

羊肝蛋白稳定性及 NaCl 质量分数对其功能特性的影响

Stability of sheep liver protein and effects of NaCl concentration on its functional characteristics

张晓燕¹ 吴子健¹ 陆健康² 侯惠静³

ZHANG Xiao-yan¹ WU Zi-jian¹ LU Jian-kang² HOU Hui-jing³

柳昊杰¹ 孟令莉¹ 赵颖涛⁴

LIU Hao-jie¹ MENG Ling-li¹ ZHAO Ying-tao⁴

(1. 天津商业大学生物技术与食品科学学院天津市食品生物技术重点实验室, 天津 300134;

2. 塔里木大学生命科学学院, 新疆 阿拉尔 843399; 3. 天津天狮学院食品工程学院, 天津 301700;

4. 天津商业大学艺术学院, 天津 300134)

(1. School of Biotechnology and Food Science, Tianjin Key Laboratory of Food Biotechnology, Tianjin University of Commerce, Tianjin 300134, China; 2. School of Life Sciences, Tarim University, Alar, Xinjiang 843399, China; 3. School of Food Engineering, Tianjin Tiens University, Tianjin 301700, China; 4. School of Art, Tianjin University of Commerce, Tianjin 300134, China)

摘要:采用差式扫描量热法、激光粒径分布仪等仪器分析法研究了羊肝蛋白的稳定性,同时研究了 NaCl 质量分数(0.0%, 1.8%, 3.6%)对羊肝蛋白的乳化性与起泡性等功特性及分子量分布和表面疏水性的影响。结果表明:随着 NaCl 质量分数的增加,水溶性羊肝蛋白(Water soluble liver proteins, WSLP)和盐溶性羊肝蛋白(Salt soluble liver proteins, SSLP)的表面疏水性也增加;SSLP 的变性温度为 87.9 °C,高于 WSLP 的变性温度(74.4 °C),表现出较好的热稳定性;WSLP 的粒径分布较为集中,且电位绝对值小于 SSLP;WSLP 和 SSLP 均显示出良好的乳化性能和泡沫稳定性,NaCl 质量分数的增加降低了 WSLP 的乳化性能,而对 SSLP 的乳化性能则没

有明显影响。NaCl 质量分数为 1.8% 时可提高 WSLP 和 SSLP 的起泡能力,而且不会影响其泡沫稳定性;而 NaCl 质量分数(3.6%)的进一步增加会降低起泡能力和泡沫稳定性。

关键词:水溶性蛋白;盐溶性蛋白;NaCl;稳定性;乳化性;起泡性

Abstract: Differential scanning calorimetry, laser particle size distribution instrument and other instrumental analysis methods were used to study the stability of sheep liver protein, as well as effects of NaCl content (0.0%, 1.8%, 3.6%) on sheep liver protein. Emulsifying & foaming properties, molecular weight distribution and surface hydrophobicity were evaluated. Results showed that with the increase of NaCl content, the surface hydrophobicity of water soluble liver proteins (WSLP) and salt soluble liver proteins (SSLP) also increased; the denaturation temperature of SSLP was 87.9 °C, higher than that of WSLP (74.4 °C), showing that SSLP had better thermal stability; and the particle size distribution of WSLP was narrower, and the absolute value of potential was less than SSLP; WSLP and SSLP both showed good emulsification performance and foam stability. The increase of NaCl content reduced the emulsification performance of WSLP, but had no obvious effects on the emulsification performance of SSLP. Adding 1.8% NaCl could increase the foaming ability of WSLP and SSLP without affecting their foaming

基金项目:天津市应用基础与前沿技术研究计划项目(编号:19JCTPJC54600);天津天狮学院自然科学研究项目(编号:K17003);天津市重点研发计划项目(编号:19YFLHSN00080);国家自然科学基金地区科学基金项目(编号:31760465)

作者简介:张晓燕,女,天津商业大学在读硕士研究生。

通信作者:吴子健(1973—),男,天津商业大学教授,博士。

E-mail: wzjian@tjcu.edu.cn

陆健康(1983—),男,塔里木大学副教授,硕士。

E-mail: lujiankang301@163.com

收稿日期:2020-11-05

stability. While a further increase in NaCl content (3.6%) would reduce the foaming ability and foaming stability.

