

AHP 法和灰色关联法在小果型番茄果实商品性状评价上的应用

陈 贤, 杨荣萍, 杨 德, 龚元圣^{*}
(云南农业大学, 云南 昆明 650201)

摘要: 采用 AHP 法和灰色关联法对 7 个番茄品系的果实商品性状进行综合评价与分析, 构建了涵盖 3 个层次(目标层、标准层和指标层), 6 个指标(外观品质的单果重、果色和营养品质的维生素 C、可溶性固形物和水分含量以及糖酸比)的番茄果实商品性状的综合评价指标体系。结果表明: 品系 YH02-6 和 YH02-1 果实的综合商品性状较优, 其中品系 YH02-6 果实的营养品质的比重在综合测度中所占的比重大, 而品系 YH02-1 是外观品质占的比重较大; 品系 YH02-7 和 YH02-9 果实的综合商品性状较好, 也是营养品质占的比重较大; 品系 YH02-11, YH02-8 和 YH02-5 果实的商品性一般。证明了基于 AHP 法的灰色关联法对于番茄果实商品性状进行综合评价与分析是一种实用、快捷、有效的多层次的综合评价与分析方法。

关键词: AHP 法; 灰色关联; 综合评价; 商品性状; 番茄

中图分类号: S641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2008)11-0107-04

Application of the Grey Correlation Analysis Based on the Method of AHP on the Comprehensive Evaluation to the Marketable Characteristics of the Small-fruited Tomato Fruits

CHEN Xian, YANG Rong-ping, YANG De, GONG Yuan-sheng^{*}
(Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: The grey correlation analysis based on the method of AHP was applied to evaluate the marketable characteristics of the fruits of tomato strains, synthetically. The comprehensive evaluation system was build up, which consisted of 3 levels (target, criterion and index) and 6 indexes (the average weight, color of the external quality and the content of vitamin C, total soluble solids contents, moisture and ratio of sugar-acid of the nourishment quality). The results showed that the synthetic marketable characteristics of YH02-6 and YH02-1 were the best among all the strains tested, and the latter's nourishment accounts for bigger proportion in the total grey correlation degree, while for the YH02-1, the bigger proportion is the external quality. The synthetic marketable characteristics of YH02-7 and YH02-9 were followed the trains of YH02-6 and YH02-1, and the nourishment also accounts for bigger proportion. The trains of YH02-11, YH02-8 and YH02-5 were in the third. It had been approved that the method, the grey correlation analysis based on the method of AHP, was a practical and efficient one to analyze the marketable characteristics of the fruits of tomato synthetically.

Key words: Method of AHP; The grey correlation; The comprehensive evaluation; The marketable characteristic; Tomato

收稿日期: 2008-06-01

基金项目: 云南省自然科学基金项目(2001-C0035M)

作者简介: 陈 贤(1972-), 男, 云南普洱人, 副教授, 硕士, 主要从事园林园艺植物遗传育种、苗木生产、试验设计与统计分析等方面的教学与研究工作。

通讯作者: 龚元圣(1971-), 男, 云南曲靖人, 讲师, 本科, 主要从事园林园艺植物遗传育种、苗木生产的教学与研究工作。

番茄是我国人民喜爱的茄科蔬菜之一,在追求产量的同时,对番茄品质提出了更多更高的消费要求,较好的果实外观、良好的风味和较高的营养品质组成了番茄的商品性状,引起了育种、栽培、贮藏和销售流通等环节专业人士的关注。由于影响番茄商品性的指标较多,既包括定量指标(可溶性固形物、维生素 C、糖酸比、水分含量和单果重),也包括定性指标(果色),如何建立一套科学、完整、可量化及操作性强的综合评价指标体系,并将定性分析和定量评判相结合,是目前亟须解决的现实问题。

AHP 法(analytic hierarchy process)即层次分析法,是美国著名运筹学家 Satty 提出的,在诸多学科的多领域得到了广泛应用,能使复杂的问题得到简而易而重点突出的分析,是一种简单、合理、可靠的综合评价分析方法^[1~7]。本试验应用 AHP 法收集能基本反映小果型番茄的果实商品性的指标,计算确立每个入选指标的权重,构建指标体系。

AHP 法中各项指标的无量纲化的测度是一个重要问题,常用的根据极差计算的隶属函数法^[8]局限于越大越好的数据指标,对于越低越好和适中性的项目指标,则不恰当,而应用灰色关联法可以综合解决上述 3 个问题^[9]。

