

不同授粉品种绿宝苹果主要营养品质及主成分分析

Main nutritional quality and principal component analysis of bramley apples with different pollination varieties

丁倩^{1,2} 石玉^{1,2} 甄润英^{1,2}

DING Qian^{1,2} SHI Yu^{1,2} ZHEN Run-ying^{1,2}

(1. 天津农学院食品科学与生物工程学院, 天津 300384; 2. 天津市农副产品深加工技术工程中心, 天津 300384)

(1. College of Food Science and Biotechnology, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China;

2. Tianjin Engineering Research Center of Agricultural Products Processing, Tianjin 300384, China)

摘要:将绿宝苹果分别授以首红、大红荣、摩力士、红富士、嘎啦和格力佛的花粉,以自然授粉为对照,分析不同品种授粉条件下绿宝苹果主要营养品质差异。结果表明,不同品种授粉后,绿宝苹果果实中的总糖、V_C、黄酮、蛋白质、灰分及多酚含量相互间差异均达到显著或极显著水平;共筛选出3个主成分,累积方差贡献率为85.072%。综合各指标测定结果,并结合隶属函数及主成分分析认为,授粉品种不同,可影响绿宝苹果的营养品质;绿宝苹果营养品质从高到低依次为:红富士、大红荣、摩力士、首红、嘎啦、自然、格力佛的授粉果。

关键词:苹果;授粉;品质;主成分分析;隶属函数

Abstract: The differences of the main nutrient quality of bramley apples under different pollination conditions respectively with the pollen of First red, Dahongrong, MOLEX, Red Fuji, Gala and Grieve were analyzed in this experiment, and the natural pollination was used as control. The results showed that the contents of total sugar, V_C, flavonoids, protein, ash and polyphenols among bramley apples with different pollination varieties reached significant or extremely significant levels; three principal components be selected in this experiments, and the cumulative percent of that three principal components reached 85.072% respectively. It was considered that pollination varieties could affect the nutritional quality of bramley apple based on the results of each index, combined with membership function and principal component analysis; the nutritional quality of tested 'Bramley' apples be ranked from high to low were Red Fuji, Dahongrong, MOLEX, First red, Gala, natural and Grieve.

Keywords: apple; pollination; principal components analysis; membership function

苹果作为中国栽培面积和产量最大的水果品种,在繁荣果品市场、满足消费者需求等方面起到了重要的作用^[1]。据统计^[2],2016年中国苹果栽培面积为 2.33×10^6 hm²,产量达 4.38×10^7 t,约占世界苹果总量的60%。苹果的营养成分主要集中在苹果的果肉、果皮中,包括苹果多酚、三萜和植物甾醇、蛋白质、糖分、维生素和微量元素等^[3]。为了改善苹果的品质,专家们进行了多方面研究,采用多种方式对苹果的品种进行改良。

张秀芝等^[4]采用光谱分析技术研究了不同的砧木与苹果叶营养元素、果实矿质营养和苹果品质指标间的关系,发现砧木的类型影响苹果叶片对矿质元素的吸收,并且苹果叶片中的大量元素与果实的部分营养元素之间存在显著相关性。党纳等^[5]探讨了以二氢茉莉酸甲酯和香草醛为主的2种苹果品质改良剂对苹果品质的影响,结果表明,2种品质改良剂均可促进苹果的果皮着色、提高营养成分、改善果实风味、提高贮藏品质等;董晓燕等^[6]比较了人工、壁蜂、自然3种授粉方法对七月鲜、寒富、富士等不同成熟度苹果果实经济性状的影响,显示人工授粉和壁蜂授粉的果实品质在单果重、果型指数、可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸等均高于自然授粉,人工授粉的果实略优于壁蜂授粉的;徐臣善等^[7]采用红星、荷红、美红等9个授粉品种对“长富2号”红富士苹果进行授粉,分析其红富士苹果的品质,结果显示,授粉后的苹果果实中V_C、可溶性蛋白等差异最显著,干物质和可溶性固形物的差异显著,表明授粉处理对红富士果实品质有重要影响。

绿宝苹果是高酸苹果中的优良品种,产量高、果实大、出汁率高。高酸苹果作为浓缩苹果果汁优质原料果,兼具一定的烹食或鲜食功能,目前对于绿宝苹果的研究集中在生产栽

基金项目:天津市基础与前沿技术研究计划资助项目(编号:14JCYBJC30200)

