

전처리 방법에 따른 고온 가열 새우의 품질 향상

최준봉 · 정명수¹ · 조원일^{2,*}

수원대학교 호텔관광대학원, ¹이화여자대학교 식품공학과, ²씨제이제일제당(주) 식품연구소

Quality improvement of high temperature-heated shrimp via pretreatment

Jun-Bong Choi, Myong-Soo Chung¹, and Won-Il Cho^{2,*}

Graduate School of Hotel & Tourism, The University of Suwon

¹Department of Food Science and Engineering, Ewha Womans University

²CJ Foods R&D, CJ Cheiljedang Corporation

Abstract In order to prevent the blackening and texture softening of heated shrimp, the pH was adjusted by soaking shrimps in acidic and alkali solutions, and their qualities were evaluated. The lightness of shrimps pretreated with 0.2% (w/w) citric acid and 0.05% (w/w) ascorbic acid solution increased by 20% compared to that of the control. The strength of mechanical hardness of shrimps soaked in acetic acid and phosphate solution (pH 6.0) was significantly higher (1209 g_p) compared to that of untreated shrimp (801 g_p; $p < 0.05$), and the overall preference of texture was 0.4 points higher than that of the control in the descriptive sensory evaluation ($p < 0.05$). In contrast, soaking in solution of pH 8 exhibited a weak texture hardening effect (855 g_p). Additionally, the hardness of the heated shrimp after soaking at an adjusted pH of 4.0 increased to 4046 g_p but the yield based on weight decreased to 38% compared to that of untreated shrimp (70%; $p < 0.05$).

Keywords: retorted shrimp, blackening, hardness, organic acid, phosphate

서 론

수산물용 가공식품 제조에 있어 주요 식품재료이지만 저장과 가공 시 여러 품질 저하 현상이 발생하여 사용에 많은 제한이 따른다(1). 수산물 중 새우는 단백질, 칼슘과 각종 비타민이 풍부하고 엑스분 함량도 많아 다양한 음식과 젓갈 등의 가공식품의 원료로 사용되고 있는 주요 수산 가공 자원 중의 하나이나 저장과 유통, 가공 중 품질 변화가 두흉부, 꼬리와 관절 등에서 자주 발생하여 품질이 급격히 저하된다(2).

특히 고온 가열 시 발생하는 흑변(blackening) 방지 기술은 새우와 같은 해산물을 원료로 활용하는데 있어 우선적으로 해결하여야 할 과제이다. 흑변은 황 함유 아미노산(cysteine과 methionine) 함량이 높은 갑각류와 패류 등의 해산물 원료의 경우, 레토르트와 같은 고온 가열살균 시 일부 -SH기가 환원되어 황화수소가 발생되어 식품 내부의 철, 구리 등과 결합하여 황화철, 황화구리와 황화수소 등의 흑색의 황화합물 발생으로 검게 변하게 되거나 산화 반응에 의해 검게 변하게 되는 현상을 말한다(3,4). 특히 흑변을 야기하는 황화수소의 경우 대부분이 황 함유 아미노산에서 야기되므로 단백질의 비율이 높고, pH가 높을수록 발생이 용

이하므로 해산물 중에서도 새우, 게와 바지락 등과 같이 pH가 높은 원료일수록 흑변 발생이 두드러진다(2-4).

해산물의 흑변 현상을 억제하는 대표적인 방법으로는 pH 조절법과 가열살균 후 급랭 처리가 있다. 황화수소 발생은 pH 상승에 따라 비례적으로 증가하므로 유기산을 첨가하여 pH를 저하시키는 방법이 pH 조절법이다(4-6). 그리고 가열 후 냉각 속도가 완만하게 되면 고온에서의 방치 시간이 길어져 열변성이 발생하여 황 함유 아미노산의 유리가 용이해지게 되고, 또한 흑변 현상을 야기하는 원인균인 호열성 *Clostridium nigrificans*의 최적 발육 온도가 55°C이므로 완만 냉각 시 생육이 용이하게 되는 점을 감안하여 신속하게 냉각하는 방법이 급랭법이다(4-6).

