



Journal of Knowledge Information Technology and Systems

ISSN 1975-7700 (Print), ISSN 2734-0570 (Online)

<http://www.kkits.or.kr>

Study on the Physicochemical and Benzo[a]pyrene in High Temperature Treated Black Garlic

Guk-joung Yoon*

Devison of fine science and engineering, Paichai University

A B S T R A C T

In this study, black garlic was produced by treated high temperature(110, 120 and 130°C) and treat time(6, 12, 24 and 48hr.) conditions. Then, the physicochemical activity as total polyphenol, total flavonoid, reduction sugar, and nitrite scavenging activity content of it extract were compared fresh garlic extract. Total polyphenol, total flavonoid, reduction sugar and nitrite scavenging activity content have a top position within increasing treated temperature and time. Highest total polyphenol content was 9.97mg/g at 130°C and 12hr. about 4.4times higher then fresh garlic. Highest total flavonoid content was 2.78mg/g at 130°C and 12hr. about 36times higher then fresh garlic. Highest reduction sugar content was 39.53mg/g at 110°C and 24hr. about 4times higher then fresh garlic. As a result of investigating the statistical significance of the variables of treatment temperature and treatment time, it was found that treatment temperature had more influence than treatment time. As the treatment temperature and treatment time increased, the active ingredient decreased. The decrease in active ingredients was suspected of being converted to poly aromatic hydrocarbons. As aresult of examining the content of benzo[a]pyrene, it was not detected.

© 2020 KKITS All rights reserved

KEYWORDS : black garlic, Polyphenol, Flavonoid, Reduction sugar, Benzo[a]pyrene.

ARTICLE INFO: Received 22 October 2020, Revised 7 December 2020, Accepted 11 December 2020.

*Corresponding author is with the Devison of fine science and engineering, Paichai University, Daejeon, Korea, 302-735, KOREA

E-mail address: chim5375@pcu.ac.kr.

1. 서론

마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과(Liliaceae) 알리움속(*Allium*)에 속하는 다년생 구근식물로 독특한 향미와 다양한 생리활성을 가지고 있으며, 전 세계적으로 천연 조미료 및 강장식품으로 이용됨과 동시에 식품의 향신료로 이용되어 왔다[1]. 생마늘에는 수분 64% 이상, 당질 24%과, 단백질이 9.2% 함유되어 있으며, 당질의 대부분은 fructan인 inulin으로 알려져 있다. 이외에도 유기 황 화합물이 특징 성분으로 함유되어 있으며, 총 황 함유량은 약 0.3%인 것으로 알려져 있다[2]. 마늘은 항균작용[3], 항고혈압작용[4], 항암 및 세포의 항 돌연변이 효과[5,6] 및 항산화작용[7,8] 등이 밝혀져 있다.

이러한 건강 기능성 성분들의 많이 함유한 마늘의 소비가 크게 늘어나지 않는 이유는 마늘이 가지는 특유의 냄새와 독특한 맛에 기인한다고 볼 수 있다. 특유의 냄새와 독특한 맛의 원인인 Alliin은 냄새는 없으나, 마늘을 자르거나 으개는 경우 조직이 파괴되면서 액포(vacuole)에 존재하는 효소(alliinase)의 작용에 의하여 매우 불안정하고 특유한 냄새를 지닌 allicin을 생성하고 allicin은 pyruvic acid와 작용하여 저급 황 화합물 및 카르보닐 화합물을 생성함으로써 마늘 특유의 독특한 향기 성분과 매운맛을 생성하게 된다[9,10].

마늘 특유의 냄새나 자극을 감소시키고 마늘 함유 기능성 성분이 갖는 고유의 효능을 발휘하는데 더욱 효과적인 마늘의 처리 방법들이 개발되어 왔다[11-13]. 흑 마늘 제조 방법은 열을 가하는 방법과 저온 숙성법이 있으며, 저온 숙성방법은 시간이 많이 소요하는 단점으로 대부분의 흑마늘 제조에는 열을 가하여 빠르게 제조하는 방법을 사용하는 것으로 알려져 있다. 그러나 식품을 고온 가공할 때 인체에 유해한 벤조피렌이 발생하는 것으로 알려져 있다.

벤조피렌(benzof[a]pyrene)은 체내에 유입되면 산화되어 독성을 나타내며[14] 장기노출 시 폐암[15], 위암, 피부암, 췌장암, 대장암, 유방암[16] 등을 유발할 수 있어 WHO/IARC에서는 벤조피렌을 Group 1(인체 발암물질)로 분류하고 있다[17].

