

서양종 꿀벌 (*Apis mellifera* L.) 수벌번데기의 산가 및 과산화물가 분석

김효영 · 우순옥 · 김세건 · 방경원 · 최흥민 · 문효정 · 한상미*

농촌진흥청 국립농업과학원 농업생물부

Analysis of Oxidative Stability in Drone Pupae (*Apis mellifera* L.)

Hyo Young Kim, Soon Ok Woo, Se Gun Kim, Kyeong Won Bang, Hong Min Choi, Hyo Jung Moon and Sang Mi Han*

Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Republic of Korea

(Received 1 April 2019; Revised 25 April 2019; Accepted 25 April 2019)

Abstract

In this study, we evaluated the stability of oxidative stability in order to register the pupa as a new edible food material, which can be mass-produced in beekeeping farms and rich in nutrition. The results of the analysis of the oxidation stability of the pupae showed that the acid value was 2.92 mg/g and the peroxide value was 1.94 meq/kg, which were suitable for the insect food standard of food circulation. Therefore, these results suggest that drone pupae can be used as a new food material.

Key words: *Apis mellifera*, Drone pupae, Acid value, Peroxide value

서론

유엔식량농업기구(FAO)에서는 지구 온난화 등 각종 문제로 인해 발생하는 식량 수급과 배분에 관련된 식량문제를 해결할 수 있는 방법으로 식용곤충(edible insect)을 대안으로 제시하였다(van Huis *et al.*, 2013). 식용곤충은 식용을 목적으로 하는 곤충을 말하며, 나비목(*Lepidoptera*), 벌목(*Hymenoptera*), 딱정벌레목(*Coleoptera*), 메뚜기목(*Orthoptera*)과 흰개미목(*Isoptera*) 등이 있다(Yoo *et al.*, 2013). 이러한 식용곤충은 단백질뿐만 아니라 지방질, 식이섬유 및 비타민

B 등을 함유하고 있어 영양적 가치가 높다고 할 수 있다(Bukkens, 1997). 국내에서는 2011년에 농림수산식품부(현 농림축산식품부)에서 ‘곤충산업육성 5개년 종합계획’을 발표하여 곤충산업에 대한 연구를 진행하였고, 현재까지 식품의약품안전처의 식품공전에 총 7종의 식용곤충을 등록하였다(Lee *et al.*, 2017). 기존에 등재된 누에(*Bombyx mori* L.), 메뚜기(*Oxya japonica* Tungberg) 및 백강잠(*Beauveria bassiana* Vuill.) 3종 외에, 2014년 이후 갈색거저리 유충(*Tenebrio molitor* L.), 흰점박이꽃무지 유충(*Protaetia brevitarsis* L.), 장수풍뎅이 유충(*Allomyrina dischotoma* L.)과 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus* L.) 4종이 새로운 식품 원료

*Corresponding author. E-mail: sangmih@korea.kr

로 등록되었다.

예로부터 꿀벌(honeybee)은 인간에게 유익한 양봉 산물(꿀, 프로폴리스, 봉독, 로열젤리 등)을 가져다주는 곤충으로 우리나라에서는 주로 서양종 꿀벌(*Apis mellifera* L.)을 사육하고 있다(Ghisalberti, 1979). 하지만 양봉 농가의 주요 수입원인 꿀이 기후변화로 인해 생산량이 감소하면서 새로운 소득 창출원으로 수벌번데기가 주목받고 있다. 최근 연구를 통해 수벌번데기에는 탄수화물, 지방, 단백질, 필수아미노산 및 무기물 등 다양한 영양소가 있는 것으로 확인되었다(Kim *et al.*, 2018). 수벌은 일벌과 달리 여왕벌과 교미하는 일 외에는 사용하지 않고 있지만 양봉 농가에서 쉽게 생산할 수 있고 생산방법이 확립되어 있다는 점에서 수벌번데기를 식품 원료로 사용한다면 경제적 소득을 창출할 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 수벌번데기를 이용한 다양한 식품 조리법 개발은 초기 단계이며 무엇보다도 식용곤충의 단점인 혐오감을 해결하기 위해 원물 형태가 아닌 전처리방법을 통해 분말을 제조한 후 가공식품의 형태로 이용되고 있다. 수벌번데기와 같은 식용곤충은 불포화지방산 함량이 비교적 높아 가공 및 유통 판매 과정에서 지질 산패 가능성이 높은 편이다. 지방의 자동 산화는 유지 또는 생체 내에서 불포화지방산을 함유한 지방질에서 일어나며, free radical 반응에 의해서 과산화물 생성으로 산화 분해 및 중합반응을 일으켜 각종 이취 및 유해성 물질을 생성하여 식품으로서의 가치를 상실할 뿐만 아니라 노화와 발암의 원인이 된다고 보고되어 있다(Yang and Oh, 1999).

