

Determination of the shelf life of cricket powder and effects of storage on its quality characteristics

Dae-Hyun Kim¹, Eun-Mi Kim¹, Yoon-Je Chang¹, Mi-Young Ahn², Yong-Hwan Lee¹,
Jin Ju Park¹, Jeong-Ho Lim^{1*}

¹Korea Food Research Institute, Seongnam 13539, Korea

²Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, RDA, Jeonju 54875, Korea

식품원료용 귀뚜라미 분말의 저장 중 품질특성 및 유통기한 설정

김대현¹ · 김은미¹ · 장윤제¹ · 안미영² · 이용환¹ · 박진주¹ · 임정호^{1*}

¹한국식품연구원, ²농촌진흥청

Abstract

This study was carried out to determine the shelf-life of cricket powder and investigate the changes in its quality during storage. To determine the shelf-life, cricket powder was stored at temperatures of 25, 35, and 40°C for 6 months. The changes in quality parameters of the cricket powder, such as moisture content, color, acid value, volatile base nitrogen (VBN), fatty acid, growth of microorganisms, and sensory appeal were investigated. The moisture content of the cricket powder increased during storage but did not show any significant difference at 6 months of storage. L value was increased at 25°C storage but decreased at 35 and 40°C. However, there were no significant different in a and b values. The acid value decreased more rapidly at higher temperatures, while the VBN content was not changed. The major composition of fatty acids of cricket powder were palmitic acid, oleic acid, and linoleic acid. Their content was not changed at various the storage temperatures. No aerobic and coliform bacteria grew in the powder during the whole storage period. Cricket powder stored at 25°C and 35°C showed similar scores in sensory evaluation, but it stored at 40°C showed the significant difference ($p < 0.05$). Moisture content, acid value, oleic acid, and flavor were selected as the criteria for shelf-life establishment of cricket powder. Based on these parameters, especially the moisture content, the shelf life of cricket powder was likely to be 18 months when stored at 25°C.

Key words : *Gryllus bimaculatus*, cricket, edible insect, shelf-life, quality

서 론

현대의 식량문제는 기후변화와 곡물의 생산, 분배, 소비량의 증가로 인한 곡물공급의 불균형과 동물 단백질의 가격 상승 및 수요 충족 불균형으로 인한 문제로 대두된다(1). 이에 대한 대안으로서 가축보다 적은 양의 온실가스과 암모

니아를 배출하고 넓은 사육지가 필요 없으며, 소의 1/12과 돼지의 1/2에 해당하는 사료만으로 같은 양의 단백질을 만들 수 있는 곤충에 대한 관심이 증가하고 있다(2,3).

최근 국내에서는 곤충에 대한 관심이 높아지고 있으며 식품원료 및 의약품 등에 대한 소재화 연구 등이 다수 진행되고 있다(4-6). 식품의약품안전처의 식품공전에 등록된 식용곤충은 벼메뚜기(*Oxya japonica* THUNBERG) 및 누에(*Bombyx mori*)가 있으며(7), 가공제품 및 기능성 신소재 등의 자원 활용방안에 대한 연구가 진행되고 있다(8-10). 한시적 식품원료로 인증을 받은 식용곤충은 갈색거저리(*Tenebrio molitor*), 흰점박이꽃무지(*Protaetia brevitarsis*) 및 장수풍뎅이(*Allomyrina dichotoma*)가 있으며, 최근 곤충

*Corresponding author. E-mail : jhlim@kfri.re.kr

Phone : 82-31-780-9331, Fax : 82-31-780-9333

Received 22 December 2015; Revised 29 February 2016;

Accepted 4 March 2016.

Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

의 식용화를 위한 연구를 통하여 쌍별 귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*)가 추가 인증을 받았다.

한시적 식품원료로 인증 받은 쌍별 귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*)는 메뚜기목(Orthoptera) 귀뚜라미과(Gryllidae)에 속하며, 불포화지방산 및 필수지방산을 함유하고 단백질 함량이 높아 식품으로서 이용 가치가 인정되고 있다(11-13). 또한, 결석 치료 및 이노제로 사용하기도 하였고 일본에서는 설사, 이질 및 장티푸스를 치료하는데 사용하였으며(14), 면역력 증가의 효과적인 원료로도 연구되었다(15).

