

doi:10.3969/j.issn.2095-6002.2018.05.014

文章编号:2095-6002(2018)05-0092-07

引用格式:李莹,丁辰龙,朱秀灵,等.不同杀菌条件对酒糟泥鳅品质的影响[J].食品科学技术学报,2018,36(5):92-98.



LI Ying, DING Chenlong, ZHU Xiuling, et al. Effect of sterilization technology on quality of vinasse loach[J]. Journal of Food Science and Technology, 2018,36(5):92-98.

不同杀菌条件对酒糟泥鳅品质的影响

李莹¹, 丁辰龙², 朱秀灵³, 周剑忠¹, 施肇源³, 黄自苏¹

(1. 江苏省农业科学院农产品加工研究所, 江苏南京 210014;

2. 宿迁市农业科学研究院, 江苏宿迁 223800;

3. 安徽工程大学生物与化学工程学院, 安徽芜湖 241000)

摘要:以泥鳅为原料,采用米酒糟制的加工工艺制备酒糟泥鳅。探讨了不同杀菌条件对酒糟泥鳅色泽、质构、风味、菌落总数及感官评分的影响,并对酒糟泥鳅的营养成分和氨基酸组成进行了评价。结果显示,当杀菌温度115℃、时间15min,此时的酒糟泥鳅色泽鲜亮,酒香宜人,肉质酥软多汁,硬度和弹性均保持较好,感官得分85分。泥鳅经米酒糟制后,游离氨基酸总量显著高于新鲜泥鳅,其中甘氨酸、赖氨酸、精氨酸的含量提高了1倍以上,鲜味氨基酸和必需氨基酸的含量均提高20%以上。实验结果表明,泥鳅经米酒糟制处理后不仅味道更加鲜美,而且营养价值显著提高。

关键词:酒糟;泥鳅;杀菌条件;氨基酸组成;品质

中图分类号:TS254.4

文献标志码:A

泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)是我国一种典型的淡水经济鱼类,广泛分布于全国各地,尤其在长江、珠江和黄河流域中下游分布极广^[1-2]。泥鳅素有水中人参之美誉,高蛋白、低脂肪,含有构成人体所需的20种氨基酸、多种维生素以及微量元素,具有很高的药用价值^[3-5]。泥鳅肉质细嫩,味道鲜美,是一道深受大众喜爱的餐桌食品。然而,泥鳅也大多限于鲜食,深加工品极少。酒糟鱼是我国南方地区的经典传统名食,已有百年历史。酒糟鱼以其独特的加工方法制得的产品肉质细嫩,而且夹杂着淡淡的酒香和酒甜,十分美味。同时,产品被酒糟赋予了多种氨基酸,营养丰富^[6-7]。将营养丰富的泥鳅加工成酒糟泥鳅,不仅丰富泥鳅的产品形式,提高产品附加值,而且延长了产业链条。本研究以泥鳅为原料,采用酒糟糟制的传统加工方法,制成风味独特、营养丰富的酒糟泥鳅休闲即食食品,丰富了国内产品市场。

杀菌条件是影响产品品质和卫生安全的关键环

节^[8-9],糟制成熟的酒糟鱼经杀菌处理可防止制品的过度发酵,又可有效提高制品的保存期^[10]。杀菌温度和时间变化直接对酒糟泥鳅的品质产生影响,本研究通过全面综合的探讨不同杀菌条件下酒糟泥鳅色泽、质构、风味和保质期的变化,确定制备酒糟泥鳅合理的杀菌工艺,最后,对酒糟泥鳅的营养价值进行评价,为其工业化生产提供适宜的理论参数与依据。

1 材料与amp;方法

1.1 实验材料

鲜活泥鳅(质量 (8.0 ± 1.5) g,长度 (9.0 ± 2.5) cm)、糯米、大米,购于南京孝陵卫菜市场;酒曲,安琪食品有限公司;盐、花椒、小茴香、黄酒等,购于南京苏果超市。

