

## 菜心种质资源营养品质的综合分析

李桂花, 郭巨先, 罗文龙, 骆善伟, 符梅\*

(广东省农业科学院蔬菜研究所/广东省蔬菜新技术研究重点实验室, 广东广州 510640)

**摘要** [目的] 对收集到的 15 个菜心品种维生素 C、可溶性固形物、还原糖、蛋白质和粗纤维进行分析和评价, 以期筛选出优质品种在生产上推广应用。[方法] 采用 2,6-二氯酚酚滴定法、折射仪读数法、比色法、紫外吸收法和酸碱洗涤法分别对 15 个菜心品种的营养品质成分均有显著差异 ( $P < 0.05$ ), 变异系数为 12.86%~47.36%。利用隶属函数法评价菜心的综合品质, 较优质品种为白菜薹、粤薹 3 号菜薹、青心薹、粤薹 5 号菜薹、粤薹 2 号菜薹, 利用系统聚类分析法, 按照品质优劣划分为 4 个类群, 优劣顺序为 III>IV>I>II。[结论] 该研究结果可以为菜心品质评价提供参考, 为生产上推广优质新品种奠定基础。

**关键词** 菜心; 营养品质; 聚类分析

中图分类号 TS 201.6 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)07-0041-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.07.011



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Comprehensive Analysis of the Nutritional Quality of Flowering Chinese Cabbage**

LI Gui-hua, GUO Ju-xian, LUO Wen-long et al (Vegetable Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences/Guangdong Key Laboratory for New Technology Research of Vegetables, Guangzhou, Guangdong 510640)

**Abstract** [Objective] To select high quality cultivars in the production, the vitamin C content, soluble solid content, reducing sugar content, protein content and crude fiber content of 15 different cultivars of flowering Chinese cabbage were analyzed and evaluated. [Method] 2,6-dichlorophenol titration, colorimetric method, refractometer reading method, enzymatic hydrolysis method, and acid-base washing method was used to test the content of vitamin C, soluble solid content, reducing sugar, starch, protein and dietary fiber. [Result] The results showed that there were significant differences in the contents of various nutrient components of the 15 cultivars of flowering Chinese cabbage ( $P < 0.05$ ), and the coefficient of variation ranged from 12.86% to 47.36%. According to the comprehensive scores by the average membership function method, the top five varieties were Baicaitai, Yuetai 3, Qingxintai, Yuetai 5 and Yuetai 2. By using systematic cluster analysis method, four groups were divided according to the comprehensive quality, and their quality ranked as follows: III > IV > I > II. [Conclusion] Therefore, this experiment can provide certain data support and analysis method reference for the evaluation of nutritional quality of flowering Chinese cabbage, and provide certain reference for applying high-quality varieties in farms.

**Key words** Flowering Chinese cabbage; Nutritional quality; Cluster analysis

菜心又名菜薹, 属十字花科芸薹属小白菜变种,  $2n = 20$ , 是华南地区的特色叶菜, 可以全年生产供应。菜心营养丰富, 富含维生素 C、粗纤维、矿物质和胡萝卜素等, 经常食用不仅可以刺激肠胃的蠕动, 起到润肠、助消化的作用, 而且在美容养颜方面有一定的功效, 被誉为“蔬品之冠”和“百蔬之王”<sup>[1]</sup>。广东省年种植面积达 20 万  $\text{hm}^2$ , 菜心已在全国范围销售并出口港澳、东南亚、日本、美国、欧洲<sup>[2]</sup>。钟玉娟等<sup>[3]</sup>研究菜薹硝酸盐积累与品种、营养品质之间的关系发现, 红菜薹、白菜薹、绿菜薹不同品种间的硝酸盐含量有显著差异, 其中红菜薹和部分白菜薹属于高营养品质和低硝酸盐含量的一组, 绿菜薹大部分是属于高硝酸盐含量和低营养品质的一组。相关性分析和 PCA 分析表明, 硝酸盐的积累与维生素 C、可溶性固形物、还原糖和蛋白质的积累存在显著相关, 降低硝酸盐含量将可能改善蔬菜的营养品质。卢宇鹏等<sup>[4]</sup>研究不同熟性菜心品质性状的多样性分析发现, 10 个品质性状的变异系数均在 11.17%~42.76%, 变异系数最大的品质性状是叶柄长, 为 42.76%, 变异系数最小的品质性状是叶