作者简介:丁倩,女,天津农学院在读本科生。

通信作者:甄润英(1962—),女,天津农学院教授,硕士。

E-mail: zhenrunying@tjau.edu.cn

收稿日期:2018-02-23

培等方面,如骆建霞等^[8]将陕西铜川的绿宝苹果引入天津进行栽培试验,结果表明,绿宝苹果在天津地区生长发育良好,且八棱海棠、圆叶海棠等可作为适宜的嫁接砧木,并根据生产性能指标初步筛选出几种相对适宜的授粉品种:摩力士、大红荣、首红。但关于绿宝苹果营养品质分析评价的研究相对较少,且普遍缺乏规律性。本研究拟以首红、大红荣、摩力士、红富士、嘎啦和格力佛6个品种苹果对绿宝苹果进行授粉,分析其果实的主要营养物质,并与自然授粉的果实进行对比,通过综合分析确定授粉品种对绿宝苹果营养品质的影响,为改善绿宝苹果的营养价值提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

1.1.1 试验材料

绿宝苹果果实:采摘于天津市蓟县樱桃谷试验基地的成熟果实,此果实为绿宝苹果经首红、大红荣、摩力士、红富士、嘎啦、格力佛等品种授粉以及自然授粉(对照)后的果实,要求果实新鲜、完整、无破损。取果实可食部分细碎混匀后进行各营养指标的测定。

1.1.2 主要仪器设备

可见分光光度计:WFJ7200型,上海美谱达仪器有限公司;

电热恒温水浴锅:HWS24型,上海一恒科学仪器有限公司;

凯氏定氮仪:UDK142型,北京怡孚和融科技有限公司。

1.2 营养品质测定指标及方法

1.2.1 指标测定

(1) V_C 含量:按GB 5009.86—2016的2,6-二氯靛酚滴定法执行。

(2) 总酚含量:按GB/T 8313—2008的福林-酚比色法执行。

(3) 黄酮含量:按NY/T 2010—2011的亚硝酸钠-硝酸铝-氢氧化钠比色法执行。

(4) 总蛋白含量(粗蛋白):采用凯氏定氮仪进行测定。

(5) 总糖含量:按SN/T 4260—2015的苯酚-硫酸法测定法执行。

(6) 无机物:按GB 50094—2010的总灰分测定法执行。

1.2.2 数据统计分析 试验数据采用2016 WPS Excel和SPSS V17.0软件进行统计整理,利用模糊数学中的隶属函数值法和主成分分析法对营养品质的各项指标进行综合评价。

隶属函数值按式(1)计算:

$$R(X_i) = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}), \tag{1}$$

式中:

X_i ——实际测定数值;

$X_{\min}$ 和 $X_{\max}$ ——分别为实际测定值中的最小值和最大值。

隶属函数值越接近1越好,越接近0越差。

主成分分析 D_n 值^[9-10]按式(2)计算:

$$D_n = \sum_{j=1}^m F_{jn} \times E_j, \tag{2}$$

式中:

D_n ——主成分分析得到的果实品质综合分值;

F_{jn} ——第 n 个授粉品种第 j 个特征根 >1 的主成分分值;

m ——特征根 >1 的主成分个数;

E_j ——第 j 个主成分的方差贡献率。

2 结果与分析

2.1 蛋白质、总糖和无机物含量对比

蛋白质、总糖、矿物质3种营养素对绿宝苹果的营养品质有着重要影响,特别是糖的含量直接影响口感。6种不同授粉的绿宝苹果和自然授粉绿宝苹果的蛋白质、总糖和无机物(灰分)含量测定结果及比较分析见表1。

表1 不同授粉品种绿宝苹果蛋白质、总糖和灰分测定结果[†]
Table 1 Determination of the contents of protein, total sugar and ash in bramley apples with different pollination varieties

授粉品种	总糖/ ($10^{-2} \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$)	蛋白质/ ($10^{-2} \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$)	灰分/%
嘎啦	16.980±0.493 ^B	0.353±0.003 ^{IF}	0.206±0.014 ^{eE}
红富士	17.545±0.202 ^A	0.443±0.014 ^{cC}	0.310±0.007 ^{bB}
大红荣	16.402±0.338 ^C	0.414±0.004 ^{dD}	0.341±0.024 ^{aA}
摩力士	12.144±0.933 ^F	0.511±0.015 ^{aA}	0.234±0.005 ^{dD}
格力佛	12.976±0.173 ^D	0.362±0.010 ^{eE}	0.251±0.004 ^{cC}
首红	12.715±0.167 ^E	0.349±0.004 ^{fF}	0.233±0.002 ^{dD}
自然	11.801±0.583 ^G	0.463±0.027 ^{bB}	0.235±0.052 ^{dD}

