

멸치볶음의 조리방법에 따른 N^ε-(carboxymethyl)lysine 함량 변화

전현진 · 박호영 · 이상훈¹ · 김윤숙*

한국식품연구원 대사질환연구단, ¹한국식품연구원 특수목적식품연구단

Determination of N^ε-(carboxymethyl)lysine in Stir-fried Anchovy Under Different Cooking Conditions

Hyeonjin Jeon, Ho-Young Park, Sang Hoon Lee¹ and Yoonsook Kim*

Metabolic Disease Research Group, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea

¹Innovative Functional Foods Research Group, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea

The content of N^ε-(carboxymethyl)lysine (CML), an advanced glycation endproduct, in stir-fried anchovy prepared under different cooking conditions was determined, along with their sensory properties. The aim of the study was to optimize cooking conditions of stir-fried anchovy for minimal CML production by using different sugars, sugar concentrations, pH levels, and cooking times. The results showed that CML content increased with increasing sugar concentration. Cooking time did not affect CML content but lowering the pH with lemon juice decreased it significantly. The CML content of samples with a high sugar concentration, and without lemon juice was 4.67 µg/mL, and that of samples with both a low sugar concentration and lemon juice was 2.49 µg/mL, indicating a 47% reduction in the CML content of stir-fried anchovy. We conclude that stir-fried anchovy cooked with less sugar and the addition of lemon juice can reduce CML content while maintaining sensory characteristics.

Key words: Anchovy, Stir-fried, Sensory evaluation, N^ε-(carboxymethyl)lysine

서론

멸치(*Engraulis japonica*)는 청어목 멸치과에 속하는 다핵성 회유어로서 몸체가 길고 원통형이며, 색은 등쪽의 경우 암청색, 배쪽의 경우 은백색을 나타내고 있고 비늘의 경우 연하다(Kim, 2014). 이러한 멸치는 전 세계 해역에 고루 분포하는 어종으로서 우리나라에서는 특히 남해안에서 많이 어획되고 있으며, 일반 해면어업의 중요한 어종이다(Kim et al., 2001; Lee et al., 2015). 또한 멸치는 유리아미노산, ATP 관련물질, trimethylamine oxide (TMAO), total creatine 등과 같은 고도불포화지방산, 필수 아미노산, 칼슘 및 인 등과 같은 건강 기능성 성분이 다량 함유되어 있으며, 멸치국물을 우려내거나 조림 제품에 다양하게 사용되는 우리나라에 없어서는 안 될 중요한 수산식량자원이다(Park et al., 2002; Kim, 2014). 식품 중 환원당의 카르보닐기와 단백질 내 아미노기, 지방, 핵산간의 비효소적 축합반응을 일컫는 마이알 반응을 통해 Advanced glycation end-products (AGEs)가 형성되며(Zhou et al., 2015). 식품의 조리·

가공 중 가열과정에서 다양한 형태의 산물이 형성된다(Lee et al., 2004). 최근 다수의 연구에 의해 체내·외 생성되는 AGEs에 의한 대사질환 발병의 중요성이 대두되고 있으며(Alamir et al., 2013), 그 중 N^ε-(carboxymethyl)lysine (CML), glyoxal, methylglyoxal에 대해 지속적으로 연구 중이다(Niquet-Leridon et al., 2010; Palermo et al., 2012; He et al., 2014; Liu et al., 2014; Li et al., 2015; Niquet-Leridon et al., 2015; Renzone et al., 2015; Noma et al., 2016). CML 형성의 반응 기작은 크게 세 가지 알려져 있다. 첫 번째 경로는 glucose가 단백질의 lysine 잔기와 반응하여 아마도리 화합물(Amadori compound)을 형성한 뒤 산화 분해과정을 통해 CML이 형성되는 hodge pathway가 있다. 두 번째 경로는 glucose가 자동산화에 의해 반응성이 강한 glyoxal 등의 중간물질이 생성되어 이들이 단백질과 반응하여 CML을 형성하는 wolff pathway이고, 세 번째 경로는 glucose가 단백질의 lysine 잔기와 반응하여 형성된 schiff base가 amadori 전위를 거치지 않고 산화 분해과정을 통해 CML을 형성하는 nimiki pathway가 존재한다. 또한, glucose가 같은

