

贵州地方辣椒品种品质差异分析

刘宇鹏^{1,2}, 张皓³, 陈芳^{1,2}, 于飞^{1,2}

(1. 贵州省山地环境气候研究所 贵阳 550002; 2. 贵州省山地气候与资源重点实验室 贵阳 550002;
3. 清镇市气象局 贵州清镇 550014)

摘要: 为了筛选出优良的辣椒品种,以贵州 11 个地方辣椒品种为材料,对 8 个品质指标进行了测定和分析,并利用隶属函数法和聚类分析对其进行品质综合评价和分类。结果表明,11 份辣椒果实的干物质、还原糖、维生素 C 含量、粗纤维、蛋白质、辣椒红素、粗脂肪和辣椒素平均含量(w,后同)分别为 16.78%、8.14%、264.95 mg·100 g⁻¹、24.89%、11.93%、7.78 mg·g⁻¹、15.51%和 8.25 mg·g⁻¹。各品质指标在不同品种间有一定的显著性差异,辣椒素的变异系数最大,达 68.00%,还原糖次之,达 66.03%。通过隶属函数分析可知,综合品质最好的是名椒 6 号。聚类分析将 11 个辣椒品种分为三大类型:高品质型、中品质型和一般品质型。试验结果为辣椒种质资源的挖掘利用和优良品种选育奠定了基础。

关键词: 辣椒;品质;隶属函数;聚类分析

中图分类号: S641.3

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2022)01-042-05

Analysis on differences of quality of local pepper varieties in Guizhou

LIU Yupeng^{1,2}, ZHANG Hao³, CHEN Fang^{1,2}, YU Fei^{1,2}

(1. Mountain Environment and Climate Research Institute of Guizhou Province, Guiyang 550002, Guizhou, China; 2. Guizhou Provincial Key Laboratory of Climate and Resources, Guiyang 550002, Guizhou, China; 3. Meteorological Bureau of Qingzhen, Qingzhen 550014, Guizhou, China)

Abstract: In order to screen the excellent pepper varieties, we determined and analyzed 8 quality indices of 11 local pepper varieties, and using membership function and cluster analysis to evaluate its quality comprehensively and classify, the results showed that:the average contents of dry matter, reducing sugar, vitamin C, crude fiber, protein, capsorubin, crude fat and capsaicin in 11 pepper were 16.78%, 8.14%, 264.95 mg·100 g⁻¹, 24.89%, 11.93%, 7.78 mg·g⁻¹, 15.51% and 8.25 mg·g⁻¹ respectively. There were significant differences in quality indices among different varieties, variance coefficient of capsaicin was the highest, reaching 68.00%, the reducing sugar was higher, reaching 66.03%. The membership function analysis showed that, famous pepper number 9 had the best total quality. Cluster analysis showed that 11 pepper varieties can be divided into three types: high quality type, medium quality type and general quality type. This research provided a foundation for the exploration and utilization of germplasm resources and selection and breeding of superior varieties.

Key words: Pepper; Quality; Membership function; Cluster analysis

辣椒是贵州最重要的经济作物之一,2019 年种植面积达到 34.13 万 hm²,形成了以遵义市为中心,向周边市州辐射的辣椒产业带^[1]。有老干妈、苗姑娘等一批全国知名辣椒加工企业,产品远销海外,对于贵州脱贫攻坚和乡村振兴发挥了重要作用^[2]。随着辣椒产业发展、嗜辣人群增加和生活水平的不断提高,消费者对于辣椒品质的要求也逐步提高。

围绕如何提升辣椒品质,科研工作者从施肥^[3-7]、栽培技术^[8]、外源生长调节剂^[9]等方面开展了

大量研究。其中,作物种质资源分析作为优质资源挖掘和利用的基础,对于种质创新和遗传改良具有重要意义,也是培育高品质辣椒的重要前提^[10]。前人对于辣椒种质资源的研究主要集中在农艺性状、经济性状、产量、抗病性、耐逆性等方面^[11-15],在辣椒品质方面的研究大多是围绕少量指标开展^[16-17],对于辣椒品质的评价不够全面,尤其是加工型辣椒的果实品质对风味、营养和商品品质都有要求^[10],也就意味着此类用途的辣椒果实综合品质要好,贵州作

