

| 과제구분 | 기본연구 | 수행시기 | | 전반기 | |
|-------------------------------|--------------------------|------------|-----------|---------------|-----|
| 연구과제 및 세부과제 | | 연구분야 | 수행기간 | 연구실 | 책임자 |
| 경기농산물 신수요 창출을 위한 6차 산업화 기술 개발 | | 농식품 자 원 | '17 ~ '19 | 경기도원 작물연구과 | 이대형 |
| 곤충자원의 식품소재화 기술 개발 | | 농식품 자 원 | '17 ~ '18 | 경기도원 작물연구과 | 원선이 |
| 색인용어 | 갈색거저리 유충, 식용곤충, 발효, 식품소재 | | | | |

ABSTRACT

In order to increase the consumption of mealworm, which are listed as new food ingredients, we developed the processing method of farmhouse unit and developed the technology of manufacturing fermented powder improved the flavour. The primary processing methods for alive mealworm were excellent at the treatment of 'microwave drying' or 'Steaming and roasting' in maintaining original form and tastes. In the degreasing method experiment of dried mealworm by oil press, fat extracting at 70 ° C for 40 minutes is the most effective way to remove fat from mealworm. The crude fat content, which causes rancidity, was lowered to 7.9%, the crude protein content was increased by 17.3% compared to the untreated but the inorganic content except phosphoric acid showed the same content as that of non - degreasing. To reduce odor and rancidity, the fermented powder preparation method of mealworm was tested using 5 kinds of materials and the contents of total amino acid and unsaturated fatty acids, oleic acid and α -linoleic acid were significantly increased in the treatment by *Saccharomyces fibuligera* strain collected from Jeju, and the composition of aromatic products was changed. The results of sensory evaluation showed that the fermentation by *Saccharomyces fibuligera* strain was reduced off-flavor and the taste was improved. Protein supplemented beverage using fermented insect powder showed the highest preference when mixed with brown rice and black bean powder and was able to mix up to 3.0% of fermented mealworm powder. The taste of rice porridge for meal substitute was best when 1 ~ 2mm of rice flour particles size was suitable and onion and shiitake powder were added as sub ingredient, and fermented mealworm powder could be added up to 3 ~ 10% of the weight of rice flour.

Key words : Edible insect, Fermented mealworm powder, Protein supplements

1. 연구목적

국제식량농업기구(FAO)는 2050년경 세계인구가 약 90억 명에 달할 것으로 추정하여 현재보다 두 배 이상의 식량이 필요할 것으로 예상함에 따라 미래의 대체 식량으로 곤충을 지목하였다. 곤충은 영양학적으로는 소고기, 닭고기 등 기존 주요 단백질원의 대안이라고 생각할 수 있을 만큼 단백질이 풍부하며 혈행 개선 효과가 있다고 보고되어 있는 불포화 지방산을 총 지방산의 70% 이상 함유하고 있고, 칼슘, 철 등 무기질 함량 또한 높아 영양학적 가치가 높은 것으로 평가된다(농촌진흥청, 2016; Baek et al, 2017).

식용곤충은 식용을 목적으로 하는 곤충을 통칭하며, 나비목(Lepidoptera), 딱정벌레목(Coleoptera), 메뚜기목(Orthoptera), 흰개미목(Isoptera)과 벌목(Hymenoptera) 등이 있으며, 현재 국내에서 식용이 가능한 곤충은 총 7종으로, 예부터 식용되어 오던 벼메뚜기, 누에번데기, 백강잠과 최근 농촌진흥청에서 과학적 입증을 통하여 갈색거저리 유충, 흰점박이꽃무지 유충, 장수풍뎅이 유충과 쌍별귀뚜라미를 새로운 식품원료로 등록하였다(황 등, 2015 ; 농촌진흥청, 2016).

특히, 갈색거저리(*Tenebrio molitor*, mealworm)는 딱정벌레목 거저리과의 곤충으로서 전 세계에 널리 분포하고 있으며, 주로 곡류에서 서식하는 것으로 알려져 있다. 특히 대량 사육에 의한 공급이 체계적으로 구축되어 있어 산업화에 용이하여, 중국, 네덜란드, 캐나다 등 해외에서는 이미 식용으로 이용되고 있다(황 등 2015). 국내에서는 최근 들어 식용곤충으로의 등재를 위한 다양한 연구를 수행하여 식품 원료화를 위한 분말 제조조건(Chung et al, 2013), 갈색거저리의 영양성분 및 유해물질 분석에 따른 영양가치보고(유 등 2013), 동결건조 갈색거저리 유충의 제조공정 표준화에 따른 자가규격 및 유통기한 설정(정 등 2014) 등 다양한 연구가 이루어졌고, 더 나아가 갈색거저리 유충의 소비를 확대하기 위한 갈색거저리 유충의 지방산 조성 및 항염증 효과(강 등 2017), 다양한 가공방법을 이용한 식품의 제조방법(김 등 2015, 민 등 2016, 이 등 2017, 농촌진흥청 2016) 등에 대한 연구가 이루어져왔다. 그러나, 새로운 식품혐오증이(Food neophobia) 높은 식용곤충에 대한 부정적인 이미지를 개선하고 소비의 증가를 위해서는 이취의 경감, 산패의 저감, 새로운 조리법의 개발 등 해결해야 할 과제가 많은 실정이다.

한편, 사육농가 단위에서 식용곤충의 유통을 위한 1차 가공방법으로는 세척 및 건조가 주를 이루어지고 있으나 저장 및 이용성 확대를 위하여 분말 가공기술에 대한 요구가 증가되고 있다. 따라서, 갈색거저리유충의 이취를 개선하고 다양한 식품소재로서의 확산을 위하여 사육농가 규모의 좀 더 간편하고 실용적인 전처리 방법과 식미향상을 위한 분말제조 방법 및 이를 이용한 간편 섭취가 가능한 가공식품 등을 제시하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 갈색거저리유충의 1차 가공

경기도농업기술원 곤충지원화센터 사육실에서 사육한 갈색거저리유충을 3일간 사료공급을 중단한 후 전처리용 재료로 사용하였다. 전처리 방법은 농가에서 사용하고 있는 전자레인지에 이용한 마이크로파건조를 대조로 하여 동결 건조, 증숙 후 열풍건조, 증숙 후 볶음, 데침 후 열풍건조, 데침 후 볶음 등 6처리를 하고 동결건조 후 물리적 특성을 조사하였다. 색도색차는 CHROMA METER(CR-400/410, KONICA MINOLTA)를 이용하여 Hunter's value 값인 L, a, b값으로 나타내었고, 경도는 Texture analyzer(TA Plus, LLOYD Instruments Ltd., UK)를 이용하여 측정하였다. 처리별 품질특성을 비교하기 위하여 건조 후 고속분쇄기를 이용하여 분쇄하여 분말을 제조한 후 -60℃냉동고에 보관하면서 무기성분과 중금속, 조지방, 조단백, 아미노산 함량을 분석하였다.

