

基于感官评价的常见菜心品质分级方法建立

郑玲燕¹, 杨婷婷¹, 王旭², 赵洁², 雷红涛¹, 韦晓群^{1*}

(1. 广东省食品质量安全重点实验室/华南农业大学岭南现代农业广东实验室, 广州 510642;

2. 广东省农业科学院农业质量标准与监测技术研究所, 广州 510640)

摘要: 目的 建立全面的多指标的菜心品质分级方法。**方法** 通过感官人员的召集、培训, 形成评价菜心专业感官小组, 感官评价员对不同样本的菜心进行描述分析, 建立菜心的描述词库, 采用 M 值法对描述词汇进行筛选, 确定对应的参照物, 并进行定量描述。感官评价员用 0~6 法计算鲜、嫩、甜、香、粉和外形 6 个指标的权重值, 再根据 6 个权重值采用加权评分法得出菜心品质得分。**结果** 共计得到了甜味、翠绿、多汁等 15 个感官描述词, 构建了菜心 5 个级别的感官评定参考。鲜、嫩、甜、香、粉和外形 6 个指标分别赋予权重 0.2623、0.2459、0.0984、0.0820、0.1148 和 0.1967。结合各指标的权重及得分得出品质总分计算公式。真实样本应用表明, 该参考与方程可以很好应用于市场上菜心的品质评定, 成功将菜心根据品质分成不同级别。**结论** 本研究建立了一个多指标评价菜心品质的方法, 可将菜心根据品质分成 5 个级别, 能准确体现不同品质菜心间的差异。

关键词: 菜心; 感官评价; 品质分级

Establishment of quality grading method of common flowering Chinese cabbage based on sensory evaluation

ZHENG Ling-Yan¹, YANG Ting-Ting¹, WANG Xu², ZHAO Jie², LEI Hong-Tao¹, WEI Xiao-Qun^{1*}

(1. *Guangdong Provincial Key Laboratory of Food Quality and Safety/Guangdong Laboratory of Lingnan Modern Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China*; 2. *Institute of Quality Standard and Monitoring Technology for Agro-products of Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China*)

ABSTRACT: Objective To establish a comprehensive and multi index method for quality grading of flowering Chinese cabbage. **Methods** After the convening and training of sensory personnel, a professional sensory team for evaluating flowering Chinese cabbage was formed. The sensory evaluators described and analyzed the different samples of flowering Chinese cabbage, and established a descriptive vocabulary of flowering Chinese cabbage. The M value method was used to screen the description words and the corresponding reference materials was confirmed for quantitative description. The weight of 6 indexes of fresh, tender, sweet, fragrant, powdery and appearance were calculated by 0-6 method, and according to the 6 weight values, the weighted scoring method was used to obtain the

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFC1601705)、广东省农业农村厅项目(2021KJ130)、中山市社会公益与基础研究项目(200826173620682)、广东省岭南现代农业科学与技术实验室项目(LNSYSZX001)

Fund: Supported by the National Key Research and Development Program of China (2017YFC1601705), the Guangdong Provincial Department of Agriculture (2021KJ130), the Science and Technology Research Projects of Zhongshan City (200826173620682), and the Lingnan Modern Agricultural Science and Technology Experiment Project of Guangdong Province (LNSYSZX001)

***通信作者:** 韦晓群, 博士, 副研究员, 主要研究方向为食品安全质量与品质分析。E-mail: 568096639@qq.com

***Corresponding author:** WEI Xiao-Qun, Ph.D, Associate Professor, South China Agricultural University, 483 Wushan Road, Tianhe District, Guangzhou 510642, China. E-mail: 568096639@qq.com

quality score of flowering Chinese cabbage. **Results** Fifteen sensory description words including sweet, green and juicy were obtained, and the 5 grades of flowering Chinese cabbage evaluation references were constructed. The 6 indexes of fresh, tender, sweet, fragrant, powdery and appearance were given the weights of 0.2623, 0.2459, 0.0984, 0.0820, 0.1148 and 0.1967 respectively. The formula for calculating the total quality score was obtained by combining the weight and score of each index. The application of real samples showed that the reference and equation could be well applied to the quality evaluation of flowering Chinese cabbage in the market, and the flowering Chinese cabbage could be successfully divided into different grades according to its quality. **Conclusion** This study has established a multi index evaluation method for the quality of flowering Chinese cabbage, which can divide flowering Chinese cabbage into 5 grades according to the quality, and accurately reflect the differences between different quality flowering Chinese cabbage.

