

韭菜茶工艺技术的研发

齐琪¹, 张新富¹, 程晨霞¹, 李彦慧¹, 郑长英², 张勇¹, 杨绍兰^{1*}

(1. 青岛农业大学园艺学院, 山东青岛 266109) (2. 青岛农业大学植物医学学院, 山东青岛 266109)

摘要: 为丰富茶叶市场, 探究非传统材料制茶的可能, 该研究以新鲜韭菜为材料, 设置 60、80、100、120、140 °C 不同的提香温度, 制得韭菜茶, 并利用感官审评方法和电子鼻技术进行品质分析和香气评价, 为韭菜茶品质的分级提供理论上的依据。研究表明: 在提香温度为 120 °C 时制得的韭菜茶感官审评时的品质最优, 评分为 92.95; PCA 分析传感可以将冻干韭菜 (CK) 和不同提香温度的韭菜茶香气较好地区分开来, 且区分度达到了 99.97%; LDA 较 PCA 更能明显的区分不同提香温度的韭菜茶样, 可以明确的分析出不同提香温度的韭菜茶中存在的挥发物组分有着很大程度上的区别, 贡献度为 98.53%; Loadings 分析可以判别出氮氧化合物在韭菜茶香气第一主成分中的贡献率最大, 硫化物在韭菜茶香气第二主成分中的贡献率最大。通过不同提香温度韭菜茶的感官审评和电子鼻 PCA、LDA、Loadings 分析得出韭菜茶提香温度 120 °C 时品质最佳。

关键词: 韭菜茶; 加工工艺; 电子鼻; 香气分析

文章编号: 1673-9078(2022)01-282-288

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2022.1.0511

Quality Analysis of Chinese Chives Tea at Different Titan Temperatures Based on Electronic Nose

QI Qi¹, ZHANG Xinfu¹, CHENG Chenxia¹, LI Yanhui¹, ZHENG Changying², ZHANG Yong¹, YANG Shaolan^{1*}

(1.College of Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

(2.College of Plant Medicine, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

Abstract: In order to enrich the tea market and explore the possibility of making tea from non-traditional materials, the Chinese chives teas were prepared at different titan temperature of 60, 80, 100, 120 and 140 °C. The quality analysis and aroma evaluation of Chinese chives teas were carried out by sensory evaluation method and electronic nose technology, which provided theoretical basis for the quality grading of Chinese chives tea. The results showed that the quality of Chinese chives tea was the best when the titan temperature was 120 °C, score of 92.95. PCA could distinguish the aroma of freeze-dried Chinese chives (CK) from that of Chinese chives tea at different temperature, and the degree of differentiation reached 99.97%. LDA was more effective than PCA in distinguishing Chinese chives tea samples of different titan temperatures, and the volatile components in Chinese chives tea samples with different titan temperatures were clearly analyzed, with contribution of 98.53%. Loadings analysis showed that the contribution rate of nitrogen oxides in the first principal component of Chinese chives tea aroma was the largest, and the contribution rate of sulfur compounds in the second principal component of Chinese chives tea aroma was the largest. Through different titan temperature Chinese chives tea of sensory evaluation and electronic nose PCA, LDA, Loadings analysis, the quality of Chinese chives tea was the best when the temperature was 120 °C.

Key words: Chinese chives tea; processing processes; electronic nose; aroma analysis

引文格式:

齐琪,张新富,程晨霞,等.韭菜茶工艺技术的研发[J].现代食品科技,2022,38(1):282-288

QI Qi, ZHANG Xinfu, CHENG Chenxia, et al. Quality analysis of Chinese chives tea at different titan temperatures based on electronic nose [J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(1): 282-288

收稿日期: 2021-05-13

基金项目: 山东省蔬菜产业技术体系 (SDAIT-05)

作者简介: 齐琪 (1996-), 女, 在读硕士生, 研究方向: 果蔬采后生理与分子生物学, E-mail: qq_xueer5477@163.com

通讯作者: 杨绍兰 (1978-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 果蔬采后生理与分子生物学, E-mail: shaolanyang@126.com

茶叶是我国有名的保健饮品, 从太古时期的羹饮到现代, 茶已变为民族文化的象征^[1], 中国茶的发展已有数千年的历史, 有着深厚的文化积淀^[2], 是我国古代人民对世界饮食文化做出的杰出贡献。茶叶作为国民平日生活中的一种健康饮品, 不仅能够解渴, 适量饮用还有增强免疫力、保护心血管、醒脑提神、防