素含量, 为 11.17%; 而在早、中、晚 3 种不同熟型的菜心材料中, 中熟类型菜心不仅硝酸盐含量低, 而且外观品质也最符合优质菜心商品性状的要求; 除叶绿素含量、叶形和硝酸盐含量外, 早熟类型菜心的开展度、最大叶长、叶宽、叶柄长、薹高、薹粗、可溶性蛋白含量 7 个指标均显著小于晚熟类型。梁春红等<sup>[5]</sup>研究硒营养对菜心影响发现, 适量浓度的硒可以显著促进菜薹的膨大增加粗度, 从而提高产量, 且硒能明显降低菜心叶的硝酸盐含量, 提高叶的类胡萝卜素含量、游离氨基酸含量和维生素 C 含量。该研究对收集到的 15 个菜心品种维生素 C、可溶性固形物、还原糖、蛋白质、粗纤维进行分析和评价, 结果表明菜心品种间各营养成分含量差异明显, 可以为选择优质品种在生产上推广应用奠定理论基础。笔者对除试验数据的单一营养指标进行常规分析外, 同时综合品质分析采用平均隶属函数法和主成分分析法来进行综合品质分析评价, 期望能找出单一营养成分最佳的菜心品种和综合品质较好的菜心品种, 为推广优质菜心品种奠定理论基础。

**1 材料与方法**

**1.1 试验材料** 供试材料包括 15 个菜心品种, 这些品种均为生产上大面积推广和应用的品种。2021 年秋季在广东省农业科学院蔬菜研究所白云基地种植, 在商品成熟期取样测定分析其营养品质指标。

**1.2 试验方法**

**1.2.1 样品制备。** 菜心商品期收获后, 将其(包括嫩茎叶

**基金项目** 广东省基础与应用基础研究基金项目(2020A151110377); 广州市科技计划项目(202102020442, 2023B03J1270); 广东省农业科学院创新基金项目(202108); 广东省农业厅项目(2022-NBA-00-014); 国家外专局项目(QN2022030025L)。

**作者简介** 李桂花(1975—), 女, 江西新干人, 研究员, 博士, 从事蔬菜育种研究。\*通信作者, 研究员, 博士, 从事蔬菜育种研究。

**收稿日期** 2022-05-26

片)切成1 cm大小,混匀。取20 g鲜样进行研磨、匀浆,用于测定维生素C的含量。将约200 g鲜样称重后放置于-40℃的冰柜中冷冻干燥保存,经5~6 d冷冻干燥后,将干样粉碎后贮存于样品瓶中,在干燥箱中放置保存。

**1.2.2 营养品质分析。**菜心维生素C含量测定依据GB 5009.86—2016<sup>[6]</sup>,采用2,6-二氯酚酚滴定法;可溶性固形物采用折射仪读数法;还原糖含量测定依据GB 5009.7—2016<sup>[7]</sup>,采用直接滴定法(比色法),折射仪读数法;蛋白质含量测定依据GB 5009.5—2016<sup>[8]</sup>,采用凯氏定氮法(紫外吸收法);粗纤维含量测定依据GB5009.88—2014<sup>[9]</sup>,采用酶重量法(酸碱洗涤法)。

**1.3 数据分析** 数据的统计与分析采用聚类分析软件SPSS 22.0和Excel进行,利用方差和分析法对不同菜心的营养品质进行分析,判断分析得出P和F,则可以得出不同菜心的营养品质是否具有显著差异。利用模糊数学隶属函数法对不同品种菜心的营养品质进行综合评价,菜心品种的平均隶

属函数值越大,则说明其综合品质越好。

计算公式:

$$s^2 = \frac{\sum (M-x_i)^2}{n}$$

式中, $s^2$ 为该营养品质的方差, $x_i$ 为各营养品质的测定值, $M$ 为该营养品质的平均数。

$$X_{(\mu)} = (X - X_{\max}) / (X_{\max} - X_{\min})$$

式中, $X_{(\mu)}$ 代表不同品种各项营养品质的隶属函数值, $X_{\max}$ 表示不同营养品质指标的最大值, $X_{\min}$ 表示不同营养品质指标的最小值。

