

大白菜感官品质评价及其与营养成分含量的关系

龚振平,于拴仓,张凤兰*,余阳俊,赵岫云,张德双,汪维红,苏同兵
(北京市农林科学院 蔬菜研究中心,北京 100097)

摘要: 为了建立大白菜品质的综合评价体系,以 28 个白菜品种或自交系为试材,进行了生食和熟食品尝鉴定以及营养品质测定,对影响感官品质的主观感受(品尝)和客观因素(营养成分含量)进行了多元回归与通径分析。结果显示,感官品质回归方程: y_r (生食综合品质) = $0.310\ 3 + 0.254\ 0x_1$ (多汁度) + $0.176\ 2x_2$ (甜度) + $0.221\ 6x_3$ (脆度) + $0.319\ 9x_4$ (鲜味), y_c (熟食综合品质) = $0.204\ 4 + 0.250\ 9x_5$ (渣量) + $0.246\ 9x_6$ (甜度) + $0.182\ 5x_7$ (绵软度) + $0.323\ 1x_8$ (鲜味)。通径分析结果表明,在感官评价指标中,甜度和多汁度的总通径系数分别为 0.445 3 和 0.427 6,是对大白菜生食综合品质影响最大的 2 个指标,而鲜味次之,脆度影响最小;甜度对熟食综合品质的总通径系数为 0.515 2,对熟食综合品质影响最大,其次是渣量,鲜味和绵软度影响较小。进一步分析了营养成分含量对感官品质的影响,获得了回归方程: $y_r = -32.192\ 0 + 0.389\ 3x_w$ (含水量) + $1.169\ 8x_s$ (可溶性糖含量), $y_c = 7.497\ 1 + 0.732\ 6x_a - 5.668\ 8x_b$ (有机酸含量) - $2.176\ 3x_f$ (粗纤维含量)。而可溶性糖含量标准化回归系数在 2 个方程中分别为 0.580 7 和 0.333 2,均为最高,表明其对感官品质影响最大。

关键词: 大白菜;感官品质;营养成分;通径分析;回归分析
中图分类号: S634.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2015)11-0104-05

Evaluation of Chinese Cabbage Sensory Qualities and Their Relationship with Contents of Main Nutrient Components

GONG Zhenping, YU Shuancang, ZHANG Fenglan*, YU Yangjun, ZHAO Xiuyun,
ZHANG Deshuang, WANG Weihong, SU Tongbing
(Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China)

Abstract: In order to establish the comprehensive evaluation system for the quality of Chinese cabbage, 28 Chinese cabbage varieties or inbreeds were used as experimental materials to identify the raw and cooked taste and determine the nutrient components contents, and the subjective factors (taste) and objective factors (nutrient content) influencing the sensory quality were analyzed by multiple regression and path analysis. The results showed that two regression equations were obtained: y_r (raw quality) = $0.310\ 3 + 0.254\ 0x_1$ (juiciness) + $0.176\ 2x_2$ (sweetness) + $0.221\ 6x_3$ (crispness) + $0.319\ 9x_4$ (flavor), y_c (cooked quality) = $0.204\ 4 + 0.250\ 9x_5$ (residue) + $0.246\ 9x_6$ (cooked sweetness) + $0.182\ 5x_7$ (softness) + $0.323\ 1x_8$ (cooked flavor). The path analysis results showed that the total coefficients of sweetness and juiciness were high with the value of 0.445 3 and 0.427 6, respectively. It indicated that they were main

收稿日期:2015-04-26
作者简介:科技部 973 项目(2012CB113906);国家自然科学基金项目(31171970);国家科技支撑计划项目(2012BAD02B01);大宗蔬菜产业技术体系项目(CARS-25-A-11)
作者简介:龚振平(1969-),男,河北赵县人,副研究员,在读博士研究生,主要从事蔬菜遗传育种研究。
E-mail:gong093@163.com
* 通讯作者:张凤兰(1964-),女,山东莱西人,研究员,博士,主要从事蔬菜遗传育种与分子生物学研究。
E-mail:zhangfenglan@nrcv.org

factors affecting the raw quality. Meanwhile, sweetness was the main factor with the total path coefficient of 0.515 2 affecting the cooked quality. Further analysis by the influences of nutritional components on sensory qualities, two another regression equations were obtained: $y_r = -32.192\ 0 + 0.389\ 3x_w$ (moisture content) + $1.169\ 8x_s$ (soluble sugar content), $y_c = 7.497\ 1 + 0.732\ 6x_s - 5.668\ 8x_a$ (organic acid content) - $2.176\ 3x_f$ (crude fiber content). The normalized regression coefficients of soluble sugar were high with the value of 0.580 7 in the raw quality regression and 0.325 0 in the cooked quality one, indicating that among the six nutrient components, the soluble sugar was the main factor affecting both raw and cooked sensory qualities. The results provided the basis for quality evaluation, selection and breeding for high quality Chinese cabbages.

