

引用格式: 马小海, 徐欢欢, 周代发. 基于电子鼻的不同保鲜处理鲜湿碱面贮藏品质变化分析 [J]. 湖南农业科学, 2022 (7): 76-79.
DOI:10.16498/j.cnki.hnnykx.2022.007.018

基于电子鼻的不同保鲜处理鲜湿碱面贮藏品质变化分析

马小海, 徐欢欢, 周代发

(陈克明食品股份有限公司, 湖南 长沙 410000)

摘要: 以鲜湿碱面为原料, 利用电子鼻系统无损检测比较了普通包装、气调包装、等离子杀菌处理-气调包装、气调包装-等离子杀菌处理 4 种不同保鲜处理的鲜湿碱面在 28 和 37℃ 贮藏期间挥发性风味物质的变化, 并以菌落总数和感官评价结果对电子鼻分析的准确性加以验证。结果表明: 等离子杀菌处理可降低鲜湿碱面的原始带菌量, 再与气调包装结合, 可推迟鲜湿碱面出现异味的出现时间, 延长产品货架期; 电子鼻分析能够明显区分不同贮藏温度下各处理组鲜湿碱面的挥发性风味物质的变化差异, 其变化规律与感官评价和菌落总数结果相吻合, 说明采用电子鼻分析来评价鲜湿碱面品质的变化是可行的; 结合 Loadings 分析结果和感官评价结果可知, 鲜湿碱面在贮藏过程中出现的主要异味物质为硫化物、有机硫化物、甲基类和乙醇等。

关键词: 鲜湿碱面; 贮藏保鲜; 品质变化; 电子鼻

中图分类号: TS213.2

文献标识码: A

文章编号: 1006-060X (2022) 07-0076-04

Analysis on Storage Quality of Fresh Wet Alkaline Noodles in Different Preservation Methods Based on Electronic Nose

MA Xiao-hai, XU Huan-huan, ZHOU Dai-fa

(Chen Ke Ming Food Manufacturing Co., Ltd., Changsha 410000, PRC)

Abstract: Fresh wet alkaline noodles were used as raw material to study the changes of volatile flavor substances under four different preservation treatments (ordinary packaging; modified atmosphere packaging; low temperature plasma sterilization treatment-modified atmosphere packaging; modified atmosphere packaging-low temperature plasma sterilization treatment) during storage at 28℃ and 37℃ by non-destructive testing of electronic nose system, and the aerobic bacterial count and sensory evaluation were used to verify the electronic nose system. The results showed that the low temperature plasma sterilization treatment could reduce the original amount of aerobic bacterial count in fresh wet alkaline noodles; when combined with modified atmosphere packaging, it could delay the occurrence of peculiar smell and prolong shelf life of fresh wet alkaline noodles. Electronic nose analysis could obviously distinguish the variation of volatile flavor substances in fresh wet alkaline noodles of four groups at different storage temperatures, and the variation trend was consistent with the sensory evaluation and aerobic bacterial count, indicating that electronic nose analysis was feasible to evaluate the quality changes of fresh wet alkaline noodles. Combined with Loadings analysis and sensory evaluation results, it could be seen that the main volatile flavor substances during the storage of fresh wet alkaline noodles were sulfides, organic sulfides, methyls and ethanol.

Key words: fresh wet alkaline noodles; storage and preservation; quality change; electronic nose

鲜湿面是以小麦粉为主要原料, 加入水, 经和面、压延、切条、截断工艺制成的面条, 与挂面相比, 其水分含量较高 (含水量为 28%~33%), 新鲜爽口有嚼劲, 从而广受消费者喜爱^[1]。湖南地区气候潮湿温暖, 通常会在鲜湿面配方中加入碱性盐来抑制微生物的生长, 以达到延长保质期的目的, 而鲜湿碱面也因其独特的香气和风味, 受到我国南方地区消费者的青睐^[2]。然而, 鲜湿碱面因其营养丰富、水分含量高, 为微生物生长繁殖提供了非常适宜的环境, 特别是在夏季高温环境下, 鲜湿碱面极易发生酸败和霉变等现象, 成为制约其大规模生产销售的“瓶颈”^[3-4]。