## 2 结果与分析

**2.1 不同菜心品种营养品质分析** 由表1可知,15个菜心品种的5个指标平均变异系数为26.31%,其中变异系数最大的是还原糖,达47.36%,其后依次是可溶性固物28.49%、维生素C22.57%、蛋白质20.29%,变异系数最小的是粗纤维12.86%。

表1 菜心营养品质检测结果

Table 1 Nutritional quality test result of Chinese flowering cabbage

项目 Item	维生素C Vitamin C//mg/kg	可溶性固形物 Soluble solid content//%	还原糖 Reducing sugar//g/kg	蛋白质 Protein//g/kg	粗纤维 Crude fibre//%
平均数 Average	611.41	5.14	15.44	21.60	0.71
最大值 Max	803.73	8.13	25.90	30.50	0.89
最小值 Min	373.50	3.37	5.90	15.50	0.59
标准误 Standard error	113.46	0.39	7.63	4.11	0.09
变异系数 Variable coefficient//%	22.57	28.49	47.36	20.29	12.86

**2.1.1 维生素C含量。**由表2可知,15份材料的维生素C含量均处于373.50~803.73 mg/kg,其中含量高于600 mg/kg的有6个,在750~810 mg/kg的有4个,在600~750 mg/kg的有2个,低于600 mg/kg的品种有9个。供试品种中维生素C含量最高值是最低值的2.15倍,菜心品种间维生素C含量有显著差异。

**2.1.2 可溶性固形物含量。**由表2可知,15份菜心品种可溶性固形物含量均处于3.37%~8.13%,其中含量高于5%的有7个,含量在6.56%~8.13%的有4个,含量在5.0%~6.5%的有3个,含量低于5.0%的有8个。对15个菜心的可溶性固形物进行方差分析,最高值是最低值的2.41倍,可见菜心品种间可溶性固形物含量差异显著。

表2 不同菜心品种的营养品质

Table 2 Nutritional quality of 15 cultivars of flowering Chinese cabbage

序号 No.	样品名称 Varieties	维生素C Vitamin C//mg/kg	可溶性固形物 Soluble solid content//%	还原糖 Reducing sugar//g/kg	蛋白质 Protein//g/kg	粗纤维 Crude fibre//%
1	70 d 菜心	556.00±1.81	4.41±0.01	11.60±0.09	18.40±0.06	0.63±0.01
2	粤薹3号菜薹	766.00±1.04	7.40±0.05	25.50±0.09	25.90±0.04	0.74±0.05
3	粤薹4号菜薹	373.50±1.00	5.91±0.04	25.90±0.04	22.20±0.07	0.59±0.04
4	粤薹5号菜薹	534.90±0.65	6.56±0.04	24.80±0.11	25.90±0.05	0.67±0.04
5	青心薹	587.46±0.73	6.73±0.06	22.20±0.09	25.10±0.04	0.89±0.06
6	白菜薹	689.03±1.88	8.13±0.01	24.99±0.06	30.50±0.02	0.74±0.01
7	连州菜心	766.96±2.41	4.24±0.01	9.70±0.06	23.10±0.04	0.78±0.01
8	粤薹1号	485.96±2.28	5.40±0.08	20.10±0.08	21.60±0.05	0.70±0.08
9	粤薹2号	581.03±2.09	5.30±0.08	19.00±0.02	22.40±0.08	0.80±0.08
10	80 d 菜心	417.96±1.27	3.60±0.02	11.00±0.08	15.50±0.04	0.60±0.02
11	油绿802	545.03±1.83	3.80±0.05	7.00±0.08	16.20±0.03	0.60±0.05
12	粤薹6号	799.46±1.64	4.14±0.03	9.30±0.07	22.70±0.04	0.80±0.03
13	冠兰菜心	540.03±1.10	3.60±0.04	8.30±0.13	17.70±0.03	0.70±0.04
14	迟心4号	724.00±1.57	3.37±0.08	5.90±0.08	16.30±0.04	0.80±0.08
15	美兰菜心	803.73±2.12	4.52±0.08	6.30±0.11	20.60±0.05	0.60±0.08

**2.1.3 还原糖含量。**由表 2 可知,15 份材料还原糖含量均处于 5.90~25.90 g/kg,其中含量高于 15 g/kg 的有 7 个,含量在 25~30 g/kg 的有 2 个,含量在 15~25 g/kg 的有 5 个,含量低于 15 g/kg 的有 8 个。对 15 个菜心的还原糖含量进行方差分析,最高值是最低值的 4.39 倍,菜心品种间还原糖含量有显著差异。