KEY WORDS: flowering Chinese cabbage; sensory evaluation; quality grading

0 引言

菜心(*Brassica campestris* L. ssp. *Chinensis* var. *utilis* Tsen et Lee.)又名菜薹,为十字花科芸薹属作物,是华南地区栽培面积最广的蔬菜品种之一^[1-2],仅广州的年播种面积就高达 16800 hm²,占叶菜类面积的 24%^[3-4]。菜心富含多种对人体健康有益的营养素和活性植物化学物质,如矿物质、膳食纤维、维生素 C、维生素 E、硫代葡萄糖苷、酚酸、类胡萝卜素、类黄酮和花青素^[5-6],具有清热解毒、降低胆固醇、预防贫血等功效^[7]。菜心的生长易受季节、环境、土壤、肥料的影响^[8-12],不少菜心品种利用宁夏等北方地区低温少雨的气候进行栽培,产量更多、品质更优^[13-14],但与此同时市场也频频出现以低价菜心冒充知名菜心如“宁夏菜心”的欺诈行为。另外,一些不法商家为了谋取利益违规滥用植物激素,使菜心质量在短期内快速增长^[15],这些菜心没有经过足够的养分积累,口感及品质均会下降。以上现象表明,虽然市场上菜心种类繁多,但品质却参差不齐^[16-17],存在感官差异明显、品质与价格不相匹配的现象,使产业受损、消费者受害。从菜心产业发展的角度看,菜心育种工作者要培育出高产且优质的菜心品种,品质评定也是其中重要一环^[18-19]。所以菜心的品质是生产者和消费者所关心的重点,需要对品质进行评判以满足消费者与生产者的鉴别需求,同时也促进菜心的品种改良和产业发展。

目前,对于菜心品质的研究主要集中在理化指标的测定,包括含水量和硬度、可溶性糖、维生素 C、可溶性蛋白、可溶固形物、叶绿素等指标^[8,20-23],这大多需要仪器和溶剂辅助,不便于消费者使用,且获得的结果不能作为消费者真正食用时感受品质好坏的依据。从视觉、嗅觉和味觉上进行判别的感官直接决定蔬菜销售可接受性,感官评价的结果也直接决定了其是否有商品价值^[24-28],为了更能满足消费者的品质鉴别需求,应从感官的角度建立更方便、更直接且适用性更广的方法^[29]。现阶段关于采用感官

评定方法对菜心品质进行分级仅有行业标准 NY/T 1647—2008《菜心等级规格》,该标准仅从视觉上对外观这一属性进行分级,存在等级划分不细致、描述特征不全面等缺陷。因此,本研究通过感官描述法结合加权评分法建立了一个菜心多指标、全方面品质评价标准,用于评定菜心的品质,为市场、消费者以及检测机构提供更有力的品质鉴定参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验选取了 20 个不同品种的菜心样本,其中 15 个菜心样本为包含“名特优新农产品”在内的优选品种菜心,均来自广东省农业科学院农业质量标准与监测技术研究所,表 1 所示,另外 5 个菜心样本选自广州市菜市场,为群众日常购买无标识品种的菜心。20 个样本基本涵盖日常可采购到的菜心种类且品质上具有差异,故适用于建立感官评定方法。进行真实样本感官评定的样本来自于广州市内的多个连锁超市,包括不同售卖价格的菜心,按价格从低到高分别被标记为 S₁~S₁₂。

表 1 供试菜心品种
Table 1 Varieties of tested flowering Chinese cabbage

序号	品种名称	序号	品种名称
1	碧绿 60 天油青	9	澳洲 608 翠绿
2	中南 70 天尖叶	10	油绿 702 菜心
3	油青四九菜心	11	连州菜心
4	绿宝 70 天	12	福田菜心
5	翠绿 80 天	13	揭西地区菜心
6	60 天甜菜心	14	怀集地区菜心
7	碧清甜菜心	15	海丰地区菜心
8	尖丰 70 油绿	/	/

注: /表示无此项。

1.2 制备感官评价样本

感官评价样本分为生菜心、熟菜心两部分。两种样本分别进行外观、质地、风味的感官评定。

生菜心样本：用清水将菜心表面污垢清洗干净，然后沥干表面水分备用。

熟菜心样本：在洁净的锅内烧开水，然后加入少许油、盐，再将菜心放入锅中，其中水与菜心质量比为 1.5:1，开水炖煮 2 min 后捞起。

每组评价样品使用 3 位数随即编码的容器盛装，容器按随机顺序摆放，依次呈送给感官评价员，用于感官检验。

1.3 感官评价人员的选拔、培训与验证

通过信息调查招募 50 名具有菜心食用经验并对此项工作感兴趣人员作为储备人员，人员需涵盖不同年龄阶段及性别，参照 GB/T 16291.1—2012《感官分析选拔、培训与管理评价员一般导则 第 1 部分：优选评价员》对储备人员进行基本感官能力考核筛选，考核方法参照 GB/T 12311—2012《感官分析方法 三点检验》及 GB/T 12315—2008《感官分析 方法学 排序法》进行，考察内容包括匹配检验、敏锐度和辨别能力、描述能力测试，根据最终结果筛选出 20 人进行菜心相关基本知识培训，培训内容包括味道和气味的测试和识别培训、标度使用的培训、开发和使用描述词的培训、实践等内容。对筛选所得并经过培训的评价人员提供真实菜心样品进行属性描述，检验评价人员针对菜心样品是否能够进行较为专业细致描述。综合考核合格者将组成本次实验的感官评价小组，最终感官小组人数为 9~15 人。

