

基于多元统计分析筛选湖州地区优势番茄新品种

钱文浩¹, 陈丽萍¹, 张飞雪¹, 陆鸿英²

(1. 湖州市农业科学研究院 浙江湖州 313000; 2. 湖州市吴兴区农业技术推广中心 浙江湖州 313000)

摘要:以浙江省农业技术推广中心推荐试种的 22 个番茄新品种为试验材料, 对 9 项指标进行测定, 通过聚类分析、相关性分析、主成分分析和逐步回归分析对其进行综合评价。结果表明, 22 个不同品种不同指标间存在明显差异且变异系数在 5.91%~189.30% 之间, 其中畸形果比例离散程度最大; 相关性分析表明, 可溶性固形物含量与每穗结果数呈显著正相关, 每穗结果数和可溶性固形物含量均与单果质量呈显著负相关。从 9 项指标中提取了 3 个主成分, 方差贡献率分别为 42.444%、21.552%、14.025%, 通过载荷系数矩阵确定各主成分涵盖指标, 建立综合评价函数对各品种综合得分排名, 小果型番茄杭杂 504、中大果型番茄 S21289-1 排名第 1。逐步回归分析的结果表明, 有 7 项指标显著影响番茄品质评价。通过聚类分析, 将小果型番茄和中大果型番茄按照不同番茄品种存在的共性特征均分成 3 类, 分别为展示型番茄、助产型番茄和菜用型番茄。结合综合评价结果, 小果型番茄杭杂 504、杭杂 515 和瓯秀黄樱表现最佳; 中大果型番茄 S21289-1、浙味 2 号和嘉红 100 表现最佳。

关键词: 番茄; 新品种; 相关性分析; 主成分分析; 聚类分析

中图分类号: S641.2

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2025)09-149-07

Screening of new tomato promising varieties in Huzhou area based on multivariate statistical analysis

QIAN Wenhao¹, CHEN Liping¹, ZHANG Feixue¹, LU Hongying²

(1. Huzhou Academy of Agricultural Sciences, Huzhou 313000, Zhejiang, China; 2. Wuxing District Agricultural Technology Extension Center, Huzhou 313000, Zhejiang, China)

Abstract: To clarify the differences among 22 new tomato varieties recommended by the Agricultural Extension Center of Zhejiang province for trial planting, nine indicators were measured, combining cluster analysis, correlation analysis, principal component analysis and stepwise regression analysis. The results showed significant differences among the 22 varieties across various indicators, with variation index ranging from 5.91% to 189.30%, the proportion of deformed fruits exhibited the highest degree of dispersion. Correlation analysis revealed that the soluble solids content and the number of fruits per cluster showed highly significant positive correlation, while both the number of fruits per cluster and the soluble solids content showed highly significant negative correlation with the single fruit mass. Three principal components were extracted from nine indicators, the variance contribution rates are 42.444%, 21.552%, and 14.025%, respectively. The loading coefficient matrix was used to identify indicators covered by each principal component, and a comprehensive evaluation function was established to rank the varieties based on composite scores. The small-fruited tomato variety Hangza 504 and the medium-to-large-fruited variety S21289-1 ranked first. Stepwise regression analysis identified seven indicators that significantly influenced tomato quality evaluation. Through cluster analysis, the small-fruited tomato varieties and the medium-to-large-fruited tomato varieties were categorized into three distinct groups based on shared characteristics respectively: Exhibition-type tomato, productivity-enhancing tomato and culinary-purpose tomato. According to the comprehensive evaluation, the small-fruited varieties Hangza 504, Hangza 515, and Ouxiu Huangying, the medium-to-large-fruited varieties S21289-1, Zhewei No. 2 and Jiahong 100 were demonstrated optimal performance.

Key words: Tomato; New variety; Correlation analysis; Principal component analysis; Cluster analysis

收稿日期: 2025-01-24; 修回日期: 2025-04-16

基金项目: 浙江省“三农九方”科技协作计划(2024SNJF014-3); 浙江省蔬菜产业技术团队项目(浙农科发(2023)13号)