식품원료로서 귀뚜라미는 표준화된 제조기준으로 인정을 받았으나 이에 대한 가공 및 유통안정에 대한 선행연구가 부족한 실정이다. 가공 처리과정 및 저장 상태가 식용곤충의 식품 안정성에 큰 영향을 미치는 것으로 보고됨으로써(16), 본 연구는 귀뚜라미의 표준화된 분말 제조조건에서 제조된 귀뚜라미 소재의 유통기한 설정을 위한 품질지표를 확인하였으며 권장유통기한을 설정하기 위한 기초자료로 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

본 연구에 사용된 귀뚜라미는 2014년도에 표준화된 시설에서 사육된 귀뚜라미를 채집하여 3일간의 배변 기간을 거친 후 동결(-18℃)한 제품을 구입하여 사용하였다.

귀뚜라미 분말 제조

동결 귀뚜라미에 증류수를 0.5배 가한 뒤 고압증기멸균기(MLS-3780, Sanyo Electric Co., Ltd, Osaka, Japan)를 이용하여 105℃에서 1분간 멸균하고 동결건조기(TD5508 Freeze dryer, Inshin lab. Co., Ltd, Seoul, Korea)를 이용하여 트랩온도 -70℃ 이하 및 진공 10 m Torr 이하에서 72시간 이상 동결 건조하였다. 이후 분쇄기(HGB2WTS3, Waring products Inc., Torrington, CT, USA)를 이용하여 분쇄한 뒤 20 mesh 망을 통과시키고 주정(Daejung Co., Ltd, Korea)에 3시간 침지 후 70℃의 열풍건조기(HSC-150, SinAn Co., Korea)에서 4시간 건조하였다. 건조된 귀뚜라미 분말은 AL/PET/LLDPE 적층필름(130 mm×200 mm, 0.1 mm)에 100±10 g씩 열접합 포장하였으며 25, 35 및 40℃에서 6개월간 저장하며 한 달 간격으로 실험하였다.

수 분

수분함량은 AOAC(17)법에 따라 105℃ 상압가열 건조법으로 측정하였으며, 3회 반복 실험하여 평균값으로 나타내었다.

색 도

귀뚜라미 분말의 색도는 표준 백색판(L=97.79, a=-0.38, b=2.05)으로 보정된 Colorimeter(CR-400, Minolta Co, Osaka, Japan)를 사용하였다. 시료를 임의로 선택하여 10회 반복 측정 후 평균값을 이용하였으며, Hunter's color에 의한 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 나타내었다.

산 가

시료를 취하여 ethanol-ether 혼합액(1:2, v/v) 100 mL에 녹인 후 phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1 N KOH/ethanol성 용액으로 적정하여 시료 1 g 중의 유리 지방산을 중화하는데 필요한 KOH의 mg을 산가로 표시하였다.

VBN

VBN(volatil base nitrogen)함량은 식품공전(18)에 따라 시료 10 g에 증류수 50 mL를 가하여 1시간 침출하였다. 침출액을 여과한 뒤 황산을 이용하여 약산성으로 중화시킨 후 100 mL로 정용하였다. Conway unit 외실에 상기 여과액 1 mL를 넣고 내실에 0.01 N-H₂SO₄ 1 mL를 정밀하게 넣었다. K₂CO₃ 포화용액을 외실에 넣고 덮개를 덮어 잘 섞어 25℃에서 한 시간 방치하였다. 이후 H₂SO₄ 용액에 Brunswick 시액 한 방울을 넣고 0.01 N-NaOH용액으로 적정하였다.

지방산

시료의 지방산 조성은 Shimadzu사의 GC-2010(Shimadzu Co., Tokyo, Japan)을 이용하여 분석하였다. Folch 등(19)의 방법에 따라 chloroform과 methanol을 2:1(v/v)의 비율로 섞은 용액으로 귀뚜라미 분말의 지질을 추출하였으며, 추출된 지질은 Morrison과 Smith(20)의 방법에 준하여 전처리 후 분석하였다. 분석 조건은 injector 온도 260℃, detector 온도 270℃, detector는 FID이었으며, column은 SP2560(100 m×0.25 mm×0.20 μm, Supelco Inc., Bellefonte, PA)을 사용하였다.

