

添加水产下脚料对蓝圆鲹发酵鱼露的影响

方忠兴, 翁武银, 王美贵, 刘光明, 曹敏杰*

(集美大学生物工程学院, 福建 厦门 361021)

摘 要: 以缩短鱼露的发酵周期及有效利用水产下脚料为目的, 在 30℃ 保温及露天日晒条件下制备水产下脚料粗酶提取液添加的蓝圆鲹发酵鱼露, 并与复合蛋白酶添加的发酵鱼露作比较。在发酵过程中, 测定鱼露的 pH 值、总氮、氨基酸态氮、水分活度以及无盐可溶性固形物等理化指标。结果表明, 露天日晒条件下水产下脚料添加的鱼露发酵最好, 经过 80d 发酵后其总氮和氨基酸态氮含量分别达到 2.03g/100mL 和 1.44g/100mL。游离氨基酸组分分析结果显示, 快速发酵鱼露的氨基酸比例与市售鱼露间存在差别, 但感官评价结果表明最终产品在气味、滋味等方面都具有较好的可接受性。

关键词: 鱼露; 水产下脚料; 发酵; 蓝圆鲹

Effect of Adding Aquatic Products Processing Waste on the Production of Fish Sauce Prepared from Fermented Mackerel (*Decapterus maruadsi*)

FANG Zhong-xing, WENG Wu-yin, WANG Mei-gui, LIU Guang-ming, CAO Min-jie*

(College of Biological Engineering, Jimei University, Xiamen 361021, China)

Abstract: To shorten the fermentation period of fish sauce and effectively utilize aquatic products processing waste, aquatic products processing waste was added to mackerel (*Decapterus maruadsi*) before starting the fermentation at a hold temperature of 30 °C or under sunlight illumination. Meanwhile, protamex was added as a substitute for aquatic products processing waste for a comparative investigation. pH and the contents of total nitrogen, amino nitrogen and non-salt soluble solids and water activity of the fermentation products at different fermentation stages were measured. The best fish sauce was produced by fermentation with the addition of aquatic products processing waste under sunlight illumination, its total nitrogen and amino nitrogen contents after 80 days of fermentation were 2.03 g/100 mL and 1.44 g/100 mL, respectively. The free amino acid composition analysis indicated that its amino acid composition was different from that of a commercial product, but it was acceptable to consumers in smell, taste and so on.

Key words: fish sauce; aquatic products processing waste; fermentation; *Decapterus maruadsi*

中图分类号: TS254.8

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2010)23-0132-06

鱼露^[1], 又称鱼酱油或虾油, 是我国沿海地区及东南亚国家传统发酵产品, 由于其含有多种人体必需的氨基酸、不饱和脂肪酸、生物活性肽以及矿物质成分, 营养丰富, 并具有独特的风味, 自古以来深受当地居民的喜爱^[2-4]。近年来, 随着人们对天然调味品需求的增加, 鱼露的消费市场正逐渐向欧洲、北美等国家扩展^[5]。目前鱼露生产主要采用天然发酵方法, 即以一些低值鱼, 如鲱鱼、沙丁鱼、鲱鱼等为原料, 通过长时间的盐渍、日晒夜露等工艺发酵而得, 其原理是利用鱼体自身的内源酶, 在嗜盐菌等微生物的共同作用

下, 将鱼肉中的蛋白质、脂肪等分解为小肽和不饱和脂肪酸, 从而形成以氨基酸为主的调味品。由于发酵过程中添加了 30% 以上的食盐, 虽然能有效抑制有害菌的生长, 但是过高的盐浓度也严重抑制了鱼肉内源酶的活力及鱼肉的自溶, 大大延长了发酵周期。高盐食品可能引发心血管类的疾病, 对消费者的健康构成威胁, 高盐度也影响了最终产品的风味。此外, 传统鱼露由于长时间的日晒, 还有一定的腥臭味, 消费市场的扩大受到一定的限制。因此, 研究一种生产周期短、低盐并具有良好风味的新型鱼露对于开辟新的市场, 促进

收稿日期: 2010-04-06

基金项目: “十一五” 国家科技支撑计划项目(2008BAD94B01); 集美大学中青年创新团队基金项目(2006A002)

