降低,苹果酸含量显著升高。本研究结果可为培育甜酸适口风味的黄肉桃品种时选择适宜材料提供依据。

参考文献:

- [1] 王力荣,朱更瑞,方伟超. 桃种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [2] 马之胜,贾云云,王越辉,等. 我国黄肉桃育种研究进展[J]. 江西农业学报,2011,23(10):55-57.
- [3] Nishino H, Murakoshi M, Tokuda H, et al. Cancer prevention by carotenoids[J]. Archives of Biochemistry and Biophysics,2009,483(2):165-168.
- [4] Rojas - Garbanzoa C, Péreza A M, Bustos - Carmonab J, et al. Identi-

fication and quantification of carotenoids by HPLC - DAD during the process of peach palm(*Bactris gasipaes* H. B. K.) flour[J]. Food Research International,2011,44:2377-2384.

- [5] 蒯定运. 黄桃的颜色与类胡萝卜素的研究[J]. 园艺学报,1983,10(4):225-230.
- [6] 王力荣,朱更瑞,方伟超. 桃种质资源若干植物学数量性状描述指标探讨[J]. 中国农业科学,2005,38(4):770-776.
- [7] Cevallos - Casals B A, Byrnea D, Okie W R, et al. Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties[J]. Food Chemistry,2006,96:273-280.
- [8] 沈志军,马瑞娟,俞明亮,等. 桃果实发育过程中主要糖及有机酸含量的变化分析[J]. 华北农学报,2007,22(6):130-134.
- [9] Keutgen A, Pawelzik E. Modifications of taste - relevant compounds in strawberry fruit under NaCl salinity[J]. Food Chemistry,2007,105(4):1487-1494.
- [10] Roussos P A, Sefferou V, Denaxa N, et al. Apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit quality attributes and phytochemicals under different crop load[J]. Scientia Horticulturae,2011,129(3):472-478.
- [11] Génard M, Bruchou C. multivariate analysis of within - tree factors accounting for the variation of peach fruit quality[J]. Sci Hort, 1992,52:37-51.
- [12] Moriguchi T, Ishizawa Y, Sanada T. Differences in sugar composition in *Prunus persica* fruit and the classification by the Principal Component Analysis[J]. J Japan Soc Hort Sci,1990,59:307-312.
- [13] Wu B H, Quilot B, Kervella J, et al. Analysis of genotypic variation of sugar and acid contents in peaches and nectarines through the Principle Component Analysis[J]. Euphytica,2003,132(3):375-384.
- [14] Sweeney J P, Chapman V J, Hepner P A. Sugar, acid and flavor in flesh fruits[J]. J Amer Diet Asso,1970,57:432-435.
- [15] 沈志军,马瑞娟,俞明亮,等. 红肉桃与其他肉色类型桃糖酸组分的比较[J]. 江苏农业学报,2012,28(5):1119-1124.
- [16] 牛景,赵剑波,吴本宏,等. 不同来源桃种果实糖酸组分含量特点的研究[J]. 园艺学报,2006,33(1):6-11.
- [17] 霍月青,胡红菊,彭抒昂,等. 砂梨品种资源有机酸含量及发育期变化[J]. 中国农业科学,2009,42(1):216-223.
- [18] Robertson J A, Horvat R J, Lyon B G, et al. Comparison of quality characteristics of selected yellow - and white - fleshed peach cultivars[J]. Journal of Food Science,1990,55(5):1308-1311.

(上接第 217 页)

性药物以提高禽群抗应激能力^[9];加强对防疫人员的培训,确保免疫效果、免疫密度。

参考文献:

- [1] 郭元吉. 高致病性禽流感研究进展[J]. 中华实验和临床病毒学杂志,2006,20(2):90-93.
- [2] 冯书营,董仕桢,张树道. H5N1 亚型禽流感病毒疫苗的研究现状及应用前景[J]. 中国畜牧兽医,2013,40(9):208-213.
- [3] 张文俊,薛海,钟蕾,等. HA 基因 138 位点突变提高 H5 亚型禽流感疫苗候选株在鸡胚中的繁殖能力[J]. 江苏农业科学,2011,39(3):38-41.
- [4] 陈培赛,林昌荣,薛成俊,等. 樱桃谷肉鸭超早期接种禽流感

(H5N1)疫苗的免疫效果试验[J]. 浙江畜牧兽医,2010(6):29.

- [5] 何芳兴. 樱桃谷肉鸭禽流感母源抗体消长规律研究及最佳首免日龄的探讨[J]. 福建畜牧兽医,2008,30(1):9.
- [6] 金大春,王跃川,潘杭君,等. 快速型肉鸡禽流感母源抗体消长变化的观察及最佳首免日龄的探讨[J]. 中国家禽,2008,30(24):54-55.
- [7] 卫龙兴,俞财荣,王福泉,等. 白羽肉鸭高致病性禽流感疫苗免疫效果研究[J]. 现代农业科技,2009,21:263-264.
- [8] 苏敬良,张国中,黄瑜,等. 商品鸭流感疫苗免疫抗体的监测[J]. 中国兽医杂志,2004,40(10):15-17.
- [9] 张济培,陈建红,刘佑明,等. 白鸭禽流感 H5 亚型疫苗免疫促进剂的筛选[J]. 中国兽医杂志,2012,48(7):27-29.