

王 燕, 张志晓, 江 文, 等. 授粉品种对绿宝苹果坐果和果实品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(19): 121–124.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.19.032

授粉品种对绿宝苹果坐果和果实品质的影响

王 燕¹, 张志晓¹, 江 文², 张 婷³, 曾丽蓉¹, 郑 鑫¹, 骆建霞¹

(1. 天津农学院园艺园林学院, 天津 300384; 2. 天津樱桃谷农业科技发展有限公司, 天津 301908;
3. 江苏徐淮地区徐州农业科学研究所, 江苏徐州 221000)

摘要:用 6 个苹果品种的花粉给绿宝苹果授粉, 研究授粉品种对其坐果及果实品质的影响。结果发现, 摩力士授粉后, 绿宝苹果的坐果率显著高于其他授粉品种, 且果实出汁率最高; 大红荣授粉后的果实横径最大, 可溶性糖和可滴定酸含量最高; 首红授粉后的果实纵径最大; 嘎啦授粉后的单果质量最大; 红富士授粉后的果实可溶性固形物含量显著高于其他授粉品种, 且果实硬度最大。综合各测试指标及其隶属函数和主成分分析发现, 各品种对绿宝苹果的授粉效果优劣依次为: 摩力士、首红、大红荣、红富士、嘎啦、格力佛。说明在天津及立地条件相似地区种植绿宝苹果时, 以摩力士、首红、大红荣为适宜的授粉品种。

关键词:授粉品种; 绿宝苹果; 坐果率; 果实品质; 隶属函数; 主成分

中图分类号: S661.104 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)19-0121-04

苹果属于自交不亲和果树, 合理配置授粉树是苹果生产中必须采取的栽培措施, 为了保证果实产量和品质, 提高经济效益, 苹果园常选择多品种混栽来解决苹果的授粉问题。高酸苹果是浓缩苹果汁加工的重要原料, 随着苹果加工业的快速发展, 对高酸苹果原料的需求量越来越大, 而我国目前苹果生产中绝大多数为鲜食品种, 高酸苹果种植数量很少, 极大地影响了我国苹果汁加工的产量和品质, 加大高酸苹果的种植具有重要意义^[1-2]。绿宝苹果(三倍体)是欧洲餐用及浓缩苹果汁加工的重要品种, 陕西省良种繁育中心 21 世纪初将其由英国引入国内, 经多年观察, 绿宝苹果表现丰产、酸度高, 是

优良的苹果浓缩汁加工品种^[3], 2009 年被引入天津栽培, 同期引进授粉品种格力佛。绿宝苹果在天津地区栽培时自花不结实, 故研究绿宝苹果适宜授粉树的配置十分重要。

目前, 对高酸苹果授粉树的研究鲜有报道, 张梅荣研究了国光和澳洲青苹的适宜授粉品种^[4]; 戴洪义研究了适合鲁加系列苹果的授粉树^[5]; 张守江等的研究表明, 酸王(法国品种)在甘肃天水地区适宜的授粉品种为金冠和富士^[6]。绿宝苹果的授粉品种较单一, 仅见有格力佛、千秋的应用^[3]。本试验选择首红、摩力士、嘎啦、大红荣、红富士和格力佛等苹果为授粉品种, 与绿宝苹果的授粉试验, 对坐果率及果实品质进行分析和授粉效果的综合评价, 以期对绿宝苹果在天津及立地条件相似地区栽培时授粉树的选择提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

授粉品种为首红、大红荣、摩力士、红富士、嘎啦和格力佛。花粉采集于天津苹果产区, 大蕾期采集。花药剥出后, 室温下自然晾干, 收集花粉于指形管中, 脱脂棉塞紧瓶口, 3 ~