辐射等的神奇功效^[3]。

韭菜是一种药食两用的植物^[4]，韭菜的叶子、花能够作为日常的蔬菜食用，种子和根等可以入药使用，有补肾温阳、益肝润肠、健胃消食、行气理血的功效^[5]。韭菜对环境的适应能力特别强，能够耐严寒抗酷暑，全国上下可以普遍种植^[6]。同时韭菜中含有许多的粗纤维，可以刺激胃部和肠子的蠕动消化，能够治疗便秘和预先防备患肠癌病^[7]。韭菜中包含很多的易挥发硫化物元素^[8]，其能够散发出辛辣的味道，有一定的消炎功效，能够促进食欲，降低血脂，提高人体自身的免疫能力^[9]。

韭菜茶的加工还处于初步探索的阶段^[10]。目前由于韭菜茶的加工工艺简单、风味相较传统茶叶略有不足等的原因，很少关于韭菜茶方面的报道，但这进一步表明其还有更大的提升空间。与传统茶叶的加工相比较，制造韭菜茶的成本低廉，能够产生良好的经济效益。本试验采用冬季新鲜韭菜为材料，经过清洗、摊放、切段、提香一系列的加工工序，制得真空冷冻干燥的干韭菜茶与不同提香温度的韭菜茶。通过感官的审评方法和电子鼻判别方法分析韭菜茶品质的优劣，并探讨不同提香温度制成的韭菜茶与真空冷冻干燥的韭菜茶中品质变化的规律，为韭菜茶加工过程中提升品质提供理论的指导和技术的基础，从而为韭菜茶的开发提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与加工工艺

2017年12月2日早晨于青岛市城阳区青岛农业大学蔬菜基地采摘的新鲜韭菜（*A. tuberosum* ‘Hanzhong’），1 h 运至加工实验室，经过采摘、清洗、摊放、切段、提香（浙江上洋机械，6CTH-3.0）等一系列加工工艺制得韭菜茶。提香的温度分别是 60、80、100、120、140 °C，提香时间为 1 h，以真空冷冻干燥的韭菜茶（CK）为对照。

1.2 韭菜茶的感官审评方法

采取五因子审评方法，将 6 份韭菜茶分别放置在审评盘中，摆盘以后先进行点评茶叶外形。然后再称取各 0.8 g 的韭菜茶放置于审评杯中，倒入 150 mL 沸腾的纯净水计时冲泡 4 min，冲泡结束后开汤后依次的审评韭菜茶的汤色、香气、滋味和叶底。按照大宗茶审评标准：外形、香气、滋味、汤色、叶底各占 20%、10%、30%、30%、10% 的权数计算韭菜茶总得分^[11]。

1.3 电子鼻测韭菜茶香气成分

电子鼻是通过模仿嗅觉原理研发出来的一种新颖的智能高科技仪器，可以快速地辨别混合气体，具有小巧、高效、精确的特点^[12-14]。本试验将真空冷冻的韭菜茶与提香温度分别为 60、80、100、120、140 °C 的韭菜茶，精确称取各 0.80 g，放入 250 mL 的烧杯中，注入 150 mL 的 100 °C 纯净水，并迅速盖上保鲜膜密封冲泡 4 min 后进行检测，检测的时间要求 1 min，使烧杯的顶部空间富集茶叶中的挥发性成分，不同提香温度的韭菜茶做三次重复。之后利用电子鼻（德国 Aairsense，PEN3）的系统对韭菜茶中的气体进行采集分析^[15]。

表 1 化学传感器及其对应的敏感物质类型

Table 1 Chemical sensors and their corresponding types of sensitive substances

序号	传感器名称	敏感物质类型
R1	W1C	芳香成分
R2	W5S	氮氧化合物
R3	W3C	氨水，芳香成分
R4	W6S	氢气
R5	W5S	烷烃芳香成分
R6	W1S	甲烷
R7	W1W	无机硫化物
R8	W2S	醇类
R9	W2W	芳香成分，有机硫化物
R10	W3S	烷烃

1.4 数据处理

使用 Microsoft Excel、Word 软件作数据统计，利用 Adobe Photoshop、Win Muster 软件进行数据处理和绘图分析。

2 结果与分析

2.1 韭菜茶感官审评分析

茶叶的感官审评方法是长久以来被广泛认可的评判茶品质优劣的常用方法，茶加工过程中的每一道工序都可能因为不同因素的影响而产生品质上面的问题，所以，每批茶叶在流向市场时都要进行品质鉴定来判断其价格的高低。因为主要靠审评打分来进行鉴定，很可能会受主观和外部因素的影响，所以感官评定客观上的反应了茶的品质，能被人们认同且长久使用^[16,17]。

表 2 不同提香温度韭菜茶的感官审评结果

Table 2 Results of sensory evaluation of Chinese chives tea with different temperature of titian incense

