

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2017)04-0193-08

遗传育种

DTOPSIS法评价44份CIP引进马铃薯新品系的适应性

宋洁, 李婉琳, 郭华春*

(云南农业大学, 云南 昆明 650201)

摘要: 综合评价44份国际马铃薯中心(CIP)马铃薯资源品系, 筛选优良品系, 为其在生产上的应用和推广提供参考。试验设在云南建水县, 采用随机区组设计, 3次重复, 以‘合作88’为对照, 采用DTOPSIS法对马铃薯品系的单株产量、干物质含量、淀粉含量、蛋白质含量、还原糖含量、大中薯率和晚疫病等级进行综合评价, 以筛选出高产、优质的马铃薯品系。在44份品系中, 有30份品系的综合表现优于对照品种, 可作为进一步试验的备选品系, 其余材料值小于对照, 说明其综合性状差于对照, 可作进一步试验观察或给予淘汰。‘滇薯23’Ci值排第2, 产量排第2, 产量是对照的3.4倍, 淀粉含量中等, 有较高的应用推广价值。

关键词: 马铃薯; 资源; DTOPSIS法; 国际马铃薯中心

Evaluation of Forty-four CIP Introduced New Potato Lines for Their Adaptability Using DTOPSIS

SONG Jie, LI Wanlin, GUO Huachun*

(Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201, China)

Abstract: Forty-four International Potato Center (CIP) introduced new potato lines were comprehensively evaluated and promising lines were selected out in order to provide reference for their application and promotion in production. This trial was conducted in Jianshui County, Yunnan Province, in random complete block design with three replications, using variety 'Hezuo 88' as control. Yield per plant, dry matter content, starch content, protein content, reducing sugar content, large- and medium-sized tuber percentage and late blight resistance were evaluated using dynamic technique for order preference by similarity to ideal solution (DTOPSIS) so as to screen out high yield and high quality potato lines. Among the 44 lines tested, the comprehensive performance of 30 lines was better than that of control variety, which could be used as candidate lines for further trialing. Other lines' comprehensive performances were less than those of control, which could be used for further experimental observation or eliminated. Ci value of 'Dianshu 23' ranked second, yield also ranked second, 3.4 times the control variety, and the starch content was medium. This line has a higher application value.

Key Words: potato; germplasm; DTOPSIS; International Potato Center

目前云南省马铃薯品种主要是以丽薯为主, 接近马铃薯种植总面积的50%, 品种单一、优质新品种缺乏、更新速度慢。总的来说缺乏品质

好、抗病、高产的新品种, 这会降低马铃薯品种更新速度、制约云南省马铃薯产业的发展^[1]。由于云南省的生态条件与国际马铃薯中心

收稿日期: 2016-02-27

基金项目: 国家马铃薯产业体系(CARS-10); 云南省重大种业专项(2013ZA007)。

作者简介: 宋洁(1990-), 女, 硕士研究生, 研究方向为薯类作物种质资源评价与利用。

*通信作者(Corresponding author): 郭华春, 教授, 从事马铃薯栽培研究工作, E-mail: ynhc@126.com。

(International Potato Center, CIP)所在地秘鲁的生态条件相似, 来自CIP的马铃薯品种可促进云南省马铃薯生产的发展, 从这些材料中选育出的品种对云南省的气候环境有很好的适应性^[2]。当前, 很多发达国家已经把选育具有更高营养价值的马铃薯品种作为重要的育种目标, 中国的马铃薯品种选育也开始由单一的高产目标转向高产多抗优质的复合育种目标, 要想选育出具有更高营养价值的马铃薯品种, 就必须对高代品系进行品质评价^[3]。逼近理想解排序法(Dynamic technique for order preference by similarity to ideal solution, DTOPSIS)于1990年提出, 且应用于区域经济发展的多目标决策方法^[4]。DTOPSIS综合评判法能将各参试品种的多个性状指标, 通过计算归纳为一个具有可比性的量化综合指标, 从而对农作物做出综合评价, 且具有计算简单, 更能全面客观地反映品种品质的优劣, 使评价更趋合理。近年来, 国内诸多学者将DTOPSIS法应用于水稻、玉米、甘蔗、大豆等作物的综合评价中^[5-8]。但对于马铃薯的综合评价鲜有报道。本试验以44份国际马铃薯中心(CIP)马铃薯资源品系和‘合作88’(对照)为材料, 应用DTOPSIS法为计算工具, 综合评价供试材料的产量、晚疫病抗性和营养品质。以期马铃薯新品系的综合评价提供参考工具, 并为外引马铃薯新品系在云南省的推广应用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 参试品系