1.4 感官描述词库建立与参比选择

根据 GB/T 10221—2021《感官分析 术语》筛选准则，结合感官评价员自身的感受从而生成新的描述词汇用以全面地描述菜心的外观、香气、风味、质地等感官属性。感官评价小组经过讨论首次得到描述词，删除不适合区分样品差异的描述词后，得出最终用于评价菜心的描述词库，并记录所有样品每个描述词被提及次数总和。确立菜心感官描述词库后，感官评价人员经过 3 轮讨论，甄选收集到的参照物，对每个描述词汇进行详细的定义并且规定合适的参照物，然后采用五点标度对每个样品的各描述词进行赋值，即无(或参照物)和最高值(参照物)为起点(1)和终点(5)等分确定。词汇分析结果参照 GB/T 16861—1997《感官分析 通用多元分析方法鉴定和选择用于建立感官剖面的描述词》，按照公式(1)进行计算：

$$M = \sqrt{F \times I} \quad (1)$$

式中， F ：描述词实际被提及的次数占该描述词所有可能被提及及总次数的百分； I ：评价小组实际给出的一个描述词的强度和占该描述词最大可能所得强度的百分率。

M 值通常反映感官评价剖面描述词出现频率和感受强度，其值越大，对感官品质的贡献越大。对产生的词汇进行筛选， M 值大于 50%，可认为具有代表性的样本感官特征。

1.5 权重的计算

由 1.3 中组成感官评价小组的 12 名成员，以鲜、嫩、甜、香、粉和外形 6 个属性两两结合，采用 0~6 分评判法确定每个感官因子的权重值^[30]，其中非常重要-不重要，打分 6~0，很重要-不是很重要，打分 5~1，较重要-较不重要，打分 4~2，同样重要，打分 3~3。根据感官评价人员的结果，将每个感官属性得分 P_i ，除以所有感官属性总分之和 S ，得到各感官因子的权重值 ρ_i ，按照公式(2)计算。

$$\rho_i = \frac{P_i}{S} \quad (i=1, 2, \dots, 6) \quad (2)$$

1.6 数据分析

对收集到的感官描述词数据使用 Microsoft Office Excel 2010 计算 M 值和权重值 ρ_i 。

2 结果与分析

2.1 感官描述词库的建立

为获得可真实全面反映菜心感官特征的描述词库，实验借助 1.3 中筛选出的 9 名专业评价人员(5 名女性，4 名男性)，年龄在 18~50 之间，进行 150 h 的圆桌讨论与培训，产生 20 个描述词用以描述菜心不同方面的感官特性，并进行 M 值计算，见表 2。研究表明， M 值是反映感官评价剖面描述词出现频率和感受强度的关键数据，其值越大对产品感官品质的贡献越大，当 M 值大于 50% 的词汇可作为关键感官分析术语^[31]。根据表 2 结果，甜味、翠绿、多汁、爽脆度、硬度、纤维感、菜渣感、菜香味、皮厚度、粉感、留香度、回味度、粗壮度、形态、浅沟 15 个指标 M 值大于 50%，因此这 15 个指标在感官评价人员使用频率及感受强度上均优于其他的描述词，可作为菜心感官分析的分析术语。

表 2 感官词汇 M 值
Table 2 M values of sensory vocabularies

类别	提及次数	F	I	M
甜味	178	0.989	0.811	0.896
翠绿	176	0.978	0.889	0.932
多汁	172	0.956	0.802	0.876
爽脆度	170	0.944	0.761	0.848
硬度	168	0.933	0.669	0.790
纤维感	168	0.933	0.889	0.911
菜渣感	166	0.922	0.716	0.812
菜香味	165	0.917	0.689	0.795

表 2(续)

类别	述及次数	F	I	M
皮厚度	163	0.906	0.780	0.840
粉感	161	0.894	0.776	0.833
留香度	160	0.889	0.800	0.843
回味度	155	0.861	0.758	0.808
粗壮度	151	0.839	0.776	0.807
形态	150	0.833	0.558	0.682
浅沟	140	0.778	0.330	0.507
汤色	111	0.617	0.217	0.366
苦味	92	0.511	0.277	0.376
干涩	60	0.333	0.006	0.043
韧度	24	0.133	0.008	0.032
粗糙度	12	0.067	0.009	0.024