电子鼻分析作为一种新型无损检测技术, 能够快

速、准确获取检测对象挥发性成分的指纹图谱, 以此对样品进行品质检测^[5-6]。贾哲等^[7]采用电子鼻技术对冷藏保鲜的双斑东方鲀挥发性风味物质进行差异性分析, 其结果与常规的顶空固相微萃取-气相色谱-质谱联用分析检测结果具有一致性。祝红等^[8]利用电子鼻检测鲜湿米粉新鲜度, 得到较好的区分结果。李超等^[9]用自制电子鼻分析发现正常大米和霉变大米的挥发性风味物质存在显著差异, 从而实现不同程度霉变大米的快速鉴别。鲜湿碱面在贮藏期间气味不断发生变化, 是否也可根据其挥发性风味物质的变化来反映品质的差异呢? 基于此, 笔者以鲜湿碱面为原料, 利用电子鼻无损检测比较了普通包装 (K-P 组, 对照)、气调包装 (K-Q 组)、等离子杀菌处理-气调包装 (D-Q 组)、气调包装-等离子杀菌处理 (D-D 组) 4 种不同保鲜处理的鲜湿碱面在 28 和 37℃ 贮藏期间挥发性风味物质的变化, 并通过菌落总数和感官评定的方法

收稿日期: 2022-04-09

基金项目: 长沙市雨花区科技计划项目 (YHKJ-2018-ZDG-04)

作者简介: 马小海 (1986-), 男, 吉林长春市人, 助理工程师, 主要从事面制品研发工作。

通信作者: 周代发

来评估电子鼻分析鲜湿碱面货架期的可行性。

1 材料与方法

1.1 试验材料

鲜湿碱面均由陈克明食品股份有限公司提供；包装盒和包装膜由上海优选包装科技有限公司生产。

主要仪器和设备有生化培养箱（SHP-250 型，上海培因实验仪器有限公司）、双人单面净化工作台（SW-CJ-2FD 型，青岛聚创世纪环保科技有限公司）、气调包装机（MAP-V550 型，上海炬钢机械制造有限公司）、面片等离子体杀菌设备（湖南志行科技有限公司）、成品等离子体杀菌设备（南京苏曼等离子体有限公司）、电子鼻（PEN3 型，德国 Airsense 公司）。

1.2 试验方法

根据不同包装和杀菌方式，设置 4 个处理，各处理操作如下。K-P 处理组：称取 120 g 鲜湿碱面于塑料托盒内、热压封口。K-Q 处理组：称取 120 g 鲜湿碱面于塑料托盒内，进行气调包装，气体体积比例为 $N_2 : CO_2 = 98 : 2$ 。D-Q 处理组：鲜湿碱面面片经等离子体杀菌处理，处理条件为仪器输出电压 50 kV，频率 10 kHz，面片速度 16 m/min，处理后面片切条，称取 120 g 样品进行气调包装。D-D 处理组：称取 120 g 鲜湿碱面经气调包装后采用等离子体杀菌处理，处理条件为电极高度 120 mm，电压 50 kV，频率 75 Hz，放电次数 2 次，放电时间 20 s，间隔时间 10 s。各处理组的样品分别放入 28 和 37℃ 恒温培养箱中，贮藏 0、1、2、3、4 d 后取样进行菌落总数、感官评价和电子鼻分析。

1.3 检测指标及方法

1.3.1 菌落总数 按 GB 4789.2—2016 所述方法测定菌落总数^[10]。因后期菌落数值过大，作图时前 3 d 数值差异不明显，所以采用菌落总数的对数值来作图。