또한 이러한 흑변 현상 외 새우는 고온에서 가열 시 조직 내의 급격한 단백질 열변성에 의한 연화 현상으로 텍스처 변화가 심해져 탄력성이 소실되고 잘 부서지는 단점이 발생하여 열처리 조리식품의 원료로 사용 시 많은 애로점이 발생한다(1-3,7). 오징어, 조개류는 가열 후 저장 시 조직 경화 현상으로 식감이 질겨져 0.5-1.0% (w/w) 탄산수소나트륨을 염지와 데치기 과정에서 첨가하여 조직 연화를 유도하지만 가열 새우의 경우 반대로 조직 연화가 심해 조직 경화를 촉진하는 기술의 메커니즘이 필요하다(1,3,7).

고온고압 가열살균한 새우의 흑변과 조직 연화 현상 원인과 최소화 방법에 대한 몇몇 연구 사례는 있지만 상업적으로 적용할 수 있는 효과적인 전처리 공정에 대한 연구는 많이 진행되지 않았다. 본 연구에서는 이러한 점을 감안하여 가열살균 새우 등 갑각류 해산물 베이스의 가공식품 개발에 있어 중요한 흑변과 조직 연화 현상을 제어하기 위하여 pH 조절법에 기반을 둔 전처리 방법을 다양한 조건에서 실시하여 최적의 방법을 도출하였다.

*Corresponding author: Won-Il Cho, CJ Foods R&D, CJ Cheiljedang Corporation, Suwon 16495, Korea
Tel: 82-31-8099-1338
Fax: 82-31-8099-2907
E-mail: wonil.cho@cj.net
Received April 11, 2016; revised July 16, 2016;
accepted July 17, 2016

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용한 새우는 수산물 시장에서 머리, 꼬리 부위와 껍질을 제거한 개당 2-3 cm, 5-10 g 내외의 갯 새우 상태로 구입하여 5-10°C의 냉장고에 보관하여 맛, 향, 외관과 조직 등의 변화가 없는 신선 상태를 유지하였다. 그리고 새우에서 색상 차이가 나지 않는 동일 부위를 사전 색도 색차 측정과 육안 관찰을 통해 확인하여 시료로 사용하였으며, 예비실험으로 경도(hardness) 측정을 통해 측정값이 유사하게 나오는 부위를 미리 정하여 사용함으로써 분석 시 실험 오차를 최소화하였다.

유기산과 산화방지제 전처리

레토르트와 같은 고온, 고압 조건에서 가열한 새우의 흑변 현상을 억제하기 위해 유기산 제제인 시트르산(Sigma-Aldrich Inc., St. Louis, MO, USA)과 산화방지제 제제인 아스코브산(Sigma-Aldrich Inc.) 혼합 용액을 각 성분의 농도가 원료 중량 대비 0.2, 0.5%와 0.05, 0.1%가 되도록 혼합, 침지하여 색차 분석과 관능 평가를 통해 무처리 대조군 대비 개선 효과를 세부 고찰 하였다. 유기산과 산화방지제 혼합 용액 침지는 4°C의 온도로 유지시킨 반 밀폐성 항온수조(VS-1991W PID controller, Vision Science, Seoul, Korea)에서 4시간 동안 진행하였으며, 침지가 완료된 시료는 세척 후 95°C에서 2분간 데웠다.

유기산과 알칼리 전처리

레토르트 새우의 조직 연화를 방지하기 위해 유기산 제제인 아세트산(Sigma-Aldrich Inc.)과 알칼리 제제인 복합 인산염(complex sodium-phosphate, Sigma-Aldrich Inc.) 혼합 용액을 각 성분의 농도가 원료 중량 대비 0.05-0.5%가 될 수 있도록 혼합, 침지하여 기계적 텍스처 분석과 관능 평가를 통해 무처리 대조군 대비 개선 효과를 세부 고찰 하였다. 유기산과 알칼리제 혼합 용액 침지와 데치기 조건은 흑변 현상 억제 실험 조건과 동일하게 실시하였다.