品种	外形		香气		汤色		滋味		叶底		总分
	评语	评分	评语	评分	评语	评分	评语	评分	评语	评分	
CK	翠绿亮	90	辛辣味	85	奶白亮	87	辛辣清味	86	翠绿亮	93	87.3
60 °C	绿亮	92	清香, 稍辛辣	89	浅杏黄亮	90	清鲜	89	黄绿较亮	92	90
80 °C	黄绿亮	93	稍熟香带辛辣	93	杏黄亮	91	清醇带甜味	93.5	黄绿稍亮	91.5	92.4
100 °C	黄绿带焦边	91	熟香带辛辣	91	深黄亮	93	醇和	93	黄褐	91	91.8
120 °C	黄绿带褐色	89	熟香带焦香	94	橙黄稍亮	94	醇浓	95	黄褐	90.5	92.95
140 °C	黄褐色	87	焦香	88	深红亮	93	焦味带苦味	88	红褐	88	88.3

表 3 韭菜茶 56 s 的电导率 (G/G₀)

Table 3 Conductivity of Chinese chives tea 56 s (G/G₀)

样品	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
CK	1.945	6.193	1.543	1.058	1.186	5.530	6.630	3.519	9.302	2.295
60 °C	1.462	8.469	1.376	1.418	1.180	7.593	15.158	3.456	12.346	1.573
80 °C	2.435	193.51	2.123	1.632	1.456	12.25	23.990	5.058	23.002	1.896
100 °C	6.583	380.09	4.440	2.465	2.508	22.18	51.779	12.37	31.350	7.029
120 °C	9.407	436.42	5.695	4.360	3.283	25.53	55.633	19.15	41.324	7.209
140 °C	13.87	605.08	7.189	6.283	4.232	29.98	69.374	29.57	48.398	7.302

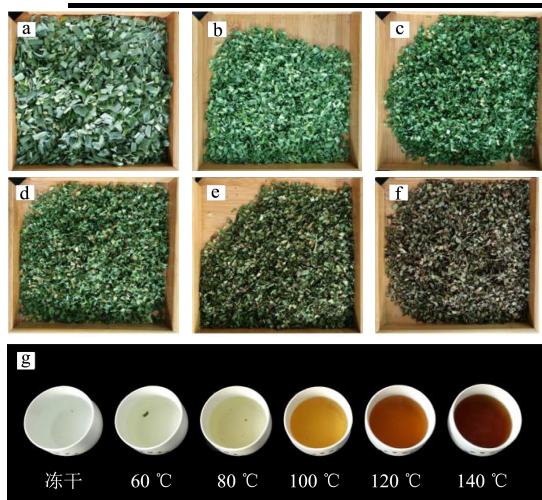


图 1 不同干燥技术韭菜茶的感官审评

Fig.1 Sensory evaluation of Chinese chives tea with different drying techniques

注: a 冻干韭菜; b 提香温度 60 °C 韭菜茶; c 提香温度 80 °C 韭菜茶; d 提香温度 100 °C 韭菜茶; e 提香温度 120 °C 韭菜茶; f 提香温度 140 °C 韭菜茶; g 不同提香温度制成韭菜茶泡得茶汤。

通过感官评审得知, 作为对照的冻干韭菜与提香温度 60 °C 的韭菜茶辛辣味明显。提香温度 120 °C 时, 韭菜茶的汤色橙黄稍亮, 香气带有熟香, 少了辛辣, 滋味醇浓, 叶底黄褐, 感官审评的总分达 92.95 分, 是 6 个茶样中的最高分; 提香的温度 80 °C 时温度太低使得韭菜茶的香气带有一股特殊的辛辣味; 提香温度 140 °C 则温度太高使韭菜茶的外形色泽黄褐色, 汤色深红, 香气带有焦香味, 滋味焦味带了苦味, 这是劣质茶的表现^[18]。

提香温度为 120 °C 的韭菜茶品质最好。提香的温度太高, 会使韭菜茶样外在表现上叶片变焦呈现出褐色, 从而产生焦味和苦味, 茶汤的颜色变深, 影响美观; 而若提香的温度太低, 则又会有辛辣味, 影响口感。

2.2 电子鼻测韭菜茶判别结果分析

电子鼻通过模仿嗅觉原理研发出来的一种新颖的智能高科技仪器^[19], 本试验采用电子鼻分析方法, 通过主成分分析法 (PCA)、线性判别分析法 (LDA) 和传感器区别贡献率分析法 (Loadings) 对韭菜茶的样品进行区分和评价^[20]。