作者简介: 方忠兴(1984—), 男, 硕士, 主要从事食品生物技术研究。E-mail: jht-2000@126.com

* 通信作者: 曹敏杰(1964—), 男, 教授, 博士, 主要从事蛋白质化学和水产加工研究。E-mail: mjcao@jmu.edu.cn

我国鱼露加工业的良性发展具有现实意义。

目前,国内外对鱼露的快速生产发酵已有较多报道,主要有:超高压水解法^[6]、外加酶发酵^[7]、外加曲发酵^[8]和加酸减盐^[9]等快速发酵方法。这些研究虽然取得了一定的进展,但是也存在一定的局限性,如超高压水解法只能在实验室进行,不容易达到产业化规模;外加酶发酵会产生苦味肽,影响风味;加酸减盐发酵法虽然可以促进肉类的自溶并缩短发酵时间,但是所得鱼露口感偏酸,不符合人们的饮食习惯而难以被接受。

利用水产动物内脏的内源酶发酵鱼露^[10-11]是近几年来新的发酵方法,它不仅可以充分利用水产加工过程中的大量下脚料,还可以缩短鱼露生产周期。目前,福建与广东等地有许多水产加工企业,在加工过程中会产生大量的水产下脚料废弃物。这些废弃物中含有多种内源性蛋白酶可用于水解蛋白质且不易产生苦味肽^[12]。

因此,本研究在此基础上,以缩短鱼露的发酵周期及有效利用水产下脚料为目的,以低值海洋鱼类蓝圆鲹为原料,在鱼露发酵过程中添加水产下脚料,并在鱼露发酵期间,对鱼露的主要成分总氮、氨基酸态氮、游离氨基酸、水分活度等指标进行定期检测,以此考察水产下脚料对鱼露发酵周期和鱼露品质的影响,为今后开发鱼露加工新工艺提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

新鲜冷冻蓝圆鲹购于厦门市集美区农贸市场;水产加工下脚料由厦门美拉德食品配料有限公司提供。

复合蛋白酶 诺维信(中国)生物技术有限公司;甲醛、浓硫酸、硫酸钾(均为分析纯) 广西西陇化工厂;氢氧化钠(分析纯) 国药集团化学试剂有限公司;丙酮酰胺、SDS 美国 Bio-Rad 公司;SDS-PAGE 标准蛋白 Fermentas 公司。

1.2 仪器与设备

AG-22331 可见-紫外分光光度仪 德国 Eppendorf 公司;Avanti J-25 高速冷冻离心机 美国 Beckman 公司;Hygropalm 便携式水分活度仪 上海博鑫科技有限公司;G:Box 凝胶成像仪 英国 Syngene 公司;PT-2100 组织捣碎机 瑞士 Kinematica 公司;L-8900 氨基酸自动分析仪 日本 Hitachi 公司。

1.3 方法

1.3.1 鱼露的发酵

绞碎的冷冻蓝圆鲹-水-盐按质量比 1:0.5:0.225 混合后,再添加适量的水产下脚料粗酶提取液或复合蛋白酶搅拌混合均匀。将调制好的样品放置于 30℃ 恒温箱保温发酵或者露天日晒发酵,在发酵期间定期取样进行分析检测,并以未添加水产下脚料粗酶提取液或复合蛋白酶的

样品作为对照组。

1.3.2 测定方法

粗酶酶活力测定采用 Folin-酚法;总氮测定采用微量-凯氏定氮法;水分测定采用直接干燥法;脂肪测定采用索氏抽提法;灰分测定采用直接灰化法;氨基酸态氮测定采用甲醛滴定法^[13];挥发性盐基氮测定采用微量扩散皿法^[14];pH 值测定采用酸度计测定;水分活度测定采用便携式水分活度仪。

1.3.3 无盐可溶性固形物测定

利用糖度计测得可溶性总固形物含量减去氯化钠含量作为无盐可溶性固形物含量,其中氯化钠含量采用硝酸银滴定法^[15]测定。

1.3.4 蓝圆鲹肌原纤维蛋白的制备

取新鲜的蓝圆鲹肌肉切碎后加入 5 倍体积的 20mmol/L Tris-HCl (pH8.0)缓冲液,用组织捣碎机捣碎后 4℃、8000 × g 离心 10min。获得的沉淀用同样的缓冲液悬浊、组织捣碎机捣碎后离心。重复以上操作两次,最后将离心得到的沉淀溶于 4 倍体积的含有 0.5mol/L NaCl 的 20mmol/L Tris-HCl (pH8.0)缓冲液,即作为蓝圆鲹肌原纤维蛋白^[16]。

