

4种方法在大豆品种(系)异地鉴定中的应用及比较分析

周长军, 陈井生*, 田中艳, 李建英, 吴耀坤, 于吉东, 马兰, 李泽宇

(黑龙江省农业科学院大庆分院, 黑龙江大庆 163316)

摘要 为了能够对异地鉴定的大豆品种进行综合性评价提供依据, 本文采用方差分析、灰色关联度、DTOPSIS法和同异分析4种方法对12个自育品种(系)进行综合分析、优劣排序, 并对4种分析方法结果进行了比较研究。结果表明: 方差分析法与灰色关联度法秩显著相关, 相关系数为0.769, 达极显著水平, 与同异分析(0.650*)显著相关, 与DTOPSIS法分析(0.539)相关不显著; 说明4种分析方法都能反映大豆品种的优劣表现且统计趋于一致, 但DTOPSIS法分析结果受品种产量的影响较小。在离散程度越大说明分析方法越准确的区分度检验中, DTOPSIS法的区分度最大(0.7269), 方差分析法区分度最小(0.0732), 进一步验证了本试验条件下DTOPSIS法综合评价效果更适合用来综合评价大豆新品种异地鉴定。

关键词 灰色关联度; DTOPSIS法; 综合性状评价

中图分类号 S565.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)16-0039-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.16.009



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Application and Comparative Analysis of Four Methods in Identification of Soybean Varieties in Different Regions

ZHOU Chang-jun, CHEN Jing-sheng, TIAN Zhong-yan et al (Daqing Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing, Heilongjiang 163316)

Abstract In order to provide a basis for the comprehensive evaluation of soybean lines in different places, variance analysis, grey correlation degree, DTOPSIS and identity and similarity degree method were used to make a comprehensive analysis and rank of the advantages and disadvantages of 12 varieties (lines). The results of four analysis methods were compared. The results showed that the rank correlation coefficient of ANOVA and grey correlation method was 0.769, the correlation was extremely significant. It was significantly correlated with the same and different analysis (0.650); it was not significantly correlated with DTOPSIS analysis (0.539), which indicated that the four analysis methods could reflect the performance of soybean varieties and the statistics were consistent. The results of DTOPSIS analysis were less affected by the yield of varieties. The greater the degree of dispersion, the more accurate the method of analysis, the maximum differentiation of DTOPSIS (0.7269), the minimum differentiation of variance analysis (0.0732). The comprehensive evaluation effect of DTOPSIS method under the experimental conditions was more suitable for comprehensive evaluation of new soybean varieties in different places.

Key words Grey correlation degree; DTOPSIS method; Comprehensive character evaluation

大豆区域试验是综合评价大豆新品种优劣的一个重要环节。在参加区域试验前, 育种者都对自己的品种在不同地区的综合表现抱有疑问, 因此大部分育种者都采用异地鉴定的方式, 了解自育品种的丰产性、抗病性、稳产性, 这样能够充分掌握自育品种的特征特性, 做到有针对性地参加大豆品种区域试验。但品种异地鉴定大多采用方差和新复极差法分析产量, 或对几个性状进行互作效应评价, 分析方法繁琐且存在片面性^[1]。且目前产量是育种家关注及追求的焦点, 因此多以产量为评价品种优劣的主要指标。进而造成部分品种在实际应用中推广困难。在育种者自己对品种做异地筛选鉴定时, 用适当的分析方法对品种的主要性状及产量作出科学的综合评价是有必要的, 同时为以后参加区试以及品种推广提供理论依据和基础。

灰色关联度分析在农作物评价方面最早由刘录祥等^[2]在杂交小麦新品种中应用, 之后DTOPSIS和同异分析法被科研工作者广泛应用于评价甘蔗、玉米、马铃薯、花生、大豆、小麦等农作物新品种中, 并取得了良好的效果^[3-7], 为作物新品

种综合性状评价提供了新的途径。鉴于此, 笔者对2019年黑龙江省农业科学院大庆分院自育的12个品种(系)性状数据, 采用方差、灰色关联度、DTOPSIS和同异度进行综合评价、优劣排序, 旨在为大豆育种材料筛选鉴定提供更加合理的综合评价方法。

1 材料与方法

1.1 供试材料 采用2019年黑龙江省农业科学院大庆分院自育的12个品种(系), 分别为15-36、17-156、15-629、13-310、17-555、17-388、17-656、12-550、13-309、14-56、13-425及对照品种抗线8号。