2.2.1 韭菜茶的响应曲线

由电子鼻测得的韭菜茶与真空冷冻的韭菜茶的传感器响应曲线分别为图 2a~2f 所示。从图中可以看出, 响应曲线在 56 s 之内快速上升, 到达顶峰后慢慢地趋于平稳的状态。所以本次试验选取 56 s 到 58 s 的时间段作为电子鼻判别分析的试验时间。表 3 表示是韭菜茶在 56 s 时电导率比值, 其变化代表香气中易挥发成分的相对含量变化程度, 因此 2 号化学传感器的数值最大, 然后是 7 号和 9 号。根据表 3 可知, 韭菜茶香气中含有的氮氧化合物最多, 随之为无机硫化物和芳香成分、有机硫化物^[21]。对不同处理样品分析发现, 60 °C 处理的样品氮氧化合物和硫化物含量相对较低, 但略高于冻干韭菜样品; 随着处理温度的逐渐升高, 氮氧化合物、硫化物含量呈现逐渐递增的趋势, 其中氮氧化合物含量上升幅度最大, 硫化物也有较大的上升趋势。

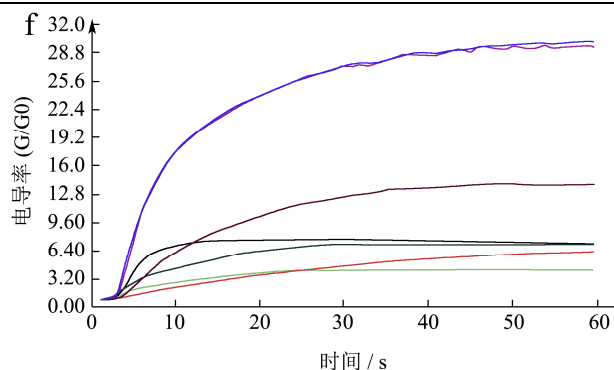
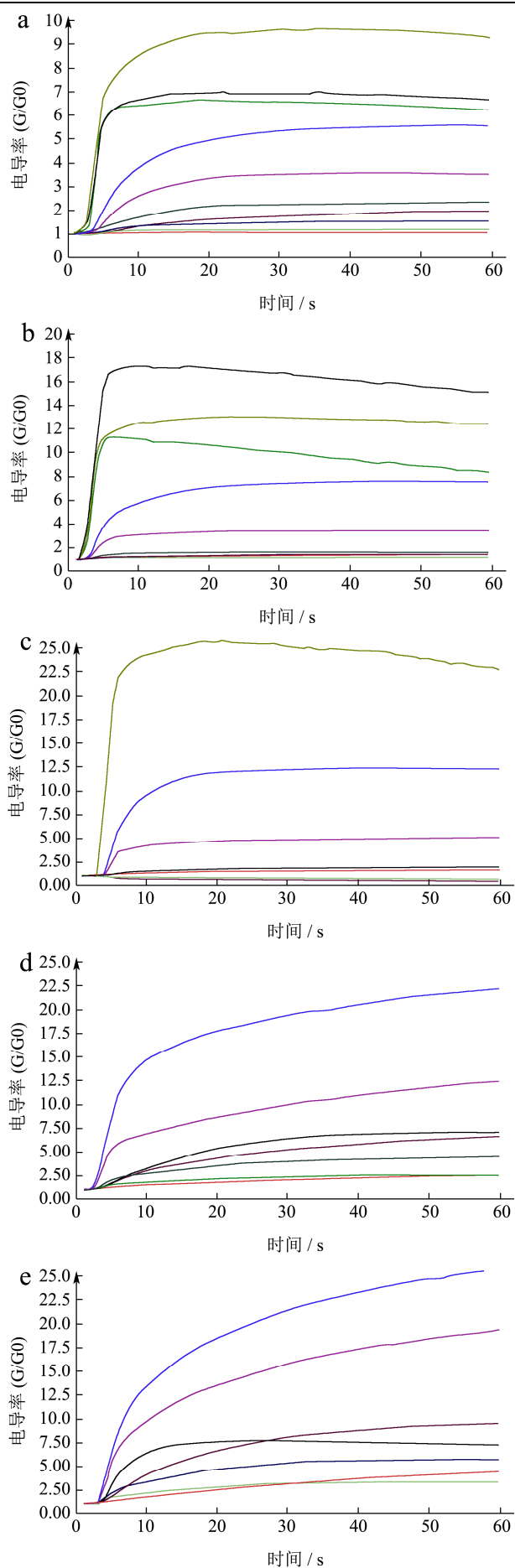


图2 不同提香温度韭菜茶传感响应分析

Fig.2 Sensitive analysis of Chinese chives tea at different titian temperatures

注: (a)冻干韭菜茶(CK); (b)提香温度为60℃的韭菜茶; (c)提香温度为80℃的韭菜茶; (d)提香温度为100℃的韭菜茶; (e)提香温度为120℃的韭菜茶; (f)提香温度为140℃的韭菜茶。