作者简介: 钱文浩, 男, 农艺师, 主要研究方向为园艺作物栽培。E-mail: 1283253512@qq.com

通信作者: 陈丽萍, 女, 高级农艺师, 主要从事西瓜、甜瓜和茄科作物栽培技术研究。E-mail: chenliping20042000@163.com

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)风味独特、营养价值高、适应性强,在全球广泛种植,是三大世界性贸易蔬菜之一。我国番茄年产量稳定在 5500 万 t 以上,约占全球番茄产量的 30%^[1]。浙江是我国重要的设施番茄生产区,常年栽培面积 1.87 万 hm²,产量 84 万 t,效益在 30 亿元以上^[2]。近年来,湖州番茄种植面积逐年扩大,2024 年湖州茄果种植面积 0.18 万 hm²,产量 6.06 万 t,产值 2.51 亿元。但番茄品种杂而多,有些品种的产量、品质、市场销路、效益均不佳,无法实现稳产、增收、保供。因而筛选适合当地种植、口味佳、产量高、效益高的番茄品种,对当地番茄规模化生产有着至关重要的作用^[3]。近年来,关于农作物品种选育的分析方法较多,其中以多元统计分析使用最为普遍^[4]。黄媛等^[5]采用主成分分析法对番茄苗期生长指标进行综合评价。除此之外,灰色关联分析、DTOPSIS 法也开始加入到品种选育的评价体系中,陈阿敏等^[6]采用 DTOPSIS 法对 145 份樱桃番茄品种的品质性状进行综合分析,筛选出 5 份整体表现最佳的樱桃番茄种质资源,石鼻坤等^[7]应用层次分析法筛选

出 5 个优质高产番茄品种。王仁杰等^[8]应用相关性分析和主成分分析对 10 个番茄品种的营养品质和感官品质进行了综合评价,庞胜群等^[9]运用灰色关联度分析法分析了 19 个加工番茄品种或杂交组合的 10 个农艺性状对番茄红素含量的影响。近几年,湖州市农业科学研究院通过省级瓜菜新品种种质资源库,为湖州引进了大量优异的番茄新品种,目前使用主成分分析和聚类分析对湖州地区新品种番茄综合评价的研究较少,因此,笔者以浙江省农作物种质资源库收集的 22 份不同果型番茄为材料,测定 9 项指标,对引进番茄进行指标间相关性分析及构建综合评价模型,以期为湖州地区早春茬番茄品种选育及推广提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

22 个番茄品种均由浙江省农作物种质资源库收集保存,其中小番茄品种 10 个,中大果型番茄品种 12 个(表 1)。于 2023 年 1—6 月在湖州市农业科学院试验示范基地开展品种筛选试验。

表 1 试验材料
Table 1 Test materials

编号 Number	品种名称 Variety name	果实类型 Fruit type	编号 Number	品种名称 Variety name	果实类型 Fruit type
1	杭杂 503 Hangza 503	小果型 Small fruited	12	杭杂 602 Hangza 602	中大果型 Medium-to-large fruited
2	杭杂 504 Hangza 504	小果型 Small fruited	13	杭杂 604 Hangza 604	中大果型 Medium-to-large fruited
3	杭杂 515 Hangza 515	小果型 Small fruited	14	嘉红 100 Jiahong 100	中大果型 Medium-to-large fruited
4	瓯秀黄樱 Ouxiu Huangying	小果型 Small fruited	15	豹纹番 Baowenfan	中大果型 Medium-to-large fruited
5	香妃 Xiangfei	小果型 Small fruited	16	浙味 2 号 Zhewei No. 2	中大果型 Medium-to-large fruited
6	黄佳一号 Huangjia No. 1	小果型 Small fruited	17	S21289-1	中大果型 Medium-to-large fruited
7	紫龙 Zilong	小果型 Small fruited	18	S20172	中大果型 Medium-to-large fruited
8	金玉满堂 Jinyu Mantang	小果型 Small fruited	19	S21188	中大果型 Medium-to-large fruited
9	火龙番 Huolongfan	小果型 Small fruited	20	S201066	中大果型 Medium-to-large fruited
10	贼不偷 Zeibutou	小果型 Small fruited	21	铁球 Tieqiu	中大果型 Medium-to-large fruited
11	杭杂 601 Hangza 601	中大果型 Medium-to-large fruited	22	284	中大果型 Medium-to-large fruited

1.2 方法

2023 年 1 月 22 日至 2 月 10 日育苗,在大棚内采用电热线加温育苗法,苗床温度白天 20~25℃,夜间 13~15℃。把经过催芽的种子播种到 72 孔穴盘内,定植前 5~7 d 降温炼苗,白天 15~20℃,夜间 8~10℃。2023 年 2 月 20 日至 3 月 10 日移栽,采用连栋大棚,每个品种种植 1 行,小果型番茄株距 30~40 cm,每行 40 株;中大果型番茄株距 45~50 cm,每行 30 株。按照当地常规方式进行肥水管理及病虫害防治。