나. 탈지 및 분말의 제조

갈색거저리유충의 탈지 방법에 따른 이화학적특성 조사를 위하여 양주시 곤충사육농가에서 생산하여 세척후 마이크로파로 살균건조한 갈색거저리유충을 식용곤충 가공공장에서 온도조절이 가능한 압착식 착유기를 이용하여 60℃ 20분, 60℃ 30분, 60℃ 40분, 70℃ 20분, 70℃ 30분, 70℃ 40분 착유 등 6가지 처리방법으로 착유하여 분석시료로 사용하였다. 각 조건별로 탈지한 시료는 고속분쇄기로 분쇄하여 분말로 제조한 후 착유하지 않은 갈색거저리유충과 탈지방법별 품질을 비교하기 위하여 색도색차와 탈지율, 조지방, 조단백, 무기성분, 아미노산 함량을 분석하였다.

다. 이취경감제 선발

곤충유래 단백질 및 지방산에서 발생하는 갈색거저리유충분말의 이취를 경감하기 위하여 용인(쌀누룩)과 제주(밀누룩)에 소재하는 양조장에서 수집한 누룩으로부터 2종의 균을 분리하였고 PCR로 sequencing하여 동정하였다. 밀누룩과 쌀누룩 분리균 2종과 단백질 분해용 정제효소, 파파야에서 추출한 천연추출물 등 4종을 갈색거저리유충 탈지분말의 이취경감을 위한 시험 재료로 사용하였다. 2종의 누룩 분리균은 PDA배지에서 48시간 액체배양한 후 탈수하여 멸균수로 희석하고 비색계를 이용하여 O.D.값을 각각 1, 2, 3으로 조정하였고, 탈지한 갈색거저리유충분말에 접종한 후 35℃에서 24시간 처리하였고 정제효소와 천연추출물은 50℃에서 24시간동안 처리하였다. 처리별 이화학적 특성 변화를 검토하기 위하여 색도색차와 수분, 조지방, 조단백, 아미노산 함량을 분석하였고 9점 척도법으로 색, 향, 맛에 대한 기호도를 조사하였다. 산패 및 이취 등에 영향을 미치는 지방산 조성은 GC를 이용하여 분석하였고, 방향

성물질은 headspace를 이용 SPME법으로 80℃에서 20분간 흡착시켜 GC-mass로 분석하였다.

라. 발효분말 이용 가공품 제조

갈색거저리유충 발효분말을 이용한 식사대용 및 영양보충식 개발을 위하여 단백질 보충 음료와 식사대용 간편죽 제조 방법을 연구하였다. 단백질 보충음료는 우유를 기본으로 하여 발효분말과 발효처리하지 않은 분말을 각각 우유 중량의 0.5, 1.5, 3.0% 첨가하여 음료의 기호도를 조사하였고, 영양성분 강화 및 식미향상을 위한 재료로 현미, 울무, 보리, 검정콩, 땅콩, 아몬드 등 6종을 첨가하여 기호도를 조사하여 최적의 혼합비율을 선발하였다. 식사대용을 위한 죽 제조방법을 개발하기 위하여 곤충 죽에 적합한 쌀가공 조건과 쌀가루 입도를 조사하였다. 쌀가공은 현미와 백미를 이용하여 밥을 지은 후 열풍건조처리와 볶음처리한 쌀가루를 첨가하여 죽에 대한 기호도를 조사하였고, 쌀가루입도는 무분쇄, 2mm이상, 1~2mm, 1mm 이하가 되도록 제조하여 기호도를 평가하였고 곤충죽의 식미를 향상하고자 부재료로 양파, 당근, 단호박, 파프리카, 느타리버섯, 표고버섯 등 6종을 첨가하여 기호도를 조사하고 최종 선발하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 갈색거저리유충 분말의 제조

농업기술원 곤충자원화센터에서 사육한 갈색거저리유충을 6가지의 방법으로 가공처리한 후의 물리적 특성과 주요 영양성분 및 처리별 형태는 표 1, 그림 1과 같다. 처리별 갈색거저리유충의 색도색차는 동결건조 처리에서 L, a, b값 모두 53.9, 11.4, 16.3으로 가장 높았고, 증숙처리에서 가장 낮아져 L값은 각각 33.1과 35.0, a값은 6.3, 6.1, b값은 12.1, 12.9를 나타내었다. 경도는 동결건조 처리에서 2.97kgf/mm로 가장 낮았고 증숙처리에서 열풍이나 볶음처리에 상관없이 가장 높았으며, 조지방은 데침후 볶음 처리에서 36.7%로 가장 높았고, 동결건조와 열풍처리에서는 31.0 ~ 31.4%로 낮게 나타나 고온가열처리가 조지방 함량을 증가시킴을 알 수 있었다. 조단백 함량은 큰 차이를 보이지 않았으나 데침 처리에서 다소 낮아지는 경향이었고 처리별 원형의 유지정도는 그림 1에서와 같이 마이크로파와 동결건조 처리에서 가장 양호하였고 증숙 처리에서 가장 변형이 심하였으며, 열풍건조보다 볶음처리에서 형태가 좀 더 양호하게 유지됨을 알 수 있었다.

표 1. 전처리 방법에 따른 물리적 특성 및 일반성분

| 처리내용 | 색도색차 | | | 경도 (kgf/mm) | 조지방 (%) | 조단백 (%) |
|-----------|--------|--------|---------|----------------|------------|------------|
| | L | a | b | | | |
| 1. 마이크로파 | 41.5 b | 7.7 b | 16.5 a | 4.78 b | 33.4 | 51.9 |
| 2. 동결건조 | 53.9 a | 11.4 a | 16.3 a | 2.97 d | 31.0 | 52.9 |
| 3. 증숙후 열풍 | 33.1 c | 6.3 b | 12.1 c | 5.98 a | 31.3 | 51.2 |
| 4. 증숙후 볶음 | 35.0 c | 6.1 b | 12.9 c | 5.93 a | 34.3 | 52.4 |
| 5. 데침후 열풍 | 41.1 b | 7.1 b | 14.9 b | 3.63 c | 31.4 | 49.6 |
| 6. 데침후 볶음 | 40.3 b | 7.5 b | 15.8 ab | 4.93 b | 36.7 | 49.3 |