1.2 试验设计 试验参照黑龙江省区试地点在安达、杜蒙、齐齐哈尔、大庆、龙江进行。试验采取随机区组设计, 4次重复, 小区面积16.75 m², 5行区, 行长5 m, 行距0.65 m, 株距8 cm。大田常规管理, 措施一致。出苗后20 d左右, 每小区取2点, 每点5株, 挖根调查大豆胞囊线虫(SCN, soybean cyst nematode)并计算其指数, 在大豆成熟期调查倒伏级。大豆成熟后记录生育期, 同时各试验点每小区内取连续10株大豆植株调查株高、节数、单株荚数、单株粒数、单株粒重、百粒重等性状, 数据取5个试验点的平均值(表1)。其中, 生育期考察适应区域, 株高考察品种对各试验点的土壤、气候等条件反应, SCN指数考察抗病性, 其他性状反映品种的丰产性与稳定性。

1.3 分析方法 试验采用方差分析、灰色关联度、DTOPSIS

基金项目 现代农业大豆产业技术体系大庆综合试验站项目(CARS-004-CES07); 黑龙江省农业科学院跨越工程项目“大豆优异品种创制及高产高效栽培配套技术集成”(HNK2019CX01); 黑龙江省百千万工程科技重大专项(2019ZX16B01)。

作者简介 周长军(1977—), 男, 黑龙江富裕人, 助理研究员, 硕士, 从事作物育种工作。*通信作者, 副研究员, 博士, 从事植物线虫学和抗线虫育种工作。

收稿日期 2020-02-20; **修回日期** 2020-03-17

法、同异分析对表1数据进行分析,具体分析步骤详见参考文献1、7、8。

2 结果与分析

2.1 权重排序 参试品种(系)各性状的权重(表2)大小顺序为:节数>倒伏级>粒重>株高>产量>粒数>生育期>SCN指

数>有效分枝>百粒重>荚数,其中有效分枝、单株荚数、单株粒数、百粒重、产量为产量及其构成要素,其他性状为植物学、抗病等性状,同时兼顾大豆多种性状,且各性状权重是根据各品种的实际表现并依据灰色决策系统原理计算得出,因此避免了人为确定权重系数的主观性和片面性^[1]。

表1 不同品种主要农艺性状的比较

Table 1 Comparison of the major agronomic characters of different varieties

品种名称 Variety name	生育期 Growth period d	株高 Plant height cm	倒伏级 Lodging grade	节数 Node number	有效分枝数 Effective branches	SCN 指数 SCN index %	荚数 Pod number	粒数 Grains	粒重 Grain weight g	百粒重 100-grain weight g	均产 Average yield kg/区
14-56	115.4	83.6	0.2	19.2	1.3	3.9	41.6	89.7	20.14	19.31	5.090
17-388	117.2	78.9	0.2	16.8	1.6	12.8	43.6	88.3	17.05	17.35	4.961
12-550	113.1	104.6	1.0	20.5	3.5	3.5	39.1	93.4	18.24	15.87	4.942
17-555	118.4	111.3	0.8	16.3	0.8	3.4	36.7	78.2	18.62	15.62	4.890
15-629	118.6	94.1	0.4	17.9	0.4	20.4	35.4	79.5	17.95	16.64	4.885
抗线8号 Kangxian 8	115.2	86.2	0.2	17.3	1.2	6.3	34.6	76.8	17.32	18.20	4.826
13-309	114.6	92.3	0.6	18.9	0.8	16.9	34.9	70.4	17.64	15.63	4.713
13-310	116.4	76.5	0.2	15.7	1.6	8.7	39.1	89.4	16.21	17.42	4.666
15-36	116.2	85.3	0.4	17.5	1.7	9.7	33.2	65.1	16.21	18.26	4.643
17-656	112.7	103.2	1.4	17.1	2.7	4.2	34.2	76.5	18.02	18.40	4.605
17-156	110.3	115.8	1.4	17.6	2.3	11.6	37.2	75.0	15.76	16.33	4.480
13-425	107.2	94.3	0.8	19.7	2.7	35.1	38.1	66.5	17.20	14.20	4.396
参考品种 Reference variety	113.1	86.2	0.2	20.5	3.5	3.4	43.6	93.4	20.14	19.31	5.090