1.3.2 感官评定 感官评定分析参考克明面业股份有限公司企业标准执行，感官评分标准详见表 1。

1.3.3 电子鼻分析 鲜湿碱面样品在 25℃ 下平衡 30 min 后进行电子鼻分析。测定参数设置为：准备时间 5 s，测试时间 120 s，传感器清洗时间 120 s，自动调零时间 10 s，内部流量 400 mL/min，进样流量 400 mL/min；每个样品设 3 个平行。

1.4 数据处理

运用 Winmuster 软件对数据进行线性判别函数分析（Linear Discriminant Analysis, LDA 分析）和 Loadings 分析；采用 Excel 2016 进行菌落总数和感官评价数据统计与分析。

2 结果与分析

2.1 菌落总数分析

由图 1 可知，鲜湿碱面贮藏开始时菌落总数对数值小于 3 lg (CFU/g)，等离子体杀菌处理可以降低鲜湿碱面原始带菌量；随着贮藏时间的延长，不同贮藏温度鲜湿碱面菌落总数均呈上升趋势，且 37℃ 条件下贮藏的鲜湿碱面菌落总数显著高于 28℃；与对照相比，3 种不同保鲜处理的鲜湿碱面的菌落总数均有所减少。贮藏 4 d 后，28℃ 条件下 K-P、K-Q、D-Q 和 D-D 处理组菌落总数对数值分别为 7.89、6.91、5.71 和 5.63 lg (CFU/g)，37℃ 条件下 K-P、K-Q、D-Q 和 D-D 处理组菌落总数对数值分别为 9.02、8.51、7.00、6.98 lg (CFU/g)，其中 28℃ 贮藏条件下 D-D 处理组菌落总数

表 1 鲜湿碱面感官评分标准

| 项目 | 要求 |
|-----------------|--------------------------|
| 色泽 (满分 30 分) | 具有产品应有的自然色泽 |
| 滋味、气味 (满分 30 分) | 具有产品应有的滋味、气味，无酸味、霉味及其他异味 |
| 组织形态 (满分 10 分) | 具有产品应有的形状，无霉变、无杂质 |
| 口感 (满分 30 分) | 具有产品应有的爽滑感、韧性、弹性，不粘牙 |

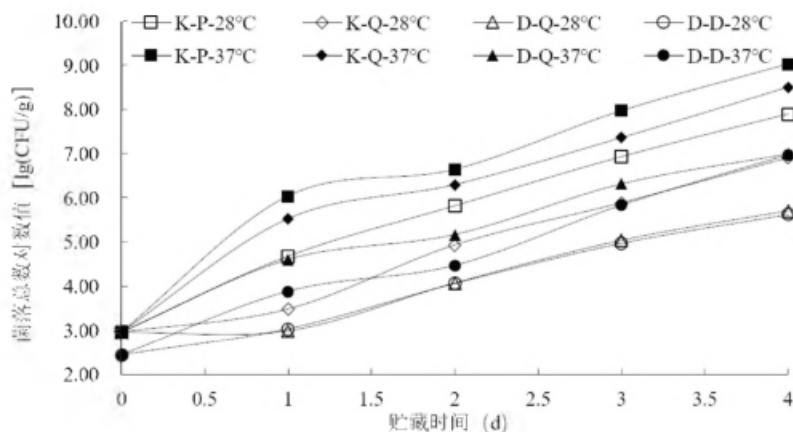


图 1 鲜湿碱面贮藏期间菌落总数变化

最低,说明气调包装后在整体进行等离子体杀菌可延长鲜湿碱面的货架期。

2.2 感官评价分析

如表2所示,28℃贮藏环境下,K-P组贮藏3d时出现异味,K-Q组贮藏4d时出现异味,D-Q组和D-D组贮藏4d时口感有所下降,有轻微异味,均不可食用。37℃贮藏环境下,K-P组贮藏2d时出现明显的酸味和霉味,产品完全不能接受;K-Q组贮藏3d时出现明显酸味,D-Q组贮藏3d时出现酸味,D-D组贮藏3d时出现异味,均不可接受。相同贮藏时间,37℃环境下贮藏的鲜湿碱面感官评分均低于28℃,说明温度高不利于鲜湿碱面的贮藏。