1.3.5 水产下脚料粗酶提取液的制备

将水产下脚料与 20mmol/L Tris-HCl (pH8.0)缓冲液按 1:30 比例混合,用组织捣碎机捣碎,重复多次(每次不超过 20s,间隔 1min),于 4℃、15000 × g 离心 30min,八层绢布过滤取上清即水产下脚料的内源性蛋白酶。

1.3.6 水产下脚料粗酶提取液对蓝圆鲹肌原纤维蛋白的降解

利用 20mmol/L Tris-HCl (pH8.0)缓冲液提取水产下脚料中的天然复合蛋白酶,将获得的水产下脚料提取液与蓝圆鲹肌原纤维蛋白混匀后放置于 30℃ 进行保温反应,间隔一定时间取样并用蛋白质变性剂(8mol/L 尿素-6% β-巯基乙醇-4 × SDS 电泳缓冲液)终止肌原纤维蛋白的降解反应,经 95℃ 加热 10min 后取上清液作为 SDS-PAGE 的电泳样品。另外,以复合蛋白酶代替水产下脚料提取液作为对照组。

1.3.7 SDS-PAGE

SDS-PAGE 根据 Laemmli 等^[17]的方法进行,也就是利用 12% 的 SDS 凝胶进行电泳后,用考马斯亮蓝染色液染色,利用脱色液(甲醇-乙酸-水体积比为 30:10:60)脱色到背景完全透明为止。

1.3.8 游离氨基酸分析

经滤纸过滤后的鱼露用蒸馏水稀释 500 倍后,利用氨基酸自动分析仪测定鱼露中的游离氨基酸含量。

1.3.9 感官评价

按照 Fukami 等^[18]感官评价方法做了一些改动,具体如下:取 10mL 鱼露在室温下静置 30min,用市售特

级鱼露作为对照,并对鱼露的气味(鱼腥味、胺味、腐臭味、酱香味、肉香味)和滋味(苦味、酸味、鲜味)进行感官评价,根据气味和滋味的强弱给分,强度最高的给10分,气味和滋味均不明显的给0分。

2 结果与分析

2.1 原料鱼的成分分析

表1 蓝圆鲹的组成

Table 1 Chemical composition of *Decapterus maruadsi*

成分	水分	蛋白质	脂肪	灰分
含量/%	74.8	18.4	4.2	2.3

原材料的组成成分对于鱼露成品的质量、营养价值以及色、香、味等都有不同程度的影响,尤其是蛋白质含量对鱼露的品质有密切关系^[19],原料中蛋白质含量会影响鱼露的氨基酸含量和鲜味,脂肪含量高则容易产生油耗味及不良风味。由表1可知,蓝圆鲹蛋白质含量为18.4%,脂肪含量为4.2%,与其他用来生产鱼露的原料鱼相比^[20-21],蓝圆鲹属于高蛋白、低脂肪鱼类。其中本实验采用的水产下脚料的粗酶活力为1000U/g。

2.2 发酵过程中pH值的变化

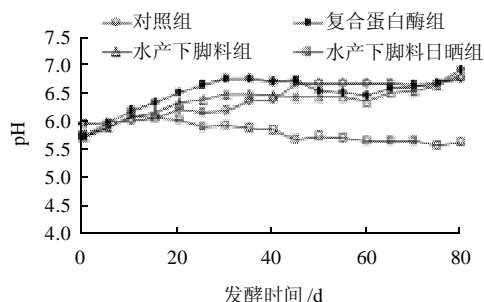


图1 发酵过程中pH的变化

Fig.1 Changes of pH value during fermentation

由图1可知,不管是水产下脚料组还是复合蛋白酶组,发酵液的pH值变化趋势均与对照组类似,都是在发酵初期pH值缓慢上升,在发酵中期30~60d,pH基本稳定,在发酵后期pH值又逐渐上升;水产下脚料日晒组的pH值在发酵初期10d内略呈上升趋势,随后逐渐下降,发酵45d以后基本达到平衡,pH值一直保持在5.6~5.7之间。发酵液的pH值是发酵过程中各种反应结果的综合表现,一方面,鱼肉中大部分有机酸类成分随着发酵会逐渐溶出,另一方面,在蛋白酶的作用下,鱼肉蛋白质不断分解生成游离氨基酸,这些都会促使发酵液呈酸性。同时,以氨为代表的微碱性挥发性盐基氮产生会使发酵液的pH值上升^[22]。陈瑜