收稿日期: 2021-04-08; 修回日期: 2021-06-16

基金项目: 贵州省气象重要业务科研项目(黔气标合 ZY[2020]03 号)

作者简介: 刘宇鹏,男,工程师,主要从事农业气象对辣椒的影响等方面的研究。E-mail: 895965658@qq.com

通信作者: 于飞,男,高级工程师,主要从事农业气象对辣椒的影响等方面的研究。E-mail: 66435101@qq.com

为辣椒加工大省,对于加工型辣椒的需求更大。为了更深入全面地了解贵州辣椒种质资源品质特点,笔者对 11 个贵州地方辣椒品种的干物质、维生素 C、辣椒素、粗脂肪含量等 8 个主要品质指标进行分析,以期为优质辣椒种质资源的挖掘利用提供可靠科学依据。

1 材料与方方法

1.1 材料

试验所用辣椒材料来自贵州省 11 个县(区)的当地主栽品种,由贵州省辣椒研究所提供,详细信息见表 1。

表 1 辣椒品种基本信息

编号	品种名称	果形	来源地
1	二荆条 3 号椒	线形	黔西县
2	蛟龙 1 号	牛角形	大方县
3	遵辣 9 号	锥形	正安县
4	名椒 6 号	羊角形	独山县
5	艳椒 429	锥形	瓮安县
6	线椒王	线形	惠水县
7	艳椒海红 533	锥形	金沙县
8	红益 4 号	羊角形	松桃县
9	湘黔 17 号	羊角形	西秀区
10	沿河线椒	线形	沿河县
11	罗甸红椒	牛角形	罗甸县

1.2 方法

试验在贵阳市清镇市暗流镇贵州省农业气象试验基地开展,所有辣椒品种于 2020 年 3 月 15 日采用漂浮育苗技术播种,穴盘规格 160 穴,每穴 1 粒种子,于 5 月 3 日移栽大田,大垄双行单株定植,株行距 35 cm×50 cm,垄高 20 cm,覆膜栽培,每个品种定植 100 株,完全随机排列,3 次重复。试验地周围设置保护行,常规管理。

辣椒果实成熟后,每个品种选取充分红熟、大小一致、无病虫害的健康果实,采收中间层,采集后用样品密封袋迅速带回实验室,测定其品质指标,3 次重复,取平均值。

干物质含量参照《食品安全国家标准-食品中水分的测定》(GB 5009.3—2016)中的直接干燥法;维生素 C 含量参照《植物生理学实验技术》中的钼酸铵比色法进行测定^[18];辣椒素含量根据《辣椒及辣椒制品中辣椒素类物质测定及辣度表示方法》(GB/T 21266—2007)进行测定(设备型号:赛默飞 Ultimate3000);辣椒红素参照徐坤等^[19]的方法进行测定;还原糖参照黄小兰等^[20]的方法测定;粗脂肪采用

全自动索氏脂肪分析仪(福斯 Soxtec 8000,丹麦)进行测定;粗纤维采用全自动粗纤维分析仪(福斯 Fibertec 8000,丹麦)进行测定;蛋白质采用全自动凯氏定氮仪(福斯 Kjelttec 8400,丹麦)进行测定。

1.3 品质评价

辣椒品质的评价方法采用模糊数学中的隶属函数值法,将干物质、还原糖、维生素 C 含量等多个品质指标的隶属值累加求平均值,平均值越大表明其综合品质越好。隶属函数值计算公式如下^[21-23]:

$$R(x_i) = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

式中, X_i 为辣椒品质指标测定值, X_{\min} 和 X_{\max} 分别为各品质指标的最小值和最大值。

1.4 数据处理

采用 WPS 进行数据整理,采用 SPSS 21.0 进行方差分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 不同辣椒品种品质分析