1.2 仪器与amp;设备

CM-5型色差仪,柯尼卡美达公司;TVT-

收稿日期:2017-09-27

基金项目:江苏省农业科技自主创新项目(CX(15)1014)。

作者简介:李莹,女,副研究员,博士,主要从事食品生物技术方面的研究。

300XP 型质构仪,瑞典波通仪器公司;SPX-250B-Z 型生化培养箱,上海博讯有限公司;500 型精密电子天平,意大利 BEL 公司;BL-220H 型分析天平,日本 Shimadzu 公司;YXQ-SG41.280 型手提式压力蒸汽灭菌锅,上海华线医用核子仪器公司。

1.3 实验方法

1.3.1 工艺流程

参考文献[11],酒糟泥鳅的制作工艺流程见图1。



图1 酒糟泥鳅的工艺流程

Fig.1 Flow diagram of vinasse loach

1.3.2 制作要点

放入事先配好的调味液中浸泡5 h。取出放入风干机中风干,至泥鳅肉体呈通红色,取出放入酒糟中,密封保存。

1.3.2.1 泥鳅预处理

参考文献[12]对泥鳅进行预处理。购买鲜活、大小均匀的泥鳅,放入清水中暂养2~3 d,每天换水1~2次。泥鳅宰杀,去除内脏,洗净。

1.3.2.2 调味液浸泡处理

调味液:水1 L,盐80 g,花椒4 g,小茴香8 g。

将调味液煮沸30 min,冷却,泥鳅浸泡5~6 h。然后取出,放入50℃的鼓风干燥箱中风干,直至肉中含水率35%~40%^[13-14]。

1.3.2.3 酒糟制备

参考文献[15]制备酒糟。按 $m(\text{糯米}):m(\text{大米})=4:1$ 的比例称取适量的糯米和大米,洗净煮熟,放入事先准备好的容器中,加入质量分数为4%的酒曲拌匀,中间留出一个直径约为10 cm的圆孔,倒入冷却的白开水淹没,密封,放入30℃培养箱中

培养40~48 h。

1.3.2.4 糟制

将风干的泥鳅摆放酒糟中,每放一层泥鳅加一层酒糟和酒糟汁,最上层用酒糟封严,密封保藏10 d。

1.3.2.5 杀菌处理

取出糟制处理后的泥鳅,放入杀菌锅中,调节杀菌温度和杀菌时间,对酒糟泥鳅进行杀菌处理,具体杀菌条件见表1。

表1 酒糟泥鳅的不同杀菌条件

Tab.1 Different sterilizing conditions of vinasse loach

样品编号	温度/℃	时间/min
1	85	10
2	85	15
3	85	20
4	100	10
5	100	15
6	100	20
7	115	10
8	115	15
9	115	20
10	121	10
11	121	15
12	121	20

1.3.3 分析检测方法

1.3.3.1 感官品质分析

采用百分制,对样品的某一特征指标进行感官评价,评分标准见表2。将样品随机编号,提供给每位感官评定人员。评定小组由10名(男女各5名)具有食品专业知识的评定人员组成,年龄在20~30岁。取10人评定的平均值作为样品的最终感官得分,对各项指标加权计算,计算方法见式(1)。

$$\text{总分} = \text{滋味} \times 0.25 + \text{香气} \times 0.25 + \text{质地} \times 0.25 + \text{色泽} \times 0.25. \quad (1)$$

表2 酒糟泥鳅感官品质评分标准

Tab.2 Sensory evaluation standards of vinasse loach

分值	滋味	香气	质地	色泽
85~100	甜咸适中,滋味和谐,酒味醇厚,无苦涩	酒香味突出、纯正浓郁,香味明显,无异味	咀嚼性好,口感柔	表皮黄褐色,均匀一致光泽好
70~84	甜咸味重,滋味较柔和,酒味较醇厚,无苦涩	酒香味突出,柔和,腊香味明显,异味轻	咬劲过大,口感较好	表皮黄褐色,均匀,光泽好
50~69	咸重或轻,酒味清淡,回味短或有苦涩	酒香味轻,腊香味明显,异味轻	咬劲不足或口感粗糙	整体呈黄色,不均匀,光泽差
0~49	酒味不明显,回味短	无酒香味,腊香味不足有明显异味	软烂或有纤维感	表皮和肉均呈深褐色或无光泽

