

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2021)03-0222-11

DOI: 10.19918/j.cnki.1672-3635.2021.03.004

栽培生理

不同生态区马铃薯品种(系)营养品质的灰色关联度分析

李梅^{1,2}, 田世龙^{1,2*}, 胡新元³, 李守强^{1,2}, 葛霞^{1,2}, 程建新^{1,2}, 田甲春^{1,2}

(1. 甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所, 甘肃 兰州 730030; 2. 甘肃省果蔬贮藏加工技术创新中心, 甘肃 兰州 730070;

3. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 灰色关联分析是灰色系统理论的一种分析方法, 以其独到之处被广泛应用于各研究领域。为筛选出适宜甘肃中部半干旱区、陇东半干旱区、高寒阴湿区、河西绿洲灌区4个不同生态区栽培的优质马铃薯品种(系), 以甘肃省主栽的13个马铃薯品种(系)为研究对象, 根据灰色关联度理论, 对4个不同生态区薯块的干物质、淀粉、还原糖、蛋白质和维生素C含量5个主要营养品质指标在2016、2017和2018年的平均值进行分析。结果表明, ‘陇薯8号’‘陇薯9号’‘L1039-6’‘天薯11号’和‘L1036-34’在中部半干旱西产区, 综合营养品质表现优异; ‘陇薯8号’‘L1039-6’‘LY08104-12’‘天薯11号’和‘陇薯7号’在高寒阴湿渭源产区, 综合营养品质表现优异; ‘陇薯8号’‘L1039-6’‘天薯11号’‘L1036-34’和‘陇薯9号’在陇东半干旱庆阳产区, 综合营养品质表现优异; ‘L1039-6’‘陇薯8号’‘天薯11号’‘陇薯7号’和‘L1036-34’在河西绿洲灌区张掖产区, 综合营养品质表现优异。灰色关联度分析能科学合理地评价马铃薯的品质, 可为甘肃省各区域马铃薯品种科学合理布局及利用提供理论依据。

关键词: 马铃薯; 品种; 生态区; 品质评价; 灰色关联度分析

Grey Relation Analysis of Nutritional Quality of Potato Varieties (Lines) in Different Ecological Regions

LI Mei^{1,2}, TIAN Shilong^{1,2*}, HU Xinyuan³, LI Shouqiang^{1,2}, GE Xia^{1,2}, CHENG Jianxin^{1,2}, TIAN Jiachun^{1,2}

(1. Agricultural Product Storage and Processing Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. Gansu Innovation Center of Fruit and Vegetable Storage and Processing, Lanzhou, Gansu 730070, China;

3. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Grey relation analysis is an analytical method of grey system theory, and is widely used in various research fields for its unique characteristics. In order to screen out high-quality potato varieties (lines) suitable for cultivation in the four different ecological regions of semi-arid region in central Gansu Province, semi-arid region in eastern Gansu Province, alpine and humid region, and Hexi oasis irrigation region, according to the grey relation theory, potato tubers in the four different ecological regions were analyzed in terms of the average value of the five main nutritional quality indicators of dry matter, starch, reducing sugar, protein and vitamin C contents in 2016, 2017 and 2018, using 13 potato varieties (lines) mainly planted in Gansu Province as the research objects. The results showed

收稿日期: 2020-11-18

基金项目: 国家自然科学基金(31760476); 财政部和农业农村部国家现代农业产业技术体系专项(CARS-09-P26); 农业部公益性行业(农业)科研专项经费项目(201503001-7); 甘肃省重点研发计划项目(GNKJ-2020-2)。

作者简介: 李梅(1978-), 女, 硕士, 副研究员, 研究方向为马铃薯贮藏与加工。

***通信作者(Corresponding author):** 田世龙, 研究员, 主要从事马铃薯贮藏与加工方面研究, E-mail: 723619635@qq.com。

that 'Longshu 8', 'Longshu 9', 'L1039-6', 'Tianshu 11' and 'L1036-34' expressed excellent comprehensive nutritional quality in the central semi-arid region (Dingxi production region); 'Longshu 8', 'L1039-6', 'LY08104-12', 'Tianshu 11' and 'Longshu 7' expressed excellent comprehensive nutritional quality in the alpine and humid region (Weiyuan production region); 'Longshu 8', 'L1039-6', 'Tianshu 11', 'L1036-34' and 'Longshu 9' in the semi-arid region in eastern Gansu Province (Qingyang production region) expressed excellent comprehensive nutritional quality; and 'L1039-6', 'Longshu 8', 'Tianshu 11', 'Longshu 7' and 'L1036-34' in the Hexi Oasis irrigation region (Zhangye production region) expressed excellent comprehensive nutritional quality. Grey relation analysis could evaluate the quality of potatoes in a scientific and reasonable way, and help to provide theoretical basis for the scientific and reasonable distribution and utilization of potato varieties in different regions of Gansu Province.

Key Words: potato; variety; ecological region; quality evaluation; grey relation analysis

中国马铃薯种植面积和总产量均居世界第一位, 马铃薯成为继水稻、小麦、玉米之后的第四大粮食作物^[1]; 甘肃省是中国马铃薯的主产区, 种植面积连续稳定在67万hm²以上, 鲜薯产量1200万t左右, 均位居全国前三位^[2]; 马铃薯耐旱、耐瘠薄、适应性强, 种植区域非常广泛^[3], 在甘肃省复杂的地形、气候条件下形成了不同的主栽品种, 以陇薯系列、天薯系列、庄薯系列、甘农薯为主的“甘味”马铃薯已成为甘肃省马铃薯产业发展的亮点和名片, 享誉海内外^[4]。马铃薯产业已成为带动全省农业农村经济发展、促进农业增效、农民脱贫致富的特色优势主导产业。

