

四川唐元韭黄和云南弥勒韭黄的品质比较分析

唐月明^{1,2}, 李洁欣¹, 骆永亮³, 周评平⁴, 罗芳耀¹, 罗静红¹, 肖仁杰¹, 高佳^{1*}

(1. 四川省农业科学院农产品加工研究所, 四川成都 610066) (2. 四川农业大学玉米所, 四川成都 611130)

(3. 四川省成都市郫都区农业农村和林业局, 四川成都 611730) (4. 四川省农业科学院, 四川成都 610066)

摘要: 为明确四川和云南两地主栽韭黄的品质差异, 分析测定并综合评价四川省成都市唐元韭黄和云南省弥勒市韭黄的营养品质(含水量、可溶性蛋白、可溶性糖、纤维素、抗坏血酸、总酚、总黄酮、蒜氨酸)、挥发性物质含量和外观品质(单株重、总长、茎叶比、最大叶宽、分蘖数)。结果表明, 经商品化处理后的唐元韭黄和弥勒韭黄外观清洁整齐, 长度均一(50 cm), 均为标准化程度较高、商品性较好的产品, 其中唐元韭黄单株更重, 假茎长, 叶片黄, 质地脆嫩, 富含抗坏血酸, 挥发性物质总释放大, 以甲基烯丙基二硫醚为主要挥发性物质; 弥勒韭黄叶片偏长, 口感甘甜, 富含酚类物质, 以二甲基二硫醚为主要挥发性物质。综上所述, 唐元韭黄与弥勒韭黄营养品质相当, 外观和风味口感差异明显, 特色各异。

关键词: 韭黄; 品种; 唐元; 弥勒; 品质; 风味

文章编号: 1673-9078(2023)06-180-185

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2023.6.0857

Comparative Quality Analysis of Hotbed Chives from Tangyuan in Sichuan and Mile in Yunnan

TANG Yueming^{1,2}, LI Jiexin¹, LUO Yongliang³, ZHOU Pingping⁴, LUO Fangyao¹, LUO Jinghong¹, XIAO Renjie¹, GAO Jia^{1*}

(1. Institute of Agro-products Processing Science and Technology, Chengdu 610066, China) (2. Maize Research Institute, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China) (3. Chengdu city, Sichuan Province Pi Rural Area Agriculture and Forestry Bureau, Chengdu 611730, China) (4. Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China)

Abstract: To clarify the quality difference of hotbed chives from the main producing areas in Sichuan and Yunnan, the nutritional quality (water, soluble proteins, soluble sugars, cellulose, ascorbic acid, total phenols, total flavonoids, and alliin contents), volatile substance content, and appearance quality (unit weight, total length, stem-to-leaf ratio, maximum leaf width, number of tillers) of hotbed chives produced in Tangyuan, Sichuan and Mile, Yunnan were analyzed, measured, and comprehensively evaluated. The results showed that, following commercial treatment, hotbed chives from both areas were clean and tidy, of uniform length (50 cm), and had a high degree of standardization and good commerciality. 'Tangyuan' hotbed chives were heavier, with longer stems, yellow leaves, and a crispy and tender texture; they had a rich ascorbic acid content with abundant volatile substances, of which methylallyl disulfide was the main volatile. In contrast, 'Mile' hotbed chives had long leaves, and were sweet and rich in phenolic substances such as dimethyl disulfide, which was the main volatile substance. To sum up, 'Tangyuan' and 'Mile' hotbed chives have the same nutritional quality, but show obvious differences in appearance, flavor, and taste; thus, exhibiting different unique characteristics.

Key words: hotbed chives; variety; Tangyuan; Mile; quality; flavor

引文格式:

唐月明, 李洁欣, 骆永亮, 等. 四川唐元韭黄和云南弥勒韭黄的品质比较分析[J]. 现代食品科技, 2023, 39(6): 180-185.

