

DTOPSIS法在草莓品种综合评价中的应用研究

李文砚, 韦优, 孔方南, 罗培四, 赵静, 黄丽君, 蒋娟娟, 卓福昌, 周婧*

广西南亚热带农业科学研究所, 广西龙州532415

摘要: 以本地主栽草莓(*Fragaria × ananassa*)品种‘丰香’和‘法兰地’为对照, 应用逼近理想解的排序方法(DTOPSIS法)对11个草莓品种的产量、果实品质等11个性状指标进行综合评价, 筛选出了适合在广西地区推广种植的优良草莓品种。其中赋予产量性状指标中的平均单株产量的权重值最大, 为0.3500, 赋予果实品质性状指标中的可溶性糖含量权重值次之, 为0.1500。11个供试品种中, 9个品种的综合性状表现优于对照, 其中, 具有自主知识产权的草莓新品种‘艳丽’的综合性状最优, 理想解的相对接近度(C_i)及平均单株产量均为第1位; 国外引进品种‘本妮西亚’综合性状较优, C_i 值及平均单株产量均位于第2位; 而‘斯坦勒’、‘丰香’、‘甜查理’、‘法兰地’4个品种综合性状表现较差, 不适合继续引进种植。草莓新品种‘艳丽’及引入的‘本妮西亚’具有株型适中、产量高、果实硬度高、果实可溶性糖含量高、抗病性强等优点, 可作为良种在广西地区进一步示范推广。

关键词: 草莓; DTOPSIS法; 综合评价; 品种筛选; 广西地区

草莓(*Fragaria × ananassa*)属蔷薇科草莓属多年生草本植物, 因其果实味道酸甜、香气浓郁、颜色艳丽而受到广大消费者的喜爱(康厚祥等2006), 且其具有较高的营养和经济价值。草莓适应性广, 在我国南北方均可栽种, 目前栽种面积超过130 000 hm², 居世界第一(王壮伟等2012), 但目前生产上使用的主栽品种是从日本、美国等国家引入(王桂霞等2008)。我国南方地区由于气候独特, 草莓产业已得到迅速发展, 据统计, 2010年广西的草莓栽培面积已经达到1 472.6 hm², 产量约为24 304 t(赵明等2014)。但一些地区多年种植单一品种, 如桂北地区草莓生产中80%为‘丰香’, 而桂中和桂南地区‘法兰地’占95%以上(赵明等2014), 致使草莓种性发生退化, 造成发病率高、品质差、效益低下等问题, 制约着我区草莓产业的健康发展(罗培四等2014), 培育、选育符合现代农业需求和消费者喜好的品种成为当前农业发展的重点方向(张林等2017)。为提高我区草莓产业发展水平, 综合评价草莓新品种, 对选育和推广综合性状优良的草莓品种具有重要意义。

综合评价是对作物品种进行全面客观地评价, 是良种繁育的重要环节(王美珍等2012)。常用的综合评价方法主要有层次分析法、灰色关联度法、模糊数学法、隶属函数法等, 逼近理想解的排序方法(dynamic technique for order preference by similarity to ideal solution, DTOPSIS)是近年来被广泛应用的一种新的综合评价方法, 应用于农作物