供试44份马铃薯品系由国际马铃薯中心提供, 分别为‘滇薯1’、‘滇薯2’、‘滇薯7’、‘滇薯12’、‘滇薯14’、‘滇薯22’、‘滇薯23’、‘滇薯28’、‘滇薯39’、‘滇薯48’、‘滇薯49’、‘滇薯50’、‘滇薯52’、‘滇薯53’、‘滇薯54’、‘滇薯62’、‘滇薯64’、‘滇薯66’、‘滇薯67’、‘滇薯71’、‘滇薯80’、‘滇薯82’、‘滇薯89’、‘滇薯92’、‘滇薯94’、‘滇薯117’、‘滇薯119’、‘滇薯139’、‘滇薯143’、‘滇薯144’、‘滇薯145’、‘滇薯147’、‘滇薯148’、‘滇薯151’、‘滇薯155’、

‘滇薯156’、‘滇薯157’、‘滇薯164’、‘滇薯167’、‘滇薯172’、‘滇薯176’、‘滇薯177’、‘滇薯179’、‘滇薯188’, 对照品种: ‘合作88’。

1.2 试验地概况

试验设在云南建水县甸尾乡铁所村, N 23°47' 7", E 102°43'1", 海拔1 560 m。土壤为沙壤土, 肥力中上等, 地面平整, 排灌方便, 前茬作物为花生。

1.3 试验设计

采用随机区组设计, 3次重复。于2015年1月5日人工播种, 密度为行距42 cm, 株距45 cm, 3行一区, 小区面积 $1.8\text{ m} \times 1.26\text{ m} = 2.268\text{ m}^2$, 种植方式为高垄塘播。分别于5月4日、5月14日、5月24日、6月4日分4次调查晚疫病, 并取晚疫病最高病级纳入最终统计值。于2015年6月4日开始收获至6月13日收获结束。

1.4 田间管理

有机肥厩肥 $1\ 086\text{ kg}/667\text{ m}^2$, 尿素(N 46%) $21\text{ kg}/667\text{ m}^2$; 硝磷酸铵(氮磷比例为2:1, 总养分 $\geq 39\%$) $49\text{ kg}/667\text{ m}^2$; 复合肥(N:P:K = 10:10:5) $87\text{ kg}/667\text{ m}^2$; 控释BB肥(N:P:K = 22:5:11) $87\text{ kg}/667\text{ m}^2$, 全部作底肥1次性施用。水分管理: 适时灌水, 全生育期共灌水4次。全生育期防虫1次, 按试验要求全生育期未用农药防病。其他管理措施与常规管理一致。对单株产量、干物质含量, 淀粉含量、蛋白质含量、还原糖含量、大中薯率和晚疫病等级进行DTOPSIS法综合评价。

块茎干物质含量的测定: 将取样的块茎切片称鲜重, 记为M, 将薯片于105℃杀青15 min左右再降温至85℃烘至恒重后再称重, 记为m, m占M的百分含量即是干物质的百分含量^[9]。

块茎淀粉含量的测定: 采用传统的碘-碘化钾比色法^[10]。

块茎还原糖含量的测定: 采用3,5-二硝基水杨酸比色法^[9]。

蛋白质含量的测定: 采用凯氏定氮法^[11]。

块茎分级标准为: $\geq 150\text{ g}$ 为大薯, $\geq 50\text{ g}$ 且 $< 150\text{ g}$ 为中薯, $< 50\text{ g}$ 为小薯。

晚疫病评价标准详见表1。

表1 国际马铃薯中心(CIP)马铃薯晚疫病感染情况田间统计分级标准

Table 1 Potato late blight infection statistical classification standards of International Potato Center (CIP) in fields

分级 Rank	叶面病斑面积(%) Foliar disease spot area		说明 Description
	平均值 Average	上限~下限 upper~lower limit	
1	0		没有晚疫病症状。
2	2.5	微量, <5	植株初次感病, 每株最多10个小病斑。
3	10	5~15	植株外观健康, 但靠近时可见病斑; 病斑总面积的最大值不超过20片小叶面积。
4	25	15~35	多数植株发病, 25%的叶片上有病斑。
5	50	35~65	小区植株呈绿色, 全部植株发病, 植株下部叶片枯死, 病斑总平均面积约50%。
6	75	65~85	小区植株呈绿色, 但有褐色斑块, 每株病斑面积占75%, 植株下半部叶片病死。
7	90	85~95	小区植株呈褐绿色, 仅顶叶呈绿色, 很多茎秆上带有大病斑。
8	97.5	95~100	小区植株呈褐色, 仅少数顶叶呈绿色, 多数茎秆上有大病斑或已经死亡。
9	100		全部植株枯死。

注: 说明中所描述的植株指“有4根主茎, 每根主茎上有10~12片叶子”。

Note: Described plant in description means "there are four main stems, and 10 to 12 leaves on each stem".