**2.1.4 蛋白质含量。**由表 2 可知,15 份材料的蛋白质含量均处于 15.50~30.50 g/kg,其中含量高于 20 g/kg 的有 10 个,含量在 25~35 g/kg 的有 4 个,含量在 20~25 g/kg 的有 6 个,含量低于 20 g/kg 的有 5 个。对 15 种菜心的蛋白质含量进行方差分析,最高值是最低值 1.97,菜心品种间蛋白质含量差异显著。

**2.1.5 粗纤维含量。**由表 2 可知,15 份材料的粗纤维含量为 0.59%~0.89%,其中含量高于 0.7% 的有 7 个,含量在

0.8%~0.9% 的有 4 个,含量高于 0.7% 低于 0.8% 的有 3 个,含量低于等于 0.7% 的有 8 个。对 15 种菜心的粗纤维含量进行方差分析,最高值是最低值的 1.51 倍,菜心品种间粗纤维含量差异显著。

**2.2 菜心不同营养成分含量相关性分析** 从表 3 可以看出,菜心各个营养品质中,维生素 C 含量与还原糖含量在 0.05 水平上呈显著负相关,其相关系数为 -0.294,与粗纤维含量在 0.01 水平上呈显著正相关,其相关系数为 0.453;可溶性固形物含量与还原糖含量在 0.01 水平上呈显著正相关,其相关系数为 0.908,与蛋白质含量在 0.01 水平上呈显著正相关,其相关系数为 0.903;还原糖含量与蛋白质含量在 0.01 水平上呈显著正相关,其相关系数为 0.760;蛋白质含量与粗纤维含量在 0.01 水平上呈显著正相关,其相关系数为 0.392;其他各项营养品质之间均呈不显著正相关关系。

表 3 菜心 5 种营养品质的相关性分析

Table 3 Correlation analysis of the contents of five nutrients of Chinese flowering cabbage

营养成分 Nutrient content	维生素 C Vitamin C	可溶性固形物 Soluble solid content	还原糖 Reducing sugar	蛋白质 Protein
可溶性固形物 Soluble solid content	0.036	1.000		
还原糖 Reducing sugar	-0.294*	0.908**	1.000	
蛋白质 Protein	0.293	0.903**	0.760**	1.000
粗纤维 Crude fibre	0.453**	0.219	0.133	0.392**

注: \* 表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关; \*\* 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

Note: \* indicated significant correlation at 0.05 level; \*\* indicated significant correlation at 0.01 level.

**2.3 不同菜心品种间综合营养品质分析** 菜心的营养品质是一个综合指标,利用模糊数学的平均隶属函数值的大小,可以表示其相对的优劣。维生素 C、可溶性固形物、还原糖、蛋白质和粗纤维均为优质营养品质指标。分别计算不同营养物质含量的隶属函数值,并求平均值,当一个品种的平均隶属函数值越大,则说明其综合营养品质越好。菜心不同品种的平均隶属函数值见表 4。对不同品种菜心的各项营养指标的平均隶属函数值进行分组(降序),结果见表 5。

从表 4、5 可以看出,菜心综合营养品质较好( $X > 0.5$ )的品种有 5 个,约占 33%,分别是白菜薹(0.836)、粤薹 3 号菜薹(0.785)、青心薹(0.732)、粤薹 5 号菜薹(0.591)、粤薹 2 号(0.543)。综合营养品质相对较好( $0.4 < X \leq 0.5$ )的品种有 3 个,占 20%,分别是粤薹 6 号(0.499)、连州菜心(0.487)、粤薹 1 号(0.436)。综合营养品质较次( $0.3 < X \leq 0.4$ )的有 3 个,占 20%,分别是粤薹 4 号菜薹(0.396)、美兰菜心(0.327)、迟心 4 号(0.316)。综合营养品质相对较差( $X \leq 0.3$ )的有 4 个,约占 27%,分别是 70 d 菜心(0.251)、冠兰菜

表 4 15 个菜心品种营养成分含量平均隶属函数值

Table 4 Average membership function value of nutrient of 15 cultivar of Chinese flowering cabbage