表2 各性状的关联度与权重

Table 2 Correlation degree and weight of different characters

性状 Character	关联度 Correlation degree	权重 Weight	权重排名 Weight rank
生育期 Growth period	0.183 1	0.090 3	7
株高 Plant height	0.160 0	0.095 6	4
倒伏级 Lodging grade	0.124 3	0.097 0	2
节数 Node number	0.194 3	0.097 1	1
有效分枝数 Effective branches	0.195 5	0.084 2	9
SCN 指数 SCN index	0.547 5	0.090 3	7
荚数 Pod number	0.135 2	0.082 1	11
粒数 Grain number	0.130 7	0.092 1	6
粒重 Grain weight	0.166 1	0.096 4	3
百粒重 100-grain weight	0.162 9	0.082 2	10
产量 Yield	0.561 0	0.092 5	5

2.2 灰色关联度法分析结果 由表3可知,根据灰色关联度法的计算结果对品种优劣进行的排序与根据品种产量进行

的排序略有差异,但整体上差异不大。其中差异最大的为13-310、17-656,从产量排名第8、10位上升至第5、6位;其次是17-555、17-629由第4、5位下降到第8、9位;其他品种如17-388、12-550等排名略有浮动但差异不大;排名第1位的品种14-56在产量与灰色关联度法排序中没有变化。由此可见,产量排序和灰色关联度法排序结果既有重合又有差异。

2.3 DTOPSIS法与同异度法分析结果 由表3可知,根据DTOPSIS法与同异度法分析的计算结果排序与根据品种产量进行的排序有较大差异,但二者之间却差异不大。如在产量及灰色关联度分析综合排序中都排名第7位的品种13-309,在DTOPSIS法与同异度法分析中排名下降至第12和11位;产量排名第2位的品种17-388下降至DTOPSIS法与同异度法分析的第5和4位;产量排名第5位的品种15-629同

表3 4种分析方法结果比较

Table 3 Comparison of the results of four analysis methods

品种名称 Variety name	方差分析 Variance analysis		灰色关联度 Grey correlation degree		DTOPSIS		同异分析 Similarity-difference analysis	
	产量 Yield	位次 Rank	Gi	位次 Rank	Gi	位次 Rank	Ag	位次 Rank
14-56	5.090 A	1	0.802 7	1	0.832 7	1	0.917 3	1
17-388	4.961 AB	2	0.617 4	3	0.580 1	5	0.829 3	4
12-550	4.942 AB	3	0.720 8	2	0.689 0	2	0.868 1	2
17-555	4.890 AB	4	0.496 4	8	0.403 3	7	0.762 2	7
15-629	4.885 ABC	5	0.474 8	9	0.131 7	11	0.722 4	10
抗线8号 Kangxian 8	4.823 ABCD	6	0.606 8	4	0.625 0	3	0.833 5	3
13-309	4.783 BCD	7	0.480 0	7	0.076 4	12	0.709 6	11
13-310	4.666 CDE	8	0.549 1	5	0.614 6	4	0.817 3	5
15-36	4.643 CDE	9	0.461 4	10	0.245 5	8	0.753 0	8
17-656	4.605 DE	10	0.542 4	6	0.456 9	6	0.791 0	6
17-156	4.480 EF	11	0.426 2	12	0.162 7	10	0.708 8	12
13-425	4.396 F	12	0.460 4	11	0.214 7	9	0.724 6	9

注:同列不同大写字母表示在0.01水平差异极显著

Note: Different capital letters in the same column indicated extremely significant difference at 0.01 level

样下降至第 11 和 10 位;而排名上升的品种中,17-656、13-310 分别在产量排名基础上上升 3~4 位,变化明显;在 4 种分析方法中,对照品种抗线 8 号排在 3~6 位,变化不大基本一致,说明对照品种抗线 8 号的综合性状较好,在试验中的表现较为稳定。综上分析可以看出,产量排序与 DTOPSIS 法和同异度法分析排序变化明显,DTOPSIS 法与同异度法分析排序中略有差异,但整体上差异不大。

2.4 不同分析方法结果的比较

2.4.1 相关性分析。相关性分析结果显示(表 4),方差分析法与灰色关联度法相关性达极显著水平,秩相关系数为 0.769,与同异分析显著相关(0.650^{*}),与 DTOPSIS 法分析相关不显著(0.539),说明灰色关联度法的分析结果受品种产量的影响较大,而 DTOPSIS 法分析结果受品种产量的影响较小。

除方差分析外,其他 3 种分析方法之间的秩相关系数均为极显著;其中 DTOPSIS 法与同异分析秩相关系数(0.972^{**})最大,说明灰色关联度法、DTOPSIS 法和同异分析法的分析结果具有极显著线性相关性,3 者的品种优劣排名具有一定一致性。

