

盛伟喜,李莹,张韵晨,等.不同贮藏期下威士忌酒风味南美白对虾即食虾仁的品质[J].江苏农业科学,2021,49(24):172-177.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.24.030

不同贮藏期下威士忌酒风味南美白对虾即食虾仁的品质

盛伟喜^{1,2},李莹^{1,2},张韵晨²,冯进²,柴智²

(1.南京农业大学食品科技学院,江苏南京 210095;2.江苏省农业科学院农产品加工研究所,江苏南京 210014)

摘要:旨在以南美白对虾为原料,开发一种威士忌酒口味即食虾仁,根据感官评分、微生物指标、质构、扫描电镜等试验结果,研究即食虾仁在 25℃贮藏条件下的品质变化。结果表明,贮藏 14 d 内,产品的感官品质良好,菌落总数均低于 3×10^4 CFU/g;弹性、内聚性随着贮藏时间的延长而逐渐降低,咀嚼性、硬度则随贮藏时间的延长呈现先提高后降低的趋势。通过扫描电镜观察贮藏 0、14 d 后虾仁的微观结构,发现虾仁的质地保持良好。电子舌分析结果显示,虾仁在酸味、咸味、鲜味和苦味味觉传感器上的信号响应值具有明显差异,丰富度及回味响应值良好。结合试验结果,预测虾仁在 25℃贮藏条件下的货架期为 20 d。即食虾仁中含量最高、最低的氨基酸分别是谷氨酸、组氨酸,必需氨基酸占氨基酸总量的比例约为 37.53%,非必需氨基酸占氨基酸总量的比例约为 10.47%。虾仁中蛋白质含量高达 22.8%,脂肪含量仅有 0.6%,是一种高蛋白低脂肪的产品。

关键词:南美白对虾;即食虾仁;威士忌酒;理化指标;品质研究

中图分类号:TS254.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)24-0172-06

南美白对虾为对虾科动物,又称太平洋白虾,具有丰富的营养价值,其肌肉富含钙、磷、锰、锌等重要的生命元素,同时由于其蛋白含量高、脂肪含量极低^[1],因此备受人们喜爱。南美白对虾肉质细腻且生长周期短,近年来我国南美白对虾的产量日渐增加,最高可占对虾总产量的 86%^[2]。由于南美白对虾中自溶酶活性较强,非蛋白氮含量较高,在生产流通中易于腐败,因此在工业上为了延长虾的货架期,避免资源浪费,需要对生鲜虾进行加工,并且添加一些保鲜剂,如茶多酚等^[3]。有时为了提升虾的冷藏保藏效果,还需要添加某些食品添加剂^[4]。此外,在生产熟虾的过程中会产生大量副产物,例如在生物医学中应用的纤溶酶、胶原酶等^[5]。目前国内关于对虾预处理工艺的研究较多,如肖朝耿等研究发现,利用沸水对南美白对虾加热 90 s,此时虾仁的感官风味较好,胶黏性、弹性、硬度、咀嚼性都最佳,蛋白质的流失量最少^[6]。加热时间会对

对虾水分、蛋白质等营养成分产生影响。李文亮等研究不同预处理方式对对虾品质的影响发现,将对虾在 90℃下加热 3 min 后再置于 4℃条件下腌制 4 h,随后将腌制后的对虾进行烘干处理,使其能够保持 70%左右的水分,再于 -30℃速冻 1 夜^[7]。此加工方式处理的虾仁肉身完整、肉泽鲜亮、鲜味浓郁。员冬玲等研究对虾干制的处理方式发现,由于温度对对虾产品肉制及风味的影响较大,同时降温干燥过程中干燥温度与干燥速率成正比,故干燥温度不宜过高,以 140℃为宜^[8]。