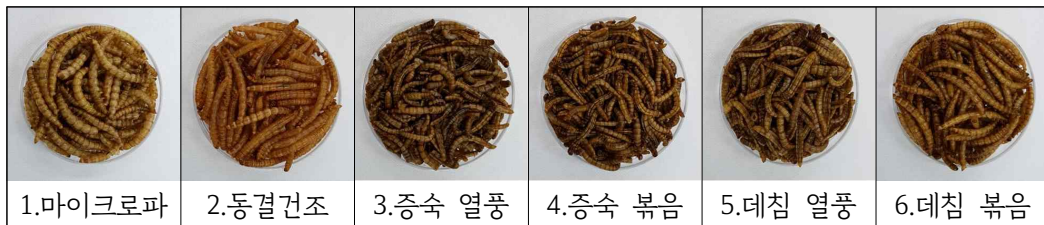


그림1. 갈색거저리유충 가공방법에 따른 건조후 형태

1차 전처리 방법에 따른 식미기호도는 표 2에서와 같이 색, 향 및 외관기호도가 이크로파(대조)와 볶음 처리에서 가장 우수하여 지방산이 많았던 마이크로파 처리와 볶음처리의 기호도 우수하였고 동결건조 처리의 기호도가 가장 낮았는데 특히 향과 맛에 대한 기호도가 현저히 떨어지는 것으로 나타나 가열하지 않을 경우 외관 및 맛은 매우 저하됨을 알 수 있었다.

표 2. 전처리 방법에 따른 식미 기호도

| 처리내용 | 색 | 향 | 맛 | 외관 |
|--------------|--------|--------|-------|-------|
| 1. 마이크로파(대조) | 5.8 a | 3.8 a | 5.8 a | 5.0 a |
| 2. 동결 건조 | 3.5 d | 1.5 c | 1.8 c | 2.5 e |
| 3. 증숙후 열풍 | 4.3 c | 3.6 ab | 5.0 b | 2.3 e |
| 4. 증숙후 볶음 | 5.3 b | 4.0 a | 6.2 a | 3.5 d |
| 5. 데침후 열풍 | 4.7 bc | 3.6 ab | 5.1 b | 4.1 c |
| 6. 데침후 볶음 | 5.6 a | 4.0 a | 6.2 a | 5.4 a |

압착식 착유기를 이용한 갈색거저리유충의 착유 조건별 무기성분 함량은 표 3과 같다. 무처리 대비 P₂O₅와 Fe함량을 제외한 K₂O, CaO, MgO, Zn, Cu성분은 증가하였고 CaO함량은 큰 차이가 없었는데 P₂O₅와 Fe함량의 감소는 지방이 추출될 때 고형분과 함께 분리되어 나오기

때문으로 판단된다. 착유온도 60℃와 70℃간의 차이는 없었으나 착유시간은 길어질수록 그 함량이 높아지는 것으로 나타났다.

표 3. 탈지방법에 따른 갈색거저리유층 분말의 무기성분

| 처리내용 | P ₂ O ₅ (%) | K ₂ O (%) | CaO (%) | MgO (%) | Fe (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Zn (mg/kg) | Cu (mg/kg) |
|------------|--------------------------------------|-------------------------|------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1. 무처리 | 1.68 a | 0.51 | 0.03 | 0.21 | 97.8 a | 7.6 | 104.2 b | 16.2 b |
| 2. 60℃ 20분 | 1.19 b | 0.67 | 0.04 | 0.28 | 63.5 b | 9.7 | 130.6 a | 21.0 a |
| 3. 60℃ 30분 | 1.22 b | 0.68 | 0.04 | 0.27 | 71.8 b | 9.9 | 143.5 a | 21.3 a |
| 4. 60℃ 40분 | 1.18 b | 0.72 | 0.04 | 0.25 | 70.3 b | 10.2 | 144.5 a | 21.5 a |
| 5. 70℃ 20분 | 1.16 b | 0.65 | 0.04 | 0.24 | 67.9 b | 9.5 | 134.2 a | 20.6 a |
| 6. 70℃ 30분 | 1.19 b | 0.68 | 0.04 | 0.24 | 73.4 b | 9.2 | 141.0 a | 20.4 a |
| 7. 70℃ 40분 | 1.16 b | 0.69 | 0.04 | 0.30 | 68.0 b | 10.5 | 144.0 a | 21.6 a |

탈지처리별 분말의 물리적 특성 및 일반성분 함량은 표 4와 같다. 분말의 색도색차는 무처리 대비 L값은 62.7 ~ 69.4, 현저히 증가하였고, a값도 다소 높아지는 경향이었는데 탈지온도는 60℃보다 70℃에서, 탈지시간은 증가할수록 더욱 명도는 밝아지고 a값 또한 증가하였다. 탈지율과 조단백질 함량은 온도와 시간에 비례하여 70℃ 40분에서 각각 76.3%, 68.4%로 가장 높았다.

표 4. 탈지방법에 따른 갈색거저리유층 분말의 물리적 특성 및 일반성분

| 처리내용 | 색도색차 | | | 탈지율 (%) | 조지방 (%) | 조단백 (%) |
|------------|---------|-----|-------|------------|------------|------------|
| | L | a | b | | | |
| 1. 무처리 | 41.5 c | 7.7 | 16.49 | - | 33.4 | 51.9 |
| 2. 60℃ 20분 | 63.3 b | 7.6 | 13.06 | 56.0 c | 14.7 | 65.1 |
| 3. 60℃ 30분 | 62.7 b | 8.0 | 14.35 | 59.6 bc | 13.5 | 65.6 |
| 4. 60℃ 40분 | 63.1 b | 8.2 | 14.45 | 62.5 b | 12.5 | 66.9 |
| 5. 70℃ 20분 | 67.9 ab | 9.4 | 13.42 | 55.7 c | 14.8 | 65.4 |
| 6. 70℃ 30분 | 69.4 a | 9.7 | 14.10 | 64.9 b | 10.7 | 66.7 |
| 7. 70℃ 40분 | 68.0 ab | 9.6 | 14.40 | 76.3 a | 7.9 | 68.4 |

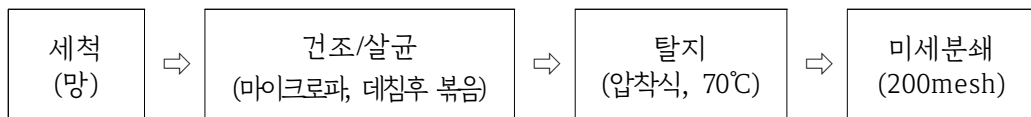


그림 2. 갈색거저리유층 탈지 분말 제조과정

갈색거저리유층을 식품으로 간편하게 이용하기 위해서는 사육농가에서 바로 수확후에 세

척후 건조하여 유통하는 것이 바람직하며, 그림 2에서 보는 바와 같이 마이크로파 건조방법 또는 데침후 볶음 방법으로 건조 가공하는 것이 가장 유용할 것으로 판단되며 건조후 분말의 제조는 압착식 착유기를 이용하여 70℃에서 40분 착유한 후200mesh 이하로 미세하게 분쇄하는 것이 적합한 것으로 나타났다.