2.3 电子鼻分析

2.3.1 不同处理鲜湿碱面贮藏期间挥发性风味物质的LDA分析 线性判别函数分析(LDA分析)主要是利用投影原理将数据降维,使组间数据分开,而组内数据聚集^[11]。与PCA相比,LDA是一种有监督学习的降维技术,数据集的每个样本都是有类别输出,因此能够从所有数据里收集有效信息,提高分类精度^[12]。由图2A可知,第一主成分(PC1)和第二主成分(PC2)的贡献率分别为68.10%和28.36%,总贡献率为96.46%;图2B中PC1和PC2的贡献率分别为86.73%和10.54%,总贡献率为97.27%;均可以用来代表鲜湿碱面样品的所有信息。

由图2分析可知,K-0与D-0区分明显,说明等离子体杀菌处理使鲜湿碱面挥发性风味物质发生了变

化。D-D处理组样品挥发性风味与其余3组出现明显区分,说明气调包装后再进行等离子体杀菌处理,鲜湿碱面挥发性气体组分发生了明显变化。从图2A中可以看出,K-Q-1、K-Q-2与K-0距离较近,表明在28℃贮藏环境下,鲜湿碱面经气调保鲜包装贮藏2d挥发性风味物质变化较小,K-Q-3距离较远,说明挥发性风味物质出现了较明显的变化,且差异主要为第一主成分;D-Q-1、D-Q-2与D-0距离较近,D-Q-3开始出现偏离,D-Q-4距离较远,表明经等离子体杀菌处理后气调包装样品在贮藏4d时挥发性风味物质出现较大变化,主要差异体现在第一主成分;D-D-1与D-D-2距离较近,D-D-3出现偏离,D-D-4与三者距离较远,说明气调包装后再经等离子体杀菌样品在贮藏4d时变化较大,且第一主成分与第二主成分均存在差异。图2B与图2A变化趋势相一致,主要区别在于37℃贮藏温度下,气味出现较大变化的时间更靠前,这与感官评价和菌落总数测定结果基本一致。

2.3.2 不同处理鲜湿碱面贮藏期间挥发性风味物质的Loadings分析 利用Loadings分析可区分当前模式下传感器的相对重要性,传感器在模式识别中负载参数接近0,则识别能力可以忽略;若响应值较高,则该传感器为识别传感器^[13]。图3是不同贮藏条件下鲜湿碱面挥发性风味物质Loadings传感器贡献率的分析结果,负载因子由2个主成分表示,图3A中负载因子分别占总方差的64.11%和30.07%,传感器W1W(硫化物)、W6S(氢气)、W1S(甲基类)在LA1中占比

表2 鲜湿碱面贮藏期间感官评分 (分)

| 贮藏时间 (d) | 28℃ | | | | 37℃ | | | |
|-------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | K-P | K-Q | D-Q | D-D | K-P | K-Q | D-Q | D-D |
| 0 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 1 | 87.86±1.31 a | 96.33±0.78 a | 98.83±0.76 a | 98.67±1.52 a | 62.77±1.72 b | 85.33±1.53 a | 93.40±0.65 a | 93.77±0.87 a |
| 2 | 66.00±2.62 b | 88.67±2.15 a | 96.50±0.78 a | 95.50±1.50 a | — | 65.93±0.30 b | 88.87±1.30 a | 89.55±0.87 a |
| 3 | — | 70.56±1.81 b | 90.33±1.52 a | 91.00±1.00 a | — | — | 68.80±1.11 b | 67.30±1.51 b |
| 4 | — | — | 79.16±1.89 ab | 78.5±2.29 ab | — | — | — | — |

注:表中同列不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05);“—”表示霉变/酸变,不再进行感官评价。