目前我国对虾产业存在对虾加工品技术含量较低、产业组织化程度低等诸多问题^[9],且目前市场上对虾加工工艺对于即食南美白对虾的口味调配及产品保藏缺乏一定的创新。威士忌酒口味对虾是一种新型风味的即食对虾,威士忌酒具有独特风味,经过水的稀释更能引出其潜在香味,经威士忌酒调味后的虾仁风味品质更易被人们接受,研究发现,威士忌酒原料中的酵母可以显著提高南美白对虾的抗氧化能力,同时也能增强对虾的生长性能、免疫力和抗病能力^[10]。此外,乙醇会更有利于去除虾仁本身的腥味,同时也能起到一定的杀菌效果,进而延长产品的货架期,这在加工过程中起到产品后期的保鲜效果,并且能够降低其本身的杀菌条件,降低能耗。目前对虾的冷冻加工技术在工业上已经较为成熟,产品市场已经接近饱和,但是关

收稿日期:2021-03-29

基金项目:食品科学与技术国家重点实验室开放课题(编号:SKLF-KF201712);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(18)2010]。
作者简介:盛伟喜(1998—),男,江苏宿迁人,硕士研究生,主要从事营养健康研究。E-mail:405191297@qq.com。

通信作者:李莹,博士,研究员,硕士生导师,主要从事营养因子挖掘及评价、水产及药食类营养稳态加工、营养精准配伍的研究。
E-mail:hijoly@163.com。

于熟虾制品和加工技术的研究还不够,研制新型即食对虾产品有助于产业优化,推进加工技术改革,其市场具有更好的发展前景。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

新鲜南美白对虾,购自南京市玄武区孝陵卫农贸市场;百龄坛特醇威士忌酒,由苏格兰百龄坛酒庄生产;平板计数琼脂,购自北京奥博星生物技术有限责任公司。

1.2 仪器与设备

L-8900 全自动氨基酸分析仪,日本日立公司;LabDancer 涡旋仪,德国 IKA 公司;SW-CJ1FD 超净工作台,苏州安泰空气技术有限公司;TMS-TOUCH 质构仪,美国 FTC 公司;SA402B 味觉分析系统,日本 INSENT 公司;EVO-LS10 扫描电子显微镜,德国

蔡司公司。

1.3 试验方法

1.3.1 鲜虾处理 操作流程:鲜虾→预煮→去壳→煮制→调味→包装→高压灭菌→封口。

操作要点:预煮 25 ~ 30 s,使虾仁紧致,便于脱壳,将虾线及虾头完全去除,煮制后调味放置至少 4 h,高压灭菌完成后进行真空封口。

调味料的配方:1%食盐,1%酱油,2%蚝油,2%鱼露,X%威士忌酒(X由试验确定)。

1.3.2 感官评定 对成品虾仁进行感官评定,为了使评定标准一致,制定如表 1 所示的感官评价标准。虾仁感官评价小组由 10 位感官评定员组成,同时对产品色泽、形态、气味及组织进行评分,各项指标采用 100 分制,权重相同,其中 100 分表示品质最佳,50 分表示感官可接受,小于 50 分表示感官拒绝,各项评分均用平均值 ± 标准偏差表示。

表 1 感官评分标准

分值	色泽	形态	气味	质地
1 ~ <50	光泽暗淡,虾身颜色为浅红色	形态不完整,虾身有损伤	虾鲜味很小,香味淡,腥味明显	组织软、无弹性、口感极粗糙
50 ~ <70	光泽一般,虾身颜色偏红	形态较完整,虾身损伤较小	虾鲜味一般,香味淡,腥味较明显	组织软、弹性小、口感粗糙
70 ~ <90	光泽较亮,虾身颜色较红	形态完整,虾身有轻微损伤	虾鲜味较大,香味较浓,腥味淡	组织软、弹性稍大、口感略粗糙
90 ~ 100	光泽明亮,虾身颜色呈成熟固有的红色	形态完整,虾身无损伤	虾鲜明显,香味浓,无腥味	组织坚实、弹性良好、口感细腻

1.3.3 菌落总数 检测参照 GB 4789.2—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》。

