

doi:10.11937/bfyy.20165178

天津引种“京香”系列草莓新品种的 灰色关联度分析

华明艳, 宋兰芳, 崔少杰, 仝雅娜, 孔维东, 杨小玲

(天津市设施农业研究所, 天津 301700)

摘 要:以从北京引进的 14 个草莓品种及 3 个天津主栽草莓品种为试材,在天津地区进行栽培试验,采用灰色关联度分析对草莓植株成活率、产量及果实品质等指标进行综合评价,以期筛选出适合天津栽培的草莓新品种。结果表明:“红袖添香”综合性状表现最好,“粉红公主”综合性状次之,但其品质最好,这 2 个品种在天津地区均具有推广潜力。

关键词:草莓;天津地区;灰色关联度分析

中图分类号:S 668.403.7(2) **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)16-0071-04

草莓是设施栽培的一大水果,其繁殖容易,适应性强,可在较简易的温室中生产,近几年在北方地区发展较快^[1],同时设施草莓生产具有见效快、管理简单、效益高及易产业化等特点,深受大众青睐^[2-3]。目前,我国生产上现有的草莓品种,绝大多数是日本、美国和欧洲品种^[4],选育推广具有我国自主知识产权的草莓品种,是我国草莓业发展的重要举措^[5]。为此,该试验引种了 14 个北京市农林科学院选育的“京香”系列草莓新品种,通过对品种的果实品质与产量等方面的观察与测定,采用灰色关联度分析法,筛选出适宜在天津地区推广的综合性状优良的草莓新品种。

第一作者简介:华明艳(1983-),女,硕士,助理研究员,现主要从事草莓种质资源的引进及筛选与评价等研究工作。E-mail:huamingyl@163.com.

责任作者:杨小玲(1968-),女,博士,研究员,现主要从事蔬菜及草莓栽培与种苗繁育等研究工作。E-mail:yxlcacn@sina.com.

基金项目:天津市农业科技成果转化与推广资助项目(201503011);天津市农业科学院院长基金资助项目(16011)。

收稿日期:2017-02-17

1 材料与方法

1.1 试验地概况

武清区属温带半湿润大陆性季风气候,平均气温为 11.6℃,年平均降水量为 606 mm。无霜期 212 d。温室土壤为粘土,肥力中等,排灌方便。

1.2 试验材料

供试材料为“京藏香”“京桃香”“京凝香”“天香”“书香”“红袖添香”“粉红公主”“京承香”“京怡香”“京泉香”“京留香”“燕香”“京御香”“白雪公主”等 14 个“京香”系列品种均系北京市农林科学院选育的草莓新品种;以天津地区生产上主栽品种“红颜”“章姬”“甜查理”为对照,共计 17 个品种。

1.3 试验方法

试验于 2015 年在天津市武清区东浦洼村天津市设施农业研究所基地的日光温室内进行。采用高垄双行种植,株行距 20 cm×20 cm。每品种为 1 个处理,各处理定植 1 垄,随机排列,3 次重复。按照田间常规管理,处理间水肥管理一致。从定植到采收末期,观察每品种的物候期,调查各品种的成活率、植株生长情况及果实品质等特性。

1.4 数据分析

灰色系统中关联度分析是将草莓品种优势视为一个灰色系统,将每个品种看作系统中的一个因素,设置参考数列 x_0 ,被比较数列 $x_i (i=1, 2, 3, \dots, n)$, 且 $x_0 = \{ x_0(1), x_0(2), x_0(3), \dots, x_0(n) \}$; $x_i = \{ x_i(1), x_i(2), x_i(3), \dots, x_i(n) \}$ 。

关联系数的计算步骤^[6]: 1) 原始数据的无量纲化处理,即采用初值化法,用 X_0 分别去除 X_i 得到一系列 $(0, 1)$ 范围内的数值。2) 计算绝对值差,利用下面公式计算标准数列 $X_0(k)$ 与比较数列 $X_i(k)$ 相应性状的绝对值差。 $\Delta_i(k) = |X_0(k) - X_i(k)|$, 其中, $i=1, 2, \dots, 17$; $k=1, 2, \dots, 8$ 。3) 灰色关联系数的计算,从绝对值差的计算结果中找出最大值 $\max \Delta_i(k)$ 和最小值 $\min \Delta_i(k)$, 计算灰色关联系数。 $\xi_i(k) = \frac{\min \Delta_i(k) + \rho \max \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \rho \max \Delta_i(k)}$, 其中, $i=1, 2, \dots, 17$;