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2017.0481>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Korean J Fish Aquat Sci 50(5) 481-486 October 2017

Received 7 August 2017; Revised 29 August 2017; Accepted 6 September 2017

*Corresponding author: Tel: ++82. 63. 219. 9281 Fax: ++82. 63. 219. 9876

E-mail address: kimyus@kfri.re.kr

환원당 이외에도 ascorbic acid나 다가 불포화지방산의 자동산화에 의해 CML을 형성한다는 보고가 있다(Lee et al., 2004). CML을 저감화 하기 위한 연구방법은 비타민(thiamin)과 플라보노이드(rutin, quercetin)와 같은 항산화 물질의 첨가, 가열온도, 가열시간, 당의 종류 및 함량 등의 반응조건을 조절하는 방법이 연구되고 있다(Li et al., 2012).

국제적으로 식품 제조 및 가공 중 형성되는 CML 함량 및 저감화에 대한 연구가 진행되고 있으나(Zhang et al., 2011; Takeuchi et al., 2015), 한국인의 식생활 중 AGEs 생성 조건이 성립되는 한국 특유의 식품군 및 조리, 전, 찌개, 볶음과 같은 조리과정 등을 반영한 요소에 대해 비교 분석된 연구가 미비한 실정이다. 이러한 일면에서 본 연구에서는 외식 영양성분 자료집(National nutrients database, 2015)에서 선정된 볶음 류의 다소비 식품 중 멸치볶음을 선정하고, 멸치볶음의 CML 함량을 분석한 pH 값과 관능평가를 통해 기호특성을 파악하였으며, CML 함량과의 관계에 대해 검토하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에서 멸치볶음 제조 시 사용한 멸치는 잔멸치(마른멸치, 국산)로써 식품첨가물을 사용하지 않은 자연식품을 사용하였다. 멸치볶음 조리과정에서 사용되는 대두유(콩 100%로 국내에서 직접 만든 콩기름), 설탕(백설탕 하얀 설탕), 올리고당(건강한 올리고당), 물엿(올리고물엿)은 CJ CheilJedang Corp. 제품을 구입하였으며 부재료로 레몬을 사용하였다.

멸치볶음 조리 과정

멸치와 3종류의 당(설탕, 올리고당, 물엿)의 마이알 반응을 실시하여 생성되는 AGEs 중 대표적 지표로 사용되는 CML을 분석하기 위하여 독립변수로서 당의 종류 및 함량, 조리시간과 pH를 설정하여 멸치볶음을 조리하였다. 멸치 30 g을 150°C에서 30초간 볶고 멸치를 제외한 부스러기를 제거한 후 실험에 사용하였다. 프라이팬에 대두유 1.5 t (7.5 mL)을 넣어 150°C에서 30초간 달군 다음, 준비된 멸치를 넣어 30초간 볶고 당과 혼합간장 각각 1 t (5 mL)을 혼합 후 첨가하여 100°C에서 반응시간에 맞춰 볶았다(Table 1). 레몬은 멸치를 볶기 전에 같이 첨가하

였다. 완성된 멸치볶음은 상온에서 냉각 후, 냉동보관(-18°C이하)하여 두고, 시료로 사용하였다.

당의 조건에 따른 멸치볶음(1-6번)은 설탕, 올리고당, 물엿을 각각 저농도[멸치:당=3:1 (w/w)]와 고농도[멸치:당=2:1 (w/w)]로 설정하고 혼합간장을 첨가하여 3분 반응하여 제조하였다. 7-8번 시료는 반응시간을 각각 1분, 5분으로 변경하였고 9번 시료는 레몬을 이용하여 제조한 레몬즙을 첨가함으로써 pH 값을 조절하여 멸치볶음을 제조하였다(Table 1).

pH 측정

멸치볶음의 pH는 검체를 homogenizer (T25 basic Ultraturrax homogenizer, IKA Werke GmbH & Co. KG, Staufen, Germany)로 분쇄하고, 분쇄 시료 5 g에 증류수 45 mL을 가해 교반한 다음 pH meter (720A, Orion Research Inc, Boston, MA, USA)로 측정하였다.