在果实转色期测量株高和茎粗,在靠近头尾和中间位置各选择 2 株长势相近的植株,使用卷尺测量从近地处至顶端的距离为株高,使用游标卡尺测量近地处茎粗;从近地处开始数第一花序节位,取第 3 与第 4、第 4 与第 5 及第 5 与第 6 花序间隔的平均值作为花序间隔节位。每个品种采集 10 个大小相近、质地均匀饱满的番茄果实,使用千分之一天平测量单果质量,单株产量=平均单果质量×果实数量/植株数;使用糖度计测定中心可溶性固形物含

量;田间记录畸形果数量,计算畸形果比例。

1.3 数据分析

采用 Excel 对数据进行整理和统计;采用 SPSS19.0 进行聚类分析、相关性分析和主成分分析。其中在主成分分析中,用 X_1 代表株高, X_2 代表茎粗, X_3 代表单果质量, X_4 代表单株产量, X_5 代表可溶性固形物含量, X_6 代表畸形果比例, X_7 代表第一花序节位, X_8 代表每穗结果数, X_9 代表花序间隔节位。

2 结果与分析

2.1 番茄品种指标检测

由表 2 可知,小果型番茄测试指标的变异系数范围在 5.91%~189.30%之间,其中畸形果比例变异系数最大,说明该组数据在不同品种间差异较大,单果质量变异系数也较大,最大质量达 40.01 g,最小只有 11.04 g。由表 3 可知,中大果型番茄测试指标的变异系数范围在 7.75%~72.71%,范围区间较小果型番茄小,说明中大果型番茄各项指标差异分布较平均,其中畸形果比例变异系数最大,平均花序间隔节位变异系数最小,数据相对集中。

2.2 相关性分析

由表 4 可知,9 项指标间存在不同程度的相关性,其中单株产量与株高呈显著正相关,与单果质量呈极显著正相关;可溶性固形物含量与单果质量呈极显著负相关;畸形果比例与单果质量呈显著正

表 3 中大果型番茄性状统计分析

Table 3 Statistical analysis of medium-to -large fruited tomato traits

指标 Index	最大值 Maximum	最小值 Minimum	标准差 SD	变异系数 CV/%
株高 Plant height/cm	213.55	121.66	32.65	21.28
茎粗 Stem thickness/cm	1.62	1.29	0.12	8.04
单果质量 Single fruit mass/g	205.45	65.14	39.17	34.92
单株产量 Single plant yield/kg	4.51	1.19	0.93	43.92
w(可溶性固形物) Soluble solids content/%	7.49	4.94	0.84	13.30
畸形果比例 Proportion of malformed fruits/%	11.88	0.00	4.19	72.71
第一花序节位 The first inflorescence node	6.67	5.00	0.65	11.01
平均每穗结果数 Average number of fruits per ear	3.91	2.32	0.54	17.07
平均花序间隔节位 Average inflorescence spacing node position	2.97	2.22	0.19	7.75

相关,与可溶性固形物含量呈显著负相关;第一花序节位与株高呈极显著正相关,与单株产量呈显著正相关;平均每穗结果数与单果质量、畸形果比例呈极显著负相关,与可溶性固形物含量、第一花序节位呈极显著正相关;平均花序间隔节位与单果质量呈显著正相关,与畸形果比例呈极显著正相关,与可溶性固形物含量、平均每穗结果数呈显著负相关。

2.3 主成分分析

对番茄各项指标进行 KMO 检验,KMO 为 0.663,大于 0.6,满足主成分分析的前提要求,通过 Bartlett 球形度检验 ($P<0.05$),得到近似卡方为 105.763,显著性为 0,说明主成分分析可用于评价番茄各项指标。

由表 5 可知,基于特征值>1 的原则,对番茄 9 个指标提取到 3 个主成分,特征值分别为 3.82、1.94 和 1.26,方差贡献率分别为 42.444%、21.552%和 14.025%,累计方差贡献率为 78.021%,可以反映番茄大部分的性状指标。其中第 1 主成分的单果质量、可溶性固形物含量、畸形果比例、每穗结果数和花序间隔节位的特征向量绝对值较高,主要反映了番茄花期坐果情况和果实品质,第 2 主成分的株高、单株产量和第一花序节位特征向量值较高,第 3 主成分的茎粗特征向量值较高,因此后面两个主成分主要与番茄长势、总产量有关。