미생물

시료에 멸균한 0.85% sodium chloride를 가하여 10-fold 희석법으로 단계별로 희석하였다. 각 단계별 희석액 1 mL를 취하여 일반세균 및 대장균/대장균군 3M Petrifilm(Petrifilm™, 3M, St Paul, Minn., USA)에 각각 접종하였다. 35℃에서 24~48시간 배양한 후 생성된 colony를 계수하여 CFU/g으로 나타내었다.

관능검사

귀뚜라미 분말을 온도별로 저장하면서, 한 달 간격으로 외관(appearance), 향(flavor), 이취(off-flavor), 전반적 기호도(overall acceptability)를 검사하였다. 관능검사 요원의 구성은 귀뚜라미 분말의 향 및 이취에 대한 차이식별 능력이

있는 평가원 8명을 선정하여 실시하였다. 각각의 온도별 시료는 25°C 조건에서 30분 보관 후 투명 유리용기에 15~20 g을 담아 제공하였으며, 9점 척도법으로 평가하였다. 이취를 제외한 구들은 9점은 매우 좋음, 1점은 매우 나쁨이라고 표시하였으며, 이취는 1점은 매우 약함, 9점은 매우 강함이라고 표시하였다.

자가규격 설정 및 유통기한 설정

자가규격은 건강기능식품 기능성 원료 인정에 관한 규정(21) 및 식품공전(18)의 규격 외 일반가공식품의 기준 및 규격을 참고하여 수분, 산가, oleic acid 및 관능검사에 대한 자가규격을 설정하였다. 유통기한 설정은 품질지표로서 적합한 실험값을 VLSLF(Visual Shelf Life Simulator for Foods) 프로그램에 입력하여 산출하였다. 저장온도를 3개(25, 35 및 40°C)로 나누어 실험하였으며, 실험 주기는 1개월 단위로 6개월 동안 실험하였다. 산출된 유통기한에 안전계수 0.8을 곱하여 유통기한을 설정하였다.

통계처리

실험결과는 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc, Chicago IL, USA) software package 프로그램 중에서 분산분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의차를 검증하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

수분함량

귀뚜라미 분말의 수분함량 변화는 Fig. 1에 나타내었다. 동결건조 분말의 초기 수분함량은 2.52%로 낮은 함량을 나타내었으며, 이는 동결건조 후 추가 공정으로 열풍건조

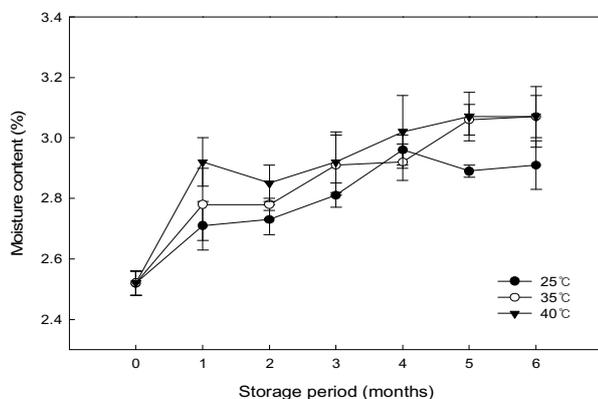


Fig. 1. Changes in moisture content of cricket powder during storage at 25, 35, and 40°C.

Dots and vertical bars represent the means±SD.

를 실시한 결과라 생각된다. 저장기간이 길어질수록 모든 구의 수분함량은 증가하는 경향을 나타내었다. 25°C에서는 저장기간 중 2.52~2.96%의 변화폭을 나타내었다. 40°C에서는 저장 한 달 뒤 2.92%를 나타내었으나, 35°C에서는 4개월 후 2.92%를 나타내었다. 저장 6개월 후 25, 35 및 40°C의 수분함량은 2.91, 3.07 및 3.07%로 나타났으나, 온도별 유의적 차이는 없었다. 이상의 결과는 저장기간 및 온도가 증가할수록 동결건조분말의 수분함량이 증가하는 Jeong 등(22)의 실험결과와 유사한 경향을 나타내었다. 수분함량은 건조식품 안정에 중요한 요소로서 수분함량이 증가할 경우 품질저하 및 미생물 증식의 원인으로 작용(23)하기 때문에 유통기한 설정지표로 판단하였다.