对不同品系的番茄果实进行综合分析,得到番茄商品性状综合评价的测度值,根据测度值对番茄商品性状做出全面的评价,提出解决番茄商品性状综合评价的分析方案,为消费者、销售者在鲜果产品选择时提供决策依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试材料为 7 个樱桃番茄品系: YH02-1, YH02-5, YH02-6, YH02-7, YH02-8, YH02-9 和 YH02-11, 果实形态特征分别为红色近圆形果、黄色梨形果、红色圆形果、红色圆形果、红色梨形果、红色李形果、黄色圆形果。

1.2 试验方法

2005 年在云南农业大学园林园艺农场,按单因素随机区组试验设计进行试验^[10],处理数(品系数) $t=7$,区组数 $b=3$,依据土壤差异的垂直方向划分区组,保护地栽培,中等肥力的红壤,双行种植,窄行距 60 cm,宽行距 90 cm,每个小区 24 株。

在果实完熟期(红熟期)采收,以品系的小区为品质测定分析单元,测定果实外观品质(单果重和果色)和营养品质^[11](维生素 C、可溶性固形物、糖酸比和水分含量),其中以单果重指标表示果实的大小,这是因为品系中存在不同的果形,用果径指标不能客观衡量果实的大小。

1.3 分析方法

1.3.1 指标体系的构建 选择能基本反映番茄果实商品性状的 6 个指标,采集数据,构建综合评价指标体系,计算入选指标的权重,计算参比品系的番茄果实的综合测度,根据综合测度值对番茄商品性状做出综合评价,详见图 1。

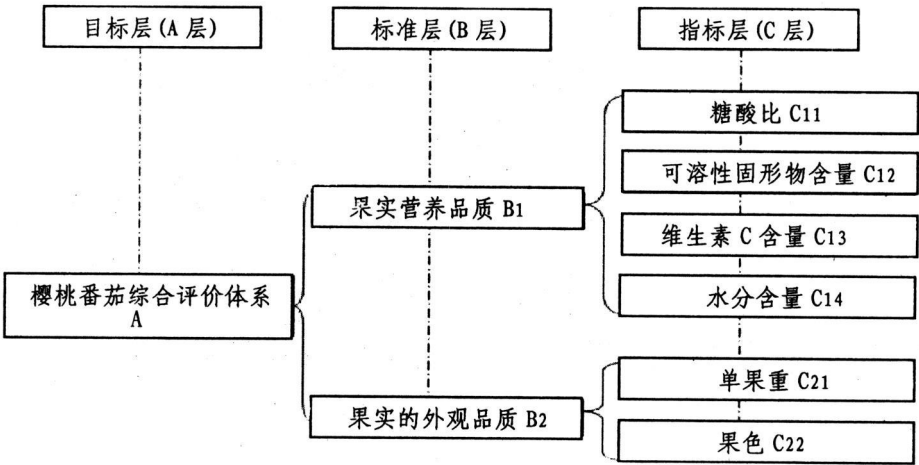


图 1 番茄品系果实商品性状综合评价的指标体系

1.3.2 指标权重 指标权重的确定,应用构造比较判断方阵的办法进行^[11~7]。

1.3.3 灰色关联度分析

1.3.3.1 指标值的无量纲化处理 确定最优性状

值,对各品系的 6 个性状值进行无量纲化处理^[9]。定量数据直接进行无量纲化处理,对于番茄成熟果实的颜色等定性指标数据,根据大众消费者的喜爱(偏好红色番茄)分级,确定打分标准(满分 100 分)

为: 深红, 90; 浅红, 80; 黄色, 70; 杂色, 60, 然后对分值进行无量纲化处理。

1) 对于越大越好的定量数据(维生素 C、单果重、果色得分), 采用上限测度:

$$y_{ij} = x_{ij} / x_{\max}, (x_{ij} \leq x_{\max})$$

2) 对于越小越好的定量数据(果实水分含量), 采用下限测度:

$$y_{ij} = x_{\min} / x_{ij}, (x_{ij} \geq x_{\min})$$

3) 对于要求适中的定量数据(可溶性固形物、糖酸比), 采用适中性测度:

$$y_{ij} = x_{ij} / (x_{ij} - x_0 + x_0)$$

式中: i 为第 i 个品系, j 为第 j 个性状, y_{ij} 为性状指标无量纲化处理的测度值, x_{ij} 为性状指标值, x_{\max} 为性状指标最大值, x_{\min} 为性状指标最小值, x_0 为性状指标最优的适中值。