레토르트 조건

유기산과 산화방지제 혼합 용액 침지와 데치기를 적용한 전처리 새우의 레토르트 후 흑변 현상 개선 효과 고찰을 위해 소금, 수크로스, MSG (Mono-Sodium Glutamate)의 중량비가 3:3:0.3로 구성된 조미액이 충전된 레토르트용 알루미늄 재질의 내열성 파우치에 20개의 조각을 넣은 후 밀봉시켜 121.1°C, 2.1 kg/cm²의 고온, 고압 조건에서 20분간 가열살균하여 색상변화 등을 기기 측정과 관능 평가를 통해 살펴보았다. 그리고 유기산과 알칼리제 혼합 용액 침지와 데치기를 적용한 전처리 새우의 텍스처 개선 효과 고찰을 위해 동일한 방법으로 충전, 포장과 가열을 실시하여 텍스처 기기 측정과 관능 평가를 실시하였다. 실험에서의 새우의 고온 가열을 위한 열살균 설비는 Fo값과 시간별 온도 변화를 알 수 있는 Fo calculator와 recorder가 연결되어 있는 반자동식 수증기, 온수 혼합형 레토르트(Water Cascading Retort, Stock Pilot-Rotor 900, Hermann Stock Maschinenfabrick, Neumunster, Germany)를 사용하였다.

색차 측정

정제수에 침지한 대조군과 유기산과 산화방지제 혼합 용액에서 침지한 새우의 레토르트 후 색차값은 갯 새우 상태의 몸통 살을 사전 측정하여 편차가 없는 부위를 선정하여 비색계(Color

Quest XE, Hunter Associates Laboratory, Reston, VA, USA)를 사용하여 측정하였으며, 측정 전 기기 보정은 흑색 및 흰색 교정판을 사용하여 실시하였다. 색도 색차값은 L (명도, lightness), a (적색도, redness), b (황색도, yellowness) 및 ΔE (색차, color difference)를 측정하여 비교, 분석하였다.

경도(hardness) 측정

전처리한 새우 조직의 가열에 의한 텍스처 변화는 텍스처분석기(Texture Analyzer, TA-XTPLUS, Stable micro system Co. Ltd., Surrey, England)를 이용한 경도 측정을 통해 고찰하였다. 경도 측정 시 분석 조건은 지름 5 mm의 플런저(plunger)를 이용하여 pretest speed: 2.0 mm/sec, test speed: 1.0 mm/sec, posttest speed: 2.0 mm/sec, strain: 20% 로 설정하여 실시하였다. 각 측정치는 갯 새우의 몸통 살을 이용하여 20회 반복 측정된 것으로 Chauvent 이상치 판정법에 의해 이상치를 제외한 평균값을 측정값으로 하여 실험 데이터의 정확도를 기하였다.

관능 평가

레토르트 새우에 대한 흑변과 텍스처 개선 효과를 관능 항목 분석을 통해 세부 검증하기 위해 식품 연구개발 업무를 하는 연구원 중 새우, 오징어 등의 해물 식감에 대한 분석형 관능 평가에 사전 훈련된 패널 20명을 심사원으로 선정하여 실험의 취지를 인식 시킨 후 시료 새우의 전반맛, 외관, 색상과 텍스처를 5점 척도 채점법으로 3회 반복 평가하였으며, 각 항목 평가 점수는 통계 처리하여 유의성 검증을 실시하였다($p<0.05$).

가장 중요한 관능적 특징 파악을 위해 텍스처는 전반 식감 선호도와 탄력성 강도로 구분하여 세부 평가하였으며, 척도가 높을수록 선호도가 높거나 특성 강도가 강한 것을 나타낸다. 각 시료의 평가가 끝나면 물로 입안을 행구게 하고 2분 후 다음 평가를 하여 결과에 대한 정확도를 최대한 높였다.