Key words: Chinese cabbage; sensory qualities; nutritional components; path analysis; regression analysis

大白菜 [*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis* (Lour) Olsson] 是我国种植面积和食用总量最大的蔬菜作物, 年播种面积近 267 万 hm^2 , 占蔬菜总播种面积的 13%。随着生活水平的不断提高以及蔬菜供应种类的日益丰富, 人们对包括大白菜在内的蔬菜的品质提出了更高要求。不仅要有良好的外观和质地, 更要有良好的可口性即感官品质^[1]。而感官品质的基础是各种营养成分作用于不同的神经末梢, 产生的不同感受综合作用的结果, 即不同的营养成分及其含量对感官品质有不同的影响, 据此可以对感官品质进行品尝评价和预测^[2-3]。前人对大白菜的营养品质与感官品质的关系进行初步分析, 提出了感官品质的评价和预测方法^[4-5]。

大白菜食用方法中, 生食以凉拌为主, 熟食以炒食为主。对此前人在加工过程中, 生食多采取不添加任何佐料的直接品尝, 熟食几乎都是微波炉加热或者水煮加热, 但这不符合生活中最常见的烹调方式, 因而评价的结果可能产生系统性偏差。本研究对大白菜生食和熟食品质的评价方法进行了改良, 并对 28 个大白菜品种和自交系进行了品尝评价, 同时测定了相应试材的水分、可溶性糖、有机酸、粗蛋白、粗纤维和维生素 C (Vc) 等几种主要营养成分的含量, 对影响综合感官品质的主观因素 (品尝感受) 和客观因素 (营养成分) 进行了多元回归与通径分析, 以便为大白菜种质资源的品质评定、选择及品质育种提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

选取品质差异较大的 6 个大白菜品种和 22 个自交系为材料开展感官品质的评价和营养成分测定研究。6 个大白菜品种分别是北京新三号、北京小杂 61 号、京脆 55、北京大牛心、京春娃 2 号和 08 - 10; 22 个大白菜高代自交系分别是 10 - 1084、09 - 972、09 - 1014、11 - 676、09 - 1070、11 - 609、07 -

1016、03 - 598、97 - 321、05 - 429、05 - 25、11 - 135、11 - 40、11 - 41、11 - 121、11 - 148、11 - 163、11 - 205、11 - 250、11 - 251、11 - 351 和 11 - 356。

1.2 大白菜田间试验方法

在 2011—2013 年, 每年 8 月 5—8 日播种, 10 月中下旬大白菜叶球成熟时取样。种植地点在北京市农林科学院蔬菜研究中心农场试验田。种植株行距 40 cm × 60 cm, 每材料种植 20 株, 田间管理同常规。对每个材料的典型成熟叶球随机取样, 每材料各取 6 株分别供品尝和营养成分检测。

1.3 大白菜样品处理和感官评价方法

样品去掉外部散叶, 剥去叶球最外层叶片, 对宜食部分纵切, 取 1/4 或 1/8, 顺中肋方向切成 0.5 cm × 4 cm 小细条, 混匀后取 400 g 加食盐 2 g、葵花籽油 4 mL, 拌匀后供生食品尝鉴定; 同上四分法或八分法取样, 切成 2 cm × 3 cm 小长块, 混匀后取 500 g 加食盐 2.5 g、葵花籽油 5 mL, 置于锅中电磁炉上高火翻炒 5 min, 供熟食品尝鉴定。

生食评价项目: 多汁度、甜度、脆度、鲜味和综合项; 熟食评价项目: 渣量、绵软度、鲜味和综合项, 其中综合项是对该样品生食或熟食总体评价。评分人员为白菜遗传育种课题组和蔬菜加工研究室专家, 评定人员 10 人。赋分区间: 渣量从高到低, 其他各项从低到高, 按个人品尝感受在 1 ~ 10 分打分。保证评分员在评分过程中互不影响。

1.4 大白菜营养成分含量检测方法

样品去除外叶后纵切, 取 1/4, 切碎拌匀后, 取一部分鲜样测定 Vc 含量 (2, 6 - 二氯靛酚滴定法^[6]), 其余部分称量后置于冷冻机冻干测定含水量 (质量法), 然后再测定可溶性糖含量 (蒽酮比色法^[7])、有机酸含量 (酸碱滴定法^[6])、粗蛋白含量 (凯氏定氮法^[8])、粗纤维含量 (酸碱洗涤法^[9])。

