

水果番茄品种资源的农艺表型性状多样性分析

夏修新¹, 杨林¹, 周采鸿¹, 陈江辉², 吴双¹, 刘国豪¹, 倪穗^{1*}

(1.宁波大学 海洋学院, 浙江 宁波 315832; 2.慈溪市农业技术推广中心, 浙江 慈溪 315300)

摘要: 采用变异性分析、相关性分析和聚类分析等方法, 对国内外 17 种水果番茄品种进行了物候期、叶、花、茎、果等 28 个农艺表型性状的调查测定、分类和评价。结果表明, 17 种水果番茄品种的农艺表型性状具有多样性, 并且品种之间差异显著; 品种间的农艺表型性状变异系数为 10%~75%, 其中叶和花的变异系数为 10%~25%, 果的变异系数为 30%~75%; 相关性分析发现, 各品种间表型性状显著相关; 采用聚类分析发现, 在遗传距离为 12 处可以将 17 种水果番茄品种划分为 4 大类群。研究结果可为宁波地区水果番茄优质品种的推广种植提供参考。

关键词: 水果番茄; 农艺性状; 表型; 多样性; 相关性分析; 聚类分析

中图分类号: Q949

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2023) 01-0010-12

番茄(*Solanum lycopersicum* L.)隶属于茄科(Solanceae)番茄属(*Solanum*), 为一年生或多年生草本植物, 又名西红柿、洋柿子^[1-2]。番茄起源于秘鲁、厄瓜多尔等南美洲国家和地区^[3], 是世界上消费量最大的蔬菜作物之一^[4], 也是仅次于马铃薯的世界第二高经济价值的园艺作物。人们日常食用的是其成熟的果实, 而对果实有毒的疑虑一直阻碍番茄的食品化发展, 直到 17 世纪番茄才被作为可食用产品从欧洲迅速传播开来, 现为全世界栽培广泛的果菜之一^[5]。番茄不仅可作为蔬菜, 也可作为水果, 且水果番茄在我国各地种植面积日益扩大, 深受广大消费者青睐^[6]。

水果番茄农艺表型性状具有多样性。果实形态有心形、球形、长圆形和梨形等^[7]。果实颜色有红色、粉红色、黄色、橘色、绿色、黑色以及棕色等^[8-9]。果实大小有小果番茄(樱桃番茄)、中果番茄和大果番茄等^[10-12]。水果番茄表型性状还涉及植株的茎、叶、花、种子等部位。总之, 水果番茄农艺表型性状多样, 不同品种水果番茄具有其代表性的性状特色^[13-16]。

对水果番茄农艺表型研究已有一些报道, 如夏秀波等^[17]研究了番茄的株高、叶面积和节间长等

农艺表型性状, 并作为植株发育的形态指标, 有效反映了不同处理情况下番茄的长势。Mazzucato 等^[18]将不同品种番茄的表型特征进行了分类统计, 有效描述了番茄农艺性状的多样性。但是前人测量分析的番茄农艺表型性状种类数量较少, 而且缺乏综合性研究。近些年, 对植物表型的研究评价出现了质量性状的描述统计和数量性状的计算分析等方法^[19-22], 其中在作物的多样性分析评价方面, 数量性状分析中的差异性多样性分析和评价非常有效。

本研究采用直接测定农艺表型性状的方法, 结合变异系数分析、性状频率分析和相关性分析, 对 17 种水果番茄的表型性状进行了多样性评价, 旨在为水果番茄品种在宁波地区的推广提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验采用的 17 种水果番茄种子由慈溪农业技术推广中心提供, 均为杂交种, 包含 13 种小果水果番茄和 4 种中、大果水果番茄, 果实具有风味独特及果形果色多样等特点。供试水果番茄品种信息见表 1。

收稿日期: 2022-09-05.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journal1g.nbu.edu.cn/>

基金项目: 浙江省慈溪市农业科技项目(CN202010)。

第一作者: 夏修新(1997-), 男, 山东曹县人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 番茄品种推广. E-mail: 1229926066@qq.com

*通信作者: 倪穗(1965-), 女, 浙江宁波人, 教授, 主要研究方向: 植物生物技术. E-mail: nbnsui@126.com

表 1 供试水果番茄品种名称、来源及特性

编号	品种名称	来源	特性
XT-1	龙珠	上海富农种业有限公司	无限生长型、樱桃番茄
XT-2	浙樱粉 1 号	浙江依农种业有限公司	无限生长型、樱桃番茄
XT-3	黄妃	日本金子种苗株式会社	无限生长型、樱桃番茄
XT-4	红风铃	浙江美之奥种业股份有限公司	无限生长型、樱桃番茄
XT-5	珍味 1 号	上海富农种业有限公司	无限生长型、樱桃番茄
XT-6	釜山 88	青岛永禾安种业有限公司(经销)	无限生长型、樱桃番茄
XT-7	金色密码	温州肇丰种苗有限公司	无限生长型、樱桃番茄
XT-8	光辉 101	北京井田农业科技有限公司	无限生长型、大果番茄
XT-9	豫艺 101	河南豫艺种业科技发展有限公司	无限生长型、中果番茄
XT-10	豫艺酸甜果	河南豫艺种业科技发展有限公司	无限生长型、中果番茄
XT-11	普罗旺斯	广东金作农业科技有限公司(经销)	无限生长型、大果番茄
XT-12	浙樱黄 2 号	浙江美之奥种业股份有限公司	无限生长型、樱桃番茄
XT-13	白宝	寿光市种瓜得瓜种业有限公司	无限生长型、樱桃番茄
XT-14	豫艺巧克力	河南豫艺种业科技发展有限公司	无限生长型、樱桃番茄
XT-15	桔贝	绿亨科技股份有限公司	无限生长型、樱桃番茄
XT-16	千禧	农友种苗(中国)有限公司	无限生长型、樱桃番茄
XT-17	皇小妹	绿亨科技集团股份有限公司	无限生长型、樱桃番茄

1.2 试验地点概况

试验地点为浙江省慈溪市坎墩果蔬农场(30.25°N, 121.28°E). 定植塑料温室大棚长 50 m、宽 8 m、高 2.8 m, 大棚装有 60 目防虫网. 周围均为温室大棚, 灌溉用水为周边的河水, 小气候相同. 试验地区地势平坦, 土壤为典型的组合型平原土壤, 类型单一, 肥力较稳定.

1.3 试验设计

水果番茄种子于 2021 年 11 月 7 日播种于浙江省慈溪市坎墩果蔬农场的温室大棚苗床, 同年 11 月 28 日将萌发后的幼苗从苗床移栽入 50 孔穴盘培养, 穴盘培养主要是对幼苗进行断根处理, 促进植株后期发旺. 待幼苗长至 20 cm 左右, 于 2022 年 1 月 21 日移入大棚. 棚内修整为宽 1.35 m, 高 20 cm 的田垄, 双行种植, 17 种水果番茄采用同一种植密度, 株距 45 cm, 行距 60 cm, 每个品种定植小区面积为 16 m².