等品种的综合评价中(王美珍等2012)。马啸等(2009a)将DTOPSIS法应用于12个从国外引进的紫花苜蓿(*Medicago sativa*)新品种的筛选评价中, 筛选出3个综合性状优良的品种。苏天增和侯乐新(2009)采用DTOPSIS法对13个黄淮海鲜食甜玉米(*Zea mays*)参试品种进行了多性状综合评价, 评价结果与各品种的田间表现一致。朱晓娟等(2009)采用DTOPSIS法综合评价了西昌市8个粳稻(*Oryza sativa* ssp. *japonica*)新品种(系)的多个性状, 获得了满意结果。马啸等(2009b)应用DTOPSIS分析法综合评价了11份扁穗牛鞭草(*Hemarthria compressa*)无性系材料的7个性状, 筛选出3份材料适合推广应用。陈学川等(2013)利用DTOPSIS法综合评价了14个春大豆(*Glycine max*)品种的多个农艺性状, 筛选出具有推广价值的品种。马辉等(2015)采用DTOPSIS法和灰色关联度法综合分析了机采陆地棉(*Gossypium hirsutum*) 2次脱叶6个处理的7个性状, 得出满意结果。华福平等(2017)应用DTOPSIS分析方法对12个花生(*Arachis hypogea*)新品系的多个性状进行评价, 得出了更科学合理的筛选结果。孙玉勇等(2016)在中国甘蔗(*Saccharum officinarum*)产业集成示范桂林点利用DTOPSIS法对9

收稿 2017-12-26 修订 2018-03-28

资助 广西壮族自治区直属公益性科研院所基本科研业务费专项(GXNYRKS201601)。

* 通讯作者(1633779825@qq.com)。

个品种的多个农艺性状进行了综合评价, 筛选出了适合示范推广的甘蔗品种。

目前针对采用DTOPSIS法综合评价草莓新品种的研究尚未有报道, 因此本文首次应用DTOPSIS法综合评价不同草莓品种, 以期筛选出综合性状优良的草莓品种, 为我区草莓产业的良种选育和推广提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

供试材料为13个草莓(*Fragaria × ananassa* Duchesne)品种, 分别为‘丰香’、‘法兰地’、‘幸香’、‘甜查理’、‘艳丽’、‘斯坦勒’、‘莫哈维’、‘本妮西亚’、‘红颜’、‘红珍珠’、‘栃乙女’、‘超早’、‘宫本’, 其中‘丰香’和‘法兰地’为对照品种。13个品种均为四叶一心的脱毒苗, 其中‘艳丽’为沈阳农业大学园艺学院教授张志宏团队通过杂交育种手段选育出的综合性状优良并获得自主知识产权的草莓新品种(李贺等2015)。“斯坦勒”、“莫哈维”、“本妮西亚”由美国拉森峡谷农业发展(北京)有限责任公司提供, 其余品种均由吉林省蛟河市瑞宏水果种植有限公司提供。广西的草莓生产起步较晚, 到2010年引入的草莓品种才逐渐丰富起来, 先后引入美、日等国品种, 目前主栽品种为‘丰香’和‘法兰地’(赵明等2013)。“艳丽”先后在辽宁省、山西省、北京市、广西壮族自治区等地进行了区域试验, 各方面均表现优异(李文砚等2017; 李贺等2015)。

1.2 实验方法

栽培试验于2016年10月至2017年4月在广西崇左市龙州县广西南亚热带农业科学研究所内进行, 该地区属南亚热带季风气候区, 日照充足, 年均气温22.2°C, 年降雨量1 273.6 mm, 年均相对湿度82%, 极少受霜冻天气及台风影响。每年10月至次年4月均温为19.9°C, 适于草莓生长(罗培四等2014)。实验采用高垄双行“品”字形露地栽培的种植方式, 按照田间常规管理, 处理间水肥管理一致。实验采用随机区组排列, 每个品种分3个小区, 每个小区100株草莓, 株行距20 cm×15 cm。每个小区随机抽取10株, 观察和测定植株的株高、冠幅、单株结果数、平均单果重、单株产量、果实硬度、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、可滴定酸含量、酸糖比、维生素C含量。株高、冠

幅、单株结果数、平均单果重、单株产量5个性状指标在草莓旺盛生长期结束后分别进行测量、计数或计产称重, 其他性状指标的调查均在第2批果实成熟时进行测定。采用A型邵氏硬度计测量果实硬度, 采用数显式糖度计测定草莓可溶性固形物含量, 采用高效液相色谱法测定果实的可溶性糖、可滴定酸及维生素C含量(胡志群等2005)。具体统计方法参照王美珍等(2012)进行综合分析。