11 个贵州地方辣椒品种品质分析结果如表 2 所示,各品种品质有一定的差异显著性。干物质平均含量为 16.78%,还原糖平均含量为 8.14%,维生素 C 平均含量为 264.95 mg·100 g⁻¹,粗纤维平均含量为 24.89%,蛋白质平均含量为 11.93%,辣椒红素平均含量为 7.78 mg·g⁻¹,粗脂肪平均含量为 15.51%,辣椒素平均含量为 8.25 mg·g⁻¹。不同辣椒品种品质指标变异系数不同,变异系数由大到小依次为辣椒素含量(68.00%)>还原糖含量(66.03%)>辣椒红素含量(36.50%)>维生素 C 含量(27.83%)>干物质含量(26.77%)>粗纤维含量(20.68%)>粗脂肪含量(15.47%)>蛋白质含量(11.03%),辣椒素含量的变异系数最大,最大值是最小值的 40.4 倍,蛋白质含量的变异系数最小,最大值是最小值的 1.4 倍。

2.2 不同辣椒品种品质指标的平均隶属值分析

为了综合评价辣椒品质,采用模糊数学中的隶属函数法,分别计算不同品种各品质指标隶属值,取其平均值来判断综合品质,值越大,表明综合品质越好。

由表 3 可以看到,不同辣椒品种的综合品质差异较大,平均隶属值变化幅度为 0.24~0.51,排名由前到后依次为 4 号(名椒 6 号)、6 号、9 号、5 号、1 号/11 号(并列第 5)、2 号、3 号、10 号、7 号、8 号。平均隶属值大于 0.5 的只有 1 个,为 4 号品种,平均

表2 不同辣椒品种品质检测结果

编号	w(干物质)/%	w(还原糖)/%	w(维生素 C)/(mg·100 g ⁻¹)	w(粗纤维)/%	w(蛋白质)/%	w(辣椒红素)/(mg·g ⁻¹)	w(粗脂肪)/%	w(辣椒素)/(mg·g ⁻¹)
1	11.58±0.36 f	13.15±0.17 b	268.79±3.10 e	17.15±0.14 h	12.65±0.26 cd	9.02±0.01 d	16.46±0.22 c	11.96±0.32 e
2	13.71±0.35 e	10.13±0.05 c	180.95±2.59 h	29.74±0.51 c	10.68±0.07 f	11.80±0.04 a	15.99±0.07 d	1.79±0.02 j
3	18.81±0.36 c	20.62±1.96 a	281.03±2.91 d	32.99±0.27 a	13.92±0.16 a	5.40±0.26 h	20.88±0.16 a	16.15±0.26 a
4	18.25±1.18 c	7.64±0.10 e	203.81±10.30 g	27.76±0.24 d	13.54±0.05 b	4.04±0.42 j	15.61±0.15 e	0.40±0.00 k
5	23.27±0.84 b	2.93±0.02 f	316.55±2.10 c	22.20±0.64 f	12.48±0.17 d	10.88±0.11 b	12.01±0.26 h	13.54±0.04 c
6	14.15±0.25 e	8.86±0.15 d	357.85±1.86 b	31.56±0.45 b	12.80±0.03 c	5.56±0.04 g	14.67±0.20 f	4.86±0.02 g
7	26.15±0.89 a	2.23±0.18 f	423.33±2.91 a	20.97±0.79 g	9.89±0.10 h	9.64±0.02 c	13.98±0.28 g	12.82±0.11 d
8	11.19±0.52 f	10.41±0.09 c	233.88±7.34 f	24.90±0.13 e	10.48±0.10 fg	4.14±0.04 i	16.64±0.39 c	4.08±0.05 h
9	14.01±0.50 e	2.77±0.19 f	264.60±1.47 e	17.63±0.37 h	12.51±0.21 d	5.97±0.04 f	11.93±0.05 h	6.74±0.04 f
10	15.45±1.05 d	2.15±0.06 f	173.26±1.28 i	27.08±0.66 d	12.03±0.05 e	11.86±0.01 a	15.01±0.11 f	15.71±0.09 b
11	18.06±0.61 c	8.62±0.10 de	210.37±1.70 g	21.84±0.03 f	10.27±0.02 g	7.25±0.02 e	17.48±0.04 b	2.72±0.01 i
平均值	16.78	8.14	264.95	24.89	11.93	7.78	15.51	8.25
标准差	4.49	5.37	73.73	5.15	1.32	2.84	2.40	5.61
变异系数/%	26.77	66.03	27.83	20.68	11.03	36.50	15.47	68.00
最小值	11.19	2.15	173.26	17.15	9.89	4.04	11.93	0.40
最大值	26.15	20.62	423.33	32.99	13.92	11.86	20.88	16.15