近年来, 随着人们生活水平的不断提高, 人们对马铃薯品种的品质要求不仅在外观上, 更注重内在品质和风味; 而且随着中国马铃薯加工业的快速发展, 中国的马铃薯已从一个单纯的粮食作物转变成具有多种用途的经济作物, 马铃薯产业的发展和市场需求的変化也对品种品质特性提出了更多、更高的要求^[5]。马铃薯块茎的品质性状是由复杂的微效多基因控制的数量性状, 除品种自身的遗传性状外, 其品质优劣很大程度上取决于外界条件, 包括自然气候、土壤肥力、栽培管理技术条件等^[6], 即使同一品种在不同地域种植时, 所处的环境和气候条件有差异, 也会对马铃薯的品质产生很大的影响^[7]。

据文献报道, 很多学者利用灰色关联度分析对马铃薯进行各方面的研究。李建武和王蒂^[8]应用灰色关联度分析, 研究马铃薯种质生理生化指标与抗旱性的关系, 得出叶片相对含水量、超氧化物歧化酶活性、可溶性蛋白含量、脯氨酸含量等指标可作为

抗旱性鉴定指标的结论。研究者运用灰色关联度分析还在马铃薯育种数量性状^[9]、新品种栽培性状^[10]以及产量与主要农艺性状、气候因子^[11,12]等方面做了分析研究, 明确了马铃薯产量与收获株数、单株块茎重、主茎数等数量性状以及与温度、水分、光照等气候因子的相关关系, 但利用灰色关联度分析综合评价马铃薯块茎品质, 进而作为依据进行马铃薯区域合理布局方面的研究还未见报道。

为此, 本研究采用灰色关联度分析法, 对甘肃省4个不同生态区的13个主栽马铃薯品种(系)的部分营养品质进行综合评价, 旨在为甘肃省各区域调整马铃薯种植结构、品种科学合理布局及利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试马铃薯: 供试13个马铃薯品种(系)分别为‘陇薯7号’‘陇薯8号’‘陇薯9号’‘陇薯10号’‘陇薯11号’‘陇薯14号’‘L1027-10’‘L1036-34’‘L1039-6’‘LY08104-12’‘青薯9号’‘天薯11号’和‘中薯18号’, 原种均由甘肃省农业科学院马铃薯研究所会川试验站提供。

1.2 试验不同生态区及主要气候条件

试验设置4个不同生态区。中部半干旱区属南温带半湿润气候, 平均海拔2080m, 年均温度5.7~7.7℃, 无霜期122~160d, 年均降雨量350~600mm; 高寒阴湿区属温带大陆性气候, 平均海拔2936m, 年均温度6.8℃, 无霜期166d, 年均降雨量500mm左右; 陇东半干旱区属温带季风性大陆气候, 平均

海拔 1 204 m, 年均温度 9.5~10.7℃, 无霜期 140~180 d, 年均降雨量 400~600 mm; 河西绿洲灌区属大陆性气候, 平均海拔 1 850 m, 年均温度 6℃, 无霜期 112~165 d, 年均降雨量 131 mm。

1.3 试验设计

试验于 2016、2017 和 2018 年进行, 试验为两因素随机区组设计, 因素分别为品种(系)和试验点。品种(系)13 个, 试验点 4 个, 分别设在甘肃省定西、渭源、庆阳和张掖; 试验设 3 次重复, 小区面积 $50\text{ m} \times 3\text{ m} = 150\text{ m}^2$, 4 行区, 行距为 70 cm, 株距为 30 cm, 每行种植 152 株, 每个品种种植 608 株。4 个不同生态区采用相同试验方案。

1.4 测定指标及方法

试验所用分析材料均为各试验点田间统一收获的马铃薯块茎。各试验点的试验材料由各地收获后及时运输至甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所, 贮藏于 3~5℃ 恒温库, 试验材料全部收集后, 由甘肃省农业科学院农业测试中心在 7 d 内测定完成。

试验主要测定指标为干物质、淀粉、还原糖、蛋白质和维生素 C(VC) 含量, 均参照 GB 5009 系列标准进行测定, 其中干物质含量参照 GB 5009.4-2016^[13], 淀粉含量参照 NY/T11-1985^[14], 还原糖含量参照 GB/T 5009.7-2016^[15], 蛋白质含量参照 GB/T 5009.5-2016^[16], 维生素 C 含量参照 GB/T 5009.86-2016^[17]。

1.5 分析原理与方法

基于灰色关联度分析进行综合评价, 运用灰色关联度理论和模糊数学方法中的权重决策法^[18-20], 确定 VC 含量、干物质含量、还原糖含量、淀粉含量和蛋白质含量 5 个指标的权重, 以此为基础构建综合评价模型, 作灰色关联度分析。参试品种以 X 表示, 指标以 k 表示, 各参试品种 X 在指标 k 处的值构成比较数列 $X_i (i = 1, 2, \dots, 13)$, X_0 是所有参试品种(系)各项指标的最优值构成的参考列, 作为理想参考品种, 记为 $\{X_0(k)\} (k = 1, 2, \dots, 5)$, 各项指标作为评价指标作为比较数列, 即参评指标观测值集合, 记为 $\{X_i(k)\} (i = 1, 2, \dots, 13; k = 1, 2, \dots, 5)$ 。采用均值化方式对原始数据进行无量纲处理, 并根据公式(1)、(2)和(3), 分别计算各自的绝对离差、关联系数、

等权关联度; 参考判断矩阵法给各指标赋权重(4), 进一步根据公式(5)计算加权灰色关联度。关联度越大, 则参试品种(系)越接近理想参考品种(系), 其综合性状评价表现越优; 关联度越小, 则参试品种(系)越远离理想参考品种(系), 其综合性状评价表现越差。

$$\text{绝对离差 } \Delta_i(k) = |X_0(k) - X_i(k)| \quad (1)$$

关联系数

$$\varepsilon_i(k) = \frac{\min_i \min_k \Delta_i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta_i(k)} \quad (2)$$

$$\text{等权灰色关联度 } \gamma_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_i(k) \quad (3)$$

$$\text{权重系数 } w_i = \frac{\gamma_i}{\sum \gamma_i} \quad (4)$$

$$\text{加权灰色关联度 } \gamma_i' = \sum_{k=1}^n w_i(k) \varepsilon_i(k) \quad (5)$$

以上公式中, k 为指标数量, i 为品种编号, X_i 为参评数列, X_0 为理想参考列, ρ 为分辨率系数, 通常情况取值为 0.5, n 为参评指标总数。