벤조피렌은 다환 방향족탄화수소(PAHs)의 일종으로 식품을 가열하여 조리 및 가공처리 할 때 PAHs가 생성되며. 그 밖에 요인으로 전구물질, 환경오염 등 PAHs 생성에 영향을 미치는 요인들은 다양하다. 앞의 요인 중 조리온도가 PAHs 생성에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로 알려져 있으며 이에 대한 많은 연구가 진행되었다. 찜개의 볶음 온도가 증가함에 따라 PAHs의 생성량이 유의적으로 증가하였으며, 볶는 시간의 증가에 따라서는 유의적 차이를 보이지 않았다[18]. Wretling 등은 훈연과정 중 PAH의 생성연구에서 훈연온도가 증가할수록 PAHs의 생성량도 비례하여 증가한다[19]. 신선한 대두유 가열시 가열 전보다 벤조피렌의 함량이 더 높게 나타났으며, 같은 가열온도일 때 가열 시간이 길수록, 벤조피렌의 오염도가 증가하는 것으로 나타났다[20]. 한국소비자원이 시중에 유통 중인 흑 마늘즙의 벤조피렌의 함량을 조사한 결과 제품 중 26.7%에서 극미량의 벤조피렌이 검출되었다고 보고하였다[21]. 흑 마늘즙에서 인체에 유해한 미량의 벤조피렌이 검출된 것은 흑 마늘 제조 방법 및 환경적인 영향에 의하여 비롯되었을 것으로 생각되어 진다.

본 연구에서는 마늘을 이용하여 건강 기능성 식품으로 상품화하기 위하여 일정한 온도에서 일정 시간 동안 처리하여 제조한 흑 마늘에 대한 이화학적 특성과 유해한 벤조피렌의 량을 측정함으로써 흑 마늘 제조 시 유해물질이 발생되지 않는 새로운 가공조건을 제시하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 시약 및 재료

garlic acid, 3,5-dinitrosalicylic acid, Aluminium nitrate, Quercetin, Folin-Denis reagent, Griess's reagent for nitrite (ACS급) sigma에서 benzo[a]pyrene 및 3-methylcholanthrene 표준물질을 구입하여 사용하였으며, 나머지시약은 GR급 시약을 사용하였다.

재료로 사용한 마늘은 서산 육쪽 마늘 구입하였다.

2.2 마늘의 전처리

시판되는 서산 육쪽 마늘을 구입하여 통마늘 뿌리를 제거하고 꼭지부분은 위로 약 2cm만 남기고 잘라서 준비하였다. 마늘을 고온으로 처리하기 위하여 15kg/cm²이상의 압력에서도 견딜 수 있으며, 안전을 위하여 일정한 압력이상이 발생하면 자동으로 압력을 배출하는 장치와 압력을 측정할 수 있는 장치를 제작하여 사용하였다. 시료는 내부용기에 통마늘 10통씩 넣은 후 일정량의 물이 첨가된 가압용기에 넣어 흑마늘을 제조하였다. 처리방법으로는 가압용기를 일정한 온도(110°C, 120°C 및 130°C)로 가온된 oil bath에서 6hr, 12hr, 24hr, 48hr 처리 후 사용하였다.

2.3 열수 및 에탄올 추출물의 제조

각 시료의 열수 추출물은 고온 처리한 시료 10g에 증류수 100ml를 가하여 90°C 수욕 상에서 환류냉각 시키면서 2시간씩 2회 반복 추출하였고, 95% 에탄올 추출물은 열수추출물과 동일한 방법으로 70°C 수욕 상에서 환류냉각 시키면서 2시간씩 2회 반복 추출한 후 감압 여과한 여액을 회전식진공농축기를 이용하여 농축 후 일정용량으로 한 후 냉

장고(4°C) 보관하여 사용하였으며, 시료의 변질 방지를 위하여 최대한 신속한 실험을 진행하였다.

2.4 총 폴리페놀(polyphenol) 함량 측정

Folin-Denis[22]법을 이용하여 시료추출물 0.4ml, 증류수 3.0ml, Folin-Ciocalteu 시약 0.2ml, Saturated Na₂CO₃용액 0.4ml, 첨가 후 1시간 방치하여 725nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 Galic acid를 농도별(10~100µg/ml)로 제조하여 검정곡선을 작성하였으며, 이에 기초하여 폴리페놀 함량을 정량하였다. 추출물의 총 폴리페놀 함량은 g 당 mg gallic acid로 나타내었다.

2.5 환원당 (reducing sugar) 함량 측정

환원당은 DNS법을 이용하여 증류수 7.0ml, 시료추출물 1.0ml, DNS시약 2.0ml 혼합 후 water bath(100°C)에서 5분 중탕 후 냉각하여 520nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 glucose를 농도별(1000~3000µg)로 제조하여 검정곡선을 작성하였으며, 이에 기초하여 환원당 함량을 정량하였다.

2.6 플라보노이드(flavonoid) 함량 측정

Moreno법[23] 이용하여 플라보노이드용 시료추출물 0.3ml, aluminium nitrate(10%) 0.1ml 1M potassium acetate 0.2ml, methanol (80%) 4.4ml를 혼합 후 실온 40분 방치한 후 415nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 quercetin을 농도별(10~200µg)로 제조하여 검정곡선을 작성하였으며, 이에 기초하여 플라보노이드 함량을 정량하였다.