序号 No.	样品 Cultivar	维生素 C Vitamin C	可溶性固形物 Soluble solid content	还原糖 Reducing sugar	蛋白质 Protein	粗纤维 Crude fibre	平均隶属函数 Mean membership function	位次 Ranking
1	70 d 菜心	0.424	0.219	0.286	0.190	0.136	0.251	12
2	粤薹 3 号	0.912	0.848	0.982	0.693	0.492	0.785	2
3	粤薹 4 号	0.000	0.533	1.000	0.447	0.000	0.396	9
4	粤薹 5 号	0.375	0.671	0.945	0.690	0.271	0.591	4
5	青心薹	0.497	0.706	0.817	0.640	1.000	0.732	3
6	白菜薹	0.733	1.000	0.955	1.000	0.492	0.836	1
7	连州菜心	0.915	0.182	0.188	0.507	0.644	0.487	7
8	粤薹 1 号	0.262	0.427	0.712	0.407	0.373	0.436	8
9	粤薹 2 号	0.482	0.406	0.657	0.460	0.712	0.543	5
10	80 d 菜心	0.103	0.049	0.256	0.000	0.034	0.088	15
11	油绿 802	0.399	0.091	0.055	0.047	0.034	0.125	14
12	粤薹 6 号	0.990	0.163	0.170	0.477	0.695	0.499	6
13	冠兰菜心	0.387	0.049	0.120	0.147	0.373	0.215	13
14	迟心 4 号	0.815	0.000	0.000	0.056	0.712	0.316	11
15	美兰菜心	1.000	0.242	0.018	0.340	0.034	0.327	10

心(0.215)、油绿 802(0.125)、80 d 菜心(0.088)。在所选的菜心品种中,综合营养品质最高白菜薹的平均隶属函数值为 0.836,是综合营养品质最低品种 80 d 菜心的平均隶属函数值 0.088 的 9.5 倍,其综合营养品质差异较大。

表 5 菜心品种间营养品质的平均隶属函数值分组

Table 5 Grouping according to average membership function values of nutritional quality of Chinese flowering cabbage

组别 Group	平均隶属函数值 $X_{(\mu)}$ Average membership function value	菜心品种个数 No. of cultivars 个
第一组 The first group	$0.5 < X$	5
第二组 The second group	$0.4 < X \leq 0.5$	3
第三组 The third group	$0.3 < X \leq 0.4$	3
第四组 The fourth group	$X \leq 0.3$	4

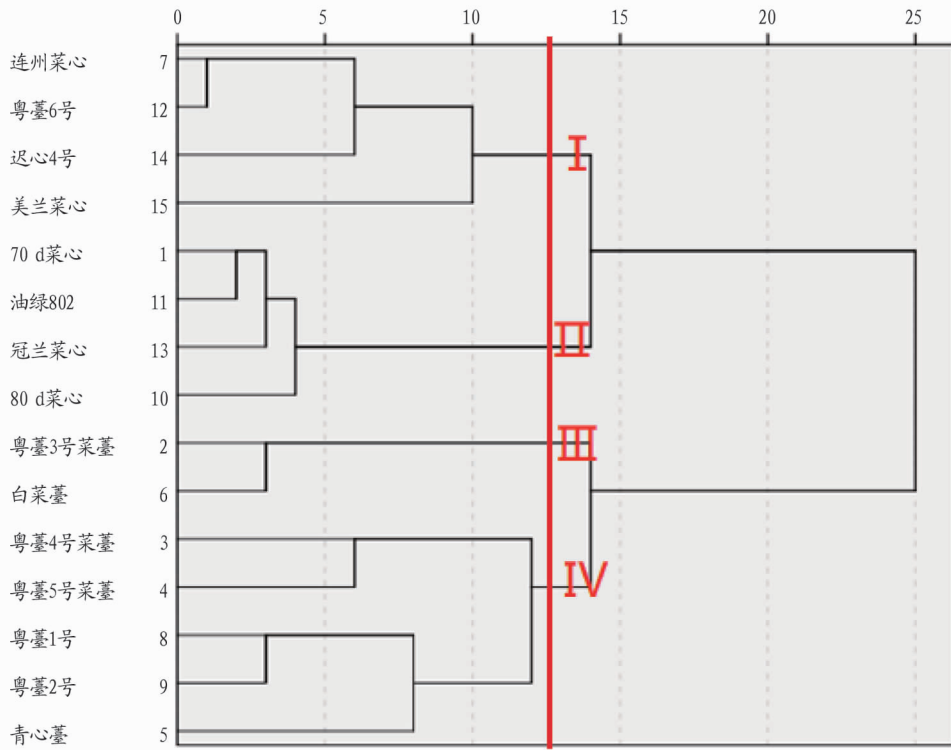


图 1 15 份菜心品种聚类系谱图

Fig. 1 Clustering pedigree of 15 cultivars of Chinese flowering cabbage

表 6 不同类群菜心营养品质特征

Table 6 Characteristics of nutritional quality of Chinese flowering cabbage in different groups