1.5 数据处理

使用 SAS 9.2 软件, 进行数据统计、方差分析、多元回归分析及通径分析。

2 结果与分析

2.1 大白菜感官品质与营养品质差异显著性分析

感官品质方差分析结果见表 1。生食评价的多汁度、甜度、脆度、鲜味、综合,熟食评价的渣量、甜度、绵软度、鲜味、综合等项在品种间的差异均达到极显著水平,这反映了品种间感官品质的差异,而年份间差异也有几项指标达到显著($P < 0.05$)或极显

著水平,如生食多汁度、甜度,熟食渣量、鲜味及绵软度,这反映了年份间气候、土壤肥水不同导致营养成分含量的差异。营养成分含量方差分析结果(表 2)表明,干物质、可滴定酸、粗蛋白、粗纤维、Vc 含量在品种间、年份间的差异均达极显著水平,可溶性糖含量在品种间的差异达极显著水平,在年份间的差异不显著。

表 1 大白菜感官品质指标的方差分析

生食指标	项目	均方	F 值及显著性	熟食指标	项目	均方	F 值及显著性
多汁度	品种间	19.027 3	8.30 **	渣量	品种间	28.516 9	8.55 **
	年份间	7.520 8	6.02 **		年份间	11.898 6	3.57 *
	误差	2.433 2			误差	3.335 3	
甜度	品种间	19.014 7	5.91 **	甜度	品种间	24.230 8	8.35 **
	年份间	27.546 5	3.95 *		年份间	3.771 4	1.30
	误差	3.217 4			误差	2.901 9	
脆度	品种间	14.943 2	5.68 **	绵软度	品种间	19.126 3	6.03 **
	年份间	2.213 2	0.84		年份间	10.633 1	3.35 *
	误差	2.630 9			误差	3.171 9	
鲜味	品种间	14.967 5	5.64 **	鲜味	品种间	17.402 2	6.12 **
	年份间	0.890 9	0.34		年份间	13.844 0	4.87 *
	误差	2.653 8			误差	2.843 5	
综合	品种间	15.569 6	6.99 **	综合	品种间	18.972 7	7.73 **
	年份间	1.954 0	0.88		年份间	9.278 4	1.99
	误差	2.227 4			误差	2.454 4	

注:*、**分别表示达到 0.05、0.01 的显著、极显著水平,下同。

表 2 大白菜营养品质的方差分析

营养成分	方差来源	均方	F 值及显著性
干质量	品种间	1.162 9	3.03 **
	年份间	2.868 3	7.48 **
	误差	0.383 8	
可溶性糖	品种间	0.430 2	3.33 **
	年份间	0.389 9	3.02
	误差	0.129 2	
可滴定酸	品种间	0.002 0	2.24 **
	年份间	0.004 7	5.36 **
	误差	0.000 9	
粗蛋白	品种间	0.195 7	4.49 **
	年份间	1.845 5	42.30 **
	误差	0.043 6	
粗纤维	品种间	0.021 7	2.69 **
	年份间	0.180 7	22.37 **
	误差	0.008 1	
Vc	品种间	88.096 4	3.29 **
	年份间	533.413 0	19.93 **
	误差	26.777 0	

2.2 大白菜感官品质指标对综合评价的影响

2.2.1 回归分析 以生食多汁度(x_1)、甜度(x_2)、

脆度(x_3)和鲜味(x_4)为自变量,生食综合品质(y_r)为因变量进行多元逐步回归分析($SLE = 0.15, SLS = 0.15, F < 0.01$),4 个自变量全部入选,得到最佳回归方程: $y_r = 0.310 3 + 0.254 0x_1 + 0.176 2x_2 + 0.221 6x_3 + 0.319 9x_4$,其标准化系数分别为 0.276 8、0.216 1、0.245 8、0.348 9,表明在 4 个自变量中,以鲜味对生食综评影响最大,其次是多汁度,而甜度和脆度影响较小。以熟食渣量(x_5)、甜度(x_6)、绵软度(x_7)和鲜味(x_8)为自变量,熟食综合品质(y_c)为因变量得到最佳回归方程(参数及显著性同上): $y_c = 0.204 4 + 0.250 9x_5 + 0.246 9x_6 + 0.182 5x_7 + 0.323 1x_8$,标准化系数分别为 0.297 5、0.272 4、0.204 1、0.338 9。表明鲜味对熟食综评影响也是最大,其次是渣量(渣少者分高),甜度次之,绵软度影响最小。