TANG Yueming, LI Jiexin, LUO Yongliang, et al. Comparative quality analysis of hotbed chives from tangyuan in sichuan and mile in Yunnan [J]. Modern Food Science and Technology, 2023, 39(6): 180-185.

收稿日期: 2022-07-08

基金项目: 四川省“十四五”农作物及畜禽育种攻关项目(2021YFYZ0022); 四川省科技计划项目(2020YFN0039; 2021YFQ0072); 郫都区院区农业科技合作项目(YDHZP202205)

作者简介: 唐月明(1994-), 女, 博士研究生, 研究方向: 果蔬贮藏保鲜与加工, E-mail: tangyueming@stu.sicau.edu.cn

通讯作者: 高佳(1983-), 女, 博士, 研究员, 研究方向: 果蔬贮藏保鲜与加工, E-mail: jiagao129@163.com

韭黄为百合科 (Liliaceae) 葱属 (*Allium*) 多年生草本植物, 是韭菜 (*A. tuberosum* Rottl. ex Spreng.) 经软化栽培变黄的产品^[1]。韭黄以食用叶片和假茎为主, 汁多脆嫩、风味浓郁, 富含维生素、蛋白质及挥发性硫化物等营养物质, 具有降血脂和抑制血小板聚集等保健功效, 是一种深受消费者喜爱的药食同源蔬菜^[2-4]。

韭黄是我国特色蔬菜, 主栽于四川、云南等地^[5,6]。成都市郫都区是四川省最大的优质韭黄生产基地, 常年韭菜、韭黄种植面积达 1.5 万亩, “唐元韭黄”于 2009 年获国家地理标志产品称号, 产品具有鲜、香、脆、嫩的特点, 深受消费者喜爱。弥勒市位于云南省东南部, 韭黄种植面积约 5.2 万亩, 年产超 10 万 t, 韭黄已成为当地特色优势作物, 产业发展规模大, 产品商品性好^[7,8]。四川和云南两地, 受品种、栽培管理方式和生态条件差异, 韭黄产品收获时期, 外观和品质性状存在明显差异^[7,9]。现有报道对韭菜品种、栽培管理、田间产量和农艺性状的研究较多^[9-13], 而对韭黄品质的对比研究较少。本研究选取了四川省郫都区和云南省弥勒市两大韭黄主产区的本地特色主栽韭黄“唐元韭黄”和“弥勒韭黄”为试验材料, 对两地韭黄的外观品质、主要营养品质指标(含水量、可溶性蛋白、可溶性糖、纤维素、抗坏血酸(Vc)、总酚、总黄酮、蒜氨酸)及挥发性物质进行测试分析, 综合评价两地韭黄的品质差异, 以期为明确韭黄品种和产地差异提供理论基础, 为有效利用韭黄开发功能产品提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料:“唐元韭黄”购于四川省成都市郫都区唐昌街道青杨韭黄专业合作社, 采收后经过撕皮、除杂、清洗、晾干、捆扎等商品化处理后, 运回实验室 4℃冷藏至第 2 日测试。“弥勒韭黄”购于云南省弥勒市韭黄种植基地, 采收后经过产地商品化处理, 于第 2 日冷链运输到实验室测试。

1.2 仪器和设备

Synergy HTX 多功能酶标仪, 美国 BioTek 公司; 5810R 冷冻离心机, 德国 Eppendorf 公司; Fibertec 8000 纤维素仪, 丹麦 FOSS 分析仪器公司; KH2200DE 型数控超声波清洗器, 昆山禾创超声仪器有限公司; LC-20A 高效液相色谱仪, 日本岛津公司; GC 9000-MSD 5977B 型 GC-MS 联用仪, 美国安捷伦公司; 沪制 01130048 游标卡尺, 上海恒量量具有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 样品处理