2.7 아질산염 소거능 측정

아질산염 소거능 측정은 Kato 등[24]의 방법으로 농도별로 희석한 시료 희석액 2.0ml에 1mM NaNO₂ 1.0ml을 넣은 다음 0.1N HCl을 이용하여 pH 1.2로 조정 한 후 증류수를 첨가하여 반응용액의 부피를 10.0ml로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 반응용액 1.0ml을 취하여 2% acetic acid 5.0ml와 Griess reagent(1% sulfanilic acid : 1% naphthylamine = 1:1 in 30% acetic acid) 0.2ml를 가한 후 vortex하여 실온에서 15분간 방치 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조 구는 Griess reagent 대신 증류수를 가하여 측정하였으며, 아질산염 소거능은 아래와 같이 계산하였다.

$$NSE(\%) = \frac{1-(A-C)}{B} \times 100$$

- A : Griess 시약에 시료 첨가 후 흡광도 측정
- B : 시료대신 증류수 사용하여 흡광도 측정
- C : Griess 시약 대신 증류수 첨가 후 흡광도 측정

2.8 벤조피렌(Benzopyrene) 함량 측정

식약청 생약의 벤조피렌시험방법을 변형하여 실험하였다. 처리한 시료 10.0g과 내부표준액 1.0ml를 첨가하여 95% 알코올을 사용하여 2회 환류 추출한 용액을 5.0ml 이내가 되도록 감압농축 후 분액깔때기에 옮긴 후 증류수로 약 100ml로 한 후 Hexane 100ml 첨가하여 2회 추출하였으며, 이후 전처리 과정은 식약청의 방법을 준용하였다. HPLC는 형광검출기(FLD)가 부착된 agilent 사의 1100 series를 이용하여 분석하였으며, 분석조건은 다음과 같다. HPLC 분석조건은 C18 column(Ace RP-18 column, 4.6×250mm, 5µm, shimadzu Co, Japan)을 사용하였고, Column 온도는 40°C로 하였으며, 검출기는 FLD(Ex λ : 294nm, Em λ : 404nm)를 사용하였다. 이

동상은 A를 water, B를 Acetonitrile 용매로 A:B 초기 비율을 30:70으로 시작하여 5분까지 30:70, 10분에 20:80, 15분에 20:80, 20분에 15:85, 85분에 15:85, 26분 30:70 용매 조성으로 gradient system을 사용하였다. 유속은 1.0 ml/min이었으며, 시료는 10µl를 주입하여 분석하였다.

2.9 통계 처리

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하여 평균과 표준편차로 나타내었으며 그 결과는 SPSS 20.0 software package (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)의 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하여 유의성을 검토하였다.

3. 실험결과

총 폴리페놀 함량

폴리페놀은 식물의 2차 대사산물로 한 분자 내에 2개 이상의 phenolics hydroxyl기를 가진 방향족 화합물로 자연계에 널리 분포되어 있는 물질로서 특히 차잎에 다량 포함되어 다양한 생리활성을 나타내는 물질로 알려져 있다[25]. 생리활성으로는 DNA보호, 세포구성 단백질 및 효소 보호, 항산화, 항산화, 항암, 항 당뇨병, 항 골다공증 및 심장 질환예방에 효과가 있는 것으로 알려져 있다[26].

생마늘의 처리온도와 시간에 따른 총 폴리페놀 함량의 변화는 Fig1과 같다. 처리조건에 따른 총 폴리페놀 함량은 3.40mg/g ~ 9.97mg/g으로 나타났다. 가장 높은 폴리페놀 함량을 보인 처리방법은 130°C, 12시간에서 9.97mg/g로 대조구인 생마늘에 비하여 약 4.4배 증가함을 보였다. 권 등[27] 은 호남에서 생산된 갠 마늘의 수용성 페놀화합물은 17.11mg/g으로 보고 하였으며, 신 등[28] 남해마늘의

수용성 페놀화합물은 24.05mg/g으로 보고 하였는데, 이러한 차이가 보이는 것은 시료의 제조방법과 산지별 차이에서 기인된 것으로 판단된다.

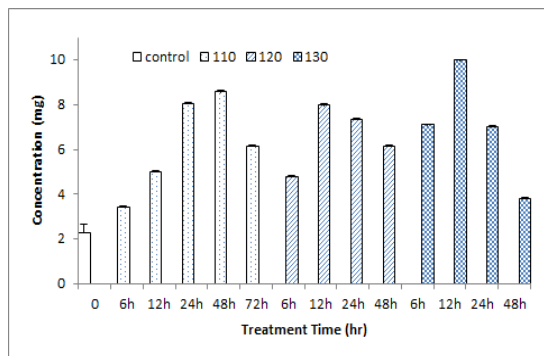


그림 1. 처리 온도와 시간에 따른 흑마늘의 총 폴리페놀 함량의 변화.

