

层次分析法在金花梨果实品质评价上的应用^{*}

刘遵春^{1a}, 包东娥^{1b}, 廖明安²

(1 河南科技学院 a 园林学院, b 数学系, 河南 新乡 453003;

2 四川农业大学 林学院园艺学院, 四川 雅安 625014)

[摘 要] 运用层次分析法, 对金花梨及其 12 个变异单系果实的糖酸比、总糖、总酸、可溶性固形物(TSS)和 Vc 含量及果形指数、单果重等 7 个品质指标进行了综合评判。结果表明, J₄、J₁₄、J₁₈ 和 J₁₃ 4 个单系表现优良, 具有较高的经济价值, 可在四川省大面积推广, 而 J₁₀、J₅、J₈ 和 J₁₅ 4 个单系表现较差, 应淘汰或作为授粉树。

[关键词] 金花梨; 层次分析法; 果实品质; 品质评价

[中图分类号] S11⁺ 5

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)08-0125-04

金花梨是四川省主栽梨品种, 其富含蛋白质、脂肪、糖、维生素等多种人体所必需的营养成分, 目前在四川省的金川、汉源、雅安、成都等地已大量栽培, 占四川省梨栽培总面积的 30% 以上^[1]。但是在大面积栽培过程中, 金花梨逐渐表现出结果偏迟、产量不稳、品质下降等多种退化现象^[2], 因此急需对其进行提纯选优, 以满足生产需要。品质评价是果品选优的重要环节, 多采用对影响品质的各主要因素进行描述和打分相结合的办法评价果实品质的优劣, 这种方法虽简单易行, 但由于打分标准不统一, 往往会影响果实品质构成因素在评价中的效果^[3]。周建等^[4]采用多因子模糊评审法对 10 个梨品种的果实品质进行了综合评价, 通过对参评因素的量化, 并结合数量综合统计, 使所得结果具有较强的说服力。层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 是一种定性与定量相结合的分析方法, 是处理某些难以完全用定量法分析复杂问题的一种有力手段。该方法的突出特点是可以将复杂的问题分解成若干个层次, 然后对各层次进行分析, 并可将人的主观判断和定性分析用数量形式表达和处理^[5]。由于层次分析是综合性状的体现, 因而用该方法进行优良品系的选择较用定性评价或单一性状进行选择更有效、合理。杨彦伶等^[6]利用层次分析法评选紫薇优良无性系发现, 入选优良无性系综合性状表现良好, 基本上反映了紫薇的实际观赏应用价值, 取得了较好的选择效果。本文利用层次分析法对金花梨及其 12 个变异单系的果实品质指标进行了综合评价, 以期筛选出综

合性状表现优良的金花梨变异单系, 为新品种的筛选提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验在四川农业大学梨品种园进行。该试验园海拔 620 m, 属亚热带季风型气候; 年平均气温 16.2℃, 6~8 月平均气温 24.5℃, 年日照时数 1 039.6 h, 年降水量 1 774.3 mm, 空气相对湿度 (RH) 平均为 79.0%, 土壤为紫色土。参试品种为金花梨变异单系中表现较好的 12 个单系, 分别为 J₁, J₃, J₄, J₅, J₆, J₈, J₁₀, J₁₃, J₁₄, J₁₅, J₁₆ 和 J₁₈, 以金花梨为对照 (CK, 视为 1 个单系), 树龄均为 27 年。每一单系随机选 3 株生长健壮、树势中庸的结果树作为试验树。

1.2 品质性状测定方法

每个单系随机取 10 个果实测定各性状值。可溶性固形物 (TSS) 含量用手持折光仪测定, 总糖含量用斐林试剂滴定法测定, Vc 含量用 2, 6-二氯酚 (2, 6-D) 法测定, 总酸含量用 NaOH 中和滴定法测定, 糖酸比为果实总糖含量与总酸含量之比, 果形指数为果实纵横径之比。

2 数学模型的建立

2.1 综合评价模型结构的建立

根据金花梨果实品质指标的基本性质、指标之间的相互关联影响以及层次隶属关系, 建立金花梨变异单系综合评价模型结构图 (图 1)。该试验的层次

^{*} [收稿日期] 2005-12-19

[作者简介] 刘遵春 (1976-), 男, 山东聊城人, 助教, 硕士, 主要从事果树栽培与生理研究。E-mail: liuzunchun@yahoo.com.cn

结构分为3层:第1层目标层(O),为果实品质综合排序;第2层准则层(C),为影响果实品质的 m 个因子,记为 $C=(C_1, C_2, \dots, C_m)=(\text{糖酸比, 总糖含量, 总酸含量, TSS 含量, Vc 含量, 果形指数, 单果重})$, m