注:同列不同小写字母表示不同品种同一指标间在 0.05 水平差异显著,下同。

表3 不同辣椒品种品质指标平均隶属值

编号	干物质含量	还原糖含量	维生素 C 含量	粗纤维含量	蛋白质含量	辣椒红素含量	粗脂肪含量	辣椒素含量	平均隶属值	排序
1	0.05	0.53	0.38	0.01	0.68	0.64	0.51	0.72	0.44	5
2	0.18	0.39	0.03	0.78	0.21	0.99	0.46	0.09	0.39	6
3	0.46	0.27	0.12	0.66	0.89	0.01	0.42	0.00	0.35	7
4	0.77	0.04	0.57	0.32	0.64	0.87	0.03	0.82	0.51	1
5	0.21	0.33	0.73	0.90	0.71	0.20	0.32	0.28	0.46	4
6	0.95	0.01	0.99	0.24	0.03	0.72	0.24	0.78	0.49	2
7	0.03	0.40	0.24	0.49	0.16	0.02	0.53	0.23	0.26	9
8	0.20	0.04	0.36	0.04	0.64	0.25	0.02	0.40	0.24	10
9	0.29	0.01	0.00	0.62	0.53	1.00	0.35	0.96	0.47	3
10	0.45	0.32	0.15	0.30	0.12	0.41	0.62	0.15	0.31	8
11	0.05	0.53	0.38	0.01	0.68	0.64	0.51	0.72	0.44	5