为使评价小组利用菜心专有描述词汇对属性强度做出客观准确量化, 评价小组通过圆桌讨论及实际样品强度感受为 15 个感官术语分别赋予了明确的定义与评分参比, 参比等级分为高、较高、中、低、无 5 个等级, 并使用 5 点标尺进行级别量化, 结果如表 3 所示。

表 3 菜心感官评价参数

Table 3 Parameters for sensory evaluation of flowering Chinese cabbage

特性	定义	参比	级别
		纯水	1
甜味	吃菜心的第一印象感受的甜味程度	1%蔗糖溶液	2
		3%蔗糖溶液	3
		5%蔗糖溶液	4
		7%蔗糖溶液	5
		比色卡少五度	1
翠绿	使用绿色标准比色卡	比色卡少四度	2
		比色卡少三度	3
		比色卡少二度	4
		与比色卡一致	5
		无感觉	1
多汁	把等量的菜心咀嚼成可以吞咽的程度感受到的湿润程度	番石榴	2
		火龙果	3
		李子	4
		苹果	5
		无感觉	1
爽脆度	菜心咀嚼时的脆感, 声音清脆程度	李子	2
		脆柿	3
		白萝卜	4
		青瓜	5
		无感觉	1
硬度	咀嚼大小相同菜心时所需口腔力量(连续 2~3 次)	豌豆	2
		法兰克福香肠	3
		地瓜干	4
		肉脯	5

表 3(续)

特性	定义	参比	级别
		无	1
纤维感	咀嚼成熟芹菜的纤维感	距离根部 20 cm	2
		距离根部 10 cm	3
		距离根部 5 cm	4
		距离根部 1 cm	5
		无	1
菜渣感	咀嚼菜心后剩余不能嚼碎的残渣	0.2 cm ²	2
		0.4 cm ²	3
		0.6 cm ²	4
		0.8 cm ²	5
		纯水	1
菜香味	煮过的菜心在嘴里应该有一种积极的味道	20%浓缩菜汤	2
		40%浓缩菜汤	3
		60%浓缩菜汤	4
		80%浓缩菜汤	5
		0 mm	1
皮厚度	将菜薹外皮剥开后, 使用游标卡尺测量	0.25 mm	2
		0.50 mm	3
		0.75 mm	4
		1.00 mm	5
		无	1
粉感	咀嚼起来的软糯程度	卷心菜	2
		青枣	3
		莲雾	4
		蛇果	5
		无	1
留香度	菜心吞下后仍残留菜心的香气	30 s	2
		60 s	3
		90 s	4
		120 s	5
		无	1
回味度	菜心吞下后仍感受到菜心的滋味	30 s	2
		60 s	3
		90 s	4
		120 s	5
		0 cm	1
粗壮度	薹茎直径大小衡量	0.5 cm	2
		1.0 cm	3
		1.5 cm	4
		2.0 cm	5
		0°	1
形态	观察菜心的形态笔挺程度, 与直尺对比的倾斜程度衡量	5°	2
		10°	3
		20°	4
		30°	5
		无	1
浅沟	观察薹茎上浅沟数量	2	2
		3	3
		4	4
		5	5
		5	5

2.2 建立基于菜心感官评价的品质模型

新鲜是衡量蔬菜品质的一个重要指标,越新鲜的菜心品质也越好。新鲜度可从视觉上分辨,新鲜的菜心水分充足,熟制后饱满多汁。嫩度可以直接影响消费者味觉感受,嫩度大的菜心熟制后口感脆嫩爽滑,少菜渣。甜也是影响消费者味觉感受的因素,品质上乘的菜心清甜新鲜,口感会偏粉糯,可以通过味觉辨别。外形是最为直观的感官指标,品质上乘的菜心整体粗壮,基叶多叶型长;花蕾密实,不开现花;茎秆粗细均匀,整体笔直,有明显浅沟。故经过感官评价小组 120 h 圆桌讨论,15 个感官术语可以根据属性归属于鲜、嫩、甜、香、粉和外形 6 个指标,属于鲜指标的描述词汇有翠绿和多汁;属于嫩指标的描述词汇有爽脆度、硬度、纤维感、菜渣感和皮厚度;属于甜指标的描述词汇有甜味;属于香指标的描述词汇有菜香味、留香度和回味度;属于粉指标的描述词汇有粉感;属于外形指标的描述词汇有粗壮度、形态和浅沟。综合以上 5 个属性 15 个描述词汇,建立以下品质鉴别参考,如表 4 所示。