2.2.2 不同提香温度韭菜茶 PCA 分析

从图3不同提香温度韭菜茶的PCA分析可以得出,PCA分析中横坐标代表了第一主成分PC1的贡献率,其数值是99.94%,纵坐标代表了第二主成分PC2贡献率,数值是0.03%,纵横坐标数值相加得出这两个主成分的累计贡献率之和总计是99.97%。两个主成分的累计贡献率之和大于90%就能够表明两个主成分可以基本上代表韭菜茶的主要信息特点,同时韭菜茶中PCA的区分度达到了99.97%。可以看出,提香温度分别为100℃、120℃韭菜茶样与冻干韭菜、提香温度60℃、80℃、140℃韭菜茶样的分布区域离得较远,所以提香温度分别为100℃、120℃韭菜茶样与其它韭菜茶样之间差异明显;提香温度100℃、120℃的韭菜茶样之间的距离较近,但经电子鼻检测仍可区分。从而表明电子鼻中的不同化学传感器对不同提香温度的韭菜茶中易挥发元素的响应区分明显。经PCA分析,传感器能够将冻干韭菜和不同提香温度的韭菜茶的香气较清楚的区别。

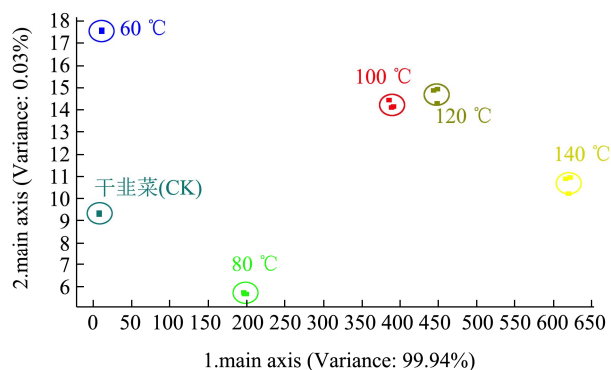


图3 不同提香温度韭菜茶 PCA 分析

Fig.3 PCA analysis of Chinese chives tea with different titian temperature

2.2.3 不同提香温度韭菜茶 LDA 分析

LDA 分析如图 4 所示, 经过线性判别分析, 能够明显将 6 种韭菜茶区别开来。图 LDA 分析中, 横坐标代表了第一主成分 LD1 贡献率, 其数值是 83.37%。纵坐标代表了第二主成分 LD2 的贡献率数值, 为 15.16%, 纵横坐标数值相加能得出该两个主成分贡献率之和是 98.53%。80、100、120、140 °C 处理挥发成分存在一定的相似性, 100、120、140 °C 处理挥发成分三者相似性程度最高。60 °C、冻干韭菜比较分散, 区别明显, 两者挥发成分存在一定的差异。这表明不同提香温度的韭菜样茶中存在的挥发物组分有着很大程度上的区别, 可以使用电子鼻仪器检测并被区别开来。

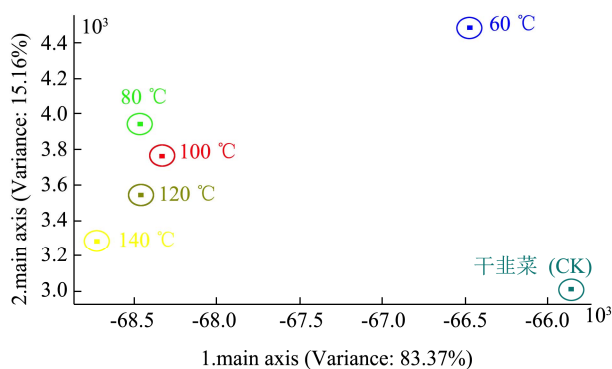


图 4 不同提香温度韭菜茶 LDA 分析

Fig.4 LDA analysis of Chinese chives tea at different titian temperatures

2.2.4 不同提香温度韭菜茶 Loadings 分析

电子鼻有 10 个金属传感器, 其对应的敏感物质类型不同, 在 Loadings 分析中的颜色也就不一样。如图 5 所示, 在不同提香温度韭菜茶 Loadings 模式图中, 化学传感器 W5S 对第一主成分的区分贡献率最大, 其次是 W1W 号和 W2W 号, 即氮氧化合物在不同提香温度韭菜茶第一主成分中的贡献率最大, 然后是硫化化合物和有机硫化化合物; 而 W1W 号化学传感器对第二主成分区分贡献率最大, 即硫化化合物在茶叶香气第二主成分中贡献率最大, 这与陈婷等在普洱茶中的报道一致, 即氮氧化合物在三星熟茶第一主成分中的贡献率最大、其次是硫化物和有机硫化物, 而硫化物在茶叶香气成分第二主成分中的贡献率最大^[22]。