2.2.2 相关与通径分析 相关分析结果表明,生食各指标间、熟食各指标间相关系数均达到极显著水平($P < 0.01$)(表 3—4);而尤其以甜度与鲜味(在生食中相关系数为 0.655 9,在熟食中为 0.721 3)、生食多汁度与脆度(0.680 5)、熟食渣量与绵软度

(0.638 0)间的相关系数相对较高。

表 3 大白菜感官品质指标间相关系数(生食)

项目	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1 (多汁度)	1	0.571 8 **	0.680 5 **	0.512 0 **
x_2 (甜度)	0.571 8 **	1	0.576 6 **	0.655 9 **
x_3 (脆度)	0.680 5 **	0.576 6 **	1	0.571 6 **
x_4 (鲜味)	0.512 0 **	0.655 9 **	0.571 6 **	1

表 4 大白菜感官品质指标间相关系数(熟食)

项目	x_5	x_6	x_7	x_8
x_5 (渣量)	1	0.473 3 **	0.638 0 **	0.531 9 **
x_6 (甜度)	0.473 3 **	1	0.554 1 **	0.721 3 **
x_7 (绵软度)	0.638 0 **	0.554 1 **	1	0.590 6 **
x_8 (鲜味)	0.531 9 **	0.721 3 **	0.590 6 **	1

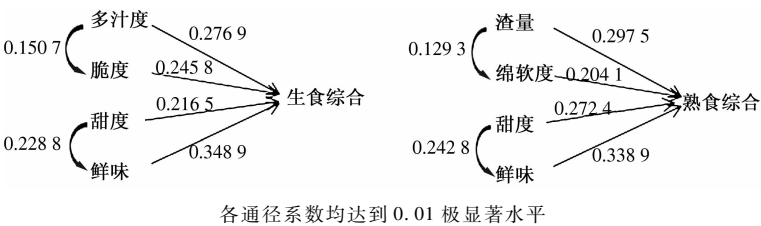


图 1 大白菜感官品质指标通径图

2.3 大白菜营养品质与感官品质关系分析

以含水量(x_w)、可溶性糖含量(x_s)、有机酸含量(x_a)、粗蛋白含量(x_p)、粗纤维含量(x_f)和 Vc 含量(x_v)为自变量,以生食综合品质(y_r)为因变量,多元逐步回归分析结果,在 0.05 水平上得到回归方程: $y_r = -32.192 0 + 0.389 3x_w + 1.169 8x_s$,标准化回归系数分别是 0.325 0 和 0.580 7,这表明,可溶性糖含量对生食品质的影响最大,其次是含水量,均为正向作用,其他因素影响不显著。

以熟食综合品质(y_c)为因变量,又得到熟食品质评价的回归方程: $y_c = 7.497 1 + 0.732 6x_s - 5.668 8x_a - 2.176 3x_f$,对应的标准化回归系数分别是 0.333 2、-0.199 4 和 -0.271 9。表明依然是可溶性糖含量的影响最大,其次是粗纤维含量,最后是有有机酸含量,而后两者对熟食品质评价影响为负向作用,其他因素影响不显著。

3 结论与讨论

在前人进行大白菜感官品质鉴定中,熟食加工方式,几乎均是微波炉加热^[10-11]或水煮加热^[5,12]。崔秀敏等^[13]以炒食方式鉴定了不结球白菜的感官品质,并与矿质营养元素的关系进行了分析,但以炒食这种生活中最常见的烹调方式来研究,在大白菜感官品质鉴定中尚未见报道。可能前 2 种加工方式

考虑到甜味对鲜味、多汁度对脆度以及渣量对绵软度有一定影响,可能间接地作用于感官品质,设计了通径分析模型。结果(图 1)表明,生食品质各项指标对综合评价的效应:多汁度直接效应是 0.276 9,通过脆度间接效应为 0.150 7;生食甜度直接效应是 0.216 5,通过鲜味间接效应为 0.228 8;鲜味的直接效应较高,为 0.348 9。总体来说,甜度(总通径系数 0.445 3)对生食品质影响较大。熟食评价分析结果表明,渣量对综合评价的直接效应为 0.297 5,通过绵软度间接效应为 0.129 3;甜度直接效应为 0.272 4,通过鲜味间接效应是 0.242 8;鲜味的直接效应也较高,为 0.338 9。总体上也以甜度(总通径系数 0.515 2)对熟食品质的影响较大。

更易控制,结果更为精确,但其结果可能与生活中食用者实际感受有所差别。金同铭等^[4]对大白菜感官品质提出了一套系统评分法,以脆度、多汁度、甜度、风味及综合 5 项对感官评定进行了有益的探索,但没有明确结论。