Keywords: water-soluble protein; salt-soluble protein; NaCl; stability; emulsifying; foaming

肝脏是肉制品加工后廉价的副产物,含有大量的蛋白质和丰富的营养元素,如:氨基酸、矿物质和脂肪酸等^[1-2]。由于缺乏对羊肝蛋白质功能特性的研究,使得其利用局限于肝酱制品和动物饲料。与鸡肝和猪肝相比,羊肝中不仅含有丰富的微量元素(如 Cu、Fe)和必需脂肪酸(如 γ -亚麻酸),而且含有大量维生素和蛋白质(17.90 g/100 g·羊肝)^[3-4],使得其具有抗氧化、抑制脂质过氧化、抗肿瘤以及提高机体免疫力等功能^[5]。目前有关羊肝的研究基本集中在产品开发和工艺优化等方面,例如,韩志慧等^[6]将利用发酵和脱膻法去除了膻味羊肝与具有明目功效的营养液混合,研制得到了新型的羊肝羹;李黎等^[7]研制和开发了具有明目功效的羊肝口服液,并对其工艺参数进行优化;张宇^[8]优化了羊肝蛋白的提取工艺,并考察其抗氧化活性;文飞^[9]优化了羊肝蛋白多肽的制备工艺,并考察其抗氧化活性,未见 NaCl 含量对羊肝中不同蛋白组分功能特性影响的报道。

试验拟研究羊肝蛋白的稳定性及 NaCl 含量对水溶性羊肝蛋白(Water soluble liver proteins, WSLP)和盐溶性羊肝蛋白(Salt soluble liver proteins, SSLP)的乳化性、起泡性,以及其分子量分布和表面疏水性,以期羊肝蛋白的加工利用提供数据支持与理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料前处理

选取新鲜美利奴羊肝,手工除去血管和脂肪组织,然后分割成 300 g 左右的组织块,真空包装后,贮存于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下直至分析。

1.2 试剂

磷酸氢二钠、氯化钠:分析纯,天津市致远化学试剂有限公司;

磷酸二氢钠:分析纯,天津风船化学试剂科技有限公司;

十二烷基硫酸钠:分析纯,天津博迪化工股份有限公司;

三(羟甲基)氨基甲烷:分析纯,上海山浦化工有限公司;

考马斯亮蓝 G-250:分析纯,上海蓝季科技发展有限公司。

1.3 仪器与设备

高压均质机:AH100B 型,加拿大 ATS 公司;

纳米粒度分析仪:Zetasizer Nano-ZS 90 型,英国

Malvern 公司;

离心机:3-18K 型,德国 Sigma 公司;

真空冷冻干燥机:日本 EYELA 公司;

荧光分光光度计:FL970 型,香港 Techcomp 公司;

垂直电泳系统:SE 260 型,美国 Hoefer 公司;

超微量紫外分光光度计:NanoPhotometer-N50 型,德国 IMPLLEN 公司;

凝胶成像系统:Essential V6 型,英国 Uvitec 公司;

差示扫描量热仪(DSC):STA 449F3 型,耐驰科学仪器有限公司。

1.4 试验方法

1.4.1 羊肝基础指标的测定

(1) 羊肝粗蛋白含量:凯氏定氮法^[10]。

(2) 脂肪含量:索氏提取法^[11]。

1.4.2 羊肝蛋白提取 取冷冻羊肝 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下过夜放置融化后组织研磨,加入 4 倍体积的 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的 0.05 mol/L 磷酸钠盐缓冲液(pH 7.4),室温下振荡提取 30 min 后,于 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 离心($10\ 000\times g$)15 min,收集上清液,沉淀重复上述提取步骤两次,合并 3 次提取的上清液即为 WSLP 水溶液;取提取 WSLP 的沉淀加入 4 倍体积 0.60 mol/L NaCl 溶液(0.05 mol/L、pH 7.4 的磷酸钠缓冲液),按上述步骤提取合并上清液即为 SSLP 溶液;所得 WSLP 溶液和 SSLP 溶液置于 $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下透析(透析膜的分子截留量为 8 000~13 000 kDa)48 h^[12]。

1.4.3 十二烷基硫酸钠—聚丙烯酰胺凝胶电泳(SDS-PAGE) 参照文献^[13],具体参数:分离胶 12%、浓缩胶 5%、样品蛋白质量浓度 1.5 mg/mL,上样量 7 μL ,电压 200 V、电泳时间 40 min 左右。