隶属值小于 0.3 的有 2 个品种,分别为 7 号和 8 号。

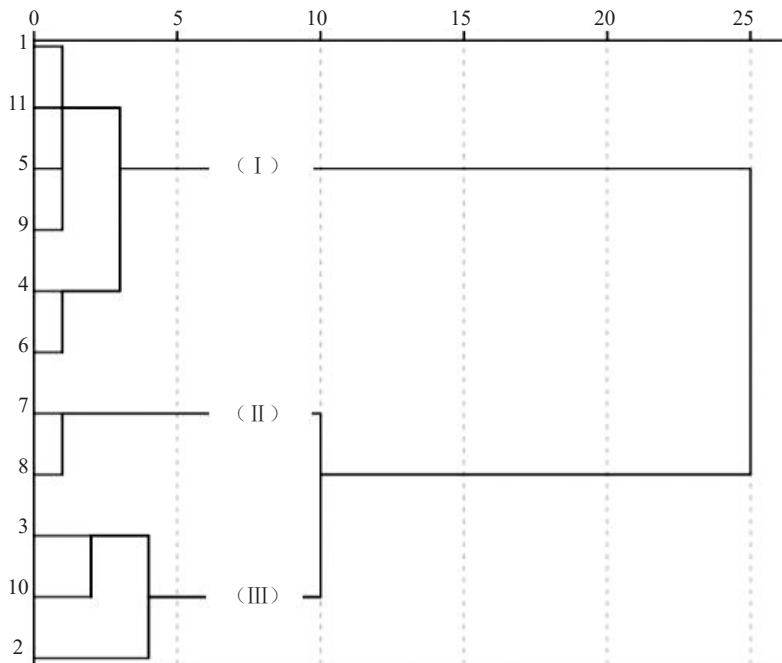
2.3 不同辣椒品种品质指标聚类分析

采用 Eudidean 距离和组间连接法,利用 SPSS 对平均隶属值进行聚类分析,从表 4 和聚类分析树状图(图 1)来看,可以将 11 个辣椒品种聚为 3 大类群。第 I 类群有 6 个品种,为 1 号、4 号、5 号、6 号、9 号和 11 号,该类群辣椒素和粗脂肪含量最低,蛋白质含量最高,其他品质指标都居中,平均隶属值

数值最高(0.47),因此将第 I 类群定义为高品质类型;第 II 类群有 2 个品种,为 7 号和 8 号,该类群干物质和维生素 C 含量最高,还原糖、粗纤维、蛋白质、辣椒红素含量都最低,粗脂肪和辣椒素含量居中,平均隶属值最低(0.25),因此将第 II 类群定义为一般品质类型;第 III 类群有 3 个品种,为 2 号、3 号和 10 号。该类群还原糖、粗纤维、辣椒红素、粗脂肪和辣椒素含量都最高,干物质和蛋白质含量居

表4 不同类群辣椒品质

类群	品种数	平均隶属值	w(干物质)/%	w(还原糖)/%	w(维生素 C)/(mg·100 g ⁻¹)	w(粗纤维)/%	w(蛋白质)/%	w(辣椒红素)/(mg·g ⁻¹)	w(粗脂肪)/%	w(辣椒素)/(mg·g ⁻¹)
第 I 类	6	0.47±0.03 a	16.55±3.97 a	7.33±3.71 a	270.30±56.26 ab	23.02±5.34 b	12.37±1.04 a	7.12±2.34 ab	14.69±2.17 b	6.70±4.85 a
第 II 类	2	0.25±0.01 c	18.67±8.22 a	6.32±4.48 a	328.61±103.89 a	22.94±2.21 b	10.18±0.33 b	6.89±3.01 b	15.31±1.49 ab	8.45±4.79 a
第 III 类	3	0.35±0.04 b	15.99±2.32 a	10.90±8.08 a	211.74±52.11 b	29.94±2.60 a	12.21±1.41 a	9.69±3.21 a	17.29±2.72 a	11.22±7.08 a



注:使用平均联接(组间)的树状图重新调整距离聚类合并

图1 辣椒品质指标聚类分析图

中,维生素C含量最低,平均隶属值居中(0.35),因此将第III类群定义为中品质类型。

3 讨论与结论

通过对贵州地方11个辣椒品种的8个品质指标进行综合分析,结果表明,不同品种品质有一定的显著性差异。这11个辣椒品种干物质含量在11.19%~26.15%之间,辣椒素含量在0.40~16.15 mg·g⁻¹之间。巩雪峰等^[10]对四川109份辣椒种质资源果实品质进行了分析,结果表明,干物质含量在6.79%~25.02%之间,辣椒素含量在1.70~6.10 mg·g⁻¹之间,对比可以看出,贵州和四川辣椒干物质含量差异不大,但贵州辣椒素含量变化范围更广,且含量更高。本试验辣椒维生素C含量在173.26~423.33 mg·100 g⁻¹之间,粗纤维含量在17.15%~32.99%之间,辣椒红素含量在4.04~11.86 mg·g⁻¹之间,粗脂肪含量在11.93%~20.88%之间,詹永发等^[24]分析了贵州39个品种辣椒品质,结果表明,维生素C含量在77.4~224.8 mg·100 g⁻¹之间,粗纤维含量在15.3%~24.3%之间,辣椒红素含量在1.37~5.05 mg·g⁻¹之间,粗脂肪含量在11.45%~16.71%之间,辣椒素含量在0.97~8.12 mg·g⁻¹之间,对比可以发现,本试验中的辣椒品种各品质指标均更高,由此也可以看出在2014—2020年,贵州选育出的辣椒品种品质在不断提高。张祥等^[25]对云南6