表 2 小果型番茄性状统计分析

Table 2 Statistical analysis of small fruited tomato traits

指标 Index	最大值 Maximum	最小值 Minimum	标准差 SD	变异系数 CV/%
株高 Plant height/cm	193.65	123.94	23.56	16.32
茎粗 Stem thickness/cm	1.79	1.17	0.17	12.05
单果质量 Single fruit mass/g	40.01	11.04	8.55	50.33
单株产量 Single plant yield/kg	2.78	0.94	0.61	34.24
w(可溶性固形物) Soluble solids content/%	11.08	4.53	1.72	19.14
畸形果比例 Proportion of malformed fruits/%	2.59	0.00	0.87	189.30
第一花序节位 The first inflorescence node	7.20	6.00	0.45	6.75
平均每穗结果数 Average number of fruits per ear	27.43	9.48	5.59	29.85
平均花序间隔节位 Average inflorescence spacing node position	2.41	2.07	0.13	5.91

表 4 番茄各性状指标相关性分析
Table 4 Correlation analysis of trait indexes in different tomato varieties

指标 Index	株高 Plant height	茎粗 Stem thickness	单果 质量 Single fruit mass	单株 产量 Single plant yield	可溶性 固形物 含量 Soluble solids content	畸形果 比例 Proportion of malfor- med fruits	第一花序 节位 The first inflorescence node	平均每穗 结果数 Average number of fruits per ear	平均花序 间隔节位 Average infloresce nce spacing node position
株高 Plant height	1								
茎粗 Stem thickness	0.195	1							
单果质量 Single fruit mass	0.300	0.041	1						
单株产量 Single plant yield	0.457*	-0.118	0.583**	1					
可溶性固形物含量 Soluble solids content	-0.130	-0.064	-0.786**	-0.349	1				
畸形果比例 Proportion of malformed fruits	0.106	0.283	0.493*	0.105	-0.439*	1			
第一花序节位 The first inflorescence node	0.538**	-0.272	-0.292	0.426*	0.321	-0.341	1		
平均每穗结果数 Average number of fruits per ear	-0.104	-0.197	-0.797**	-0.117	0.800**	-0.599**	0.589**	1	
平均花序间隔节位 Average inflorescence spacing node position	0.254	0.369	0.454*	0.288	-0.432*	0.545**	-0.159	-0.491*	1

注:*表示在 0.05 水平显著相关;**表示在 0.01 水平极显著相关。
Note: * represents significant correlation at 0.05 level; ** represents extremely significant correlation at 0.01 level.

表 5 番茄各项指标的主成分分析
Table 5 Principal component analysis of each
index of tomato

指标 Index	主成分 Principle component		
	1	2	3
X_1	0.270	0.696	0.407
X_2	0.303	-0.244	0.806
X_3	0.886	0.217	-0.284
X_4	0.392	0.777	-0.178
X_5	-0.840	-0.030	0.315
X_6	0.720	-0.175	0.210
X_7	-0.440	0.805	0.107
X_8	-0.902	0.239	0.161
X_9	0.696	0.087	0.392
特征值 Eigenvalue	3.82	1.94	1.26
贡献率 Contribution rate/%	42.444	21.552	14.025
累计贡献率 Cumulative contribution rate/%	42.444	63.996	78.021

为了对不同番茄品种各指标进行综合评价,根据因子得分系数矩阵及其所对应的主成分,可得到如下 3 个主成分得分函数表达式:

$$F1=0.138X_1 + 0.155X_2 + 0.454X_3 + 0.200X_4-0.430X_5+0.368X_6-0.225X_7-0.462X_8+0.356X_9;$$
$$F2=0.500X_1 - 0.175X_2 + 0.156X_3 + 0.558X_4 - 0.021X_5-0.126X_6+0.578X_7+0.172X_8+0.062X_9;$$

$$F3=0.362X_1+0.718X_2-0.253X_3-0.158X_4+0.280X_5+0.187X_6+0.095X_7+0.144X_8+0.349X_9。$$

以 3 个主成分的贡献率为权重,构建番茄各指标的 综合评价函数 : $F=0.544F1 + 0.276F2 + 0.180F3$, F 是综合得分, F 值越高,该品种综合表现越好,反之越差。22 个品种按照该函数计算出 F 值后,再按照小果型和中大果型分开各自排名。由表 6 可知,10 个小果型番茄中,杭杂 504、杭杂 515 和瓯秀黄樱总分排名前三,金玉满堂、紫龙和杭杂 503