1.4.4 热稳定性 根据李艳青^[14]的方法采用差示扫描量热仪(DSC)测定。称取 5~8 mg 蛋白样品于铝盒中,使用空置铝盒作为空白。设置参数为:测定温度 20~150 $^{\circ}\text{C}$,加热速度 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$,采用 pyris6.0 软件进行数据采集。

1.4.5 蛋白粒径及 Zeta 电位的测定 采用纳米粒径分析仪测定,设置参数为:蛋白质量浓度 1 mg/mL;使用配有 He/Ne 激光器, $\lambda=633\text{ nm}$ 。

1.4.6 表面疏水性的测定 取 4.0 mL 蛋白溶液(质量浓度范围为 0.01~0.05 mg/mL)加入 20 μL 的 8.0 mmol/L ANS 试剂,室温下反应 1.0 min 后测定其荧光吸收值,荧光分光光度计设备参数为:激发波长 370 nm、发射波长 490 nm、夹缝 5 nm、扫描速率 60 nm/s。以未加 ANS 的蛋白溶液为空白,然后以荧光强度为纵坐标,蛋白浓度为横坐标作图,其斜率即可反映蛋白质的表面疏水性(H_0)^[15]。

1.4.7 乳化性(EAI)及乳化稳定性(ESI)的测定 提取的羊肝蛋白溶于 NaCl 溶液中至蛋白质量浓度为 1.0 mg/mL,

并以 4 : 1 ($V_{\text{羊肝蛋白盐溶液}} : V_{\text{大豆油}}$) 的比例加入大豆油,均质(转速为 10 000 r/min)1 min 立即从底部取 100 μL 均质后溶液,并加入 10.0 mL 十二烷基硫酸钠溶液(0.1%、pH 7.0),混合均匀,测定 500 nm 下的吸光度记为 A_0 ,10 min 后,重复之前操作,测定吸光度,记为 A_{10} 。分别按式(1)和式(2)计算乳化性指数(Emulsifying activity index, EAI)、乳化稳定性指数(Emulsifying stability index, ESI)^[16-17]。

$$I_{\text{EA}} = \frac{2 \times 2,303}{C \times (1 - \varphi) \times 10^4} \times A_0 \times N, \quad (1)$$

$$I_{\text{ES}} = \frac{A_{10}}{A_0} \times 100\%, \quad (2)$$

式中:

I_{EA} ——乳化性指数, m^2/g ;

I_{ES} ——乳化稳定性指数, min;

φ ——油相体积分数(油的体积/乳化体系的体积), 25%;

C ——样品蛋白质含量, mg/mL;

A_0 、 A_{10} ——乳化体系在 0, 10 min 时的吸光度;

N ——稀释倍数, 100。

1.4.8 起泡性(FA)及泡沫稳定性(FS)的测定 使用 NaCl 溶液调节蛋白溶液的质量浓度为 2.0 mg/mL, 记录起始溶液体积为 V_0 , 以 10 000 r/min 均质 2 min, 测量蛋白溶液和泡沫的总体积, 计为 V_1 , 30 min 后, 再次测量蛋白溶液和泡沫的总体积, 计为 V_2 。分别按式(3)、(4)计算起泡性(Foaming activity, FA)、泡沫稳定性(Foaming stability, FS)^[18]。

$$A_{\text{F}} = \frac{V_1 - V_0}{V_0} \times 100\%, \quad (3)$$

$$S_{\text{F}} = \frac{V_2 - V_1}{V_1 - V_0} \times 100\%, \quad (4)$$

式中:

A_{F} ——起泡性, mL/g;

S_{F} ——泡沫稳定性, %;

V_0 ——初始时的液面高度, cm;

V_1 ——均质后的液面高度, cm;

V_2 ——静置 30 min 后的液面高度, cm。

1.5 统计分析

每组试验重复 3 次, 每次试验测定 3 个平行样, 结果用 SPSS 25.0 进行分析处理 ($P < 0.05$), 数据作图采用 OriginPro8.1 软件。

2 结果与分析

2.1 羊肝蛋白的基本表征

经试验测定, 羊肝中的粗蛋白质量分数为 18.76%, 其中 WSLP 的蛋白质纯度达到 90.528%, SSLP 的蛋白质纯度达到 70.564%, 脂肪质量分数为 2.19%。