1.6 数据处理

所有数据采用 3 年测定的平均值, 统计分析在 Excel 2016 软件中进行。

2 结果与分析

2.1 不同生态区不同参试品种(系)的主要品质指标及参考品种的确定

4 个不同生态区参试马铃薯品种(系)的干物质、淀粉、蛋白质、还原糖和 VC 含量 5 个基本成分含量均存在差异。参试马铃薯品种(系)的 VC 含量为 6.07 ~ 43.74 mg/100 g, 其中最高的品种是高寒阴湿渭源产区的‘天薯 11 号’, 最低的品种是陇东半干旱庆阳产区的‘LY08104-12’。干物质含量为 17.30 ~ 33.89 g/100 g, 其中最高的品种是高寒阴湿渭源产区的‘陇薯 8 号’, 最低的品种是河西绿洲灌区张掖产区的‘陇薯 10 号’。还原糖含量为 0.06 ~ 1.48 g/100 g, 其中最低的品种是河西绿洲灌区张掖产区的‘陇薯 8 号’, 最高的品种是陇东半干旱庆阳产区的‘陇薯 8 号’。淀粉含量为 11.00 ~ 26.30 g/100 g, 其中最高的品种是高寒阴湿渭源产区的‘陇薯 8 号’, 最低的品

种是陇东半干旱庆阳产区的‘LY08104-12’。蛋白质含量为1.83~3.76 g/100 g, 其中最高的品种是河西绿洲灌区张掖产区的‘L1027-10’, 最低的品种是中部半干旱定西产区‘L1027-10’。

根据灰色关联度分析的原理, 参考各参试品种(系)的5个主要品质指标构成的参比数列 $X_i(k)$ 设计构建一个适于本区域生产条件下理想的参考品种, 为保证关联度的正向性, 考虑品种的区域适应性, 依据参试品种(系)的5个主要品质指标的最佳值, 其中VC、干物质、淀粉和蛋白质含量取最大值, 还原糖含量取最小值(但该品种不存在), 构成参考数列 $X_0(k)$ (表1)。

2.2 不同生态区不同参试品种(系)主要品质指标的无量纲化处理

由于所测原始数据单位不同, 为消除不同量纲和数量级对品质评价的影响, 保证各品质因素具有等效性和同序性, 采用初值化法对马铃薯块茎的5个品质指标进行初始化(各品质指标值与理想值间距离的绝对值), 即数值的无量纲化处理, 得到数据标准化处理值(表2)。

2.3 不同生态区不同参试品种(系)主要品质指标的绝对离差

根据公式(1), 分别计算4个不同生态区不同参试品种(系)主要品质指标的绝对离差, 计算结果见表3。

2.4 不同生态区不同参试品种(系)主要品质指标的关联系数

利用公式(2), 分别计算4个不同生态区不同参试品种(系)主要品质指标的关联系数, 计算结果见表4。

2.5 不同生态区不同参试品种(系)等权关联度与加权关联度的排名

利用前述关联系数值, 由公式(3)、(4)、(5)计算不同区域不同品种(系)马铃薯品质的等权关联度和加权关联度, 关联度值是参试品种与参考品种间的密切程度的表现, 按关联分析原则, 值越大, 说明该参试品种与参考品种越密切, 即该品种越接近“理想品种”。从表5可以看出, 4个不同生态区马铃薯品种(系)的加权关联度和等权关联度得出的排序基本一致, 但加权关联度值能更为真实地反映品

种品质的综合表现, 因此本试验中综合评价采用加权关联度; 其中, 中部半干旱定西产区‘陇薯8号’与“理想品种”最为接近($r^* = 0.9129$), 综合品质最好, 其次是‘陇薯9号’($r^* = 0.8909$), ‘L1027-10’的关联度与“理想品种”相差最大($r^* = 0.6726$), 综合品质最差, 其余品种(系)综合品质居中。高寒阴湿渭源产区‘陇薯8号’与“理想品种”最为接近($r^* = 0.7939$), 综合品质最好, 其次是‘L1039-6’($r^* = 0.7330$), ‘陇薯10号’的关联度与“理想品种”相差最大($r^* = 0.5694$), 综合品质最差, 其余品种(系)综合品质居中。陇东半干旱庆阳产区‘陇薯8号’与“理想品种”最为接近($r^* = 0.7983$), 综合品质最好, 其次是‘L1039-6’($r^* = 0.7940$), ‘LY08104-12’的关联度与“理想品种”相差最大($r^* = 0.5574$), 综合品质最差, 其余品种(系)综合品质居中。河西绿洲灌区张掖产区‘L1039-6’与“理想品种”最为接近($r^* = 0.8479$), 综合品质最好, 其次是‘陇薯8号’($r^* = 0.8165$), ‘陇薯10号’的关联度与“理想品种”相差最大($r^* = 0.5749$), 综合品质最差, 其余品种(系)综合品质居中。

3 讨 论

灰色关联度分析法是一种多因素统计分析方法, 该方法将灰色系统中模糊的灰色关系进行序列化和模式化, 进而量化和序化灰色关系, 从而对系统中的关键要素进行全面的、客观的综合评价, 较客观的反映出供试品种品质方面的综合表现^[21,22]。本研究运用灰色关联度分析对甘肃4个不同生态区、13个不同品种(系)马铃薯的5个营养品质指标进行综合评价, 加权关联度位次排名与实际马铃薯品质基本保持一致, 全面且真实地反映了参试品种的实际表现, 中部半干旱定西产区加权关联度排名前5位的马铃薯品种(系)依次为‘陇薯8号’‘陇薯9号’‘L1039-6’‘天薯11号’和‘L1036-34’, 排名最后的是‘L1027-10’, 综合营养品质表现最差; 高寒阴湿渭源产区加权关联度排名前5位的马铃薯品种(系)依次为‘陇薯8号’‘L1039-6’‘LY08104-12’‘天薯11号’和‘陇薯7号’, 排名最后的是‘陇薯10号’, 综合营养品质表现最差; 陇东半干旱庆阳产区加权关联度排名前5位的马铃薯品种(系)依次为‘陇薯8号’