类群 Group	维生素 C Vitamin C//mg/kg	可溶性固形物 Soluble solid content//%	还原糖 Reducing sugar//g/kg	蛋白质 Protein//g/kg	粗纤维 Crude fibre//%
I类群(4) I group	764.5±41.5	3.92±0.61	7.8±2.1	19.6±3.6	0.70±0.11
II类群(4) II group	487.0±70.0	3.96±0.46	9.4±2.5	17.0±1.5	0.64±0.06
III类群(2) III group	728.0±41.0	7.76±0.40	25.2±0.7	28.4±2.4	0.73±0.05
IV类群(5) IV group	482.0±109.0	5.98±0.78	22.6±3.6	24.0±2.5	0.74±0.16

注:括号内数字表示相应类群所包含的材料数。

Note: The numbers in parentheses indicated the number of cultivars contained in the corresponding group.

### 3 讨论

维生素 C、可溶性固形物、还原糖、蛋白质、粗纤维是菜心品质的重要指标,在菜心育种中,也是育种的重要目标,是提高菜心品质的重要环节。因此,对于菜心营养成分的测定

2.4 不同菜心品种营养品质聚类分析 对 15 个不同品种菜心的 5 个营养品质进行聚类分析,结果见图 1。由图 1 可知,在欧氏距离为 13 时,可将 15 中菜心品种按照品质优劣划分为 4 个类群。I 类群包括 4 个品种,分别是连州菜心、粤薹 6 号、迟心 4 号、美兰菜心(平均隶属函数排名分别为 7、6、11、10);II 类群包括 4 个品种,分别是 70 d 菜心、油绿 802、冠兰菜心、80 d 菜心(平均隶属函数排名分别为 12、14、13、15);III 类群包括 2 个品种,分别是粤薹 3 号菜薹、白菜薹(平均隶属函数排名分别为 2、1);IV 类群包括 5 个品种,分别是粤薹 4 号菜薹、粤薹 5 号菜薹、粤薹 1 号、粤薹 2 号、青心薹(平均隶属函数排名分别为 9、4、8、5、3),III 类群的维生素 C、可溶性固形物、还原糖、蛋白质均高于其他类群,说明其营养品质优于其他类群,按照平均隶属函数的优劣分出 4 个类群大小排序为 III>IV>I>II(表 6)。

与分析有极其重要的意义。

对 15 种菜心品种进行营养品质的分析表明,变异系数最大的是还原糖,为 47.36%,最小的是粗纤维,为 12.86%。15 个菜心品种的维生素 C、可溶性固形物、还原糖、蛋白质、

粗纤维等含量均存在显著差异( $P < 0.05$ )。各营养成分之间,可溶性固形物含量、还原糖含量、蛋白质含量之间相互存在极显著正相关关系( $P < 0.01$ ),维生素 C 含量与粗纤维含量存在极显著正相关关系( $P < 0.01$ ),与还原糖含量存在显著负相关关系( $P < 0.05$ ),蛋白质含量与粗纤维含量存在极显著正相关关系( $P < 0.01$ ),其他各项营养品质之间均为不显著正相关关系。在 15 个菜心品种中,没有某个菜心品种各项营养成分含量均高,仅有某一项营养成分含量高,维生素 C 含量最高的是美兰菜心,为 803.67 mg/kg,可溶性固形物含量最高的是白菜薹,为 8.3%,还原糖含量最高的是粤薹 4 号菜薹,为 25.90 g/kg,蛋白质含量最高的是白菜薹,为 30.50 g/kg,粗纤维含量最高的是青心薹,为 0.89%,但在对菜心营养品质的综合评价中,筛选了综合营养品质较高的 5 个菜心品种,其由高到低分别是白菜薹、粤薹 3 号菜薹、青心薹、粤薹 5 号菜薹、粤薹 2 号菜薹。聚类分析中,将 15 个品种大体聚类为 4 个类群,优劣顺序为 III>IV>I>II。