表 6 小果型番茄品种综合得分及排名
Table 6 Principal component score and ranking of small
fruited tomato varieties

品种名称 Variety name	$F1$	$F2$	$F3$	F	排名 Rank
杭杂 503 Hangza 503	-1.04	-0.51	-2.65	-1.77	10
杭杂 504 Hangza 504	-0.37	0.32	0.17	0.12	1
杭杂 515 Hangza 515	2.20	-0.46	-1.24	-0.40	2
瓯秀黄樱 Ouxiu Huangying	1.57	1.26	-2.14	-0.53	3
香妃 Xiangfei	-0.44	1.54	-2.00	-0.74	5
黄佳一号 Huangjia No. 1	1.44	1.15	-2.24	-0.64	4
紫龙 zilong	-1.46	1.29	-2.93	-1.50	9
金玉满堂 Jinyu Mantang	-0.47	-1.19	-1.96	-1.48	8
贼不偷 Zeibutou	-0.23	-1.09	-1.78	-1.31	7
火龙番 Huolongfan	0.38	-0.05	-2.31	-1.20	6

排名最后三位。由表 7 可知,12 个中大果型番茄中,S21289-1、浙味 2 号和嘉红 100 位列前三,杭杂 602、S21188 和豹纹番表现最差。

表 7 中大果型番茄品种综合得分及排名
Table 7 Principal component score and ranking of medium-to-large fruited tomato varieties

品种名称 Variety name	F1	F2	F3	F	排名 Rank
杭杂 601 Hangza 601	-1.07	-0.13	1.19	0.42	8
杭杂 602 Hangza 602	-0.15	-0.77	0.83	0.21	10
杭杂 604 Hangza 604	0.72	-2.03	2.00	0.66	4
嘉红 100 Jiahong 100	-1.88	3.03	2.41	1.81	3
284	0.57	-1.87	1.50	0.40	9
浙味 2 号 Zhewei No. 2	-0.05	1.93	2.41	1.84	2
S21289-1	2.36	1.65	3.13	2.58	1
S20172	0.57	0.28	0.89	0.66	4
S21188	-0.63	-2.24	0.54	-0.44	11
S201066	-0.83	-0.41	1.57	0.59	7
铁球 Tieqiu	-0.55	-0.75	1.78	0.66	4
豹纹番 Baowenfan	-0.62	-0.96	0.82	0.07	12

2.4 番茄品质综合评价模型

为进一步简化番茄品质综合评价和相关指标之间的关系,以 F 值为因变量,22 个番茄品种的性状指标为自变量,通过逐步回归分析抽取对 F 值影响显著的关键指标。由表 8 可知,9 项指标中,株高、茎粗、单株产量、可溶性固形物含量、畸形果比例、每穗结果数和花序间隔节位共 7 项指标对 F 值

表 8 逐步回归分析关键指标和综合得分关系
Table 8 Relationship between key indicators and comprehensive scores in stepwise regression analysis

参数 Parameter	非标准化系数 Non standardized coefficient	标准误 SE	标准化系数 Standardized t coefficient	显著性 Significance
常数 Constant	-5.849	0.411	-14.225	0.000
X_1	0.011	0.001	0.271	12.060 0.000
X_2	0.871	0.180	0.109	4.828 0.000
X_4	0.466	0.035	0.326	13.341 0.000
X_5	-0.097	0.019	-0.174	-4.970 0.000
X_6	0.052	0.007	0.187	7.022 0.000
X_8	-0.037	0.005	-0.282	-7.522 0.000
X_9	1.252	0.155	0.215	8.078 0.000
R^2	0.995			
调整 R^2 Regulate R^2	0.992			

影响显著。因此得到的番茄品质综合评价函数表达式为: $Y = -5.849 + 0.011X_1 + 0.871X_2 + 0.466X_4 - 0.097X_5 + 0.052X_6 - 0.037X_8 + 1.252X_9$ 。其中调整 R^2 值为 0.992,即通过将 7 项指标代入公式得到的 Y 值和 F 值相关性系数为 0.992,回归性良好,可用于番茄品质综合评价。