Figure 1. Total polyphenol concentration of garlic juice with heat treatment condition

마늘의 처리조건에 따라서 110°C, 120°C 및 130°C의 처리조건에서는 처리시간에 따라 수용성 페놀화합물이 증가하다가 특정시간 이후 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 권 등[27]의 연구결과와 유사한 결과로 나타났다.

마늘의 고온처리조건에 시간에 따라 증가와 감소가 나타나는 것은 특정온도에서 특정시간까지는 마늘에 존재하는 여러 화합물들이 고온처리에 의하여 페놀화합물로 전환되어 졌거나, 고온처리로 인하여 페놀화합물의 추출이 용이하게 변하여 함량이 증가하였을 것으로 판단된다. 그러나 마늘을 고온처리 조건에서 특정시간이상 처리 할 경우 폴리페놀의 함량이 감소하는 것은 비수용성 화합물로 전환되어 감소된 것으로 사료되나 이에 대한 연구는 향후에 좀 더 깊이 있는 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

폴리페놀의 함량은 마늘의 처리온도와 시간의 변수에 대하여 유의적으로 영향을 받는 것으로 나

타났으며($p < 0.001$), 처리온도에 따른 F-값은 140.32이고 처리시간의 F-값은 9.91로 나타나 처리온도가 시간보다 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다.

총 환원당

마늘에 존재하는 다량의 유기 황 화합물은 다양한 효능을 가지고 있는 반면에 마늘이 가지는 독특한 향과 매운맛을 유발하는 물질로써 식용함에 있어 선호도를 저하 시킬 뿐 아니라 마늘을 이용한 식품개발에도 걸림돌이 되고 있다. 이와 같이 마늘이 가지는 독특한 향과 매운 맛을 감소시키는 연구는 많이 진행 되어왔다.

생마늘의 처리온도와 시간에 따른 환원당의 변화는 Fig 2에 나타내었다. 생마늘의 환원당은 10.94 mg/g으로 나타났으며, 고온 처리방법에 따른 환원당은 10.81mg/g ~ 39.53mg/g로 대조구인 생마늘에 비하여 약 4배 증가한 값을 보였다.

가장 높은 함량을 보인 처리방법은 110°C, 24시간에서 39.53mg/g 로 나타났다. 이와 같은 결과는 Choi 등[29]은 흑 마늘의 항산화활성연구에서 환원당의 함량이 40mg/g 으로 나타났다고 보고와 일치하는 결과를 나타내었다.

마늘의 처리조건에 따라서 110°C, 120°C 및 130°C의 처리조건에서는 처리시간에 따라 환원당의 함량이 증가하다가 특정시간 이후 감소하는 경향을 보였다. 환원당의 함량이 특정온도에서 시간에 따라 증가한 것은 Park[30]이 보고한 마늘의 저장당류는 fructan으로 합성하여 저장한 당이 하고 발효과정 중 가수분해 되어 저분자의 유리당을 생성한다고 보고한 것과 같이 고온처리과정에서 다당류가 분해되어 환원당 함량이 늘어난 것으로 추정해 볼 수 있다. 처리 시간의 증가에 따라 환원당의 감소는 유리당이 처리시간의 증가에 따라 알돌축합반응으로 고분자물질의 생성과 당의 알데하이드

와 아민 중합반응 및 헤테로고리질소화합물로 전환되어 감소하였다고 볼 수 있으나 이에 대한 연구는 향후에 좀 더 깊이 있는 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

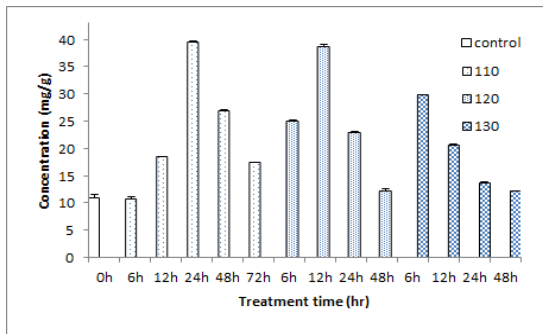


그림 2. 처리 온도와 시간에 따른 흑마늘의 환원당 함량의 변화.
Figure 2. Reduction sugar concentration of garlic juice with heat treatment condition

고온처리과정중 생성된 당 함량의 증가는 흑 마늘의 감미를 상승시켜 소비자들의 선호도를 높일 수 있을 것으로 사료된다.

환원당의 함량의 변화를 마늘의 처리온도와 시간의 변수에 대하여 조사한 결과 처리온도에는 유의적으로 영향을 받는 것으로 나타났으며(p < 0.001), F-값은 34.84이었다. 처리시간에는 영향이 유의적 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며(p > 0.05). F-값은 0.31로 나타났다.

총 플라보노이드 함량

플라보노이드는 비타민 P라고 불리는 물질로 식물의 2차 대사산물이다. 우리 주변에서는 콩, 견과류 곡물 및 식물에서 발견되는 물질로, 신체 내에서 항 알레르기[31], 항염증[31][32], 항산화물질[32] 항균[33,34] 항 진균[35], 항바이러스, 및 항 암 [31,36] 설사방지 활성[37] 등의 광범위한 생물학적 및 약리학적 활성을 갖는 것으로 알려져 있다.