随着科学技术的进一步提高, 电子鼻作为通过模仿嗅觉原理研发出来的一种新颖的智能高科技仪器, 可以快速地辨别混合气体, 具有小巧、快捷、高效的特点^[23,24], 是检测茶叶品质的新方法。秦子涵等人以不同等级和不同储藏年份的普洱茶粉作为原材料, 用来研讨电子鼻分析技术在普洱茶粉品质判别中的应用, 得出: 使用电子鼻的技术能够用来评定普洱茶粉

的香气品质, 以及用电子鼻判别技术区分不同的普洱茶粉样品的品质是可行的^[25]。吴亮亮与饶耿慧等人运用电子鼻判别技术对六种不同类型的茉莉花茶进行判别分析, 得出结论: 运用电子鼻判别技术对不同品种类型的茉莉花茶香气的评定是可行的, 且 LDA 法的精确区分率更高, 实现了电子鼻判别方法可以完全地运用于不同品种的茉莉花茶香气品质的鉴定^[26]。

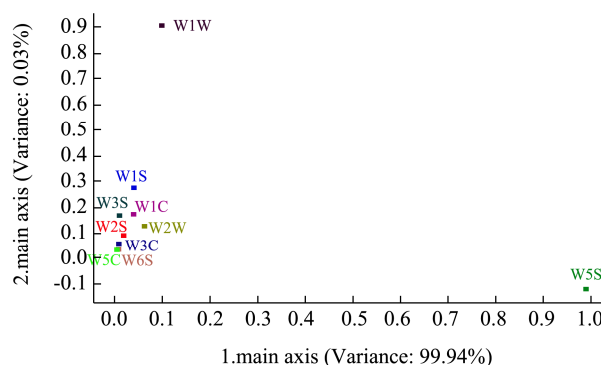


图 5 不同提香温度韭菜茶 Loadings 分析

Fig.5 Analysis of Loadings of Chinese chives tea with different titian temperature

3 结论

3.1 不同提香温度对韭菜茶感官审评品质的影响

3.2 电子鼻判别在韭菜茶品质分析中的应用

本试验共设置了六个试验组, 感官审评结果表明, 在提香温度为 120 °C 时制得的韭菜茶感官审评时的品质最优, 80 °C 时的韭菜茶茶次之, 100 °C 时的韭菜茶样茶排名第三, 60 °C 时的韭菜茶样茶排名第四, 冻干韭菜茶感官审评时的品质最劣, 综上所述, 制韭菜茶的最适温度是 120 °C。从韭菜茶的内质上看, 6 个韭菜茶样间存在着一定程度上的差异。同一批的韭菜鲜叶, 采用不同的提香温度加工而成, 使得其在感官品质上存有一定程度的差异, 表明加工的工艺技术对韭菜茶品质的形成起着极其重大的作用。

3.2 电子鼻判别在韭菜茶品质分析中的应用

感官审评是传统评定茶质量的方法, 但是该方法容易受到评茶师的经验、环境和主观因素等的影响, 存在很多的不足之处^[27]。本试验通过对电子鼻判别结果进行分析, 能明显区分不同提香温度的韭菜茶。其中 PCA 分析传感可以将冻干韭菜和提香温度为 60、80、100、120、140 °C 的韭菜茶香气较好地区分开来, 且区分度达 99.97%; LDA 较 PCA 更能完全地将不同提香温度的韭菜茶区分出来, 可以明确分析不同提香

温度的韭菜茶中存在的挥发物组分有着很大程度上的区别;而 Loadings 分析中化学传感器 W5S、W1W、W2W 对韭菜样茶香气反应明显,关于区别的贡献率最大。即可以判别出氮氧化合物在韭菜茶香气中第一主成分贡献率最大,而硫化物在韭菜茶香气中第二主成分贡献率最大。本次试验的分析结果可以表明:通过运用电子鼻分析技术可以快捷的区分韭菜茶样中香气的品质差异,对不同提香温度的韭菜样茶香气检测判别方法可以区别不同提香温度的韭菜样茶,为韭菜茶进行品质上等级的划分提出了理论方面的依据,极大地推动了韭菜茶品质区分的数字化。