1.3.4 电子舌分析 样品预处理:准确称取 50 g 样品于匀浆机中,按照 1 : 5 的质量比添加 40 ℃ 蒸馏水,匀浆 1 min 后于 3 000 r/min、10 min 离心,静置分层后移取上清液用于测试。

数据采集前,对电子舌系统进行活化、校准及诊断等操作,以保证获取的数据可信。将样品倒入仪器专用烧杯中,根据设定顺序放入进样器内,测定温度为 25 ℃。数据采集时间为 2 min,采集数据的频率为 1 个/s,搅拌速率为 1 次/s。由于在 100 s 后所有传感器的响应强度均趋于平稳,因此取最后 20 s 测定值的平均值作为输出值。每杯样品重复测定 9 次,选取后 5 次测定的数据作为原始数据进行分析^[11]。

1.3.5 质构分析之质地剖面分析(TPA) 用 TMS-TOUCH 质构仪进行产品贮存期间内质构变化分析,相关测试参数如下:P/0.5 s 球形探头,测前速度为 1.00 mm/s,测试速度为 2.00 mm/s,测后速度为

5.00 mm/s,平行测定 3 次,求平均值^[12]。

1.3.6 扫描电镜 用蔡司 EVO-LS10 扫描电子显微镜观察虾仁产品在未贮藏、贮藏 14 d 后的微观结构。固定虾仁样品,在高真空条件下,于 10 kV 加速电压下放大 100 倍,用扫描电子显微镜(SEM)进行检测,随后选取所需拍摄区域进行拍摄。

1.3.7 货架期的确认 根据虾仁各项感官得分、菌落总数的变化、质构分析及电镜结果,综合相关文献信息进行预测。

1.3.8 营养成分分析 蛋白质含量的检测采用 GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》中的第一法;脂肪含量的检测采用 GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》中的第二法;碳水化合物含量和能量的检测采用 GB 28050—2011《食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则》;水分含量的检测采用 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》中的第一法;灰分含量的检测采用 GB 5009.4—2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》中的第一法;钠含量的检测采用 GB 5009.91—2017

《食品安全国家标准 食品中钾、钠的测定》中的第二法。

1.3.9 氨基酸成分分析 按照 GB 5009.124—2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸的测定》检测。

2 结果与分析

2.1 25 ℃ 贮藏条件下即食虾仁感官得分的变化 (杀菌条件为 105 ℃、20 min)

由图 1 至图 4 可以看出,即食虾仁各项感官得分随着贮藏时间的延长而降低,但降低的速度比较缓慢,说明贮藏时间对产品感官评分的影响较大。当威士忌酒添加量为 0% 时,虾仁产品的气味得分明显没有威士忌酒添加量为 4%、8%、12% 时的高,说明添加威士忌酒有利于虾仁产香气的挥发,并且当威士忌酒遇水时,乙醇味变淡,从而激发出其本身的香味,进一步提高了虾仁的香气。当威士忌酒添加量为 8% 时,虾的气味得分最高,并且得分并没有随着威士忌酒添加量的增大而提高,这是由于在威士忌酒浓度增大的同时,乙醇味更浓郁,降低了产品的可接受性。同时可以看出,威士忌酒添加量越高,虾的质地得分越低,可能由于乙醇的存在使虾仁产生了一些糖醇类物质,而这些物质本身具有一定吸水性,会改变虾仁的一些特性,如硬度、胶粘性、弹性、内聚性等。

威士忌酒在橡木桶中熟化后会被赋予不同程度的颜色,不同的威士忌酒添加量会影响虾仁的色泽得分,同时由于在储存过程中,脂质氧化、苯酚氧化、美拉德反应和虾青素降解的复合作用^[13]会导致虾仁的外观逐渐变黑。综合分析得出,威士忌酒添加量为 8% 时最佳。