1.5 数据处理

DTOPSIS法为逼近理想解排序法。应用了灰色理论, 将正向指标、中性指标、负向指标作标准化处理, 通过对数据的无量纲化处理建立理想解, 设置各性状的权重, 将各性状与参考品种的差距累加起来, 得出 C_i 值, 利用该值大小对品种进行排序。按照 C_i 大小排序, 最大者即为最优良品系。

2 结果与分析

2.1 不同马铃薯品系各性状调查结果

由表2可知, 所引品系中产量最高的是‘滇薯82’, 单株产量为1481.00g, 与对照‘合作88’相比, 是对照的4倍。产量最低的是‘滇薯22’, 单株产量为262.50g。块茎干物质含量范围14.35%~26.61%; 淀粉含量为8.13%~19.68%, 蛋白质含量为2.01%~3.94%。还原糖含量为0.04%~0.89%, 有45%的品系还原糖含量低于0.30%, 适合用于加工薯条、薯片; 大中薯率大于50%的品系有29个, 占总体的66%。大中薯率为100%的有‘滇薯39’、‘滇薯71’和‘滇薯164’, 有21个品系大中薯率高于‘合作88’(65.90%)。晚疫病等级为1的有‘滇薯22’、‘滇薯82’、‘滇薯92’、‘滇薯155’、‘滇薯172’和‘滇薯188’。

2.2 数据无量纲化处理

由于各性状单位不同, 不便比较, 在进行分析之前, 首先对各性状进行无量纲化处理, 根据马铃薯育种目标, 将7个性状分为2大类: (1)正向指标5个(单株产量、干物质含量、淀粉含量、蛋白质含量、大中薯率), 以该性状中最大值为分母, 分别除以各品系该性状指标值; (2)逆向指标2个(还原糖含量、晚疫病等级), 以该性状中最小值为分子, 分别除以各品系该性状指标值。计算得到矩阵Z(表3)。

2.3 确定各性状指标的权重, 计算决策矩阵

以高产、优质、抗病为选种目标, 采用因子分析法, 根据表2所得结果, 利用SPSS 19.0计算变异系数 $V_i = \sigma_i / \bar{x}_i$ (σ_i 为某一性状的标准差, \bar{x}_i 为均值), 各项指标的权重 $W_i = V_i / \sum V_i$ ($i=1, 2, 3, \dots$)。得到7项指标的权重 $W_i=(0.150, 0.050, 0.072, 0.051, 0.218, 0.262, 0.197)$ 。用每一项性状的权重乘以对应无量纲化处理结果(表3), 得到决策矩阵R(表4)。

2.4 各品种对理想解的相对接近度指数

根据决策矩阵求出各性状值的正理想解 X^+ 与负理想解 X^- 数列, $X^+ = \max(R_i)$, $X^- = \min(R_i)$ 。计算结果:

表2 各品系主要性状数值
Table 2 Main characteristic values of tested lines

品系 Line	单株产量(g) Yield per plant	干物质含量(%) Dry matter content	淀粉含量(%) Starch content	蛋白质含量(%) Protein content	还原糖含量(%) Reducing sugar content	大中薯率(%) Large- and medium- sized tuber percentage	晚疫病等级 Late blight level
合作 88 Hezuo 88	370.00	21.04	14.90	3.26	0.70	65.90	3
滇薯 1 Dianshu 1	700.00	24.90	14.68	3.10	0.81	96.60	3
滇薯 2 Dianshu 2	550.00	16.54	10.70	3.33	0.64	80.80	5
滇薯 7 Dianshu 7	692.00	25.00	16.90	2.99	0.27	64.70	5
滇薯 12 Dianshu 12	412.50	20.78	11.12	3.61	0.15	78.60	5
滇薯 14 Dianshu 14	700.00	23.31	15.01	3.58	0.33	66.70	5
滇薯 22 Dianshu 22	262.50	20.58	10.14	2.35	0.64	0.00	1
滇薯 23 Dianshu 23	1 275.00	16.75	11.83	3.14	0.10	68.00	5
滇薯 28 Dianshu 28	389.00	18.00	9.22	3.35	0.28	68.80	7
滇薯 39 Dianshu 39	400.00	18.92	9.93	3.36	0.53	100.00	5
滇薯 48 Dianshu 48	518.70	18.03	11.30	3.22	0.22	78.30	7
滇薯 49 Dianshu 49	606.00	15.79	9.25	2.01	0.56	90.50	5
滇薯 50 Dianshu 50	719.00	18.07	12.53	2.44	0.17	0.00	3
滇薯 52 Dianshu 52	450.00	16.62	10.96	3.45	0.23	55.50	3
滇薯 53 Dianshu 53	612.50	18.75	9.71	2.87	0.18	96.80	7
滇薯 54 Dianshu 54	875.00	22.73	15.03	3.36	0.35	36.20	3
滇薯 62 Dianshu 62	381.00	17.28	11.15	3.22	0.89	0.00	5
滇薯 64 Dianshu 64	493.70	19.28	12.29	3.94	0.25	63.60	5
滇薯 66 Dianshu 66	396.00	18.35	9.87	3.05	0.24	58.30	5
滇薯 67 Dianshu 67	712.50	19.29	13.13	2.89	0.17	65.90	5
滇薯 71 Dianshu 71	518.75	22.08	14.93	3.21	0.45	100.00	5
滇薯 80 Dianshu 80	650.00	19.79	11.95	3.11	0.58	0.00	3
滇薯 82 Dianshu 82	1 481.00	21.06	15.37	2.61	0.58	49.00	1
滇薯 89 Dianshu 89	550.00	19.23	12.68	3.49	0.70	84.50	3
滇薯 92 Dianshu 92	593.00	20.79	11.13	3.36	0.59	56.40	1
滇薯 94 Dianshu 94	512.50	21.54	13.87	3.71	0.34	79.20	3
滇薯 117 Dianshu 117	481.00	22.90	15.86	3.56	0.42	38.50	3
滇薯 119 Dianshu 119	508.00	14.35	8.13	2.76	0.42	27.10	5
滇薯 139 Dianshu 139	525.00	20.20	13.98	3.12	0.32	51.70	5
滇薯 143 Dianshu 143	600.00	18.56	13.79	3.09	0.21	65.30	7
滇薯 144 Dianshu 144	562.50	20.89	12.79	3.81	0.54	0.00	5
滇薯 145 Dianshu 145	418.70	19.87	13.65	3.35	0.55	80.90	3
滇薯 147 Dianshu 147	650.00	21.57	14.95	3.60	0.28	0.00	9
滇薯 148 Dianshu 148	637.00	26.61	19.68	3.13	0.04	93.30	3
滇薯 151 Dianshu 151	618.70	20.51	14.59	3.01	0.09	0.00	5
滇薯 155 Dianshu 155	967.00	21.97	13.21	2.77	0.25	0.00	1
滇薯 156 Dianshu 156	750.00	19.46	13.91	3.32	0.24	95.80	7
滇薯 157 Dianshu 157	712.50	23.20	14.63	2.48	0.56	0.00	3
滇薯 164 Dianshu 164	377.00	16.47	11.10	3.06	0.33	100.00	9
滇薯 167 Dianshu 167	967.00	21.24	16.09	2.89	0.24	78.60	5
滇薯 172 Dianshu 172	575.00	21.35	13.23	3.09	0.39	83.30	1
滇薯 176 Dianshu 176	525.00	18.39	12.39	3.45	0.14	98.10	7
滇薯 177 Dianshu 177	656.00	20.48	13.58	3.82	0.31	0.00	3
滇薯 179 Dianshu 179	608.00	19.62	13.84	3.05	0.22	0.00	9
滇薯 188 Dianshu 188	887.50	21.51	14.36	2.98	0.42	95.50	1