陈荣宇等<sup>[10]</sup>在《不同菜心品种的营养品质及外在感官品质评价分析》中得出“菜心可溶性糖含量与可溶性固形物含量之间存在显著正相关性;可溶性糖含量与维生素 C 含量之间存在显著负相关性”。与该研究结果相类似,即菜心可溶性固形物含量和还原糖含量在 0.01 水平上呈显著正相关,维生素 C 含量与还原糖含量呈负相关关系。黄颖等<sup>[11]</sup>基于主成分和聚类分析的油菜薹营养与感官品质评价中,认为狮山菜薹、白菜薹和红菜薹综合品质优良,具有较好的推广价值,与该研究中评选出的综合品质优良的白菜薹结果部分重合,认为白菜薹具有较好的推广价值。

利用模糊数学的隶属函数法对菜心的营养品质进行综合评价,是根据性状与研究目标的正负相关性分别计算隶属度,依靠隶属度平均值进行分类,可以消除个别指标带来的片面性。张素君<sup>[12]</sup>对萝卜耐抽薹性使用隶属函数法的评价结果与主成分分析的结果基本一致,可证明使用隶属函数法对蔬菜的综合营养品质分析具有科学性,聚类分析主要是用来研究多个要素事物之间分类问题的一种方法,属于多元统

计的分支,充分展示了现代多元分析和分类学的有机结合。

该研究对菜心品种间营养品质进行了综合分析主要是为了选出品质更好、价值更高、值得推广的菜心品种,可结合柴喜荣等<sup>[13]</sup>花生麸处理对菜心品质及糖代谢相关酶活性的影响研究结果,王湛等<sup>[14]</sup>生物炭对有机菜心产量、品质及水分利用的影响研究结果以及陈文康等<sup>[15]</sup>广州地区有机菜心标准化栽培技术的研究结果,将白菜薹等优质品种进行种植示范和推广,让广大市民有更多优质蔬菜可供筛选。

## 参考文献

- [1] 黄曲英,苏蔚,刘少群,等. 低温、包装和茉莉酸甲酯处理对菜心贮藏及品质的影响[J]. 广东农业科学,2009,36(12):126-128,138.
- [2] 范勇新,罗妙明,彭维,等. 菜心优质高产栽培技术[J]. 广东农业科学,2009,36(5):177-178.
- [3] 钟玉娟,张白鸽,罗少波,等. 菜薹硝酸盐积累与品种、营养品质之间的关系[J]. 中国农学通报,2017,33(18):49-55.
- [4] 卢宇鹏,夏岩石,温少波,等. 不同熟性菜心品质性状的多样性分析[J]. 广东农业科学,2020,47(5):29-36.
- [5] 梁春红,康云艳,柴喜荣,等. 硒营养对菜心(菜薹)植株生长、产量和品质的影响[J]. 广东农业科学,2014,41(7):33-37.
- [6] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定:GB 5009.86—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [7] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中还原糖的测定:GB 5009.7—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [8] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理局. 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定:GB 5009.5—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [9] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中膳食纤维的测定:GB 5009.88—2014[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [10] 陈荣宇,钟玉娟,谢大森,等. 不同菜心品种的营养品质及外在感官品质评价分析[J]. 广东农业科学,2020,47(5):21-28.
- [11] 黄颖,吴婷,曹伟伟,等. 基于主成分和聚类分析的油菜薹营养与感官品质评价[J]. 食品与发酵工业,2020,46(17):253-258.
- [12] 张素君. 萝卜种质资源耐抽薹性鉴定评价及相关基因的克隆分析[D]. 北京:中国农业科学院,2013.
- [13] 柴喜荣,杨锦荣,王惠,等. 不同花生麸处理对菜心品质及糖代谢相关酶活性的影响[J]. 中国瓜菜,2022,35(3):48-52.
- [14] 王湛,李银坤,王利春,等. 生物炭对有机菜心产量、品质及水分利用的影响[J]. 农业机械学报,2018,49(12):273-280.
- [15] 陈文康,卢波斯,马硕,等. 广州地区有机菜心标准化栽培技术[J]. 现代农业科技,2018(14):82,86.