整枝方式采用双杆整枝. 待植株长至 50 cm, 用竹竿搭架绑蔓, 防止倒伏和果实减产, 待植株长至 2 m 打顶. 植株定植 3 周后施肥, 肥料为自行配制的氮、磷、钾复合肥料(N:P:K 质量比为 15:15:15), 其间总施肥量为 270 g·m⁻². 为防止虫害, 移栽后定

期喷洒含氯氰菊酯的拟除虫菊酯杀虫剂, 插牌做标记. 试验期间, 供试番茄植株均生长正常.

1.4 性状数据采集

1.4.1 仪器设备

数显游标卡尺、直角尺、卷尺、RHS 植物比色卡(2015)(英国皇家园林协会).

1.4.2 指标测定

参考《番茄种质资源描述规范和数据标准》^[23]并稍作修改, 每个品种随机抽取 15 株, 统计叶、茎、花序、果实和各物候期的性状数据.

始收日期: 在供试水果番茄群体内, 30% 植株第一次采收商品果实的日期, 以“年月日”表示.

末收日期: 最后一次采收番茄果实的日期, 以“年月日”表示.

叶面积: 测量最大真叶最宽处的宽度和最长处的长度, 叶面积采用吴远藩^[24]方法测量, 公式为:
$$Y = 0.3607X + 25.2,$$
式中: Y 为所测叶面积, cm²; X 为所测叶长与叶宽数值的乘积.

果色分布: 人工肉眼观察鉴定果皮颜色分布是否均匀, 结果分为 2 类: 均匀或不均匀.

果形指数: 果实形状与单果质量果实形状按

果形指数(纵径/横径)分级. 扁平为纵径/横径 ≤ 0.70 , 扁圆为纵径/横径在 $0.71\sim 0.86$ 范围, 圆为纵径/横径在 $0.87\sim 1.00$ 范围, 高圆为纵径/横径在 $1.01\sim 1.50$ 范围, 长圆为纵径/横径 ≥ 1.51 .

以上测量重复 3 次, 结果精确到小数点后两位.

1.5 数据统计与分析

采用 Excel 2016 软件计算性状数据的标准差(SD)、平均值(mean)、最大值(max)、最小值(min)、变异系数(C_v). 采用 SPSS 25.0 软件进行相关性分析和聚类分析.

2 结果与分析

2.1 17 种水果番茄物候期比较分析

供试的 17 种水果番茄主要物候期及采收天数的统计数据见表 2. 从表 2 可知, 17 种水果番茄种子的播种时间均为 2021 年 11 月 7 日, 幼苗定植时间为 2022 年 1 月 19 日, 水果番茄的始花时间集中在 2022 年 2 月上旬, 最早的为 XT-2 (2022 年 2 月 1 日), 最晚品种在 2022 年 2 月 10 日, 始花时间最长相差 9 d, 始花期存在一定的差异性. 17 种水果番茄的始收期差别较大, 其中 XT-1、XT-2、XT-3、XT-4、XT-5 和 XT-7 可以采收的时间最早(2022 年 4 月 18 日), 其次为 XT-6、XT-12、XT-14、XT-13、

XT-15、XT-17 和 XT-16, 较晚为 XT-8、XT-9 和 XT-10 (2022 年 5 月上旬), 最晚的是 TX-11 (2022 年 5 月 16 日), 始收时间最大相差 28 d. 差异的主要原因是大果水果番茄体积大, 积累营养物质多, 导致成熟时间普遍晚于樱桃番茄; 樱桃番茄始收时间较为集中, 主要在 2022 年 4 月中下旬. 本试验水果番茄采摘到第 6~9 穗果实结束, 末收期集中在 6 月底到 7 月初, 采收结束最早的是 XT-9、XT-10 和 XT-16 (2022 年 6 月 20 日), 最晚的是 XT-12、XT-13、XT-15 和 XT-17 (2022 年 7 月 10 日), 末收期时间最长相差 20 d, 樱桃番茄末收期集中在 7 月上旬, 仅 XT-16 于 6 月下旬结束采收, 推测该品种在试验区对高温的耐受性较差. 大果水果番茄的末收期集中在 2022 年 6 月下旬, 主要原因是果穗数多(5~6 穗), 且成熟时间较集中. 在 17 种水果番茄中 XT-1、XT-2、XT-3、XT-4、XT-5 和 XT-7 从播种到收获生长天数最短, 为 172 d. TX-11 从播种到收获生长天数最长, 为 180 d. 采收时长排名(含并列, 下同)前三品种为 XT-12、XT-2、XT-3、XT-4、XT-7、XT-13、XT-15、XT-17 和 XT-14, 后三品种为 XT-8、XT-16、XT-11、XT-9 和 XT-10. 采收时长最大相差 41 d, 不同品种的水果番茄采收时间差较为明显.

表 2 供试番茄品种主要物候期及采收天数

编号	播种期	定植期	始花期	始收期	末收期	采收天数/d
XT-1	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-04	2022-04-18	2022-06-25	68
XT-2	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-01	2022-04-18	2022-07-02	75
XT-3	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-08	2022-04-18	2022-07-02	75
XT-4	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-07	2022-04-18	2022-07-02	75
XT-5	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-10	2022-04-18	2022-06-28	71
XT-6	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-08	2022-04-22	2022-07-02	71
XT-7	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-07	2022-04-18	2022-07-02	75
XT-8	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-08	2022-05-06	2022-06-28	53
XT-9	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-10	2022-05-13	2022-06-20	38
XT-10	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-10	2022-05-13	2022-06-20	38
XT-11	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-08	2022-05-16	2022-06-28	43
XT-12	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-06	2022-04-22	2022-07-10	79
XT-13	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-06	2022-04-26	2022-07-10	75
XT-14	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-09	2022-04-22	2022-07-05	74
XT-15	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-07	2022-04-26	2022-07-10	75
XT-16	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-07	2022-04-28	2022-06-20	53
XT-17	2021-11-07	2022-01-19	2022-02-10	2022-04-26	2022-07-10	75

2.2 水果番茄不同品种的农艺性状变异

2.2.1 株高比较分析

分别在定植期、两花序期、摘顶期测量植株高

度, 判断其早期长势情况, 结果见表3. 从表3可见, 17 种水果番茄在不同时期株高变异系数的变化范围为 1.34%~15.36%, 变异幅度较小. 变异系数最