表3 无量纲化处理结果

Table 3 Nondimensionalization processing result

品系 Line	单株产量(g) Yield per plant	干物质含量(%) Dry matter content	淀粉含量(%) Starch content	蛋白质含量(%) Protein content	还原糖含量(%) Reducing sugar content	大中薯率(%) Large- and medium-sized tuber percentage	晚疫病等级 Late blight level
合作 88 Hezuo 88	0.25	0.79	0.76	0.83	0.06	0.66	0.33
滇薯 1 Dianshu 1	0.47	0.94	0.75	0.79	0.05	0.97	0.33
滇薯 2 Dianshu 2	0.37	0.62	0.54	0.85	0.06	0.81	0.20
滇薯 7 Dianshu 7	0.47	0.94	0.86	0.76	0.15	0.65	0.20
滇薯 12 Dianshu 12	0.28	0.78	0.56	0.92	0.26	0.79	0.20
滇薯 14 Dianshu 14	0.47	0.88	0.76	0.91	0.12	0.67	0.20
滇薯 22 Dianshu 22	0.18	0.77	0.52	0.60	0.06	0.00	1.00
滇薯 23 Dianshu 23	0.86	0.63	0.60	0.80	0.40	0.68	0.20
滇薯 28 Dianshu 28	0.26	0.68	0.47	0.85	0.14	0.69	0.14
滇薯 39 Dianshu 39	0.27	0.71	0.50	0.85	0.07	1.00	0.20
滇薯 48 Dianshu 48	0.35	0.68	0.57	0.82	0.18	0.78	0.14
滇薯 49 Dianshu 49	0.41	0.59	0.47	0.51	0.07	0.91	0.20
滇薯 50 Dianshu 50	0.49	0.68	0.64	0.62	0.24	0.00	0.33
滇薯 52 Dianshu 52	0.30	0.62	0.56	0.88	0.18	0.56	0.33
滇薯 53 Dianshu 53	0.41	0.70	0.49	0.73	0.23	0.97	0.14
滇薯 54 Dianshu 54	0.59	0.85	0.76	0.85	0.11	0.36	0.33
滇薯 62 Dianshu 62	0.26	0.65	0.57	0.82	0.05	0.00	0.20
滇薯 64 Dianshu 64	0.33	0.72	0.62	1.00	0.16	0.64	0.20
滇薯 66 Dianshu 66	0.27	0.69	0.50	0.77	0.17	0.58	0.20
滇薯 67 Dianshu 67	0.48	0.72	0.67	0.73	0.24	0.66	0.20
滇薯 71 Dianshu 71	0.35	0.83	0.76	0.82	0.09	1.00	0.20
滇薯 80 Dianshu 80	0.44	0.74	0.61	0.79	0.07	0.00	0.33
滇薯 82 Dianshu 82	1.00	0.79	0.78	0.66	0.07	0.49	1.00
滇薯 89 Dianshu 89	0.37	0.72	0.64	0.89	0.06	0.85	0.33
滇薯 92 Dianshu 92	0.40	0.78	0.57	0.85	0.07	0.56	1.00
滇薯 94 Dianshu 94	0.35	0.81	0.70	0.94	0.12	0.79	0.33
滇薯 117 Dianshu 117	0.32	0.86	0.81	0.90	0.10	0.39	0.33
滇薯 119 Dianshu 119	0.34	0.54	0.41	0.70	0.10	0.27	0.20
滇薯 139 Dianshu 139	0.35	0.76	0.71	0.79	0.12	0.52	0.20
滇薯 143 Dianshu 143	0.41	0.70	0.70	0.78	0.19	0.65	0.14
滇薯 144 Dianshu 144	0.38	0.79	0.65	0.97	0.07	0.00	0.20
滇薯 145 Dianshu 145	0.28	0.75	0.69	0.85	0.07	0.81	0.33
滇薯 147 Dianshu 147	0.44	0.81	0.76	0.91	0.15	0.00	0.11
滇薯 148 Dianshu 148	0.43	1.00	1.00	0.79	1.03	0.93	0.33
滇薯 151 Dianshu 151	0.42	0.77	0.74	0.76	0.47	0.00	0.20
滇薯 155 Dianshu 155	0.65	0.83	0.67	0.70	0.16	0.00	1.00
滇薯 156 Dianshu 156	0.51	0.73	0.71	0.84	0.17	0.96	0.14
滇薯 157 Dianshu 157	0.48	0.87	0.74	0.63	0.07	0.00	0.33
滇薯 164 Dianshu 164	0.25	0.62	0.56	0.78	0.12	1.00	0.11
滇薯 167 Dianshu 167	0.65	0.80	0.82	0.73	0.16	0.79	0.20
滇薯 172 Dianshu 172	0.39	0.80	0.67	0.78	0.10	0.83	1.00
滇薯 176 Dianshu 176	0.35	0.69	0.63	0.87	0.29	0.98	0.14
滇薯 177 Dianshu 177	0.44	0.77	0.69	0.97	0.13	0.00	0.33
滇薯 179 Dianshu 179	0.41	0.74	0.70	0.77	0.18	0.00	0.11
滇薯 188 Dianshu 188	0.60	0.81	0.73	0.76	0.09	0.96	1.00