2.5 不同番茄品种农艺性状的聚类分析

确定了不同番茄的综合表现,再通过欧氏距离和质心聚类法对这 22 个番茄品种按照农艺性状表现进行聚类分析。如图 1 所示,10 个小果型番茄在

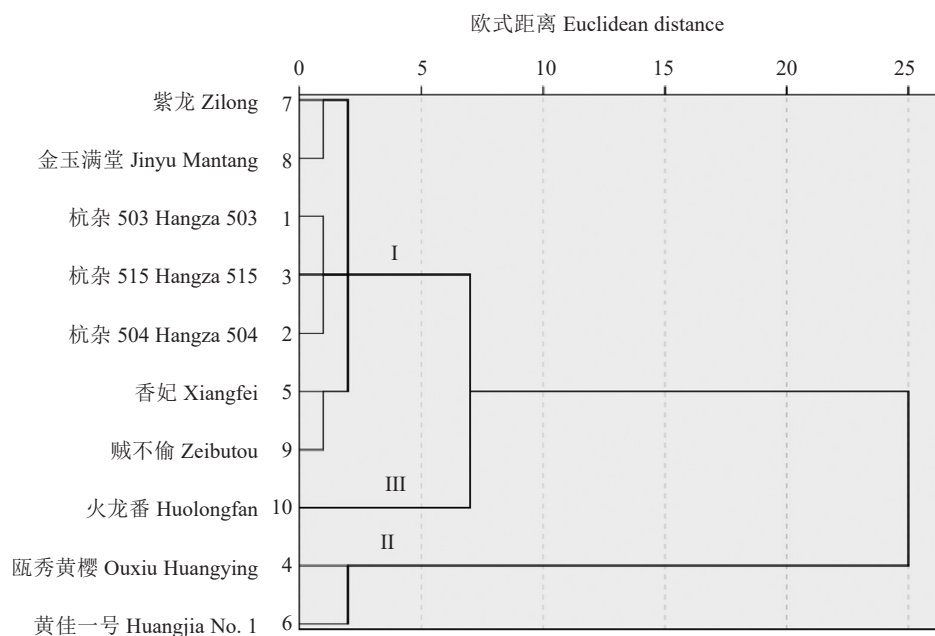


图 1 10 个小果型番茄品种聚类分析

Fig. 1 Cluster analysis of 10 small fruited tomato varieties

欧氏距离为 5 处分为 3 类,第I类包括杭杂 503、杭杂 504、杭杂 515、香妃、紫龙、金玉满堂、贼不偷,主要特征是株高茎粗比例适中,可观性强,可溶性固形物含量适中,口感好;第II类包括瓯秀黄樱和黄佳一号,主要特征是植株长势强,单株产量高,但畸形果比例较高,不美观;第III类只有火龙番,主要特征是单果质量大,可溶性固形物含量低,花序间隔大,挂果数量少。

如图 2 所示,12 个中大果型番茄在欧氏距离为

10 处分为 3 类,第I类包括杭杂 601、杭杂 602、杭杂 604、嘉红 100、浙味 2 号、284、S201066 和铁球,主要特征是株高与茎粗比例适中,单果质量小,产量低,但可溶性固形物含量高,第一花序节位低,很少有畸形果,整体较美观;第II类包括 S21289-1、S20172 和 S21188,主要特征是植株长势好,单株产量高,但畸形果比例高,第一花序节位高,结果位分布不均匀;第III类仅有豹纹番,主要特征是单果质量较大,果肉足但长势差,单株结果少、产量低,可