생마늘 과 고온 처리한 흑마늘 플라보노이드의

함량을 측정하였으며 그 결과는 Fig 3 와 같다. Fig 3에서 보는 바와 같이 총 플라보노이드 함량은

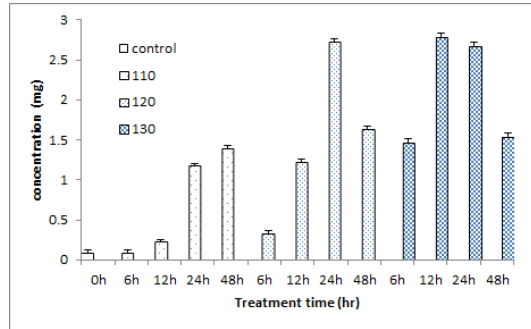


그림 3. 처리 온도와 시간에 따른 흑마늘의 총 플라보노이드 함량의 변화.
Figure 3. Total flavonoid concentration of garlic juice with heat treatment condition

Figure 3. Total flavonoid concentration of garlic juice with heat treatment condition

생마늘이 0.078mg/g 이었으나, 처리방법에 따른 플라보노이드의 함량은 0.08mg/g ~ 2.82mg/g으로 나타났으며, 이와 같은 결과는 생마늘에 비하여 약 36배 증가한 값을 보인다. 가장 높은 함량을 보인 처리방법은 130℃, 12시간에서 2.82mg/g로 나타났다. 이와 같은 결과는 권 등[28]의 보고에 의하면 플라보노이드는 150℃, 1시간 처리 구에서 0.53mg/g으로 나타났다고 보고하였는데, 본 연구와는 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 차이가 보이는 것은 시료의 제조방법과 산지별 차이에서 기인된 것으로 판단된다. 처리온도 110℃에서는 시간이 길어짐에 따라 플라보노이드의 농도가 증가 하는 것으로 나타났으며, 처리온도 120℃, 130℃에서는 특정시간이 지난 후 감소하는 결과를 보였으며, 이와 같은 결과는 권 등[27]의 연구결과와 유사한 결과로 나타났다. 우리 플라보노이드의 농도가 크게 증가 하는 것은 마늘의 고온처리로 인하여 세포막이나 다른 물질과 결합되어 있던 플라보노이드 화합물이 추출이 용이하게 변하여 함량이 증가하였을 것으로 판단된다. 또한 마늘을 고온처리 조건에서

특정시간이상 처리 할 경우 플라보노이드의 함량이 감소하는 것은 유리플라보노이드가 다른 화합물로 전환되어 감소된 것으로 사료되나 이에 대한 연구는 향후에 좀 더 깊이 있는 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

플라보노이드의 함량은 마늘의 처리온도와 시간의 변수에 대하여 유의적으로 영향을 받는 것으로 나타났으며(p < 0.001), 처리온도에 따른 F-값은 223.6이고 처리시간의 F-값은 18.68로 나타나 처리온도가 시간보다 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다.

아질산염 소거능

아질산염은 시안화물 중독 치료에 매우 효과적인 약품으로 WHO 필수 의약품 목록에 등재되어 있는 물질이다. 또한 식품 첨가물로 육류의 지질의 산화방지 및 미생물 증식억제효과로 인하여 육류 산업에 널리 사용되고 있으나, 아질산염은 아민을 함유하고 있는 식품물을 섭취했을 때 발암성 물질인 니트로사민이 생성될 가능성이 매우 높은 것으로 알려져 있다. 이러한 니트로사민 생성반응은 nitrite와 반응할 수 있는 화합물에 의해 억제될 수 있는데 대표적인 물질들로는 비타민 C, 토코페롤, 페놀화합물 등이 있다[38,39]. Kato 등[40]은 아질산염 소거능이 있는 물질은 phenolic 화합물, melanoidin이 관여하는 것으로 보고하였으며, Cooney와 Ross[41]는 phenolics, guaiacol, resorcinol 등의 페놀화합물은 nitroso화 반응을 강력하게 억제한다고 보고하였다.

아질산염 제거능력을 평가하기 위하여 수용성 페놀화합물이 가장 많이 생성하는 130℃ 12시간 처리한 물질과 대조구로 생마늘의 아질산염 제거능력을 조사하였으며, 그 결과는 Fig 4와 같이 나타났다. Fig 4에서 보듯이 생마늘과 흑 마늘 추출물에서 아질산염 제거능력의 경우 시료 농도가 증가

할수록 아질산염 제거능력이 증가하는 것으로 나타났으며, 제거효율이 5mg/ml 일 때 86%로 매우 높게 나타내고 있다. 이와 같은 결과는 ascorbic acid, 페놀화합물 및 allyl 화합물 등이 다량 함유된 식품일수록 아질산염의 소거작용이 우수하다는 Kang 등[42]의 연구결과와 유사하였다.