$k=1, 2, \dots, 8$, ρ 为分辨系数,一般取值 0.5。4) 等权关联度的计算。 $r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k)$, 其中, $i=1, 2, \dots, 17$; $k=1, 2, \dots, 8$ 。5) 加权关联度的计算。 $r_i = \sum_{k=1}^n \omega_k \xi_i(k)$, 其中, $i=1, 2, \dots, 17$; $k=1, 2, \dots, 8$, ω_k 为各性状的加权系数值。

2 结果与分析

2.1 理想品种的构建

理想品种的构建是参照各品种在天津地区的实际表现,并综合了各品种性状的最优特性而得出的。以它的各个性状指标构成一个参考数列 $x_0(k)$, k 为某个性状 ($k=1, 2, 3, \dots, 17$), 以 17 个参试品种的各性状指标构成被比较数列 $x_i(k)$, i 为某个性状 ($i=1, 2, 3, \dots, 17$), 各品种性状原始数据(表 1), 用于无量纲化处理。

表 1

参试品种与理想品种主要性状平均值

Table 1

Mean values of major traits about testing cultivars and ideal cultivar

品种 Cultivar	成活率(k_1) Rate of survival/%	最大单果质量(k_2) Maximum weight per plant/g	果实数量(k_3) Fruit quantitative	平均单果质量(k_4) Average weight of simple fruit/g	单株产量(k_5) Individual yield/g	维生素 C 含量(k_6) Vitamin C content / (mg · (100g) ⁻¹)	糖酸比(k_7) Sugar-acid ratio	可溶性固形物(k_8) Total soluble solids/%
理想品种(x_0)	100.0	75.0	16.0	17.00	260.00	95.00	11.00	17.00
“京藏香”(x_1)	99.1	54.5	11.9	14.35	166.89	48.35	5.79	10.07
“京桃香”(x_2)	99.0	39.9	8.5	11.93	99.85	74.50	6.15	11.40
“京承香”(x_3)	99.1	45.9	14.8	16.22	223.05	61.93	4.70	7.80
“京怡香”(x_4)	98.1	45.4	13.4	15.10	197.77	69.38	4.56	8.47
“京御香”(x_5)	100.0	32.2	10.4	10.44	110.19	65.18	6.83	10.27
“京凝香”(x_6)	84.6	41.0	8.6	9.84	90.64	56.55	5.42	9.73
“京留香”(x_7)	96.1	61.5	11.2	12.30	138.68	75.30	6.19	10.73
“京泉香”(x_8)	99.1	73.1	13.5	16.59	219.50	66.11	6.08	8.87
“粉红公主”(x_9)	97.6	46.0	14.1	9.48	126.70	92.54	10.72	16.47
“白雪公主”(x_{10})	98.7	41.6	10.0	12.88	125.36	70.34	6.27	11.87
“红袖添香”(x_{11})	99.0	55.0	15.1	16.97	258.83	47.13	7.21	13.07
“天香”(x_{12})	98.5	55.4	13.3	14.76	187.73	57.67	5.57	9.53
“燕香”(x_{13})	100.0	47.4	13.2	10.22	132.95	66.22	5.90	11.93
“书香”(x_{14})	98.6	45.0	13.1	16.67	216.30	56.14	5.73	10.20
“红颜”(x_{15})	98.6	47.3	11.9	10.21	121.46	68.87	5.95	10.37
“章姬”(x_{16})	98.1	31.1	10.0	10.08	96.46	75.96	7.05	14.06
“甜查理”(x_{17})	100.0	50.3	15.3	11.27	169.07	73.01	5.60	7.67

2.2 无量纲化处理

考虑到同一品种不同性状大小差异大、单位不统一,为便于关联分析,必须将原始数据做标准

化处理,采用初值化,即所有性状被相应的 X_0 除,得到的数据为标准化序列值(表 2),即可用于表 3 关联系数的计算。

表 2 参试品种与理想品种数据无量纲化处理结果

Table 2 Results of data dimensionless method processing of testing cultivars and ideal cultivars