[†] 同列大、小写字母分别表示在0.01和0.05水平上的显著性差异。

表1结果显示,经不同品种授粉的绿宝苹果总糖含量相互间差异均达到极显著水平,红富士授粉的绿宝苹果总糖含量最高(17.545 g/100 g),自然授粉的最低。摩力士品种授粉后,绿宝苹果的蛋白质含量最高(0.511 g/100 g),极显著高于其他授粉品种($P<0.01$),其次为自然授粉的,嘎啦和首红品种授粉的最低。以大红荣授粉的绿宝苹果无机物(灰分)含量最高(0.341 g/100 g),且显著高于其他授粉品种,摩力士、首红品种及自然授粉的苹果相互间无差异,嘎啦授粉的最低。由此得到,通过适当品种授粉,可在不同程度上提高绿宝苹果的蛋白质、总糖和矿物质含量。

2.2 果实中 V_C 、多酚和黄酮含量对比

由表2可以看出, V_C 含量以摩力士品种授粉的绿宝苹果最高(8.297 mg/100 g),极显著高于其他授粉品种,有3个授粉品种(摩力士、嘎啦、格力佛)高于自然授粉,不同授粉品种间均达到极显著水平。经首红品种授粉的绿宝苹果黄酮类化合物含量最高(4.849 mg/100 g),其次为红富士授粉的绿宝苹果,且相比于自然授粉,有4个授粉品种(首红、大红荣、红富士、摩力士)在黄酮含量上有所提高。多酚含量以首红品种授粉的绿宝苹果最高(5.464 mg/100 g),其次为红富

表 2 不同授粉品种绿宝苹果 V_C、多酚和黄酮测定结果[†]

Table 2 Determination of the contents of V_C, polyphenols and flavonoid in Bramley apples with different pollination varieties

授粉品种	V _C	黄酮	多酚
嘎啦	5.025±0.015 ^B	2.180±0.023 ^E	3.555±0.095 ^{dD}
红富士	1.733±0.072 ^E	3.555±0.022 ^B	4.945±0.056 ^{bB}
大红荣	0.764±0.072 ^G	3.462±0.026 ^C	4.303±0.023 ^{cC}
摩力士	8.297±0.061 ^A	3.079±0.021 ^D	4.322±0.077 ^{cC}
格力佛	2.983±0.119 ^C	1.771±0.061 ^G	3.336±0.024 ^{eE}
首红	1.100±0.091 ^F	4.849±0.021 ^A	5.464±0.072 ^{aA}
自然	1.898±0.024 ^D	2.061±0.067 ^F	3.250±0.065 ^{fF}

† 同列中大、小写字母分别表示在 0.01 和 0.05 水平上的显著性差异。

士授粉的,自然授粉的最低,各品种间达到显著水平。从上述 3 个指标分析看,采用适当的品种授粉可在一定程度上改善绿宝苹果的营养品质。

V_C是评价绿宝苹果营养品质的重要指标。王卫江等^[11]

采用新红星、嘎啦、秦冠、首红、藤牧和金帅 6 个授粉品种对新红 1 号苹果进行授粉,分析其果实品质差异,结果显示,授粉品种对果实 V_C 含量影响不大;而徐臣善等^[7]以红星、荷红、美红等 9 个品种分别对“长富 2 号”红富士苹果进行授粉,分析其果实中 V_C 含量,结果显示授粉后的苹果果实中 V_C 差异极显著。本试验分析得到,不同品种授粉的苹果 V_C 含量相互间差异均达到极显著水平,与徐臣善^[8]的观点一致。

食物中的活性成分,如植物多酚(酚酸和黄酮类化合物)等是目前食品营养学研究较为活跃的领域^[12],这些活性成分具有抗氧化、抗肿瘤、延缓衰老等功能。本试验中 6 个授粉品种绿宝果实的多酚含量、4 个授粉后果实黄酮含量均高于自然授粉。结果表明,选择适宜的授粉品种可以改善绿宝苹果的保健功能。