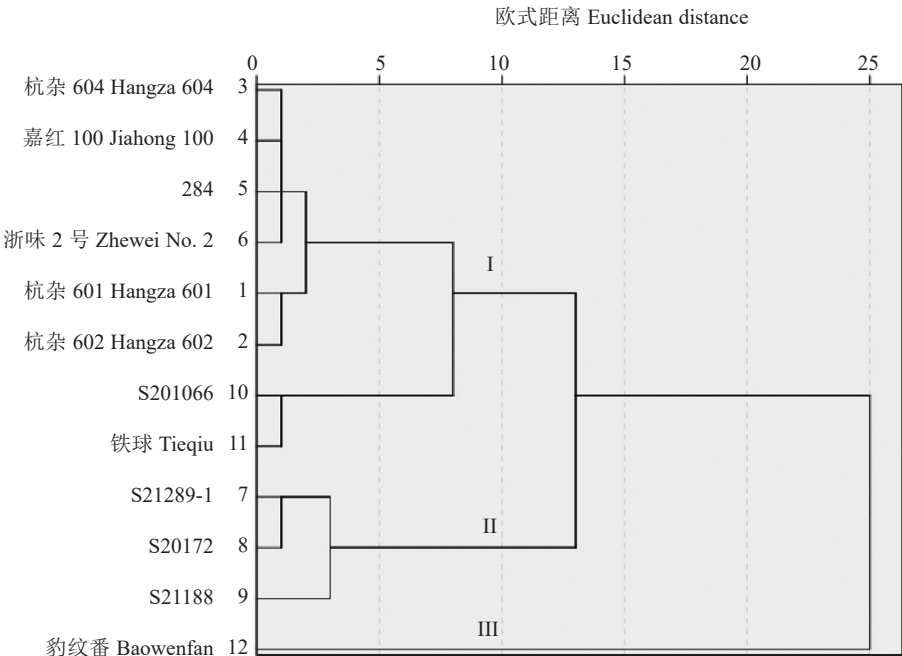


图 2 12 个中大果型番茄品种聚类分析
Fig. 2 Cluster analysis of 12 of medium-to-large fruited tomato varieties

溶性固形物含量低,畸形果比例中等。

3 讨论与结论

为推动当地蔬菜产业发展,丰富蔬菜品种多样性,近年来,湖州通过省级品种选育推广项目筛选适宜本地种植的优势品种^[10]。在试验中选择多项指标检测,明确种质资源差异性,对整理得到的数据结果,目前采用的分析方法主要有相关性描述^[11]、隶属函数法^[12]、主成分分析^[13]、灰色关联度预测模型^[14]、聚类分析^[15-16]等。为评价适合银川平原地区的优良樱桃番茄育种材料,陈祥等^[17]基于多元统计、灰色关联度分析和 DTOPSIS 法对 100 份番茄新品种进行综合评价;杨生保等^[18]利用灰色关联度分析法对引自日本的 18 份和新疆当地的 3 份加工番茄资源进行引种试验;李翔等^[19]利用相关性分析、主成分分析和感官评价等多元分析方法筛选出串红番茄、

玉女、沪樱红 1 号和小翠 4 个品种均适宜在昭通地区栽培;王明姣等^[20]基于主成分分析法筛选鲜食番茄品种,为满足不同供应和消费市场需求指明方向。

笔者针对 22 个番茄品种通过植株性状、果实性状和产量测定,结合变异系数寻找各品种间差异。通过相关性分析得到指标间关联程度,其中单果质量与其他 5 项指标均呈显著相关性,与可溶性固形物含量和平均每穗结果数呈极显著负相关,与单株产量呈极显著正相关,可溶性固形物含量与平均每穗结果数呈极显著正相关,这与潘英杰等^[21]对基于不同品种和园区的番茄果实可溶性固形物含量对表型性状的响应研究结果一致。目前多个样品的综合评价中,主成分分析和聚类分析应用最广泛,其中主成分分析在相关性分析的基础上,归纳多指标的大部分信息,简化评价体系,描述更客观直接^[22-24]。在主成分分析中,各主成分包含的指标

与相关性分析中显著相关指标指向性一致,其中第一主成分包含的指标最多,因此方差贡献率最高,最能影响番茄品种综合得分,小果型番茄综合排名中,杭杂 504、杭杂 515 以及瓯秀黄樱得分居前三,综合表现最好,而杭杂 503 却排名垫底,这是因为该品种虽然可溶性固形物含量较高,没有畸形果,但产量低,长势偏弱,花序间隔过小,后期挂果距离近,需要疏花疏果,增加人工成本,且可能影响果实外观商品性。中大果型番茄综合排名中,S21289-1、浙味 2 号和嘉红 100 整体表现好,豹纹番表现最差,主要由于豹纹番长势弱,可溶性固形物含量低且易产生畸形果,产量也低。通过逐步回归分析,获得具体指标和综合得分的函数关系,但是指标仅减少了两项,这可能是测量指标较少,其余指标和 F 值相关性显著,且调整 $R^2=0.992$,今后将增加更多性状指标,拟合更加客观的评价模型。

综上所述,22 个番茄品种通过聚类分析,概述为 3 类,一是展示型番茄,植株外观和果实品质整体表现佳,果实很少有畸形果,但产量较低;二是助产型番茄,产量高,长势好,但畸形果比例较高,且开花节位和结果位分布不均匀,影响美观,适合成本预算低、急需收益的农户种植;三是菜用型番茄,虽然生吃口感较差,但单果质量大,果肉足,适合做菜,且花序间隔大,方便疏花整枝。小果型番茄中杭杂 504、杭杂 515 和瓯秀黄樱表现最佳,中大果型番茄中 S21289-1、浙味 2 号和嘉红 100 表现最佳,建议在湖州地区推广种植。