无锡: 江南大学, 2012。

- [10] 吴 杰. 库尔勒香梨的动态粘弹性及碰压损伤机理研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2011: 12.
- [11] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [12] 黄金忠, 宁素芳, 杨彬彬, 等. 果蔬贮藏加工学实验指导书[D]. 石河子: 石河子大学, 1996.
- [13] 关军锋, 马智宏. 苹果果实软化与果胶含量、质膜透性和钙溶性的关系[J]. 果树学报, 2001, 18(1): 11–14.
- [14] 陈发兴, 刘星辉, 陈立松. 果实有机酸代谢研究进展[J]. 果树学报, 2005, 22(5): 526–531.
- [15] 吴翠云, 梅新娣, 张 琦, 等. 85–8–15 酥香梨果实生长及主要营养成分变化初报[J]. 塔里木农垦大学学报, 1999, 11(4): 10–12.

- [16] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 2 版. 北京: 人民教育出版社, 1960: 337.
- [17] 李 雯, 陈维信. 番荔枝果实采后生理与保鲜技术研究进展[J]. 热带亚热带植物学报, 2004, 12(3): 280–284.
- [18] Wu J H, Gao H Y, Zhao L, et al. Chemical compositional characterization of some apple cultivars[J]. Food Chemistry, 2007, 103(1): 88–93.
- [19] 柯凡君, 张虎平, 陶书田, 等. 套袋对梨果实发育过程中糖组分及其相关酶活性的影响[J]. 西北植物学报, 2011, 31(7): 1423–1427.
- [20] 杨晓棠, 张昭其, 庞学群. 果蔬采后叶绿素降解与品质变化的关系[J]. 果树学报, 2005(6): 95–100.
- [21] 李栋栋, 罗自生. 植物衰老叶片与成熟果实中叶绿素的降解[J]. 园艺学报, 2013, 40(10): 2039–2048.

5℃ 下贮藏待用,被授粉品种为 6 年生绿宝苹果树(砧木为圆叶海棠)。试验地点在天津市蓟县樱桃谷试验基地,土壤为多砾石黏壤土,栽培管理水平较好。

1.2 试验方法

1.2.1 授粉处理 选取生长发育正常、有代表性的 6 年生绿宝苹果植株,单株区组设计(消除株间差异的影响)。每花序选中心花和发育较好的边花,常规授粉方法进行授粉(4 月中旬),24 h 后补授 1 次。格力佛品种为试验对照,自然授粉为生产对照。每个授粉组合至少授粉 50 朵以上的花。授粉试验连续进行 2 年(2014、2015 年),本研究所用数据为 2 年试验结果综合数值。

1.2.2 测定指标及方法 第 1 次生理落果后(授粉 1 个月后)统计坐果数,计算坐果率;花朵坐果率=(坐果数/授粉花朵)×100%。自坐果后,每个组合至少随机选取有代表性的 10 个果实进行纵、横径测量,每月测定 1 次,至果实成熟。成熟时每个授粉组合选有代表性的果实进行品质测定。

游标卡尺测量纵横径;0.001 g 感量电子天平测单果质量;GY-1 型果实硬度计测果实硬度;称质量法测定果实出汁率;ATGAO PAL-1 数显折光仪测定可溶性固形物含量;可溶性糖和可滴定酸含量由天津市农业科学院分析中心测定。

1.3 数据分析

SPSS V17.0 软件进行试验数据统计分析。

(1)隶属函数值计算。 $R = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ 。

式中: X_i 为指标测定值; X_{\min} 、 X_{\max} 为全部处理中某一指标的最小值和最大值。

(2) D_n 值计算。 $D_n = \sum_{j=1}^m F_{jn} \times E_j$ 。

式中: D_n 为主成分分析得到的果实品质综合分值; F_{jn} 为第 n 个授粉品种第 j 个特征根 > 1 的主成分分值; m 为特征根 > 1 的主成分个数; E_j 为第 j 个主成分的方差贡献率; n 为授粉的绿宝苹果数,个。