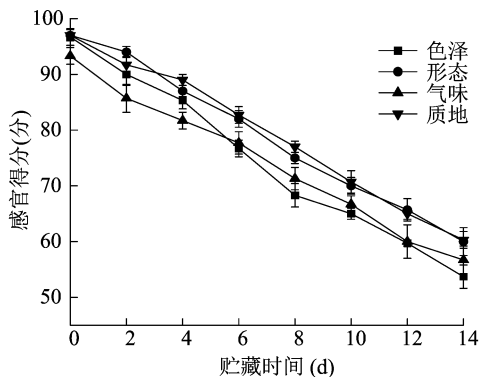


图1 威士忌酒添加量为 0% 时即食虾仁感官评分的变化

2.2 即食虾仁菌落总数的测定

综合分析表 2、表 3、表 4 可得,在 105 ℃、

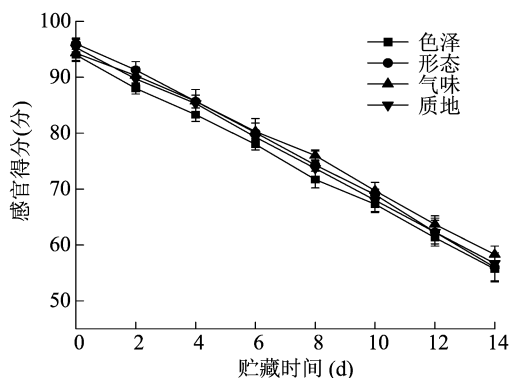


图2 威士忌酒添加量为 4% 时即食虾仁感官评分的变化

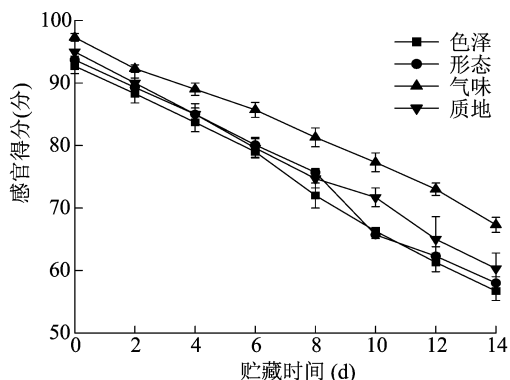


图3 威士忌酒添加量为 8% 时即食虾仁感官评分的变化

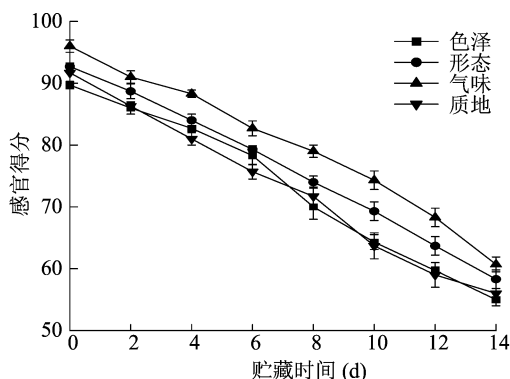


图4 威士忌酒添加量为 12% 时即食虾仁感官评分的变化

20 min 与 95 ℃、20 min 灭菌条件下,虾仁贮藏 14 d 时的菌落数相差不大,但在 85 ℃、20 min 灭菌条件下,虾仁贮藏 10 d 时菌落数已经超过 1×10^4 CFU/g,贮藏 14 d 时已经超过国家限量标准 30 000 CFU/g,表明灭菌温度对虾仁保藏有一定的影响,可能由于添加威士忌酒后,使得杀菌条件为 105 ℃、20 min 时的菌落数与 95 ℃、20 min 时的相比差异不大,而杀菌条件为 85 ℃、20 min 时,温度的影响程度已经远高于酒的影响,因此可以适当降低灭菌条件,调整为 95 ℃、20 min。