2.3 隶属函数及主成分分析

因用单一指标评价不同品种授粉的绿宝苹果营养品质具有片面性,而隶属函数可综合评价各指标。本试验对 V_C、多酚、黄酮类化合物、蛋白质、总糖、矿物质含量等一系列反映营养品质的指标进行了隶属函数分析(见表 3)。

表 3 不同品种授粉和自然授粉的绿宝苹果营养品质隶属函数值

Table 3 Membership value of nutrient quality of six different pollination and natural pollination apples

授粉品种	总糖	总蛋白	灰分	V _C	黄酮	多酚	均值	排序
嘎啦	0.902	0.020	0.000	0.566	0.138	0.133	0.293	5
红富士	1.000	0.577	0.769	0.129	0.766	0.580	0.637	1
大红荣	0.801	0.401	1.000	0.000	0.476	0.549	0.538	2
摩力士	0.060	1.000	0.203	1.000	0.484	0.425	0.529	3
格力佛	0.205	0.078	0.334	0.295	0.039	0.000	0.158	7
首红	0.159	0.000	0.197	0.045	1.000	1.000	0.400	4
自然	0.000	0.700	0.213	0.151	0.000	0.094	0.193	6

从表 3 可以看到,7 个不同品种授粉的绿宝苹果营养品质均值排名,隶属函数值排序依次为:红富士、大红荣、摩力士、首红、嘎啦、自然、格力佛。均值越大,表明绿宝苹果营养品质越好。红富士品种授粉的绿宝苹果营养品质最好,其次是大红荣、摩力士、首红、嘎啦、自然,格力佛授粉的最差。

上述隶属函数结果未对各测试指标给予权重系数计算,因此,为更客观地评价不同品种授粉的绿宝苹果营养品质,需对隶属函数转化后的结果进行主成分分析见表 4~6。

表 4 结果显示,主成分分析对 6 个测试指标的提取率中,大多数都在 90% 以上,有 2 个指标提取率虽不高,但二者均大于 60%,能够很好地反映原始变量的主要信息,故说明主成分分析在本试验中具有可行性。

从表 5 中可知,特征值大于 1 的主成分有 3 个,第 1 主成分的方差贡献率为 42.194%;第 2 主成分的方差贡献率为 23.604%;第 3 主成分的方差贡献率为 19.274%,3 个主成分累计贡献率达 85.072%,包含了样品中绝大多数信息,能反映绿宝苹果营养品质的整体信息^[13-14],因此可以选前 3 个主成分进行分析。

根据表 6,共选出了 3 个主成分:第 1 主成分的主要营养指标是黄酮类化合物、多酚、灰分和 V_C,可命名为黄酮因子;第 2 主成分的是总糖、蛋白质、黄酮和多酚,可命名为蛋白因子;第 3 主成分的是无机物(灰分)和蛋白质,可命名为灰分因子。

由表 7 可计算绿宝苹果营养品质的综合分值即 Dn 值,Dn 值越大,则表明营养品质越好。根据主成分分析结果,按 Dn 值排序与隶属函数分析结果基本一致。因此,综合分析可得出,不同授粉品种绿宝苹果营养品质从高到低依次为:

表 4 公因子方差

Table 4 Common factor variance

营养品质	初始	提取
总糖	1.000	0.617
蛋白质	1.000	0.950
灰分	1.000	0.910
V _C	1.000	0.673
黄酮	1.000	0.988
多酚	1.000	0.965

表 5 解释的总方差
Table 5 The total variance of interpretation

成分	初始特征值合计	方差贡献率/%	累积贡献率/%
1	2.532	42.194	42.194
2	1.416	23.604	65.798
3	1.156	19.274	85.072
4	0.743	12.381	97.453
5	0.133	2.208	99.662
6	0.020	0.338	100.000

表 6 成分矩阵
Table 6 Component matrix

营养品质	第 1 主成分	第 2 主成分	第 3 主成分
总糖	0.497	−0.531	0.297
蛋白质	−0.238	0.554	0.766
灰分	0.678	−0.238	0.627
V _C	−0.661	0.460	0.153
黄酮	0.818	0.525	−0.209
多酚	0.814	0.531	−0.146

表 7 不同授粉品种绿宝苹果营养品质综合分值
Table 7 Comprehensive score of nutritional quality in bramley apples with different pollination varieties