2.2 SDS-PAGE 电泳

如图 1 所示, 以 Mark 为参照, WSLP 包含各种高分子量和低分子量的蛋白质, 在 20~100 kDa 的低分子量范围内发现多个条带, 主要的蛋白条带分别为 34, 46, 52, 63, 77 kDa。肌浆蛋白是分子量相对较低的水溶性球状蛋白, 主要由糖酵解途径的酶, 肌酸激酶和血红素色素组成^[19]。WSLP 的 SDS-PAGE 图中还显示了几种高分子量蛋白质, 其中主要蛋白质约为 110 kDa, 它们可能是成肌纤维的片段^[20]。

SSLP 的 SDS-PAGE 图谱中显示出高分子量和低分子量的蛋白质。主要的蛋白条带分别为 72, 63, 60, 42, 101 kDa, 然而, 与 WSLP 相比, 在低分子量范围内发现较少的蛋白质条带, 而在高分子量范围内发现较多的蛋白质条带, SSLP 的分子量分布与 Nuckles 等^[21]的研究相似。Steen 等^[22]将 42 kDa 的弱条带认为是肌动蛋白条带, 试验也具有相似推断。WSLP 和 SSLP 的 SDS-PAGE 图谱中有相似分子量的谱带, 可能是由蛋白质在磷酸盐和 NaCl 磷酸盐溶液中的部分溶解性所致, 也可能是存在具有相同分子量的不同蛋白质^[23]。

2.3 热稳定性

由图 2 可知, WSLP 和 SSLP 的变性温度分别在 74.4 $^{\circ}\text{C}$ 和 87.9 $^{\circ}\text{C}$ 左右, SSLP 的热稳定性高于 WSLP。