珠等^[23]报道了当鱼露发酵液的pH值高于6.0时,表明腐败菌生长较旺盛,有些蛋白质被分解产生挥发性盐基氮。本研究的结果也显示,在30℃保温发酵中,15%的盐添加量可能无法完全抑制腐败微生物的繁殖,氨基酸被进一步分解产生挥发性盐基氮导致pH值的上升,因此,不管是水产下脚料组还是复合蛋白酶组,发酵液的pH值都高于初始pH值并呈上升倾向。水产下脚料日晒组由于在5~7月进行,中午温度高于35℃,鱼肉溶出物和氨基酸的生成速度加快,会使发酵液中的水分活度迅速下降,抑制腐败微生物的生长,因此发酵过程中发酵液的pH值一直在6.0以下且没有呈现上升的趋势。

2.3 发酵过程中总氮的变化

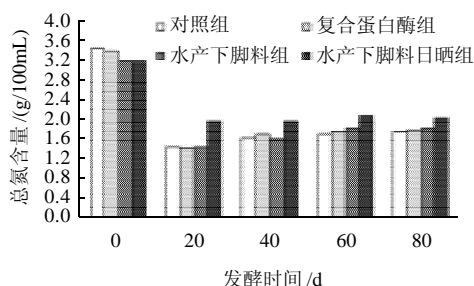


图2 发酵过程中总氮的变化

Fig.2 Changes of total nitrogen content during fermentation

由图2可知,未发酵时,鱼肉盐水通过加热、离心、过滤得到的上清液中,总氮含量为3.2~3.4g/100mL。这可能是鱼肉蛋白具有很强的水合能力^[24],使大量水与肌原纤维蛋白结合,水溶性蛋白质被浓缩导致总氮含量增加。而通过20d发酵,肌原纤维被水解,结合水游离出来,因此总氮含量显著下降(图2)。在发酵过程中,与对照组比较,水产下脚料组或复合蛋白酶组在发酵20~40d内总氮含量有明显增加,在发酵40d之后总氮含量有若干增加。其中,水产下脚料日晒组的总氮含量最高。鱼肉蛋白质在蛋白酶及微生物等作用下可以被分解为小肽、氨基酸等可溶性物质。鱼露中可溶性总氮含量会伴随着发酵的进行不断增加^[25]。除了水产下脚料日晒组的总氮含量基本保持不变外,其他3组的总氮含量随着发酵时间的延长都有若干增加。徐伟^[10]对添加鲑鱼内脏快速发酵鱼露的研究结果表明,发酵温度越高,鱼露中的总氮含量越容易在短时间内达到高峰,而且最终的总氮含量也越高。这与本研究的结果类似,推测可能是水产下脚料日晒组的发酵温度比较高,鱼肉自溶加速,蛋白质分解较完全,因此得到的鱼露中总氮含量也最高。

2.4 发酵过程中氨基酸态氮和挥发性盐基氮的变化

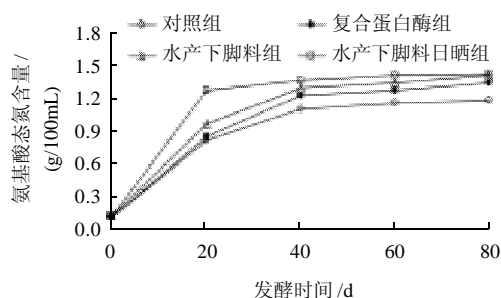


图3 发酵过程中氨基酸态氮的变化

Fig.3 Changes of amino nitrogen content during fermentation

氨基酸态氮通常作为鱼露质量的一个重要指标,标志着鱼露在发酵过程中蛋白质水解的程度^[26]。由图3可知,在30℃保温条件下,在发酵20d内,鱼露中的氨基酸态氮含量变化显著。不管是水产下脚料组或复合蛋白酶组,鱼露中的氨基酸态氮含量都比对照组高,表明外加蛋白酶可以加速蓝圆鲈鱼肉蛋白质在发酵过程中的分解。根据水产下脚料组的氨基酸态氮含量比复合蛋白酶组高的结果可以判断,水产动物的内源性蛋白酶更容易使蓝圆鲈鱼肉蛋白质分解,迅速转化为可溶性蛋白质、多肽、氨基酸等物质。图3也显示了在发酵20d后不管是水产下脚料组或复合蛋白酶组还是对照组,在30℃保温条件下氨基酸态氮含量呈一定的上升趋势,但水产下脚料日晒组的氨基酸态氮含量变化程度不大,基本稳定在1.44g/100mL左右。