表4 DTOPSIS法决策矩阵
Table 4 DTOPSIS decision matrix

品系 Line	单株产量(g) Yield per plant	干物质含量(%) Dry matter content	淀粉含量(%) Starch content	蛋白质含量(%) Protein content	还原糖含量(%) Reducing sugar content	大中薯率(%) Large- and medium-sized tuber percentage	晚疫病等级 Late blight level
合作 88 Hezuo 88	0.04	0.04	0.05	0.04	0.01	0.17	0.07
滇薯 1 Dianshu 1	0.07	0.05	0.05	0.04	0.01	0.25	0.07
滇薯 2 Dianshu 2	0.06	0.03	0.04	0.04	0.01	0.21	0.04
滇薯 7 Dianshu 7	0.07	0.05	0.06	0.04	0.03	0.17	0.04
滇薯 12 Dianshu 12	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.21	0.04
滇薯 14 Dianshu 14	0.07	0.04	0.05	0.05	0.03	0.17	0.04
滇薯 22 Dianshu 22	0.03	0.04	0.04	0.03	0.01	0.00	0.20
滇薯 23 Dianshu 23	0.13	0.03	0.04	0.04	0.09	0.18	0.04
滇薯 28 Dianshu 28	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.18	0.03
滇薯 39 Dianshu 39	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02	0.26	0.04
滇薯 48 Dianshu 48	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04	0.21	0.03
滇薯 49 Dianshu 49	0.06	0.03	0.03	0.03	0.02	0.24	0.04
滇薯 50 Dianshu 50	0.07	0.03	0.05	0.03	0.05	0.00	0.07
滇薯 52 Dianshu 52	0.05	0.03	0.04	0.04	0.04	0.15	0.07
滇薯 53 Dianshu 53	0.06	0.04	0.04	0.04	0.05	0.25	0.03
滇薯 54 Dianshu 54	0.09	0.04	0.05	0.04	0.02	0.09	0.07
滇薯 62 Dianshu 62	0.04	0.03	0.04	0.04	0.01	0.00	0.04
滇薯 64 Dianshu 64	0.05	0.04	0.04	0.05	0.03	0.17	0.04
滇薯 66 Dianshu 66	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.15	0.04
滇薯 67 Dianshu 67	0.07	0.04	0.05	0.04	0.05	0.17	0.04
滇薯 71 Dianshu 71	0.05	0.04	0.05	0.04	0.02	0.26	0.04
滇薯 80 Dianshu 80	0.07	0.04	0.04	0.04	0.02	0.00	0.07
滇薯 82 Dianshu 82	0.15	0.04	0.06	0.03	0.01	0.13	0.20
滇薯 89 Dianshu 89	0.06	0.04	0.05	0.05	0.01	0.22	0.07
滇薯 92 Dianshu 92	0.06	0.04	0.04	0.04	0.01	0.15	0.20
滇薯 94 Dianshu 94	0.05	0.04	0.05	0.05	0.03	0.21	0.07
滇薯 117 Dianshu 117	0.05	0.04	0.06	0.05	0.02	0.10	0.07
滇薯 119 Dianshu 119	0.05	0.03	0.03	0.04	0.02	0.07	0.04
滇薯 139 Dianshu 139	0.05	0.04	0.05	0.04	0.03	0.14	0.04
滇薯 143 Dianshu 143	0.06	0.03	0.05	0.04	0.04	0.17	0.03
滇薯 144 Dianshu 144	0.06	0.04	0.05	0.05	0.02	0.00	0.04
滇薯 145 Dianshu 145	0.04	0.04	0.05	0.04	0.02	0.21	0.07
滇薯 147 Dianshu 147	0.07	0.04	0.05	0.05	0.03	0.00	0.02
滇薯 148 Dianshu 148	0.06	0.05	0.07	0.04	0.22	0.24	0.07
滇薯 151 Dianshu 151	0.06	0.04	0.05	0.04	0.10	0.00	0.04
滇薯 155 Dianshu 155	0.10	0.04	0.05	0.04	0.04	0.00	0.20
滇薯 156 Dianshu 156	0.08	0.04	0.05	0.04	0.04	0.25	0.03
滇薯 157 Dianshu 157	0.07	0.04	0.05	0.03	0.02	0.00	0.07
滇薯 164 Dianshu 164	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.26	0.02
滇薯 167 Dianshu 167	0.10	0.04	0.06	0.04	0.04	0.21	0.04
滇薯 172 Dianshu 172	0.06	0.04	0.05	0.04	0.02	0.22	0.20
滇薯 176 Dianshu 176	0.05	0.03	0.05	0.04	0.06	0.26	0.03
滇薯 177 Dianshu 177	0.07	0.04	0.05	0.05	0.03	0.00	0.07
滇薯 179 Dianshu 179	0.06	0.04	0.05	0.04	0.04	0.00	0.02
滇薯 188 Dianshu 188	0.09	0.04	0.05	0.04	0.02	0.25	0.20