在试验中还发现,部分虾仁出现涨袋漏气等情况,有可能是地衣芽孢杆菌(S1)、枯草芽孢杆菌(S2)等对虾优势腐败菌造成的^[14],且在鱼虾制品

中具有强腐败能力的希瓦氏菌繁殖,也是导致虾类腐败的原因之一^[15]。

表 2 105 ℃、20 min 灭菌条件下虾仁菌落总数的变化

贮藏时间 (d)	菌落总数 (CFU/g)
0	< 10
2	< 10
4	< 10
6	< 10
8	< 100
10	5 429
12	1.1 × 10 ⁴
14	2.0 × 10 ⁴

表 3 95 ℃、20 min 灭菌条件下虾仁菌落总数的变化

贮藏时间 (d)	菌落总数 (CFU/g)
0	< 10
2	< 10
4	< 10
6	< 10
8	3 639
10	7 128
12	1.4 × 10 ⁴
14	2.5 × 10 ⁴

表 4 85 ℃、20 min 灭菌条件下虾仁菌落总数的变化

贮藏时间 (d)	菌落总数 (CFU/g)
0	< 10
2	< 10
4	2 451
6	3 584
8	8 987
10	1.3 × 10 ⁴
12	2.0 × 10 ⁴
14	3.3 × 10 ⁴

2.3 即食虾仁的电子舌分析

采用电子舌对成品虾仁进行雷达图谱分析,由图 5 可知,即食虾仁样品在酸味、咸味、鲜味和苦味味觉传感器上的信号响应值具有明显差异。雷达图谱分析结果显示,在苦味这项上具有响应,可能由于虾仁中蛋白的水解产生了苦味肽;在酸味上的响应值为负值,则说明对虾中的酸味成分极低,有助于提升虾仁的口感,因为对虾在酸性条件下,呼

吸会明显变得较慢,pH 值为 7.5 时的平均呼吸速度几乎是 pH 值为 5 时的 2 倍,这会对虾仁肉质产生一定影响^[16]。虾仁的丰富度及回味响应值良好,表明威士忌酒风味的虾仁符合大众口味,易被大众接受。

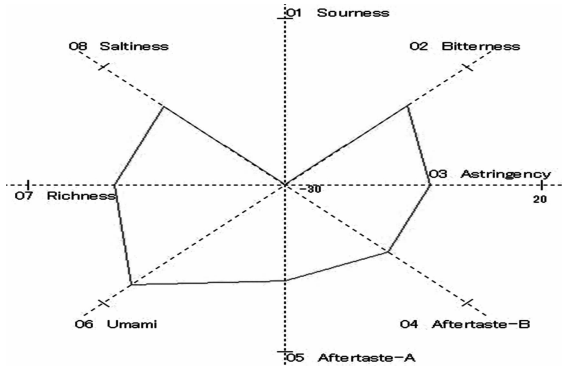


图5 电子舌虾仁产品的雷达图谱

2.4 即食虾仁 TPA 的质构分析

由图 6 可以看出,虾仁的弹性、内聚性随着贮藏时间的延长而逐渐降低,这是因为虾仁中的水分逐渐散失、组织变得松散、结合得不再紧密等。由图 7 可以看出,虾仁的咀嚼性、硬度呈先升高后降低的趋势,这是由于前期的水分散失,使虾仁组织变得干燥,其硬度增大,咀嚼性也就增强。咀嚼性、硬度之后表现为下降趋势,是因为虾仁中的蛋白氧化分解,使得组织变得绵软^[17]。

同时,在预处理过程中是否存在虾壳,会直接影响虾仁产品的肌肉质量,虾壳和肌肉之间的组织连接可以防止虾肉收缩,从而减少水分释放。此外,对虾中热蛋白所受影响也较为明显^[18]。但从消费者角度考虑,本产品采用脱壳处理,会在一定程度上降低虾仁的口感。