项目 Item	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8
x_0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
x_1	0.991 0	0.726 7	0.743 8	0.844 1	0.641 9	0.508 9	0.526 4	0.592 4
x_2	0.990 0	0.532 0	0.531 3	0.701 8	0.384 0	0.784 2	0.559 1	0.670 6
x_3	0.991 0	0.612 0	0.925 0	0.954 1	0.857 9	0.651 9	0.427 3	0.458 8
x_4	0.981 0	0.605 3	0.837 5	0.888 2	0.760 7	0.730 3	0.414 5	0.498 2
x_5	1.000 0	0.429 3	0.650 0	0.614 1	0.423 8	0.686 1	0.620 9	0.604 1
x_6	0.846 0	0.546 7	0.537 5	0.578 8	0.348 6	0.595 3	0.492 7	0.572 4
x_7	0.961 0	0.820 0	0.700 0	0.723 5	0.533 4	0.792 6	0.562 7	0.631 2
x_8	0.991 0	0.974 7	0.843 8	0.975 9	0.844 2	0.695 9	0.552 7	0.521 8
x_9	0.976 0	0.613 3	0.881 3	0.557 6	0.487 3	0.974 1	0.974 5	0.968 8
x_{10}	0.987 0	0.554 7	0.625 0	0.757 6	0.482 2	0.740 4	0.570 0	0.698 2
x_{11}	0.990 0	0.733 3	0.943 8	0.998 2	0.995 5	0.496 1	0.655 5	0.768 8
x_{12}	0.985 0	0.738 7	0.831 3	0.868 2	0.722 0	0.607 1	0.506 4	0.560 6
x_{13}	1.000 0	0.632 0	0.825 0	0.601 2	0.511 3	0.697 1	0.536 4	0.701 8
x_{14}	0.986 0	0.600 0	0.818 8	0.980 6	0.831 9	0.590 9	0.520 9	0.600 0
x_{15}	0.986 0	0.630 7	0.743 8	0.600 6	0.467 2	0.724 9	0.540 9	0.610 0
x_{16}	0.981 0	0.414 7	0.625 0	0.592 9	0.371 0	0.799 6	0.640 9	0.827 1
x_{17}	1.000 0	0.670 7	0.956 3	0.662 9	0.650 3	0.768 5	0.509 1	0.451 2

2.3 关联系数

首先求出 x_0 与 x_i 各品种(系) 对应点的绝对差值 $\Delta_i(k)$ 。 $\Delta_i(k)=|x_0(k)-x_i(k)|$ ($i=1,2,3,\cdots,17$)。从各点差值中可以找出整个系统的两级最小差为 0.00,两级最大差值为 0.654 1,分辨率取 $\rho=0.5$,分别得到各品种性状的关联系数

(表 3)。各品种不同性状的优劣,具体表现为关联系数的大小,关联系数大的,其对应性状好;反之,则对应性状差。如果一个品种在多个性状上表现突出,说明其综合性状表现为较好;而在多个性状上表现较差或一般则该品种的综合表现为一般或较差。

表 3 参试品种与理想品种的关联系数

Table 3 Association coefficients of testing cultivar and ideal cultivar

项目 Item	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8
ξ_1	0.973 2	0.544 7	0.560 7	0.677 2	0.477 3	0.399 8	0.408 5	0.445 1
ξ_2	0.970 3	0.411 4	0.411 0	0.523 0	0.346 8	0.602 5	0.425 9	0.498 2
ξ_3	0.973 2	0.457 4	0.813 5	0.877 0	0.697 1	0.484 4	0.363 5	0.376 7
ξ_4	0.945 1	0.453 2	0.668 1	0.745 3	0.577 4	0.548 1	0.358 4	0.394 6
ξ_5	1.000 0	0.364 3	0.483 1	0.458 7	0.362 1	0.510 3	0.463 2	0.452 4
ξ_6	0.679 9	0.419 1	0.414 2	0.437 1	0.334 3	0.446 9	0.392 0	0.433 4
ξ_7	0.893 5	0.645 0	0.521 6	0.541 9	0.412 1	0.612 0	0.427 9	0.470 0
ξ_8	0.973 2	0.928 1	0.676 7	0.931 3	0.677 4	0.518 2	0.422 4	0.406 1
ξ_9	0.931 6	0.458 2	0.733 6	0.425 1	0.389 5	0.926 6	0.927 8	0.913 0
ξ_{10}	0.961 8	0.423 4	0.465 9	0.574 4	0.387 1	0.557 5	0.432 0	0.520 1
ξ_{11}	0.970 3	0.550 9	0.853 2	0.994 6	0.986 4	0.393 6	0.487 0	0.585 9
ξ_{12}	0.956 1	0.555 8	0.659 6	0.712 8	0.540 6	0.454 2	0.398 5	0.426 7
ξ_{13}	1.000 0	0.470 5	0.651 4	0.450 6	0.400 9	0.519 1	0.413 6	0.523 0
ξ_{14}	0.959 0	0.449 8	0.643 4	0.944 0	0.660 5	0.444 3	0.405 7	0.449 8
ξ_{15}	0.959 0	0.469 6	0.560 7	0.450 2	0.380 3	0.543 2	0.416 0	0.456 1
ξ_{16}	0.945 1	0.358 5	0.465 9	0.445 5	0.342 1	0.620 0	0.476 7	0.654 1
ξ_{17}	1.000 0	0.498 3	0.882 0	0.492 5	0.483 2	0.585 6	0.399 8	0.373 4
ω_k	0.120 0	0.100 0	0.100 0	0.140 0	0.140 0	0.100 0	0.150 0	0.150 0