2 实验结果

2.1 构建评价矩阵

将13个参试草莓品种的11个指标性状列于表1, 构建评价矩阵。

2.2 无量纲化处理

将11个指标分为两类: (1)正向指标(株高、冠幅、单株结果数、平均单果重、单株产量、果实硬度、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、维生素C含量), 以13个样本中最大值作为分母, 分别除以各样本该指标的数值; (2)逆向指标(可滴定酸含量、酸糖比), 以13个样本中最小值为分子, 除以各样本该指标的数值, 即得到无量纲化结果(矩阵Z), 见表2。

2.3 建立决策矩阵R

给各性状分别赋予不同的权重 W_j [$W_j \in (0, 1)$, $\sum_{j=1}^{11} W_j = 1$] (于崧等2017), 根据专家意见以及消费者对草莓果品的选择等确定。各个性状指标按照表1中顺序赋予的权重值依次为0.0200、0.0200、0.1000、0.1000、0.3500、0.0600、0.0800、0.0400、0.1500、0.0400、0.0400。各性状指标权重 W_j 去乘矩阵Z的第j列得到决策矩阵R(表3)。

2.4 品种性状的理想解和负理想解

根据决策矩阵R得到的11个性状的理想解与负理想解数列分别为: $X_j^+ = [0.0200, 0.0200, 0.1000, 0.1000, 0.3500, 0.0600, 0.0800, 0.0400, 0.1500, 0.0400, 0.0400]$; $X_j^- = [0.0109, 0.0121, 0.0622, 0.0621, 0.1831, 0.0115, 0.0487, 0.0141, 0.1020, 0.0171, 0.0276]$ 。

2.5 13个品种理想解的相对接近度计算

根据公式 $C_i = S^- / (S^+ + S^-)$, 可计算出13个草莓品种理想解的相对接近度即 C_i 值(表4)。其中 S^+ 为各品种与理想解的距离, S^- 为各品种与负理想解的距离。

表1 各参试品种样本主要性状数值(原始数据矩阵A)

序号	品种	株高/cm (B1)	冠幅/cm (B2)	平均单果重/g (B3)	单株结果数 (B4)	单株产量/g (B5)	果实硬度/ kg·cm ⁻² (B6)	可溶性固形物含量/% (B7)	可溶性糖含量/% (B8)	可滴定酸含量/% (B9)	酸糖比/% (B10)	维生素C含量/ μg·g ⁻¹ (B11)
1	‘幸香’	19.8	24.4	20.10	11.3	227.13	0.54	10.0	0.19	8.00	2.38	567.0
2	‘甜查理’	18.3	22.7	21.67	9.3	201.53	0.44	8.3	0.20	7.30	2.74	730.1
3	‘斯坦勒’	14.3	23.0	18.79	8.7	163.47	0.62	11.0	0.23	7.39	3.11	566.7
4	‘莫哈维’	16.7	25.5	24.90	10.1	251.49	0.61	8.7	0.15	7.10	2.11	551.0
5	‘本妮西亚’	16.9	23.2	24.10	11.8	284.38	0.73	10.0	0.18	8.07	2.23	504.3
6	‘艳丽’	20.0	25.0	24.04	13.0	312.52	2.30	9.5	0.34	8.22	4.14	663.0
7	‘红颜’	22.0	27.0	18.80	14.0	263.20	0.44	7.4	0.12	6.79	1.77	688.7
8	‘红珍珠’	20.5	26.1	20.93	11.2	234.42	0.53	7.1	0.16	6.35	2.52	703.4
9	‘栃乙女’	18.0	23.0	20.00	11.0	220.00	0.62	7.7	0.16	8.12	1.97	669.8
10	‘超早’	13.7	19.8	24.22	10.8	261.58	0.64	6.7	0.20	6.88	2.91	631.2
11	‘宫本’	14.3	20.3	18.60	12.0	223.20	0.58	7.0	0.17	6.50	2.18	665.0
12	‘丰香’	17.2	20.4	15.50	12.0	186.00	0.52	9.3	0.22	7.80	2.82	643.0
13	‘法兰地’	12.0	16.3	20.42	10.5	214.41	0.54	6.7	0.14	5.59	2.50	661.1