表1 4个不同生态区马铃薯参试品种与参考品种(系)的主要品质指标

Table 1 Main quality indexes of tested potato varieties and reference varieties (lines) in four different ecological regions

代码 Code	品种(系) Variety (line)	维生素C含量(mg/100 g) Vitamin C content				干物质含量(g/100 g) Dry matter content				还原糖含量(g/100 g) Reducing sugar content				淀粉含量(g/100 g) Starch content				蛋白质含量(g/100 g) Protein content			
		定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye
X ₁	陇薯7号	18.61	24.84	25.48	17.08	22.46	23.90	24.44	22.62	0.15	0.11	1.36	0.09	15.60	17.20	16.36	14.90	2.58	2.64	2.45	3.39
X ₂	陇薯8号	20.08	14.69	13.82	13.04	29.36	33.89	26.35	24.63	0.08	0.23	1.48	0.06	22.70	26.30	20.35	16.00	2.64	2.57	2.83	3.05
X ₃	陇薯9号	25.23	14.63	10.97	17.29	26.23	25.69	21.80	22.75	0.09	0.42	0.22	0.15	20.30	19.90	16.40	14.80	2.74	2.37	2.49	2.48
X ₄	陇薯10号	22.54	21.23	27.31	12.39	21.92	22.28	18.60	17.30	0.20	0.64	0.50	0.31	14.30	16.90	13.90	11.50	3.07	2.59	2.60	2.23
X ₅	陇薯11号	22.31	13.76	19.65	17.33	28.50	27.26	23.84	21.84	0.34	0.50	1.42	0.15	19.00	20.30	19.23	14.10	2.41	2.45	2.53	2.44
X ₆	陇薯14号	23.56	19.86	17.40	13.28	23.52	27.57	23.00	25.20	0.27	0.42	1.24	0.09	17.60	19.70	16.44	15.50	2.52	2.60	2.50	2.70
X ₇	L1027-10	13.87	21.78	22.96	14.59	21.73	23.79	21.01	20.51	0.82	0.58	1.15	0.11	16.30	19.10	13.96	14.10	1.83	2.57	2.20	3.76
X ₈	L1036-34	25.16	21.90	16.76	14.23	27.51	30.18	25.00	25.51	0.13	0.30	1.36	0.11	14.50	21.20	18.54	17.60	2.50	2.60	2.75	2.80
X ₉	L1039-6	25.58	18.38	16.20	20.07	24.94	26.68	25.75	27.16	0.13	0.24	1.38	0.11	18.20	21.00	19.30	19.60	2.99	3.23	2.95	3.18
X ₁₀	LY08104-12	18.16	20.31	6.07	16.96	28.30	28.19	17.40	22.74	0.22	0.33	1.13	0.15	18.90	20.80	11.00	17.40	2.46	3.27	2.23	2.86
X ₁₁	青薯9号	13.37	17.00	19.07	18.47	23.44	25.49	20.16	19.54	0.27	0.32	0.91	0.08	17.90	18.90	12.83	12.20	2.06	2.54	2.01	3.34
X ₁₂	天薯11号	37.79	43.74	32.83	32.22	22.94	25.78	19.80	21.27	0.25	0.38	0.54	0.13	19.20	20.40	14.10	15.00	2.27	2.70	2.51	2.96
X ₁₃	中薯18号	20.80	20.20	20.38	16.80	21.63	24.78	21.19	22.49	0.17	0.25	1.08	0.07	15.20	18.00	17.19	13.90	3.25	2.64	2.49	2.94
X ₁₄	参考品种	37.79	43.74	32.83	32.22	29.36	33.89	26.35	27.16	0.08	0.11	0.22	0.06	22.70	26.30	20.35	19.60	3.25	3.27	2.95	3.76

表 2 4 个不同生态区马铃薯参试品种(系)主要品质指标的无量纲化值
Table 2 Dimensionless values of main quality indexes of tested potato varieties (lines) in four different ecological regions