2.4 关联度

由于反映品种优劣的各项性状指标重要性不同,按不同性状的重要性,赋予各性状不同的权重

系数 ω 。将求得的关联系数和 ω 分别代入等权关联度及加权关联度公式,获得各供试品种等权关联度和加权关联度见表 4。

表4 参试品种关联度排序

Table 4 Order of association degree about testing cultivar

项目 Item	等权关联度 r_i		加权关联度 r_i'	
	Equal relational grade		Weighted incidence degree	
	关联度 Degree of association	排序 Rank	关联度 Degree of association	排序 Rank
x_1	0.560 8	10	0.557 0	9
x_2	0.523 6	15	0.519 3	15
x_3	0.630 3	4	0.623 7	4
x_4	0.586 3	8	0.578 5	7
x_5	0.511 7	16	0.508 0	16
x_6	0.444 6	17	0.441 4	17
x_7	0.565 5	9	0.553 3	10
x_8	0.691 7	3	0.678 6	3
x_9	0.713 2	2	0.713 8	2
x_{10}	0.540 3	12	0.537 5	13
x_{11}	0.727 7	1	0.734 5	1
x_{12}	0.588 1	7	0.581 0	6
x_{13}	0.553 7	11	0.543 8	11
x_{14}	0.619 6	5	0.621 8	5
x_{15}	0.529 4	14	0.519 5	14
x_{16}	0.538 5	13	0.537 7	12
x_{17}	0.589 3	6	0.569 2	8

灰色系统理论认为,品种(系)的关联度越大,说明该品种与参考品种越接近,综合表现越好。从表4可以看出,“红袖添香”(x_{11})、“粉红公主”(x_9)、“京泉香”(x_8)的等权关联度居前3位,说明这3个品种与参考品种最为接近,性状综合表现良好。而在加权关联度中“红袖添香”“粉红公主”“京泉香”的关联度仍居前3位。通过对各品种等权关联度与加权关联度的分析,表明“红袖添香”综合性状表现最好,“粉红公主”综合性状次之,但其品质最好,在天津地区皆具有推广潜力。

3 结论与讨论

该试验结果表明,在成活率、最大单果质量、果实个数、平均单果质量、单株产量、果实维生素C含量、可溶性固形物含量、糖酸比兼顾的情况下,结合等权关联度与加权关联度分析表明“红袖添香”综合性状表现最好,“粉红公主”综合性状次之,但其品质最好,在天津地区有推广潜力。应用灰色关联度分析法对草莓外引品种各性状进行综合评价,克服了以往仅从单一性状(如产量)或者少数几个性状的表现值来评估或取舍某个品种的不全面性,在品种筛选中具有一定的实际意义,加快了引进品种在当地的推广步伐。北京新品种的引种试验尚为第一年,配套的栽培管理技术尚需完善,各品种的特性有待进一步观察和试验,以确定是否适宜在天津地区大面积推广种植。

参考文献

- [1] 华明艳,宋兰芳,崔少杰,等.以色列草莓品种在天津地区引种与Fuzzy评判筛选[J].天津农业科学,2015,21(12):98-101.
- [2] 宋兰芳,华明艳,崔少杰,等.北京草莓品种在天津地区引种表现[J].安徽农业科学,2016(4):50-52.
- [3] 邓永卓,徐建坡,祁欣,等.天津设施草莓生产中存在的问题及对策[J].天津农林科技,2013(6):33-34.
- [4] 张运涛,钟传飞,王桂霞,等.草莓研究进展(三)[M].北京:中国农业出版社,2009.
- [5] 万红,陶磅,钟利,等.7个北京草莓新品种在昆明的引种试验[J].中国南方果树,2013,42(4):91-93.
- [6] 和秀云,和加卫,苏泽春,等.灰色关联度对草莓品种的综合评估[J].中国农学通报,2015,31(21):259-263.

Grey Relational Analysis of ‘Jingxiang’ Series Strawberry New Varieties in Tianjin Area

HUA Mingyan, SONG Lanfang, CUI Shaojie, TONG Yana, KONG Weidong, YANG Xiaoling
(Tianjin Facility Agriculture Research Institute, Tianjin 301700)

Abstract: Fourteen strawberry cultivars from Beijing and three major strawberry cultivars of Tianjin were used as materials. Survival rate of plant, yield, fruit quality index and so on were made comprehensive evaluation by grey relational analysis, during their planting in Tianjin area, which would help enrich the strawberry cultivars of Tianjin. The results showed that, ‘Hongxiutianxiang’ had the best synthetical properties, ‘Fenhonggongzhu’ was the second, but its quality was the best. So these two strawberry cultivars were potential to promotion in Tianjin area.

Keywords: strawberry; Tianjin area; grey relational analysis