参考文献

- [1] 张琳洁,龚淑英.茶的物质属性和茶文化的思想背景[J].茶叶,2003,29(4):230-232
ZHANG Linjie, GONG Shuying. The material properties of tea and the ideological background of tea culture [J]. Tea, 2003, 29(4): 230-232
- [2] Onwude D I, Hashim N, Abdan K, et al. Modelling the mid infrared drying of sweet potato: kinetics, mass and heat transfer parameters, and energy consumption [J]. Heat and Mass Transfer, 2018, 54(10): 2917-2933
- [3] Feng F Y, Ge J, Li Y S, et al. Isolation, colonization, and chlorpyrifos degradation mediation of the endophytic bacterium *Sphingomonas* strain HJY in Chinese chives (*Allium tuberosum*) [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2017, 65(6): 1131-1138
- [4] Hu G H, Lu Y H, Dong Z W. Characterization of *Allium tuberosum* seed from China [J]. Food Chemistry, 2006, 4(99): 693-697
- [5] 胡国华,茅仁刚,张华,等.韭菜籽提取物研究及应用(一)[J].中国食品添加剂,2008,5:65-68
HU Guohua, MAO Rengang, ZHANG Hua, et al. Study and application of Chinese chives seed extract (I) [J]. China Food Additives, 2008, 5: 65-68
- [6] Hong H, Niu K M, Lee J H, et al. Characteristics of Chinese chives (*Allium tuberosum*) fermented by *Leuconostoc mesenteroides* [J]. Applied Biological Chemistry, 2016, 59(3): 349-357
- [7] Hu G, Lu Y, Wei D. Chemical characterization of Chinese chive seed (*Allium tuberosum* Rottl.) [J]. Food Chemistry, 2006, 99: 693-697
- [8] 刘宏敏,乔保建,马培芳.韭菜籽中生物活性物质及其生理功效研究进展[J].农业科技通讯,2011,4:119-121
LIU Hongmin, QIAO Baojian, MA Peifang. Research progress on bioactive substances and physiological effects of Chinese chives seeds [J]. Agricultural Science and Technology Bulletin, 2011, 4: 119-121
- [9] Yabuki Y, Mukaida Y, Saito Y, et al. Characterisation of volatile sulphur-containing compounds generated in crushed leaves of Chinese chive (*Allium tuberosum* Rottler) [J]. Food Chemistry, 2010, 120(2): 343-348
- [10] 罗红玉,钟应富,袁林颖,等.桑叶茶加工研究进展[J].南方农业,2013,7(8):130-133
LUO Hongyu, ZHONG Yingfu, YUAN Linying, et al. Research progress on processing of mulberry leaf tea [J]. Southern Agriculture, 2013, 7(8): 130-133
- [11] 陆松侯,施兆鹏.茶叶审评与检验[M].北京:中国农业出版社,2000
LU Songhou, SHI Zhaopeng. Tea Review and Testing [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000
- [12] Dutta R, Hines E L, Gardner J W, et al. Tea quality prediction using a tin oxide-based electronic nose: an artificial intelligence approach [J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2003, 94(2): 228-237
- [13] Banerjee R, Tudu B, Shaw L, et al. Instrumental testing of tea by combining the responses of electronic nose and tongue [J]. Journal of Food Engineering, 2012, 110(3): 356-363
- [14] Moon H G, Jung Y, Han S D, et al. Chemiresistive electronic nose toward detection of biomarkers in exhaled breath [J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2016, 8(32): 20969-20976
- [15] 桑子涵.便携式茶叶香气检测电子鼻关键技术研究[D].杭州:浙江大学,2017
SANG Zihan. Key technologies of portable electronic nose for detecting tea aroma [D]. Hangzhou: Zhejiang University (College of Agriculture and Biotechnology), 2017
- [16] 冯花,郭雅玲.茶叶感官审评方法及其新发展[J].福建茶叶,2010,32(7):28-31
FENG Hua, GUO Yaling. The sensory evaluation method of tea and its new development [J]. Fujian Tea, 2010, 32(7): 28-31
- [17] Wang Y J, Kan Z P, Thompson H J, et al. Impact of six typical processing methods on the chemical composition of tea leaves using a single *Camellia sinensis* cultivar, Longjing 43 [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2019, 67(19): 5423-5436
- [18] 冯红钰,梁光志,马仙花,等.不同提香温度对金龙美人茶品质的影响[J].中国热带农业,2014,4:71-71
FENG Hongyu, LIANG Guangzhi, MA Xianhua, et al.