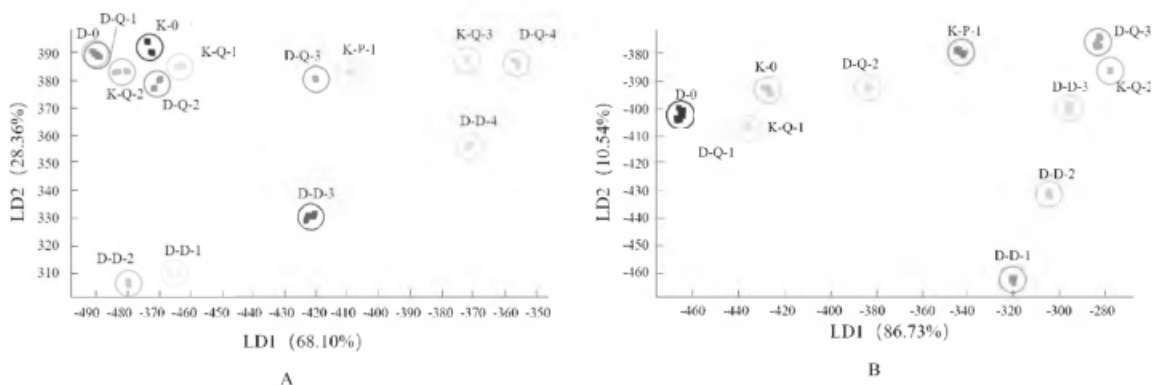


图2 不同处理鲜湿碱面贮藏期间挥发性风味物质LDA分析

(A: 28℃; B: 37℃。图中K-0表示K-P与K-Q样品的初始挥发性风味物质分析,D-0表示D-Q和D-D样品的初始挥发性风味物质分析;K-P-1表示K-P组样品贮藏1d时的气味分析,其余类推。)

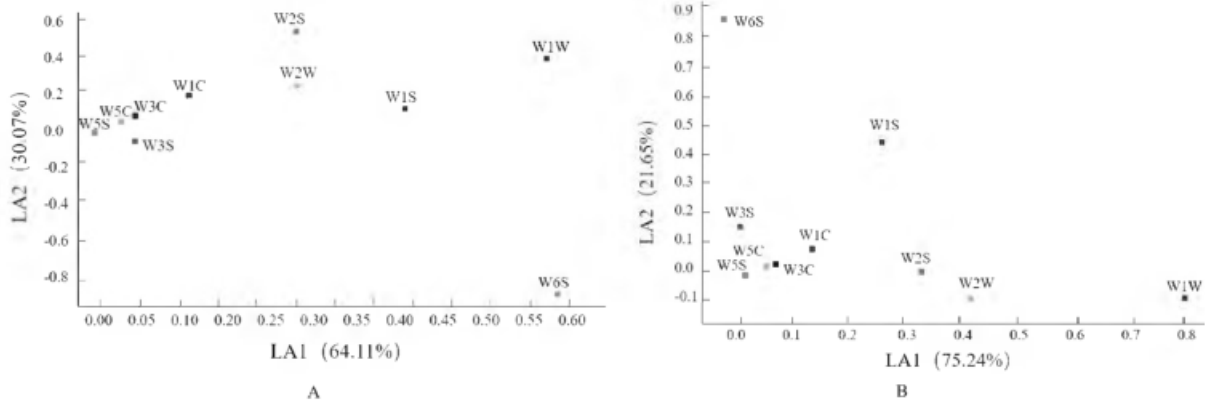


图3 不同处理鲜湿碱面贮藏期间挥发性风味物质 Loadings 传感器贡献率分析
(A: 28℃; B: 37℃。图中 W1W、W2W、W1C、W3C、W5C、W1S、W2S、W3S、W5S、W6S 分别代表硫化物、有机硫化物、苯类、氨基、短链烷烃、甲基类、乙醇、长链烷烃、氮氧化合物、氢气。)