代码 Code	维生素C含量(mg/100 g) Vitamin C content				干物质含量(g/100 g) Dry matter content				还原糖含量(g/100 g) Reducing sugar content				淀粉含量(g/100 g) Starch content				蛋白质含量(g/100 g) Protein content			
	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye
X ₁	0.842 8	1.185 8	1.330 8	0.992 4	0.905 4	0.899 3	1.101 9	1.001 7	0.625 0	0.303 0	1.284 0	0.726 7	1.014 7	0.985 2	0.401 8	0.455 5	0.978 8	1.155 8	0.261 4	0.235 5
X ₂	0.909 4	0.701 3	0.721 8	0.757 6	1.183 6	1.275 2	1.188 0	1.090 7	0.333 3	0.633 5	1.397 2	0.484 5	1.262 2	1.058 0	0	0	1.130 6	1.039 9	0.238 0	0.261 7
X ₃	1.142 6	0.698 4	0.573 0	1.004 6	1.057 4	0.966 7	0.982 9	1.007 5	0.375 0	1.156 8	0.207 7	1.211 2	1.017 2	0.978 6	0.135 8	0.320 4	0.994 8	0.845 5	0.199 0	0.336 5
X ₄	1.020 8	1.013 5	1.426 4	0.719 9	0.883 7	0.838 4	0.838 6	0.766 1	0.833 3	1.762 7	0.472 0	2.503 1	0.862 1	0.760 4	0.475 4	0.470 5	1.038 7	0.760 3	0.070 2	0.254 2
X ₅	1.010 3	0.656 9	1.026 3	1.006 9	1.148 9	1.025 8	1.074 8	0.967 2	1.416 7	1.377 1	1.340 6	1.211 2	1.192 7	0.932 3	0.209 4	0.300 3	1.010 8	0.831 9	0.327 7	0.306 6
X ₆	1.067 0	0.948 1	0.908 8	0.771 6	0.948 2	1.037 4	1.037 0	1.116 0	1.125 0	1.156 8	1.170 7	0.726 7	1.019 7	1.024 9	0.288 6	0.330 4	0.998 8	0.920 5	0.284 8	0.250 5
X ₇	0.628 1	1.039 7	1.199 2	0.847 7	0.876 0	0.895 2	0.947 2	0.908 3	3.416 7	1.597 5	1.085 7	0.888 2	0.865 8	0.932 3	0.362 2	0.360 4	0.878 9	1.281 9	0.554 0	0.261 7
X ₈	1.139 4	1.045 5	0.875 4	0.826 8	1.109 0	1.135 6	1.127 1	1.129 7	0.541 7	0.826 3	1.284 0	0.888 2	1.149 9	1.163 8	0.464 1	0.255 3	1.098 6	0.954 6	0.292 6	0.250 5
X ₉	1.158 4	0.877 4	0.846 1	1.166 1	1.005 4	1.003 9	1.161 0	1.202 8	0.541 7	0.661 0	1.302 8	0.888 2	1.197 0	1.296 0	0.254 7	0.265 3	1.178 5	1.084 2	0.101 4	0.015 0
X ₁₀	0.822 4	0.969 6	0.317 0	0.985 4	1.140 8	1.060 8	0.784 5	1.007 0	0.916 7	0.908 9	1.066 8	1.211 2	0.682 3	1.150 6	0.215 1	0.275 3	0.890 9	0.975 1	0.308 2	0.000 0
X ₁₁	0.605 5	0.811 5	0.996 0	1.073 1	0.944 9	0.959 2	0.908 9	0.865 3	1.125 0	0.881 4	0.859 1	0.646 0	0.795 8	0.806 7	0.271 7	0.370 4	0.803 0	1.138 7	0.464 3	0.272 9
X ₁₂	1.711 4	2.088 1	1.714 7	1.872 0	0.924 8	0.970 1	0.892 7	0.941 9	1.041 7	1.046 6	0.509 8	1.049 7	0.874 5	0.991 9	0.198 1	0.295 3	1.002 8	1.009 2	0.382 4	0.213 1
X ₁₃	0.942 0	0.964 3	1.064 4	0.976 1	0.872 0	0.932 4	0.955 4	0.995 9	0.708 3	0.688 6	1.019 6	0.565 2	1.066 2	0.919 1	0.424 5	0.415 5	0.994 8	1.002 4	0	0.235 5

表3 4个不同生态区马铃薯参试品种(系)主要品质指标的绝对离差值
Table 3 Absolute difference of main quality indexes of tested potato varieties (lines) in four different ecological regions

代码 Code	维生素C含量(mg/100 g) Vitamin C content				干物质含量(g/100 g) Dry matter content				还原糖含量(g/100 g) Reducing sugar content				淀粉含量(g/100 g) Starch content				蛋白质含量(g/100 g) Protein content			
	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye
Δ_1	0.868 6	0.902 2	0.383 9	0.879 6	0.278 2	0.375 9	0.086 1	0.201 0	0.291 70	1.076 3	0.242 2	0.401 8	0.455 5	0.247 5	0.310 8	0.261 4	0.235 5	0.199 8	0.126 1	
Δ_2	0.802 0	1.386 8	0.992 9	1.114 4	0	0	0	0.112 0	0	0.330 5	1.189 5	0	0	0	0.238 0	0.238 0	0.261 7	0.047 9	0.242 1	
Δ_3	0.568 8	1.389 7	1.141 7	0.867 4	0.126 2	0.308 6	0.205 1	0.195 3	0.041 70.853 8	0	0.726 7	0.135 8	0.320 4	0.245 0	0.317 4	0.199 0	0.336 5	0.183 8	0.436 4	
Δ_4	0.690 6	1.074 6	0.288 3	1.152 1	0.299 9	0.436 9	0.349 4	0.436 6	0.500 01.459 7	0.264 3	2.018 6	0.475 4	0.470 5	0.400 0	0.535 6	0.070 2	0.254 2	0.139 8	0.521 6	
Δ_5	0.701 0	1.431 2	0.688 4	0.865 1	0.034 7	0.249 5	0.113 2	0.235 6	1.083 31.074 2	1.132 9	0.726 7	0.209 4	0.300 3	0.069 5	0.363 7	0.327 7	0.306 6	0.167 8	0.450 0	
Δ_6	0.644 4	1.140 0	0.805 9	1.100 4	0.235 4	0.237 8	0.151 0	0.086 8	0.791 70.853 8	0.963 0	0.242 2	0.288 6	0.330 4	0.242 5	0.271 1	0.284 8	0.250 5	0.179 8	0.361 4	
Δ_7	1.083 3	1.048 3	0.515 5	1.024 3	0.307 6	0.380 1	0.240 8	0.294 5	3.083 31.294 5	0.878 0	0.403 7	0.362 2	0.360 4	0.396 3	0.363 7	0.554 0	0.261 7	0.299 6	0	
Δ_8	0.572 0	1.042 6	0.839 3	1.045 2	0.074 6	0.139 6	0.060 9	0.073 1	0.208 30.523 3	1.076 3	0.403 7	0.464 1	0.255 3	0.112 3	0.132 2	0.292 6	0.250 5	0.079 9	0.327 3	
Δ_9	0.553 0	1.210 6	0.868 6	0.705 9	0.178 2	0.271 3	0.027 1	0	0.208 30.358 1	1.095 1	0.403 7	0.254 7	0.265 3	0.065 1	0	0.101 4	0.015 0	0	0.197 7	
Δ_{10}	0.889 0	1.118 5	1.397 7	0.886 6	0.042 7	0.214 5	0.403 5	0.195 7	0.583 30.605 9	0.859 1	0.726 7	0.215 1	0.275 3	0.579 9	0.145 5	0.308 2	0.000 0	0.287 6	0.306 8	
Δ_{11}	1.105 9	1.276 5	0.718 7	0.798 9	0.238 7	0.316 1	0.279 1	0.337 4	0.791 70.578 4	0.651 4	0.161 5	0.271 7	0.370 4	0.466 4	0.489 3	0.464 3	0.272 9	0.375 5	0.143 2	
Δ_{12}	0	0	0	0	0.258 8	0.305 2	0.295 3	0.260 8	0.708 30.743 6	0.302 1	0.565 2	0.198 1	0.295 3	0.387 6	0.304 2	0.382 4	0.213 1	0.175 8	0.272 8	
Δ_{13}	0.769 4	1.123 8	0.650 3	0.895 9	0.311 6	0.342 8	0.232 6	0.206 8	0.375 00.385 6	0.811 9	0.080 7	0.424 5	0.415 5	0.196 0	0.376 9	0	0.235 5	0.183 8	0.279 6	