黄志斌^[19]报道了甲醛法测定的氨基酸态氮不能单纯解释为氨基酸含量的上升,也可能是挥发性盐基氮含量增加的缘故。因此,本研究对80d发酵鱼露的挥发性盐基氮进行测定(表4),在露天日晒条件下发酵鱼露中的挥发性盐基氮含量最低,只有80.7mg/100mL,表明了露天日晒可以抑制发酵过程中腐败微生物的生长,从而有效减少鱼露中组胺和三甲胺的产生。

2.5 发酵过程中无盐可溶性固形物含量的变化

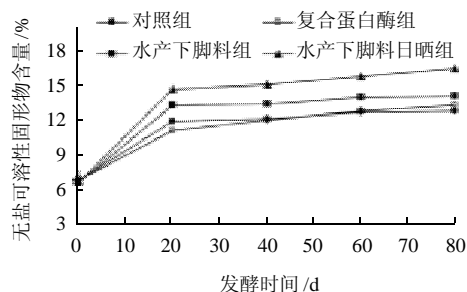


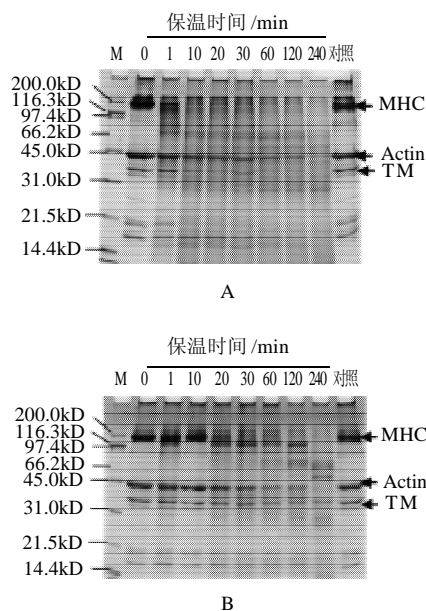
图4 鱼露中无盐可溶性固形物含量的变化

Fig.4 Changes of non-salt soluble solid content during fermentation

无盐可溶性固形物主要包括可溶性蛋白质、多肽、

氨基酸、糖、酸等物质,一般可以反映鱼露中主要营养物质的含量。由图4可知,发酵前20d鱼露的无盐可溶性固形物含量显著增加,发酵20d后无盐可溶性固形物增加缓慢,并且水产下脚料日晒组鱼露的无盐可溶性固形物含量最高。图4显示的无盐可溶性固形物含量在发酵过程中的变化趋势与图2显示的总氮含量变化趋势相似,说明本研究制备的鱼露中无盐可溶性固形物主要以可溶性蛋白质、多肽和氨基酸为主。一般地,无盐可溶性固形物达到15%就属于特级鱼露^[27],因此,在日晒条件下添加水产下脚料发酵得到的鱼露可达到这个要求。

2.6 水产下脚料对蓝圆鲈肌原纤维蛋白降解的影响



A. 水产下脚料提取液对肌原纤维蛋白的降解;
B. 市售复合蛋白酶对肌原纤维蛋白的降解。

图5 在30℃条件下不同蛋白酶对蓝圆鲈肌原纤维蛋白的降解
Fig.5 SDS-PAGE analysis of myofibrillar protein degradation at 30℃ treated with different proteinases

为了阐明水产下脚料在蓝圆鲈发酵鱼露生产过程中的作用,以复合蛋白酶作为对照,利用SDS-PAGE比较了在同酶活力情况下水产下脚料提取液和市售复合蛋白酶对蓝圆鲈肌原纤维蛋白降解的影响(图5)。在图5A水产下脚料提取液对蓝圆鲈肌原纤维蛋白的降解中,在30℃条件下保温1min后蓝圆鲈肌球蛋白重链(MHC)就已经大量被降解,在保温240min后MHC完全被降解,而且在SDS-PAGE中肌动蛋白(Actin)和MHC之间没有发现有明显的蛋白条带,表明了水产下脚料提取液对蓝圆鲈经过240min作用后,MHC基本上被降解为小于Actin的肽段。然而,在图5B复合蛋白酶对蓝圆鲈肌原纤维