2 结果与分析

2.1 授粉品种对绿宝苹果坐果率的影响

研究发现,摩力士品种授粉后,绿宝苹果的坐果率显著高于其他品种;自然授粉的坐果率显著低于其他品种;除嘎啦外,其余授粉品种的坐果率均高于试验对照格力佛(图 1)。由此可见,授粉品种和授粉条件对绿宝苹果坐果有一定影响。

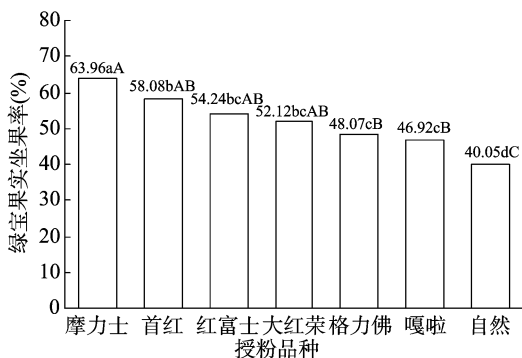


图1 授粉品种对绿宝苹果坐果率的影响

2.2 授粉品种对绿宝苹果果实生长的影响

研究发现,大红荣品种授粉后始终保持较高的纵横径生

长;采前 1 个月,首红授粉后果实的纵横径增长速度加快,其他授粉品种的果实横径增长速度减缓;摩力士授粉后果实的纵横径增长速度也较快;而格力佛和红富士授粉后,纵横径的增长均低于其他授粉品种(图 2、图 3)。由此可见,授粉品种对绿宝苹果纵横径的生长有影响。

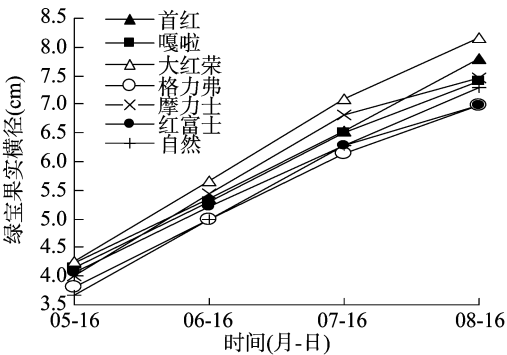


图2 授粉品种对绿宝果实横径的影响

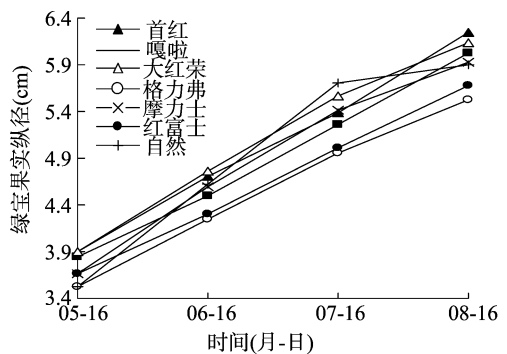


图3 授粉品种对绿宝果实纵径的影响

2.3 授粉品种对绿宝苹果果实品质的影响

2.3.1 果实外在品质 研究发现,授粉品种不同,绿宝苹果果实的单果质量、纵横径以及果形均存在显著或极显著差异。格力佛授粉后,绿宝苹果的单果质量极显著低于其他授粉品种;自然授粉下的果实单果质量与其他授粉品种(除嘎啦、格力佛外)差异较小;嘎啦授粉后的绿宝苹果单果质量最大,其次是大红荣和首红品种(表 1)。

表 1 授粉品种对绿宝苹果外在品质的影响

| 授粉品种 | 绿宝果实外在品质 | | | |
|------|-------------|------------|------------|-----------------|
| | 单果质量 (g) | 横径 (cm) | 纵径 (cm) | 果形指数 (纵径/横径) |
| 首红 | 152.212Aab | 7.790ABab | 6.254Aa | 0.803ABab |
| 嘎啦 | 164.319Aa | 7.395ABb | 6.025ABab | 0.815Aa |
| 大红荣 | 154.207Aab | 8.155Aa | 6.133Aab | 0.752Bc |
| 格力佛 | 121.848Bc | 6.985Bc | 5.530Bc | 0.792ABab |
| 摩力士 | 148.602Ab | 7.477ABab | 5.940Aab | 0.794ABb |
| 红富士 | 145.955Ab | 6.990Bc | 5.685Bbc | 0.813Aa |
| 自然 | 138.615ABb | 7.768ABab | 5.804ABb | 0.747Bc |