感官评价方法的加权评分法中,不同感官特性的占比由权重系数决定,比评分法更加准确^[32]。故根据 1.5 中 0~6

分评判法计算鲜、嫩、甜、香、粉、外形 6 个指标的权重,计算结果显示,鲜和嫩指标的权重最高,分别是 0.2623 和 0.2459,其次是外形指标,权重为 0.1967,而甜、香和粉指标的权重则分别是 0.0984、0.0820 和 0.1148。根据加权评分法,分别对鲜、嫩、甜、香、粉和外形 6 个指标按百分制进行评定分数,再将所得分数与该指标的权重相乘,最后将各个乘积值相加,得到菜心品质的审评得分,最终菜心品质总得分取各评价员的平均分。计算公式见式(3):

$$X=0.2623A+0.2459B+0.0984C+0.0820D+0.1148E+0.1967F \quad (3)$$

式中: X —审评得分; A —鲜指标得分; B —嫩指标得分; C —甜指标得分; D —香指标得分; E —粉指标得分; F —外形指标得分。

2.3 真实样本应用

采用市面上售卖的菜心按照建立的感官评定方法对其品质进行品质鉴别评定,选取的价格范围为 8~46 元/kg,基本覆盖市面菜心常见的价格区间。采用上述建立的方法对真实样本进行感官评定,结果如表 5 所示,该方法可以成功用于市面菜心的品质分级,将市面上售卖的菜心品质鉴别为一级到三级,总分从最低 54.53 分到最高 91.04 分。因感官评定采用的样品为当天采买,新鲜度较高,故若评定为四级和五级的菜心可能与存放时间有关。总体而言,该菜心品质评定方法是较为全面的可应用于实际的方法。

表 4 菜心品质评定参考
Table 4 References for quality evaluation of flowering Chinese cabbage

分级	鲜	嫩	甜	香	粉	外形
一级 (80~100分)	(1)菜叶呈现出色泽鲜艳并且明亮的翠绿色;菜叶菜茎水分充盈;菜叶折叠不会有明显折痕; (2)熟制后饱满多汁	(1)爽脆,轻易掰断,无纤维,无白心菜茎外皮薄; (2)熟制后口感脆嫩爽滑,少菜渣	熟制后清甜新鲜,口感淋甜	有浓郁的青菜香气,留香持久,回味甘甜	熟制后菜梗口感偏粉	整体粗壮,基叶多叶型长;花蕾密实,不开现花;茎秆粗细均匀,整体笔直,有明显浅沟
二级 (60~80分)	(1)菜叶呈现出较鲜艳的绿色;菜叶菜茎水分较充盈;菜叶折叠有轻微的折痕;(2)熟制后较多汁	(1)较脆,较易掰断,只有细小纤维,无白心,菜茎外皮较薄;(2)熟制后口感较爽脆,菜渣不多	较有淋甜感,有鲜味	有较香的青菜气味,留香可持一段时间,有一定回味	熟制后菜梗口感较粉	整体较粗壮,基叶较多叶型较长;花蕾较密实,有1~2朵花蕾开花;茎秆粗细较均匀,整体较笔直,有较明显的浅沟
三级 (40~60分)	(1)菜叶呈正常绿色;菜叶菜茎水分一般;菜叶折叠较脆有明显折痕; (2)熟制后汁液较少	(1)一般,掰起来有点韧,有一定的纤维,无白心,菜茎外皮厚度一般;(2)熟制后口感一般,稍有菜渣	一般甜度,鲜味较淡	青菜香气一般,短暂留香,稍有回味	熟制后菜梗口感粉度一般	整体粗壮度一般,没有太多基叶,叶型较椭圆或圆;花蕾稍松散,少量花蕾开花;整体形态良好,茎秆稍有弯曲,有少量浅沟
四级 (20~40分)	(1)菜叶呈现绿色偏黄;菜叶菜茎水分较少;菜叶折叠较容易断;(2)熟制后汁液较少	(1)较软,较难掰断,比较韧,纤维比较多,出现白心和空心,菜茎外皮较厚;(2)熟制后菜肉较软,菜渣较多	淡甜,鲜味极少	青菜的气味较淡,无回味	熟制后菜梗口感稍感觉粉	整体较瘦小,基叶较少,叶型偏圆;花蕾较松散,部分花蕾开花;整体形态较差,茎秆弯曲,无浅沟
五级 (0~20分)	(1)菜叶呈现发黄,有明显病虫害;菜叶菜茎水分少;菜叶折叠容易折断;(2)熟制后汁液很少	(1)很软,难掰,很韧,有很厚的纤维,出现白心和空心,菜茎外皮很厚;(2)熟制后菜肉软,多菜渣	不甜,无鲜味	青菜的气味很淡,几乎没有	熟制后菜梗口感较没有感觉粉	整体瘦小,基叶少,叶型圆;花蕾松散,大量花蕾开花;整体形态很差,茎秆很弯曲,无浅沟