색도

귀뚜라미 분말의 저장기간 중 색도 변화는 Fig. 2에 나타내었다. L value의 초기값은 55.00이었으며 25°C에서는 저장기간 동안 소폭 상승하였으나, 35 및 40°C에서는 감소하였다. 저장 6개월 뒤 25, 35 및 40°C에서는 56.75, 53.98 및 54.22를 나타내었으며, 온도가 높아질수록 감소하는 경향을 나타내었다. a value의 초기값은 4.19였으며 모든 구에서 저장기간 중 감소하였다. 25°C에서는 저장 6개월 뒤 4.06을 나타낸 반면, 35 및 40°C에서는 3.68 및 3.87을 나타내어 모든 구에서 유의적 차이를 나타내었다($p < 0.05$). b value의 초기값은 8.01을 나타냈으며 모든 구에서 저장기간 중 감소하였다. 25°C에서는 6개월 뒤 7.81을 나타낸 반면, 35 및 40°C에서는 6.51 및 6.68을 나타내었다. 저장기간 중 색도의 변화는 저장 온도별 상관관계를 나타내지 않았으며, 변화가 미비하여 유통기한 설정지표로 부적합하다고 판단하였다.

산가 및 VBN

귀뚜라미 분말의 산가는 Fig. 3에 나타내었다. 초기 산가는 1.83 mg KOH/g을 나타냈으며, 모든 구에서 저장기간 중 증가하였다. 저장 6개월 뒤 25, 35 및 40°C에서는 1.93, 2.04 및 2.15 mg KOH/g을 나타내었으며, 모든 구에서 유의적 차이($p < 0.05$)가 있었다. 저장온도가 높을수록 산가의 증가폭이 상승하는 것을 확인하였으며, 이는 Chung 등(24)의 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다. 산가는 식품 내 존재하는 유지가 가수분해되어 형성되는 유리 지방산 함량을 측정하여 유지의 산패를 측정하며, 유리지방산의 생성은 유지의 자동산화 촉진하여 제품의 품질 및 관능적으로 좋지 않은 영향을 미치게 되므로(25) 유통기한 설정지표로 판단하였다.

귀뚜라미 분말의 VBN함량(data not shown)은 초기 1.40 mg%를 나타내었다. 이후 저장기간 및 저장온도에 따른 변화 없이 초기값을 그대로 유지하였다. VBN 시험법은 주로 어육의 선도(26)를 판정하며, 귀뚜라미 분말의 유통기한 설정지표로 부적합하다고 판단하였다.

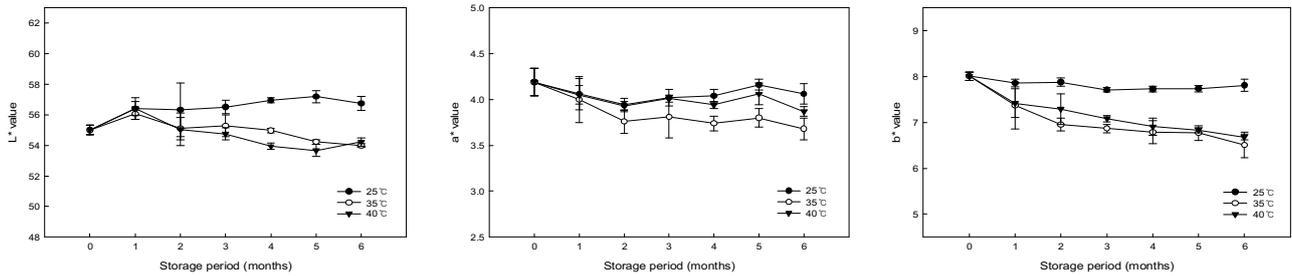


Fig. 2. Changes in Hunter's color values of cricket powder during storage at 25, 35, and 40 °C.