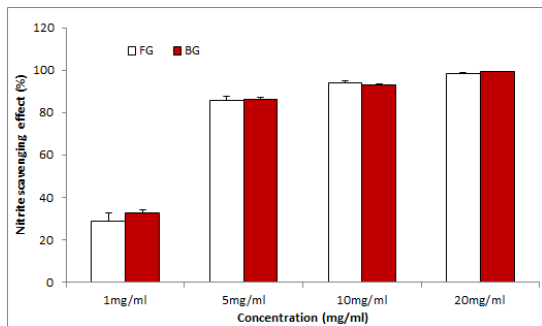


그림 4. 흑 마늘의 아질산염 제거효과.

Figure 4. Nitrite scavenging effect according to concentration of normal garlic and treated black garlic at 130℃ in 12hr.

이와 같이 마늘 및 흑마늘의 아질산염의 소거작용이 뛰어난 것은 마늘에 존재하는 페놀화합물, allyl 화합물 및 마늘의 고온처리과정에서 형성되는 갈변물질 등에 기인한 효과로 사료된다.

벤조피렌 측정

벤조피렌(benzof[a]pyrene)은 다환 방향족탄화수소(PAHs)의 한 종류로 체내에 유입되면 산화되어 독성을 나타내며, 장기 노출 시 폐암, 위암, 피부암, 췌장암, 대장암, 유방암 등을 유발할 수 있어 WHO/IARC에서는 벤조피렌을 Group 1(인체 발암물질)로 분류하고 있다. 이와 같이 유해한 벤조피렌은 다환 방향족탄화수소(PAHs)의 일종으로 식품을 조리시간, 조리온도, 전구물질 등 PAHs 생성에 영향을 미치는 요인들은 다양하다. 앞의 생성요인 중 조리온도가 PAHs 생성에 가장 큰 영향을 미치는

요인으로 알려져 있으며 이에 대한 많은 연구가 진행되었다.

마늘의 고온처리를 통한 흑 마늘의 제조에 있어서 벤조피렌이 생성되었는지를 HPLC-

FLD를 통하여 조사하였다. 조사한 결과 벤조피렌은 검출되지 않았다. 그러나 처리온도와 시간에 따른 수용성페놀화합물의 감소, 환원당의 감소, 및 플라보노이드의 감소하는 경향을 보였으므로 다른 PAHs로의 전환도 의심할 수 있으므로 추후 연구에서 고온처리 흑 마늘의 안정성을 확보하기 위하여 보다 더 상세한 연구가 필요 할 것으로 사료된다.

상관관계

마늘의 고온 처리의 변수인 온도와 시간에 따른 총 폴리페놀, 환원당 및 총 플라보노이드 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 1와 같다.

표 1.

Table 1. Correlation coefficients among polyphenol, flavonoid and reduction sugar of garlic juice with heat treatment condition.

Factor	polyphenol	Flavonoid	reduction sugar
polyphenol	1	0.637*	0.561
Flavonoid		1	-0.57
reduction sugar			1

* p < 0.05

폴리페놀과 플라보노이드는 정적인 상관관계를 보였으며, 유의확률 또한 높게 나타난 반면 폴리페놀과 환원당은 정적인 상관관계에 있으나 유의적이지 않았다. 플라보노이드와 환원당은 부적적인 상관관계를 보였으며, 유의적이지 않은 것으로 나타났다.

References

- [1] D. H. Chung, and S. O. Chung, *Garlic science*. World science, Seoul, Korea. p. 9, 2005.
- [2] R. Pentz, Z. Guo, G. Kress, D. Muller, B. Muller, and C. P. Siegers. *Standardization of garlic powder preparations by the estimation of free and hydrolysable SH groups*. *Planta Med.* Vol. 56, p. 691, 1990.
- [3] S. Ankri, and D. Mirelman, *Antimicrobial properties of allicin from garlic*. *Microbes Infec.*, Vol. 2, pp. 125-129, 1999.
- [4] J. Ruffin, and S. A. Hunter, *An evaluation of the side effects of garlic as an antihypertensive agent*. *Cytobios* Vol. 37, 1983.
- [5] K. A. Steinmetz, L. H. Kushi, R. M. Bostick, A. R. Folsom, and J. D. Potter, *Vegetables, fruit, and colon cancer in the Iowa women's health study*, *Am. J. Epidemiol*, Vol. 139, pp. 1-15, 1994.
- [6] S. Belman. *Onion and garlic oils inhibit tumor promotion*, *Carcinogen esis*, Vol. 4, pp. 1063-1067, 1983.
- [7] M. Corzo-Martínez, N. Corzo, and M. Villamiel, *Biological properties of onions and garlic*, *Trends Food Sci. Tech.*, Vol. 18, pp. 609-625, 2007.
- [8] I. G. Hwang, K. S. Woo, D. J. Kim, J. T. Hong, B. Y. Hwang, Y. R. Lee, and H. S. Jeong, *Isolation and identification of an antioxidant substance from heated garlic(Allium sativum L.)*. *Food Sci. Biotechnol*, Vol. 16, pp. 963-966, 2007.
- [9] A. Kamel, and M. Saleh, *Recent studies on the chemistry and biological activities of the organosulfur compounds of garlic (Allium sativum)*, Elsevier, Vol. 23, pp. 455-485, 2000.