表 3 水果番茄植株早期长势比较 cm

编号	株高 1	株高 2	株高 3	编号	株高 1	株高 2	株高 3
XT-1	15.38	68.52	207.41	XT-12	20.44	70.13	212.98
XT-2	16.34	62.50	208.02	XT-13	14.66	69.20	206.68
XT-3	12.56	69.67	204.44	XT-14	14.30	64.87	205.98
XT-4	18.60	80.08	211.69	XT-15	16.58	68.00	208.67
XT-5	15.77	81.14	208.71	XT-16	10.02	66.20	201.46
XT-6	14.00	72.13	206.17	XT-17	14.97	57.73	206.21
XT-7	17.71	78.87	210.65	SD	2.39	7.33	2.78
XT-8	15.88	80.07	208.76	mean	15.57	70.74	207.76
XT-9	18.70	74.20	211.39	max	20.44	81.14	212.98
XT-10	14.18	80.60	206.96	min	10.02	57.73	201.46
XT-11	14.52	58.67	205.79	C _v /%	15.36	10.36	1.34

表 4 供试水果番茄的植株农艺性状差异

编号	叶长/ mm	叶宽/ mm	叶面 积/cm ²	萼片长 度/mm	花瓣长 度/mm	花蕾直 径/mm	花柄长 度/mm	第一花 序花数/ 朵	第一花 序节位/ 节	一二花 序间距/ cm	第二花 序节位/ 节	一二花 序间茎 粗/mm	叶色	花色
XT-1	24.02	18.95	20.09	14.06	12.01	44.72	6.60	8	9	22.23	13	11.08	绿色	浅黄色
XT-2	57.40	45.30	48.00	9.92	12.45	28.63	7.70	17	7	21.27	10	10.70	深绿色	橘黄色
XT-3	37.28	28.63	30.34	10.04	12.06	27.90	6.67	18	11	25.82	16	11.65	深绿色	黄色
XT-4	29.91	23.60	25.01	11.26	13.35	26.99	8.50	15	10	25.53	14	9.83	深绿色	橘黄色
XT-5	46.38	35.82	37.95	11.53	12.96	27.46	6.93	24	9	22.90	12	10.12	绿色	浅黄色
XT-6	50.37	40.75	42.12	10.44	9.79	27.06	6.10	26	8	21.53	12	10.55	深绿色	橘黄色
XT-7	44.20	34.88	36.96	10.18	11.38	28.36	5.93	18	8	24.01	12	10.84	深绿色	黄色
XT-8	35.16	27.75	29.40	9.93	11.19	23.86	6.81	7	7	19.60	10	11.22	深绿色	黄色
XT-9	31.28	25.69	26.16	9.13	12.34	33.27	7.71	7	8	30.40	11	10.09	绿色	黄色
XT-10	38.33	28.67	30.38	7.69	11.32	21.06	6.23	8	7	19.47	10	9.57	绿色	黄色
XT-11	37.25	29.40	31.15	12.24	12.09	36.11	6.24	6	7	25.40	11	11.72	浅绿色	黄色
XT-12	33.64	24.55	28.13	5.44	9.76	21.77	6.04	19	8	30.33	11	10.47	深绿色	浅黄色
XT-13	34.13	25.36	26.87	12.85	14.84	32.60	6.17	11	8	26.87	12	11.50	浅绿色	橘黄色
XT-14	30.63	24.17	25.61	8.51	11.22	26.94	6.37	16	7	20.80	10	12.14	深绿色	黄色
XT-15	33.76	30.59	32.41	15.22	13.33	31.93	6.32	29	8	28.40	12	11.89	绿色	黄色
XT-16	44.89	36.43	37.54	14.93	16.35	36.02	6.58	16	8	26.60	12	11.89	深绿色	橘黄色
XT-17	35.07	27.46	30.16	13.20	14.30	30.79	5.70	29	8	26.13	12	9.21	深绿色	黄色
SD	8.10	6.56	6.73	2.53	1.65	5.63	0.71	7.42	1.08	3.35	1.52	0.86	—	—
mean	37.86	29.88	31.66	10.97	12.40	29.73	6.62	16	8	24.55	12	16.72	—	—
max	57.40	45.30	48.00	15.22	16.35	44.72	8.50	29	11	30.40	16	12.14	—	—
min	24.02	18.95	20.09	5.44	9.76	21.06	5.70	6	7	19.47	10	9.21	—	—
C _v /%	21.39	21.95	21.26	23.02	13.34	18.93	10.74	46.03	13.28	13.64	12.88	5.14	—	—

大的为 2022 年 1 月 21 日测量的高度. 生长早期, 植株高度排名前五位品种是 XT-12、XT-9、XT-4、XT-7 和 XT-15, 株高最低的是 XT-16, 此后 2 次测量的高度变异程度越来越小, 表明在生长早期不同品种之间植株长势存在较大差异, 但后期植株长势减慢, 品种间生长速度差异不断缩小.

2.2.2 茎、叶及花性状分析

供试水果番茄材料的茎、叶、花的农艺性状及频率分布见表 4. 从表 4 可知, 三者总体变异系数的变化范围为 5.14%~46.03%, 变异幅度较大, 其中变异系数最大为第一花序花数, 超过 46%, 远大于平均变异系数, 这可能是由于大果水果番茄单花序花数远小于樱桃番茄. 因此, 大小果水果番茄在单花序性状上的数据相对离散, 变异程度大. 变异系数最小的为一二花序间茎粗, 表明不同水果番茄品种间植株茎粗长势较为一致, 差异程度小.

从表 4 还可发现, 变异系数主要为 10%~25%,

包括叶长、叶宽、叶面积、萼片长度、花瓣长度、花蕾直径、花柄长度、第一花序节位、一二花序间长度及第二花序节位. 综合分析可发现, 叶、花、茎性状在不同品种间变异程度较小, 这与文献[25]对花序叶片变异程度的研究结果相一致.

2.2.3 果穗果数及畸形果裂分析

表 5 统计了供试水果番茄前期的果穗数据, 反映了前期水果番茄的结果能力. 从表 5 可知, 单果重、第一穗果数、第二穗果数、第三穗果数以及畸形果裂果率的变异系数均大于 50%, 其中单果重的变异系数为 101.03%, 其主要原因可能是供试水果番茄中包含小、中和大果水果番茄, 部分大果水果番茄果的重量是小果番茄的 15 倍. 前三穗果实的数量变异系数集中在 50%~60%之间, 表明供试水果番茄前期连续结果能力较稳定. 畸形果裂果率的变异系数为 132.70%, 主要原因是其中大果水果番茄果出现超过 10%的畸形果裂果率, 品质较差. 综