注:同列数据后不同大写、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平上差异显著。下同。

各品种授粉后绿宝苹果果实的纵横径均大于格力佛;自然授粉与其他品种授粉后果实的纵横径差异较小;大红荣授粉后果实横径最大,首红授粉后果实纵径最大。大红荣、摩力士、格力佛和自然授粉下绿宝苹果的果形指数在 0.7~0.8 之间,呈扁圆形,与引入地的果实特征^[3]相吻合;嘎啦、红富士

和首红授粉后的果形指数较高,但仍属扁圆形。

2.3.2 果实内在品质 研究发现,各品种授粉后的绿宝苹果果实硬度存在不同程度的差异,摩力士、大红荣、红富士授粉后果实硬度与自然授粉的差异不显著,嘎啦授粉后果实硬度最小(表 2)。各品种授粉后,绿宝苹果果实出汁率、可溶性糖含量和可滴定酸含量差异较小。摩力士品种授粉の出汁率最

高,其次是大红荣;首红授粉后出汁率极显著低于其他品种。大红荣授粉后果实可溶性糖和可滴定酸含量最高,首红授粉后的可溶性糖含量极显著低于其他品种,各品种授粉后可滴定酸含量均极显著高于格力佛。红富士授粉后果实的可溶性固形物含量显著高于其他品种,其次是首红,格力佛的最低。大红荣授粉后,果实固酸比极显著低于其他品种。

表 2 授粉品种对绿宝苹果果实内在品质的影响

| 授粉品种 | 果实硬度 (kg/cm ²) | 出汁率 (%) | 可溶性固形物含量 (%) | 可溶性糖含量 (%) | 可滴定酸含量 (%) | 固酸比 |
|------|-------------------------------|------------|-----------------|---------------|---------------|---------|
| 摩力士 | 11.39ABab | 90.47Aa | 12.300Bb | 9.333Aa | 1.048ABb | 11.26Bb |
| 红富士 | 11.82Aa | 89.26Ab | 13.192Aa | 9.017ABab | 1.072ABb | 12.72Aa |
| 大红荣 | 11.16ABb | 90.20Aab | 11.558Bc | 9.393Aa | 1.244Aa | 9.36Dd |
| 嘎啦 | 10.22Cc | 89.98Aab | 11.409BCc | 9.060ABab | 1.091ABab | 10.52Cc |
| 自然 | 11.53ABab | 89.90Aab | 12.542ABb | 8.717Bb | 1.057ABb | 11.87Bb |
| 格力佛 | 10.94Bb | 90.01Aab | 11.117Cc | 8.763Bb | 0.986Cc | 11.26Bb |
| 首红 | 10.61BCbc | 86.30Bc | 12.667Ab | 8.090Cc | 1.088ABab | 11.56Bb |

2.4 隶属函数、主成分分析及综合评价

隶属函数可综合各指标测定结果以客观评价植物某种特性,在果实品质分析及综合评价中多有应用^[7-9]。本试验选择了花粉发芽率^[10]、坐果率、单果质量、出汁率、可溶性糖含量、可滴定酸含量等一些反映授粉效果的主要指标进行隶属函数分析(表 3),为消除各果实性状不同权重对隶属函数结果的影响,对隶属函数转化后的结果进行主成分分析(表 4),