- Effects of different titian temperature on the quality of Jinlongmei tea [J]. *China Tropical Agriculture*, 2014, 4: 71-71
- [19] Zhao Z, Barron A R. Dynamic headspace gas chromatography analysis [J]. *Journal of Chromatography*, 2012, 621(1): 7-13
- [20] 高利萍,王俊,崔绍庆.不同成熟度草莓鲜榨果汁的电子鼻和电子舌检测[J].*浙江大学学报(农业与生命科学版)*,2012, 38(6):715-724
- GAO Liping, WANG Jun, CUI Shaoqing. Different maturity strawberry fresh juice of electronic nose and electronic tongue detection [J]. *Journal of Zhejiang University (Agriculture & Life Sciences)*, 2012, 38(6): 715-724
- [21] 温立香,黎新荣,李建强,等.电子鼻在六堡茶陈化年份识别中的应用[J].*南方农业学报*,2017,48(7):129
- WEN Lixiang, LI Xinrong, LI Jianqiang, et al. Application of electronic nose in identification of Liupao tea aging year [J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2017, 48(7): 129
- [22] 陈婷,蒋明忠,彭文,等.基于电子鼻技术对云南普洱熟茶的香气品质判别[J].*西南农业学报*,2017,30(2):339-344
- CHEN Ting, JIANG Mingzhong, PENG Wen, et al. Identification of aroma quality of Yunnan Pu'er ripe tea based on electronic nose technology [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2017, 30(2): 339-344
- [23] Zhao P, Wu Y S, Feng C Y, et al. Conjugated polymer nanoparticles based fluorescent electronic nose for the identification of volatile compounds [J]. *Analytical Chemistry*, 2018, 90(7): 4815-4822
- [24] Liu B S, Wu X, Kam Kenneth W L, et al. Cuprous oxide based chemiresistive electronic nose for discrimination of volatile organic compounds [J]. *ACS Sensors*, 2019, 4(11): 3051-3055
- [25] 高林,秦子涵,赵文婷,等.电子鼻区分不同品质的普洱茶[J].*中国食品学报*,2017,17(6):206-212
- GAO Lin, QIN Zihan, ZHAO Wenting, et al. Differentiation of different quality of Pu'er tea by electronic nose [J]. *Chinese Journal of Food Science and Technology*, 2017, 17(6): 206-212
- [26] 吴亮亮,张丹丹,叶小辉,等.电子鼻在对名优茉莉花茶香气评价中的应用[J].*福建茶叶*,2016,38(6):5-6
- WU Liangliang, ZHANG Dandan, YE Xiaohui, et al. The application of electronic nose in evaluating the aroma of famous jasmine tea [J]. *Fujian Tea*, 2016, 38(6): 5-6
- [27] Park J, Thomasson J A, Gale C C, et al. Adsorbent-SERS technique for determination of plant VOCs from live cotton plants and dried teas [J]. *ACS Omega*, 2020, 5(6): 2779-2790

(上接第 80 页)

- [32] 黄建芳,陈增强,余方友,等.胸外科分离大肠埃希菌 qnr 基因检测与 ISCR 间的关系[J].*中华艺苑感染学杂志*,2015,8: 1681-1683
- HUANG Jianfang, CHEN Zengqiang, YU Fangyou, et al. The detection of qnr gene in *Escherichia coli* isolated from the thoracic surgical department and the relationship between qnr gene and ISCR [J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2015, 8: 1681-1683
- [33] Toleman M A, Bennett P M, Walsh T R. ISCR elements: novel gene-capturing systems of the 21st century? [J]. *Microbiol Mol Biol Rev*, 2006, 70(2): 296-316
- [34] Cheng C, Sun J, Zheng F, et al. New structures simultaneously harboring class 1 integron and ISCR1-linked resistance genes in multidrug-resistant Gram-negative bacteria [J]. *Bmc Microbiology*, 2016, 16(1): 71
- [35] Xia R, Guo X, Zhang Y, et al. qnrVC-like gene located in a novel complex class 1 integron harboring the ISCR1 element in an *Aeromonas punctata* strain from an aquatic environment in Shandong province, China [J]. *Antimicrobial Agents & Chemotherapy*, 2010, 54(8): 3471
- [36] 杨晓亮,杨波,鲍曼不动杆菌 I 类整合子和 ISCR1 的检测及其结构分析[J].*中国病原生物学杂志*,2014,9:779-787
- YANG Xiaoliang, YANG Bo. Detection and structural analysis of class I integrons and ISCR1 of *Acinetobacter baumannii* infecting patients with osteomyelitis [J]. *Journal of Pathogen Biology*, 2014, 9: 779-787
- [37] Dongguo W, Jinhong Y, Meiyu F, et al. Characterization of the novel In1059 harbouring VIM gene cassette [J]. *Antimicrob Resist Infect Control*, 2017, 6: 50
- [38] Macejewska, Barbara, Roszniowski, et al. Klebsiella phages representing a novel clade of viruses with an unknown DNA modification and biotechnologically interesting enzymes [J]. *Appl Microbiol Biotechnol*, 2017, 101(2): 673-684