3 讨论

在不同草莓品种综合评价方面前人做了相关研究,李莉等(2008)应用灰色关联分析法对120份草莓种质资源的7个性状进行了综合评价,并筛选出‘丰香’等10份综合性状较好的种质。和秀云等(2015)利用灰色关联度法对12个草莓品种的9个性状指标进行了综合评估,并筛选出‘栃乙女’、‘超早’、‘宫本’三个综合性状较好的种质。DTOPSIS法作为农作物品种(系)综合评价的新方法,统一了各性状间的度量标准,使品种“综合性状”量化为供试品种与理想品种的相对接近度,其结果较灰色关联度法更为准确(姜永平等2010)。目前DTOPSIS法已被广泛应用于水稻(*Oryza sativa*)、玉米、棉花(*Gossypium*)、大豆、花生、番茄(*Solanum lycopersicum*)、甘蔗、牛鞭草等多种作物新品种(系)的综合评价中,其能客观全面地评价多个性状对品种优劣产生的影响,评价结果科学合理。

本研究首次将DTOPSIS法应用于草莓品种的综合性状的评价中,将植株的株高、冠幅、单株结果数、平均单果重、单株产量、果实硬度、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、可滴定酸含量、酸糖比、维生素C含量共11个性状指标列入评价指标中。通过对原始数据的无量纲化处理,将其转化为基点相同的规范化矩阵,综合专家建议、生产实际需求及消费者喜好,赋予各个性状指标相应的权重值后,建立加权的规范化决策矩阵,进而建立各品种性状的理想解与负理想解,再根据“欧几里得”范数作为距离的测定,计算出各品种理想解的相对接近度,即C_i值。试验筛选出‘艳丽’和‘本妮西亚’两个优良品种,具有植株株型适中、产量高、果实硬度大、果实可溶性内含物及可溶性糖含量高优点,与前人引种试验结果一致(李文砚等2017;罗培四等2014),说明‘艳丽’和‘本妮西亚’各性状指标表现稳定,适合推广。而广西主栽品种‘丰香’极易染病,‘法兰地’果实品质较差,均不宜继续引进栽培。前人利用灰色关联分析法筛选出‘栃乙女’、‘超早’、‘宫本’、‘丰香’四个较优品种(和秀云等2015;李莉等2008),而本研究利用DTOPSIS法综合分析出上述4个品种表现平平或较差,‘艳丽’和‘本妮西亚’的实际观察结果与品种优良性状相符合,可进一步在广西区内示范推广。

表2 无量纲化矩阵Z

Table 2 Dimensionless matrix Z

序号	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11
1	0.9000	0.9037	0.8072	0.8071	0.7268	0.2348	0.9091	0.6316	0.9732	0.7437	0.7766
2	0.8318	0.8407	0.8703	0.6643	0.6449	0.1913	0.7545	0.6000	0.8881	0.6460	1.0000
3	0.6500	0.8519	0.7546	0.6214	0.5231	0.2696	1.0000	0.5217	0.8990	0.5691	0.7762
4	0.7591	0.9444	1.0000	0.7214	0.8047	0.2652	0.7909	0.8000	0.8637	0.8389	0.7547
5	0.7682	0.8593	0.9679	0.8429	0.9100	0.3174	0.9091	0.6667	0.9818	0.7937	0.6907
6	0.9091	0.9259	0.9655	0.9286	1.0000	1.0000	0.8636	0.3529	1.0000	0.4275	0.9081
7	1.0000	1.0000	0.7550	1.0000	0.8422	0.1913	0.6727	1.0000	0.8260	1.0000	0.9433
8	0.9318	0.9667	0.8406	0.8000	0.7501	0.2304	0.6455	0.7500	0.7725	0.7024	0.9634
9	0.8182	0.8519	0.8032	0.7857	0.7040	0.2696	0.7000	0.7500	0.9878	0.8985	0.9174
10	0.6227	0.7333	0.9727	0.7714	0.8370	0.2783	0.6091	0.6000	0.8370	0.6082	0.8645
11	0.8182	0.8519	0.8032	0.7857	0.7040	0.2796	0.7000	0.7500	0.9878	0.8985	0.9174
12	0.6227	0.7333	0.9727	0.7714	0.8370	0.2783	0.6091	0.6000	0.8370	0.6082	0.8645
13	0.6500	0.7519	0.7470	0.8571	0.7142	0.2522	0.6364	0.7059	0.7908	0.8119	0.9108