本研究以炒食加工的方式,除食油外,添加了最主要的调料(食盐),并进行了多年重复评定,在一定程度上减小了试验误差,提高了精确度。而生食品尝也尽量贴近生活实际,添加适量的食用油和食盐。评定结果经多元逐步回归分析显示,鲜味的回归系数最高,这是可以理解的,但有可能高估,因为不同味觉之间可能存在一定程度的通感,对于食用者来说,鲜味不易与其他味道(比如甜味)完全区分开来^[14],一定程度上是甜味通过鲜味等间接作用的结果。甜度与鲜味在生食中相关系数为 0.655 9,在熟食中相关系数为 0.721 3,分别是所在行列中相关系数最大的,显示二者有较强的共线性;同样多汁度对脆度、渣量对绵软度都可能存在一定程度的影响。因此,建立适当的模型进行通径分析,似乎比多元回归分析更为合理。通径分析结果显示,生食品质的主要影响因素是甜度和多汁度,然后是鲜味,最后是脆度;熟食品质的主要影响因素是甜度和渣量,再次是鲜味,最后是绵软度,与品尝综合感受结果一致。

感官综合评价在营养成分上的回归分析表明,

影响生食品质的首要因素是可溶性糖含量,其次是含水量,其预测公式较为简便。影响熟食品质的首要因素也是可溶性糖含量,其次是粗纤维含量,再次是有机酸含量,后两者的影响是负向作用,这与上面感官品质通径分析结果相符,也与乔旭光等^[5]、李金红等^[11]熟食评定的结论一致。不同的是本研究发现,蛋白质及 Vc 含量对感官的作用不明显,也与屈淑平等^[10] 研究结果不同,这除了与参选自变量(营养成分)不同或选材广度及多少有关外,是否也与熟食加热处理方式不同而导致的风味差异有关,有待进一步探讨。

在育种过程中,为了提高大白菜的感官品质,在营养成分上应首先提高可溶性糖含量,降低粗纤维和有机酸含量,增加适口性,但由于植物纤维具有特殊的生理保健功能^[15-16],所以白菜品质育种时,在不明显影响口感品质的情况下,应该使膳食纤维的含量尽可能提高,使人们植物纤维摄入总量保持适当的水平。

参考文献:

[1] 吕家龙,李敏,钱伟,等. 蔬菜品质、标准和感官鉴定[J]. 长江蔬菜,1992,9(6):3-5.
[2] 赵大生,吴金龙,郭树滋. 食品感官检查方法浅探[J]. 食品科学,1984,5(6):35-40.
[3] 余疾风. 现代食品感官分析技术[M]. 成都:四川科学技术出版社,1995.
[4] 金同铭,武兴德,刘玲,等. 北京地区大白菜营养品质评价的研究[J]. 北京农业科学,1995,13(5):33-37.

[5] 乔旭光,蒋健箴,沈征言. 大白菜感官品质与营养品质相关性研究[J]. 园艺学报,1991,18(2):138-142.
[6] 郝建军,刘延吉. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳:辽宁农业技术出版社,1994.
[7] 李锡香. 新鲜果蔬的品质及其分析法[M]. 北京:中国农业出版社,1994:253-255.
[8] 中华人民共和国卫生部. GB/T 5009. 5—2010 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,2010.
[9] 中华人民共和国卫生部. GB/T 5009. 10—2003 植物类食品中粗纤维的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2003.
[10] 屈淑平,张耀伟,崔崇士. 大白菜综合风味品质的鉴定及其相关性研究[J]. 东北农业大学学报,2004,35(2):140-143.
[11] 李金红,许明,张椿,等. 白菜综合风味品质的鉴定及其相关、通径分析[J]. 河南农业科学,2008(5):93-96.
[12] 吴春燕,何启伟,宋廷宇,等. 大白菜风味品质评价指标的筛选[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2012,40(9):161-168.
[13] 崔秀敏,张义凯,王秀峰,等. 不结球白菜品质性状与矿质营养的典型相关及逐步回归分析[J]. 华北农学报,2008,23(S1):25-28.
[14] 季鸿崐. 鲜味的尴尬[J]. 扬州大学烹饪学报,2012,29(1):24-29.
[15] 王金亭. 膳食纤维及其生理保健作用的研究进展[J]. 现代生物医学进展,2007,7(9):1414-1415.
[16] 冯丽君,吴巧凤. 膳食纤维的保健作用与分析方法研究进展[J]. 浙江预防医学,2008,20(7):59-60.