表 5 DTOPSIS 计算结果
Table 5 DTOPSIS computing result

品系 Line	S_i^+	S_i^-	C_i	C_i 排序 C_i rank	产量排序 Yield rank
合作 88 Hezuo 88	0.32	0.23	0.42	31	44
滇薯 1 Dianshu 1	0.28	0.33	0.53	14	12
滇薯 2 Dianshu 2	0.30	0.28	0.48	25	27
滇薯 7 Dianshu 7	0.28	0.28	0.50	19	13
滇薯 12 Dianshu 12	0.26	0.36	0.58	6	38
滇薯 14 Dianshu 14	0.29	0.27	0.48	22	11
滇薯 22 Dianshu 22	0.45	0.07	0.14	44	45
滇薯 23 Dianshu 23	0.21	0.40	0.66	2	2
滇薯 28 Dianshu 28	0.30	0.28	0.48	24	41
滇薯 39 Dianshu 39	0.30	0.34	0.54	13	39
滇薯 48 Dianshu 48	0.27	0.32	0.54	12	31
滇薯 49 Dianshu 49	0.29	0.31	0.52	16	21
滇薯 50 Dianshu 50	0.41	0.24	0.37	34	8
滇薯 52 Dianshu 52	0.31	0.26	0.46	28	36
滇薯 53 Dianshu 53	0.25	0.39	0.61	4	19
滇薯 54 Dianshu 54	0.33	0.20	0.38	33	6
滇薯 62 Dianshu 62	0.45	0.03	0.06	45	42
滇薯 64 Dianshu 64	0.29	0.28	0.49	21	34
滇薯 66 Dianshu 66	0.31	0.27	0.47	27	40
滇薯 67 Dianshu 67	0.26	0.32	0.55	11	10
滇薯 71 Dianshu 71	0.28	0.35	0.55	10	30
滇薯 80 Dianshu 80	0.43	0.10	0.18	43	16
滇薯 82 Dianshu 82	0.31	0.24	0.43	29	1
滇薯 89 Dianshu 89	0.29	0.29	0.49	20	26
滇薯 92 Dianshu 92	0.32	0.21	0.39	32	23
滇薯 94 Dianshu 94	0.28	0.30	0.51	18	32
滇薯 117 Dianshu 117	0.35	0.18	0.34	35	35
滇薯 119 Dianshu 119	0.37	0.15	0.29	39	33
滇薯 139 Dianshu 139	0.32	0.23	0.42	30	29
滇薯 143 Dianshu 143	0.28	0.30	0.51	17	22
滇薯 144 Dianshu 144	0.43	0.10	0.19	42	25
滇薯 145 Dianshu 145	0.30	0.28	0.48	23	37
滇薯 147 Dianshu 147	0.42	0.18	0.30	38	15
滇薯 148 Dianshu 148	0.11	0.61	0.85	1	17
滇薯 151 Dianshu 151	0.38	0.34	0.47	26	18
滇薯 155 Dianshu 155	0.41	0.20	0.33	36	4
滇薯 156 Dianshu 156	0.25	0.37	0.59	5	7
滇薯 157 Dianshu 157	0.43	0.11	0.20	41	9
滇薯 164 Dianshu 164	0.29	0.36	0.56	9	43
滇薯 167 Dianshu 167	0.25	0.33	0.56	8	3
滇薯 172 Dianshu 172	0.28	0.30	0.52	15	24
滇薯 176 Dianshu 176	0.24	0.42	0.64	3	28
滇薯 177 Dianshu 177	0.42	0.16	0.28	40	14
滇薯 179 Dianshu 179	0.42	0.20	0.32	37	20
滇薯 188 Dianshu 188	0.27	0.35	0.56	7	5

$X^+ = (0.15, 0.05, 0.0719, 0.051, 0.22, 0.262, 0.197)$;