样品测定分为鲜样指标和冻样指标两部分, 鲜样指标采用韭黄鲜样直接测试, 冻样指标以液氮粉碎后 -80℃保存的冷冻样品测试。以叶鞘为界, 分为叶片和假茎上下两部分组织取样, 每 1 kg 韭黄为一组, 共 3 组重复。

1.3.2 鲜样指标测定

单株重和假茎、叶长、最长叶宽指标分 2 个品种单株测量计算, 每捆随机测定 15 根, 共测 3 捆。含水率取韭黄茎和叶组织切段混样后采用烘干法^[6]测定, 结果记为 $[1 - (\text{烘干后样品质量占鲜重})]$ 的百分比。抗坏血酸(Vc)含量采用钼蓝比色法^[14]测定。

1.3.3 冻样指标测定

可溶性蛋白采用考马斯亮蓝染色法^[15]测定; 可溶性糖采用蒽酮比色法^[15]测定; 总酚含量采用福林酚法^[16]测定 (Singleton and Rossi, 1965), 以没食子酸为标准 (50~1 000 mg/L), 结果以子酸等价值 (Gallic Acid Equivalents, GAE) 表示; 总黄酮含量 (Total Flavone Content, TFC) 采用硝酸铝显色法^[17]测定, 以芦丁为标准 (20~100 mg/L), 结果以芦丁等价值 (Rutin Equivalents, RE) 表示; 假茎和叶的纤维素按照国标 GB/T 5009.10-2003^[18]方法, 采用纤维素分析仪测定; 蒜氨酸参考夏陈等^[19]方法, 采用液相色谱测定。上述指标每品种测 3 个重复。

1.3.4 风味成分测定

风味成分采用冻样测定。样品固相微萃取处理^[20]: 准确称量粉末 2 g, 1 mL 纯水、0.45 g NaCl, 充分混匀后加入顶空瓶中, 加盖密封。插入老化后的 75 μm 萃取头, 在温度为 50℃下, 顶空微萃取 30 min; 解吸温度 220℃, 解吸附时间 2 min。

GC 条件^[21]: 色谱柱为 DB-WAX 石英毛细管柱 (30 m×0.25 mm×0.25 μm); 载气 He; 载气流量 1.0 mL/min; 进样口温度 220℃, 分流进样, 分流比为 10:1, 升温程序为 40℃保持 10 min, 然后以 5℃/min 升温至 120℃保持 7 min, 再以 10℃/min 升温至 240℃保持 10 min。

MS 条件: 离子源为 EI 源, 电子能量为 70 eV, 离子源温度为 230℃, 四级杆温度为 150℃, 接口温度为 230℃, 扫描模式为 scan 扫描, 扫描范围为 m/z 45~300 u。

图谱分析: 原始数据通过 Agilent Masshunter Qualitative Analysis workflows B.08 与 NIST17L 数据库检索, 保留识别峰面积 ≥ 0.005 和匹配度 $\geq 70\%$ 的挥发

性成分。

1.4 数据分析

采用 Excel 2016 进行数据统计与计算, 数据以三次重复的平均值 \pm SD 表示, 使用 SPSS 18 软件进行数据的独立样本 t 检验。

2 结果与讨论

2.1 两地韭黄外观品质分析



图1 供试韭黄外观图

Fig.1 Appearance of hotbed chives varieties

如图 1 所示, 唐元韭黄的假茎亮白, 叶片更黄, 茎硬挺, 叶鲜脆; 弥勒韭黄的叶片轻微褪黄泛绿, 茎硬挺, 叶鲜脆。韭黄的叶片黄化效果与避光栽培管理技术操作有关, 可见唐元韭黄避光栽培效果更好。有研究表明, 韭黄在贮藏过程中叶片颜色也会逐渐褪黄返绿^[22], 弥勒韭黄叶片更绿, 也可能与运输过程中光照有关。弥勒韭黄总长略长于唐元韭黄, 但唐元韭黄