CML 분석

CML 분석을 위하여 멸치 볶음은 homogenizer로 마쇄하여 100 mL media bottle에 시료 0.5 g, 0.2 M sodium borate buffer (pH 9.5, Bio-world, Gyeonggi, Korea) 4 mL과 1 M sodium borohydride (in 0.1 M NaOH) 2 mL을 가한 다음, 뚜껑을 닫고 밀봉하여 상온에서 4시간 반응하였다. 반응 후 35% HCl (Duk-san Pure Chemicals, Gyeonggi, Korea) 용액을 6 mL씩 첨가하여 최대한 반응하도록 혼합하였으며, 질소가스(N₂, 99.999%)를 30초간 충전 한 후 dry oven에서 반응(100°C, 20시간)시켰다. 이어서 반응물은 상온에서 10분간 냉각 후 농축하여 수분을 완전히 증발시키고, HPLC용 water (Tedia Company, Inc., Fairfield, USA)를 10 mL씩 넣고 용해하였다. 용해한 용액의 1 mL을 0.45 µm syringe filter를 이용하여 여과 후 HPLC/MS로 분석하였다. LC/MS의 분석 조건은 Table 2와 같다.

관능적 특성

멸치볶음 시료는 약 3 g씩 투명 플라스틱 컵에 배분하여 평가자에게 제공되었고 관능검사 시 1-2마리의 멸치를 시식할 것을 권장하였다. 각 시료의 용기에는 시료에 대한 편견을 막기 위하여 난수표를 표기하였으며 시료 제시 순서는 랜덤하게 하였다. 관능검사원은 멸치볶음의 특성에 잘 훈련되고 차이 식별 능력

Table 1. Cooking condition of stir-fried anchovies

	Sample code								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sugars	S	S	OS	OS	SS	SS	S	S	S
Anchovy: Sugar (w/w)	3:1	2:1	3:1	2:1	3:1	2:1	3:1	3:1	3:1
Heating time (min)	3	3	3	3	3	3	1	5	3
Acidulant	-	-	-	-	-	-	-	-	L

S, sugar; OS, oligosaccharide; SS, starch syrup; L, lemon.

Table 2. HPLC/MS analysis conditions for N^ε-(carboxymethyl) lysine of stir-fried anchovies

Instrument Details : Agilent (1200 series)	
Detector	Sciex 3200
Column	YMC-Triart C ₁₈ Column (4.6×50 mm, S-5 μm)
Mobile phase	Solvent A : 5 mM NFPA in DW Solvent B : Acetonitrile
Flow rate	0.7 mL/min
Mode	Positive
Multiple-reaction monitoring	Precursor ion (m/z) : 205.1 Product ion (m/z) : 84.1
Injection volume	20 μL

이 우수한 10명을 대상으로 하였으며, 제조된 멸치볶음의 색, 향, 조직감, 맛에 대한 기호도와 전체기호도를 평가하였다. 기호도 평가는 매우 나쁘다(1점), 나쁘다(3점), 보통이다(5점), 좋다(7점), 매우 좋다(9점)의 9점 척도법으로 실시하였다.

통계분석

자료의 통계처리는 SAS program (SAS 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하였다. ANOVA 검정과 Duncan's multiple range test 방법을 이용하여 실험군의 평균값 간에 유의수준 P<0.05에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

당의 조건에 따른 멸치볶음의 CML 함량

마이알 반응에 의한 CML 생성량은 당의 종류와 밀접하게 연관되어 있다(Li et al., 2012). 본 연구에서는 가정에서 많이 사용하고 있는 설탕, 올리고당, 물엿과 같은 당의 종류와 첨가량을 달리하여 멸치볶음을 제조한 다음 이의 CML 생성량을 살펴보았다. 당 첨가량(멸치에 대하여 3:1과 2:1, w/w)을 달리한 멸치볶음의 CML 함량은 설탕 첨가한 것이 각각 3.42±0.04 μg/mL,