综上,这 4 种分析方法之间关系密切,都能真实反映大豆品种的优劣表现且统计趋于一致,方差分析方法虽然只考虑产量这一个性状,但产量是品种多个性状综合作用的结果,而其他 3 种分析方法却涵盖了品种各性状的大部分性状信息,则更具有可靠的统计学基础,能够使参试品种排序更加合理。

表 4 4 种分析方法相关性分析

Table 4 Correlation analysis of four analysis methods

分析方法 Analysis method	方差分析 Variance analysis	灰色关联度 Grey correlation degree	DTOPSIS	同异分析 Similarity- difference analysis
方差分析 Variance a- nalysis	1.000	0.769 ^{**}	0.539	0.650 [*]
灰色关联度 Grey cor- relation degree		1.000	0.832 ^{**}	0.902 ^{**}
DTOPSIS			1.000	0.972 ^{**}
同异分析 Similarity- difference analysis				1.000

注: * 表示在 0.05 水平显著相关; ** 表示在 0.01 水平极显著相关

Note: * indicated significant correlation at 0.05 level; ** indicated extremely significant correlation at 0.01 level

2.4.2 区分度评判。区分度是指各种分析方法所涉参数反映研究对象之间彼此相互区分的程度^[8],即各分析方法对品种评判值的离散程度越大说明相应的分析方法越准确,4 种分析方法中 DTOPSIS 法的区分度最大(0.726 9);其次是灰色关联度与同异分析法,分别是 0.306 4、0.126 3;最后是方差分析法区分度为 0.073 2,说明 4 种分析方法中 DTOPSIS 法综合评价效果比其他 3 种方法更好,方差分析的评价效果最差。

3 讨论

大豆品种异地鉴定其目的是检测大豆新品系在不同生态区的产量、抗病、抗逆和适应性的综合表现。由于产量始终是育种者关注的焦点,而产量是品种各性状相互作用的结果,若仅以产量或其他某一性状的表现对品种进行评价,尤

其是产量等数量性状在统计过程中出现误差时,就会对评价结果造成影响,因此采用灰色关联度法、DTOPSIS 法与同异分析法综合评价大豆品种的各种性状表现十分必要。从 3 种分析方法的优劣来看,产量排名前 6 位的品种(系)间的产量十分接近,在方差分析中产量差异不显著。虽然产量数据给出了各品种的排名,但并未考虑到影响产量的其他因素,因此仅依据产量排名这一生产中常用的方法来评价这几个品种(系)的优劣不够科学,而灰色关联度法、DTOPSIS 法和同异分析法综合了各品种各个性状的表现,结果较可靠。

该研究试验结果显示,品种 14-56,在 4 种分析方法中排名都处第 1 位,其性状指标都较优异,与理想品种值十分接近,由此可见 14-56 在丰产、抗病、抗倒等方面表现都十分突出;方差分析中,排名第 4、5 位的品种 17-555、15-629 在灰色关联度法、DTOPSIS 法和同异分析法中的排名均有较大幅度退步,造成这一结果的原因就是 17-555 的株高、倒伏级性状指标较高,15-629 大豆胞囊线虫指数高、抗病性差,因此,该品种在实际生产应用过程中在抗病性、倒伏上可能会出现的问题;而产量排名第 8 位的 13-310 在其他 3 种分析方法中同时上升至前 5 位,因此 13-310 除产量外其他性状表现均衡。因此可以看出灰色关联度法、DTOPSIS 法和同异度法,都是根据参试品种综合性状的实际表现进行整体评价,因而这 3 种方法较仅依据个别性状的表现进行优先度排序更科学合理。

对比 4 种分析方法发现,灰色关联度、DTOPSIS 法和同异度法都能够将品种的多性状进行综合分析排序,结果差异可能由各自分析计算方法不同所致^[9]。但方差分析法与 DTOPSIS 法分析相关性不显著(0.539),说明 DTOPSIS 法分析结果受品种产量的影响较小,而且 DTOPSIS 法分析品种间的区分度值较大,反映出该方法对品种综合性状进行量化比较的能力较强,对品种综合性状优劣的分辨能力更强,这一结论与多数学者的研究结果既有相同又有差异;闫向前等^[9]在几种方法研究中认为模糊概率分析方法最优;郭瑞林等^[8]认为灰色多维度、同异分析效果最好;而该试验与苏天增等^[10]、李彦平等^[11]、杨坤等^[12]研究结果一致。