통계 분석

모든 실험은 5회 이상 반복 진행하였으며, SAS (Statistical Analysis System Ver. 9.0, SAS Institute, Cary, North Carolina, USA)를 사용하여 통계 처리하였다. 두 실험군 간 유의성 검정은 t-test를 실시하여 평균값을 비교하였고, 3개 이상의 실험군 간의 유의성 검정은 분산분석(ANOVA), Duncan 다중범위검증(multiple range test, $p<0.05$)을 이용하여 비교하였다.

결과 및 고찰

유기산 처리에 따른 가열 새우의 색차 변화

고온 가열 새우의 흑변 현상 개선을 위하여 유기산과 산화방지제 조합 효과를 무처리 대조군 대비 색상 변화 결과로 비교 분석한 결과 Fig. 1에서와 같이 혼합 용액의 농도에 따라 명도, 적색도, 황청도 색도와 색도 색차값이 각각 다르게 나타났다. 실험 결과에서 0.5% (w/w) 시트르산과 0.05% (w/w) 아스코브산 혼합 용액에 침지 후 데치기한 경우 명도값(L)이 50.6으로 무처리 대조군 40.5 대비 가장 높았으며, 색차(ΔE)도 13.5로 최곱값을 나타내었다.

혼합용액에서 구연산 농도가 0.2% (w/w) 경우에도 명도값(L), 황색도(b) 그리고 색차(ΔE)가 대조군 대비 유의 있게 나타나 시트르산은 소량 첨가하여도 흑변 억제에 효과적이었다. 관련 연구 사례로 새우류를 0.7% NaHSO₃ 용액에서 10분간 침지하여 흑변 현상을 개선하였지만 SO₂ 잔존량 이슈가 있다는 결과가 있었으

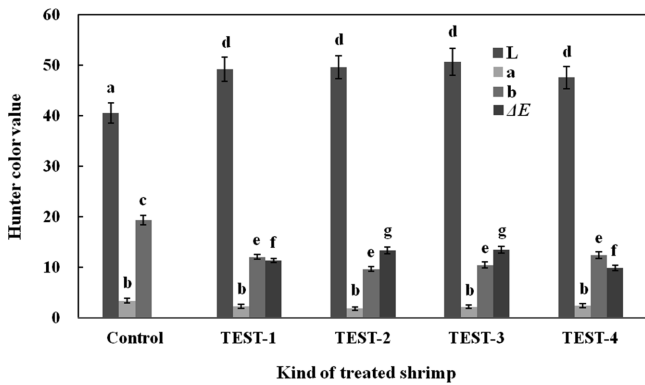


Fig. 1. Effect of different citric and ascorbic acids concentration on color values of heat treated shrimps (Control: no-treatment, TEST-1: 0.2% (w/w) citric acid and 0.05% (w/w) ascorbic acid, TEST-2: 0.2% (w/w) citric acid and 0.1% (w/w) ascorbic acid, TEST-3: 0.5% (w/w) citric acid 0.05% (w/w) ascorbic acid, TEST-4: 0.5% (w/w) citric acid and 0.1% (w/w) ascorbic acid). Bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

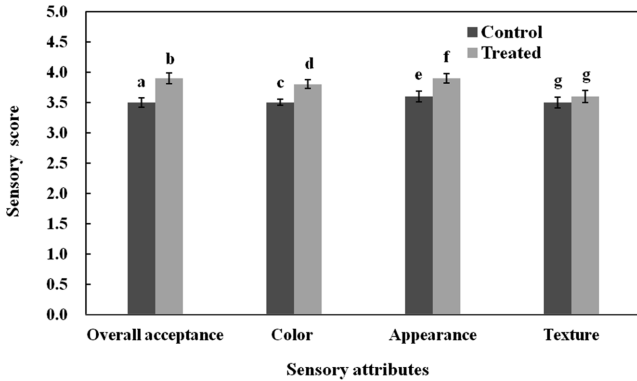


Fig. 2. The comparison of sensory evaluation with and without pre-treatment as soaking and blanching with citric acid and ascorbic acid solution on retort at 121.1°C, 2.1 kg/cm² for 20 min (Control: no-treatment, Treated: 0.2% (w/w) citric acid and 0.05% (w/w) ascorbic acid). Vertical bar represents standard deviation. Bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