나. 갈색거저리유충분말 이취저감제 선발

표 5. 수집균의 분리 동정

| 구 분 | 매칭되는 균명 | 매칭균의 과 | 매칭율 |
|------------|--|-----------------------|---------------------|
| 밀누룩 분리균 | <i>Saccharomycopsis fibuligera</i> strain AUMC 10736 | Saccharomycopsidaceae | 100.0% (643/643) |
| 쌀누룩 분리균 | <i>Hyphopichia burtonii</i> partial 26S rRNA gene, isolate 34 | Debaryomycetaceae | 99.9% (966/967) |

갈색거저리가 주로 곡류에서 서식하는 것에 착안하여 갈색거저리유충 분말의 저장중 이취감과 산패를 경감하기 위하여 단백질과 지질을 분해할 수 있는 발효용 미생물에 의한 처리효과를 검토하고자, 제주도의 양조장과 용인의 양조장으로부터 밀누룩과 쌀누룩을 수집하여 2종의 균을 분리하였다. 수집된 2종의 균에 대하여 blastn 검정법으로 nucleotide sequence를 실시한 결과, 밀누룩 분리균은 *Saccharomycopsis fibuligera* strain AUMC 10736과 100% 매칭되었고, 쌀누룩 분리균은 *Hyphopichia burtonii* partial 26S rRNA gene, isolate 34와 99.9%의 매칭되는 것으로 나타나, 2종의 수집균 모두 효모로 동정되었기에 갈색거저리탈지분말의 이취경감용 시험재료로 사용하였다.

처리별 발효분말의 기호도는 표 6과 같이 ‘색’은 처리간 큰 차이를 보이지 않았으나 ‘향’과 ‘맛’ 기호도는 무처리에서 각각 4.6, 3.2 로 가장 낮았고, 밀누룩균이 5.8, 6.3으로 가장 높아 ‘종합기호도’는 밀누룩 분리균이 6.2로 가장 높고 무처리와 정제효소처리에서 4.8, 4.6으로 낮게 나타났는데 이와 같은 결과는 ‘향’ 기호도와 같은 경향으로 이취감의 개선이 갈색거저리유충의 소비를 확대하는 데 크게 영향을 줄 것으로 판단되었다.

표 6. 처리별 발효분말의 기호도

| 처리내용 | 색 | 향 | 맛 | 종합기호도 |
|----------|-----|-------|-----|-------|
| 1. 무처리 | 5.2 | 4.6 c | 3.2 | 4.8 c |
| 2. 밀누룩균 | 5.5 | 5.8 a | 6.3 | 6.2 a |
| 3. 쌀누룩균 | 5.4 | 5.2 b | 5.4 | 5.4 b |
| 4. 천연추출물 | 5.6 | 5.0 b | 6.1 | 5.4 b |
| 5. 정제효소 | 5.5 | 4.7 c | 5.0 | 4.6 c |

발효제 종류와 처리농도를 달리하여 제조한 발효분말의 이화학적 특성과 영양성분함량은 표 7과 같다. 시험처리는 모두 스크레이를 이용 골고루 혼합하였는데 밀누룩과 쌀누룩은 O.D.값을 기준으로, 천연추출물과 정제효소는 백분율로 3수준씩 처리한 결과 발효 후 수분 함량은 밀누룩균과 쌀누룩균은 처리농도에 반비례하여 농도가 높아질수록 수분이 감소하였고 천연추출물과 정제효소는 증가하였으며, 색도색차는 처리농도에 따른 차이는 없었고, L 값이 무처리 대비 밀누룩과 쌀누룩균 처리에서 높아지는 경향이었고 천연추출물과 정제효소 처리는 다소 낮아졌는데 이는 수분함량의 차이에 기인하는 것으로 판단되었다. 조지방 함량은 천연추출물처리를 제외하고 처리농도가 높아질수록 낮아졌고 조단백 함량은 쌀누룩균을 제외하고 다른 처리에서는 처리농도가 높아질수록 낮아졌다.

표 7. 발효제 농도에 따른 이화학적 특성 및 영양성분

| 처리내용 | 처리농도 | 수분 (%) | 색도색차 | | | 조지방 (%) | 조단백 (%) |
|---------|--------|---------|------|-----|------|---------|---------|
| | | | L | a | b | | |
| 1.무처리 | - | 10.0 c | 68. | 5.6 | 20.9 | 12.9 a | 71.0 ab |
| | O.D. 1 | 10.7 bc | 68.5 | 5.6 | 20.9 | 12.7 b | 71.1 a |
| 2.밀누룩균 | O.D. 2 | 10.3 c | 69.6 | 5.9 | 22.0 | 12.4 c | 70.7 b |
| | O.D. 3 | 9.6 d | 68.7 | 5.6 | 22.3 | 12.4 c | 70.3 c |
| 3.쌀누룩균 | O.D. 1 | 9.7 d | 70.6 | 5.9 | 21.7 | 12.4 c | 70.3 c |
| | O.D. 2 | 9.4 de | 70.7 | 5.8 | 24.2 | 12.7 b | 71.2 a |
| | O.D. 3 | 9.1 e | 71.7 | 5.6 | 23.5 | 12.2 d | 71.1 a |
| 4.천연추출물 | 0.5 % | 8.8 e | 59.9 | 5.9 | 21.8 | 12.4 c | 70.4 c |
| | 1.0 % | 9.5 de | 58.4 | 5.9 | 21.8 | 12.4 c | 69.6 d |
| | 1.5 % | 10.4 c | 60.3 | 5.8 | 21.7 | 12.6 b | 69.1 e |
| 5.정제효소 | 0.5 % | 11.3 b | 59.1 | 5.8 | 21.4 | 13.0 a | 70.5 c |
| | 1.0 % | 11.3 b | 57.8 | 6.1 | 21.6 | 12.7 b | 69.4 d |
| | 1.5 % | 12.5 a | 57.8 | 5.8 | 21.2 | 12.0 d | 69.8 cd |

발효제 종류와 처리농도별 아미노산 함량은 표 8에 나타내었는데, 4종의 발효제 모두 무처리 대비 총아미노산 함량이 증가하였다. 2종의 누룩균 모두 처리농도에 비례하여 아미노산함량이 증가하는 경향이었으나 O.D.값 2 이상에서 통계적 유의차는 나타나지 않았고, 천연추출물은 0.5%, 정제효소는 1.0%이상 처리시에는 처리간 유의차가 없는 것으로 나타났다.