2.4 羊肝蛋白的粒径和 Zeta 电位

由图 3(a)可知, WSLP 的粒径在 100~1 000 nm 处

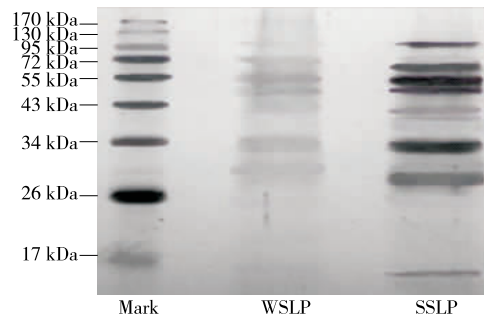


图 1 盐溶性与水溶性羊肝蛋白的 SDS-PAGE 电泳图谱

Figure 1 The image of protein gel electrophoresis

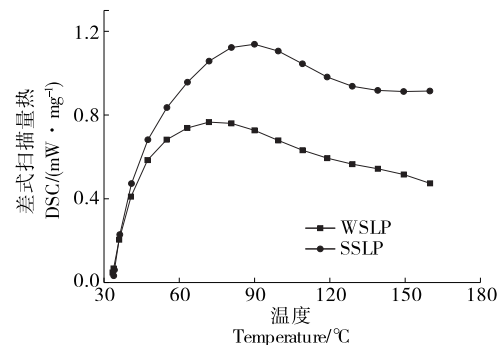


图 2 羊肝蛋白的 DSC 分析曲线

Figure 2 DSC analysis curve of sheep liver protein

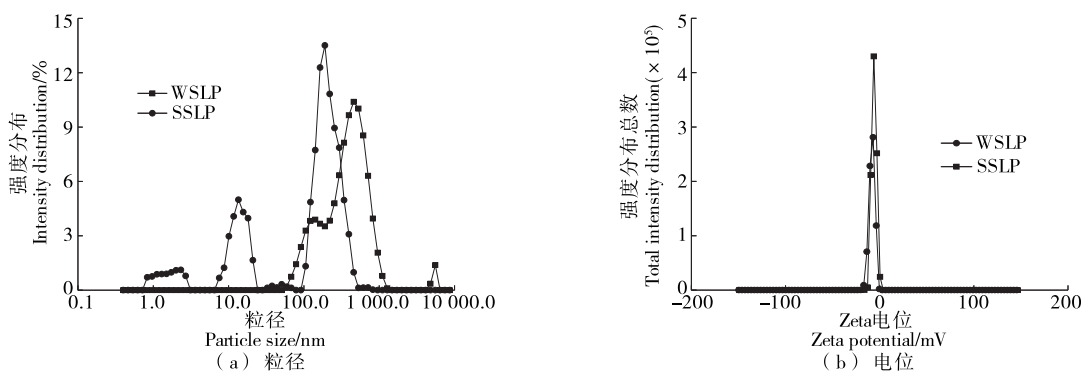


图 3 羊肝蛋白的粒径和电位分析图

Figure 3 Particle size and potential analysis of sheep liver protein

有较为集中的分布。而 SSLP 的分别在 $0 \sim 100$, $100 \sim 1\,000$ nm 出现分布, 其中在 $100 \sim 1\,000$ nm 出现的单峰, 与 WSLP 的粒径分布很相似。

由图 3(b) 可知, SSLP 的 Zeta 电位总数高于 WSLP 的, 静电相互作用较强, 表明 SSLP 可能更加稳定。

2.5 NaCl 质量分数对羊肝蛋白表面疏水性的影响

由表 1 可知: 当 NaCl 质量分数为 $0.0\% \sim 3.6\%$ 时, WSLP 和 SSLP 两类蛋白的表面疏水性会随 NaCl 质量分数的提高而增加; 未添加 NaCl 时, WSLP 的表面疏水性较 SSLP 低, 而 NaCl 质量分数为 1.8% 和 3.6% 时 WSLP 的表面疏水性却明显高于 SSLP, 说明 NaCl 质量分数对 WSLP 蛋白表面疏水性的影响程度较 SSLP 的要大。WSLP 主要为各种肌浆球蛋白, 特别是肌球蛋白相关蛋白, 盐离子的添加会使得原本处于蛋白质内部的疏水性氨基酸残基的侧链逐渐暴露于蛋白的外部^[24]。带负电荷的 Cl^- 会削弱水分子与蛋白分子间的氢键, 促进水分的迁移, 进而影响溶液体系中水分的分布; 同时 Cl^- 会与肌浆球蛋白丝中带正电荷的氨基酸残基侧链结合, 削弱原有蛋白分子内的离子键, 改变蛋白结构, 促使蛋白分子中疏水基团暴露于蛋白的表面, 进而增加其表面疏水性^[25]。

另外, SSLP 主要为各种肌原纤维蛋白, 而通常 NaCl 会促进 SSLP 各蛋白质的溶解, Thawornchinsombut 等^[26] 研究结果表明鱼的肌原纤维蛋白在 NaCl 浓度低于 0.6 mol/L (3.5%) 时, 蛋白的表面疏水性没有显著变化, 当 NaCl 浓度高于 0.6 mol/L 时, 其表面疏水性显著增加。

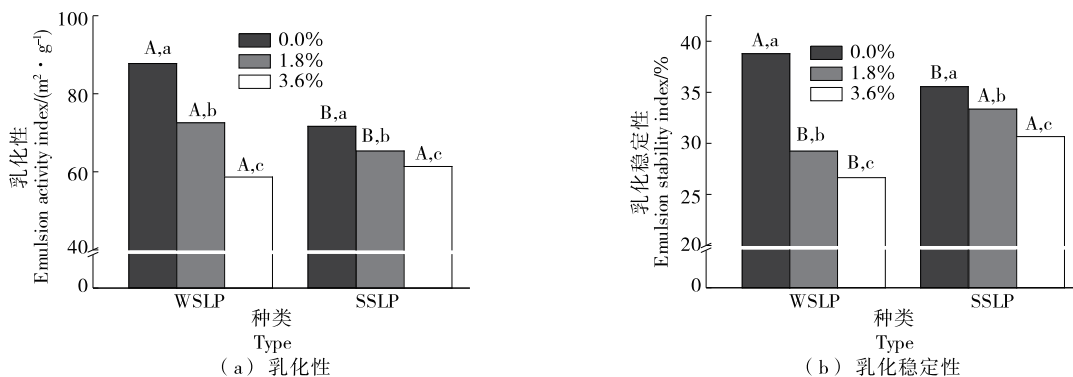
2.6 NaCl 质量分数对羊肝蛋白乳化性与乳化稳定性的影响

由图 4(a) 可知: WSLP 和 SSLP 乳化性随 NaCl 质量分数 ($0.0\% \sim 3.6\%$) 的增加而降低; 未添加 NaCl 以及 NaCl 质量分数为 1.8% 时, WSLP 的乳化性均明显高于 SSLP, 而 NaCl 质量分数为 3.6% 时, WSLP 的表面疏水性