较大；W2S（乙醇）、W1W（硫化物）、W2W（有机硫化物）在 LA2 中占比较大。图 3B 中负载因子分别占总方差的 75.24% 和 21.65%，传感器 W1W（硫化物）、W2W（有机硫化物）、W2S（乙醇）在 LA1 中占比较大，W6S（氢气）和 W1S（甲基类）在 LA2 中占比较大。结合 Loadings 分析结果和感官评价结果可知，鲜湿碱面在贮藏过程中出现的主要异味物质为硫化物、有机硫化物、短链烷烃和乙醇等。研究还发现，气调包装后再进行离子体杀菌处理（D-D 组）的鲜湿碱面贮藏过程中产生了氢气。

3 结论与讨论

试验通过菌落总数测定、感官评价和电子鼻分析比较了不同保鲜处理的鲜湿碱面在 28 和 37℃ 环境中贮藏 0~4 d 时其品质的变化。结果表明，等离子杀菌处理可降低鲜湿碱面的原始带菌量，再与气调包装结合，可推迟鲜湿碱面出现异味的的时间，延长产品货架期。电子鼻分析能够明显区分不同贮藏温度下各处理组鲜湿碱面的挥发性风味物质的差异，其变化规律与感官评价和菌落总数结果相吻合，说明采用电子鼻分析来评价鲜湿碱面品质的变化是可行的。结合 Loadings 分析结果和感官评价结果可知，鲜湿碱面在贮藏过程中出现的主要异味物质为硫化物、有机硫化物、甲基类和乙醇等。研究还发现，气调包装后再进行离子体杀菌处理（D-D 组）的鲜湿碱面贮藏过程中产生了氢气。

参考文献：

- [1] 冯俊敏, 张 晖, 王 立, 等. 影响生鲜面货架期的因素及最新保鲜技术 [J]. 粮食与饲料工业, 2011 (2): 33-36.
- [2] 吴欣婷. 鲜湿面的褐变机制及控制研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2021.
- [3] 王晓明. 生鲜湿面在保鲜过程中品质调控的研究 [D]. 郑州: 河南工业大学, 2014.
- [4] LI M, MA M, ZHU K X, et al. Delineating the physico-chemical, structural, and water characteristic changes during the deterioration of fresh noodles [J]. Food Chemistry, 2017, 216: 374-381.
- [5] 陈利梅, 李德茂, 马淑凤. 不同生产日期山楂罐头的电子鼻检测研究 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38 (9): 4792-4793, 4822.
- [6] 陈远涛, 熊忆舟, 薛莹莹, 等. 基于深度学习的电子鼻食品新鲜度检测与识别技术研究 [J]. 传感技术学报, 2021, 34 (8): 1131-1138.
- [7] 贾 哲, 陈晓婷, 潘 南, 等. 双斑东方鲀在冷藏保鲜过程中挥发性风味物质的变化 [J]. 食品科学, 2021, 42 (20): 188-196.
- [8] 祝 红, 郭宁波, 易翠平, 等. 基于电子鼻的鲜湿米粉新鲜度检测 [J]. 食品与机械, 2018, 34 (7): 65-68.
- [9] 李 超, 周 博. 自制电子鼻检测霉变大米 [J]. 食品工业科技, 2021, 42 (12): 218-224.
- [10] 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. 食品微生物学检验 菌落总数: GB/T4789.2-2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016: 1-6.
- [11] 孔繁东, 李 鑫, 李江阔, 等. 电子鼻技术对不同处理海棠果贮藏后常温货架期的判别 [J]. 食品工业, 2016, 37 (4): 108-112.
- [12] 袁志发, 周静芋. 多元统计分析 [M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [13] 胡桂仙, 王 俊, 海 铮, 等. 不同储藏时间柑橘电子鼻检测研究 [J]. 浙江农业学报, 2006, 18 (6): 458-461.

(责任编辑: 肖彦资)