蛋白的降解中,在30℃条件下保温20min后MHC才部分降解,保温240min后MHC虽然也被完全降解,但是伴随着MHC的降解却积聚了大量的分子质量为50~70kD的蛋白片段,表明了市售复合蛋白酶对蓝圆鲈MHC的降解能力远低于水产下脚料提取液。虽然水产下脚料提取液对Actin的降解效果比市售复合蛋白酶稍差,但是水产下脚料提取液对原肌球蛋白(TM)的降解能力也明显高于市售复合蛋白酶。另外,伴随着蓝圆鲈肌原纤维蛋白的降解,在水产下脚料提取液添加组中低于21.5kD的蛋白条带大量增加后消失,然而市售复合蛋白酶却没有观察到这种现象,再次说明了水产下脚料中含有的天然蛋白酶的降解能力大于市售复合蛋白酶。因此,在蓝圆鲈鱼露发酵过程中添加水产下脚料,比市售复合蛋白酶更容易使鱼肉蛋白质转化为氨基酸态氮等可溶性物质。

2.7 游离氨基酸分析

发酵80d的鱼露游离氨基酸组分的分析结果如表2所示。市售特级鱼露游离氨基酸总量达到8.358g/100mL,其中Glu和Gly含量比较高。复合蛋白酶组、水产下脚料组、水产下脚料日晒组的游离氨基酸总量分别为8.648、7.107g/100mL和9.689g/100mL,而对照组的游离氨基酸总量仅为5.594g/100mL,再次表明了外加蛋白酶可以有效地将鱼肉蛋白质转化为小肽和游离氨基酸。由表2可知,本研究得到的鱼露中的Glu和Gly含量远低于市售特级鱼露,但Leu和Lys却高于市售特级鱼露。Lopetcharat等^[28]报道了氨基酸是鱼露的主要风味物质,Glu可增加鱼露的鲜味,而Lys不会改变鱼露的气味,

却会改变鱼露的风味。一般氨基酸的呈味是由其浓度和pH值决定的。为了进一步探讨本研究得到的鱼露的呈味性,对游离氨基酸按鲜味(Glu+Asp)、苦味(Arg+Lys+His+Phe+Leu+Ile+Met+Val+Tyr)及甜味(Pro+Thr+Ala+Gly+Ser)进行分类讨论^[29]。结果发现,在对照组、复合蛋白酶组、水产下脚料组和水产下脚料日晒组中,相对于游离氨基酸总量的鲜味系列游离氨基酸含量分别为15.8%、24.2%、12.7%和21.1%,低于市售特级鱼露的37.1%;苦味系列游离氨基酸含量分别为60.2%、54.6%、62.9%、53.6%,大大高于市售特级鱼露的20.0%;甜味系列游离氨基酸含量分别为20.5%、14.2%、18.9%、19.6%,也低于市售特级鱼露的42.2%。这些结果显示了市售特级鱼露含有大量的鲜味和甜味氨基酸,尤其是Glu和Gly的含量,而本研究通过80d快速发酵得到的鱼露苦味氨基酸含量比较高,可能会影响鱼露的风味。

表3 鱼露的感官评价

Table 3 Sensory evaluation scores of fish sauces

产品	气味					滋味		
	鱼腥味	酱香味	肉香味	胺味	腐臭味	酸味	苦味	鲜味
市售特级鱼露	4.05	6.40	3.81	0.82	0.35	0.06	0	5.53
对照组	5.25	4.25	4.00	1.00	0.33	0.06	0	4.93
水产下脚料组	3.53	4.75	2.79	0.24	0.12	0	0.12	4.88
复合蛋白酶组	2.65	4.81	2.75	0.82	0.06	0	0	5.24
水产下脚料日晒组	1.53	6.41	2.88	0.47	0	0.13	0.12	5.36