1.3.3.2 色泽分析

样品切成成块状,采用全自动色差仪,测定色差值。以仪器白板为标准,测量各杀菌工艺下泥鳅的明度指数 L 值(黑白),色品指数 a 值(红绿)、 b 值(黄蓝)值。

1.3.3.3 质构分析

样品切成块状,使用平底柱形探头 $p/30$ (30 mm 直径),负重探头类型 Auto-5 g,测试前速率 3 mm/s,测试速率 1 mm/s,测试后速率 1 mm/s,压缩程度 50%,测试的数据为弹性和硬度。

1.3.3.4 氨基酸组成分析

1) 全水解氨基酸的测定。样品称重放于玻璃水解管中。加入 6 mol/L 盐酸,抽真空封管。在 110 °C 的温度下水解 24 h。转移定容后过滤,取滤液在真空干燥器中干燥成固体,再稀释并使用 0.02 mol/L 盐酸调整浓度后作样品,氨基酸分析仪分析样品的氨基酸种类和组成。

2) 游离氨基酸含量的测定。在样品中按质量比 1:1 加入以 $w = 4\%$ 磺基水杨酸,混匀后放置 2 h,以除去其中的蛋白质和多肽。10 000 r/min 离心 15 min,取上清液,用 $\text{pH} = 2$ 的 HCl 稀释到合适浓度,氨基酸分析仪分析泥鳅蛋白的游离氨基酸种类和组成。

3) 色氨酸的测定。邻苯二甲醛(OPA)柱前自动衍生^[16],70 μL 样品或氨基酸标品水溶液,与 10 μL 的 OPA 衍生试剂在 (25 ± 1) °C 恒温水浴中精确反应 2 min,立即进行 HPLC 检测。其中衍生 OPA 试剂的配置:准确称取 5 mg 的 OPA,溶于 0.05 mL 的甲醇,加入 0.45 mL 的 0.4 mol/L 的硼酸($\text{pH} = 9.5$),最后加入 0.025 mL 的 β -巯基乙醇。Agilent Zorbax Eclipse XDB-C18 色谱柱(4.6 mm \times 15 cm,5 μm),流动相 A 为 $V(\text{甲醇}):(\text{乙腈}):(\text{水}) = 45:45:10$,流动相 B 为 40 mmol/L 磷酸氢二钠, $\text{pH} = 7.5$;流速 1 mL/min;检测波长为 338 nm;检测时间为 35 min;洗脱梯度为 0 ~ 10 min,10% ~ 18% A;10 ~ 15 min,18% ~ 24% A;15 ~ 21 min,24% ~ 41% A;21 ~ 21.5 min,41% A;21.5 ~ 22 min,41% ~ 42.2% A;22 ~ 23 min,42.2% ~ 42.5% A;25 ~ 27 min,58% ~ 59% A;27 ~ 30 min,59% ~ 60% A;30 ~ 35 min,60% A。根据标准品的出峰时间和标准曲线计算色氨酸含量。

4) 营养评价。指标 E/T,必需氨基酸与总氨基酸之比^[17]。

1.3.3.5 营养成分分析

水分的测定参照 GB 5009.3—2010;灰分的测定参照 GB 5009.4—2010;粗脂肪的测定参照 GB 14772—2008;粗蛋白的测定参照 GB 5009.5—2010;膳食纤维的测定参照 GB 5009.88—2008;钠的测定参照 GB 5009.91—2017。

1.3.3.6 菌落总数检测方法

稀释平板计数法,参照 GB 4789.3—1994 的方法,取 5 次测量的平均值。

2 结果与分析

2.1 酒糟泥鳅杀菌工艺的优化

2.1.1 对酒糟泥鳅色泽的影响

色泽是影响食品感官的首要因素,食品的天然色泽可以增强人们的食欲,同时,色泽的改变可以直观地反映出产品品质的变化。表 3 为不同杀菌条件下,酒糟泥鳅色泽各项参数的变化情况。由表 3 可以看出,随着温度的升高和时间的延长, L 值呈先增大后减小的趋势,在杀菌温度 115 °C 时出现高点,肉体颜色最鲜亮;杀菌温度为 121 °C 时, a 值显著高于其它杀菌温度的数值;当杀菌温度为 115 °C 时, b 值最高,此时酒糟泥鳅的颜色出现了令人喜爱的黄色。这是由于在加热过程中,鱼的外层颜色将会变得愈加明亮,更加发红和发黄^[18],因此, L 值、 a 值和 b 值会随着温度的升高而增大;然而,温度过高,肉体水分流失,内部的糖和氨基酸发生美拉德反应,肉会发