며, 크릴린을 0.2 M 시트르산과 인산 완충액에 침지하면 무처리 대조군에 비해 해동 후 흑변 진행이 늦어진다는 보고도 있었다 (3,8,9). 시트르산 용액은 고온 가열 새우에서도 효과적으로 흑변 현상을 개선한다는 사실을 본 연구를 통해 확인할 수 있었다.

유기산과 산화방지제 혼합용액의 흑변 현상 개선 효과를 관능 평가와 연계하여 분석한 결과 0.2% (w/w) 시트르산과 0.05% (w/w) 아스코브산 혼합 용액에서의 침지가 레토르트 새우의 전반 품질에서 3.9점으로 가장 우수하게 나타나 식감, 외관 등의 각 세부 항목을 무처리 대조군과 세부 비교 평가하였다(Fig. 2). 5점 척도법 분석형 관능검사 결과 Fig. 2에서와 같이 전처리 실험군의 색상, 외관과 텍스처에 기반을 둔 전반 품질 기호도가 3.9점으로 무처리 대조군 대비 통계적 유의 있는 0.4점 우세한 것으로 나타났으며, 색상과 외관 선호도도 우수하여($p < 0.05$) 색도의 기기 측정치와 마찬가지로 실제 관능치에서도 개선 효과가 검증되었다.

본 연구에서의 유기산과 산화방지제 조합 시 가열 새우의 흑

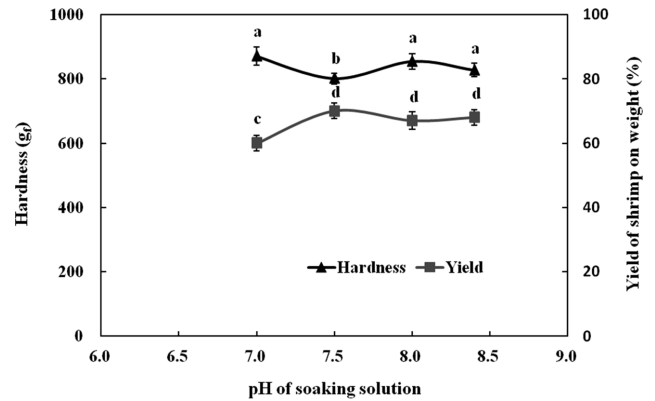


Fig. 3. The comparison of hardness and yield on alkali conditions of various retorted shrimps by change of pH adjusted with acetic acid and phosphate on retort at 121.1°C, 2.1 kg/cm² for 20 min. Vertical bar represents standard deviation. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

변 현상 감소는 유기산 첨가에 따른 pH 감소에 의한 영향도 일부 있다고 할 수 있다. 해물의 흑변 현상은 일반적으로 황화수소 발생에 기인하며, 발생량은 pH 상승에 따라 비례적으로 증가한다. 새우와 같은 수산물도 pH가 7.0일 때 6.5 대비 10배 이상의 황화수소 발생량을 나타내며 pH 7.5에서는 0.1 mg 수준으로 20 배 이상의 값을 나타낸다(4-6,10,11). 따라서 유기산을 이용하여 pH를 저하시키는 방법이 고온 가열 새우의 흑변 현상을 효과적으로 억제할 수 있는 방법 중의 하나임을 본 연구를 통해 확인할 수 있었다.