选出 4 个主成分,即第 1 主成分的主要性状是糖酸比、可溶性固形物含量、固酸比和横径;第 2 主成分的是坐果率、可滴定酸含量、花粉发芽率和单果质量;第 3 主成分的是可溶性糖含量、可滴定酸含量和出汁率;第 4 主成分的是出汁率和花粉发芽率。据此计算果实品质的 D_n 值, D_n 值越大,表明授粉效果越好。综上分析可看出,授粉效果优劣依次为摩力士、大红荣、首红、红富士、嘎啦、自然及格力佛授粉。

表 3 果实性状的隶属函数分析

| 授粉品种 | 隶属函数值 | | | | | | | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|----|
| | 坐果率 | 横径 | 单果质量 | 出汁率 | 可滴定酸 | 可溶性糖 | 可溶性固形物 | 糖酸比 | 固酸比 | 花粉发芽率 | 平均 | 排序 |
| 摩力士 | 1.000 | 0.329 | 0.630 | 1.000 | 0.823 | 0.954 | 0.644 | 1.000 | 0.434 | 0.716 | 0.753 | 1 |
| 大红荣 | 0.502 | 1.000 | 0.762 | 0.934 | 1.000 | 1.000 | 0.240 | 0.078 | 1.000 | 0.344 | 0.686 | 2 |
| 首红 | 0.750 | 0.876 | 0.715 | 0.000 | 0.396 | 0.000 | 0.844 | 0.663 | 0.345 | 1.000 | 0.559 | 3 |
| 嘎啦 | 0.287 | 0.537 | 1.000 | 0.881 | 0.406 | 0.744 | 0.159 | 0.590 | 0.653 | 0.000 | 0.526 | 4 |
| 红富士 | 0.560 | 0.000 | 0.177 | 0.710 | 0.336 | 0.716 | 1.000 | 0.987 | 0.000 | 0.285 | 0.477 | 5 |
| 自然 | 0.000 | 0.487 | 0.839 | 0.863 | 0.275 | 0.481 | 0.687 | 0.552 | 0.254 | 0.098 | 0.454 | 6 |
| 格力佛 | 0.334 | 0.919 | 0.000 | 0.889 | 0.000 | 0.517 | 0.000 | 0.000 | 0.435 | 0.212 | 0.331 | 7 |

表 4 果实性状的主成分分析及综合评价

| 果实性状 | 主成分方差分析值 | | | | 授粉品种 | D_7 | 排序 |
|----------|----------|---------|---------|---------|------|---------|----|
| | 第 1 主成分 | 第 2 主成分 | 第 3 主成分 | 第 4 主成分 | | | |
| 坐果率 | 0.382 | 0.904 | -0.113 | 0.043 | 摩力士 | 192.377 | 1 |
| 单果质量 | -0.489 | 0.591 | -0.380 | -0.415 | 大红荣 | 170.461 | 2 |
| 出汁率 | 0.307 | 0.420 | -0.506 | -0.678 | 首红 | 151.657 | 3 |
| 可滴定酸含量 | -0.153 | 0.707 | 0.618 | 0.295 | 红富士 | 123.310 | 4 |
| 可溶性糖含量 | -0.278 | 0.336 | 0.761 | -0.439 | 嘎啦 | 122.863 | 5 |
| 可溶性固形物含量 | 0.902 | 0.015 | 0.120 | 0.321 | 自然 | 110.614 | 6 |
| 糖酸比 | 0.910 | 0.193 | 0.239 | -0.122 | 格力佛 | 77.858 | 7 |
| 固酸比 | -0.854 | 0.399 | 0.216 | 0.148 | | | |
| 横径 | -0.777 | 0.116 | -0.421 | 0.452 | | | |
| 花粉发芽率 | 0.401 | 0.643 | -0.372 | 0.526 | | | |

注:4 个主成分的方差累积贡献率为 96.39%。

3 讨论与结论

在果树生产中,众多果树可通过异花授粉方式克服自交不亲和性,从而提高结实率^[11-12]。本试验对绿宝苹果进行了自花授粉,坐果率为 0,说明绿宝苹果自交不实,更加说明绿