$= 7$;第3层方案层(P),为 n 个品种,记为 $P=(p_1, p_2, \dots, p_n)=(J_1, J_3, J_4, J_5, J_6, J_8, J_{10}, J_{13}, J_{14}, J_{15}, J_{16}, J_{18}, CK)$, $n=13$ 。

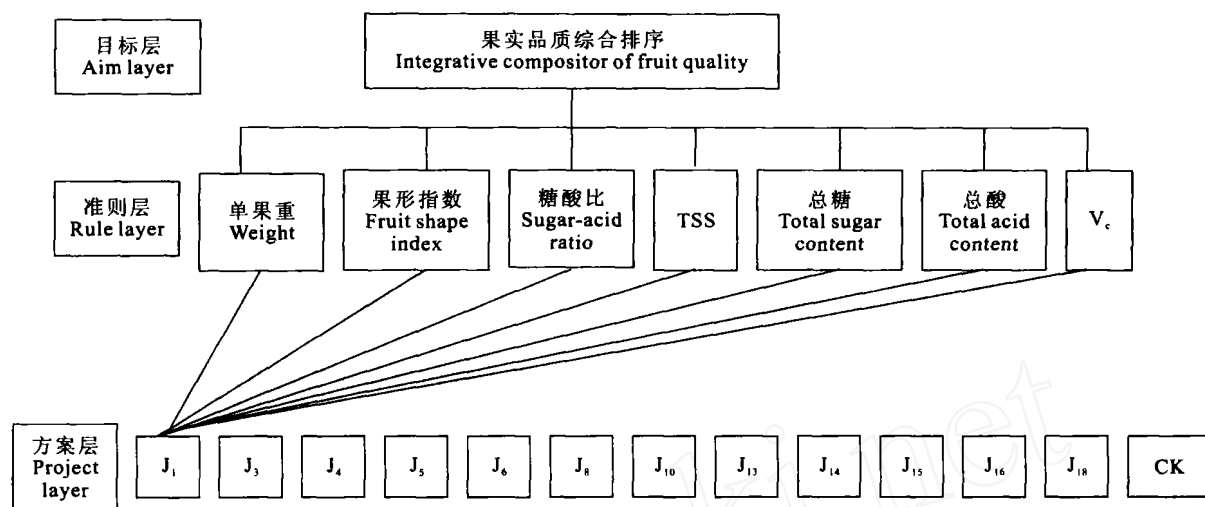


图1 金花梨变异单系综合评价层次递阶结构

Fig. 1 Integrative evaluation hierarchy chart of Jinhua pear variation strains

2.2 判断矩阵的构造及一致性检验

根据层次分析法理论^[7-8]及园艺专家对影响果实品质各因素之间重要性的定性评价,运用1~9比例标度法建立判断矩阵(表1),计算矩阵最大的特征根 $\lambda_{\max}$ 及相应的特征向量 $T=(t_1, t_2, \dots, t_i)$, $i=1, 2, \dots, 7$;对判断矩阵进行一致性检验,求得一致性指标 $CI=(\lambda_{\max}-7)/(7-1)=0.004283$,因有7个指标,查随机一致性标准值 $RI=1.32$, $CR=CI/RI=0.0032<0.10$,由 $CR<0.10$ 知一致性检验是满意的,说明建立的判断矩阵是合理的。然后对特征向量 T

进行归一化处理,求出7个决定因素的权重 $w=(w_1, w_2, \dots, w_i)$,其中 $w_i=t_i/\sum_{i=1}^7 t_i$,见表1。

比例标度9个数字的含义是:1表示 i 因素与 j 因素的影响相同;3表示 i 因素比 j 因素的影响稍强;5表示 i 因素比 j 因素的影响强;7表示 i 因素比 j 因素的影响明显强;9表示 i 因素比 j 因素的影响绝对强;2,4,6,8表示 i 因素与 j 因素的影响之比在上述2个相邻等级之间;1/2,1/3,...,1/9表示 j 因素与 i 因素的影响之比为 a_{ji} , $a_{ji}=1/a_{ij}$ 。

表1 判断矩阵O~C及一致性检验

Table 1 Judgment matrix and consistency check

O	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	t_i	w_i
C ₁	1	2	2	3	3	5	5	0.720	0.318
C ₂	1/2	1	1	2	2	3	3	0.412	0.181
C ₃	1/2	1	1	2	2	3	3	0.412	0.181
C ₄	1/3	1/2	1/2	1	1	2	2	0.232	0.103
C ₅	1/3	1/2	1/2	1	1	2	2	0.232	0.103
C ₆	1/5	1/3	1/3	1/2	1/2	1	1	0.130	0.057
C ₇	1/5	1/3	1/3	1/2	1/2	1	1	0.130	0.057