假茎 (22.17 cm) 长于弥勒韭黄 (20.98 cm), 单株叶片也多于弥勒韭黄, 均不存在显著差异, 仅单株质量存在显著差异 (见表 1)。唐元韭黄商品样单株质量在 19.29~7.41 g 之间, 弥勒韭黄商品样单株质量在 14.09~5.69 g 之间, 唐元韭黄单株整体质量高于弥勒韭黄, 这可能和唐元韭黄单株叶片数多, 茎占比例大有关。

2.2 两个品种韭黄的营养品质分析

如表 2 所示, 两地韭黄的营养品质存在显著差异, 同一产地韭黄不同食用部位的营养品质也存在显著差异 ($P<0.05$)。

两地韭黄的含水量均在 93% 左右, 差异不显著, 而假茎和叶片之间的含水量存在显著差异。两地韭黄的纤维素不管是假茎还是叶片均是唐元韭黄显著低于弥勒韭黄, 说明唐元韭黄的鲜嫩程度高于弥勒韭黄, 口感更细嫩。弥勒韭黄与唐元韭黄的可溶性蛋白含量差异不显著, 但两个韭黄品种叶片的含量均显著高于假茎。弥勒韭黄的可溶性糖含量显著高于唐元韭黄, 假茎中的含量显著高于叶片。与胡家艺等^[23]研究韭黄的可溶性糖在 15.70~25.10 mg/g 之间结果较为一致。有研究指出唐元韭黄假茎中可溶性糖约 40 mg/g, 叶片的含量在 25 mg/g 左右, 明显高于本研究供试的唐元韭黄, 这可能与采收季节、茬次不同有关^[23,24]。整株唐元韭黄中 Vc 含量显著高于弥勒韭黄, 两地韭黄茎叶中的含量分布一致, 其中唐元韭黄叶片中的含量显著高于假茎。这与王祖莲^[25]研究唐元韭黄茎叶分布的 Vc 含量较为一致。

表 1 供试韭黄品种外观参数

Table 1 Appearance parameters of hotbed chives varieties

品种	单株质量/g	总长/cm	茎叶比	最大叶宽/cm	分蘖数
唐元韭黄	11.92 \pm 0.40 ^a	50.43 \pm 0.30 ^a	0.80 \pm 0.02 ^a	0.83 \pm 0.01 ^a	3.02 \pm 0.07 ^a
弥勒韭黄	9.73 \pm 0.29 ^b	50.52 \pm 0.30 ^a	0.72 \pm 0.02 ^a	0.86 \pm 0.01 ^a	2.89 \pm 0.06 ^a

注: 同列右肩不同的小写字母表示具有显著差异 ($P<0.05$)。下表同。

表 2 供试韭黄品种营养参数

Table 2 Basic nutritional components of hotbed chives varieties

指标	唐元韭黄		弥勒韭黄	
	假茎	叶片	假茎	叶片
含水量/%	92.95 \pm 0.08 ^b	93.79 \pm 0.01 ^a	93.09 \pm 0.08 ^b	93.45 \pm 0.21 ^a
纤维素/%	0.58 \pm 0.02 ^b	0.68 \pm 0.01 ^b	0.82 \pm 0.11 ^a	0.85 \pm 0.01 ^a
可溶性蛋白/[mg/g]	2.60 \pm 0.07 ^b	3.25 \pm 0.11 ^a	2.67 \pm 0.16 ^b	3.36 \pm 0.02 ^a
可溶性糖/[mg/g]	17.38 \pm 0.77 ^b	15.38 \pm 0.01 ^c	23.20 \pm 1.83 ^a	17.47 \pm 0.38 ^b
Vc/[mg/100 g]	32.61 \pm 0.93 ^b	42.50 \pm 1.69 ^a	34.90 \pm 0.01 ^b	35.53 \pm 0.40 ^b
总酚/[mg/100 g]	26.90 \pm 0.17 ^c	31.40 \pm 0.60 ^b	36.89 \pm 0.48 ^a	38.20 \pm 0.44 ^a
总黄酮/[mg/100 g]	1.28 \pm 0.01 ^b	1.56 \pm 0.10 ^a	1.32 \pm 0.05 ^{ab}	1.47 \pm 0.02 ^{ab}
蒜氨酸/[mg/g]	12.92 \pm 1.76 ^a	6.05 \pm 0.10 ^c	7.93 \pm 0.44 ^{bc}	10.34 \pm 0.42 ^b