表3 决策矩阵R

Table 3 Decision matrix R

序号	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11
1	0.0180	0.0181	0.0807	0.0807	0.2544	0.0141	0.0727	0.0253	0.1460	0.0297	0.0311
2	0.0166	0.0168	0.0870	0.0664	0.2257	0.0115	0.0604	0.0240	0.1332	0.0258	0.0400
3	0.0130	0.0170	0.0755	0.0621	0.1831	0.0162	0.0800	0.0209	0.1349	0.0228	0.0310
4	0.0152	0.0189	0.1000	0.0721	0.2817	0.0159	0.0633	0.0320	0.1296	0.0336	0.0302
5	0.0154	0.0172	0.0968	0.0843	0.3185	0.0190	0.0727	0.0267	0.1473	0.0317	0.0276
6	0.0182	0.0185	0.0965	0.0929	0.3500	0.0600	0.0691	0.0141	0.1500	0.0171	0.0363
7	0.0200	0.0200	0.0755	0.1000	0.2948	0.0115	0.0538	0.0400	0.1239	0.0400	0.0377
8	0.0186	0.0193	0.0841	0.0800	0.2625	0.0138	0.0516	0.0300	0.1159	0.0281	0.0385
9	0.0164	0.0170	0.0803	0.0786	0.2464	0.0162	0.0560	0.0300	0.1482	0.0359	0.0367
10	0.0125	0.0147	0.0973	0.0771	0.2930	0.0167	0.0487	0.0240	0.1255	0.0243	0.0346
11	0.0130	0.0150	0.0747	0.0857	0.2500	0.0151	0.0509	0.0282	0.1186	0.0325	0.0364
12	0.0156	0.0151	0.0622	0.0857	0.2083	0.0136	0.0676	0.0218	0.1423	0.0251	0.0352
13	0.0109	0.0121	0.0820	0.0750	0.2401	0.0141	0.0487	0.0343	0.1020	0.0283	0.0362

表4 DTOPSIS法计算结果

Table 4 Results by DTOPSIS method

品种	S^+	S^-	$S^+ + S^-$	C_i	C_i 排序	单株产量/g	单株产量排序
‘幸香’	0.1117	0.0931	0.2048	0.4546	6	227.13	7
‘甜查理’	0.1423	0.0628	0.2051	0.3062	11	201.53	11
‘斯坦勒’	0.1812	0.0487	0.2300	0.2119	13	163.47	13
‘莫哈维’	0.0912	0.1136	0.2047	0.5546	5	251.49	5
‘本妮西亚’	0.0585	0.1520	0.2105	0.7223	2	284.38	2
‘艳丽’	0.0374	0.1877	0.2250	0.8340	1	312.52	1
‘红颜’	0.0859	0.1266	0.2125	0.5958	3	263.20	3
‘红珍珠’	0.1125	0.0890	0.2015	0.4417	7	234.42	6
‘栃乙女’	0.1193	0.0869	0.2062	0.4215	8	220.00	9
‘超早’	0.0886	0.1196	0.2082	0.5745	4	261.58	4
‘宫本’	0.1224	0.0775	0.1999	0.3877	9	223.20	8
‘丰香’	0.1571	0.0583	0.2154	0.2705	12	186.00	12
‘法兰地’	0.1369	0.0665	0.2034	0.3270	10	214.41	10