表 3 杀菌工艺对酒糟泥鳅色泽的影响

Tab.3 Effect of sterilizing conditions on colour of vinasse loach

样品编号	色泽		
	L 值	a 值	b 值
1	33.84 \pm 1.3	3.36 \pm 0.09	3.48 \pm 0.06
2	34.14 \pm 1.8	3.70 \pm 0.08	4.42 \pm 0.15
3	36.38 \pm 2.7	3.52 \pm 0.04	4.86 \pm 0.09
4	34.38 \pm 1.1	2.32 \pm 0.05	5.91 \pm 0.14
5	40.61 \pm 2.3	2.79 \pm 0.08	5.95 \pm 0.17
6	42.70 \pm 1.9	2.89 \pm 0.04	4.22 \pm 0.13
7	44.49 \pm 2.8	2.46 \pm 0.05	6.94 \pm 0.24
8	46.81 \pm 2.6	4.11 \pm 0.09	7.13 \pm 0.18
9	46.90 \pm 2.8	3.88 \pm 0.07	8.94 \pm 0.09
10	39.36 \pm 2.6	5.73 \pm 0.06	7.53 \pm 0.21
11	33.12 \pm 1.3	5.70 \pm 0.05	6.61 \pm 0.08
12	31.18 \pm 2.4	6.69 \pm 0.06	4.96 \pm 0.11
未杀菌	37.94 \pm 2.8	3.10 \pm 0.05	2.85 \pm 0.05

红发黑,造成 L 值呈先增大后减小的趋势。

2.1.2 对酒糟泥鳅质构的影响

酒糟泥鳅在不同的杀菌条件下各项质构参数的变化见表4。数据显示,杀菌强度与酒糟泥鳅的硬度、弹性均呈负相关。杀菌温度越高,时间越长,酒糟泥鳅的硬度越低,弹性越差,温度高于 115 °C 时,硬度和弹性数值的下降速度显著加快,酒糟泥鳅的肌肉组织结构发生了较大的劣变。刘云鹤等^[19] 在研究不同加工条件对即食泥鳅质构特性的影响中同样发现,随着灭菌时间的延长,泥鳅的硬度、弹性及咀嚼度均呈下降趋势,在灭菌温度 121 °C,时间 30 min 的条件下,产品的口感不佳。

表4 灭菌工艺对酒糟泥鳅质构的影响

Tab.4 Effect of sterilizing conditions on texture of vinasse loach

样品编号	硬度/g	弹性/mm
1	1 737 ± 56.9	1.003 ± 0.034
2	1 689 ± 41.8	1.000 ± 0.021
3	1 646 ± 35.7	0.998 ± 0.018
4	1 603 ± 46.1	0.991 ± 0.045
5	1 568 ± 40.3	0.930 ± 0.038
6	1 536 ± 57.9	0.862 ± 0.041
7	1 478 ± 29.8	0.806 ± 0.035
8	1 436 ± 35.6	0.731 ± 0.039
9	1 398 ± 44.8	0.680 ± 0.047
10	1 209 ± 35.6	0.591 ± 0.036
11	1 145 ± 61.3	0.493 ± 0.045
12	1 140 ± 40.4	0.391 ± 0.536
未杀菌	1 800 ± 56.8	1.113 ± 0.045

2.1.3 对酒糟泥鳅感官评分的影响

感官鉴定能够快速反映食品的品质状态,运用嗅觉、味觉、触觉和视觉等人体感觉全方位的判断肉品的嫩度、风味和色泽。本研究通过对酒糟泥鳅的滋味、香气、质地和色泽打分,并对各指标进行权重计分,综合判定杀菌条件对酒糟泥鳅的品质影响,具体结果见表5。由表可以得出,随着杀菌温度的升高,产品的酒香味、色泽、滋味和质地各指标呈下降趋势,这与王少伟^[20] 在研究酒糟白鲢鱼的杀菌强度与品质关系的趋势一致。尤其当温度高于 100 °C 时,指标降低加快。杀菌温度低于 115 °C 时,各项指标分值较高,总分在 80 分以上;当杀菌温度为 121 °C 时,酒糟泥鳅的风味显著降低,肉质松散,汁液流