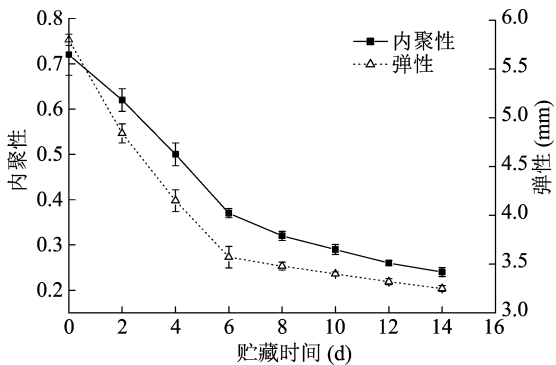


图6 贮藏期间虾仁弹性及内聚性的变化

2.5 即食虾仁扫描电镜分析结果

肌肉的微观结构是由不同化学成分构成的,肌肉微观结构的变化是对虾肌肉品质变化的微观表

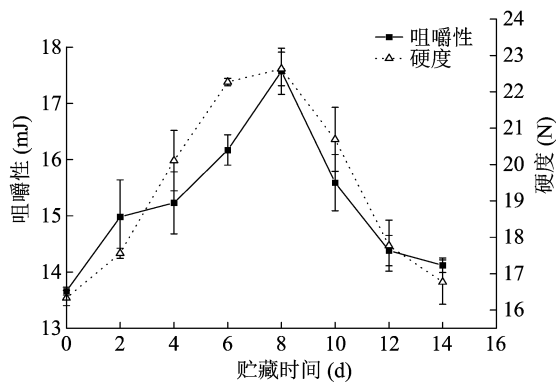
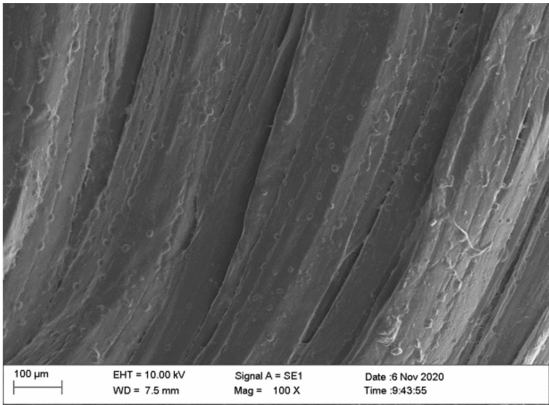
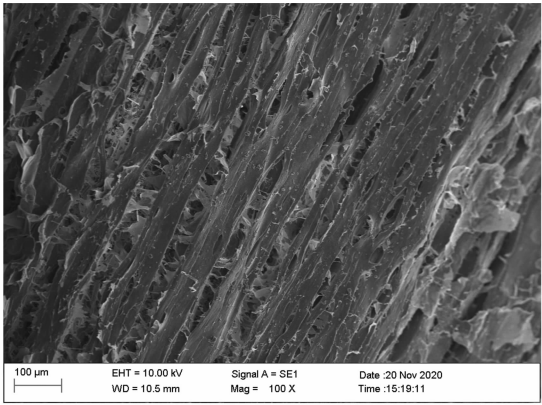


图7 贮藏期间虾仁咀嚼性及硬度的变化



a. 贮藏 0 d



b. 贮藏 14 d

图8 贮藏 0、14 d 的虾仁扫描电镜结果

2.6 货架期的确认

根据感官评分结果,虾仁各项得分在 14 d 左右,接近感官拒绝点;由菌落总数的变化看出,虾仁产品在 14 d 接近国家规定的限量;质构分析结果显示,虾仁的各项质构参数受时间的影响较大,但在 14 d 左右趋势明显变缓。结合李莹等的研究结果^[20],推测虾仁在 25 ℃ 贮藏条件下的货架期为 20 d。

2.7 即食虾仁的营养成分分析

由表 5 看出,即食虾仁中含有丰富的蛋白质,含量高达 22.8%,并且脂肪含量较低,仅有 0.6%,说明这是一种高蛋白低脂肪的食物。同时,虾仁产品含有一定质量的灰分,表明即食虾仁中的矿物质元素含量较高,这些矿物质成分可以显著地保留对虾中的能量和关键常量营养素^[21]。