Dots and vertical bars represent the means±SD.

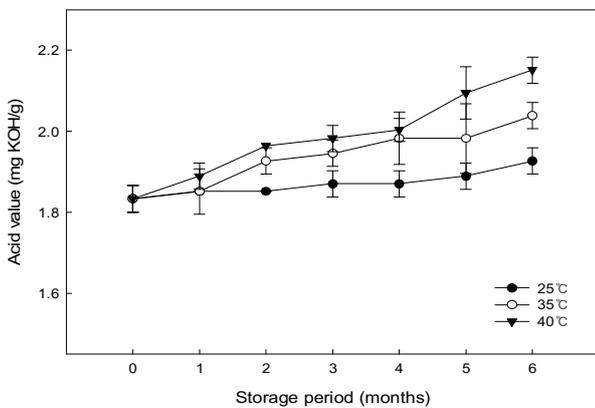


Fig. 3. Changes in acid value of cricket powder during storage at 25, 35, and 40 °C.

Dots and vertical bars represent means±SD.

지방산 함량

귀뚜라미의 지방산 함량은 Table 1에 나타내었다. 지방산 함량은 oleic acid(C18:1), linoleic acid(C18:2) 및 palmitic

acid(C16:0)순으로 높은 값을 나타내었다. 이는 Hutchins과 Martin(27), Grapes 등(28)과 Kim과 Jung(29)이 조사한 연구와 비슷한 경향을 나타내었다. 초기 귀뚜라미 분말의 palmitic acid, oleic acid 및 linoleic acid 함량은 각각 24.79, 28.58 및 28.55 g/100 g을 나타내었다. Palmitic acid의 경우 저장기간 중 소폭 상승하였으나 25 및 40°C에서는 유의적 차이가 없었으며, 35°C에서는 높은 값을 나타내었다. Oleic acid의 경우 모든 구에서 저장 중 감소하였으나, 저장 6개월 차에 모든 구에서 유의적 차이가 없었다. Linoleic acid의 경우 저장 중 감소하였으나, 저장 6개월 뒤 35°C에서의 함량이 28.01 g/100 g으로 가장 낮았으며, 25 및 40°C에서 28.11 및 28.51 g/100 g을 나타내었다. 따라서 저장기간 및 온도에 따른 일정한 상관관계를 나타낸 oleic acid를 유통기한 설정 지표로 판단하였다.

미생물

귀뚜라미 분말의 일반세균 및 대장균군(data not shown)은 초기부터 6개월까지 검출되지 않았다. 이는 선행연구를

Table 1. Changes in fatty acid content of cricket powder during storage at 25, 35, and 40 °C

(Unit: g/100 g)

Fatty acid	Temp (°C)	Storage period (months)						
		0	1	2	3	4	5	6
Palmitic acid	25 °C	24.79±0.28 ^{1)ab(2)A3)}	25.10±0.27 ^{cA}	25.08±0.05 ^{cA}	24.91±0.04 ^{bcA}	24.57±0.03 ^{aA}	25.06±0.05 ^{bcB}	24.96±0.04 ^{bcA}
	35 °C	24.79±0.28 ^{aA}	25.19±0.03 ^{bA}	25.05±0.09 ^{bA}	25.01±0.06 ^{bcB}	25.01±0.06 ^{bcB}	25.09±0.04 ^{bB}	25.11±0.06 ^{bcB}
	40 °C	24.79±0.28 ^{abA}	25.28±0.01 ^{dA}	25.03±0.02 ^{cA}	24.98±0.02 ^{bcAB}	24.63±0.02 ^{aA}	24.91±0.05 ^{bcA}	24.92±0.01 ^{bcA}
Oleic acid	25 °C	28.58±0.53 ^{aA}	28.58±0.78 ^{aA}	28.51±0.08 ^{aA}	28.58±0.01 ^{ab}	28.60±0.06 ^{ab}	28.65±0.03 ^{ab}	28.49±0.04 ^{aA}
	35 °C	28.58±0.53 ^{aA}	28.56±0.01 ^{aA}	28.52±0.04 ^{aA}	28.53±0.04 ^{aAB}	28.47±0.05 ^{aA}	28.51±0.01 ^{aA}	28.47±0.01 ^{aA}
	40 °C	28.58±0.53 ^{aA}	28.57±0.02 ^{aA}	28.54±0.03 ^{aA}	28.49±0.04 ^{aA}	28.53±0.00 ^{aAB}	28.48±0.02 ^{aA}	28.46±0.06 ^{aA}
Linoleic acid	25 °C	28.55±0.57 ^{bcdA}	29.00±0.34 ^{dB}	28.49±0.08 ^{abcA}	28.64±0.05 ^{cdC}	28.54±0.02 ^{bcdB}	28.04±0.02 ^{ab}	28.11±0.01 ^{abB}
	35 °C	28.55±0.57 ^{cdA}	28.76±0.01 ^{dAB}	28.33±0.13 ^{bcA}	28.12±0.02 ^{abA}	27.99±0.02 ^{abA}	27.84±0.01 ^{aA}	28.01±0.04 ^{abA}
	40 °C	28.55±0.57 ^{aA}	28.57±0.03 ^{aA}	28.31±0.03 ^{aA}	28.45±0.01 ^{ab}	28.72±0.02 ^{ac}	28.52±0.03 ^{ac}	28.51±0.03 ^{ac}