1.3.3.2 无量纲化绝对差值计算 计算无量纲化处理的测度值与最优性状值的绝对差值。

$$\Delta_{ij} = 1 - y_{ij}$$

式中: Δ_{ij} 为第 i 个品系, 第 j 个性状的无量纲化处理的测度值与最优性状值的绝对差值。

1.3.3.3 计算灰色关联系数

$$\xi_{ij} = \frac{\min_i \min_j \Delta_{ij} + \rho \max_i \max_j \Delta_{ij}}{\Delta_{ij} + \rho \max_i \max_j \Delta_{ij}}$$

式中: ξ_{ij} 为第 i 个品系第 j 个性状的灰色关联系数, ρ 为分辨系数, 依生物试验常规取 0.5。

1.3.3.4 灰色关联度计算 计算加权灰色关联度, 排出品系的位次。

$$r_i = \sum_{j=1}^n \xi_{ij} \cdot W_j$$

式中: r_i 为第 i 个品系的灰色关联度, W_j 为第 j 个性状的权重值, $n = 6$ (性状数)。

2 结果与分析

2.1 权重确立

按照 AHP 法构造番茄品系各级指标的比较方阵, 计算权重, 7 个番茄品系综合评价的 6 个指标的权重分布, 果实糖酸比、可溶性固形物、维生素 C 含量、水分含量、单果重和果色的权重分别为 0.260, 0.178, 0.105, 0.058, 0.267, 0.133。

2.2 指标值的采集及灰色关联度的计算

按小区测定分析各指标值, 以各品系的各指标值的平均值作为各品系的各指标的采集数据, 确定最优性状值和无量纲化处理的测度方法(表 1)。

表 1 7 个番茄品系果实各指标值的采集

品系	营养成分				外观	
	水分含量(%)	维生素 C($\times 10^{-2}$ mg/g)	糖酸比	可溶性固形物(%)	单果重(g)	果色得分
YH02-1	92.04	18.92	8.58	4.47	19.32	90
YH02-5	94.03	16.28	10.33	4.50	10.22	70
YH02-6	89.08	31.83	14.82	7.40	13.48	80
YH02-7	92.45	21.12	8.15	6.23	14.94	90
YH02-8	93.64	13.05	7.62	4.47	12.62	80
YH02-9	91.00	24.20	14.16	6.83	8.75	81
YH02-11	92.56	16.57	11.06	4.62	11.22	70
最佳性状值	89.08	31.83	15.00	10.00	19.32	90
测度方法	下限测度	上限测度	适中性测度	适中性测度	上限测度	上限测度

对 7 个品系的 6 个性状指标值进行无量纲化处理(表 2), 计算灰色关联系数和灰色关联度, 依据灰色关联度进行品系间的排序和比较分析(表 3、表 4、图 2)。

2.3 各品系的综合评判

如表 4 和图 2 所示, 品系 YH02-6 综合得分最高, 品系 YH02-5 最低, 按灰色关联度(r)值将品系分为 3 个层次, 第 1 层次 $r \geq 0.7$ 的品系是 YH02-6 和 YH02-1, 第 2 层次 $0.6 \leq r < 0.7$ 的品系是 YH02-7 和 YH02-9, 第 3 层次 $r < 0.6$ 的品系是 YH02-11, YH02-8 和 YH02-5。

表 2 7 个番茄品系果实各指标的无量纲化测度值

品系	水分含量	维生素 C	糖酸比	可溶性固形物	单果重	果色分值
YH02-1	0.97	0.59	0.70	0.64	1.00	1.00
YH02-5	0.95	0.51	0.76	0.65	0.53	0.78
YH02-6	1.00	1.00	0.99	0.79	0.70	0.89
YH02-7	0.96	0.66	0.69	0.73	0.77	1.00
YH02-8	0.95	0.41	0.67	0.64	0.65	0.89
YH02-9	0.98	0.76	0.95	0.76	0.45	0.90
YH02-11	0.96	0.52	0.79	0.65	0.58	0.78
最佳性状值	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

表 3 7 个番茄品系灰色关联系数

品系	水分含量	维生素 C	糖酸比	可溶性固形物	单果重	果色分值
YH02—1	0.90	0.42	0.50	0.45	1.00	1.00
YH02—5	0.85	0.38	0.55	0.45	0.38	0.57
YH02—6	1.00	1.00	0.96	0.59	0.49	0.73
YH02—7	0.89	0.47	0.48	0.52	0.57	1.00
YH02—8	0.86	0.33	0.47	0.45	0.46	0.73
YH02—9	0.93	0.55	0.85	0.55	0.35	0.75
YH02—11	0.89	0.38	0.59	0.46	0.41	0.57