个地方辣椒品种品质分析发现,辣椒蛋白质含量在8.13%~18.78%之间,辣椒素含量在1.4~2.9 mg·g⁻¹之间,粗脂肪含量在11.82%~14.10%之间,本试验辣椒蛋白质含量在9.89%~13.92%之间,对比可以看出,云南辣椒蛋白质含量更高,贵州辣椒粗脂肪和辣椒素含量更高。崔桂娟等^[26]对湖南18个辣椒品种品质分析发现,辣椒还原糖含量在2.35%~6.93%之间,本试验辣椒还原糖含量在2.15%~20.62%之间,是湖南的3倍左右。由以上对比也可以看出,在我国嗜辣人群最集中的西南地区和湖南省,贵州的辣椒品种品质相对更好一些。

各品质指标间变异系数也存在较大差异,在11.03%~68.00%之间,其中,辣椒素含量的变异系数最大,这点与付文婷等^[27]、蓬桂华等^[16]和任朝辉等^[17]的研究结论一致,说明贵州本地辣椒品种的辣椒素含量存在很大的变异。还原糖含量的变异系数次之,达66.03%,可以为育种专家在品种改良方面提供优质种源,从而提高辣椒综合品质。

研究分析贵州不同地方辣椒品种的品质,对于优质辣椒种质资源的挖掘利用具有重要参考价值,品种对于辣椒品质的影响作用已经被无数科研工作者证实,同样的,气象因子对于作物品质的影响^[28-31]也显而易见。尤其贵州地形复杂,气候特征多样,辣椒品质与气象因子的相关性分析也是笔者下一步需要研究和分析的内容。

综上所述,本试验 11 份辣椒品种的品质差异显著,8 个品质指标的平均隶属值在 0.24~0.51 之间,综合品质最佳的是名椒 6 号。辣椒素含量的变异系数最大,为 68.00%,还原糖含量次之,为 66.03%,可以为新品种选育提供较大的选育空间。聚类分析将 11 个品种分为高品质型、中品质型和一般品质型 3 个类群。