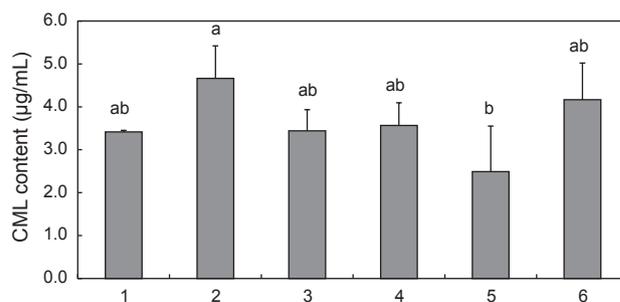


Fig. 1. Formation of N^ε-(carboxymethyl)lysine in stir-fried anchovies by sugars. 1: sucrose, anchovy:sugar=3:1, heating time=3 min; 2: sucrose, anchovy:sugar=2:1, heating time=3 min; 3: oligosaccharide, anchovy:sugar=3:1, heating time=3 min; 4: oligosaccharide, anchovy:sugar=2:1, heating time=3 min; 5: starch syrup, anchovy:sugar=3:1, heating time=3 min; 6: starch syrup, anchovy:sugar=2:1, heating time=3 min. Values were significantly different (P<0.05).

4.67±0.76 μg/mL, 올리고당 첨가한 것이 각각 3.44±0.49 μg/mL 및 3.57±0.53 μg/mL, 물엿 첨가한 것이 각각 2.49±1.06 μg/mL, 4.17±0.86 μg/mL이었다(Fig. 1). 따라서 당 첨가 멸치볶음의 CML 생성량은 당의 종류에 따른 차이가 있었고, 당 함량에 따라서는 유의적인 차이가 있었으나(P<0.05), 올리고당의 경우 유의적인 차이가 없었다(P>0.05). 이는 사용한 당의 구성 성분이 다르기 때문인 것으로 판단된다. 또한 같은 농도에서 설탕(3.42±0.04 μg/mL)에 비해 물엿(2.49±1.25 μg/mL)을 사용했을 때 CML 생성이 낮았으나 유의적 차이는 확인되지 않았다.

당의 조건에 따른 멸치볶음의 관능적 특성

당의 종류 및 함량에 따른 멸치볶음 6종의 색, 향, 조직감, 맛, 전체기호도를 9점 척도법을 이용해 관능적 특성을 분석한 결과(Table 3), 멸치볶음의 기호도는 색의 경우 물엿을 고농도로 첨가된 시료(6번)가 7.90±1.66으로, 향의 경우 설탕이 저농도로 첨가된 시료(1번)가 7.50±0.97으로 가장 높은 것으로 확인

Table 3. Sensory evaluation in stir-fried anchovies by sugars.

	Color	Flavor	Texture	Taste	Overall acceptability
1	7.30±1.06 ^{ab1,2}	7.50±0.97 ^a	7.40±1.78 ^a	6.60±2.01 ^{ab}	6.90±1.73 ^{ab}
2	6.90±1.37 ^{ab}	7.00±1.41 ^{ab}	7.50±1.51 ^a	7.90±1.66 ^a	8.10±1.60 ^a
3	6.50±1.58 ^b	6.30±1.42 ^{ab}	6.30±1.42 ^{ab}	5.60±1.58 ^b	6.20±1.14 ^b
4	7.00±1.15 ^{ab}	5.80±1.55 ^b	6.10±1.37 ^{ab}	5.80±1.55 ^b	6.00±1.41 ^b
5	7.60±1.26 ^{ab}	6.50±1.65 ^{ab}	5.90±1.45 ^b	5.80±1.14 ^b	5.60±1.07 ^b
6	7.90±1.66 ^a	6.90±1.37 ^{ab}	6.20±1.23 ^{ab}	5.80±1.03 ^b	6.10±0.99 ^b

¹Each value represents mean±S.D. (n=10). ²Values with the same letter in the same column are not significantly different (P<0.05). 1: sucrose, anchovy:sugar=3:1, heating time=3 min; 2: sucrose, anchovy:sugar=2:1, heating time=3 min; 3: oligosaccharide, anchovy:sugar=3:1, heating time=3 min; 4: oligosaccharide, anchovy:sugar=2:1, heating time=3 min; 5: starch syrup, anchovy:sugar=3:1, heating time=3 min; 6: starch syrup, anchovy:sugar=2:1, heating time=3 min.