表 4 4 个不同生态区马铃薯参试品种(系)主要品质指标的关联系数
Table 4 Relational coefficient of main quality indexes of tested potato varieties (lines) in four different ecological regions

代码 Code	维生素 C 含量 (mg/100 g) Vitamin C content				干物质含量 (g/100 g) Dry matter content				还原糖含量 (g/100 g) Reducing sugar content				淀粉含量 (g/100 g) Starch content				蛋白质含量 (g/100 g) Protein content			
	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye	定西 Dingxi	渭源 Weiyuan	庆阳 Qingyang	张掖 Zhangye
ε_1	0.639 6	0.447 2	0.645 4	0.534 3	0.847 2	0.660 0	0.890 3	0.833 9	0.840 9	1.000 0	0.393 7	0.806 4	0.793 2	0.615 7	0.738 5	0.764 6	0.855 0	0.756 0	0.777 7	0.888 9
ε_2	0.657 8	0.344 8	0.413 1	0.475 3	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.900 1	1.000 0	0.688 3	0.370 1	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.809 2	0.866 3	0.736 1	0.935 8	0.806 6
ε_3	0.730 5	0.344 3	0.379 7	0.537 8	0.924 3	0.702 9	0.773 1	0.837 9	0.973 7	0.460 9	1.000 0	0.581 4	0.919 0	0.694 9	0.740 4	0.760 8	0.885 7	0.684 4	0.791 8	0.698 1
ε_4	0.690 6	0.404 5	0.707 9	0.467 0	0.837 1	0.625 6	0.666 7	0.698 0	0.755 1	0.333 3	0.725 6	0.333 3	0.764 3	0.608 0	0.636 0	0.653 3	0.956 4	0.741 6	0.833 3	0.659 3
ε_5	0.687 4	0.337 7	0.503 8	0.538 5	0.978 0	0.745 3	0.860 6	0.810 8	0.587 3	0.404 6	0.381 5	0.581 4	0.880 4	0.708 5	0.909 6	0.735 1	0.824 7	0.704 2	0.806 4	0.691 6
ε_6	0.705 2	0.390 3	0.464 4	0.478 4	0.867 5	0.754 2	0.822 3	0.920 8	0.660 7	0.460 9	0.420 5	0.806 4	0.842 3	0.688 4	0.742 4	0.788 3	0.844 1	0.744 5	0.795 4	0.736 3
ε_7	0.587 3	0.410 4	0.575 5	0.496 3	0.833 7	0.657 6	0.743 8	0.774 1	0.333 3	0.360 5	0.443 2	0.714 3	0.809 7	0.669 4	0.638 1	0.735 1	0.735 6	0.736 1	0.699 9	1.000 0
ε_8	0.729 4	0.411 8	0.454 3	0.491 3	0.953 9	0.839 4	0.919 9	0.932 5	0.881 0	0.582 4	0.393 7	0.714 3	0.768 6	0.740 9	0.861 6	0.884 2	0.840 5	0.744 5	0.897 4	0.755 1
ε_9	0.736 0	0.376 1	0.445 9	0.588 4	0.896 4	0.729 0	0.962 7	1.000 0	0.881 0	0.670 9	0.389 6	0.714 3	0.858 2	0.733 4	0.914 8	1.000 0	0.938 3	0.979 9	1.000 0	0.836 2
ε_{10}	0.634 3	0.394 9	0.333 3	0.532 4	0.973 0	0.772 9	0.634 0	0.837 6	0.725 5	0.546 4	0.448 6	0.581 4	0.877 6	0.726 1	0.546 5	0.874 0	0.833 4	1.000 0	0.708 4	0.766 9
ε_{11}	0.582 3	0.363 8	0.493 0	0.558 2	0.865 9	0.697 8	0.714 6	0.749 4	0.660 7	0.557 9	0.517 6	0.862 1	0.850 2	0.663 3	0.599 7	0.673 5	0.768 5	0.727 8	0.650 5	0.875 8
ε_{12}	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.856 3	0.705 2	0.703 0	0.794 6	0.685 2	0.495 3	0.698 2	0.641 0	0.886 1	0.711 9	0.643 2	0.768 4	0.801 3	0.774 0	0.799 0	0.787 3
ε_{13}	0.667 1	0.393 7	0.518 0	0.438 2	0.831 9	0.680 4	0.750 2	0.829 9	0.804 3	0.654 3	0.462 6	0.925 9	0.784 1	0.637 2	0.781 0	0.728 1	1.000 0	0.756 0	0.791 8	0.783 1

表5 4个不同生态区马铃薯品种(系)的关联度及排名
Table 5 Rank and relational grade of different potato varieties (lines) in four different ecological regions

