

半干咸鱼不同脱盐方式的研究

陈慧芝¹, 张 慇^{*1}, 王拥军², 徐丰民²

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122; 2. 浙江严州府食品有限公司, 浙江 杭州 310014)

摘要: 分别研究了清水浸泡、添加脱盐剂、扎孔、振荡、真空反渗透等不同脱盐方式对半干咸鱼含盐量的影响,以鱼块含盐量及浸泡液的电导率、可溶性蛋白质含量、色差为监测指标,进行比较。结果表明,使鱼块含盐量降至质量分数 3% 的不同脱盐方式的脱盐时间:真空反渗透<振荡处理<扎孔处理<清水浸泡;添加质量分数 1.5% 海藻糖能最大限度地保持产品品质;综合脱盐速率和营养物质的损失,振荡处理是脱盐的有效手段之一;真空反渗透是一种快速脱盐的有效方式。

关键词: 脱盐;草鱼干;海藻糖;扎孔;振荡;真空反渗透

中图分类号: TS **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2014)01—0063—07

Study on the Different Desalting Methods of Half-Dried Grass Carp

CHEN Huizhi¹, ZHANG Min^{*1}, WANG Yongjun², XU Fengmin²

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Zhejiang Yanzhoufu Food Company, Hangzhou 310014, China)

Abstract: In this manuscript, the effects of the different desalting methods, such as clear water immersion, desalting agent, pricking, oscillation and vacuum reverse infiltration on the salt content of the half-dried grass carp were investigated, with the electrical conductivity, soluble protein content and chromatic aberration of soak liquid as parameters. The experiment results showed that the desalination times of 3% salt content in fish were vacuum reverse infiltration < oscillation < pricking < clear water immersion. Adding 1.5% trehalose can maintain better product quality, the oscillation was an effective desalination treatment base on desalination rate and loss of nutrients, and vacuum reverse infiltration was an effective means of rapid desalting.

Keywords: desalination, half-dried grass carp, trehalose, pricking, oscillation, vacuum reverse infiltration

我国鱼类资源非常丰富,水产养殖产量占全世界的 2/3,居世界首位。但是我国水产品加工率还不到发达国家的一半,淡水鱼的加工率更是不足 10%^[1]。

水产品是蛋白质、多不饱和脂肪酸、无机盐和维生素等的良好来源,蛋白质含量尤其丰富。然而新鲜淡水鱼极易腐败变质不易储存,干制是保存鱼的一

收稿日期: 2013-06-20

基金项目: 江苏省科技厅产学研项目(BY7012063)。

* 通信作者: 张 慇(1962—),男,浙江平湖,工学博士,教授,博士研究生导师,主要从事农产品加工与贮藏研究。

E-mail: min@jiangnan.edu.cn

种传统方法,淡水鱼一般采用腌制与干制相结合,在降低水分含量的同时也增加了渗透压从而延长了保质期。半干咸鱼含盐量(质量分数多在11%以下)较传统咸鱼干(质量分数多在15%~25%)要低,水分质量分数在60%左右^[2]。对于体积较大的淡水鱼可加工成半干咸鱼制品达到暂时延长保质期的目的,作为进一步深加工的原料。

草鱼属鲤形目鲤科雅罗鱼亚科草鱼属,是四大家鱼之一。草鱼肉组织柔嫩、味道鲜美、营养丰富,草鱼的质量分数及可食部分的化学成分大致为:水分质量分数74.4%,粗蛋白质19.5%,粗脂肪2.1%,矿物质1.9%,Ca质量分数460 mg/kg,Fe质量分数0.5 mg/kg^[3]。万娟等研究了草鱼咸干的脱盐工艺和加工工艺,比较了静水脱盐和真空渗透脱盐过程中电导率、可溶蛋白质的变化^[4]。然而在实际生产中,半干草鱼咸干的脱盐时间太长,尤其是在天气炎热的夏季,鱼干容易在脱盐过程中变质,进而影响后续生产。作者旨在寻找快速有效的脱盐方法,为实际生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料与试剂