宝苹果在生产中配置授粉树的必要性。绿宝苹果经 6 个苹果品种授粉后的果实坐果率存在一定的差异,摩力士花粉授粉后坐果率最高,其次是首红,自然授粉坐果率极显著低于其他授粉品种。除嘎啦外,其他授粉品种的坐果率均高于对照品种格力佛。自然授粉坐果率较低的可能原因如下:一是该果

园仅种植绿宝和格力佛 2 个苹果品种,授粉品种单一;二是果园附近虽有苹果种植,但距离较远,而苹果为虫媒花,影响到自然授粉的坐果率。上述结果说明授粉品种的确对绿宝苹果坐果率有显著影响,而坐果率直接影响产量。因此,选择适宜授粉树对绿宝苹果的生产具有重要意义。

王延秀等研究了 11 个观赏海棠花粉授粉对红富士苹果坐果及果实品质的影响^[9],吴翠云等研究了不同授粉品种对新梨 7 号的授粉效果,其研究结果表明了授粉品种对果实生长和单果质量有一定影响^[13]。本试验中,大红荣、首红、摩力士品种授粉后绿宝果实在整个生长期都保持较高的纵横径增长速度,格力佛和红富士授粉后,果实纵横径增长速度较低;嘎啦授粉后的单果质量最高,自然授粉下果实单果质量与其他授粉品种的差异较小,格力佛(对照)授粉后的单果质量极显著低于其他品种。加工品种较鲜食品种对果实产量的要求更高,因此研究有利于促进绿宝苹果果实生长的授粉品种,以提高单果质量,进而提升产量具有重要意义。根据上述坐果率、果实生长及单果质量的分析结果认为,摩力士、首红和大红荣可作为绿宝苹果适宜的授粉品种。

高酸苹果作为一种加工原料果,要求果实出汁率高(70%~75%)^[14]。绿宝苹果在陕西和甘肃种植时出汁率分别为 72.7%^[3]、76.2%^[15]。本试验中各品种授粉后的出汁率均高于 86%,此结果较前人研究结果高的主要原因可能与测定方法不同有关。可滴定酸、可溶性固形物含量以及固酸比为评价果实品质的重要指标,是决定果实风味的关键因素^[16-17]。高酸苹果要求可滴定酸含量不低于 0.6%^[1],绿宝苹果在甘肃种植时可滴定酸含量 1.26%,固酸比 10.32^[15],在陕西种植时分别为 1.20%、10.61^[3]。本试验中,各品种授粉后可滴定酸含量均高于格力佛(对照,0.98%),最高可达 1.24%,固酸比为 9.36~12.72。总体上看,各品种授粉后果实的可滴定酸含量、固酸比以及出汁率与前人研究结果相差不大,保持了绿宝苹果优良的加工品质。

各品种授粉后绿宝苹果的果形指数不同,但相互间差异较小,未对其扁圆形果形产生明显改变。但试验过程中发现,经首红品种授粉后,个别绿宝果实的萼洼处有明显的五棱凸起,果形指数增大,具首红果实的表型特征,呈明显的花粉直感现象,其他品种授粉后尚未发现此现象。此花粉直感现象在苹果^[18]、京白梨^[19]的授粉研究中有报道。本试验中出现这一现象的原因及其性状稳定性的表现有待进一步研究。

前期对花粉生活力的研究表明,摩力士、大红荣和首红品种较其他授粉品种的花粉发芽率高、花粉管生长速度快,即花粉发芽质量较高^[10]。结合本试验研究结果,说明授粉品种的花粉生活力与坐果率和果实品质有正相关性,此结果支持了谭梅等人的观点^[20-21]。

隶属函数可消除各果实性状不同的单位、量纲对果实品质综合评价的影响,且可避免单一指标评价授粉效果的片面性,但因各果实性状对品质影响的权重不同,故隶属函数结合主成分分析可更客观地评价果实品质^[7-9],从而反映授粉效果,本试验的分析结果表明,摩力士的 D_0 值最大,格力佛最小,6 个品种对绿宝苹果的授粉效果优劣依次为摩力士、大红荣、首红、红富士、嘎啦、格力佛。