编号 Number	中部半干旱西产区 Dingxi central semi-arid region				高寒阴湿渭源产区 Weiyuan high elevation, chilling and humid region				陇东半干旱庆阳产区 Longdong Qingyang semi-arid region				河西绿洲灌区张掖产区 Zhangye Hexi oasis irrigation region			
	等权关联度 Equal relational	排名 Ranking	加权关联度 Weighted relational	排名 Ranking	等权关联度 Equal relational	排名 Ranking	加权关联度 Weighted relational	排名 Ranking	等权关联度 Equal relational	排名 Ranking	加权关联度 Weighted relational	排名 Ranking	等权关联度 Equal relational	排名 Ranking	加权关联度 Weighted relational	排名 Ranking
1	0.795 2	9	0.800 7	10	0.695 8	4	0.703 6	5	0.689 1	8	0.717 3	7	0.765 6	4	0.780 9	4
2	0.904 8	1	0.912 9	1	0.753 8	1	0.793 9	1	0.743 8	2	0.798 3	1	0.798 2	3	0.816 5	2
3	0.886 6	2	0.890 9	2	0.577 5	11	0.606 4	11	0.737 0	4	0.742 8	5	0.683 2	11	0.696 8	11
4	0.800 7	8	0.806 7	8	0.542 6	13	0.569 4	13	0.713 9	5	0.714 7	8	0.562 2	13	0.574 9	13
5	0.791 6	10	0.802 6	9	0.580 0	10	0.613 3	10	0.692 4	7	0.730 7	6	0.671 5	12	0.683 9	12
6	0.784 0	11	0.791 0	11	0.607 7	8	0.637 5	8	0.649 0	10	0.681 9	10	0.746 1	6	0.764 6	6
7	0.659 9	13	0.672 6	13	0.566 8	12	0.594 5	12	0.620 1	11	0.638 6	11	0.744 0	7	0.761 3	7
8	0.834 7	5	0.839 0	5	0.663 8	6	0.692 6	6	0.705 4	6	0.749 8	4	0.755 5	5	0.775 8	5
9	0.862 0	3	0.866 8	3	0.697 9	3	0.733 0	2	0.742 6	3	0.794 0	2	0.827 8	1	0.847 9	1
10	0.808 7	7	0.819 3	7	0.688 0	5	0.727 3	3	0.534 2	13	0.557 4	13	0.718 4	10	0.734 9	10
11	0.745 5	12	0.755 2	12	0.602 1	9	0.628 2	9	0.595 1	12	0.609 8	12	0.743 8	8	0.753 7	9
12	0.845 8	4	0.843 8	4	0.737 3	2	0.726 7	4	0.768 7	1	0.758 4	3	0.798 3	2	0.788 4	3
13	0.817 5	6	0.824 0	6	0.624 3	7	0.646 0	7	0.660 7	9	0.687 3	9	0.741 1	9	0.758 3	8

注: 1. 陇薯7号; 2. 陇薯8号; 3. 陇薯9号; 4. 陇薯10号; 5. 陇薯11号; 6. 陇薯14号; 7. L1027-10; 8. L1036-34; 9. L1039-6; 10. LY08104-12; 11. 青薯9号; 12. 天薯11号; 13. 中薯18号。

Note: 1. Longshu 7; 2. Longshu 8; 3. Longshu 9; 4. Longshu 10; 5. Longshu 11; 6. Longshu 14; 7. L1027-10; 8. L1036-34; 9. L1039-6; 10. LY08104-12; 11. Qingshu 9; 12. Tianshu 11; and 13. Zhongshu 18.

‘L1039-6’‘天薯11号’‘L1036-34’和‘陇薯9号’,排名最后的是‘LY08104-12’,综合营养品质表现最差;河西绿洲灌区张掖产区加权关联度排名前5位的马铃薯品种(系)依次为‘L1039-6’‘陇薯8号’‘天薯11号’‘陇薯7号’和‘L1036-34’,排名最后的是‘陇薯10号’,综合营养品质表现最差。这与陈雷等^[23]对区试花生品种品质评价和孙万斌等^[24]对甘肃不同区域紫花苜蓿品种品质评价的可行性一致。

有关不同区域不同马铃薯品种的品质评价,研究者也做了一些研究,如张凤军等^[25]对西北7个不同生态区的6个马铃薯品种的淀粉含量、还原糖含量^[26]、维生素C含量^[27]分别进行了稳定性分析,以筛选适宜不同生态区的优质马铃薯品种;但由于各地生产条件不同,生产用途各异,对于马铃薯品种各性状的重要程度不同,利用单一因素筛选优质品种,难免会出现误差。应用灰色关联度分析方法将灰色系统中各个要素进行综合量化,对系统中的关键要素进行全面的、客观的综合评价,克服了依靠单一性状评价品种优劣的弊端,提高了对品种综合评价的准确性和有效性,该方法能较客观的反映出供试品种品质方面的综合表现^[28-31]。本研究利用3年时间,对甘肃不同生态区不同马铃薯品种(系)的具代表性的品质指标进行测定,利用灰色关联度法进行综合评价,以确定其对不同环境的适应性,从整体来看,灰色关联度分析法能较全面的反映参试材料的综合品质性能,采用该方法对马铃薯薯块品质的综合评价是切实可行的,对马铃薯品种(系)比较和生态适应性研究具有一定的指导和应用价值。

马铃薯薯块的品质主要受品种和植地环境2方面因素的影响,本试验在选取评价性状时,只选取了品质指标,未能将马铃薯品质与不同区域的环境因子联系起来;另外,衡量马铃薯薯块的品质指标涉及多个方面,本试验只对VC、干物质、还原糖、淀粉、蛋白质含量5个基本指标进行了评价分析,未能将矿物元素、氨基酸组成、相关酶活特性等品质指标纳入评价中,这些因子同样也是影响马铃薯品种品质综合性能的关键因子,对此将在后续试验中进一步系统深入研究。