인산염의 가열 새우 텍스처 개선 효과

가열 시 새우 내 단백질의 변화는 온도별로 단계적으로 진행되는데 40-50°C에서는 수축과 수분의 손실로 인하여 근형질 단백질이 고유한 구조를 잃게 되어 조직 변형을 가져온다. 이어 50-65°C에서는 근원섬유 단백질의 변형이 발생하고 pH 감소에 따라 보수력이 떨어지며, 분자 내 결합 변화에 의하여 분자 내 연결구조가 바뀐다. 65-75°C에 도달하면 콜라겐의 변성을 가져오며, 80-100°C 사이에서 콜라겐이 젤라틴으로 서서히 변한다. 또한 아미노산으로부터 황화수소가 유리되어 단백질의 분해를 가져오고, 가열하는 동안 카보닐 화합물의 생성과 유리로 향을 생성한다(10-12). 90°C 이상의 온도에서는 조직 연화가 발생하며, 가열 온도 상승에 따라 텍스처 손상은 점차 증가하여 115-121°C의 고온에서는 급격하게 일어난다. 가공식품에 사용되는 가열 새우 원료는 위와 같은 반응으로 조직 변화가 진행되며, 특히 레토르트와 같은 고온고압 가열살균 시에 조직 연화가 심해 품질이 급격하게 저하되는데 이를 최소화하기 위해서는 최대한 조직을 경화시키는 것이 중요하다.

레토르트 새우의 텍스처 개선을 위해 유기산 제제인 초산과 알칼리 제제인 인산염의 조합을 통해 pH조절에 따른 텍스처 향상 효과를 세부 고찰하였다. 실험 결과 초산과 인산염을 혼합한 침지액의 pH가 높아질수록 알칼리화 영향에 의해 새우 내 구성 단백질이 분해되어 침지액의 pH 8-8.5에서 대조군 7.0에 비해 조직 연화 효과가 3% 내외로 다소 발생하였으며, 수율도 보수력 향상으로 13% 내외 향상되었다(Fig. 3). 이에 반해 pH가 낮아질수록 텍스처와 관계있는 경도값이 비례적으로 증가하였으며, 반대로 수율은 감소하였다(Fig. 4). 세부 결과를 살펴보면, 새우 침지액의

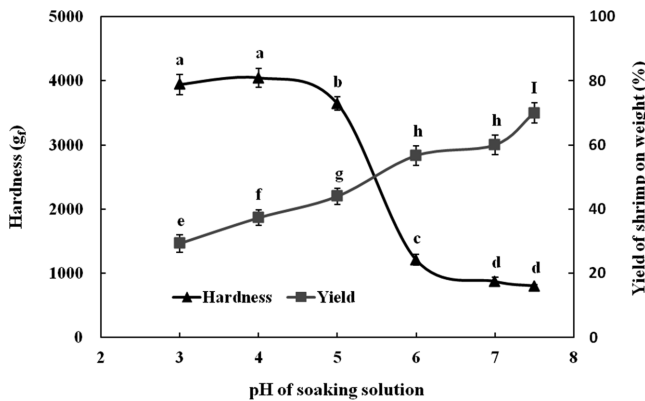


Fig. 4. The comparison of hardness and yield on acidic conditions of various retorted shrimps by change of pH adjusted with acetic acid and phosphate on retort at 121.1°C, 2.1 kg/cm² for 20 min. Vertical bar represents standard deviation. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

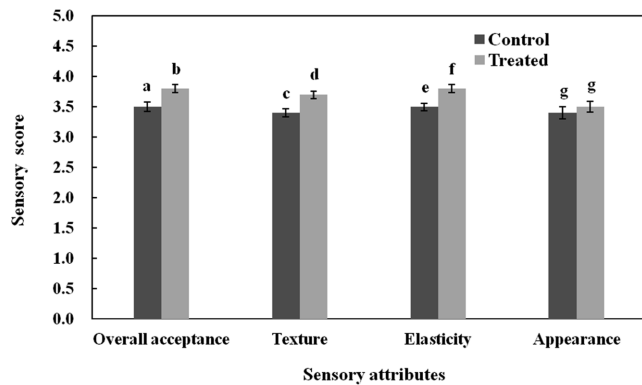


Fig. 5. The comparison of sensory evaluation with and without pre-treatment as soaking and blanching with acetic acid and phosphate solution on retort at 121.1°C, 2.1 kg/cm² for 20 min (Control: no-treatment, Treated: pH 6.0 adjustment). Vertical bar represents standard deviation. Bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