参考文献

- [1] 施若,韩雯. 贵州辣椒产业发展探究[J]. 广东蚕业, 2020, 54(9):29-30.
- [2] 杜涛. 贵州从“辣椒大省”迈向“辣椒强省”[N]. 中国食品报, 2021-09-27.
- [3] 梁路,沈军,袁丽敏. 木霉生物有机肥和化肥配施对辣椒产量和品质的影响[J]. 安徽农学通报, 2020, 26(21):78-79.
- [4] 杨志刚,叶英杰,常海文,等. 微生物菌肥及土壤修复剂对干制辣椒生长、品质及产量的影响[J]. 北方园艺, 2020(19):1-7.
- [5] 罗建,张国斌,魏建业,等. 结果期短期低氮处理对辣椒植株生长、产量及果实品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2020(5):26-33.
- [6] 胡晓辉,高子星,马永博,等. 基于产量品质及水肥利用率的袋培辣椒水肥耦合方案[J]. 农业工程学报, 2020, 36(17):81-89.
- [7] 刘迪,杜连凤,李顺江,等. 不同施肥处理对土壤氮淋溶及设施辣椒品质的影响[J]. 农业工程技术, 2020, 40(22):66-71.
- [8] 陈怀民,杨博智,周书栋. 泸溪县早春高品质辣椒栽培技术[J]. 辣椒杂志, 2020, 18(2):30-32.
- [9] 李小鹏,徐刚,郭世荣,等. 外源生长调节剂控制番茄和辣椒徒长及对产量和品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(5):126-131.
- [10] 巩雪峰,陈鑫,赵黎明,等. 109 份辣椒种质资源果实品质的分析与评估[J]. 长江蔬菜, 2019(18):54-58.
- [11] 王丹丹,师建华,李燕,等. 基于主成分与聚类分析的辣椒主要农艺性状评价[J]. 中国瓜菜, 2021, 34(2):47-53.
- [12] 陈敏,奉皇书,罗来惠. 9 个不同辣椒品种在罗甸县冬春种植性状表现[J]. 农技服务, 2021, 38(2):4-6.
- [13] 周洋,余小漫,蓝国兵,等. 海南 17 个辣椒品种对青枯病抗性的评价[J]. 热带农业科学, 2020, 40(9):71-76.
- [14] 周洋,蓝国兵,余小漫,等. 海南 17 个辣椒品种对疫病抗性的鉴定[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(14):138-141.
- [15] 张涛,刘勇鹏,韩娅楠,等. 100 份辣椒种质资源的耐盐综合评价及耐盐品种筛选[J]. 山东农业科学, 2020, 52(5):7-15.
- [16] 蓬桂华,张爱民,苏丹,等. 93 份贵州地方辣椒资源品质性状分析[J]. 植物遗传资源学报, 2017, 18(3):429-435.
- [17] 任朝辉,田旭芳,廖卫琴,等. 不同辣椒种质资源的品质性状评价[J]. 西南农业学报, 2020, 33(9):1884-1891.
- [18] 郝建军,康宗利,于洋. 植物生理学实验技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2007:182-183.
- [19] 徐坤,马娜,谷绒,等. 辣椒红素提取方法的比较[J]. 中国调味品, 2009, 34(1):89-91.
- [20] 黄小兰,周祥德,杨勤,等. 不同产地地参中总糖、可溶性多糖和还原糖含量的比较分析[J]. 中国野生植物资源, 2020, 39(6):23-27.
- [21] 张士超,袁芳,郭建荣,等. 利用隶属函数法对甜高粱苗期耐盐性的综合评价[J]. 植物生理学报, 2015, 51(6):893-902.
- [22] 许凤,张颢,杨春梅,等. 利用隶属函数法评价月季耐寒性[J]. 西南农业学报, 2012, 25(5):1870-1873.
- [23] 魏永胜,梁宗锁,山仑,等. 利用隶属函数法评价苜蓿抗旱性[J]. 草业科学, 2005, 22(6):33-36.
- [24] 詹永发,田应书,周光萍,等. 贵州地方辣椒品种品质分析及利用评价[J]. 天津农业科学, 2014, 20(8):98-102.
- [25] 张祥,刘雨婷,李平平,等. 6 个地方名优辣椒品种干椒品质测定及分析[J]. 长江蔬菜, 2020(22):60-64.
- [26] 崔桂娟,亢灵涛,侯宇豪,等. 基于主成分与聚类分析的辣椒品质综合评价[J]. 食品工业科技, 2019, 40(14):49-55.
- [27] 付文婷,詹永发,何建文,等. 10 个贵州地方辣椒品种品质评价[J]. 中国瓜菜, 2018, 31(12):37-40.
- [28] 王程宽,黄振东,刘兴泉,等. 气象因子对红美人柑橘品质的影响[J]. 浙江农业学报, 2020, 32(10):1798-1808.
- [29] 禄彩丽,何秉宇,马珊,等. 环塔里木盆地骏枣质地品质及其与气象因子的关系[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2021, 49(2):45-53.
- [30] 李伟伟. 气象因子对葡萄主要品质的影响研究[J]. 农业与技术, 2020, 40(8):99-100.
- [31] 信志红,郭建平,谭凯炎,等. 冬小麦籽粒品质评价及其对气象因子的响应研究[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2019, 27(8):1205-1217.