$X^- = (0.026, 0.027, 0.0297, 0.026, 0.01, 0, 0.0219)$ 。

采用欧几里德范数作为距离的测定, 得到各品系与正理想解、负理想解的距离 S_i^+ 、 S_i^- , 并计算关联度数值 G_i (表5), 其中:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum(R_i - X^+)^2}, i=1, 2, \dots$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum(R_i - X^-)^2}, i=1, 2, \dots$$

$$G_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad G_i \in (0, 1)$$

根据 DTOPSIS 法原理, G_i 值越大综合性状越好, G_i 值最大者为综合性状最优品系, 由表5可知, G_i 值排名前十的有‘滇薯148’, ‘滇薯23’, ‘滇薯176’, ‘滇薯53’, ‘滇薯156’, ‘滇薯12’, ‘滇薯188’, ‘滇薯167’, ‘滇薯164’, ‘滇薯71’, 说明他们的综合性状较好, 且有30个品系的 G_i 值高于对照, 可作为进一步试验的备选品系, 其余材料值小于对照, 说明其综合性状差于对照, 可作进一步试验观察或给予淘汰。

3 讨论

目前云南省马铃薯品种单一, 缺乏优质新品种, 而马铃薯品种的种植时间若过长, 会使病毒积累, 造成严重品种退化^[1]。为此, 本研究从国际马铃薯中心引进了44份新品系, 进行田间栽培比较试验。结果表明, 引进的44份新品系中‘滇薯82’产量最高, 其次是‘滇薯23’和‘滇薯167’。但经 DTOPSIS 法综合评价后‘滇薯82’排名仅为29, 究其原因主要是因为‘滇薯82’大中薯率仅为49.00%, 小薯较多, 商品薯率差, 并且蛋白质含量相对较低, 再者由于马铃薯块茎还原糖的含量是影响油炸薯片色泽的重要因素, 还原糖含量越低越好^[12]。而‘滇薯82’的还原糖含量为0.58%, 相对较高, 故影响了‘滇薯82’的综合排名。‘滇薯23’经 DTOPSIS 法评价后排名第2, 产量排第2, 淀粉含量中等。综上所述, 在生产试验上, 单一的以产量作为评价指标不够合理, 可以借助综

合评价方法对供试材料进行初步的直观评价, 以筛选出综合性状良好的马铃薯品种。

运用 DTOPSIS 法正确评价品系的关键在于权重系数的确定, 目前权重系数的确定有不同的方法^[13], 本研究采用因子分析法, 因还原糖含量和晚疫病等级的变异系数较大, 则所占权重也较大。马铃薯的育种目标中高产是一项重要因素, 本研究中单株产量也占了较大权重。用 DTOPSIS 法评价马铃薯品种(系)可综合多个农艺和工艺性状指标, 弥补了仅用产量进行统计分析的不足, 评价结果客观合理, 可以克服方差分析回归分析等统计方法考虑性状少、综合评价功能低的缺点, 定量地全面客观地考虑多个性状对品种优劣的影响。

[参 考 文 献]

- [1] 梁武, 张德亮. 云南省马铃薯产业发展分析 [J]. 农村经济与科技, 2015, 26(9): 135-136, 200.
- [2] 杨万林, 隋启君. CIP 马铃薯资源在云南的评价、利用及前景 [C]. 2005 全国马铃薯产业学术年会, 2005.
- [3] 李山云, 孙玲, 卢丽丽, 等. 多态性信息含量法评价马铃薯品种(系)营养成分 [J]. 西南农业学报, 2015, 28(2): 519-526.
- [4] 姚兴涛. 区域城乡社会经济协调发展系统研究 [D]. 郑州: 河南农业大学, 1990.
- [5] 王士梅, 沈国霞, 陈秀晨, 等. 不同水(陆)稻品种(系)干旱胁迫效应分析评价 [J]. 中国农学通报, 2015, 31(6): 7-14.
- [6] 刘媛. 唐山市玉米作物生产潜力分析 [J]. 现代农业, 2015(3): 34-35.
- [7] 俞华先, 周清明, 孙有芳, 等. 国家第九轮区试瑞丽点甘蔗新品系 DTOPSIS 法评价 [J]. 中国糖料, 2015, 37(1): 35-37.
- [8] 徐淑霞, 杨慧凤, 范阳, 等. 利用 DTOPSIS 法综合分析大豆新品系安豆 203 [J]. 农业科技通讯, 2015(3): 109-111.
- [9] 张永成, 田丰. 马铃薯试验研究方法 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2007.
- [10] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [11] 陈智慧, 史梅, 王秋香, 等. 用凯氏定氮法测定食品中的蛋白质含量 [J]. 新疆畜牧业, 2008(5): 22-24.
- [12] 王春英, 陈伊里, 石瑛. 影响马铃薯油炸品质的研究进展 [J]. 中国马铃薯, 2003, 17(4): 232-236.
- [13] 黄裕新, 吕波, 施品贵. 基于改进灰色关联度的权重确定方法 [J]. 武汉科技学院学报, 2004, 17(13): 72-76.