따라서 본 연구에서는 새로운 식품 원료로 기대되는 수벌번데기의 산패와 관계된 산가 및 과산화물가 분석을 통해 산화안정성을 평가하여 식품소재로서의 안전성을 검토하였다.

재료 및 방법

공시시료

2018년도 경기도 양평, 충청남도 청양 그리고 경상남도 창녕에서 서양종꿀벌을 사육하는 양봉농가에서 생산한 17~23일령의 수벌번데기를 채취하여 시료로

사용하였다(Table 1). 수벌번데기는 채취 즉시 -20°C 냉동고에 보관하였다.

분석시료 제조

냉동된 수벌번데기는 상온에서 1시간 동안 방치하여 해동시킨 후 증류수에 세척하고 불순물을 제거하고 고압멸균기에서 121°C 에서 10분간 가열하여 멸균한 다음 동결건조기(SFDSM24L, Samwon Freezing Engineering Co.)를 이용하여 $-40\sim-45^{\circ}\text{C}$ 에서 72시간 동안 건조하였다. 수벌번데기 동결건조물은 망체를 사용하여 고운가루로 만든 후에 분석에 사용하였다(Fig. 1).

산가 및 과산화물가 분석

수벌번데기의 산가 및 과산화물가 측정은 식품의약품안전처 식품공전의 식품성분시험법에 따라 수행하였다(식품공전, 2019). 산가측정은 시료를 마개달린 삼각플라스크에 취한 후, 에탄올:에테르혼액(1:2, v/v) 100 mL를 넣고 용해시킨다. 이를 페놀프탈레인 용액을 지시약으로 하고 옅은 홍색이 30초간 지속할 때까지 0.1 N 에탄올성수산화칼륨 용액으로 적정하였다.

$$\text{산가}(\text{mg/g}) = 5.611 \times (a - b) \times f \times (1/s)$$

a: 검체에 대한 0.1 N 에탄올성수산화칼륨 용액의 소비량(mL)

b: 공시험[에탄올:에테르혼액(1:2) 100 mL]에 대한 0.1 N 에탄올성수산화칼륨 용액의 소비량(mL)

f: 0.1 N 에탄올성수산화칼륨 용액의 역가(=1.0)

s: 시료의 채취량(g)

Table 1. Collected drone pupae samples used for this study

Location	Time	Sample ID
Gyeonggi Yangpyeong	May 15~May 30 2018	18 GY 01
	June 1~June 15 2018	18 GY 02
	June 16~June 30 2018	18 GY 03
	July 1~July 15 2018	18 GY 04
Chungnam Cheongyang	May 15~May 30 2018	18 CC 01
	June 1~June 15 2018	18 CC 02
	June 16~June 30 2018	18 CC 03
	July 1~July 15 2018	18 CC 04
Gyeongnam Changyeong	May 15~May 30 2018	18 GC 01
	June 1~June 15 2018	18 GC 02
	June 16~June 30 2018	18 GC 03
	July 1~July 15 2018	18 GC 04