表5 真实样本的感官评定结果
Table 5 Sensory evaluation results of real samples

样品	价格/(元/kg)	鲜	嫩	甜	香	粉	外形	总分	级别
S ₁	8	77.00	67.78	47.67	50.44	37.44	57.56	61.31	二级
S ₂	8	70.89	60.22	49.00	49.78	37.78	40.11	54.53	三级
S ₃	10	70.78	62.89	57.89	54.67	36.67	46.44	57.55	三级
S ₄	14	76.11	71.78	69.33	66.33	42.44	57.00	65.96	二级
S ₅	22	77.78	77.78	77.44	75.22	45.89	68.22	72.00	二级
S ₆	28	80.56	81.22	80.00	77.22	49.33	68.44	74.43	二级
S ₇	30	79.22	79.33	80.33	79.67	50.89	73.22	74.97	二级
S ₈	32	81.67	81.78	81.33	82.00	50.67	81.44	78.09	二级
S ₉	38	85.89	85.33	83.89	84.56	76.22	84.22	84.02	一级
S ₁₀	38	86.22	82.89	82.89	84.89	76.67	84.33	83.51	一级
S ₁₁	44	90.11	87.56	91.44	89.89	89.33	92.00	89.89	一级
S ₁₂	46	90.00	87.67	92.89	93.89	90.89	94.56	91.04	一级

3 讨论与结论

本研究通过科学可行的方法进行选拔、培训与验证建立9人的感官评价小组,小组成员对菜心样本进行专业细致描述分析,获得全面反映菜心感官特征的描述词库,建立了综合鲜、嫩、甜、香、粉和外形6个指标的菜心品质评价方法,将菜心品质分为5个级别。采用该方法对市面不同价格的菜心进行评定,可成功将菜心分成不同的级别,并且发现甜、香、粉和外形是主要影响价格和品质的指标,推测鲜和嫩可能主要与存放条件有关系。建立的菜心品质分级方法可满足企业、消费者对菜心品质评定的需求,为菜心市场提供较为全面的参考。

先前对于菜心的品质研究主要为理化指标的衡量,不能达到全面剖析菜心的特性的效果,而感官评价检验食品品质更加直观,感官描述分析法已应用到多种食品中,通过分析可获得该产品关键性感官属性定量描述词汇,本研究亦采用同样的方法对菜心进行分析。但本研究在采用感官描述法的基础上,进一步通过多个指标建立了可以细分等级的评定方法,将菜心根据品种的不同进行分级。建立的基于感官的菜心品质分级方法可以应用到实际商品品质的鉴别,为菜心市场提供较为全面的参考,也便于菜心行业的发展和满足消费者的需求。但该评价方法仅对菜心本身品质高低做出判断,随着研究的深入,还需考虑消费者的接受度及菜心育种和改良等因素的影响,使菜心的感官评价体系不断得到完善。同时,对于菜心品质方面的研究,建议后续可将此方法与仪器分析相结合,将感官结果与仪器检测结果进行关联,为菜心感官特性研究提供相应的数据支撑,以达到更加全面的、客观的菜心品质分析的目的。