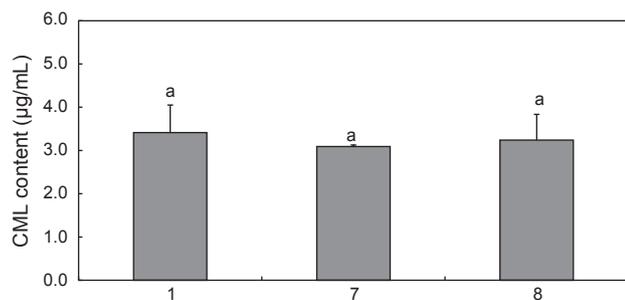


Fig. 2. Formation of N^ε-(carboxymethyl)lysine in stir-fried anchovies by heating temperature. 1: sucrose, anchovy:sugar=3:1, heating time=3 min; 7: sucrose, anchovy:sugar=3:1, heating time=1 min; 8: sucrose, anchovy:sugar=3:1, heating time=5 min. Values were significantly different ($P<0.05$).

되었다. 조직감의 경우 설탕이 들어간 시료(1-2번)가 올리고당(3-4번), 물엿(5-6번)에 비해 높게 평가되었고, 물엿이 저농도로 첨가된 5번 시료가 5.90 ± 1.45 으로 가장 낮은 점수로 확인되었다. 맛의 기호도는 고농도의 설탕 2번 시료의 7.90 ± 1.66 점이 가장 높았으며, 3-6번 시료가 낮게 평가되었다. 멸치볶음의 전체기호도의 경우 향, 조직감, 맛의 기호도와 거의 일치하게 2번 시료가 가장 높은 값을 나타냈으며, 3-6번 시료가 낮은 평가를 받았다. 결과적으로 멸치볶음의 관능평가 결과, 색의 기호도는 당의 함량에 따라 크게 작용하지 않았지만 향, 조직감, 맛의 기호도와 유사한 경향으로 나타났으며 설탕이 올리고당과 물엿에 비해 기호도가 높은 점수로 확인되었다.

가열시간에 따른 멸치볶음의 CML 함량

멸치볶음의 조리조건 중 가열시간을 독립변수로 하여 제조한 시료의 CML 함량을 측정하기 위하여 당과 간장을 첨가한 후 100°C 의 온도에서 멸치를 가열하는 시간을 1분, 3분, 5분으로

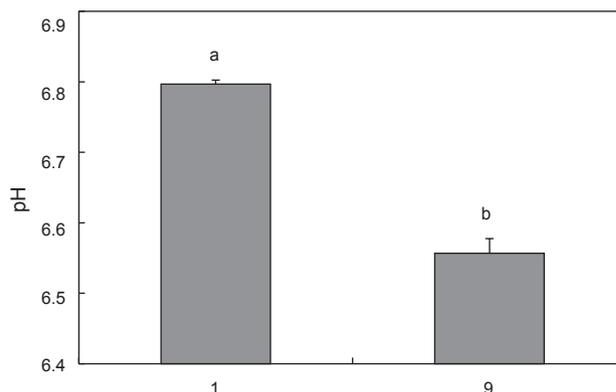


Fig. 3. pH values of stir-fried anchovies. 1: sucrose, anchovy:sugar=3:1, heating time=3 min; 9: sucrose, anchovy:sugar=3:1, heating time=3 min, lemon. Values were significantly different ($P<0.05$).