표 8. 발효방법에 따른 아미노산 함량

(단위 : mg/kg)

| 처리내용 | 농도 | Asp | Thr | Ser | Glu | Gly | Ala | Cys | Val | Met | Ile | Leu | Tyr | Phe | Lys | His | Arg | Total |
|---------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| 1.무처리 | - | 184 | 89 | 106 | 256 | 118 | 166 | 5 | 159 | 24 | 90 | 170 | 179 | 92 | 130 | 72 | 125 | 1,963 c |
| | O.D. 1 | 176 | 88 | 103 | 263 | 122 | 170 | 3 | 169 | 23 | 90 | 164 | 177 | 89 | 131 | 74 | 128 | 1,971 c |
| 2.밀누룩균 | O.D. 2 | 207 | 88 | 107 | 294 | 125 | 177 | 4 | 169 | 25 | 114 | 173 | 185 | 93 | 145 | 77 | 130 | 2,113 b |
| | O.D. 3 | 191 | 93 | 109 | 289 | 125 | 175 | 5 | 185 | 27 | 111 | 187 | 188 | 97 | 137 | 77 | 132 | 2,128 b |
| | O.D. 1 | 190 | 88 | 107 | 263 | 120 | 169 | 3 | 202 | 24 | 94 | 177 | 183 | 91 | 128 | 73 | 124 | 2,036 c |
| 3.쌀누룩균 | O.D. 2 | 201 | 90 | 110 | 278 | 121 | 173 | 3 | 200 | 23 | 103 | 188 | 186 | 94 | 148 | 74 | 125 | 2,117 b |
| | O.D. 3 | 206 | 103 | 115 | 272 | 124 | 167 | 4 | 200 | 25 | 100 | 192 | 198 | 98 | 135 | 76 | 129 | 2,144 b |
| | 0.5 % | 201 | 109 | 123 | 293 | 130 | 183 | 4 | 193 | 26 | 108 | 195 | 186 | 100 | 143 | 80 | 136 | 2,210 a |
| 4.천연추출물 | 1.0 % | 203 | 97 | 117 | 283 | 131 | 188 | 4 | 188 | 25 | 102 | 189 | 198 | 97 | 146 | 79 | 133 | 2,180 a |
| | 1.5 % | 208 | 99 | 117 | 288 | 132 | 186 | 6 | 183 | 27 | 103 | 192 | 199 | 102 | 148 | 80 | 138 | 2,208 a |
| | 0.5 % | 192 | 98 | 111 | 295 | 134 | 168 | 4 | 199 | 26 | 103 | 165 | 203 | 102 | 124 | 81 | 139 | 2,145 b |
| 5.정제효소 | 1.0 % | 203 | 96 | 117 | 283 | 132 | 187 | 4 | 193 | 24 | 102 | 190 | 198 | 98 | 139 | 79 | 134 | 2,180 a |
| | 1.5 % | 211 | 101 | 111 | 291 | 134 | 170 | 4 | 197 | 25 | 106 | 198 | 205 | 103 | 144 | 81 | 138 | 2,219 a |

발효 후의 총지방산 함량의 조성비는 표 9와 같이 정제효소>천연추출물>밀누룩균>쌀누룩균>무처리의 순으로 나타났고 쌀누룩균 처리는 무처리(13212.4mg/100g)와 큰 차이가 없어 지방산 조성에는 영향을 주지 않은 것으로 판단되었다. 천연추출물, 정제효소 처리에서는 포화지방산과 불포화지방산함량이 모두 증가하였으나 미리스트산, 팔미트산, 스테아르산의 함량이 크게 증가하여 포화지방산의 비율은 각각 22.4%, 22.5%로 무처리 대비 각각 0.3%, 0.4% 증가하였고 불포화지방산 함량비는 0.1%, 0.3% 감소하였다. 한편, 밀누룩균 처리에서는 포화지방산 비율은 21.4% 현저히 감소한 반면, 올레산, 리놀레산, 알파리놀레산 등의 불포화지방산이 크게 증가하였고 코센산과 아라키돈산이 소량 검출되는 등 인체건강에 유리한 불포화지방산 비율이 78.5%로 0.7%증가하였다

표 9. 처리별 지방산 조성

(단위 : mg/100g)