表 5 水果番茄果穗果数及畸形果裂果差异

编号	单果重/g	穗数/穗	第一穗果数/个	第二穗果数/个	第三穗果数/个	畸形果裂果率/%
XT-1	25.23	9	10	7	16	6.06
XT-2	16.67	9	31	25	35	0.00
XT-3	13.70	10	45	38	27	0.00
XT-4	15.67	8	30	25	20	1.33
XT-5	19.40	9	29	23	28	0.00
XT-6	20.40	9	35	28	17	1.25
XT-7	21.47	8	48	32	29	1.83
XT-8	84.83	9	5	5	6	12.50
XT-9	80.23	6	7	6	7	13.81
XT-10	114.20	6	7	6	7	11.23
XT-11	155.47	5	5	5	5	18.77
XT-12	10.77	9	39	47	52	0.72
XT-13	23.63	7	21	21	20	1.61
XT-14	17.10	9	20	13	10	0.00
XT-15	27.13	9	35	31	38	0.00
XT-16	17.00	9	26	36	31	0.00
XT-17	23.40	9	21	17	18	5.36
SD	40.79	1.35	13.56	12.67	12.38	5.81
mean	40.37	8.24	24.35	21.47	23.18	4.38
max	155.47	10	48	47	52	18.77
min	10.77	5	5	5	5	0
$C_v/\%$	101.03	16.41	55.68	59.02	53.41	132.70

合看, 前三穗果实代表了水果番茄的前期质量, 大部分水果番茄的结果数量令人满意, 仅有少部分水果番茄结果能力较低.

2.2.4 果实形态特征分析

供试水果番茄果实形态描述统计结果见表 6. 从表 6 可知, 不同水果番茄果实横径变异系数为 46.71%, 变化范围较大, 体现了大中小果水果番茄之间外观尺寸的差异程度; 果实纵径变化范围小于横径, 主要原因是中大果水果番茄呈偏扁圆形, 导致纵径变异系数远小于横径变异范围, 为 23.61%. 番茄果肉厚度最大的是大果水果番茄 XT-9, 果肉最薄的是樱桃番茄 XT-5, 果肉最厚的品种是最薄的近 4 倍. 不同水果番茄果实心室变异系数最大为 73.42%, 在供试水果番茄果实形态特征中分散程度最大, 樱桃番茄的心室数集中在 2~3 个, 中果和大果水果番茄的心室数集中在 3~9 个,

番茄心室数量过多是一种畸形的表现, 会严重影响果实的商品价值. 水果番茄果形指数主要受果实纵横径大小的影响, 樱桃番茄果形指数普遍集中在 1.0~2.0, 因此樱桃番茄果实偏向于高圆形, 显得较为美观, 而 XT-13 果形指数大于 2.0, 导致果实过长, 影响观感, 中大果水果番茄的果形指数均小于 1.0, 集中在 0.6~0.8, 导致中大果水果番茄显得较为扁圆, 呈比较传统的番茄果形, 容易受消费者认可. 17 种水果番茄果实横剖面及果面棱沟情况如图 1 所示. 果面棱沟程度重的水果番茄会严重影响消费者的购买欲望, 棱沟程度轻的水果番茄显得较为圆润讨喜, 棱沟程度重的水果番茄易出现空心, 导致果实商品品质降低. 例如 XT-10 出现重度果面棱沟. 果面棱沟也会直接影响果实横切面的形状, 两者关系密切. 供试水果番茄成熟果实颜色有 7 种, 表现出果实颜色的多样性. 胎座颜色

表 6 供试水果番茄果实形态特征差异

编号	纵径/ mm	横径/ mm	心室 数/室	果肉 厚/mm	果形 指数	果面 棱沟	成熟 果色	胎座 颜色	皮色 分布	果形	果顶 形状	果实横切 面形状	果面 绒毛
XT-1	35.39	33.56	3	4.09	1.05	无	深红色	红色	不均匀	高圆形	圆平	圆形	无
XT-2	31.48	29.29	2	3.78	1.07	无	粉红色	粉红色	均匀	高圆形	圆平	圆形	无
XT-3	29.10	25.28	2	3.22	1.15	无	橘黄色	黄绿色	不均匀	高圆形	微凸	圆形	稀
XT-4	32.77	29.47	2	3.13	1.11	无	红色	粉红色	不均匀	高圆形	微凸	圆形	无
XT-5	34.82	28.32	2	2.21	1.23	无	红色	粉红色	不均匀	高圆形	微凸	等边多边形	无
XT-6	42.49	27.73	2	3.12	1.53	无	红色	红色	均匀	长圆形	凸尖	圆形	稀
XT-7	35.24	32.77	2	2.58	1.08	轻	黄色	黄色	不均匀	高圆形	微凸	等边多边形	中
XT-8	45.35	66.99	9	7.36	0.68	中	深红色	粉红色	均匀	扁平形	微凹	圆形	稀
XT-9	46.68	62.15	3	8.13	0.75	中	红色	粉红色	均匀	扁圆形	微凹	圆形	稀
XT-10	44.86	65.63	9	4.65	0.68	重	橘红色	红色	均匀	扁平形	微凹	不规则形状	稀
XT-11	62.49	86.25	6	7.24	0.72	中	粉红色	粉红色	均匀	椭圆形	圆平	不规则形状	无
XT-12	27.65	25.50	2	2.77	1.08	无	黄色	黄绿色	不均匀	高圆形	圆平	圆形	稀
XT-13	54.48	26.70	2	3.43	2.04	无	黄白色	黄色	不均匀	长圆形	凸尖	圆形	无
XT-14	38.65	26.92	2	3.41	1.44	无	红棕色	绿色	不均匀	高圆形	凸尖	圆形	无
XT-15	44.40	37.57	2	4.77	1.18	轻	橘黄色	黄色	均匀	高圆形	微凸	圆形	中
XT-16	33.53	29.76	2	4.15	1.13	无	红色	粉红色	均匀	高圆形	微凸	圆形	无
XT-17	55.82	28.25	2	4.86	1.98	轻	橘黄色	绿色	不均匀	长圆形	凸尖	等边多边形	无
SD	9.66	18.19	2.33	1.69	0.38	—	—	—	—	—	—	—	—
mean	40.89	38.95	3	4.29	1.17	—	—	—	—	—	—	—	—
max	62.49	86.25	9	8.13	2.04	—	—	—	—	—	—	—	—
min	27.65	25.28	2	2.21	0.68	—	—	—	—	—	—	—	—
C _v /%	23.61	46.71	73.42	39.51	32.81	—	—	—	—	—	—	—	—

以红色系和绿色系为主；果实表皮颜色主要考察是否有不同色块或者斑点，反映果色分布的均匀性。中大果水果番茄果皮颜色分布较为均匀，樱桃番茄品种之间皮色分布较随机。果顶形状和果面绒毛表型分布也较随机，这主要由各品种的特性决定。

2.3 水果番茄不同品种的质量性状频率分析

供试水果番茄的质量性状频率分布见表 7。从

表 7 可知, 17 种水果番茄品种的叶色主要为深绿色和绿色, 两者性状出现频率超过了 88%。花色主要是黄色和橘黄色, 其中黄色超过 50%。大部分樱桃番茄果实没有果面棱沟, 大果水果番茄果皆有果面棱沟。成熟果色有 7 种, 以红色、深红色和橘黄色为主。胎座颜色以粉红色为主, 性状频率超过 40%。果皮色素分布均匀的占比过半, 不均匀情况主要是果实表面分布有条纹色和颗粒状色斑。果