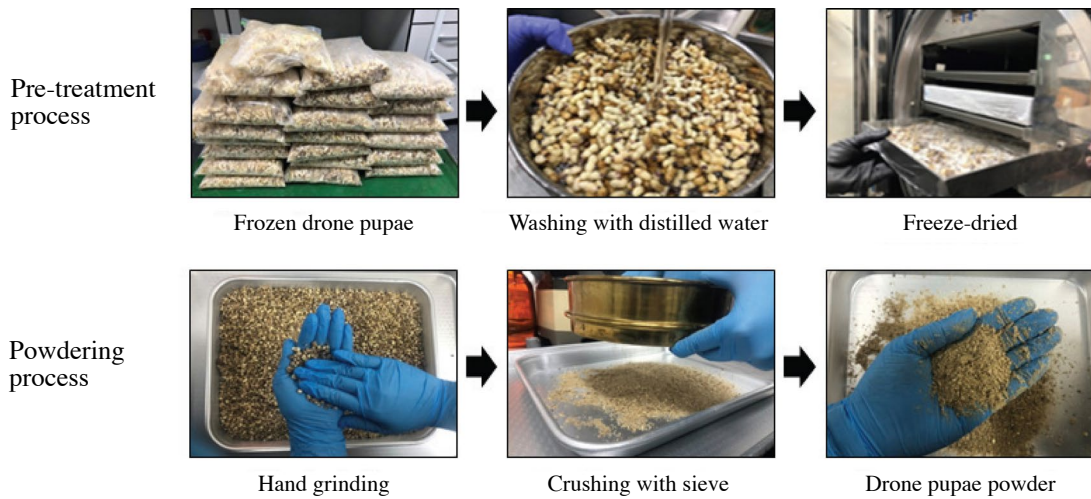


Fig. 1. Freeze-dried drone pupae samples treatment process.

과산화물가 측정은 시료를 초산:클로로포름(3:2, v/v) 25 mL를 가하여 혼합 한 후 포화요오드화칼륨용액 1 mL을 섞은 다음 암소에서 10분간 반응시키고 증류수 30 mL를 넣고 교반하였다. 전분용액 1 mL을 지시약으로 하여 0.01 N 티오황산나트륨 용액으로 적정하였다.

$$\text{과산화물가}(\text{meq/kg}) = (a - b) \times f \times 10 \times (1/s)$$

a: 0.01 N 티오황산나트륨 용액의 소비량(mL)

b: 공시험의 0.01 N 티오황산나트륨 용액의 소비량(mL)

f: 0.01 N 티오황산나트륨 용액의 역가(= 1.0)

s: 시료의 채취량(g)

통계처리

모든 데이터는 3회 반복 측정한 후 평균치±표준편차로 나타내었으며, 평균값의 유의성 분석은 R 프로그램(뉴질랜드)을 사용하였다.

결과 및 고찰

산패(rancidity)는 자동산화(autoxidation)에 의한 산패와 가수분해(hydrolysis)에 의한 유지 산패가 있으며, 이러한 산패는 식품의 저장·유통 중 화학반응을 일으켜 결국 식품의 품질을 저하한다(조 등, 2008). 산가는 유지 및 유지를 함유한 식품의 품질 판정에 필요한 함수이

Table 2. Acid value of drone pupae

Sample ID	Acid value (mg/g)
18 GY 01	2.94±0.27 ^a
18 GY 02	2.83±0.38 ^a
18 GY 03	3.23±0.67 ^a
18 GY 04	3.35±0.13 ^a
18 CC 01	2.87±0.07 ^a
18 CC 02	2.44±0.13 ^a
18 CC 03	2.64±0.02 ^a
18 CC 04	3.18±0.35 ^a
18 GC 01	2.75±0.15 ^a
18 GC 02	3.35±0.52 ^a
18 GC 03	2.70±0.23 ^a
18 GC 04	2.77±0.22 ^a
Mean ± S.D	2.92±0.28

All values are mean ± SD (n=3)

Values with different letters is significantly different at $p < 0.05$

며, 특히 유지의 산패 정도를 나타내는 기준이 된다. 본 연구에서는 지역별·시기별로 달리 채취한 수벌번데기의 산화안정성을 평가하고자 유지에 함유된 유리지방산을 측정하여 산패 정도를 파악하는 산가를 측정하였다(Yen and Shyu, 1989). 채집 지역과 시기별 수벌번데기 산가 측정 결과는 Table 2와 같이 평균 산가는 2.92±0.28 mg/g이었으며 지역 및 채집 시기에 따른 유의차는 확인되지 않았다. 또한 지질 산화의 초기 단계에서 발생하는 peroxide와 hydroperoxide의 농도를 측정하여 산패 정도를 확인하는 과산화물가를 측정하였다(Yen and Shyu, 1989). 그 결과 Table 3과 같이 과산화