授粉品种	<i>D_n</i>	综合排序
红富士	169.63	1
大红荣	144.54	2
摩力士	137.01	3
首红	117.84	4
嘎啦	73.34	5
自然	47.46	6
格力佛	40.67	7

红富士、大红荣、摩力士、首红、嘎啦、自然、格力佛。

3 结论

本研究分析了 6 个不同授粉品种的绿宝苹果果实的蛋白质、总糖、灰分、V_C、多酚以及黄酮含量,并与自然授粉的进行比较,结果显示各测定指标均有显著或极显著差异,结

合隶属函数和主成分分析得出:授粉品种会影响绿宝苹果的营养品质,本研究中有 4 个授粉品种的绿宝苹果营养品质均优于自然授粉,其优劣顺序排列依次为摩力士、嘎啦、格力佛、大红荣。

要最终确定绿宝苹果最适宜的授粉品种以更适于加工或贮藏,则需进一步对果实产量、加工及贮藏特性等方面进行研究。

参考文献

[1] 陈颖. 我国水果产量增长明显[J]. 农业知识, 2016(29): 58.

[2] 美国农业部海外农业服务局, 孙平平, 王文辉. 2016/2017 年世界苹果、梨、葡萄、桃及樱桃产量、市场及贸易情况[J]. 中国果树, 2017(2): 91-100.

[3] 王皎, 李赫宇, 刘岱琳, 等. 苹果的营养成分及保健功效研究进展[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(1): 164-168.

[4] 张秀芝, 郭江云, 王永章, 等. 不同砧木对富士苹果矿质元素含量和品质指标的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(2): 414-420.

[5] 党纳, 翟丙年, 巩庆利, 等. 新型苹果品质改良剂的作用效果研究[J]. 北方园艺, 2016, 39(17): 5-11.

[6] 董晓燕, 金钊, 席景艳, 等. 不同授粉方法对苹果品质的影响[J]. 现代农业科技, 2012, 40(6): 127-129.

[7] 徐臣善. 授粉处理对红富士苹果果实品质影响的综合评价[J]. 广西植物, 2013, 33(5): 685-690.

[8] 路建霞, 张婷, 江文, 等. ‘绿宝’苹果在天津地区的引种栽培[J]. 天津农学院学报, 2017, 24(1): 12-14.

[9] 马庆华, 李永红, 梁丽松, 等. 冬枣优良单株果实品质的因子分析与综合评价[J]. 中国农业科学, 2010, 43(12): 2 491-2 499.

[10] 刘科鹏, 黄春辉, 冷建华, 等. ‘金魁’猕猴桃果实品质的主成分分析与综合评价[J]. 果树学报, 2012, 29(5): 867-871.

[11] 王卫江, 李文胜, 李疆, 等. 不同授粉品种对新红 1 号苹果果实品质的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2011, 34(6): 479-481.

[12] 何志谦, 孙远明. 食品营养学[M]. 2 版. 北京: 中国农业大学出版社, 2010: 5.

[13] 汪皎, 何新益, 杜先锋, 等. 黑米馒头的制备及其力学特性主成分分析[J]. 食品与机械, 2011, 27(3): 19-21, 48.

[14] 王世霞, 李笑蕊, 负婷婷, 等. 不同品种苦荞麦营养及功能成分对比分析[J]. 食品与机械, 2016, 32(7): 5-9.

信息窗

美味够持久 香蕉皮提取物助冰激凌减缓融化速度

炎炎夏日,不少人喜欢吃冰激凌。可是,如果动作太慢,冰激凌会融化。加拿大研究人员从香蕉皮中提取纤维素纳米纤丝,加入冰激凌,减缓冰激凌的融化速度。

加拿大古尔弗大学研究人员在美国新奥尔良参加美国化学学会第 255 届全国会议和博览会时报告上述研究成果。香蕉皮里的纤维素纳米纤丝十分微小,是人体头发丝直径的几千分之一。英国《每日邮报》27 日援引该研究人员的话报道,他们在 100 g 冰激凌中分别加入从零到

0.3 g 不等的纤维素纳米纤丝,借助分析设备评估冰激凌融化速度,结果发现,加入纤维素纳米纤丝,冰激凌不仅融化得更慢,而且口感更顺滑、更美味。

研究人员说,下一步将分析不同类型的脂肪,如椰子油和乳脂,是否会对冰激凌添加纤维素纳米纤丝的效果产生不同影响。

(来源: <http://news.foodmate.net>)