图 1 供试水果番茄果实横剖面

表 7 供试水果番茄质量性状的频率分布

农艺性状	质量性状频率/%								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
叶片颜色	11.76	29.41	58.82	—	—	—	—	—	—
花色	17.65	52.94	29.41	—	—	—	—	—	—
果面棱沟	58.82	17.65	17.65	5.88	—	—	—	—	—
成熟果色	5.88	5.88	17.65	11.76	29.41	23.53	5.88	—	—
胎座颜色	17.65	11.76	11.76	41.17	17.65	—	—	—	—
皮色分布	52.94	47.06	—	—	—	—	—	—	—
果形	5.88	5.88	11.76	17.65	58.82	—	—	—	—
果顶形状	17.65	23.53	35.29	23.53	—	—	—	—	—
果实横切面形状	70.59	17.65	11.76	—	—	—	—	—	—
果面绒毛	52.94	35.29	11.76	—	—	—	—	—	—

注：叶片颜色：1 为浅绿色，2 为绿色，3 为深绿色；花色：1 为浅黄色，2 为黄色，3 为橘黄色；果面棱沟：1 为无，2 为轻，3 为中，4 为重；成熟果色：1 为黄白色，2 为黄色，3 为橘黄色，4 为粉红色，5 为红色，6 为深红色，7 为红棕色；胎座颜色：1 为黄色，2 为黄绿色，3 为绿色，4 为粉红色，5 为红色；皮色分布：1 为不均匀，2 为均匀；果形：1 为椭圆形，2 为扁圆形，3 为扁平形，4 为长圆形，5 为高圆形；果顶形状：1 为微凹，2 为圆平，3 为微凸，4 为凸尖；果实横切面形状：1 为圆形，2 为等边多边形，3 为不规则形状；果面绒毛：1 为无，2 为稀，3 为中。

形分布频率最高的是高圆形, 分布频率过半, 椭圆形和扁圆形分布频率最低, 表明大部分水果番茄果实形状为高圆形. 果顶形状主要是微凸, 其他果顶形状分布较均匀. 果实横切面形状绝大部分为圆形, 少量为多边形和不规则形状, 表明番茄果实横切面比较圆, 果实形态比较正常. 供试水果番茄大部分果实无绒毛, 其余果面绒毛疏密程度以稀为主. 总体而言, 17 种水果番茄农艺质量性状分布

广泛, 各种表型基本上均有所涉及, 且分布频率呈现差异性.

2.4 水果番茄不同品种的农艺性状相关性分析

对供试 17 种水果番茄的 26 棵植株和果实的农艺表型性状进行相关性分析, 结果见表 8. 从表 8 可知, 17 种水果番茄农艺性状之间存在相关性. 萼片长度与花瓣长度、花蕾直径呈现极显著正相关(分别为 $r=0.736$, $r=0.739$). 叶长与叶宽呈极显著正

表 8 供试水果番茄农艺性状相关性分析

性	相关系数																									
状	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	1.000																									
2	0.736**	1.000																								
3	0.739**	0.466	1.000																							
4	-0.053	0.143	0.011	1.000																						
5	-0.060	-0.012	-0.268	0.000	1.000																					
6	0.053	0.029	-0.191	0.022	0.980**	1.000																				
7	0.211	0.085	-0.196	-0.274	0.338	0.397	1.000																			
8	0.173	0.158	0.134	0.302	-0.218	-0.226	0.219	1.000																		
9	0.127	0.310	0.218	0.019	-0.294	-0.252	0.172	0.294	1.000																	
10	0.334	0.234	0.256	0.140	-0.195	-0.185	0.243	0.953**	0.305	1.000																
11	0.296	0.115	0.335	-0.186	-0.069	-0.003	-0.142	-0.079	0.022	0.054	1.000															
12	-0.302	-0.217	-0.424	0.119	0.253	0.254	0.399	0.161	-0.177	0.105	-0.150	1.000														
13	0.221	0.382	-0.033	0.273	0.397	0.429	0.021	-0.100	-0.072	0.027	0.111	0.132	1.000													
14	-0.116	-0.169	0.019	-0.052	-0.127	-0.134	-0.629**	-0.471	-0.152	-0.418	-0.038	-0.541*	-0.091	1.000												
15	0.299	0.194	0.232	-0.340	-0.189	-0.163	-0.191	-0.461	0.044	-0.308	-0.025	-0.631**	0.136	0.645**	1.000											
16	-0.097	-0.176	0.037	0.033	-0.154	-0.138	-0.644**	-0.469	-0.124	-0.431	-0.007	-0.477	-0.107	0.980**	0.592*	1.000										
17	-0.240	-0.269	-0.259	-0.068	-0.120	-0.156	-0.606**	-0.453	-0.476	-0.454	-0.101	-0.232	-0.125	0.812**	0.380	0.818**	1.000									
18	0.074	0.034	0.228	0.132	-0.276	-0.212	-0.528*	-0.412	0.108	-0.370	0.035	-0.329	-0.002	0.761**	0.615**	0.835**	0.588*	1.000								
19	-0.181	-0.169	-0.176	-0.114	-0.144	-0.131	-0.443	-0.480	-0.125	-0.454	-0.251	-0.322	-0.129	0.862**	0.563*	0.876**	0.815**	0.732**	1.000							
20	-0.085	-0.188	0.021	0.334	-0.116	-0.086	-0.319	-0.183	-0.603*	-0.287	-0.027	0.162	-0.079	0.258	-0.092	0.292	0.407	0.260	0.196	1.000						
21	-0.060	-0.155	0.107	0.344	0.124	0.109	-0.335	-0.144	-0.507*	-0.223	-0.345	0.040	0.026	0.358	0.014	0.348	0.410	0.273	0.202	0.791**	1.000					
22	0.108	0.125	-0.072	0.041	0.125	0.129	0.559*	0.439	-0.027	0.379	0.110	0.535*	-0.026	-0.917**	-0.765**	-0.900**	-0.642**	-0.832**	-0.776**	-0.142	-0.320	1.000				
23	0.356	0.296	0.083	-0.322	0.110	0.128	0.655**	0.250	0.076	0.363	0.185	0.150	0.314	-0.619**	0.036	-0.696**	-0.687**	-0.596*	-0.646**	-0.303	-0.389	0.481	1.000			
24	-0.069	-0.068	-0.109	-0.343	0.124	0.067	-0.159	-0.302	-0.230	-0.244	-0.318	-0.403	-0.230	0.670**	0.479	0.564*	0.502*	0.171	0.629**	0.018	0.184	-0.513*	-0.210	1.000		
25	-0.211	-0.416	-0.330	-0.260	0.035	0.106	0.205	-0.014	0.165	0.020	0.049	0.158	-0.148	0.037	-0.119	0.114	0.118	0.054	0.351	-0.280	-0.434	0.017	-0.205	-0.0141	0.000	
26	0.079	-0.022	0.002	0.116	0.371	0.459	-0.206	-0.540*	-0.130	-0.476	0.112	-0.129	0.359	0.558*	0.294	0.607**	0.485*	0.619**	0.537*	0.298	0.402	-0.532*	-0.480	0.120	0.2211	0.000