参考文献

- [1] WANG YP, KANG YY, ZHONG M, *et al.* Effects of iron deficiency stress on plant growth and quality in flowering Chinese cabbage and its adaptive response [J]. *Agronomy-Basel*, 2022, 12(4): 875.
- [2] KANGY Y, LIU B, YANG X, *et al.* Effects of glucohexaose on sheath blight, pathogenesis-related proteins and endogenous hormones in flowering Chinese cabbage [J]. *Acta Horticult Sin*, 2014, 41(6): 1125-1132.
- [3] 陈汉才, 吴增祥, 林悦欣, 等. 广东菜心、芥蓝研究现状与展望[J]. *广东农业科学*, 2021, 48(9): 62-71.
- [4] CHEN HC, WU ZX, LIN YX, *et al.* Research status and prospect of flowering Chinese cabbage and Chinese Kale in Guangdong [J]. *Guangdong Agric Sci*, 2021, 48(9): 62-71.
- [5] 许东林, 周贤玉, 肖婉钰, 等. 19个中熟菜心品种农艺性状的相关及聚类分析[J]. *长江蔬菜*, 2021, (16): 42-44.
- [6] XU DL, ZHOU XY, XIAO WY, *et al.* Correlation and cluster analysis of agronomic characters of 19 middle flowering Chinese cabbage varieties [J]. *J Changjiang Veg*, 2021, (16): 42-44.
- [7] LIU W, MUZOLF-PANEK M, KLEIBER T. The effect of various foliar treatments and nitrogen nutrition levels on the yield and physicochemical parameters of flowering Chinese cabbage [J]. *Agronomy-Basel*, 2022, 12(3): 737.
- [8] YUE L, LI Y, ZHONG M, *et al.* Benzoic acid, chlorine dioxide, and 1-methylcyclopropene induce flavonoid metabolic shifts in postharvest flowering Chinese cabbage revealed by high-dimensional analytical data [J]. *Int J Mol Sci*, 2022, 23(11): 6011.
- [9] 崔丹丹, 杨锦, 耿银银, 等. 海藻肥对菜心抗旱性的影响及其机理探究[J]. *植物营养与肥料学报*, 2021, 27(7): 1185-1197.
- [10] CUI DD, YANG J, GENG YY, *et al.* Effect of seaweed fertilizer on drought resistance of cabbage and its mechanism [J]. *J Plant Nutr Fertilizers*, 2021, 27(7): 1185-1197.
- [11] 代中旭, 艾新帅, 杨正华, 等. 海藻寡糖与复合肥配合施用对菜心产量和品质的影响[J]. *磷肥与复肥*, 2022, 37(5): 49-52.
- [12] DAI ZX, AI XS, YANG ZH, *et al.* Effect of seaweed oligosaccharide combined with compound fertilizer on yield and quality of flowering Chinese cabbage [J]. *Phosphate Comp Fertilizer*, 2022, 37(5): 49-52.
- [13] 曹巧滢, 詹曜玮, 丁尔全, 等. 分次施用碱性肥料对土壤 pH 及土壤镉有效性的影响[J]. *农业环境科学学报*, 2022, 41(7): 1483-1489.
- [14] CAO QY, ZHAN YW, DING ERQ, *et al.* Effects of different application of alkaline fertilizers on soil pH and cadmium availability [J]. *J Agro-Environ Sci*, 2022, 41(7): 1483-1489.
- [15] 黄伟群. 福州地区夏秋菜心品种比较试验[J]. *福建热作科技*, 2021, 46(4): 21-24.
- [16] HUANG WQ. Comparative experiment of summer and autumn flowering Chinese cabbage varieties in Fuzhou [J]. *Fujian Sci Technol Trop Crops*,