失,颜色变深,总分急剧降低。

表5 杀菌工艺对酒糟泥鳅感官品质的影响

Tab.5 Effect of sterilizing conditions on sensory quality of vinasse loach

样品编号	感官				
	滋味	香气	质地	色泽	总分
1	95	95	95	100	96
2	95	95	95	100	96
3	95	95	95	100	96
4	95	90	95	95	94
5	95	90	95	95	94
6	90	85	95	95	91
7	85	80	90	95	88
8	85	80	85	90	85
9	80	80	80	85	81
10	80	70	70	75	74
11	75	65	60	70	68
12	70	60	55	55	60

2.1.4 不同杀菌条件下酒糟泥鳅的菌落总数

菌落总数是考察食品卫生质量的重要指标。在肉品检测中感官鉴定存在着主观性和片面性,结果不易量化,且经验不丰富的人难以把握,微生物学检测方法测定样品中的活菌总数可以判定产品质量的优劣,并反映出肉品中潜在有害细菌的威胁。本研究通过测定酒糟泥鳅中的菌落总数来判定其微生物的污染程度及品质变化,结合感官描述,综合确定酒糟泥鳅的杀菌工艺。

不同杀菌条件下,酒糟泥鳅的菌落总数见表6。随着杀菌温度的增加和杀菌时间的延长,酒糟泥鳅的菌落总数逐渐降低。李改燕^[21] 在灭菌条件对酒糟鲢鱼品质研究中同样发现,温度过低,杀菌不彻底;温度过高,酒糟鲢鱼的感官品质大大降低。杀菌温度在 115 °C 或以上时,酒糟泥鳅的菌落总数能够符合国家肉品的卫生标准。当杀菌温度 115 °C 时,酒糟泥鳅的肉质有弹性,颜色呈原有的黄褐色,有酒香味;当杀菌温度 121 °C 时,肉质松散,肉体内液体溢出,颜色变深,酒香味很淡。因此,酒糟泥鳅的较佳杀菌条件为温度 115 °C,杀菌时间 15 min,此条件下测得的样品符合国家肉品卫生标准,产品放入 37 °C 恒温箱保温 7 d,无发生胀袋和变质现象发生。

2.2 酒糟泥鳅的营养价值分析

2.2.1 营养成分分析

酒糟泥鳅的营养成分含量见表7,可知泥鳅经

表6 菌落总数及感官品质

Tab.6 Total bacterial counts and sensory qualities of vinasse loach under different sterilizing conditions

样品 编号	菌落总数/ (CFU·g ⁻¹)	感官描述
1	3 × 10 ⁷	肉质持水性强、有弹性,颜色呈黄褐色,酒香味明显
2	8 × 10 ⁷	肉质持水性强、有弹性,颜色呈黄褐色,酒香味明显
3	4 × 10 ⁷	肉质持水性强、有弹性,颜色呈黄褐色,酒香味明显
4	8 × 10 ⁶	肉质有弹性,颜色黄褐色,有酒香味
5	6 × 10 ⁵	肉质有弹性,颜色黄褐色,有酒香味
6	2 × 10 ⁴	肉质有弹性,颜色黄褐色,有酒香味
7	6 × 10 ³	肉质酥软,颜色呈黄褐色,有酒香味
8	900	肉质酥软,颜色呈黄褐色,有酒香味
9	200	肉质酥软,颜色呈黄色,表面附有黄色液体,酒香味变淡
10	90	肉质较干易碎,颜色呈黄色,有黄色液体溢出,酒香味淡
11	70	肉质有碎裂迹象,颜色呈深褐色,酒香味淡
12	20	肉质松散,有不同程度的断碎状,颜色变黑,酒香味很淡