弥勒韭黄的总酚含量显著高于唐元韭黄, 总黄酮物质两者含量相当, 与胡家艺等^[23]研究的“白旗韭黄”相比总酚含量相当。唐元韭黄的假茎中蒜氨酸含量显著高于叶片, 且高于弥勒韭黄的含量。但弥勒韭黄中蒜氨酸含量在假茎与叶片中的分布与唐元韭黄不同。蒜氨酸会在接触空气后催化成大蒜素^[26], 因此采后机械损伤程度也会影响其含量变化。

2.3 两地韭黄挥发性成分分析

两地韭黄假茎和叶片中挥发性成分的总离子流色谱图见图 1, 共检测出 16 种挥发性物质 (表 3), 13 种链状含硫成分, 3 种环状含硫成分 (2,4-二甲基噻吩, 3-甲基-1,2-二硫杂戊烯, 烯乙基二噻烷), 挥发性成分总量依次为唐元韭黄叶片>弥勒韭黄叶片>弥勒韭黄假茎>唐元韭黄假茎, 已被鉴定的出峰物质均为有机硫化物, 此类物质具有强烈的葱蒜辛辣香气^[27], 是韭黄的主要挥发性成分。

唐元韭黄和弥勒韭黄香气成分组成有一定差异, 弥勒韭黄中含有机硫化物更为丰富, 有 4 种物质是在唐元韭黄中未发现的 (二甲硫基乙烷、二烯丙基二硫醚、二甲基四硫醚、丙基烯丙基三硫醚)。其中整株唐元韭黄中甲基烯丙基二硫醚含量最多, 二甲基三硫

醚、甲基烯丙基三硫醚、丙基烯丙基二硫醚次之, 相对含量占 84.84%; 弥勒韭黄中二甲基三硫醚含量最多, 甲基烯丙基三硫醚、甲基烯丙基二硫醚含量, 相对含量占 80.44%。胡家艺等^[23]研究“白旗韭黄”的香气成分含 93.25%有机硫化物, 以二甲基三硫醚、烯丙基甲基二硫醚、二烯丙基二硫醚等为主要香气物质。韭黄的香气种类相似, 组分组成有明显差异, 且有机硫化物阈值较低, 即使较低浓度也会对产品的特征风味产生显著影响^[28], 这也就导致了不同品种不同地域的韭黄风味不同。

不同食用部分香气组成也有明显差异。韭黄叶中的挥发性总量显著高于茎中总量, 且 2 个品种韭黄叶片香气成分类似, 以甲基烯丙基二硫醚、二甲基三硫醚、甲基烯丙基三硫醚为主要挥发性物质 (75.29%~78.19%)。其中烯丙基二硫醚、二烯丙基二硫醚是供试韭黄叶中独有的挥发性成分。而二烯丙基二硫醚和二烯丙基三硫醚是大蒜素中含量最高的两种成分, 唐元韭黄中该物质含量高于弥勒韭黄, 约是 1.15 倍。王忠红等^[21]研究西藏野生宽叶韭的茎和叶中芳香物质的组成和含量均有明显差异, 其中二甲基二硫化物是影响宽叶韭的主要芳香物质。