| 구분 | 지방산명 | 1.무처리 | 2.밀누룩균 | 3.쌀누룩균 | 4.천연추출물 | 5.정제효소 |
|-----------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 포화지방산 | 소 계 (%) | 2920.8 (22.1) | 3025.8 (21.4) | 2928.5 (22.1) | 3330.8 (22.5) | 3327.4 (22.4) |
| C10:0 | 카프르산 | 2.94 | 13.15 | 2.82 | 0.00 | 0.00 |
| C12:0 | 라우르산 | 44.4 | 42.8 | 43.2 | 47.4 | 48.1 |
| C13:0 | 트라이데칸산 | 12.0 | 11.7 | 11.8 | 13.3 | 13.5 |
| C14:0 | 미리스탄산 | 544.5 | 556.5 | 543.3 | 624.3 | 623.3 |
| C15:0 | 펜타데칸산 | 16.1 | 16.2 | 16.0 | 18.2 | 18.4 |
| C16:0 | 팔미트산 | 1868.1 | 1943.4 | 1871.1 | 2109.5 | 2103.9 |
| C17:0 | 헵타데탄산 | 30.6 | 31.3 | 30.7 | 36.7 | 37.5 |
| C18:0 | 스테아르산 | 363.1 | 373.4 | 367.6 | 425.6 | 426.6 |
| C20:0 | 아라키드산 | 29.0 | 28.0 | 29.4 | 35.1 | 36.0 |
| C22:0 | 베헨산 | 10.0 | 9.4 | 12.5 | 20.7 | 20.0 |
| 불포화지방산 | 소 계 (%) | 10281.6 (77.8) | 11070.8 (78.5) | 10289.0 (77.8) | 11492.6 (77.7) | 11492.6 (77.5) |
| 단일불포화지방산 | 소 계 | 5690.9 | 6239.9 | 5672.4 | 6188.1 | 6188.1 |
| C14:1 | 미리스톨레산 | 2.5 | 9.2 | 2.7 | 3.9 | 2.9 |
| C16:1 | 팔미톨레산 | 348.8 | 358.8 | 347.8 | 405.7 | 401.3 |
| C17:1 | 헵타데센산 | 36.1 | 21.1 | 19.3 | 20.7 | 22.9 |
| C18:1(n-9) | 올레산 | 5288.4 | 5813.0 | 5287.0 | 5665.7 | 5747.8 |
| C20:1 | 에이코센산 | 15.1 | 16.0 | 15.6 | 6.8 | 6.1 |
| C24:1 | 테트라코센산 | 0.0 | 13.9 | 0.0 | 5.5 | 7.2 |
| C22:1 | 도코센산 | 0.0 | 7.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 다가불포화지방산 | 소 계 | 4590.8 | 4830.9 | 4616.6 | 5348.9 | 5304.5 |
| C18:2(n-6,cis) | 리놀레산 | 4421.3 | 4612.7 | 4447.6 | 5159.2 | 5096.8 |
| C18:3(n-3) | 알파리놀레산 | 156.7 | 198.5 | 156.7 | 159.6 | 156.6 |
| C18:3(n-6) | 감마리놀레산 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| C20:2 | 에이코사디엔산 | 12.8 | 12.3 | 12.2 | 23.0 | 38.8 |
| C20:3(n-6) | 에이코사트라엔산 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 12.4 |
| C20:4(n-6) | 아라키돈산 | 0.0 | 7.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 총트랜스지방 | 소 계 | 10.0 (0.1) | 10.4 (0.1) | 10.2 (0.1) | 12.4 (0.1) | 12.9 (0.1) |
| C18:2t | | 10.0 | 10.4 | 10.2 | 12.4 | 12.9 |
| 총 계 | | 13212.4 | 14097.1 | 13227.6 | 14800.3 | 14833.0 |

발효 처리후 방향성분의 변화를 위하여 GC/mass를 이용한 분석 결과는 표 10과 같다. 갈색거저리분말에서는 hexanal, heptanal과 같은 Aldehydes와 propanone, butanone등과 같은 Ketone류가 주요 방향성분으로 검출 되었다. 발효제 처리별로는 무처리에서는 ethyl alcohol 함량이 다른 발효제에 비해 높게 나타나 알콜발효가 일어나고 있음을 알 수 있었고, 천연 추출물과 정제효소 처리에서는 alcohols류중 acetic acid 함량이 현저히 증가하였고 ethyl-hexanol도 증가하여 발효에 따른 발효취의 원인이 된 것으로 판단되었다. 발효제 처리시 대부분의 방향성분은 감소되는 경향을 보였는데 특히 benzaldehyde 함량이 현저히 감소하였고 향기성분으로 알려진 nonanal함량과 Octanal, ethylhexanol 성분이 밀누룩균과 천연추출물, 정제효소 처리에서 증가하여 갈색거저리분말에서 발생하는 특유의 이취가 경감되고 발효 분말의 기호도에 영향을 준 것으로 판단된다.

표 10. 처리별 방향성 물질 (단위 : area %)

| 번호 | 구분 | RT | Compounds | 1. 무처리 | 2. 밀 누룩균 | 3. 쌀 누룩균 | 4. 천연 추출물 | 5. 정제 효소 |
|----|------------------------|--------|----------------------|--------|----------|----------|-----------|----------|
| 1 | Acids | 3.61 | Ethyl alcohol | 2.55 | 0.48 | 1.72 | 0.46 | 0.51 |
| 2 | | 13.41 | 1-Pentanol | 1.90 | 0.82 | 0.87 | 0.85 | 0.63 |
| 3 | | 20.15 | 3-Octen-2-one | 1.27 | 0.50 | 0.96 | 0.20 | 0.34 |
| 4 | | 21.43 | Acetic acid | 1.56 | 1.37 | 1.61 | 2.57 | 3.24 |
| 5 | | 21.62 | 1-Octen-3-ol | 1.01 | 1.39 | 0.94 | 0.92 | 0.91 |
| 6 | | 22.52 | 2-Ethylhexan-1-ol | 0.33 | 0.82 | 0.53 | 0.80 | 0.86 |
| 7 | Alcohols | 3.22 | 2-Methylbutanal | 2.85 | 1.18 | 1.27 | 1.12 | 1.26 |
| 8 | | 3.28 | 3-Methylbutanal | 1.64 | 0.84 | 1.10 | 0.77 | 0.85 |
| 9 | | 4.28 | 1-Pentanal | 2.39 | 2.01 | 1.55 | 1.90 | 2.12 |
| 10 | | 6.76 | 1-Hexanal | 8.65 | 8.26 | 8.35 | 7.67 | 8.66 |
| 11 | | 10.22 | 2-Heptanal | 5.98 | 4.90 | 2.59 | 3.52 | 3.90 |
| 12 | | 14.85 | Octanal | 0.60 | 0.84 | 0.46 | 0.72 | 0.90 |
| 13 | | 19.70 | 1-Nonanal | 1.08 | 1.81 | 1.09 | 2.60 | 3.21 |
| 14 | | 22.89 | Benzaldehyde | 1.99 | 0.34 | 0.63 | 0.53 | 0.73 |
| 15 | Heterocyclic compounds | 16.42 | 2,5-Dimethylpyrazine | 1.67 | 1.90 | 1.51 | 1.67 | 1.84 |
| 16 | Ketones | 2.31 | 2-Propanone | 6.04 | 2.32 | 2.87 | 1.97 | 2.45 |
| 17 | | 3.07 | 2-Butanone | 4.05 | 2.72 | 1.45 | 2.15 | 2.44 |
| 18 | | 19.58 | 2-Nonanone | 1.16 | 1.05 | 0.87 | 0.97 | 1.11 |
| 19 | | 22.46 | 2-Decanone | 0.54 | 0.84 | 0.52 | 0.54 | 0.58 |
| 20 | Others | 5.54 | Toluene | 6.32 | 7.86 | 4.75 | 6.80 | 7.36 |
| 21 | | 8.02 | Ethylbenzene | 1.43 | 2.08 | 1.75 | 1.84 | 1.84 |
| 22 | | Others | | 26.74 | 22.94 | 38.34 | 28.36 | 28.48 |