米酒糟制处理后,蛋白质、碳水化合物、膳食纤维、脂肪和灰分的含量均得到提高,钠的含量略为降低。酒糟泥鳅的蛋白质含量由17.9%增加到23.3%,原因是泥鳅经风干后酒糟,最终酒糟泥鳅的水分含量低于鲜活泥鳅所致,膳食纤维的含量由无到有,营养更加丰富;能量也由402 kJ提高到669 kJ。总体来说,泥鳅经酒糟处理后,营养组分更加全面,营养价值显著提高。

表7 酒糟和鲜活泥鳅的营养成分

Tab.7 Nutritional composition of fresh and vinasse loach g/100 g

项目	鲜活泥鳅	酒糟泥鳅
水分	75.8	58.0
蛋白质	17.9	23.3
碳水化合物	1.7	8.8
脂肪	2.0	2.7
膳食纤维	0	2.9
灰分	1.8	3.8
钠/mg	74.8	74.0
能量/kJ	402	669

2.2.2 氨基酸分析

在食物诸营养素中,蛋白质居于首要位置。氨

基酸是构成蛋白质的基本单位,蛋白质评价基于氨基酸营养分析。氨基酸的组成与含量,尤其是8种人体必需氨基酸的含量高低与构成比较,成为评定食物蛋白质营养价值的最重要指标。泥鳅是一种典型的高蛋白、低脂肪食品,其较高的保健功效主要来源于蛋白质的营养价值。因此,对酒糟泥鳅和新鲜泥鳅肌肉中的氨基酸含量进行分析,氨基酸的含量组成见表8。

表8 酒糟和鲜活泥鳅的氨基酸组成分析

Tab.8 Comparison of amino acids composition between fresh and vinasse loach g/(100 g 蛋白)

氨基酸名称	游离氨基酸		水解氨基酸	
	新鲜泥鳅	酒糟泥鳅	新鲜泥鳅	酒糟泥鳅
天门冬氨酸 Asp	0.02	0.01	8.78	8.08
苏氨酸 Thr	0.15	0.23	4.85	4.56
丝氨酸 Ser	0.07	0.11	3.59	3.47
谷氨酸 Glu	0.08	0.05	14.50	14.93
甘氨酸 Gly	0.08	0.23	6.42	6.97
丙氨酸 Ala	0.14	0.21	6.96	7.71
胱氨酸 Cys	0.03	0.02	0.28	0.43
缬氨酸 Val	0.07	0.03	5.19	5.62
蛋氨酸 Met	0.03	0.02	2.50	2.21
异亮氨酸 Ile	0.06	0.04	4.40	4.15
亮氨酸 Leu	0.12	0.08	8.56	8.17
酪氨酸 Tyr	0.12	0.10	2.79	2.80
苯丙氨酸 Phe	0.10	0.06	3.78	4.41
赖氨酸 Lys	0.12	0.35	8.61	8.80
组氨酸 His	0.03	0.07	2.21	2.48
精氨酸 Arg	0.21	0.47	7.39	7.19
脯氨酸 Pro	0.09	0.09	0.09	0.09
色氨酸 Trp	0.03	0.04	4.41	4.03
总计	1.54	2.19	99.86	100.67
必需氨基酸	0.68	0.85	42.30	41.95
鲜味氨基酸	0.54	0.66	43.89	44.90
(E/T)/%	44	38	42.36	41.67

必需氨基酸是指赖氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、缬氨酸、色氨酸在分析过程中被破坏,其中胱氨酸和酪氨酸为半必需氨基酸。鲜味氨基酸是指谷氨酸、天门冬氨酸、苯丙氨酸、丙氨酸、甘氨酸、酪氨酸6种氨基酸。

从表8可以看出,泥鳅糟制处理前后,E/T比值均高于WHO衡量理想蛋白资源所推荐的比值36%。糟制后水解氨基酸变化不大,游离氨基酸总

量酒糟泥鳅显著高于新鲜泥鳅,其中甘氨酸、赖氨酸、精氨酸的含量提高了1倍以上,鲜味氨基酸和必需氨基酸的含量均提高20%以上,进一步揭示了泥鳅的营养组分在糟制过程中发生了一定的变化,这是来源于糖和肌酸的消耗,蛋白质在处理过程中发生降解,一系列氨基酸、有机酸、乙醇、葡萄糖和肌酸酐的累积^[22],使酒糟泥鳅的风味和营养更加丰富、全面。