- [10] M. Mazelis, and L. Crews, *Purification of the alliin lyase of garlic, Allium sativum*, L. J. Biochem, Vol. 108, pp. 725-730, 1968.
- [11] T. W. Kim, and B. H. Kim, *Aged garlic and its methods*. Korea patent, 10-2007-0080964, 2007.
- [12] H. M. Kim, *Method for producing black garlic by rapid maturing*, Korea patent, 10-2007-0106278, 2007.
- [13] Y. H. Choi, Y. S. Shim, C. T. Kim, C. Lee, and D. B. Shin, *Characteristics of thio sulfonates and volatile sulfur compounds from blanched garlic reacted with alliinase*, Korean J. Food Sci. Technol., Vol. 39, pp. 660-607, 2007.
- [14] H. V. Gelboin, *Benzo[*a*]pyrene metabolism, activation, and carcinogenesis: role and regulation of mixed-function oxidases and related enzymes*. P hysiol Rev., pp. 107-16. 1980.
- [15] S. S. Hecht, *Tobacco smoke carcinogens and lung cancer*, J. Natl Cancer Inst. Vol. 91, pp. 194-1210. 1999.
- [16] B. Sadikovic, and D. I. Rodenhiser, *Benzopyrene exposure disrupts DNA methylation and growth dynamics in breast cancer cells*. Toxicol Apl. P harmcol, Vol. 216, pp. 458-468, 2006.
- [17] R. Dabestani, and I. N. Ivanov. *A compilation of physical, spectroscopic and photophysical properties of polycyclic aromatic hydrocarbons*, Photochemistry and Photobiology, Vol. 70, pp. 10-34, 1999.
- [18] I. W. Seo, H. J. Nam, and H. S. Shin. *Influence of polycyclic aromatic hydrocarbons formation in sesame oils with different roasting conditions*. Korean J. Food Sci. Technol. Vol. 41, pp. 35-361, 2009.
- [19] S. Wretling, A. Eriksson, G. A. Eskhult, and B. Larsson, *Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Swedish smoked meat and fish*. J. food composition and analy., Vol. 23, pp. 264-272, 2010.
- [20] I. S. Kim, M. S. Ahn, and D. K. Jang, *A study on the occurrence of benzo(a)pyrene in fats and oils by heat treatment (I)*. Korean J. Food Sci. technol. Vol. 9, pp. 323-32, 1994.
- [21] G. S. Kim, *Health functional food safety monitoring report*, 2010, kca.
- [22] T. Gutfinger, *Polyphenols in olive oils*, JAOCS Vol. 58, pp. 966-967, 1981.
- [23] M. N. Moreno, M. I. Isla, A. R. Sampietro, and M. A. Vattuone, *Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several region of Argentina*, J. Ethnopharma. Vol. 71, pp. 109-114, 2000.
- [24] H. Kato, I. E. Lee, N. V. Chuyen, S. B. Kim, and F. Hayase, *Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins*. Agr. Biol. Chem. Tokyo Vol. 51, pp. 1333-1338, 1987.
- [25] J. J. Hong, and Y. H. Ahn, *Changes in total flavonoid and total polyphenol content of leafy vegetables (spinach, chard and whorled mallow) by Blanching time*. Korean J. Food cookery sci. Vol. 21, pp. 190-194, 2005.
- [26] Nathan R. Perron, and Julia L. Brumaghim, *A review of the antioxidant mechanisms of polyphenol compounds related to iron binding*, Cell Biochem Biophys 53, pp. 75-100, 2009.
- [27] O. C. Kwon, K. S. Woo, T. M. Kim, D. J. Kim, J. T. Hong, and H. S. Jeong, *Physicochemical characteristics of garlic (Allium sativum L.) on the high temperature and*