4 结论

综上所述,4 种分析方法都能够对大豆试验数据进行分析,但方差法只能分析单一性状,综合能力不足,所以能力相对较差。而其他 3 种分析方法都能充分考虑产量及多个性状信息,特别是在方差新复极差法分析中产量差异不显著时,对参试品种的综合排序更加客观、合理、准确。因此,灰色关联度法、DTOPSIS 法和同异分析法在大豆试验分析中对品种评价、综合排序能力更强。尤其是 DTOPSIS 法区分度大,分辨品种优劣能力准确,在今后面对大量育种材料数据分析时有很大的利用和参考价值,但同时应注意根据当地实际生产的需要,在育种过程中根据育种目标设定合理的参考性状指标,并通过其来计算权重,使灰色关联度、DTOPSIS 法和同异分析法在育种工作中发挥作用。

通过生物迁徙廊道和重要生态斑块的构建,形成生物廊道系统需要对植物合理进行配置。植物是系统的直接体现,研究区的植物搭配在选取、种植等方面需要根据具体的环境进行调整,从而完善其生态结构,以达成最终目的。①适地适树的综合搭配。适地适树原则是所有植物配置中的首要原则,配置过程中,考虑主要种植耐旱植物,使各个时间段内同样的地区均有植物存活,不至于使土壤大面积突然暴露而为水土流失埋下隐患。成年林会在一定程度上避免由于植物自身的缺陷导致林木大面积死亡或发生水土流失,但在新增林中则建议多增加不同种类的植物混交,从而避免出现类似问题^[19]。②适当增加地被植物选用量。地被植物覆盖于整个需要构建的地区范围,养护成本低,其绿化效果弱于大面积的林木^[20]。在河堤水岸部分,可采用地被大面积覆盖,减少地被灌溉成本同时对河堤起到固定作用,以此方式来配置依托河流存在的绿地廊道。

3 结论与讨论

生物迁徙廊道核心是对于自然生态环境的保护以及生物多样性的保护,充分表明了研究区域内生态环境的需要,并且在廊道构建需要多学科和多内容的共同协作,需要观念上的重视、政策上的扶植以及技术上的支持。

生态廊道为物种在不同生境间迁移提供了场所,是生态系统不可或缺的组成部分。在为保护物种多样性而划定自然保护区时,保护栖息地和觅食地,以及保护物种迁徙走廊,往往会事半功倍。生态走廊不是起点和终点累积迁移阻抗最小的最优路径,而是最优路径和一些次优路径的组合,且生态廊道应具有一定的冗余性和复杂性。通过生物迁徙廊道和重要生态斑块的构建,形成的生物廊道系统对降低生态破碎度、提高生态宜居性和提升生态价值有极重要的意义。

由于篇幅限制,该研究仅对城市空间发展规划中如何保持各重要生态源地的连通性进行了分析,并没针对某一具体物种进行分析。在后续研究中将进一步分析针对区域关键物种保护的生态廊道特性。