综上,摩力士、首红、大红荣、红富士、嘎啦和格力佛品种均可用作绿宝苹果的授粉品种,摩力士、首红和大红荣品种的授粉效果优于嘎啦、红富士和格力佛。因此,在天津及立地条件相似地区栽培绿宝苹果时,以摩力士、首红和大红荣品种为适宜的授粉品种。

参考文献:

- [1] 王 昆,朱佳满,龚 欣. 我国高酸苹果生产现状及建议[J]. 落叶果树,2007,39(6):20-21.
- [2] 陈瑞剑,杨 易. 中国浓缩苹果汁加工、贸易现状与问题分析[J]. 农业展望,2012,8(11):45-48,54.
- [3] 徐世彦,高建国,康小亚. 苹果加工品种绿宝引种与选育[J]. 中国果树,2011,53(3):26-28,后插 2.
- [4] 张梅荣. 高酸苹果的栽培与幼树的管理技术[J]. 山西林业科技,2009,38(1):46-47.
- [5] 戴洪义. 三个制酸汁苹果新品种‘鲁加 1 号、鲁加 5 号、鲁加 6 号’[J]. 果农之友,2005,6(4):15.
- [6] 张守江,常德昌,安维军,等. 3 个苹果加工品种在甘肃天水表现[J]. 中国果树,2011,53(5):25-27,78.
- [7] 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):2491-2499.
- [8] 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.
- [9] 王延秀,陈伯鸿,王淑华,等. 对‘长富 2 号’苹果授粉后 11 个海棠品种花粉直感效应的综合评价[J]. 植物资源与环境学报,2014,23(4):83-89.
- [10] 王 燕,赵鑫鑫,张志晓,等. 6 个苹果品种花粉生活力的研究[J]. 北方园艺,2016,40(13):17-21.
- [11] 陈迪新,张绍铃. 梨不同花龄自花与异花授粉的花柱内花粉管生长及坐果率的比较[J]. 果树学报,2007,24(5):575-579.
- [12] Kaufman E, Rumpunen K. Pollen tube growth and fertilization in *Chaenomeles japonica* (Japanese quince) [J]. Scientia Horticulturae,2002,30(94):257-271.
- [13] 吴翠云,胡生萍,田玉琪. 不同授粉品种对新梨 7 号的授粉效果[J]. 北方果树,2006,20(3):10-12.
- [14] 韩 林. 我国高酸榨汁苹果的栽培现状及发展前景[J]. 山西果树,2007,117(3):38-39.
- [15] 高彦明,李仲芳. 加工苹果品种绿宝在甘肃天水的引种试验[J]. 中国果树,2010,52(6):73-82.
- [16] 聂继云,李志霞,李海飞,等. 苹果理化品质评价指标研究[J]. 中国农业科学,2012,45(14):2895-2903.
- [17] 郑丽静,聂继云,李明强,等. 苹果风味评价指标的筛选研究[J]. 中国农业科学,2015,48(14):2796-2805.
- [18] 李保国,顾玉红,郭素平,等. 2001 苹果果实若干性状的花粉直感规律研究[J]. 河北农业大学学报,2004,27(6):34-37.
- [19] 沙海峰,朱元娣,高琪洁,等. 花粉直感对京白梨品质的影响[J]. 果树学报,2006,23(2):287-289.
- [20] 谭 梅,徐爱红,李 玲,等. 授粉品种对‘富士’苹果果实品质的影响[J]. 落叶果树,2013,45(1):7-10.
- [21] 王延秀,陈伯鸿,党兆霞,等. 11 个海棠品种对‘阿斯’苹果花粉直感效应的综合评价[J]. 西北农业学报,2015,24(3):121-128.