- 2021, 46(4): 21–24.
- [11] ROBERTSH R, DODDI C, HAYES F, *et al.* Chronic tropospheric ozone exposure reduces seed yield and quality in spring and winter oilseed rape [J]. *Agric Forest Meteorol*, 2022, 316: 108859.
- [12] ATTIA Z, POGODA CS, REINERT S, *et al.* Breeding for sustainable oilseed crop yield and quality in a changing climate [J]. *Theor Appl Genet*, 2021, 134(6): 1817–1827.
- [13] 杨金娟, 于丽, 周兴隆, 等. 宁夏菜心病虫害发生现状及规范用药建议[J]. *农药科学与管理*, 2021, 42(12): 27–31.
- YANG JJ, YU L, ZHOU XL, *et al.* Current situation of diseases and insect pests of Ningxia flowering Chinese cabbage and suggestions on standardized drug use [J]. *Pestic Sci Admin*, 2021, 42(12): 27–31.
- [14] 李旭霞, 王转莉. 宁夏地区菜心早春栽培品种比较试验[J]. *安徽农学通报*, 2019, 25(14): 40–41.
- LI XX, WANG ZL. Comparative experiment on early spring cultivars of Ningxia flowering Chinese cabbage [J]. *Anhui Agric Sci Bull*, 2019, 25(14): 40–41.
- [15] 胡海山, 赵淑娥, 芦慧, 等. QuEChERS-超高效液相色谱法快速测定果蔬中4种植物激素残留[J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(10): 2995–2999.
- HU HS, ZHAO SE, LU H, *et al.* Quick determination of four plant hormone residues in fruits and vegetables by QuEChERS ultra high performance liquid chromatography [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(10): 2995–2999.
- [16] 宋世威, 伊灵燕, 刘厚诚, 等. 不同菜心品种产量及品质性状聚类分析[J]. *广东农业科学*, 2011, 38(11): 56–58.
- SONG SW, YI LY, LIU HC, *et al.* Cluster analysis of yield and quality characters of different flowering Chinese cabbage varieties [J]. *Guangdong Agric Sci*, 2011, 38(11): 56–58.
- [17] 王直亮, 陈静芳, 林静怡, 等. 不同菜心品种叶绿素荧光参数日变化的研究[J]. *分子植物育种*, 2017, 15(9): 3654–3659.
- WANG ZL, CHEN JF, LIN JY, *et al.* Study on the diurnal variation of chlorophyll fluorescence parameters of different flowering Chinese cabbage varieties [J]. *Mol Plant Breed*, 2017, 15(9): 3654–3659.
- [18] 严少杰. 菜心重要农艺性状与 SSR 分子标记的关联分析[J]. *中国果菜*, 2021, 41(2): 34–43.
- YAN SJ. Correlation analysis of important agronomic characters and SSR molecular markers in flowering Chinese cabbage [J]. *China Fruit Veg*, 2021, 41(2): 34–43.
- [19] 张德双, 张凤兰, 余阳俊, 等. 菜薹(菜心)亲本材料的创制及新品种18A1菜心的选育[J]. *中国蔬菜*, 2020, (5): 77–81.
- ZHANG DS, ZHANG FL, YU YJ, *et al.* Creation of parental material of flowering Chinese cabbage and breeding of new variety 18A1 flowering Chinese cabbage [J]. *China Veg*, 2020, (5): 77–81.
- [20] 曾荣, 黄彩虹, 陈洪辉, 等. 低温对连州菜心采后贮藏品质的影响[J]. *保鲜与加工*, 2022, 22(7): 14–20.
- ZENG R, HUANG CX, CHEN HH, *et al.* Effect of low temperature on storage quality of Lianzhou flowering Chinese cabbage [J]. *Storage Process*, 2022, 22(7): 14–20.
- [21] 徐桂燕, 殷登科, 刘玉军, 等. 不同温度对菜心贮藏品质的影响[J]. *中国果菜*, 2021, 41(2): 1–5.
- XU GY, YIN DK, LIU YJ, *et al.* Effect of different temperatures on storage quality of flowering Chinese cabbage [J]. *China Fruit Veg*, 2021, 41(2): 1–5.
- [22] 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.
- CHEN RY, ZHONG YJ, XIE DS, *et al.* Evaluation and analysis of nutritional quality and external sensory quality of different flowering Chinese cabbage varieties [J]. *Guangdong Agric Sci*, 2020, 47(5): 21–28.
- [23] SONG L, LUO H, CHEN GX, *et al.* Effects of microwave treatment on physiology and quality of minimally processed bok choy (*Brassica campestris* L.) during storage at 5°C [J]. *J Food Meas Charact*, 2018, 12(2): 913–922.
- [24] 滕葳, 柳琪, 郭栋梁. 蔬菜感官质量判定方法的探讨[J]. *食品研究与开发*, 2003, (5): 95–101.
- TENG W, LIU Q, GUO DL. Discussion on the method of judging vegetable sensory quality [J]. *Food Res Dev*, 2003, (5): 95–101.
- [25] SOLOMANDOJ C, ANTEQUERA T, VENTANAS S, *et al.* Sensory profile and consumer perception of meat products enriched with EPA and DHA using fish oil microcapsules [J]. *Int Food Sci Technol*, 2021, 56(6): 2926–2937.
- [26] PRIULLI É, PEREIRA CMT, OLIVEIRA AC, *et al.* Use of the quantitative descriptive analysis for sensory assessment of tapiocas with adding waste from soy processing [J]. *Food Sci Technol*, 2021, 42(1): 1–8.
- [27] BYARUGABA R, NABUBUYA A, MUYONGA J. Descriptive sensory analysis and consumer preferences of bean sauces [J]. *Food Sci Nutr*, 2020, 8(8): 4252–4265.
- [28] OWUREKU-ASARE M, ODURO I, AGYEI-AMPONSAH J, *et al.* Sensory profiling and consumer evaluation of solar dried tomato powder in Ghana [J]. *J Sci Food Agric*, 2022, 102(9): 3607–3617.
- [29] MEDEIROS A, TAVARES E, BOLINI MA. Descriptive sensory profile and consumer study impact of different nutritive and non-nutritive sweeteners on the descriptive, temporal profile, and consumer acceptance in a peach juice matrix [J]. *Foods*, 2022, 11(2): 244.
- [30] 吕艳春. 加权评分法和 Friedman 检验法对4种香肠制品的感官评价[J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(15): 4953–4959.
- LV YC. Sensory evaluation of four sausage products by weighted scoring and Friedman test [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(15): 4953–4959.
- [31] 王琳琛, 王振宇, 夏安琪, 等. 羊肉乳化香肠食用品质关键评价指标筛选[J]. *食品科学*, 2013, 34(17): 33–37.
- WANG LC, WANG ZY, XIA ANQ, *et al.* Screening of key evaluation indexes for edible quality of mutton emulsion sausage [J]. *Food Sci*, 2013, 34(17): 33–37.
- [32] 李卿, 马盛凯, 张悦, 等. 感官评定在新食品开发中的应用[J]. *食品工程*, 2021, (2): 42–45.
- LI Q, MA SK, ZHANG Y, *et al.* Application of sensory evaluation in new food development [J]. *Food Eng*, 2021, (2): 42–45.

(责任编辑: 郑丽于梦娇)

作者简介



郑玲燕, 硕士研究生, 主要研究方向为食品安全质量与品质分析。
E-mail: 1044068708@qq.com



韦晓群, 博士, 副研究员, 主要研究方向为食品安全质量与品质分析。
E-mail: 568096639@qq.com