가열시간을 다르게 설정하고 멸치볶음을 제조하였다. 각각의 CML 함량은 3.09 ± 0.64 , 3.42 ± 0.04 , 3.24 ± 0.59 µg/mL으로 측정되었으며, 시료간의 유의적 차이는 나타나지 않았다(Fig. 2). 따라서 멸치볶음 조리 과정에서의 가열시간은 CML 함량에 크게 영향을 끼치지 않는다고 판단되었다. Park et al. (2001)의 논문에서 멸치볶음 조리 과정 중 조리시간이 길어질수록 수분함량이 낮아진다고 보고된 결과와 비교하여, 조리시간에 따른 수분함량의 변화는 CML 생성에 영향을 끼치지 않는 것으로 사료되었다.

가열시간에 따른 관능적 특성

가열시간을 다르게 조리한 멸치볶음 3종의 관능적 특성을 분석하였다(Table 4). 관능적 특성 결과 멸치볶음의 색, 향, 조직감, 맛, 전체기호도는 시료간의 유의적 차이는 나타나지 않았다. 따라서 가열시간은 CML 함량 뿐만 아니라 관능적 기호도에도

Table 4. Sensory evaluation in stir-fried anchovies by heating temperature

	Color	Flavor	Texture	Taste	Overall acceptability
1	$7.30 \pm 1.06^{ab1,2}$	7.50 ± 0.97^a	7.40 ± 1.78^a	6.60 ± 2.01^{ab}	6.90 ± 1.73^{ab}
7	7.40 ± 1.43^a	7.20 ± 1.23^a	6.70 ± 1.25^a	7.00 ± 0.82^a	6.90 ± 0.57^a
8	7.30 ± 1.16^a	7.00 ± 1.25^a	7.40 ± 1.07^a	6.60 ± 1.26^a	6.50 ± 1.35^a

¹Each value represents mean±S.D. (n=10). ²Values with the same letter in the same column are not significantly different ($P<0.05$). 1: sucrose, anchovy:sugar=3:1, heating time=3 min; 7: sucrose, anchovy:sugar=3:1, heating time=1 min; 8: sucrose, anchovy:sugar=3:1, heating time=5 min.

Table 5. Sensory evaluation in stir-fried anchovies by acidulant

	Color	Flavor	Texture	Taste	Overall acceptability
1	7.30 ± 1.06^{ab}	7.50 ± 0.97^a	7.40 ± 1.78^a	6.60 ± 2.01^{ab}	6.90 ± 1.73^{ab}
9	7.70 ± 0.95^a	7.20 ± 1.40^a	7.20 ± 1.23^a	6.10 ± 2.51^a	6.60 ± 1.96^a

¹Each value represents mean±S.D. (n=10). ²Values with the same letter in the same column are not significantly different ($P<0.05$). 1: sucrose, anchovy:sugar=3:1, heating time=3 min; 9: sucrose, anchovy: sugar=3:1, heating time=3 min, lemon.

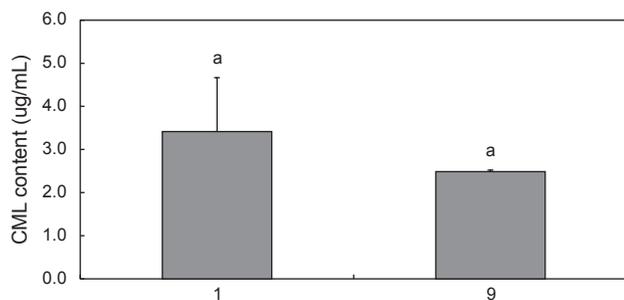


Fig. 4. Formation of N^ε-(carboxymethyl)lysine in stir-fried anchovies by acidulant. 1: sucrose, anchovy:sugar=3:1, heating time=3 min; 9: sucrose, anchovy:sugar=3:1, heating time=3 min, lemon. Values were significantly different (P<0.05).