参考文献

- [1] 林坚, 乔治洋, 叶子君. 城市开发边界的“划”与“用”——我国 14 个大城市开发边界划定试点进展分析与思考[J]. 城市规划学刊, 2017(2): 37-43.
- [2] 刘博敏, 侯逸康, 赵书, 等. 从“水城分离”到“水城融合”的城市生态设计思考[C]//中国城市规划学会. 共享与品质——2018 中国城市规划年会论文集(08 城市生态规划). 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
- [3] 刘孝富, 舒俭民, 张林波. 最小累积阻力模型在城市土地生态适宜性评价中的应用: 以厦门为例[J]. 生态学报, 2010, 30(2): 421-428.
- [4] 赵清, 郑国强, 黄巧华. 南京城市森林景观格局特征与空间结构优化[J]. 地理学报, 2007, 62(8): 870-878.
- [5] 李素英, 王计平, 任慧君. 城市绿地系统结构与功能研究综述[J]. 地理科学进展, 2010, 29(3): 377-385.
- [6] 王云才. 上海市城市景观生态网络连接度评价[J]. 地理研究, 2009, 28(2): 284-292.
- [7] 彭建, 贾雷雷, 胡熠娜, 等. 基于地表湿润指数的农牧交错带地区生态安全格局构建: 以内蒙古自治区杭锦旗为例[J]. 应用生态学报, 2018, 29(6): 1990-1998.
- [8] 余亦奇, 胡民锋, 郑玥, 等. 基于 MCR 模型的土地利用适宜性评价创新研究[C]//中国城市规划学会. 共享与品质——2018 中国城市规划年会论文集(05 城市规划新技术应用). 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
- [9] 俞孔坚. 景观生态战略点识别方法与理论地理学的表面模型[J]. 地理学报, 1998, 53(S1): 11-20.
- [10] 李露露, 曹玉红, 刘崇, 等. 基于 MCR 模型的皖江城市带建设用地适宜性评价[J]. 安徽师范大学学报(自然科学版), 2018, 41(3): 280-286.
- [11] 陈利顶, 傅伯杰, 赵文武. “源”“汇”景观理论及其生态学意义[J]. 生态学报, 2006, 26(5): 1444-1449.
- [12] 马林兵, 曹小曙. 一种启发式 A* 算法和网络划分的空间可达性计算方法[J]. 地理研究, 2008, 27(1): 93-99, 243.
- [13] 王海英, 黄强, 李传涛, 等. 图论算法及其 matlab 实现[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2010: 12-36.
- [14] 郭金来, 胡鹏. 网络最短路径的地图代数栅格算法[J]. 测绘科学, 2007, 32(1): 109-111, 164.
- [15] 侍昊, 鲜明睿, 徐雁南, 等. 城市潜在绿色廊道构建方法: 以常州市为例[J]. 林业科学, 2013, 49(5): 92-100.
- [16] 余凤生, 戴菲, 孙姝, 等. 武汉市绿地生态网络的分析与构建[J]. 园林, 2019(6): 2-7.
- [17] WU B, CI L J. Temporal and spatial patterns of landscape in the Mu Us Sandland, Northern China[J]. Acta ecologica sinica, 2001, 21(2): 191-196.
- [18] 蔺琛, 龚明昊, 刘洋, 等. 基于优势种的生物多样性保护价值空间异质性研究: 以长白山生态功能区为例[J]. 生态学报, 2018, 38(13): 4677-4683.
- [19] 张璐. 固原市绿地生态网络构建研究[D]. 苏州: 苏州科技大学, 2016.
- [20] 李晓捷. 六盘山林区主要森林群落物种多样性研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2007.

(上接第 41 页)

参考文献

- [1] 咎凯, 周青, 张志民, 等. 灰色关联度和 DTOPSIS 法综合分析河南区域试验中大豆新品种(系)的农艺性状表现[J]. 大豆科学, 2018, 37(5): 664-671.
- [2] 刘录祥, 孙其信, 王士芸. 灰色系统理论应用于作物新品种综合评估初探[J]. 中国农业科学, 1989, 22(3): 22-27.
- [3] 桃联安, 经艳芬, 董立华, 等. 云瑞 15 系列不同杂交途径甘蔗创新种质 DTOPSIS 综合评价[J]. 中国糖料, 2020, 42(1): 13-21.
- [4] 吴玥, 李威, 马德志, 等. 基于熵值赋权的 DTOPSIS 法对不同玉米品种综合评价研究[J]. 玉米科学, 2019, 27(4): 32-41.
- [5] 刘忠祥, 寇思荣, 何海军, 等. 玉米杂交组合产量与农艺性状的灰色关联度分析[J]. 湖南农业科学, 2011(17): 5-8.
- [6] 陈丹, 戴红燕, 丁鑫, 等. 同异分析法对引进色稻在凉山州适应性评价[J]. 种子, 2019, 38(7): 85-90.
- [7] 郭瑞林, 杨春玲, 关立, 等. 小麦品种区域试验的同异分析方法研究[J]. 麦类作物学报, 2001, 21(3): 60-63.
- [8] 郭瑞林, 刘亚飞, 吴秋芳, 等. 小麦品种区域试验四种分析方法的比较研究[J]. 麦类作物学报, 2011, 31(4): 776-779.
- [9] 闫向前, 马文姬, 何鑫. 夏大豆品种区域试验 4 种分析方法的比较研究[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(16): 43-45.
- [10] 苏天增, 任伟, 侯乐新, 等. 青贮玉米杂交种 5 种评价方法的比较分析[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(8): 79-81.
- [11] 李彦平, 李淑君, 吴娟霞, 等. DTOPSIS 法和灰色关联度法在新引烤烟新品种综合评价中的应用比较[J]. 中国烟草学报, 2012, 18(4): 35-40.
- [12] 杨昆, 吴才文, 覃伟, 等. DTOPSIS 法和灰色关联度法在甘蔗新品种综合评价中的应用比较[J]. 西南农业学报, 2015, 28(4): 1542-1547.