市售半干草鱼咸干:购于无锡天鹏食品城。初始盐质量分数为9.67%,水质量分数为62.42%。

硝酸银,铬酸钾,考马斯亮蓝G250,磷酸,无水乙醇:均为分析纯。海藻糖,山梨糖醇:均为食品级。

1.2 仪器与设备

PB203-N电子天平:上海天平仪器厂产品;DDS-11AT数字电导仪:上海蕾磁新泾仪器有限公司产品;DKZ-450B型电热恒温振荡水槽:上海森信实验仪器有限公司产品;循环水式多用真空泵SHB-III A:上海豫康科教仪器设备有限公司产品;UV2006型紫外分光光度计:上海天美科学仪器有限公司产品;CHROMA METER CR-400色差计:柯尼卡美能达(中国)投资有限公司产品。

1.3 实验方法

将半干咸鱼按要求进行三去(去头、内脏、鱼鳞),切块修边至2.5 cm×4.0 cm,按照不同的脱盐方法进行脱盐。对草鱼干进行脱盐实验表明,在30℃、水料体积质量比为10 mL/g时脱盐180 min达到平衡,脱盐时间较短,鱼体质构保全较好,勿需中途换水,脱盐结束鱼干可直接用于加工,无需再添

加盐^[4]。将实验的水料体积质量比定为10 mL/g,按照不同的脱盐方法进行脱盐。

1.3.1 清水浸泡 将修边后的鱼块放入容器内,内装蒸馏水,使料液质量体积比为1 g:10 mL,浸泡6 h,每隔1 h测定鱼块的含盐量,浸泡液的电导率,可溶性蛋白含量和色差。

1.3.2 添加脱盐剂浸泡 在料液质量体积比为1 g:10 mL的浸泡液中添加一定浓度的水分保持剂作为渗透调节剂,浸泡2 h,选择出能增加食盐的外渗量的脱盐剂。在料液质量体积比为1 g:10 mL的浸泡液中添加不同质量浓度的脱盐剂,选择合适浓度。在合适浓度下,使料液质量体积比为1 g:10 mL,浸泡6 h,每隔1 h测定浸泡液的电导率,可溶性蛋白含量和色差。

1.3.3 扎孔处理 在不影响鱼块品质的前提下,用小细针对鱼块进行扎孔处理,正反面扎3×4个孔。放入清水中使料液质量体积比为1 g:10 mL,浸泡6 h,每隔1 h测定鱼块的含盐量,浸泡液的电导率,可溶性蛋白质含量和色差。

1.3.4 振荡处理 将修边后的鱼块放入电热恒温振荡水槽,料液质量体积比为1 g:10 mL,频率为60 Hz(每1秒左右振荡1次),共6 h,每隔1 h测定鱼块的含盐量,浸泡液的电导率,可溶性蛋白质含量和色差。

1.3.5 真空反渗透处理 将修边后的鱼块放入装有蒸馏水的抽滤瓶中,料液质量体积比为1 g:10 mL,将抽滤瓶的漏斗换成橡胶塞,使用循环水式多用真空泵,接通后抽真空,进行真空反渗透,工作压力为-0.09 MPa,作用6 h,每隔1 h测定鱼块的含盐量,浸泡液的电导率,可溶性蛋白质含量和色差。

1.4 实验指标测定方法

盐含量的测定:SC/T3011-2001中炭化浸出法;电导率的测定:电导仪;色差的测定:色差计;可溶性蛋白质质量浓度:采用考马斯亮蓝G250比色法。

2 结果与分析

2.1 脱盐剂的选择

2.1.1 脱盐剂种类的选择 鱼的脱盐速率与肌肉区域、样品大小、有无鱼皮、水料体积质量比、温度、搅拌速度、真空度等因素有关^[5]。在实际生产中,多采用静水脱盐的方法,即将鱼和水按一定比例浸泡脱盐,该方法利用水与鱼组织细胞内盐离子的浓度