영향을 끼치지 않는다고 판단되었다.

pH 측정

멸치볶음 시료 10종의 pH 값은 6.56±0.01에서 6.90±0.02의 범위로 측정되었다. 멸치 원재료의 pH가 6.5로 보고된 것과 비교하여, 멸치에 열을 가하는 조리과정 중에 멸치볶음의 최종 pH가 증가함을 의미하였다. 멸치볶음 제조 시 레몬을 사용하여 제조한 9번 시료에서 6.56±0.01의 pH 값을 나타냈으며, 그 외의 시료들은 pH 6.79±0.01~6.90±0.02의 값으로 유사한 것으로 나타났다. 이에 따라 레몬의 첨가 유무에 따라 멸치볶음의 pH 값은 유의적인 차이가 있다는 것을 알 수 있었다(Fig. 3).

레몬첨가 멸치볶음의 CML 함량

멸치볶음의 pH를 조절하기 위해 조리과정에서 부재료로 레몬을 사용하여 조리한 멸치볶음의 CML을 측정하였다. 멸치를 볶은 후에 당과 간장을 첨가할 때 레몬을 함께 넣은 9번 시료의 CML 함량은 2.49±1.25 µg/mL를 나타냈으며 레몬을 첨가하지 않은 멸치볶음 시료(3.42±0.04 µg/mL)에 비해 낮은 값으로 나타났다(Fig. 4). 이는 멸치볶음의 제조 시 식염첨가량에 따른 pH의 차이는 거의 나타나지 않는다고 보고된 Lee et al. (2015)의 논문결과와 비교해 멸치 원재료의 pH가 아닌 부재료로 첨가된 레몬 pH의 영향을 많이 받은 것으로 사료되었다. 또한 Hartkopf et al. (1994)의 연구에서와 같이 식료품의 pH가 4일 때 70 mg, pH 7에서 370 mg, pH 9에서 3170 mg의 CML/kg lysine이 검출된 것과 비교하여 pH가 낮을수록 CML 함량이 낮은 것으로 확인되었다.

레몬첨가 멸치볶음의 관능적 특성

부재료 레몬을 사용하여 조리한 멸치볶음의 기호도에 대한 관능적 특성을 실시한 결과(Table 5), 멸치볶음의 색에서만 유의적 차이가 확인되었고 향, 조직감, 맛, 전체기호도는 시료간의 유의적 차이가 없었다. 그러나 다른 시료와는 다르게 레몬을 첨가한 멸치볶음의 전체기호도는 개인적인 기호도에 영향을 많이

받아 표준편차가 크게 나타났다.

사 사

이 논문은 2017년도 과학기술정보통신부 재원으로 한국식품연구원의 지원(주요사업 과제번호 E164400)을 받아 수행된 연구성과입니다.

References

Alamir I, Niquet-Leridon C, Jacolot P, Rodriguez C, Orosco M, M.Anton P and Tessier FJ. 2013. Digestibility of extruded proteins and metabolic transit of Ne-carboxymethyllysine in rats. *Amino acids* 44, 1441-1449. <https://doi.org/10.1007/s00726-012-1427-3>.

Hartkopf J and Erbersdobler HF. 1994. Model experiments of the formation of N epsilon-carboxymethyllysine in food products. *Eur Food Res Technol* 198, 15-24.

He J, Zeng M, Zheng Z, He Z and Chen J. 2014. Simultaneous determination of N^ε-(carboxymethyl) lysine and N^ε-(carboxyethyl) lysine in cereal foods by LC-MS/MS. *Eur Food Res Technol* 238, 367-374. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-2085-8>.

Kim JH. 2014. Physicochemical and microbiological characteristics of dried anchovies in the different size during storage at different temperature. B.S Thesis. University of Chonnam, Gwangju, Korea.

Kim JS, Heu MS and Kim HS. 2001. Quality comparison of commercial boiled-dried anchovied processed in Korea and Japan. *J Korean fish Soc* 34, 685-690.

Lee JD, Kang KH, Kwon SJ, Yoon MJ, Park SY, Park JH and Kim JG. 2015. Changes of physicochemical properties of salted-fermented anchovy meat *Engraulis japonica* with different salt content during fermentation at 15°C. *J Fish Mar Sci Educ* 27, 1457-1469. <http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2015.27.5.1457>.