注: **表示在 0.01 水平相关性极显著, *表示在 0.05 水平相关性显著. 序号为性状代号: 1 为萼片长度; 2 为花瓣长度; 3 为花蕾直径; 4 为花柄长度; 5 为叶长; 6 为叶宽; 7 为第一花序花数; 8 为第一花序节位; 9 为一二花序间距; 10 为第二花序节位; 11 为一二花序间茎粗; 12 为叶色; 13 为花色; 14 为单果重; 15 为纵径; 16 为横径; 17 为心室数; 18 为果肉厚; 19 为果面棱沟; 20 为成熟果色; 21 为胎座颜色; 22 为果形; 23 为果顶形状; 24 为果实横切面形状; 25 为果面绒毛; 26 为皮色分布.

相关($r=0.980$). 第一花序花数与果形呈显著正相关($r=0.559$), 与果顶形状呈极显著正相关($r=0.655$), 与单果重、横径、心室数呈极显著负相关($r=-0.644\sim-0.606$), 与果肉厚度呈显著负相关($r=-0.528$). 第一花序节位与第二花序节位呈极显著正相关($r=0.953$), 与皮色分布呈显著负相关($r=-0.540$). 一二花序间距与成熟果色、胎座颜色呈显著负相关(分别为 $r=-0.603$, $r=-0.507$). 叶色与果形呈显著正相关($r=0.535$), 与单果重呈显著负相关($r=-0.541$), 与纵径呈极显著负相关($r=-0.631$). 单果重与皮色分布呈显著正相关($r=0.558$), 与纵径、横径、心室数、果肉厚、果面棱沟、果实横切面形状呈极显著正相关($r=0.645\sim0.980$), 与果形、果顶形状呈极显著负相关(分别为 $r=-0.917$, $r=-0.619$). 纵径与横径、果面棱沟呈显著正相关(分别为 $r=0.592$, $r=0.563$), 与果肉厚呈极显著正相关($r=0.615$), 与果形呈极显著负相关($r=-0.765$). 横径与果实横切面形状呈显著正相关($r=0.564$), 与心室数、果肉厚、果面棱沟、皮色分布呈极显著正相关(分别为 $r=0.607\sim0.876$), 与果形、果顶形状呈极显著负相关($r=-0.900$, $r=-0.696$). 心室数与果肉厚、果实横切面形状、皮色分布呈显著正相关($r=0.485\sim0.588$), 与果面棱沟呈极显著正相关(分别为 $r=0.815$), 与果形、果顶形状呈极显著负相关(分别为 $r=-0.642$, $r=-0.687$). 果肉厚与果面棱沟、皮色分布呈极显著正相关(分别为 $r=0.732$, $r=0.619$), 与果顶形状呈显著负相关($r=-0.596$), 与果形呈极显著负相关($r=-0.832$). 果面棱沟与皮色分布呈显著正相关($r=0.537$), 与果实横切面形状呈极显著正相关($r=0.629$), 与果形、果顶形状呈极显著负相关(分别为 $r=-0.776$, $r=-0.646$). 成熟果色与胎座颜色呈极显著正相关($r=0.791$). 果形与果实横切面形状、皮色分布呈显著负相关(分别为 $r=-0.513$, $r=-0.532$).

2.5 17 种水果番茄的农艺性状聚类分析

根据 17 种供试水果番茄的农艺性状数据, 以平方欧氏距离为衡量各品种间差异大小指标, 采用组间联接法对 17 种水果番茄品种进行系统聚类分析, 结果如图 2 所示. 从图 2 可知, 在平方欧氏距离为 12 处, 可以将 17 种水果番茄划分为 4 大类群.

第 I 类群共包含 4 个品种, 分别为 XT-8、XT-9、XT-10 和 XT-11, 均为大果水果番茄, 占供试水果

番茄品种总数的 23.53%. 这一类群水果番茄叶面积较大, 花蕾直径较大, 第一花序花数集中在 6~8 个, 第一花序节位为第 7~8 节, 花序间距离较小, 花色均为黄色, 单果重为 80~160 g, 处于最高水平, 果实纵径、横径、心室数、果皮厚度明显高于其他品种, 果形指数在 0.6~0.8 之间, 果形多呈扁平, 果面有中到重度的棱沟, 均为红果系, 胎座胶状物质颜色为红色系, 皮色分布均匀, 是一类大花大叶大果的品种. 从植株表型和果实形态看, 这类水果番茄在试验区表现较差, 且结果量较低, 需要加强改良, 提高其适应性, 这与龚亚菊等^[26]需要加强对大果水果番茄的种质资源改良的结论相一致.

第 II 类群共包含 2 个品种, 分别为 XT-13 和 XT-17, 均为樱桃番茄, 占供试水果番茄品种总数的 11.76%. 均为黄色系果实, XT-13 果实为半黄半白色, XT-17 为橘黄色; 这一类群水果番茄叶面积大小中等, 花瓣长度较长, 第一花序节位均为第 8 节, 一二花序间距均在 26~27 cm 之间, 单果重处于较高水平, 纵径较大, 横径较小, 果形指数约为 2, 为 17 种供试水果番茄中最高的, 果形均为长圆形, 凸尖, 皮色分布不均匀, 果皮无绒毛, 这类水果番茄果实果色果形较为奇特, 极具观赏性.

第 III 类群共包含 6 个品种, 分别为 XT-2、XT-5、XT-6、XT-7、XT-15 和 XT-16, 均为樱桃番茄, 占供试水果番茄品种总数的 35.29%. 包含红色系和黄色系果实. 这一类群水果番茄叶长、叶宽和叶面积大小为中上等水平, 萼片长度较大, 第一花序花数最多, 第一花序节位 7~8 节, 单果重集中在 16~28 g, 单果重水平居中, 大部分果形为高圆形, 大部分果顶微凸, 果实横切面形状多为圆形. 这类水果番茄植株叶片尺寸颜色较普通, 长势、果形较均匀, 单花序果数较多, 极好地反映了品种的产量信息.