差,使鱼中的盐离子部分溶出。但通过调节水料比、脱盐温度、样品大小等手段仅靠这一方法,效果可能还不够理想。作者旨在寻找合适的脱盐剂,能加快食盐的外渗量。

Brennan 等研究了海藻糖用作鳕鱼和低值鱼类渗透脱水调节剂,考察了海藻糖的浓度、浸渍时间、冻融程度等对渗透的影响^[6]。章银良研究表明在盐渍溶液中添加质量分数 2%海藻糖就可以明显增加食盐内渗量,添加海藻糖可以加速食盐的扩散和水分的脱去^[7]。海藻糖作为一种安全的多功能新型食品添加剂可以不限用量地应用于食品领域,由于具有良好的抗冻保湿作用及对抑制脂肪酸败有很好的效果等功能,可以应用在畜禽肉水产加工品中^[8]。山梨糖醇作为多羟基物质,能够有效的结合一些游离水,使其作为自身的水分,这样既可以保持水分,又不至于提高产品的水分活度,对产品的品质和保藏具有一定的改善作用^[9]。有国外学者研究山梨糖醇在鲑鱼生产的干燥过程的作用^[10]。

选择海藻糖、山梨糖醇剂几种常用的持水剂按质量分数 2%的量添加到水中。如图 1,添加质量分数 2%的海藻糖和山梨糖醇的鱼块在浸泡 2 h 后,其含盐量分别为 3.52%和 3.15%,清水浸泡的鱼块含盐量为 3.73%,均比清水浸泡的鱼块低;而添加其他 3 种一般持水剂,一水柠檬酸、丙三醇和多聚磷酸钠的鱼块含盐量比清水浸泡的鱼块高。结果表明,添加质量分数 2%的海藻糖和山梨糖醇均有利于脱盐,且山梨糖醇的脱盐作用较为显著。

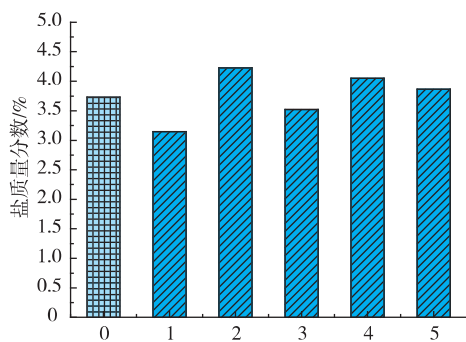


图 1 不同持水剂对鱼块盐质量分数的影响

Fig. 1 Effect of different water binding agents on salt content of fish

2.1.2 脱盐剂质量分数的选择 由图 1 结果可得,质量分数 2%的海藻糖和山梨糖醇在一定程度上利于脱盐,起到渗透压调节的作用。两者作为持水剂对脱盐的作用应该是双重的,在一定浓度范围内有利于盐离子从鱼块组织细胞内向浸泡液中渗透,另一方面也有利于盐离子从浸泡液中向鱼块组织细胞中渗透。但两者作为脱盐剂,利于脱盐的机理还有待于进一步的研究。为此选择合适的脱盐剂质量分数尤为重要。

1) 山梨糖醇质量分数的选择 山梨糖醇作为加工助剂在鱼的脱盐工艺中使用,考虑到残留量的问题,根据图 1 的结果选择有脱盐效果的量的上下范围内的浓度进行实验,得到图 2 反映的是添加不同比例山梨糖醇的清水 2 h 脱盐后鱼块的含盐量。从图 2 可以看出,质量分数 1.5%和 2.0%的添加量均有利于脱盐,且质量分数 2.0%的添加量脱盐效果最好,结果表明山梨糖醇的较适合添加量为质量分数 2.0%。

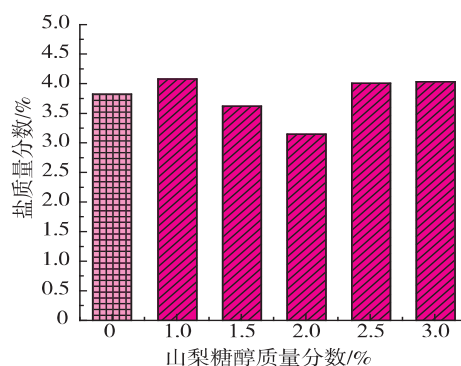


图 2 不同质量分数山梨糖醇对鱼块盐质量分数的影响

Fig. 2 Effect of different concentrations of sorbitol on salt content of fish

2) 海藻糖质量分数的选择 海藻糖作为一种安全的多功能新型食品添加剂可以不限用量地应用于食品领域,但质量分数 2.0%海藻糖的脱盐效果较山梨糖醇稍差一点,考虑到脱盐效果及成本,选择了 5 个质量分数进行实验。结果如图 3。图中表明,质量分数 1.5%和 2.0%的海藻糖均有利于脱盐,且质量分数 1.5%的脱盐效果较好。