表 4 7 个番茄品系 灰色关联度及总评判结果

品系	灰色关联度(r)	位次
YH02—6	0.745	1
YH02—1	0.705	2
YH02—9	0.623	3
YH02—7	0.602	4
YH02—11	0.511	5
YH02—8	0.507	6
YH02—5	0.492	7

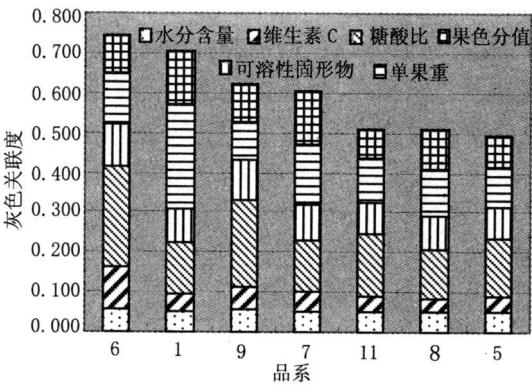


图 2 7 个番茄品系商品性状综合评价结果

3 结论与讨论

建立起用于综合评价番茄果实商品性状的基于 AHP 法的灰色关联分析法的方案: 根据番茄果实商品性状评价的要求, 进行专业查询, 选择评价的指标, 构建综合评价的指标体系, 计算各指标的权重值, 据此进行指标数据采集(包括定量数据和定性数据, 均通过小区试验测定获得), 并将各指标的测定数据转化成无量纲化测度值, 计算灰色关联度, 对评价对象(本试验中的番茄品系)进行综合评价分析。

7 个番茄品系果实可划分为 3 个层次, 第 1 层次是品系 YH02—6 和 YH02—1, 商品性较优, 其中

品系 YH02—6 果实的营养品质的灰色关联度值在综合测度值(品系的总灰色关联度值)中所占的比重大, 而品系 YH02—1 是外观品质占的比重较大; 第 2 层次是品系 YH02—7 和 YH02—9, 果实的商品性较好, 也是营养品质占的比重较大; 第 3 层次是品系 YH02—11, YH02—8 和 YH02—5, 果实的商品性一般。

本研究应用 AHP 法对番茄果实商品性质评价时, 仅从番茄的品质角度进行分析, 而没有考虑到消费者的偏好对果实商品性的影响, 可以进一步研究, 加入市场分析的因素, 建立更加完善的体系。

基于 AHP 法的灰色关联分析法是 AHP 法和灰色关联法的结合^[12, 13], 相对于同类的综合评价方法而言, 更科学, 适用性强, 简便易学, 问题的主次分明, 计算过程也不需要专门的统计软件, 基于现代办公软件 Excel 制作计算模板就可以完成计算分析。

参考文献:

[1] 唐仁春, 张凤鸣. AHP 法在高校学生质量评价中的应用 [J]. 中国高校研究, 2005(2): 9—11.

[2] 肖周燕. AHP 法在人口素质评价中的应用研究 [J]. 西方人口, 2007, 28(1): 7—10.

[3] 徐婧. AHP 法在数字图书馆综合评价中的应用 [J]. 图书馆论坛, 2006, 26(1): 238—240.

[4] 李铁梅, 胡劲梅, 李坤林, 等. AHP 法在人工湿地植物优化组合中的应用 [J]. 再生资源研究, 2006(2): 34—37.

[5] 杨军. AHP 法在水环境质量评价中的应用 [J]. 重庆建筑大学学报, 2003, 25(1): 77—81.

[6] 钱虹妹, 杨学军, 余洪波, 等. AHP 法综合评价中国百合野生资源 [J]. 江苏农业科学, 2006(4): 168—172.

[7] 陈航宇. 应用 AHP 合理构建高校教师课教学评价体系 [J]. 漳州师范学院学报, 2005(2): 113—117.

[8] 谢小丹, 陈顺辉, 潘建箫, 等. 烤烟新品种的模糊综合评判和灰色关联度分析 [J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2002, 31(2): 160—163.

[9] 秦海英, 程献云, 梁中喜, 等. 杂交组合灰色评判在小麦育种中的应用 [J]. 种子, 2002(2): 54—55.

[10] 杨德. 试验设计与分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.

[11] 宁正祥. 食品成分分析手册 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998.

[12] 莫惠栋. 农业试验统计 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1984: 151—174.

[13] 邓聚龙. 灰色系统理论教程 [M]. 武汉: 华中工学院出版社, 1990.