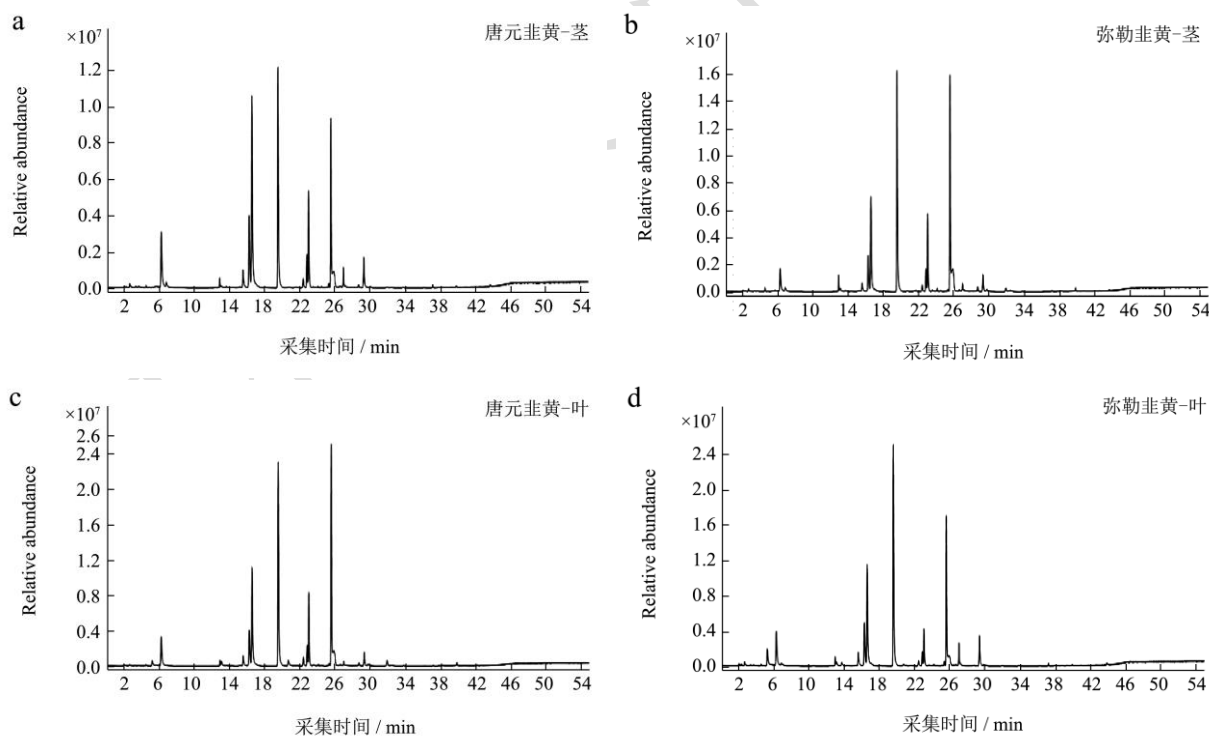


图 2 两地韭黄茎和叶的挥发性成分总离子流色谱图

Fig.2 Total ion chromatogram of volatile components in stem and leaf of hotbed chives varieties