综上所述,低质量分数和高质量分数的山梨糖醇和海藻糖不利于脱盐,这可能是由于在较低浓度下,两者表现为持水剂的作用更强,鱼块本身持水能力变强,使得鱼块组织细胞内的渗透压下降,减

小了鱼块组织细胞与浸泡液间的浓度差,不利于脱盐;而在高浓度条件下,两者在水中的含量较高,使得浸泡液的渗透压增大较多,这也减小了鱼块组织细胞与浸泡液间的浓度差,不利于脱盐。而在合适浓度下,可能是因为两者减小鱼块组织细胞与浸泡液间的浓度差的作用小于增大盐离子渗透的作用,从而表现出利于脱盐的作用。

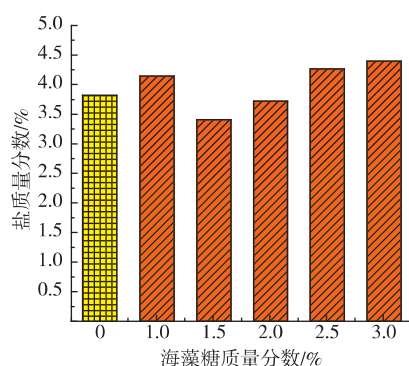


图3 不同质量分数海藻糖对鱼块盐质量分数的影响

Fig. 3 Effect of different concentrations of trehalose on salt content of fish

2.2 不同处理方式对鱼块盐质量分数的影响

除添加脱盐剂之外,还可以通过物理的手段如真空反渗透、超声波处理等来提高脱盐速率,超声波是一种频率高于 20 kHz 并且不引起听觉的弹性波。现普遍认为其空化效应、热效应和机械效应是超声技术的三大理论依据,其中空化效应最为重要。这 3 种效应均有利于提高脱盐速率,且热效应不能忽略,在预实验中,较低的功率(400 W)、很低的超声波处理频率(间隙时间 90 s,工作时间 5 s)的条件下超声波处理 1 h,浸泡液温度达到 40 °C 以上。由于实验材料较为特殊,且实际生产中不希望鱼块在脱盐过程中品质有较大的影响,鱼块的脱盐温度最好在 30 °C 以下,故没有选择超声波对其进行深入的研究。扎孔处理是一种较为原始的处理方法,在制作食物中,多作为入味处理以增加调味料的内渗量。在脱盐工艺中可以作为增加鱼块组织内物质与浸泡液的交换,有利于盐离子从鱼块组织向浸泡液中转移。振荡处理也是一种常见的处理方法,通过振荡的机械效应,增加了鱼块和浸泡液的接触,并使得浸泡液中盐离子浓度迅速达到平衡,降低了鱼块组织与浸泡液间浓度差减小的速度,从而起到了一定的脱盐效果。真空反渗透是真空渗透

的逆过程,利用一定的压强差,在同一渗透方向不断地抽真空,加大离子渗透动力,使鱼块组织细胞内的盐离子不断向低浓度溶液渗透,从而达到鱼块脱盐的作用^[11]。

故选择了扎孔处理、振荡处理、真空反渗透 3 种方法进行鱼块的脱盐,结果如图 4 所示。鱼的脱盐速率影响因素很低,如肌肉区域、组织形态,在实验中不能完全克服此类误差,故所得实验结果又少许波动,但从图 4 的总体趋势上看,扎孔处理、振荡处理和真空反渗透均有利于脱盐,振荡处理和真空反渗透脱盐结果明显好于扎孔处理,在 2 h 内真空反渗透脱盐效果最好,2 小时后振荡处理效果好于真空反渗透。使鱼块含盐量降至质量分数 3% 的不同脱盐方式的脱盐时间:真空反渗透<振荡处理<扎孔处理<清水浸泡。