参考文献

- [1] 田永强,高丽红.设施番茄高品质栽培理论与技术[J].中国蔬菜,2021(2):30-40.
- [2] 胡美华,杜叶红,沈年桥,等.设施番茄高品质栽培关键技术[J].长江蔬菜,2021(15):19-22.
- [3] 连丽强,李静,任桐桐,等.高品质鲜食番茄品种比较[J].北京农学院学报,2023,38(1):33-38.
- [4] 赵燕,邱鹏程,吴凌波,等.番茄营养成分与感官品质评价指标多元统计分析[J].北方农业学报,2023,51(5):75-83.
- [5] 黄媛,李瑜玲,高欣娜,等.基于主成分分析的番茄苗期生长评价指标研究[J].中国瓜菜,2021,34(8):32-37.
- [6] 陈阿敏,裴芸,徐秀红,等.贵州地方樱桃番茄资源产量品质比较分析[J].种子,2021,40(12):75-82.
- [7] 石秉坤,李衍素,闫妍,等.应用层次分析法的优质番茄品种综合评价研究[J].蔬菜,2022(10):9-16.
- [8] 王仁杰,蔡红明,夏海波,等.不同品种番茄的果实品质及感官评价[J].中国果菜,2022,42(7):42-50.
- [9] 庞胜群,郑群,辛建华.加工番茄农艺性状与番茄红素的灰色关联分析[J].北方园艺,2010(4):12-14.
- [10] 张飞雪,周利利,陈丽萍,等.浙北地区日光温室早春茬樱桃番茄新品种比较试验[J].上海蔬菜,2022(4):11-14.
- [11] 刘凤琼,王红梅,贺申魁,等.31 份樱桃番茄设施栽培品比试验[J].南方园艺,2024,35(6):1-10.
- [12] 李洪磊,王晓敏,郑福顺,等.基于主成分和隶属函数分析的不同果色番茄品种引种初步评价[J].云南大学学报(自然科学版),2021,43(2):402-411.
- [13] 田启建,赵致,叶玉龙.14 份国外番茄种质资源综合性状评价[J].种子,2008,27(3):51-54.
- [14] 宋慧,郭岩,邢璐,等.基于灰色关联度、DTOPSIS 与灰色局势决策法的谷子品种综合评价[J].中国农业大学学报,2023,28(11):42-56.
- [15] 周艳超,薛坤,葛海燕,等.基于主成分与聚类分析的樱桃番茄品质综合评价[J].江西农业学报,2021,33(12):2320-2329.
- [16] 胡志辉,梁晓平,田巧君,等.豇豆品种在盐胁迫下叶片叶绿素荧光特性聚类分析[J].种子,2024,43(7):36-44.
- [17] 陈祥,刘宜洋,罗璐,等.基于不同评价方法对 100 份樱桃番茄种质资源的综合评价[J].华南农业大学学报,2025,46(1):62-71.
- [18] 杨生保,余庆辉,王柏柯,等.加工番茄引种试验的灰色关联度分析[J].新疆农业科学,2006,43(4):294-298.
- [19] 李翔,鲁素君,唐纪华,等.基于主成分分析和感官鉴定对不同番茄品种的综合评价[J].中国瓜菜,2025,38(1):72-80.
- [20] 王明姣,郭敬华,刺世凯,等.基于主成分分析法的鲜食番茄品种适应性评价与筛选[J].蔬菜,2024(12):70-76.
- [21] 潘英杰,孙焱鑫,李艳梅,等.基于不同品种和园区的番茄果实可溶性固形物含量对表型性状的响应[J].山东农业科学,2022,54(10):30-36.
- [22] 王春勇,陈志,董艾美,等.大果型番茄杂交组合表型性状遗传多样性分析[J/OL].内蒙古农业大学学报(自然科学版),1-12[2025-03-11].<https://link.cnki.net/urlid/15.1209.s.20250307.1822.004>.
- [23] 于晓伟,谢明学,王娟,等.基于主成分分析和隶属函数法筛选宁夏引黄灌区西蓝花新品种[J].农业与技术,2025,45(2):21-25.
- [24] 谈静如,胡齐赞,岳智臣,等.基于叶绿素荧光参数的苗用型大白菜耐热性综合评价体系[J].浙江农业学报,2025,37(3):288-299.