pH 4로 조절한 경우 레토르트 후 조직의 경도값이 4046 g로 대조군인 pH 7.5 경우의 801 g에 비해 5배 정도 증가하였으나, 새우 중량 변화에 근거한 수율은 대조군이 70% 인데 반해 전처리 시 37%로 2배 내외의 감소하였다. 이상의 결과에서 전처리 시 텍스처 증가 효과는 있으나 수율의 급격한 감소에 따른 조직 수축으로 외관품질이 다소 저하 되었다.

이러한 현상은 단백질의 등전점(isoelectric point) 발생에 따른 것으로 추정되며, 등전점 발생이란 단백질이나 아미노산과 같은 양성 전해질은 용액의 pH 변화에 의하여 양과 음의 전하량이 똑 같아져 전체 전하량이 제로로 되는 현상을 말한다. 등전점에서는 보수력이 저하되어 수분이 용출되며, 육 단백질의 경우 pH 5.0-5.4에서 보수력이 최소화 된다. 새우의 경우 pH 산성화에 따른 보수력 저하로 수분 용출이 발생하고 이에 따라 조직 수축이 일어나 치밀한 내부 구조가 형성되어 경도값이 상승하는 것으로 여겨진다(12,13).

아세트산과 인산염 혼합용액의 텍스처 현상 개선 효과를 관능평가와 연계하여 분석한 결과 pH 6으로 조절한 용액에서 침지한

새우의 레토르트 후 전반 관능 품질이 3.8점으로 가장 우수하게 나타나 식감, 외관 등의 각 세부 항목을 무처리 대조군과 비교 평가하였다. Fig. 5에서와 같이 5점 척도법 분석형 관능검사 결과 전처리 실험군의 탄력성, 식감과 외관에 기반을 둔 전반 품질 기호도가 무처리 대조군 대비 통계적 유의 있게 0.3점 우수한 것으로 나타나($p < 0.05$) 텍스처의 기기 측정치와 동일하게 관능치에서도 식감 향상 효과가 검증 되었다.

레토르트 새우의 텍스처 저하 현상은 고온 가열에 따른 단백질 열변성에 의한 조직 연화와 딱딱한 식감 발생에 기인한 것으로 저장 시 조직 연화 현상은 저장 기간 상승에 비례하여 발생한다(14,15). 따라서 적정 식감 유지에 적합한 pH를 유기산과 알칼리를 이용하여 확보, 적용하는 전처리 방법이 고온 가열 새우의 텍스처 저하 현상을 효과적으로 제어할 수 있는 상업적 방법임을 본 연구를 통해 확인할 수 있었다.

요 약

고온에서 가열살균한 새우의 전처리 유무에 따른 흑변 및 조직 연화 개선 효과를 pH 조절 측면에서 연구, 고찰하여 상업적으로 적용 가능한 전처리 조건을 확립하였다. 레토르트 새우의 흑변 현상 개선 실험 결과 0.2% (w/w) 시트르산과 0.05% (w/w) 아스코브산 혼합 용액서 냉장 침지 후 데치기한 경우 무처리 대조군 대비 흑변 현상의 간접 지표인 명도값이 20% 내외 향상되는 것으로 나타났다. 흑변 현상의 주원인은 가열 시 pH 상승에 비례적으로 증가하는 황화수소 발생에 기인하는 것으로 유기산 제제로 pH 상승을 억제하는 방법이 새우를 주원료로 한 가공식품의 색상과 외관 품질 향상에 효과적으로 적용할 수 있었음을 알 수 있었다. 또한 레토르트 새우의 조직 연화 현상을 최소화하기 위한 전처리 방법으로 유기산과 알칼리 제제를 활용한 결과 pH 6.0의 아세트산과 인산염 혼합용액에서 냉장 침지 후 데치기한 경우 무처리 대비 경도값이 50% 내외로 증가하였으며, 관능검사에서도 탄력성과 식감이 통계적 유의 ($p < 0.05$) 있게 0.3점 우수하였다. 이는 pH 저하에 따른 수분 용출로 단백질 조직의 수축이 발생하여 레토르트 후에도 탄력성과 씹힘성이 상승하는 조직 경화 현상이 발생하는 것으로 사료된다.