¹⁾ Values are means±SD.

^{2)A-C} Means with different letters within the same row are significantly different at p<0.05.

^{3)A-E} Means with different letters within the same column are significantly different at p<0.05.

통해 귀뚜라미 분말의 미생물 변화를 검토한 결과라고 생각된다. 선행연구로는 본 논문과 동일하게 전처리 후 고압증기멸균기를 이용하여 70°C-30분, 105°C-1분 및 121°C-15분간 처리하였다. 그 결과 모든 조건에서 대장균군은 검출되지 않았으나, 일반세균수의 경우 70°C에서 30분 동안 처리할 경우 1.9×10^5 CFU/g을 나타낸 반면, 105°C-1분 및 121°C-15분간 처리할 경우 검출되지 않았다. 이는 식품원료화 현점박이꽃무지의 고온고압멸균 시 미생물이 검출되지 않은 결과(5)와 유사하였다. 이에 따라 저장기간 및 저장온도에 따른 변화 없이 초기값을 유지한 일반세균 및 대장균군의 실험 결과는 유통기한 설정지표로 부적합하다고 판단하였다.

관능검사

귀뚜라미 분말의 관능검사 결과는 Table 2에 나타내었다. 외관(appearance)의 경우 저장 6개월 뒤 25 및 35°C에서는 8.75 및 8.50으로 유의적 차이가 없었으나, 40°C의 경우 7.25로 낮은 값을 나타내었다. 향(flavor)의 경우 저장기간 중 감소하는 경향을 나타내었다. 저장 6개월 차에 25 및 35°C에서는 8.25 및 8.00을 나타내었으나, 40°C의 경우 6.25를 나타내며 유의적 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 이는 높은 저장온도에서 귀뚜라미 특유의 향이 강해진 것으로 판단되며, 40°C에서 저장기간이 길어질수록 고소한 향이 증가되는 식용 갈색거저리 유충과는 상반된 결과이다(24).

이취(off-flavor)의 경우 저장기간 동안 25 및 35°C에서는 유의적 차이가 없었으나, 40°C의 경우 저장 4개월부터 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 전반적 기호도(overall acceptance)는 저장 3개월 동안 모든 구에서 유의적차이는

없었다. 저장 4개월부터 25 및 35°C에서는 유의적 차이가 없었으나, 40°C에서는 유의적 차이가 있었으며($p < 0.05$), 저장 6개월의 25, 35 및 40°C에서는 각각 8.00, 8.00 및 6.25를 나타내었다. 이상의 결과는 귀뚜라미 분말을 40°C 이상의 온도에서 보관 시 품질이 급격히 떨어질 것으로 판단되며, 저장기간 중 일정하게 감소하는 경향을 나타낸 향(Flavor)의 결과값을 유통기한 설정지표로 판단하였다.