本研究结果表明,从13个草莓品种中筛选出优秀品种‘艳丽’和‘本妮西亚’均具有植株株高、冠幅适中,单株结果数、平均单果重、单株产量、可溶性糖含量、果实硬度高,以及抗病性强等优点,可进行推广种植;而对照品种‘丰香’和‘法兰地’以及‘斯坦勒’和‘甜查理’综合性状表现较差,不适合继续引进栽培。

参考文献(References)

- Chen XC, Wang K, Xu HY, et al (2013). Comprehensive evaluation of spring soybean in the Yangtze River Basin by DTOPSIS method. *South China Agr*, 7 (11): 11–14 (in Chinese) [陈学川, 王宽, 徐红亚等(2013). 长江流域春大豆的DTOPSIS法综合评价. *南方农业*, 7 (11): 11–14]
- He X, He J, Su Z, et al (2015). Comprehensive evaluation of strawberry varieties by grey correlation analysis. *Chin Agr Sci Bull*, 31 (21): 259–263 (in Chinese with English abstract) [和秀云, 和加卫, 苏泽春等(2015). 灰色关联度对草莓品种的综合评估. *中国农学通报*, 31 (21): 259–263]
- Hu ZQ, Wang HC, Hu GB (2005). Measurement of sugars, organic acids and vitamin C in litchi fruit by high performance liquid chromatography. *J Fruit Sci*, 22 (5): 582–585 (in Chinese with English abstract) [胡志群, 王惠聪, 胡桂兵(2005). 高效液相色谱测定荔枝果肉中糖、酸和维生素C. *果树学报*, 22 (5): 582–585]
- Hua FP, Wang SB, Xing XN, et al (2017). Comprehensive evaluation of new peanut varieties by DTOPSIS method. *China Seed Ind*, (2): 47–49 (in Chinese) [华福平, 王帅兵, 邢晓宁等(2017). 应用DTOPSIS分析方法对花生新品种的评价. *中国种业*, (2): 47–49]
- Jiang Y, Liu Y, Xue C, et al (2010). Results comparison of comprehensive evaluation tomato varieties with DTOPSIS and grey related degree. *Chin Agr Sci Bull*, 26 (22): 259–263 (in Chinese with English abstract) [姜永平, 刘水东, 薛晨霞等(2010). DTOPSIS法和灰色关联度法在番茄品种综合评价中的应用比较. *中国农学通报*, 26 (22): 259–263]
- Kang H, Jing F, Yang G (2006). Progress in transgene of strawberry. *Biotechnol Bull*, (S1): 67–69 (in Chinese with English abstract) [康厚祥, 姜丰, 杨国顺(2006). 草莓转基因研究进展. *生物技术通报*, (S1): 67–69]
- Li H, Dai HY, Liu YX, et al (2015). A new strawberry cultivar ‘Yanli’. *Acta Horti Sin*, 42 (4): 799–800 (in Chinese with English abstract) [李贺, 代红艳, 刘月学等(2015). 草莓新品种‘艳丽’. *园艺学报*, 42 (4): 799–800]
- Li L, Yang L, Yang L, et al (2008). A comprehensive assessment on strawberry germplasm resource by using the grey relevant analysis method. *J Hebei Agr Sci*, 12 (4): 18–19, 21 (in Chinese with English abstract) [李莉, 杨雷, 杨莉等(2008). 应用灰色关联分析法综合评价草莓种质资源. *河北农业科学*, 12 (4): 18–19, 21]