表 1 NaCl 质量分数对 WSLP 和 SSLP 蛋白表面疏水性的影响

Table 1 Effects of NaCl concentration on proteinic surface hydrophobicity WSLP and SSLP

NaCl 质量分数/%	WSLP($\times 10^4$)	SSLP($\times 10^4$)
0.0	6.25 ± 0.17	10.12 ± 0.25
1.8	13.22 ± 0.31	11.55 ± 0.46
3.6	19.02 ± 0.53	14.66 ± 0.85



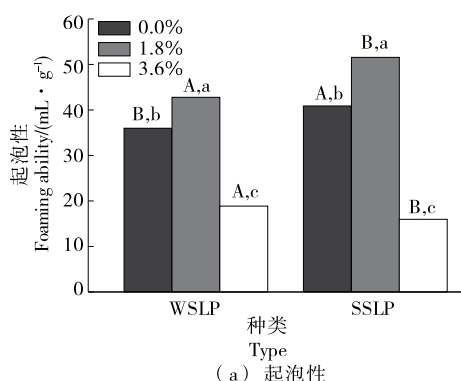
小写字母不同表示同一蛋白源不同盐浓度间差异显著 ($P < 0.05$); 大写字母不同表示同一盐浓度不同蛋白源间差异显著 ($P < 0.05$)

图 4 NaCl 质量分数对羊肝蛋白乳化性和乳化稳定性的影响

Figure 4 Effect of NaCl concentration on emulsification and emulsification stability of sheep liver protein

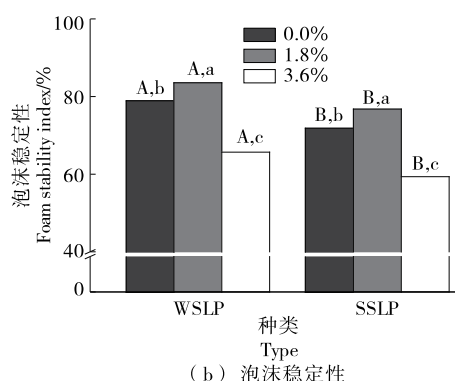
略低于 SSLP,说明 NaCl 质量分数对 WSLP 乳化性的影响较 SSLP 的大。

由图 4(b)可知:不添加 NaCl 时,WSLP 的乳化稳定性高于 SSLP;而 NaCl 质量分数在 1.8% 和 3.6% 时,WSLP 的乳化稳定性比 SSLP 的低。这是由于能够迁移到油水界面的蛋白质量降低或蛋白质从界面向连续相的扩散增加导致的,与静电、水合排斥和界面上吸附的蛋白分子之间的空间相互作用有关^[27]。Silva 等^[28]观察到,随着 NaCl 质量分数(0.0%~1.6%)增加乳液的乳化性降低,可能是由于乳液形成后蛋白质从界面到连续相的扩散增加。Khalid 等^[29-30]认为 NaCl 质量分数较低时(0.2%~1.0%)鹰嘴豆和芝麻籽乳化能力的提高,是因为溶解度的提高,而在较高的盐离子质量分数下(1.2%~2.0%)乳化能力的降低,是由于盐析效应。



2.7 NaCl 质量分数对羊肝蛋白起泡性与泡沫稳定的影响

由图 5 可知:NaCl 质量分数为 0.0%~3.6% 时,WSLP 和 SSLP 的起泡性和泡沫稳定性均呈先增加后降低的趋势。当 NaCl 质量分数为 1.8% 时,WSLP 和 SSLP 的起泡性和泡沫稳定性显著增加,因为此时两种蛋白的表面疏水性增加(如表 1 所示),蛋白质在空气/水界面处的相互作用增强,但当 NaCl 质量分数为 3.6% 时,WSLP 和 SSLP 的起泡性显著下降,是因为疏水性氨基酸残基向外部空间暴露太多时,蛋白质分子间疏水相互作用增强,进而发生凝聚导致产生空气与水界面蛋白薄膜的蛋白量减少,引发起泡性下降,如 Zouari 等^[31]研究结果显示添加 1% 的 NaCl 可提高火鸡肝脏蛋白的起泡性,而当 NaCl 添加量为 2% 时,起泡性显著降低。Zou 等^[32]研究表明起泡性和泡沫稳定性会影响肝酱产品的加工及贮藏。