表 5 虾仁的营养成分

蛋白质含量 (%)	脂肪含量 (%)	碳水化合物含量 (%)	能量 (kJ/kg)	水分含量 (%)	灰分含量 (%)	钠含量 (mg/kg)
22.8	0.6	0.7	4 220	74.4	1.5	2 720

现,能直接反映肌肉的品质。从图 8 可以看出,对虾的肌纤维排列紧密,呈典型的多边型,肌纤维被肌浆网包围,肌束间隙较少。贮藏 14 d 的虾仁的肌纤维排列得不够紧密,部分肌束之间具有明显间隙。这是由于对虾体内的蛋白酶仍具有活性,可缓慢分解蛋白质。虾仁的粗肌丝是由肌球蛋白构成的,而细肌丝由肌动蛋白、原肌球蛋白和肌原蛋白组成,肌丝结构的变化及消失说明肌动球蛋白发生了变性,而肌球蛋白会影响对虾肌原纤维的稳定性^[19]。

2.8 即食虾仁的氨基酸成分分析

由表 6 可以看出,即食虾仁产品中含有 16 种氨基酸。虾类鲜味主要由鲜味氨基酸的组成和含量决定,其中谷氨酸、天门冬氨酸、苯丙氨酸、甘氨酸、酪氨酸和丙氨酸属于鲜味氨基酸,同时产品中存在鲜味肽这一呈味化合物,氨基酸组成对鲜味肽的呈味效果有显著影响,鲜味肽一般含有谷氨酸、天门冬氨酸、谷氨酰胺或天门冬酰胺残基^[22],虾仁氨基酸中谷氨酸含量最高,占总量的 17%,谷氨酸在生物体内蛋白质代谢过程中占重要地位,虾仁中所有鲜味氨基酸约占总氨基酸的 48.23%。虾仁中含量最低的氨基酸为组氨酸,仅占总量的 2%。必需氨基酸占氨基酸总量的比例约为 37.53%。表明虾仁的营养价值较高。非必需氨基酸占氨基酸总量的比例约为 10.47%。

3 结论

通过对即食虾仁在 25 ℃ 条件下贮藏 14 d 后的感官评分变化分析,确定威士忌酒添加量为 8% 时,虾仁的感官评分最佳。对即食虾仁在 25 ℃ 条件下贮藏 14 d 时的菌落总数变化进行分析。综合考虑

表 6 虾仁中的氨基酸成分

氨基酸	含量 (%)
脯氨酸	1.00
异亮氨酸	1.02
赖氨酸	2.01
苯丙氨酸	1.00
缬氨酸	1.04
酪氨酸	0.87
组氨酸	0.48
甘氨酸	1.34
精氨酸	1.88
谷氨酸	3.86
蛋氨酸	0.61
丝氨酸	0.85
丙氨酸	1.38
天门冬氨酸	2.42
苏氨酸	0.92
亮氨酸	1.86
总氨基酸	22.54

生产效率等因素,确定最佳杀菌温度在 95 ℃,时间为 20 min。对虾仁产品进行质构、味觉、扫描电镜分析,发现其在贮藏期间内的变化均在可接受范围内。对虾仁进行氨基酸成分及营养成分分析,结果表明,虾仁是一种高蛋白、低脂肪的产品,同时其氨基酸成分多样,营养价值较高。

参考文献:

- [1] 张高静,韩丽萍,孙剑锋,等. 南美白对虾营养成分分析与评价[J]. 中国食品学报,2013,13(8):254-260.
- [2] 刘敏,王卓铎,孙广文. 大虾哪里来——中国虾类养殖现状分析[J]. 当代水产,2020,45(1):84-87.
- [3] Huang Z R, Sun L J, Wang Y L, et al. Protective mechanism of tea polyphenols against muscle quality deterioration of shrimp (*Penaeus vannamei*) induced by aflatoxin B₁ [J]. Aquaculture, 2021, 532:736093.
- [4] Liu X L, Zhang C H, Liu S C, et al. Coating white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) with edible fully deacetylated chitosan incorporated with clove essential oil and kojic acid improves preservation during cold storage [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2020, 162:1276-1282.
- [5] de Melo Oliveira V, Assis C R D, Silva J C, et al. Recovery of fibrinolytic and collagenolytic enzymes from fish and shrimp byproducts; potential source for biomedical applications[J]. Boletim do Instituto de Pesca, 2019, 45(1):389.