表3 供试韭黄茎和叶中挥发性成分

Table 3 Volatile components in stem and leaf of hotbed chives varieties

挥发性成分	保留时间/min	唐元韭黄				云南韭黄			
		茎		叶		茎		叶	
		峰面积	相对含量/%	峰面积	相对含量/%	峰面积	相对含量/%	峰面积	相对含量/%
二甲硫基乙烷 C ₄ H ₁₀ S ₂	6.22	24 717 193	7.27±1.08	37 501 835	6.89±1.18	18 987 337	4.38±0.74	34 443 050	6.43±0.73
甲基烯丙基 二硫醚 C ₄ H ₈ S ₂	14.28	-	-	-	-	291647	0.07±0.09	-	-
二甲基三硫醚 C ₂ H ₆ S ₃	16.25	121 583 712	36.05±1.81	164 232 119	30.36±2.76	86 670 989	19.94±1.09	136 506 160	25.6±1.98
烯丙基二硫醚 C ₆ H ₈ S	19.53	66 482 033	19.67±1.54	136 886 461	24.94±1.73	136 537 639	31.47±1.93	180 025 283	33.47±1.28
二烯丙基 二硫醚 C ₆ H ₁₀ S ₂	22.41	-	-	5 783 651	1.06±0.28	-	-	4347239	0.81±0.31
丙基烯丙基 二硫醚 C ₆ H ₁₀ S ₂	22.82	-	-	14 506 068	2.67±0.63	-	-	8 761 230	1.64±0.35
甲基烯丙基 三硫醚 C ₄ H ₈ S ₃	22.86	54 585 974	16.27±1.82	42 741 104	7.83±0.8	30 320 265	7.31±2.35	26 103 069	4.89±0.71
甲基硫代磺酸 甲酯 C ₂ H ₆ OS ₂	25.83	49 117 434	14.57±1.9	111 081 912	19.99±2.91	136 821 410	31.27±2.5	103 535 125	19.12±2.13
2,4-二甲基噻吩 C ₆ H ₈ S	27	5 795 968	1.75±0.72	9 178 980	1.69±1.06	2 853 663	0.67±0.57	13 046 521	2.44±0.55
3-甲基-1,2-二硫 杂戊烯 C ₄ H ₆ S ₂	28.73	1 276 467	0.39±0.35	1 436 812	0.26±0.32	2 820 261	0.63±0.64	635 002	0.12±0.11
二甲基四硫醚 C ₂ H ₆ S ₄	29.33	12 005 491	3.61±0.93	21 228 717	3.88±1.36	9 901 046	2.31±0.78	26 226 449	4.91±0.74
二烯丙基 三硫醚 C ₆ H ₁₀ S ₃	29.78	-	-	-	-	1 530 750	0.35±0.32	-	-
丙基烯丙基 三硫醚 C ₆ H ₁₀ S ₃	31.93	-	-	-	-	3 866 253	0.87±0.22	-	-
烯乙基二噻烷 C ₆ H ₈ S ₂	32.44	-	-	-	-	2 345 950	0.53±0.48	-	-
甲基硫代亚磺酸 甲酯 C ₂ H ₆ O ₂ S ₂	33.82	519 623	0.16±0.25	900 717	0.16±0.29	475 149	0.11±0.11	1 136 183	0.21±0.19
二甲基二硫醚 C ₂ H ₆ S ₂	37.18	907 831	0.28±0.43	1 469 954	0.26±0.51	340 012	0.08±0.27	1 901 573	0.36±0.32

3 结论

唐元韭黄和弥勒韭黄产品均在产地经过了商品化处理,表现为外观清洁整齐,长度均一(50 cm),流通商品性较好。两地韭黄品质性状各有优势,唐元韭黄株壮叶多,假茎更长,叶片更黄,质地脆嫩,富含Vc,香气更浓郁,以甲基烯丙基二硫醚为主要挥发性

物质;弥勒韭黄叶片偏长,口感更甘甜,富含酚类物质,香气组成丰富,以二甲基二硫醚为主要挥发性物质。我国韭菜生产品种多样,多个品种均可经过无光软化栽培培育韭黄,但不同栽培方式和栽培环境均会影响韭黄采后品质。此外,各地区就韭黄的消费习惯不同,也会影响韭黄的生产习惯和产品需求。本研究对比了四川省唐元韭黄和云南省弥勒韭黄的采后综合