小写字母不同表示同一蛋白源不同盐浓度间差异显著($P<0.05$);大写字母不同表示同一盐浓度不同蛋白源间差异显著($P<0.05$)

图 5 NaCl 质量分数对羊肝蛋白起泡性和泡沫稳定性的影响

Figure 5 Effect of NaCl concentration on foaming property and foam stability of sheep liver protein

3 结论

经提取后的羊肝中含有 90.528% 的水溶性蛋白和 70.564% 的盐溶蛋白。水溶性羊肝蛋白的十二烷基硫酸钠—聚丙烯酰胺凝胶电泳图谱以低分子量为主,而盐溶性羊肝蛋白在分子量范围的条带较多。羊肝盐溶蛋白的热稳定性较高,且粒径分布也较为集中,说明盐溶蛋白的稳定性较高,电位分析也可验证这一结果。添加 NaCl 可显著降低羊肝水溶蛋白和盐溶蛋白的乳化性和乳化稳定性,而起泡性和泡沫稳定性发生显著的先增加后降低的趋势。

参考文献

[1] BABATUNDE A, ANDREW F, AMANDA C, et al. The potential of animal by-products in food systems: Production, prospects and challenges[J]. Sustainability, 2017, 9(7): 1 089.
[2] MULLEN A M, ALVAREZ C, ZEUGOLIS D I, et al. Alternative uses for co-products: Harnessing the potential of

valuable compounds from meat processing chains[J]. Meat Science, 2017, 206(10): 15-33.

[3] MAJEWSKA D, SZCZERBINSKA D, LIGOCKI M, et al. Comparison of the mineral and fatty acid profiles of ostrich, turkey and broiler chicken livers[J]. British Poultry Science, 2016, 57(2): 193-200.
[4] 罗娜, 邹伟, 等. 猪、兔、羊、鸡肝脏中必需微量元素和脂肪酸含量的比较研究[J]. 广东微量元素科学, 2005, 12(3): 45-50.
[5] 景安琪, 吕南, 双全, 等. 羊肝干与鲜羊肝营养价值及食用品质比较研究[J]. 肉类研究, 2019(9): 13-18.
[6] 韩志慧, 隋皎, 马偲珍. 明目羊肝羹的工艺技术研究[J]. 山西农业科学, 2013, 41(3): 254-258.
[7] 李黎, 马偲珍, 唐燕. 明目羊肝口服液关键工艺优化参数研究[J]. 食品科技, 2012(5): 92-95.
[8] 张宇. 羊肝蛋白提取工艺的优化及其抗氧化性研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2014: 3-8.
[9] 文飞. 羊肝蛋白多肽的制备及抗氧化活性研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2017: 4-10.
[10] 国务院卫生行政部门. 食品安全国家标准 食品中蛋白质