References

1. Heu MS, Kang KT, Kim HS, Yeum DM, Lee TG, Park TB, Kim JS. Preparation and characteristics of functional sauce from shrimp byproducts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36: 209-215(2007)
2. Kim JS, Shahidi F, Heu MS. Characteristics of salt-fermented sauces from shrimp processing byproducts. *J. Agr. Food Chem.* 51: 784-792 (2003)
3. Park CK, Suh SB. Studies on the prevention against the blackening of ascidian (*Halocynthia roretzi*) during the frozen storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 910-915 (1996)
4. Suh JS, Lee KH. Studies in browning reaction in dried fish. *Bull Korean Fish. Soc.* 27: 454-461 (1994)
5. Song HJ, Kwon OY, Kang BH, Hur SS, Lee DS, Lee SH, Kang IK, Lee JM. Change in quality attributes of fresh-cut potatoes with heat and browning inhibitor treatment during storage. *Korean J. Food Preserv.* 20: 386-393 (2013)
6. Park MJ, Chang MS, Jeong MC, Kim GH. *Scutellaria baicalensis* extracts as natural inhibitors of food browning. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 792-799 (2013)
7. Lee KT, Park SM, Choi HM, Choi SH, Moon BI, Kim KT, Song HS. Adsorption property of shrimp shell chitosan to water soluble proteins. *J. Korean Fish Soc.* 34: 473-477 (2001)

8. Hur J. Effect of citrate and phosphate on the inhibition of browning in minimally processed potatoes. *Culin. Sci. Hosp. Res.* 13: 254-259 (2007)
9. Kim YJ, Kim MN, Kang MS, Cho YJ, Kim YY, Chun SS. The non-enzymatic browning and shelf-life of dried shrimp during storage under fluctuating temperature conditions. *Bull Korean Fish. Soc.* 27: 7-12 (1994)
10. Oh WS, Kim JG, Kim IS, Lee EH. Changes in food components of dark, white-fleshed fishes by retort sterilization processing. *Bull Korean Fish. Soc.* 24: 130-136 (1991)
11. Ha JH, Song DJ, Kim PH, Heu MS, Cho ML, Sim HD, Kim HS, Kim JS. Changes in food components of top shell, *omphalius pfeifferi capenteri* by thermal processing at high temperature. *J. Korean Fish Soc.* 35: 166-172 (2002)
12. Yoon MS, Kim HJ, Park KH, Heu MS, Yeum DM, Kim JS. Comparison of food component of oyster drip concentrates steamed under different retort pressures. *Kor. J. Fish Aquat. Sci.* 42: 197-203 (2009)
13. Noh KH, Min KH, Seo BY, Kim SH, Seo YW, Song YS. Characteristics of protein from red crab (*Chionoecetes japonicus*) shell by commercial proteases. *Korean J. Nutr.* 45: 429-436 (2012)
14. Lim JH, Jeong JH, Jeong MJ, Jeong IH, Kim BM. Effects of preprocessing on quality of fermented red snow crab *chionoecetes japonicus* sauce. *Kor. J. Fish Aquat. Sci.* 48: 284-292 (2015)
15. Yun JU, Oh DH, Kim BG, An BS, Choi JD, Oh KS. Optimum sterilization conditions and quality characteristics of the retort-sterilized crab analog. *Kor. J. Fish Aquat. Sci.* 44: 31-36 (2011)