Table 3. Peroxide value of drone pupae

Sample ID	Peroxide value (meq/kg)
18 GY 01	1.95 ± 0.09 ^a
18 GY 02	1.75 ± 0.03 ^a
18 GY 03	2.06 ± 0.06 ^a
18 GY 04	1.88 ± 0.11 ^a
18 CC 01	2.10 ± 0.07 ^a
18 CC 02	1.87 ± 0.09 ^a
18 CC 03	1.95 ± 0.06 ^a
18 CC 04	2.00 ± 0.35 ^a
18 GC 01	2.12 ± 0.03 ^a
18 GC 02	1.81 ± 0.15 ^a
18 GC 03	1.75 ± 0.09 ^a
18 GC 04	2.15 ± 0.19 ^a
Mean ± S.D	1.94 ± 0.26

All values are mean ± SD (n=3)

Values with different letters is significantly different at $p < 0.05$

물가는 평균 1.94 ± 0.26 meq/kg으로 산가와 같이 지역 간과 채집 시기 간 차이는 확인되지 않았다. 따라서 수벌번데기는 식품공전의 곤충가공식품 규격(식품의약품안전처, 2019)의 산가 5.0 mg/g 이하 및 과산화물가 60 meq/kg 이하에 해당하여 산화안정성은 적합한 수준으로 확인되었다.

적 요

수벌번데기는 양봉 농가에서 대량 생산이 가능하고 영양이 풍부한 식용곤충으로 본 연구에서는 수벌번데기를 새로운 식품 원료로 등록하고자 산화안정성 여부를 평가하였다. 수벌번데기의 산화안정성 분석 결과, 산가 2.92 mg/g, 과산화물가 1.94 meq/kg을 나타내어 식품공전의 곤충가공식품 규격에 적합하였으며 채집지역이나 시기에 따른 유의성은 확인되지 않았다. 이상과 같은 연구 결과를 통해 서양종 꿀벌 수벌번데기는 새로운 식품 원료 등록과 다양한 식품소재로서

의 이용 가능성이 높을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 어젠다연구사업(과제번호: PJ01314201)에 의하여 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

인용 문헌

- 식품의약품안전처. 2019. 식품공전(식품의 기준 및 규격). pp. 263.
- 조신호, 조경련, 강명수, 송미란, 주난영. 2008. 식품학. 교문사.
- Bukkens, S. G. F. 1997. The nutritional value of edible insects. *Ecol. Food Nutr.* 36: 287-319.
- Ghisalberti, E. L. 1979. Propolis: a review. *Bee World.* 60: 59-84.
- Kim, S. G., S. O. Woo, K. W. Bang, H. R. Jang and S. M. Han. 2018. Chemical composition of drone pupa of *Apis mellifera* and its nutritional evaluation. *J. Apiculture.* 33(1): 17-23.
- Lee, H. S., H. J. Ryu, H. J. Song and S. O. Lee. 2017. Enzymatic preparation and antioxidant activities of protein hydrolysates from *Protaetia brevitarsis* Larvae. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 46(10): 1164-1170.
- van Huis, A., J. Van Itterbeeck, H. Klunder, E. Mertens, A. Halloran, G. Muir and P. Vantomme. 2013. *Edible insects: future prospects for food and feed security.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Yang, S. Y., S. W. Oh. 1999. Color changes of dried squid differs in packaging films during storage. *Kor. J. Food Sci. Techno.* 31: 1289-1294.
- Yen, G. C. and S. L. Shyu. 1989. Oxidative stability of sesame oil prepared from sesame seed with different roasting temperatures. *Food Chem.* 31: 215-224.
- Yoo, J. M., J. S. Hwang, T. W. Goo and E. Y. Yun. 2013. Comparative analysis of nutritional and harmful components in Korean and Chinese mealworms (*Tenebrio molitor*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42(2): 249-254.