- 的测定: GB 5009.5—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010: 1-3.
- [11] 国务院卫生行政部门. 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定: GB 5009.6—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016: 1-2.
- [12] STEEN L, GLORIEUX S, GOEMAERE O, et al. Functional properties of pork liver protein fractions[J]. Food and Bioprocess Technology, 2016, 9(6): 970-980.
- [13] 王帅, 吴子健, 王素英, 等. 三步沉淀法纯化鸡卵类黏蛋白[J]. 食品科学, 2014, 35(24): 74-80.
- [14] 李艳青. 蛋白质氧化对鲤鱼蛋白结构和功能性的影响及其控制技术[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2013: 20-60.
- [15] KATO A, NAKAI S. Hydrophobicity determination by a fluorescence probe method and its correlation with surface properties of proteins[J]. Biochimica et Biophysica Acta, 1980, 624(1): 13-20.
- [16] AGYARE K K, ADDO K. Emulsifying and foaming properties of transglutaminase-treated wheat gluten hydrolysate as influenced by pH, temperature and salt[J]. Food Hydrocolloids, 2009, 23(1): 72-81.
- [17] TAN T C, KANYARAT K, AZHAR M E. Evaluation of functional properties of egg white obtained from pasteurized shell egg as ingredient in angel food cake[J]. International Food Research Journal, 2012, 19(1): 303-308.
- [18] 杨希娟, 党斌, 吴昆仑, 等. 青稞蛋白的超声波辅助提取工艺及其功能特性研究[J]. 中国食品学报, 2013, 13(6): 48-56.
- [19] TORNBERG E. Effects of heat on meat proteins—Implications on structure and quality of meat products[J]. Meat Science, 2005, 70(3): 493-508.
- [20] PÉREZ A S, RUIZ A G, CONTRERAS C M, et al. Separation and identification of sarcoplasmic proteins from hams from three white pig crosses containing Duroc[J]. European Food Research & Technology, 2003, 216(3): 193-198.
- [21] NUCKLES R O, SMITH D M, MERKEL R A. Meat by-product protein composition and functional properties in model systems[J]. Journal of Food Science, 2010, 55(3): 640-643.
- [22] STEEN L, FRAEYE I, MEY E D, et al. Effect of salt and liver/fat ratio on viscoelastic properties of liver paste and its intermediates[J]. Food & Bioprocess Technology, 2014, 7(2): 496-505.
- [23] NISHITA K, KIMURA S, WATABE S. Structure-function relationships of muscle proteins from fish and shellfish[J]. Nsugaf, 1994, 60(4): 541.
- [24] PUOLANNE E, HALONEN M. Theoretical aspects of water-holding in meat [J]. Meat Science, 2010, 86(1): 151-165.
- [25] 汪媛, 张立彦, 齐宏超. NaCl 及温度对猪肉脱水过程中蛋白质性质的影响[J]. 肉类研究, 2018, 32(7): 1-6.
- [26] THAWORNCHINSOMBUT S, PARK J W. Role of ionic strength in biochemical properties of soluble fish proteins isolated from cryoprotected pacific whiting mince [J]. Journal of Food Biochemistry, 2005, 29(2): 132-151.
- [27] CAI Lu-yun, NIAN Lin-yu, CAO Ai-ling, et al. Research progress in the structure-function relationship of aquatic antifreeze proteins and its application in food processing and storage[J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(22): 346-352.
- [28] SILVA V D M, SILVESTRE M P C. Functional properties of bovine blood plasma intended for use as a functional ingredient in human food[J]. LWT-Food Science and Technology, 2003, 36(7): 709-718.
- [29] KHALID E K, BABIKER E E, TINAY A H E. Solubility and functional properties of sesame seed proteins as influenced by pH and/or salt concentration[J]. Food Chemistry, 2003, 82(3): 361-366.
- [30] RAGAB D D M, BABIKER E E, ELTINAY A H. Fractionation, solubility and functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata*) proteins as affected by pH and/or salt concentration[J]. Food Chemistry, 2004, 84(2): 207-212.
- [31] ZOUARI Nacim, NAHED Fakhfakh, Wafa Ben, et al. Turkey liver: Physicochemical characteristics and functional properties of protein fractions[J]. Food and Bioprocess Technology, 2011, 89(2): 142-148.
- [32] ZOU Ye, WANG Li, LI Peng-peng, et al. Effects of ultrasound assisted extraction on the physicochemical, structural and functional characteristics of duck liver protein isolate[J]. Process Biochemistry, 2017, 52: 174-182.

信息窗

欧盟拟修订咯菌腈在某些小型水果和浆果中的最大残留限量

2021 年 3 月 12 日, 欧盟食品安全局 (EFSA) 发布消息称, 拟修订咯菌腈 (fludioxonil) 在某些小型水果和浆果中的最大残留限量。

根据欧盟条例 (EC) No 396/2005 第 6 章的规定, Syngenta Agro GmbH 提交了该修订申请。目前咯菌腈在越橘、醋栗和蓝莓中现有的最大残留限量为 2 mg/kg,

拟议的最大残留限量为 4 mg/kg。在茶藨子中现有的最大残留限量为 3 mg/kg, 拟议的最大残留限量为 4 mg/kg。

根据风险评估结果, 欧洲食品安全局得出结论, 根据报告的农业实践, 长期摄入由于使用咯菌腈而产生的残留物不太可能对消费者健康构成风险。

(来源: <http://news.foodmate.net>)