- [6] 肖朝耿, 谌迪, 吴江雁, 等. 不同加热方式对南美白对虾品质变化的影响[J]. 核农学报, 2019, 33(3):538-544.
- [7] 李文亮, 陈祐福, 郑举谦, 等. 高钙即食脆虾预处理工艺的研究[J]. 现代食品, 2020(1):93-95.
- [8] 员冬玲, 王寿权, 耿文广, 等. 南美白对虾过热蒸汽干燥试验[J]. 食品工业, 2019, 40(9):32-35.
- [9] 孙松, 孙琛, 车斌. 我国对虾产业竞争力分析[J]. 中国渔业经济, 2020, 38(5):56-66.
- [10] 桂良超, 麦浩彬, 迟淑艳, 等. 酵母培养物替代鱼粉对凡纳滨对虾生长性能、血清生化指标、免疫力和抗病力的影响[J]. 广东海洋大学学报, 2019, 39(3):30-37.
- [11] 刘雨霞, 张玲, 张小军, 等. 基于电子舌技术分类评价核桃内种皮的口感品质[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(19):258-263.
- [12] Sakamoto H, Kumazawa Y, Toiguchi S, et al. Gel strength enhancement by addition of microbial transglutaminase during onshore surimi manufacture[J]. Journal of Food Science, 1995, 60(2):300-304.
- [13] Li D Y, Yuan Z, Liu Z Q, et al. Effect of oxidation and Maillard reaction on color deterioration of ready-to-eat shrimps during storage [J]. LWT - Food Science and Technology, 2020, 131:109696.
- [14] 王晓晋, 郭全友, 姜朝军. 轻微加工即食对虾优势腐败菌鉴定及碳源代谢动力学[J]. 中国食品学报, 2019, 19(5):243-252.
- [15] Qian Y F, Cheng Y, Ye J X, et al. Targeting shrimp spoiler *Shewanella putrefaciens*: application of ϵ -polylysine and oregano essential oil in Pacific white shrimp preservation[J]. Food Control, 2021, 123:107702.
- [16] McLuckie C, Molschanivskyj N, Gaston T, et al. Effects of reduced pH on an estuarine penaeid shrimp (*Metapenaeus macleayi*) [J]. Environmental Pollution, 2020, 268:115929.
- [17] 周聃, 郝贵杰, 徐磊, 等. 3 种不同来源冷冻虾仁特性及 TPA 分析[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(11):202-206.
- [18] Li X L, Llave Y, Fukuoka M, et al. Physicochemical changes in cooked prawn muscle with or without shell during water bath treatment; effect of thermal protein denaturation[J]. Journal of Food Process Engineering, 2020, 43(10):e13505.
- [19] Sasaki T, Matsukawa M. Thermal stability of myosin and protective effect of F-actin on myosin affect the thermal inactivation of calcium-ATPase in unstable kuruma prawn myofibrils [J]. Fisheries Science, 2019, 85(4):757-765.
- [20] 李莹, 李建, 夏伟荣, 等. 罗氏沼虾仁制品货架期模型的建立[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(17):225-228.
- [21] 林婉玲, 杨贤庆, 王锦旭, 等. 浸渍冻结对凡纳滨对虾冻藏过程中肌肉组织的影响[J]. 现代食品科技, 2015, 31(6):183-189.
- [22] 刘希, 谭志辉, 朱立才, 等. 食品中鲜味肽和浓厚味肽的研究进展[J]. 广东化工, 2020, 47(8):91-93.