$\lambda_{\max}=7.0257$, $CI=0.004283$, $RI=1.32$, $CR=0.0032<0.10$

3 模型的应用

3.1 试验结果

供试金花梨各变异单系果实品质性状平均值见表2。

3.2 各变异单系果实品质指标无量纲化及综合评价

为排除由于各指标的单位不同以及其数值数量级间的悬殊差别所带来的影响,避免不合理现象的发生,需要对各指标值作无量纲化处理。处理方法如

下: $d_{ij} = b_{ij} / \max(b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{nj})$ 。式中, d_{ij} 表示第 i 个品种 C_j 个因子无量纲化的标准测定值, b_{ij} 表示第 i 个品种 C_j 个因子的测定值。将标准化处理后的指标

2, ..., 13) 计算各指标的综合得分。式中, y_i 为第 i 个系统的综合得分; w_j 是与评价指标 d_{ij} 相应的权重系数^[9]。各指标值无量纲化结果和综合得分见表 3。

测定值代入公式 $y_i = \sum_{j=1}^7 w_j d_{ij} (j = 1, 2, \dots, 7, i = 1,$

表2 金花梨各变异单系果实品质性状的平均值

Table 2 The mean of main quality traits for Jinhua pear variation strains

单系 Strain	糖酸比 Sugar-acid ratio	总糖含量/ (g · kg ⁻¹) Total sugar content	总酸含量/ (g · kg ⁻¹) Total acid content	可溶性 固形物含量/ (g · kg ⁻¹) Soluble solids	Vc 含量/ (mg · kg ⁻¹)	果形指数 Fruit shape index	单果重/g Weight
J ₁	75.54	71.0	0.94	88.1	12.2	1.12	311.3
J ₃	71.52	70.8	0.99	84.5	13.4	1.16	286.3
J ₄	80.45	71.5	0.89	89.0	13.8	1.13	313.7
J ₅	66.45	71.1	1.07	82.9	11.0	1.13	288.7
J ₆	77.17	71.0	0.96	77.7	12.6	1.17	294.5
J ₈	64.55	71.0	1.10	87.8	10.7	1.07	261.0
J ₁₀	69.33	74.1	1.04	87.4	10.5	1.14	286.3
J ₁₃	77.83	71.6	0.92	85.9	12.1	1.15	293.5
J ₁₄	83.72	74.0	0.86	86.9	10.3	1.16	273.5
J ₁₅	53.33	67.2	1.26	76.7	9.8	1.14	264.9
J ₁₆	73.29	68.9	0.94	74.7	13.1	1.21	274.2
J ₁₈	76.56	71.2	0.93	93.6	13.9	1.18	263.0
CK	69.70	73.8	1.03	87.9	12.6	1.14	276.9

表3 金花梨各变异单系果实品质指标的无量纲化结果与综合得分

Table 3 Results of no dimension and comprehensive scores of quality traits for Jinhua pear variation strains

单系 Strains	w _j							综合得分 y _i Comprehensive scores
	C ₁ 0.318	C ₂ 0.181	C ₃ 0.181	C ₄ 0.103	C ₅ 0.103	C ₆ 0.057	C ₇ 0.057	
J ₁	0.902	0.958	0.915	0.941	0.878	0.926	0.992	0.979
J ₃	0.854	0.955	0.869	0.903	0.964	0.959	0.913	0.955
J ₄	0.960	0.965	0.966	0.951	0.993	0.934	1	1.026
J ₅	0.794	0.960	0.804	0.886	0.791	0.934	0.920	0.900
J ₆	0.922	0.958	0.896	0.830	0.906	0.967	0.939	0.974
J ₈	0.771	0.958	0.782	0.938	0.770	0.884	0.832	0.882
J ₁₀	0.828	1	0.827	0.934	0.755	0.942	0.913	0.926
J ₁₃	0.930	0.966	0.935	0.918	0.871	0.950	0.936	0.990
J ₁₄	1	0.999	1	0.928	0.741	0.959	0.872	1.019
J ₁₅	0.637	0.907	0.683	0.819	0.705	0.942	0.844	0.789
J ₁₆	0.875	0.930	0.915	0.798	0.942	1	0.874	0.953
J ₁₈	0.915	0.961	0.925	1	1	0.975	0.838	0.999
CK	0.833	0.996	0.835	0.939	0.906	0.942	0.883	0.943