3 结 论

研究表明,酒糟泥鳅的最佳杀菌温度为115℃,杀菌时间15 min。此条件下,酒糟泥鳅的色泽鲜亮,有酒香味,肉质酥软多汁,在保证酒糟泥鳅的卫生标准前提下,滋味、香气、质地和色泽达到最佳。同时,泥鳅经酒糟后游离氨基酸总量酒糟泥鳅显著高于新鲜泥鳅,其中甘氨酸、赖氨酸、精氨酸的含量提高了1倍以上,鲜味氨基酸和必需氨基酸的含量均提高20%以上,营养价值得到了提升。酒糟泥鳅不仅增加了国内泥鳅休闲产品的形式,而且赋予泥鳅独特的风味和更高的产品附加值,为泥鳅加工的产业化发展提供理论依据。

参考文献:

[1] 吴艳丽,常重杰.3个地理居群泥鳅的同工酶生化遗传分析[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2009,37(11):37-42.
WU Y L, CHANG Z J. Biochemical genetic analysis of isozymes in three populations of *Misgurnus anguillicaudatus*[J]. Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition), 2009, 37(11): 37-42.

[2] 仲嘉,易少奎,于永耀,等.长江流域泥鳅与大鳞副泥鳅种质资源调查与研究[J].水产学报,2015,39(8):1089-1098.
ZHONG J, YI S K, YU Y Y, et al. Investigation of *Misgurnus anguillicaudatus* and *Paramisgurnus dabryanus* in the Yangtze river basin[J]. Journal of Fisheries of China, 2015, 39(8): 1089-1098.

[3] YOU L, ZHAO M, REGENSTEIN J M, et al. *In vitro*, antioxidant activity and *in vivo*, anti-fatigue effect of loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) peptides prepared by papain digestion[J]. Food Chemistry, 2011, 124(1):188-194.

[4] LI Y, ZHOU J, ZENG X X, et al. A novel ACE inhibitory peptide Ala-His-Leu-Leu lowering blood pressures in spon-

taneously hypertensive rats [J]. Journal of Medicinal Food, 2016, 19(2): 181-186.

[5] LI Y, ZHOU J, HUANG K, et al. Purification of a novel angiotensin-I-converting enzyme (ACE) inhibitory peptide with an antihypertensive effect from loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2012, 60: 1320-1325.

[6] 叶青,涂宗财,刘戎梅,等.酒糟鱼工业化生产技术[J].食品与机械,2001(3):25-27.
YE Q, TU Z C, LIU R M, et al. Technology of industrialized production of vinasse fish[J]. Food and Machinery, 2001(3):25-27.

[7] 赵品,林婉玲,郝淑贤,等.酒糟罗非鱼间歇真空糟制工艺研究[J].南方水产科学,2016,12(3):84-90.
ZHAO P, LIN W L, HAO S X, et al. Intermittent vacuum wine lees pickling processing of drunk fish (*Oreochromis mossambicus*) [J]. South China Fisheries Science, 2016, 12(3):84-90.

[8] 谭汝成,曾令彬,熊善柏,等.调配和杀菌条件对酒糟鱼品质的影响[J].食品科技,2008,33(5):85-88.
TAN R C, ZENG L B, XIONG S B, et al. Effect of seasoning and sterilization conditions on quality of drunk fish [J]. Food Science and Technology, 2008, 33(5): 85-88.

[9] BORNHORST E R, TANG J M, SABLANI S S. Thermal pasteurization process evaluation using mashed potato model food with Maillard reaction products [J]. LWT-Food Science and Technology, 2017, 82: 454-463.

[10] 蓝岚,肖鸣鹤,鄢达敏.糟制方法、调配和加工技术对酒糟鱼品质的影响[J].江西水产科技,2012(2):44-46.