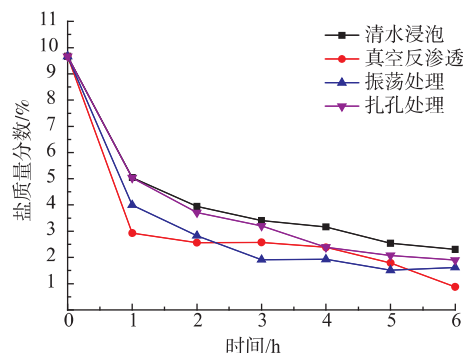


图4 不同处理方式对鱼块盐质量分数的影响

Fig. 4 Effect of different desalting treatments on salt content of fish

2.3 不同处理方式对浸泡液电导率的影响

用固体 NaCl(AR 级)与蒸馏水配成不同浓度的 NaCl 溶液,并测定溶液的电导率,得到溶液中 NaCl 的含量与电导率的关系曲线为 $y=1\ 029.3x+9.328\ 6$,如图 5。该曲线的 $R^2=0.994\ 4$ 。在实际生产中,一般采用溶液的电导率监测脱盐过程,通过测定溶液的电导率,可间接反映鱼块的含盐量。

图 6 反映的是不同处理方式对浸泡液电导率的影响,结果表明,添加脱盐剂、扎孔处理、振荡处理和真空反渗透处理均使得浸泡液中的电导率比清水浸泡的高。但是真空反渗透处理组的浸泡液电导率几乎与清水浸泡组的无显著性差异。这是由于溶液的电导率与溶液的温度有关,经过真空反渗透的浸泡液温度在 20~25 °C 之间,比清水浸泡的温度要低,所以其电导率值比其他处理组的低。从图 6

可知,虽然电导率是一种快速便捷的动态监测指标,但其影响因素较多,实验结果的精确度不高,只能作为参考指标之一,不能作为唯一的监测指标。

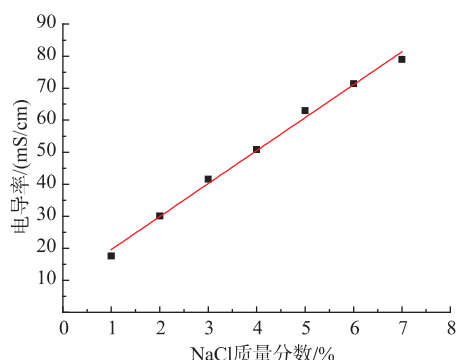


图5 溶液中NaCl质量分数与电导率关系曲线

Fig. 5 Relationship between NaCl concentration and conductivity of solution

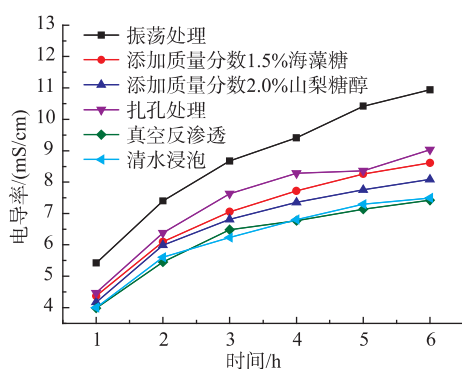


图6 不同处理方式对浸泡液电导率的影响

Fig. 6 Effect of different desalting treatments on electrical conductivity of soak liquid

2.4 不同处理方式对浸泡液中可溶性蛋白质质量分数的影响

在脱盐过程中由于食盐的外渗和溶解作用,鱼块组织中的盐离子浓度不断减少,鱼肉中的水溶性和盐溶性蛋白等物质逐渐渗出到浸泡液中,不仅造成鱼块的营养损失,还有利于微生物的生长。采用考马斯亮蓝 G-250 染料染色法对浸泡液中蛋白质进行测定,在 595 nm 波长处测定溶液的吸光度,标准蛋白质在 10~80 g/mL 之间呈现良好的正相关线性关系。该法简便快速、灵敏度较高、重现性较好。选择可溶性蛋白质含量作为评价脱盐方法对鱼块品质影响的一个间接指标。