第 IV 类群共包含 5 个品种, 分别为 XT-1、XT-3、XT-4、XT-12 和 XT-14, 均为樱桃番茄, 占供试水果番茄品种总数的 29.41%. 这一类群番茄包含果实颜色种类最多, 有红色、黄色、棕色; 叶片尺寸和面积较小, 萼片长度较小, 第一花序花数较多, 第一花序节位较高, 一二花序间距最大, 叶片主要为深绿色, 单果重水平较低, 果肉厚度中等, 果皮颜色分布不均匀, 均为高圆形果实, 果实横切

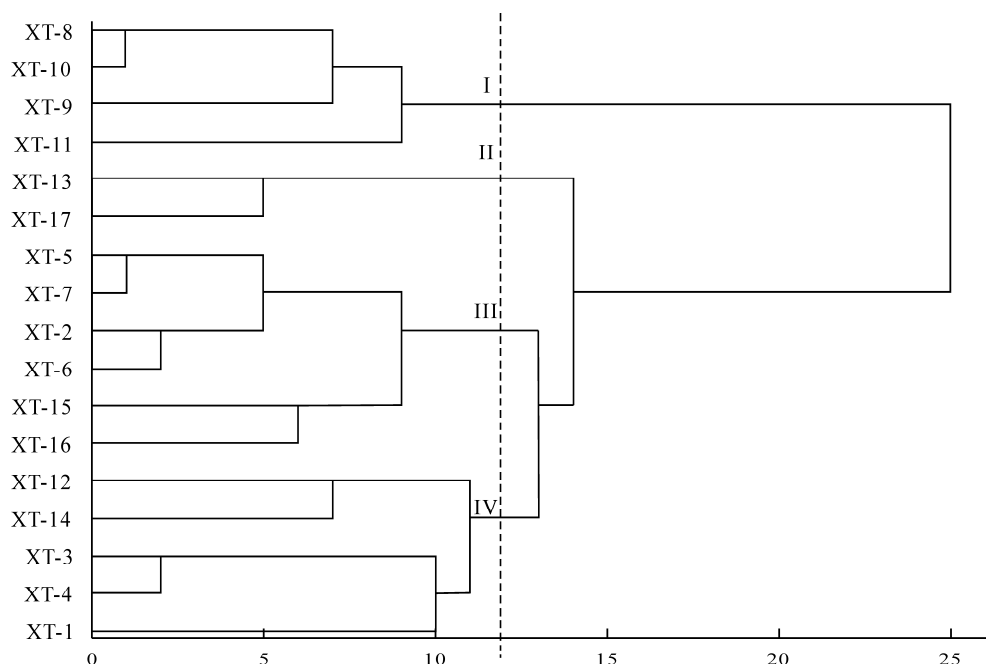


图2 供试水果番茄的农艺性状聚类分析结果

面形状均为圆形, 这类水果番茄植株细长, 结果数较多, 果实颜色多样, 果形非常均匀, 农艺性状均衡稳定, 是兼具结果量和果色特点的一类经济价值较高的品种。

3 结论

本研究对 17 种水果番茄品种的叶、茎、花、果等 28 个农艺性状进行了测定统计, 通过对其变异系数、性状频率和相关性分析, 评价了 17 种水果番茄的表型性状多样性, 对水果番茄品种在宁波地区的推广具有较大的实际意义。

对植物表型性状进行多样性分析评价是品种资源鉴定基本和直接的途径^[27]。对供试水果番茄的物候期及前期长势进行统计分析可知, 在相同的栽培条件下, 各种水果番茄的始花期、始收期和末收期时间分布较广, 其中始收期差距最长达 28 d, 采收时间最长相差 41 d, 各品种水果番茄果实收获时间差距较大, 不同品种间的物候期具有差异性和多样性, 这与张凯浩等^[28]在番茄品种筛选中对不同番茄品种物候期分析的结果一致。在植株高度方面, 各品种番茄生长量的前期长势差异较大, 随着时间变化, 变异系数差异越来越小。在水果番茄植株农艺性状方面, 对供试水果番茄的 12 项农艺数量性状进行了统计分析, 平均变异系数达

18.47%, 叶长、叶宽、叶面积、萼片长度、第一花序花朵数变异系数均大于 20%, 体现出不同品种之间番茄花、叶表型的多样性, 这与文献[29]的研究结果相似。在水果番茄果实特征分析方面, 纵横径等数量性状变异系数均大于 20%, 颜色、形状和绒毛之间分布比较随机, 描述了供试水果番茄 10 个质量性状, 通过对不同品种自身特性在同一栽培环境下的不同表型分析发现, 供试水果番茄表型资源有着多样性, 这是植物生物特性与环境因素共同影响的结果, 与文献[30]的分析结果一致。

在综合分析方面, 对番茄农艺性状指标进行相关性分析方法有效, 文献[31-32]也将该方法应用在番茄等作物的品种资源鉴定评价中。经测定, 萼片长度与花蕾直径呈显著正相关, 表明花蕾较大的品种结出的果实萼片长度较大, 对于有观赏需求的品种可以用于早期预测。第一花序花数与单果重和果肉厚均达到显著负相关水平, 因此可利用对花序花朵计数的方法对果实产量和果皮厚度进行粗略预测, 可以有效提前判断品种果实质量, 这与文献[33]的研究结果一致。成熟果色与胎座颜色正相关性达到显著水平, 因此一般果实颜色与内部胎座颜色相一致。各品种表型性状之间具有的相关性主要表现在叶与花、叶与果、果形与果色之间的数量或质量指标之间, 这些相关性分

析有助于对优秀水果番茄表型性状的筛选鉴定。

通过聚类分析,在平方欧氏距离为 12 时,将 17 种水果番茄品种划分为 4 个具有不同特色的类群,筛选出需要加强适应性改良的大果番茄类群、具有特色品质的水果番茄品种类群、长势一般整体比较平均的品种类群及多产果实美观的品种类群。各类群与各类内番茄品种表型性状高度契合,这一结论与文献[34]得出的番茄植株性状、果实形态在番茄品种之间的差异性结果基本一致。在这 4 个类群中,来自中国、日本、韩国和荷兰的品种均有分布,表明来自不同国家的水果番茄品种同样具有类似的表型特征,这与文献[35]的研究结果相一致。

参考文献:

- [1] 赵凌侠,李景富. 番茄起源、传播及分类的回顾[J]. 作物品种资源, 1999(3):29-31.
- [2] 张飞雪,周利利,陈丽萍,等. 浙北地区樱桃番茄早春设施栽培关键技术[J]. 长江蔬菜, 2021(23):27-29.
- [3] Alomía-Lucero J, Castro-Bedriñana J, Chirinos-Peinado D. Rooftop urban agriculture model with two tomato varieties (*lycopersicum esculentum* mill) and toppings in the high jungle – Peru[J]. Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal, 2020, 5(1):446-450.
- [4] 陈艺易. 我国番茄的主要育种成就与研究进展[J]. 大观, 2016(5):241.
- [5] 黄文,李自娟,应芳卿,等. 7 个早熟抗 TY 番茄新品种比较试验[J]. 长江蔬菜, 2017(16):48-50.
- [6] 刘知利. 高品质水果番茄新品种戴安娜[J]. 农村百事通, 2020(22):35.
- [7] 赵汉卿,黄向云,赵汉武. 广西水果番茄栽培现状分析[J]. 现代农业科技, 2012(17):105.
- [8] Bondad N D, Pantastico E B. Ethrel-induced ripening of immature and mature-green tomato fruits[J]. Economic Botany, 1972, 26(3):238-244.
- [9] Dūma M, Alsīņa I, Dubova L, et al. Quality of different coloured tomatoes depending on the growing season[J]. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact, and Applied Sciences, 2022, 76(1):89-95.
- [10] 王学友. 特种蔬菜——葡萄穗型水果番茄[J]. 中国农村小康科技, 2004(2):29.
- [11] 谢兴武,王云梅,付立会,等. 观赏水果番茄品种筛选试验[J]. 农业科技通讯, 2016(8):135-138.
- [12] 王明媚. 浅谈国内水果番茄市场现状[J]. 农业工程技术, 2020, 40(31):34-37.
- [13] Konagaya K, Takahashi N, Fukugaichi S, et al. Effect of post-harvest temperature of tomato ‘Rinka 409’ on quality and autofluorescence during overripening[J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 924(1):012020.
- [14] 冯学超,陈露露,杜可玉,等. 毛酸浆(*Physalis pubescens*)花形态特征与小孢子发育[J]. 植物研究, 2019, 39(5):647-652.
- [15] 袁东升,王晓敏,赵宇飞,等. 100 份番茄种质资源表型性状的遗传多样性分析[J]. 西北农业学报, 2019, 28(4):594-601.
- [16] Garande V, Path R. Evaluation of orange fruited tomato cultivars for beta carotene content by HPLC and OCC methods[J]. Indian Journal of Agricultural Research, 2012, 46(4):374-376.
- [17] 夏秀波,于贤昌,高俊杰. 水分对有机基质栽培番茄生理特性、品质及产量的影响[J]. 应用生态学报, 2007, 18(12):2710-2714.
- [18] Mazzucato A, Ficcadenti N, Caioni M, et al. Genetic diversity and distinctiveness in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) landraces: The Italian case study of ‘a Pera Abruzzese’[J]. Scientia Horticulturae, 2010, 125(1):55-62.
- [19] 马越,李玉珊,赵连佳,等. 15 份番茄种质资源在新疆适应性综合评价[J]. 新疆农业科学, 2022, 59(5):1099-1109.
- [20] 李有福,张欢欢,段惠敏,等. 河西荒漠绿洲区加工番茄果实品质综合评价[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2022, 50(10):125-134.
- [21] Kumar E R, Bahadur V, Prasad V M, et al. Evaluation of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) genotypes for growth, yield and quality traits at different planting density[J]. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 2021, 10(1):3575-3582.
- [22] Sindhu K, Singh D, Bahadur V, et al. Evaluation of tomato genotypes for growth, yield and quality attributes in northern agro climatic zone[J]. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 2020, 9(10):3432-3438.
- [23] 李锡香,杜永臣,冯兰,等. 番茄种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [24] 吴远藩. 量叶片的长和宽计算番茄叶面积[J]. 农业科技通讯, 1980(12):20-21.
- [25] 张静,白瑞,贾莹,等. 番茄种质资源的多样性和聚类分析[J]. 中国瓜菜, 2018, 31(2):11-14.
- [26] 龚亚菊,吴丽艳,黎志彬,等. 大果番茄种质资源的遗

- 传多样性和聚类分析[J]. 西南农业学报, 2013, 26(6): 2447-2450.
- [27] Mansour A, Ismail H, Ramadan M, et al. Comparative genotypic and phenotypic analysis of tomato (*Lycopersicon esculentum*) cultivars grown under two different seasons in Egypt[EB/OL]. [2022-07-08]. <http://real.mtak.hu/id/eprint/12972>.
- [28] 张凯浩, 高亚宁, 马新超, 等. 阿拉尔地区日光温室春茬番茄品种筛选[J]. 塔里木大学学报, 2022, 34(2):59-66.
- [29] Xu J X, Ranc N, Muños S, et al. Phenotypic diversity and association mapping for fruit quality traits in cultivated tomato and related species[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2013, 126(3):567-581.
- [30] 吴丽艳, 龚亚菊, 黎志彬, 等. 樱桃番茄种质资源果实相关性状的多元统计分析[J]. 西南农业学报, 2012, 25(5):1818-1822.
- [31] 裴芸, 徐秀红, 陆锦彪, 等. 151 份贵州地方樱桃番茄资源的遗传多样性分析[J]. 浙江农业学报, 2022, 34(2): 310-316.
- [32] 李艳红, 聂俊, 郑锦荣, 等. 华南地区樱桃番茄表型性状遗传多样性分析及综合评价[J]. 园艺学报, 2021, 48(9):1717-1730.
- [33] 岳霆, 杨平, 陈昱利, 等. 设施番茄果实发育及主要指标相关性分析[J]. 农业科技通讯, 2017(6):177-179; 222.
- [34] 何润铭, 黎振兴, 郭汉权, 等. 基于表型性状的番茄品种遗传多样性分析[J]. 湖北农业科学, 2021, 60(18): 115-120.
- [35] 周蓉, 蒋芳玲, 梁梅, 等. 基于表型性状的番茄品种评价和遗传多样性分析[J]. 西北农业学报, 2012, 21(9): 95-102.

Diversity analysis of agronomic phenotypic characters of fruit tomato variety resources

XIA Xiuxin¹, YANG Lin¹, ZHOU Caihong¹, CHEN Jianghui², WU Shuang¹,
LIU Guohao¹, NI Sui^{1*}

(1.School of Marine Sciences, Ningbo University, Ningbo 315832, China;

2.Cixi Agricultural Technology Extension Center, Cixi 315300, China)

Abstract: Using the methods of variability analysis, correlation analysis and cluster analysis, 28 agronomic phenotypic traits including phenology, leaf, flower, stem and fruit of 17 fruit tomato varieties at home and abroad were investigated, determined, classified and evaluated. The results show that the agronomic phenotypic traits of 17 fruit tomato varieties were diversified and there were significant differences among varieties. The coefficient of variation of agronomic phenotypic traits among varieties was 10%–75%, among which the coefficient of variation of leaves and flowers was 10%–25% and that of fruits was 30%–75%. Correlation analysis shows that there was significant correlation between phenotypic traits among varieties. Using cluster analysis, 17 fruit tomato varieties can be divided into 4 groups at 12 genetic distances. The results provide reference for the promotion and planting of high-quality fruit tomato varieties in Ningbo.

Key words: fruit tomatoes; agronomic traits; phenotype; diversity; correlation analysis; cluster analysis

(责任编辑 史小丽)