다. 발효분말을 이용한 가공품 개발

우유를 기본으로 한 단백질 보충음료 제조를 위하여 발효분말을 첨가한 음료의 기호도를 조사하였다. 발효제 종류별로는 밀누룩 분리균 발효분말에서 향, 맛 및 종합기호도(그림 3-1)가 가장 우수하였고 음료의 표면에 뜨는 발효분말의 부유물(그림 3-6)도 적었다. 발효분말의 첨가량별 기호도는 무처리(그림 3-2)에서는 분말의 첨가량이 증가할수록 기호도가 감소하여 0.5%첨가에 가장 높았으나 발효분말(그림 3-3) 처리시에는 2.0% 첨가시 기호도가 가장 우수하여 상품화 단계에서 발효분말을 이용하여 음료를 제조할 경우 이취감이 적은 고단백 음료를 제조할 수 있을 것으로 판단되었다. 단백질 보충음료의 영양성분을 강화하기 위하여 6종의 곡류와 견과류를 첨가(그림 3-4)하여 기호도를 조사하여 현미와 검정콩을 선발하였고, 선발된 혼합곡을 첨가하여 음료제조시 발효분말을 3%까지 첨가하여도 기호도가 우수한 것으로 나타났다.

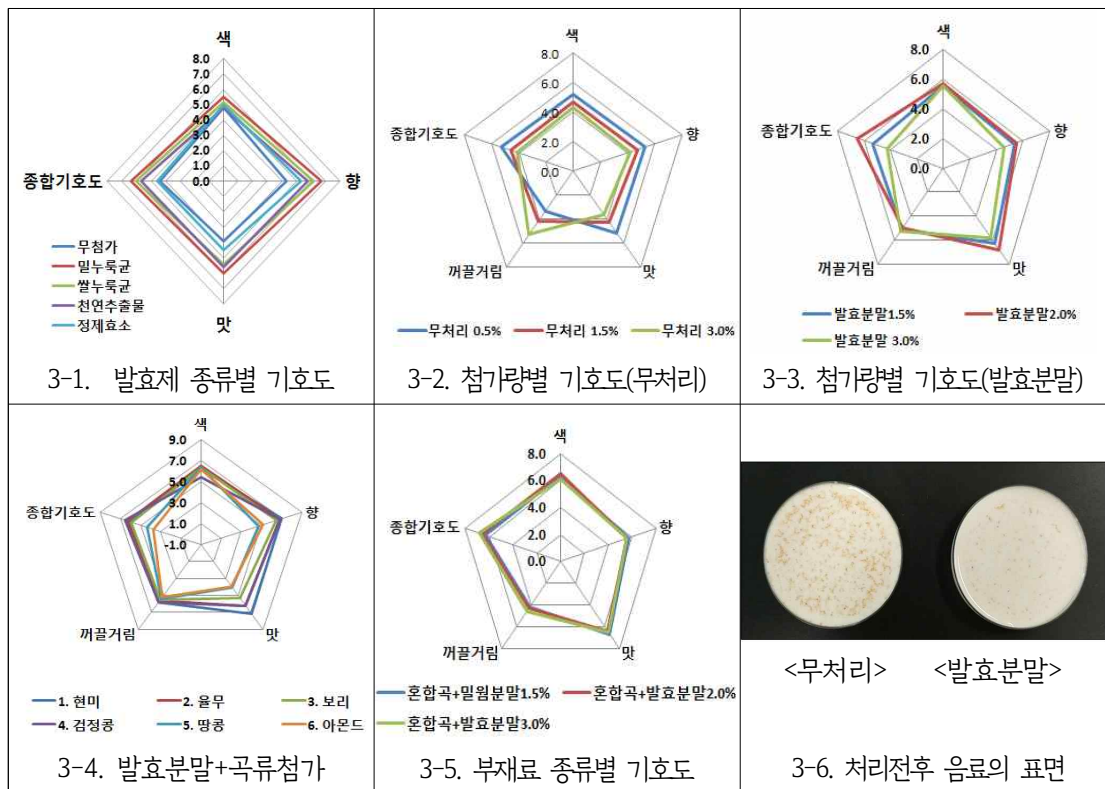


그림 3. 단백질 보충음료의 기호도

갈색거저리유충 발효분말을 이용한 식사대용 즉석 죽 제조를 위하여 쌀의 종류 및 입자, 부재료에 대한 기호도를 조사한 결과는 그림 4와 같다. 현미와 백미를 이용하여 밥을 지은 후 열풍 건조한 쌀가루와 볶음처리를 한 호화 쌀가루 이용한 죽의 기호도는 그림 4-1과 같이 백미-열풍건조 처리에서 기호도가 가장 높았고, 쌀의 입자(그림 4-2)는 1~2mm처리에서 경도가 낮고 구수함이 높아 종합기호도가 가장 우수하였고, 부재료로 사용한 채소류에서는 (그림 4-3)는 양파와 표고버섯 첨가 처리에서 기호도가 우수하였으며, 발효분말은 쌀 무게 대비 3% ~ 10% 첨가에도 같은 기호도를 나타내어 제품의 조건에 맞게 첨가량을 조절할 수 있을 것으로 판단되었다.