结果如图 7 所示,除添加质量分数 1.5%海藻糖

组外,其余各组浸泡液中的可溶性蛋白质质量分数均比清水浸泡的要高,且真空反渗透组最明显,这表明长时间真空反渗透使鱼块中蛋白质流失严重,在进行真空反渗透处理时,为控制营养物质损失,时间应在 2 h 内。若选取相同含盐量,如 3%左右时进行比较,即清水处理 4.25 h,真空反渗透 1 h,振荡处理 1.5 h,扎孔处理 3.2 h 时的吸光值分别约为:0.88,0.53,0.33,0.79,则这些处理方法的吸光度均比清水浸泡要低,这说明在达到相同含盐量时的不同脱盐方式的可溶性蛋白流失均比清水浸泡要低,即这些脱盐方式不仅有利于提高脱盐速率,且因脱盐速度加快有利于营养物质的保持,减少了鱼块营养物质在脱盐过程中的损失。值得注意的是,添加 1.5%海藻糖组的可溶性蛋白质质量分数均比清水浸泡的要稍低一点,这与海藻糖的性质密不可分。

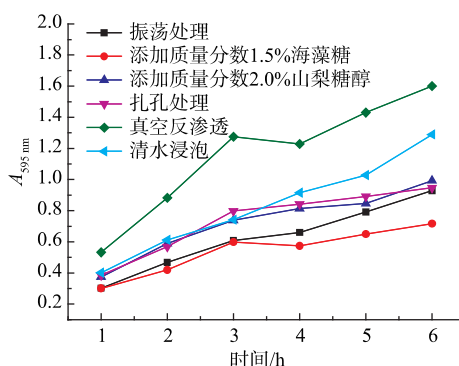


图7 不同处理方式对浸泡液中可溶性蛋白质质量分数的影响

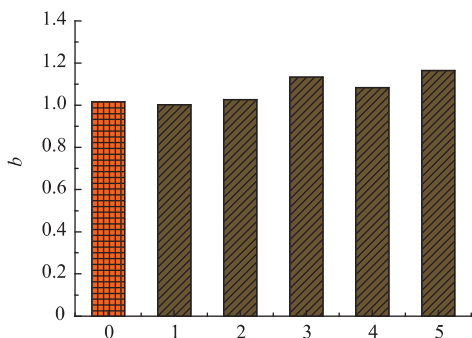
Fig. 7 Effect of different desalting treatments on soluble protein content of soak liquid

2.5 不同处理方式对浸泡液色差的影响

随着脱盐的进行,鱼块中组织中的出可溶性蛋白及其他物质也会逐渐渗出到浸泡液中,这表现为浸泡液越来越混着,透明度越来越低,浸泡液有最初的无色到白色再到浅黄色。色差计显示的数值 (L, a, b), L 值表示亮度, L 值越大亮度越高; a 值表示物质的红度, a 值越大越偏向红色; b 值表示物质的黄度, b 值越大越偏向黄色。选择 b 值来反映浸泡液的外观状态,间接反映鱼块的总营养损失状况。

图 8 为每个实验组脱盐 6 h 取样的 b 值平均值,从图 8 中可以看到出添加质量分数 1.5%海藻糖的 b 值比清水浸泡的低,其余处理组都比清水浸泡高。结果表明,质量分数 1.5%海藻糖的添加减少了鱼块浸泡过程中营养物质的损失;真空反渗透的

b 值平均值最大这与图 7 中吸光值的实验结果一致；而由于扎孔处理人为破坏了鱼块的组织结构，该处理组鱼块总营养损失也较为严重。



0: 清水浸泡; 1: 质量分数 1.5% 海藻糖液浸泡; 2: 质量分数 2.0% 山梨糖醇液浸泡; 3: 扎孔处理; 4: 振荡处理; 5: 真空反渗透

图 8 不同处理方式对浸泡液色差的影响

Fig. 8 Effect of different desalting treatments on chromatic aberration of soak liquid