Lee JS, Yang R and Shin DB. 2004. Effect of reactive oxygen species on the formation of N^ε-(carboxymethyl)lysine, an endproduct of Maillard reaction of proteins. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33, 123-131.

Liu H and Li J. Eur. 2014. Changes in glyoxal and methylglyoxal content in the fried dough twist during frying and storage. *Eur Food Res Technol* 238, 323-331. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-2110-y>.

Li L, Han L, Fu Q, Li Y, Liang Z, Su J and Li B. 2012. Formation and inhibition of N^ε-(carboxymethyl)lysine in saccharide-lysine model systems during microwave heating. *Molecules* 17, 12758-12770. <https://doi.org/10.3390/molecules171112758>.

Li Y, Li L, Li B, Han L, Li X, Xu Z and Bian H. 2015. Optimization of pretreatment for free and bound N^ε-(carboxymethyl)lysine analysis in soy sauce. *Food Anal Methods* 8,

- 195-202. <https://doi.org/10.1007/s12161-014-9892-9>.
- National Nutrients Database. 2015. Korean Food Code. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea.
- Niquet-Leridon C and Tessier F.J. 2010. Quantification of Ne-carboxymethyl-lysine in selected chocolate-flavoured drink mixes using high-performance liquid chromatography-linear ion trap tandem mass spectrometry. *J Agric Food Chem* 126, 655-663. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.111>.
- Niquet-Leridon C, Jacolot P, Niamba CN, Grossin N, Boulanger E and Tessier FJ. 2015. The rehabilitation of raw and brown butters by the measurement of two of the major Maillard products, Ne-carboxymethyl-lysine and 5-hydroxymethyl-furfural, with validated chromatographic methods. *J Agric Food Chem* 177, 361-368. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.011>.
- Nomi Y, Annaka H, Sato S, Ueta E, Ohkura T, Yamamoto K, Homma S, Suzuki E and Otsuka Y. 2016. Simultaneous quantitation of advanced glycation end products in soy sauce and beer by liquid chromatography-tandem mass spectrometry without ion-pair reagents and derivatization. *J Agric Food Chem* 64, 8397-8405. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b02500>.
- Palermo M, Fiore A and Fogliano V. 2012. Okara promoted acrylamide and carboxymethyl-lysine formation in bakery products. *J Agric Food Chem* 60, 10141-10146. <https://doi.org/10.1021/jf302750q>.
- Park CK, Kang TJ and Cho KO. 2002. Studied on the processing of rapid- and low salt-fermented liquefaction of anchovy (*Engrulis japonica*) (I). *Korean J Diet Cult* 17, 197-213.
- Park JH, Bae JK, Won JH, Song HS, Jun M, Ahn MR and Park I. 2010. Microbial quality of dried anchovy muchim and bokkeum during storage. 2010 International symposium and annual meeting, Incheon, Korea. 391.
- Renzone G, Arena S and Scaloni A. 2015. Proteomic characterization of intermediate and advanced glycation end-products in commercial milk samples. *J Proteomics* 117, 12-23. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2014.12.021>.
- Takeuchi M, Takino J, Furuno S, Shirai H, Kawakami M, Muramatsu M, Kobayashi Y and Yamagishi. 2015. Assessment of the concentrations of various advanced glycation end-products in beverages and foods that are commonly consumed in Japan. *PLoS ONE* 10, 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118652>.
- Zhang G, Huang G, Xiao L and Metcalf E. 2011. A Determination of advanced glycation endproducts by LC-MS/MS in raw and roasted almonds (*Prunus dulcis*). *J Agric Food Chem* 59, 12037-12046. <https://doi.org/10.1021/jf202515k>.
- Zhou Y, Lin Q, Jin C, Cheng L, Zheng X, Dai M and Zhang Y. 2015. Simultaneous analysis of N^ε-(carboxymethyl)lysine and N-(carboxyethyl)lysine in foods by ultra-performance liquid chromatography-mass spectrometry with derivatization by 9-fluorenylmethyl chloroformate. *J Food Sci* 80, 207-217. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12744>.