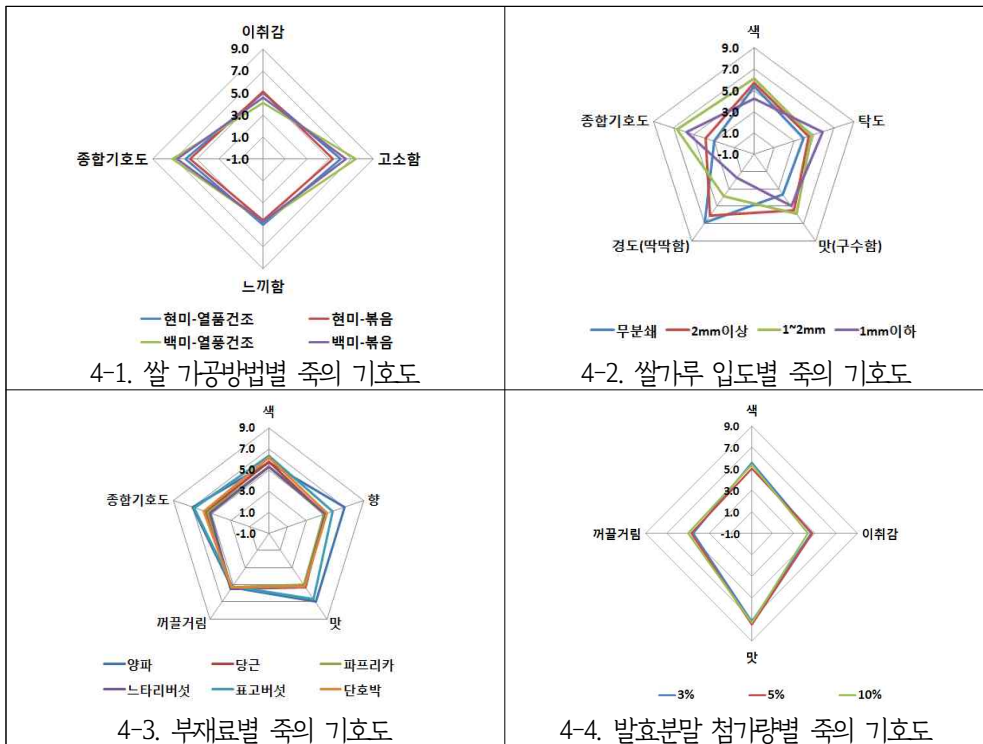


그림 4. 식사대용 죽의 기호도

4. 적 요

새로운 식품 원료인 갈색거저리유충의 식품으로서의 소비를 확대하고 이용성을 향상하기 위하여 수행한 1차 가공 및 발효분말 제조기술에 대한 연구결과는 다음과 같다.

- 가. 농가에서 사육한 갈색거저리유충의 판매 및 유통을 위한 1차 가공방법은 마이크로파 건조 또는 데침후 볶음처리에서 형태의 유지가 가장 우수하였고, 외관과 식미기호도가 우수하였다.

- 나. 곤충분말 제조시 압착식 착유기를 이용한 탈지는 70℃에서 40분 착유시 조지방 함량이 7.9%로 낮아지고 조단백함량은 무처리 대비 17.3% 증가되었으며 인산을 제외한 무기성분 함량은 탈지하지 않은 원물과 같은 수준이었다.
- 다. 갈색거저리유충 발효분말은 제주에서 수집하여 분리한 밀누룩균(*Saccharomycopsis fibuligera* strain)처리에서 아미노산함량이 증가하고, 불포화 지방산인 올레산과 알파리놀레산이 현저히 증가하였으며, 방향성 물질의 조성이 변화하여 기호도 조사결과 발효처리하지 않은 분말보다 이취감이 줄어들고 식미가 향상된 것으로 나타나 최종적으로 선발하였다.
- 라. 밀누룩으로 발효처리한 곤충분말을 이용한 단백질 보충음료는 현미, 검정콩 등의 곡류와 혼합시 3.0%까지 첨가하여도 기호도가 우수하였고 무처리 대비 2.5% 이상 증량할 수 있어 거부감 없이 섭취할 수 있는 단백질 보충음료 제조가 가능하였다.
- 마. 식사대용 죽은 백미로 지은 밥을 열풍건조처리한 후 1~2mm체를 통과한 쌀가루를 바로 사용하여 죽제조가 가능하였고, 부재료는 양파와 표고버섯 첨가시 우수하였으며, 발효분말의 첨가량은 쌀무게 대비 3% ~ 10% 까지 첨가하여도 기호도가 우수한 것으로 나타났다.

5. 인용문헌

- 강미숙, 김민주, 한정순, 김애정. 2017. 동결건조 갈색거저리 유충의 지방산 조성 및 항염증 효과. 한국식품영양학회지. 30(2):251-256.
- 농촌진흥청. 2016. 고소애로 만든 환자식 메뉴. pp 10-13.
- 김소영, 손양주, 김수희, 김안나, 이금양, 황인경. 2015. 갈색거저리(*Tenebrio molitor*)유충의 냉장 저장 중 산화 안정성에 관한 연구. KOREAN J. FOOD COOK. SCI. 31(1):62-71.
- 김형미, 김정남, 김진수, 정미영, 윤은영, 황재삼, 김애정. 2015. 갈색거저리 유충 분말을 이용한 패티 제조 및 품질특성. 한국식품영양학회지. 28(5):813-820.
- 민경태, 강미숙, 김민주, 이선희, 한정순, 김애정. 2016. 갈색거저리 유충분말을 이용한 쿠키 제조 및 품질평가. 한국식품영양학회지. 26(1):12-18.
- 유정미, 황재삼, 구태원, 윤은영. 2013. 국산 및 중국산 갈색거저리(*Tenebrio molitor*)의 영양성분 및 유해물질 비교분석. 한국식품영양학회지. 42(2):249-254.
- 이지원, 손양주, 황인경, 박호남, 김수희. 2017. 황국곰팡이를 이용한 갈색거저리 발효액의 특성 및 조미소재 이용가능성 탐색. 한국식품과학회지. 49(3):286-295.
- 이보배, 이진원, 박장우, 정윤경, 이현주. 2013. 감압 튀김 방법이 산패 변화에 미치는 영향. 한국식품영양학회지. 26(1):15-21.
- 정미연, 이정용, 이지채, 박길수, 정준표, 황재삼, 구태원, 윤은영. 2014. 동결건조 갈색거저리

리 유충의 제조공정 표준화에 따른 자가규격 및 유통기한 설정. Journal Seric Entomol Sci 52(1): 73-78.

황수영, 배금광, 최수근. 2015. 갈색거저리(밀웜)의 조리방법에 따른 기호도 및 구매의도에 관한 연구. The Korean Journal of Culinary Research. 21(1):100-115.

Chung MY, Kwon EY, Hwang JS, Goo TW, Yun EY(2013), Pretreatment conditions on the power of Tenebrio militor for using as a novel food ingredient. Journal Seric Entomol Sci 51(1):9-14.

Minhee Baek, Jae-Sam Hwang, Mi Ae Kim, Soo-Hee Kim, Tae-Won Goo and Eun-Young Yun. 2017. Comparative Analysis of Nutritional Components of Edible Insects Registered as Novel Foods. Journal of Life Science. 27(3):334-338.

6. 연구원 편성

| 세부과제 | 구분 | 소속 | 직급 | 성명 | 수행업무 | 참여년도 | |
|------------------------|-------|-------|-------|--------|---------|------|------|
| | | | | | | 2017 | 2018 |
| 곤충자원의 식품소재화 기술개발 | 책임자 | 작물연구과 | 농업연구관 | 원선이 | 과제 총괄 | ○ | ○ |
| | 공동연구자 | " | 농업연구사 | 서재순 | 영양성분 분석 | ○ | ○ |
| | " | " | " | 강희운 | 분석기기 관리 | ○ | ○ |
| | " | " | " | 정현경 | 기호도조사 | ○ | |
| | " | " | " | 이대형 | 기호도조사 | | ○ |
| | " | " | 농업연구관 | 이해길 | 연구결과검토 | ○ | |
| " | " | " | 지정현 | 연구결과검토 | | ○ | |