3 结语

1) 使鱼块含盐量降至质量分数 3% 的不同脱盐方式的脱盐时间：真空反渗透 < 振荡处理 < 扎孔处

理 < 清水浸泡，以上 3 种脱盐方式的时间均比清水浸泡时间短。

2) 质量分数 1.5% 海藻糖处理组的鱼块可溶性蛋白及总营养物质损失较少，海藻糖有利于鱼块的营养物质保持，脱盐后的鱼块品质保持较好。山梨糖醇的脱盐效果虽然较好，但对鱼块营养成分的保持能力不及海藻糖，且使用范围没有海藻糖广泛，故海藻糖更适合运用到实际生产中。

3) 扎孔处理对鱼块整体的组织结构影响较大，鱼块固形物损失较为严重，但在达到相同含盐量时的可溶性蛋白质流失比清水浸泡要低。

4) 振荡处理的可溶性蛋白含量及色差值都居中，脱盐速度也较快，综合脱盐速率和营养物质的损失，振荡处理是一种脱盐的有效手段，在工业化生产中有广泛的应用前景。

5) 真空反渗透在 2 h 内是有效的脱盐方法，但超过 2 h 后可溶性蛋白质质量分数损失严重，且在真空反渗透过程中存在温度降低的现象，若结合保温设备如真空微波，则真空反渗透是快速脱盐的有效手段之一。

参考文献：

- [1] 张懋, 段振华, 汤坚. 低值淡水鱼加工利用研究进展[J]. 渔业现代化, 2003(3): 30-31.
ZHANG Min, DUAN Zhenhua, TANG Jian. Study research on Low-value freshwater fish processing and utilization [J]. **Fishery Modernization**, 2003(3): 30-31. (in Chinese)
- [2] 龚丽, 李浩权, 刘清化, 等. 半干咸鱼的加工工艺[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(9): 130-132.
GONG Li, LI Haoquan, LIU Qinghua, et al. Study on processing of half-dried salt-cured saltwater fish [J]. **Food and Fermentation Industries**, 2004, 30(9): 130-132. (in Chinese)
- [3] 冯志哲. 食品冷冻工艺学[M]. 上海: 科学技术出版社, 1982.
- [4] 万娟, 张懋, 王拥军, 等. 草鱼咸干的脱盐与卤鱼加工风味的研究[J]. 食品与生物技术学报, 2012, 31(5): 525-530.
WAN Juan, ZHANG Min, WANG Yongjun, et al. Study on the desalination of dried grass carp and the flavor research of marinated fish[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2012, 31(5): 525-530. (in Chinese)
- [5] Ana Andre's, Sneyder Rodriguez-Barona, Jose Manuel Barat. Analysis of some cod-desalting process variables [J]. **Journal of Food Engineering**, 2005(70): 67-72.
- [6] Shinderyuk V I, Bykowski P J. in Seafood: resources, nutritional composition, and preservation [M]. ed. Z. E. Sikorski, CRC, Boca Raton 1990, P.147.
- [7] 章银良. 海鳗腌制加工技术的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2007.
- [8] 刘晓娟, 田强, 王成福. 海藻糖的功能及在食品中的应用[J]. 中国食物与营养, 2008(1): 27-28.
LIU Xiaojuan, TIAN Qiang, WANG Chengfu. The function of trehalose and its application in food [J]. **Food and nutrition in China**, 2008(1): 27-28. (in Chinese)
- [9] 闫晓蕾, 邹延军, 孙冬梅, 等. 四种无磷持水物质对低温熏煮香肠持水性的影响[J]. 食品工业科技, 2012(4): 360-364.
YAN Xiaolei, HUAN Yanjun, SUN Dongmei, et al. Effects of four phosphorus-free water holding agents on water holding capacity of Low Smoked Sausage[J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2012(4): 360-364. (in Chinese)
- [10] Tomokazu KUBO, Hiroki SAEKI. Role of sorbitol in manufacturing dried seafood from heated squid meat [J]. **Fisheries Science**, 2001(67): 524-529.