3.3 各变异单系果实品质指标综合排序

由表3中综合得分对金花梨各变异单系进行排序, 结果见表4。由表4可知, 各单系按综合得分排序为: J₄ > J₁₄ > J₁₈ > J₁₃ > J₁ > J₆ > J₃ > J₁₆ > CK > J₁₀ > J₅

> J₈ > J₁₅。其中J₄、J₁₄、J₁₈和J₁₃表现优良, 具有较高的经济价值, 可在四川省大面积推广, 而J₁₀、J₅、J₈和J₁₅表现较差, 建议淘汰或作为授粉树。

表4 金花梨各变异单系果实品质指标综合排序

Table 4 Integrative compositor of quality traits for Jinhua pear variation strains

单系 Variety	J ₄	J ₁₄	J ₁₈	J ₁₃	J ₁	J ₆	J ₃	J ₁₆	CK	J ₁₀	J ₅	J ₈	J ₁₅
得分 Score	1.03	1.02	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.90	0.88	0.79
排序 Taxis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

3 讨 论

对果实品质评价和评选,以往都是以人们的经验为基础进行评议的,由于评选中非定量因素较多,且各因素的相对重要性不等,评议时往往出现不同的人得出不同结果的现象。本研究采用定性与定量相结合的层次分析法,通过构造两两比较的判断矩阵来确定不同因素对果实品质的影响权重,滤出了由偶然因素决定的不同人认识上的差异^[10]。由试验结果看,所选单系综合性状表现优良,与生产实际基本相符。

在试验数据处理中,各因素的取值单位不同,为合理计算各因素的综合得分,以其值与其他品种中该因素最大值的比值作为该值的定性描述,同时也可作为其定量描述,从而使所有因素都有统一的度量单位。该方法准确、直观地反映了参评因素的特征,直接表现出不同单系的优劣,简单实用。

根据综合评价结果, J_4 、 J_{14} 、 J_{18} 和 J_{13} 表现优良,可作为今后在四川省大面积繁殖推广的优良单系,而 J_{10} 、 J_5 、 J_8 和 J_{15} 表现一般,可淘汰或作为其他品种的授粉品种。

[参考文献]

- [1] 张志鹏. 四川梨志[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1991.
- [2] 吕秀兰, 廖明安, 王永清. 干热地区金雪梨生产主要问题及无公害栽培技术[J]. 北方园艺, 2001(6): 28-29.
- [3] 弓成林, 郭爱民, 汪小伟, 等. 灰色关联度和层次分析法在葡萄品质评价上的应用[J]. 西南农业学报, 2002(1): 79-82.
- [4] 周 建, 赵思东, 杨谷良, 等. 十个砂梨品种果实品质分析与评价[J]. 北方果树, 2004(2): 6-8.
- [5] 蒋文伟, 向其柏. 层次分析法在干旱区园林树木评选中的应用[J]. 南京林业大学学报, 2000(6): 63-67.
- [6] 杨彦伶, 雷小华, 李 玲, 等. 层次分析法在紫薇优良无性系选择中的应用研究[J]. 西南农业大学学报, 2005(4): 518-521.
- [7] 韩中庚. 数学建模方法及其应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [8] 姜启源, 谢金星, 叶 俊. 数学模型[M]. 3版. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [9] 舒卫萍, 崔远来. 层次分析法在灌区综合评价中的应用[J]. 中国农村水利水电, 2005(6): 109-111.
- [10] 郑德祥, 陈平留. 层次分析法在防火树种选择中的应用[J]. 北华大学学报, 2000(5): 443-446.

Application of analytic hierarchy process in evaluating Jinhua pear quality

L IU Zun-chun^{1a}, BAO Dong-e^{1b}, L IAO M ing-an²

(1 a College of Garden, b Mathematics Department, Henan Institution of Sci-Tech, Xinxiang, Henan 453003, China;

2 College of Forestry and Horticulture, Sichuan Agriculture University, Ya'an, Sichuan 625014, China)

Abstract: Analytic hierarchy process (AHP) was used to study the fruit quality of Jinhua pear and its 12 variation strains. Based on multifactor evaluation of their seven traits (sugar-acid ratio, total sugar, total acid, soluble solids, V_c , fruit shape index and fruit weight), several fine variation strains had been filtrated, such as J_4 , J_{14} , J_{18} , J_{13} , which could be planted in Sichuan Province; but J_{10} , J_5 , J_8 , J_{15} were bad, and they should be washed out or used as pollinizer.

Key words: Jinhua pear; analytic hierarchy process; fruit quality; quality evaluation