品质差异,为产品流通消费和品质改良提供参考依据。

参考文献

- [1] 王祖莲,陈晴,李焕秀,等.‘唐元韭黄’采后常温货架期致病病原菌的分离与鉴定[J].西南农业学报,2020,33(12):2833-2839.
- [2] 刘华,张晓娟,杨燕燕,等.韭菜和韭黄总黄酮的提取及抗氧化活性研究[J].粮食与油脂,2017,30(5):33-37.
- [3] 陆敦,印木泉.韭黄、韭菜、大蒜叶的抗突变作用机理[J].第二军医大学学报,1992,13(1):62-65.
- [4] 易杨华,陆郭,印木泉.韭黄化学成分的研究[J].中国药学杂志,1991,26(11):548-549,697.
- [5] 张丙云,郑艳霞,王永刚.鲜切韭黄保鲜技术的研究[J].食品工业科技,2010,4:336-338.
- [6] 王祖莲,陈晴,高佳,等.包装膜透气性对韭黄 MAP 冷藏保鲜效果的影响[J].食品工业科技,2021,42(1):304-311.
- [7] 邓文龙,戴普学,周全.浅析弥勒市韭黄废弃物资源化利用[J].云南农业,2019,7:14-15.
- [8] 白永刘,马银梅.弥勒市无公害韭黄高产栽培技术[J].云南农业科技,2014,6:23-24.
- [9] 王贞,乔保建,王利亚,等.韭菜育种的研究进展[J].江苏农业科学,2014,42(3):116-117.
- [10] 毕兆东,张宁,蒋婷英,等.南京地区韭菜品种比较试验[J].江苏农业科学,2010,5:197-199.
- [11] 徐佳宁,郭守鹏,董贝,等.不同韭菜品种营养品质和产量的比较分析[J].山东农业科学,2020,52(9):58-61.
- [12] 陆永祥,丁伟红,陈百追,等.韭菜品种比较试验初报[J].浙江农业科学,2007,4:401-402.
- [13] 郭兰.韭黄品种比较试验初报[J].长江蔬菜,1989,5:10-11.
- [14] 柳青,刘继伟,黄广学,等.钼蓝比色法测定特菜中还原型维生素 C 含量的研究[J].农产品加工,2019,2:56-59.
- [15] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007.
- [16] Singleton V L, Rossi J A. Colorimetry of total phenols with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents [J]. Am J Enol Viticult, 1965, 16: 144-158.
- [17] Jia Z, Tang M, Wu J. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals [J]. Food Chemistry, 1999, 64: 555-559.
- [18] GB/T 5009.10-2003,植物类食品中粗纤维的测定[S].
- [19] 夏陈,朱永清,杨开俊,等.高效液相色谱法测定甘孜州大蒜有效成分蒜氨酸的含量[J].化学与生物工程,2017,34(9):67-70.
- [20] 李文杰.一种韭菜复合果蔬饮料的制备及其风味物质研究[D].武汉:武汉轻工大学,2016.
- [21] 王忠红,德庆措姆,关志华,等.西藏野生宽叶韭风味物质与营养成分研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2017,45(5):153-160,167.
- [22] 王玉丽,王永刚,张丙云.二氧化氯熏蒸对韭黄采后生理及储藏品质的影响[J].中国食品工业,2011,3:60-61.
- [23] 胡家艺,牟方婷,石黎琳,等.夏季和冬季普定县韭黄韭菜的营养与香气成分分析[J].食品与发酵工业,2021,47(3):197-204.
- [24] 翟莹,周福君,尹桂敏,等.不同基质对韭菜产量和品质的影响[J].吉林农业大学学报,2019,41(6):660-669.
- [25] 王祖莲.韭黄采后致病微生物的分离鉴定及贮运保鲜技术研究[D].成都:四川农业大学,2020.
- [26] 蒋茂婷,黄雪松.蒜氨酸生物活性的研究现状[J].食品与发酵工业,2020,46(16):264-269.
- [27] 刘兵,常远,王瑞芳,等.葱属植物中挥发性风味物质研究进展[J].食品科学,2022,43(3):249-257.
- [28] Hashimoto S, Miyazawa M, Kameoka H. Volatile flavor components of chive (*Allium schoenoprasum* L.) [J]. Journal of Food Science, 2010, 48(6): 1858-1859.