[11] 谭汝成,熊善柏,张晖.酒糟鱼糟制方法的研究[J].食品工业科技,2007,28(7):119-121, 188.
TAN R C, XIONG S B, ZHANG H. Study on the technology of wine lees picking of drunk fish [J]. Science and Technology of Food Industry, 2007, 28(7): 119-121, 188.

[12] 李莹.泥鳅蛋白源ACE抑制肽的酶法制备及其降压活性研究[D].南京:南京农业大学,2012.

[13] JAIN D, PANKAJ B P. Study the drying kinetics of open sun drying of fish [J]. Journal of Food Engineering, 2007, 78(4): 1315-1319.

[14] CHAVAN B R, YAKUPITIYAGE A, KUMAR S. Mathematical modeling of drying characteristics of Indian mackerel (*Rastrilliger kangurta*) in solar-biomass hybrid cabinet dryer [J]. Drying Technology, 2008, 26(12): 1552-1562.

- [15] 韩建春,魏婧,姜帆,等. 米酒发酵工艺条件对香气成分的影响[J]. 东北农业大学学报, 2013, 44(8): 6-13.
HAN J C, WEI J, JIANG F, et al. Rice wine fermentation conditions on influence of the aroma compositions[J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2013, 44(8): 6-13.
- [16] WANG L, XU R J, HU B, et al. Analysis of free amino acids in Chinese teas and flower of tea plant by high performance liquid chromatography combined with solid-phase extraction[J]. Food Chemistry, 2010, 123(4): 1259-1266.
- [17] 江潇潇,叶宇飞,章豪,等. 鸡蛋清、鸡蛋黄中17种氨基酸成分比较[J]. 浙江农业科学, 2015(9): 1498-1499.
- [18] LARSEN D, QUEK S Y, EYRES L. Evaluating instrumental colour and texture of thermally treated New Zealand King salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and their relation to sensory properties[J]. LWT-Food Science and Technology, 2011, 44(8): 1814-1820.
- [19] 刘云鹤,姚东瑞,周鸣谦,等. 不同加工条件对即食泥鳅质构特性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2012, 38(12): 104-106.
LIU Y H, YAO D R, ZHOU M Q, et al. Effect of processing conditions on texture characteristics of ready-to-eat loach[J]. Food and Fermentation Industries, 2012, 38(12): 104-106.
- [20] 王少伟. 酒糟鱼加工技术研究[D]. 无锡: 江南大学, 2012.
- [21] 李改燕. 糟鱼发酵过程中微生物菌群和风味变化的研究[D]. 宁波: 宁波大学, 2009.
- [22] DAIAN C, YANGFANG Y, JUANJUAN C, et al. Molecular nutritional characteristics of vinasse pike eel (*Muraenesox cinereus*) during pickling[J]. Food Chemistry, 2017, 224: 359-364.

Effect of Sterilization Technology on Quality of Vinasse Loach

LI Ying¹, DING Chenlong², ZHU Xiuling³, ZHOU Jianzhong¹, SHI Zhaoyuan³, HUANG Zisu¹

(1. Institute of Agricultural Products Processing, Jiangsu Academy of Agricultural Science, Nanjing 210014, China;

2. Suqian Academy of Agricultural Sciences, Suqian 223800, China;

3. College of Biological and Chemical Engineering, Anhui Polytechnic University, Wuhu 241000, China)

Abstract: The loach was prepared into vinasse loach through rice wine processing technology. The effect of sterilization technology on quality of vinasse loach was discussed, focusing on the flavor, color, texture, total bacterial count, and sensory score. Furthermore, the amino acids composition and nutritional values of vinasse loach were evaluated. The results showed that the best sterilization condition was 115 °C and 15 min. The vinasse loach was bright, tender, and juicy. The meat kept nice hardness and flexibility with pleasant wine flavor. The sensory score was of 85 points. After the vinasse processing, the total free amino acids content of loach was significantly enhanced, especially glycine, lysine, and arginine, which increased above 1 folds. The essential amino acids and umami amino acids contents both increased above 20% compared to the fresh loach. It manifested that the vinasse loach was not only more delicious, but also with higher nutritional value.

Keywords: vinasse; *Misgurnus anguillicaudatus*; sterilization condition; amino acid composition; quality

(责任编辑:李 宁)