- Li WY, Kong FN, Lu YC, et al (2017). The results of a new strawberry cultivar “Yanli” introduced in southwest of Guangxi. *South China Fruits*, 46 (1): 130–132 (in Chinese) [李文砚, 孔方南, 卢艳春等(2017). 草莓新品种“艳丽”在桂西南地区的引种试验. *中国南方果树*, 46 (1): 130–132]
- Luo PS, Xu J, Zhou J, et al (2014). The introduction of four strawberry varieties in the southwest of Guangxi. *South China Fruits*, 43 (1): 64–66 (in Chinese) [罗培四, 徐健, 周婧等(2014). 四个草莓品种在桂西南地区的引种初报. *中国南方果树*, 43 (1): 64–66]
- Ma H, Dai L, Li Y, et al (2015). The application and comparison of grey relational analysis and DTOPSIS method in the comprehensive evaluation of twice defoliation of machine picking-up cotton. *China Cotton*, 42 (1): 19–21 (in Chinese) [马辉, 戴璐, 李雨沁等(2015). 灰色关联度法和DTOPSIS法在机采棉2次脱落叶综合评价中的应用. *中国棉花*, 42 (1): 19–21]
- Ma X, Chen SX, Chen SY, et al (2009). Synthetical evaluation of excellent whipgrass clones using DTOPSIS method. *Hubei Agr Sci*, 48 (4): 931–933 (in Chinese with English abstract) [马啸, 陈水霞, 陈仕勇等(2009b). DTOPSIS法在扁穗牛鞭草优异种质评价中的应用. *湖北农业科学*, 48 (4): 931–933]
- Ma X, Liu M, Chen S, et al (2009). Application of DTOPSIS method in appraising new alfalfa varieties. *J Anhui Agr Sci*, 37 (8): 3349–3350, 3352 (in Chinese with English abstract) [马啸, 刘明秀, 陈仕勇等(2009a). DTOPSIS方法在紫花苜蓿新品种综合评价中的应用. *安徽农业科学*, 37 (8): 3349–3350, 3352]
- Su T, Hou L (2009). Study on the application of DTOPSIS method in cultivars comprehensive evaluation of sweet maize. *J Shangqiu Vocat Tech Coll*, 41 (8): 92–95 (in Chinese with English abstract) [苏天增, 侯乐新(2009). DTOPSIS法在甜玉米品种综合评价中的应用. *商丘职业技术学院学报*, 41 (8): 92–95]
- Sun YY, Zhong K, Mo HL, et al (2016). Comprehensive evaluation of new sugarcane varieties by DTOPSIS method. *J South Agr*, 47 (3): 348–352 (in Chinese with English abstract) [孙玉勇, 钟坤, 莫皓蓝等(2016). 利用DTOPSIS法综合评价甘蔗新品种. *南方农业学报*, 47 (3): 348–352]
- Wang GX, Zhang YT, Dong J, et al (2008). Retrospection and prospect of strawberry breeding in China. *J Plant Genet Resour*, 9 (2): 272–276 (in Chinese with English abstract) [王桂霞, 张运涛, 董静等(2008). 中国草莓育种的回顾和展望. *植物遗传资源学报*, 9 (2): 272–276]
- Wang MZ, Ji M, Zhang WJ, et al (2012). Application of DTOPSIS method in comprehensive evaluation on *Caragana*. *J Inner Mongolia For Sci Technol*, 38 (4): 19–22 (in