- pressure, Korean J. Food Sci. technol. Vol. 38, pp. 331-336, 2006.
- [28] J. H. Shin, J. C. Ju, O. C. Kwen, S. M. Yang, S. J. Lee, and N. J. Sung, *physicochemical and physiological activities of garlic from different area*, Korean J. Food and Nutrition, Vol. 17, pp. 237-245, 2004.
- [29] H. J. Choi, B. R. Lim, S. C. Ha, G. S. Kwon, D. W. Kim, and W. H. Joo, *Physicochemical characteristics and antioxidant activities of Freezing pretreated black garlic*, J. life science, Vol. 27, pp. 471-475, 2017.
- [30] K. Y. Park, *Increased health functionality of fermented foods*. Food Industry and Nutrition Vol. 17, pp. 1-8, 2012.
- [31] Y. Yamamoto, and R. B. Gaynor, *Therapeutic potential of inhibition of the NF-KB pathway in the treatment of inflammation and cancer*, J. clinical investig., Vol. 107, pp. 135-142, 2001.
- [32] L. H. Cazarolli, L. Zanatta, E. H. Alberton, M. S. Figueiredo, P. Folador, R. G. Damazio, M. G. Pizzolatti, and F. R. Silva, *Flavonoides: prospective Drug candidates*, Mini-reviews in Medicinal Chemistry, Vol. 8, pp. 1429-1440, 2008.
- [33] T. P. Cushnie, and A. J. Lamb, *Recent advances in understanding the antibacterial properties of flavonoids*, International J. Antimicrobial Agents, Vol. 38, pp. 99-107, 2011.
- [34] S. Manner, M. Skogman, D. Goeres, P. Vuorela, and A. Fallarero, *Systematic exploration of natural and synthetic flavonoides for the inhibition of staphylococcus aureus biofilms*, International J. Molecular Sci., Vol. 14, pp. 19434-19451, 2013.
- [35] M. Friedman, *Overview of antitoxin and antifungal activities of tea flavonoids and teas*, Molecular nutrition and Food Research, Vol. 51, pp. 116-134, 2007.
- [36] R. R. de Sousa, K. C. Queiroz, A. C. Souza, S. A. Gurgueira, A. C. Augusto, M. A. Miranda, M. P. Peppelenbosch, C. V. Ferreira, and H. Aoyama. *Phosphoprotein levels, MARK activities and NFkappaB expression are affected by fisetin*, J Enzyme Inhib MedChem, Vol. 22, pp. 439-444, 2007.
- [37] M. Schuier, H. Sies, B. Illek and, H. Fischer, *Cocoa-related flavonoids inhibit CFTR-mediated chloride transport across T84 human colon epithelia*, J. Nutr., Vol. 135, pp. 2320-2325, 2005.
- [38] T. Byers, and G. Perry, *Dietary carotenes, vitamine C and vitamine E as protective antioxidants in human cancers*, Annu. Rev. Nutr. Vol. 12, pp. 135-159, 1992.
- [39] J. I. Gray, and J. R. Dugan, *Inhibition of N-nitrosamine in model food system*, J. Food Sci. Vol. 40, pp. 981-984, 1975.
- [40] H. Kato, I. E. Lee, N. V. Chuyen, S. B. Kim, and F. Hayase, *Inhibition of nitro samine formation by non dialyzable melanoidins*, Agr. Biol. Chem. Tokyo Vol. 51, pp. 1333-1338, 1987.
- [41] R. V. Cooney and P. D. Ross, *N-Nitrosation and N-nitration of morpholine by nitrogen dioxide in aqueous solution: Effects of vanillin and related phenols*, J. Agr. Food Chem. Vol 35, pp. 789-793, 1987.
- [42] Y. H. Kang, Y. K. Park, and G. D. Lee, *The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds*. Korean J. Food Sci. Technol., Vol. 28 pp. 232-239, 1996.

고온 처리한 마늘의 이화학적 특성과 벤조피렌에 관한 연구

윤국중

배재대학교 정밀응용과학부 조교수

the KKITS.

E-mail address: chim5375@pcu.ac.kr

요 약

고온 처리한 마늘의 이화학적 변화를 확인하기 위하여 고온(110, 120 및 130°C)와 처리시간(6, 12, 24 및 48시간)을 변수로 처리 후 총 폴리페놀, 환원당, 플라보노이드 및 아질산염 제거능력을 측정하였다. 처리된 마늘의 총 폴리페놀의 함량은 130°C 에서 12시간 처리한 시료에서 9.97mg/g 으로 생마늘에 비하여 약 4.4배 증가하였다. 환원당의 함량은 110°C 24시간 처리한 시료에서 39.53mg/g 으로 생마늘에 비하여 약 4 배 증가하는 것으로 나타났다. 총 플라보노이드 함량은 130°C 12시간 처리한 시료에서 2.78mg/g 으로 생마늘에 비하여 약 36배 증가 한 것으로 나타났다. 처리온도와 처리시간의 변수에 따른 유의성을 조사한 결과 처리온도가 처리시간보다 더 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 처리온도와 처리시간의 증가함에 따라 유효성분이 감소하는 결과를 보였다. 유효성분의 감소는 유해물질인 다환 방향족탄화수소로의 전환을 의심되었다. 다환 방향족탄화수소의 일종인 벤조피렌의 함량을 조사한 결과 벤조피렌은 검출되지 않았다.



Gukjong Yoon received the bachelor and master's degrees in chemistry from the PaiChai University in 1991 and 1993, respectively. He received the

PhD degree in the Department of chemistry from PaiChai University in 1997. From 2000 to 2005, He has been a professor in the Department of Phamacia technology at PaiChai University since 2014. His current research interests include orinetal Lacquer and purification. His convergence oriental lacquer degradation mechanism. He is a life member of