由表3可知,在日晒条件下添加水产下脚料发酵的鱼露在4组样品中比较容易被消费者接受,鲜味及酱香

表2 鱼露中游离氨基酸的组分分析

Table 2 Free amino acid composition of fish sauces

氨基酸种类	市售特级鱼露		对照组		复合蛋白酶组		水产下脚料组		水产下脚料日晒组	
	含量/(g/100mL)	比例/%	含量/(g/100mL)	比例/%	含量/(g/100mL)	比例/%	含量/(g/100mL)	比例/%	含量/(g/100mL)	比例/%
Asp	0.285	3.4	0.140	2.5	0.891	10.3	0.182	2.6	0.717	7.4
Thr	0.176	2.1	0.023	0.4	0.472	5.5	0.438	6.2	0.780	8.0
Ser	0.094	1.1	0.019	0.3	0.040	0.5	0.039	0.5	0.468	4.8
Glu	2.817	33.7	0.746	3.3	1.205	13.9	0.718	10.1	1.325	13.7
Gly	2.296	27.5	0.515	9.2	0.495	5.7	0.581	8.2	0.437	4.5
Ala	0.947	11.3	0.485	8.7	0.758	8.8	0.521	7.3	0.974	10.1
Cys	0.054	0.6	0.197	3.5	0.048	0.6	0.058	0.8	0.042	0.4
Val	0.270	3.2	0.494	8.8	0.691	8.0	0.618	8.7	0.848	8.8
Met	0.108	1.3	0.278	5.0	0.303	3.5	0.300	4.2	0.187	1.9
Ile	0.222	2.7	0.382	6.8	0.572	6.6	0.482	6.8	0.510	5.3
Leu	0.366	4.4	0.615	11.0	0.832	9.6	0.739	10.4	0.638	6.6
Tyr	0.125	1.5	0.139	2.5	0.267	3.1	0.255	3.6	0.321	3.3
Phe	0.160	1.9	0.306	5.5	0.445	5.1	0.418	5.9	0.500	5.2
Lys	0.362	4.3	0.880	15.7	1.041	12.0	1.071	15.1	1.268	13.1
His	0.059	0.7	0.269	4.8	0.359	4.2	0.400	5.6	0.453	4.7
Arg	0.001	0.01	0.003	0.05	0.008	0.1	0.006	0.1	0.008	0.08
Pro	0.015	0.2	0.103	1.8	0.219	2.5	0.283	4.0	0.214	2.2
Total	8.358	100	5.594	100	8.648	100	7.107	100	9.689	100

表4 发酵80d后4组鱼露的理化性质
Table 4 Physico-chemical properties of fish sauces

组分	对照组	复合蛋白酶组	水产下脚料组	水产下脚料日晒组	市售特级鱼露
总氮含量/(g/100mL)	1.75	1.77	1.81	2.03	1.53
氨基酸态氮含量/(g/100mL)	1.20	1.36	1.42	1.44	1.18
挥发性盐基氮含量/(mg/100mL)	118.3	104.9	108.5	80.7	107.8
水分活度	0.88	0.86	0.85	0.78	0.78
游离氨基酸含量/(g/100mL)	5.59	8.65	7.11	9.69	7.97

味较好,且基本没有苦味及鱼腥味。然而,利用传统发酵方法制备的市售特级鱼露及对照组,鱼腥味较重,且有一定程度的胺味,可能会限制鱼露消费市场的扩大。

2.8 最终产品的组分分析

从表4可以看出,水产下脚料日晒组的发酵效果最好,不管是从总氮、氨基酸态氮还是游离氨基酸总量均比其他组的高,且最终产品的水分活度仅为0.78。微生物与水分活度(a_w)间存在很高的相关性,当 a_w 低于0.80时,通常大多数霉菌不能生长^[30]。本研究结果只有水产下脚料日晒组的水分活度低于0.80,表明了日晒条件下发酵的鱼露不利于腐败微生物的生长,产品适合贮藏。

3 结论

发酵液的pH值变化、总氮含量和游离氨基态氮含量的变化表明了露天日晒条件下,水产下脚料添加发酵的效果最好,暗示了外加酶低盐发酵鱼露适合在较高湿条件下进行。

尽管游离氨基酸组分分析结果显示了水产下脚料添加发酵鱼露的苦味氨基酸比例比较高,但感官评价结果却显示其口感并不比商品化鱼露逊色。因此,将水产下脚料用于鱼露生产不仅有利于缩短其生产周期,也有利于水产动物资源的高效利用。

参考文献:

- [1] LEE C H. Fish fermentation technology in Korea[M]. Tokyo: United Nations University Press, 1993: 187-201.
- [2] 徐伟,任艳,薛长湖.鱼酱油国外研究进展[J].食品工业科技,2007,28(9): 244-247.
- [3] ISHIDA M, SUGIYAMA N, SATO M, et al. Two kinds of neutral serine proteinases in salted muscle of anchovy[J]. Biosci Biotechnol Biochem, 1995, 59(6): 1107-1112.
- [4] 饶小凡,李建才,魏峥,等.四种传统中国食品中SOD样活性物质的研究[J].中国粮油学报,1996,11(2): 18-22.
- [5] BRILLANTES S. Histamine in fish sauce health and safety considerations[J]. Info Fish International, 1999, 4: 51-56.
- [6] 邵赟,薛长湖,李兆杰.超高压对鲢鱼蛋白水解的影响[J].食品与发酵工业,2007,33(6): 41-44.
- [7] 侯温甫,黄泽元,汪秀文,等.淡水鱼加工下脚料速酿低盐鱼露的工艺研究[J].食品科学,2009,30(23): 322-325.
- [8] 张雪花,齐凤兰.鲢鱼露发酵工艺的研究[J].食品与发酵工业,2000,

- 27(1): 37-41.
- [9] GILBERG A, HERMES J E, OREJANA F M. Acceleration of autolysis during fish sauce fermentation by adding acid and reducing the salt content[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1984, 35(12): 1363-1369.
- [10] 徐伟.鲢鱼加工废弃物低盐鱼酱油速酿工艺及生化特性研究[D].山东:中国海洋大学,2008.
- [11] DISSARAPHONG S, BENJAKUL S, VISESSANGUAN W. The influence of storage conditions of tuna viscera before fermentation in the chemical, physical and microbiological changes in fish sauce during fermentation[J]. Bioresource Technology, 2006, 97: 2032-2040.
- [12] 林奕封,曾庆孝,朱志伟,等.利用内源蛋白酶对虾头水解的研究[J].广州食品工业科技,2003,19(2): 5-7.
- [13] 高向阳.食品分析与检验[M].北京:中国计量出版社,2008.
- [14] CONWAY E J. Micro-diffusion analysis and volumetric error[M]. London: Crosby Lockwood and Son Ltd., 1950.
- [15] 宁正祥.食品成分分析手册[M].北京:中国轻工业出版社,1997.
- [16] TSUCHIYA T, MATSUMOTO J. Isolation, purification and a structure of carp myosin, HMM and LMM[J]. Nippon Suisan Gakkaishi, 1975, 41(12): 1319-1326.
- [17] LAEMMLI U K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4[J]. Nature, 1970, 227: 680-685.
- [18] FUKAMI K, ISHIYAMA S, YAGURAMAKI H, et al. Identification of distinctive volatile compounds in fish sauce[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, 50(19): 5412-5416.
- [19] 黄志斌.鱼露及水解鱼蛋白[M].北京:中国农业出版社,1996.
- [20] GILDBERG A. Utilisation of male Arctic capelin and Atlantic cod intestines for fish sauce production evaluation of fermentation conditions[J]. Bioresource Technology, 2001, 76: 119-123.
- [21] OSAKO K, ANWAR HOSSAIN M, KUWAHARA K, et al. Quality aspect of fish sauce prepared from underutilized fatty Japanese anchovy and rabbit fish[J]. Fisheries Science, 2005, 71(6): 1347-1355.
- [22] 冷耀宗.鱼露发酵和pH值变化规律初探[J].中国调味品,1988(8): 9-10.
- [23] 陈瑜珠,陶红丽,曾庆孝,等.利用罗非鱼加工下脚料发酵鱼露的研究[J].现代食品科技,2008,24(5): 441-443.
- [24] VENUGOPAL V. Seafood processing: adding value through quick freezing, retortable packaging, and cook-chilling[M]. New York: Taylor and Francis, 2006.
- [25] IJONG F G, OHTA Y. Physicochemical and microbiological changes associated with Bakasang processing[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1996, 71(1): 69-74.
- [26] BYUN M W, LEE K H, KIM D H, et al. Effects of gamma radiation on sensory qualities, microbiological and chemical properties of salted and fermented squid[J]. Food Protection, 2000, 63: 934-939.
- [27] 朱碧英,毋瑾超,冯旭文.多菌种酿造鲢鱼保健酱油的理化指标及氨基酸组成分析[J].海洋科学,2001,25(11): 10-12.
- [28] LOPETCHARAT K, CHOI Y J, PARK J W, et al. Fish sauce products and manufacturing: a review[J]. Food Reviews International, 2001, 17(1): 65-88.
- [29] 小俣靖.美味と味の科学[M].東京:丸井工文社,1986.
- [30] 车秀珠,蔡妙英.常见细菌系统鉴定手册[M].北京:科学出版社,2001.