- Chinese with English abstract) [王美珍, 季蒙, 张文军等 (2012). DTOPSIS法在柠条品系综合评价中的应用. 内蒙古林业科技, 38 (4): 19–22]
- Wang ZW, Yuan J, Zhao MZ, et al (2012). ‘Ningfeng’, a new strawberry cultivar with high quality and disease resistance. *J Fruit Sci*, 29 (5): 958–959 (in Chinese with English abstract) [王壮伟, 袁骥, 赵密珍等(2012). 优质抗病设施草莓新品种——‘宁丰’的选育. 果树学报, 29 (5): 958–959]
- Yu S, Guo XX, Liang HY, et al (2017). Analysis of saline-alkaline tolerance and screening of identification indicators at the germination stage among different mung bean genotypes. *Plant Physiol J*, 53 (9): 1629–1639 (in Chinese with English abstract) [于崧, 郭潇潇, 梁海芸等(2017). 不同基因型绿豆萌发期耐盐碱性分析及其鉴定指标的筛选. 植物生理学报, 53 (9): 1629–1639]
- Zhang L, Leng S, Ma B, et al (2017). Crop genomic breeding. *Plant Physiol J*, 53 (8): 1325–1332 (in Chinese with English abstract) [张林, 冷冰, 马斌等(2017). 作物基因组育种. 植物生理学报, 53 (8): 1325–1332]
- Zhao M, Yu YY, Li YW, et al (2013). The performance, problems and development countermeasures of strawberry introduced in Guangxi. *South Hortic*, 24 (1): 24–25 (in Chinese) [赵明, 陆玉英, 李一伟等(2013). 广西草莓引种表现、存在问题与发展对策. 南方园艺, 24 (1): 24–25]
- Zhu XJ, Dai HY, Peng HT, et al (2009). Application of DTOPSIS method in evaluating new japonica rice varieties of Xichang. *J Xichang Coll-Nat Sci*, 23 (3): 21–24 (in Chinese with English abstract) [朱晓娟, 戴红燕, 彭汉涛等 (2009). 应用DTOPSIS法综合评价西昌市粳稻新品种(系). 西昌学院学报·自然科学版, 23 (3): 21–24]

Study on comprehensive evaluation of strawberry varieties by DTOPSIS method

LI Wen-Yan, WEI You, KONG Fang-Nan, LUO Pei-Si, ZHAO Jing, HUANG Li-Jun, JIANG Juan-Juan, ZHUO Fu-Chang, ZHOU Jing*

Guangxi South Subtropical Agricultural Science Research Institute, Longzhou, Guangxi 532415, China

Abstract: In order to select proper cultivars to promote the extension in Guangxi region, dynamic technique for order preference by similarity to ideal solution (DTOPSIS) method was applied to evaluate eleven trait factors of the thirteen varieties of strawberries (*Fragaria* × *ananassa*). The result show that compared to main cultivars ‘Toyonoka’ and ‘Flange’ in Guangxi, the excellent strawberry varieties ‘Yanli’ and ‘Bennisia’ were screened out. The weight value of the yield per plant was the largest one (0.3500), and the weight value of the content of soluble sugar was the second one (0.1500). Nine varieties were superior to the control varieties ‘Toyonoka’ and ‘Flange’. New cultivar ‘Yanli’ with proprietary intellectual property rights and introduced variety ‘Bennisia’ that were superior. Comprehensive traits could be applied to plant in the Guangxi region. ‘Stella’, ‘Toyonoka’, ‘Sweet Charlie’ and ‘Frangle’ with poor comprehensive traits should not be planted. Thirteen strawberry varieties were ordered based on C_i value, as follows: ‘Yanli’ > ‘Bennisia’ > ‘Benihope’ > ‘Chaozao’ > ‘Moghave’ > ‘Sachinoka’ > ‘Red Pearl’ > ‘Tochiotome’ > ‘Miyamoto’ > ‘Flange’ > ‘Sweet Charlie’ > ‘Toyonoka’ > ‘Stella’. New strawberry cultivars ‘Yanli’ and ‘Bennisia’ that had moderate plant types, high yields, high fruit hardnesses, high contents of soluble sugar and disease resistances could be demonstrated and promoted in Guangxi region.

Key words: strawberry; DTOPSIS method; comprehensive evaluation; variety screening; Guangxi region

Received 2017-12-26 Accepted 2018-03-28

This work was supported by Scientific Research Fund of Guangxi Zhuang Autonomous Region (GXNYRKS201601).

*Corresponding author (1633779825@qq.com).