[参 考 文 献]

- [1] 屈冬玉, 谢开云, 金黎平, 等. 中国马铃薯产业现状与趋势 [C]// 陈伊里, 屈冬玉. 中国马铃薯研究与产业开发. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2003.
- [2] 张武, 王敏, 高彦萍, 等. 甘肃省马铃薯产业发展现状及提质增效建议 [C]// 屈冬玉, 金黎平, 陈伊里. 马铃薯产业与健康消费. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2019.
- [3] 屈冬玉, 谢开云, 金黎平, 等. 中国马铃薯产业与现代农业 [J]. 农业技术与装备, 2007(7): 4-7.
- [4] 王润琴, 刘元寿. 甘肃省马铃薯生产现状及发展对策 [J]. 农业科技管理, 2010, 29(1): 56-58.
- [5] 盛万民. 中国马铃薯品质现状及改良对策 [J]. 农艺科学, 2006, 20(2): 166-170.
- [6] Lachman J, Hamouz K, Dvořák P, *et al.* The effect of selected factors on the content of protein and nitrates in potato tubers [J]. Plant Soil Environment, 2005, 51(10): 397-402.
- [7] 李超, 郭华春, 蔡双元, 等. 中国马铃薯主栽品种块茎营养品质初步评价 [C]// 陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业与农村区域发展. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2013.
- [8] 李建武, 王蒂. 灰色关联度分析在马铃薯抗旱生理鉴定中的应用 [J]. 种子, 2008, 27(2): 21-23.
- [9] 张荣华, 许庆芬, 徐宁. 灰色关联分析在马铃薯育种数量性状上的应用 [J]. 黑龙江农业科学, 2012(4): 42-44.
- [10] 刘佩兰, 姜润田, 李威. 灰色关联分析在马铃薯新品种性状综合评价上的应用 [J]. 马铃薯杂志, 1997, 11(1): 40-42.
- [11] 莫庆忠, 罗凯, 岳永贵, 等. 马铃薯产量与主要农艺性状的相关性及灰色关联度分析 [J]. 耕作与栽培, 2017(1): 17-18.
- [12] 池再香, 潘徐燕, 张普宇, 等. 影响贵州西部马铃薯产量的主要气候因子分析 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38(34): 19623-19625, 19640.
- [13] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB 5009.4-2016 食品安全国家标准 食品中灰分的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [14] 国家标准局. NY/T11-1985 生物质燃料发热量测试方法 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1985.
- [15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB/T 5009.7-2016 食品安全国家标准 食品中还原糖的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.

- [16] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB/T 5009.5-2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [17] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. GB/T 5009.86-2016 食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [18] 邓聚龙. 灰色控制系统 [M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1998.
- [19] 张跃, 邹寿平. 模糊数学方法及其应用 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1992.
- [20] 金玉国. 一种测定权数的新方法: 灰色系统关联分析法 [J]. 统计教育, 2020(3): 14-15.
- [21] 唐家瑞, 何二良, 郭天顺, 等. 应用灰色关联度分析法评价马铃薯区试品种 [J]. 中国马铃薯, 2010, 24(3): 132-135.
- [22] 陈征, 任志广, 范艺宽, 等. 基于灰色关联分析模型的烟叶化学成分评价研究进展 [J]. 中国农业科技导报, 2017, 19(5): 127-137.
- [23] 陈雷, 吴继华, 李可, 等. 基于灰色关联度分析的河南省麦套花生研究 [J]. 中国农学通报, 2019, 35(8): 5-11.
- [24] 孙万斌, 冯刚刚, 马晖玲, 等. 不同紫花苜蓿品种在甘肃荒漠绿洲灌区和半干旱灌区的灰色关联度综合评价 [J]. 甘肃农业大学, 2017, 52(5): 73-82.
- [25] 张凤军, 张永成, 田丰. 不同生态环境马铃薯淀粉含量分析 [J]. 青海大学学报: 自然科学版, 2007, 25(1): 59-61.
- [26] 张凤军, 张永成, 田丰. 不同生态环境下马铃薯还原糖含量分析 [J]. 中国马铃薯, 2007, 21(1): 15-18.
- [27] 张凤军, 张永成, 田丰. 不同生态环境马铃薯维生素 C 含量分析 [J]. 种子, 2006, 25(12): 24-27.
- [28] 沈珍瑶, 杨志峰. 灰关联分析方法用于指标体系的筛选 [J]. 数学的实践与认识, 2002(5): 728-732.
- [29] 薛帅, 秦烁, 王继师, 等. 灰色系统理论在非粮柴油植物评价与筛选中的应用 [J]. 中国农业大学学报, 2012, 17(6): 225-230.
- [30] 赵跟虎. 马铃薯产量与主要产量性状关系的研究 [J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(6): 52-54.
- [31] 刘建华, 再生斌, 马小黎. 基于灰色理论的食用型向日葵杂交品种主要性状分析 [J]. 中国农学通报, 2019, 35(25): 32-36.

格 瑞 得 集 团 简 介

内蒙古格瑞得马铃薯种业(集团)有限公司是股份制民营企业,成立于2003年,注册资金12000万元,固定资产2.57亿元,公司总部设在内蒙古太仆寺旗高新技术园区,下设六个分公司、一个研究所和一所学校。

公司是国家级高新技术企业,内蒙古自治区农牧业产业化重点龙头企业,内蒙古自治区扶贫龙头企业。



年种植马铃薯种薯超过20000亩,年生产脱毒苗超过5000万株,生产微型薯超过10000万粒。年生产优质脱毒种薯超过70000吨,实现马铃薯种薯生产的全产业链。

作为马铃薯种业的专业公司,我们引进欧美种薯生产技术、设备及管理模式,实现了机械化、专业化、程序化、标准化、数字化的生产模式,为客户提供优质、高端的种薯,成为中国马铃薯种薯行业的领导者,市场化的先驱者和行业的标杆。