자가규격 및 유통기한 설정

귀뚜라미 분말의 자가규격 및 유통기한 설정은 Table 3에 나타내었다. 자가규격은 건강기능식품 기능성 원료 인정에 관한 규정(21) 및 식품공전(18)의 규격 외 일반가공식품의 기준 및 규격을 참고하여 기준규격보다 높게 적용하였다. 수분 및 산가의 자가규격은 5% 및 3 mg KOH/g 이하로 설정하였으며, oleic acid 및 관능검사 중 flavor 항목은 26.5 g/100 g 및 6 이상으로 설정하였다. 색도, VBN 및 미생물 항목은 저장온도 및 저장기간에 따른 결과값이 유통기한 변수로서 상관성을 나타내지 않아 제외하였다. 유통온도를 25°C로 설정한 뒤 수분함량 및 산가의 유통기한 산출결과

Table 3. Self-specification and shelf life for cricket powder

Experiment	Quality limits	Shelf-life (months)
Moisture	<5.0%	23
Acid value	<3.0 mg KOH/g	61
Oleic acid	>26.5 g/100 g	150
Flavor	>6	155

Table 2. Changes in sensory characteristics of cricket powder during storage at 25, 35, and 40 °C

Sensory property	Storage temp (°C)	Storage period (months)						
		0	1	2	3	4	5	6
Appearance	25	9.00±0.00 ^{1(a2)A3)}	8.50±0.84 ^{aA}	8.50±0.58 ^{aA}	8.50±0.58 ^{aA}	8.75±0.50 ^{aB}	8.75±0.50 ^{aB}	8.75±0.50 ^{aB}
	35	9.00±0.00 ^{aA}	8.50±0.84 ^{aA}	8.50±0.58 ^{aA}	8.50±0.58 ^{aA}	8.25±0.50 ^{aAB}	8.75±0.50 ^{aB}	8.50±0.58 ^{aB}
	40	9.00±0.00 ^{cA}	8.67±0.82 ^{cA}	8.50±0.58 ^{bcA}	8.25±0.50 ^{abcA}	7.50±0.58 ^{abA}	7.25±0.96 ^{aA}	7.25±0.96 ^{aA}
Flavor	25	9.00±0.00 ^{bA}	8.50±0.55 ^{abA}	8.00±0.00 ^{aA}	8.25±0.50 ^{abA}	8.75±0.50 ^{abB}	8.25±0.96 ^{abB}	8.25±0.50 ^{abB}
	35	9.00±0.00 ^{bA}	8.50±0.84 ^{abA}	8.00±0.00 ^{aA}	8.00±0.82 ^{aA}	7.75±0.50 ^{aA}	7.75±0.50 ^{aB}	8.00±0.82 ^{aB}
	40	9.00±0.00 ^{dA}	8.17±1.60 ^{cdA}	7.75±0.50 ^{bcdA}	7.75±0.96 ^{bcdA}	7.00±0.82 ^{abca}	6.00±0.82 ^{aA}	6.25±0.96 ^{abA}
Off-flavor	25	1.00±0.00 ^{aA}	1.33±0.52 ^{aA}	1.50±0.58 ^{aA}	1.25±0.50 ^{aA}	1.00±0.00 ^{aA}	1.25±0.50 ^{aA}	1.25±0.50 ^{aA}
	35	1.00±0.00 ^{aA}	1.00±0.00 ^{aA}	1.75±0.96 ^{aA}	1.25±0.50 ^{aA}	1.50±0.58 ^{aA}	1.25±0.50 ^{aA}	1.25±0.50 ^{aA}
	40	1.00±0.00 ^{aA}	1.50±0.84 ^{aA}	1.50±0.58 ^{aA}	1.50±0.58 ^{aA}	2.75±0.96 ^{bb}	3.75±0.58 ^{cb}	3.50±0.58 ^{bcB}
Overall acceptance	25	9.00±0.00 ^{aA}	8.50±0.55 ^{aA}	8.25±0.50 ^{aA}	8.25±0.96 ^{aA}	8.50±0.58 ^{aB}	8.00±0.82 ^{aB}	8.00±0.82 ^{aB}
	35	9.00±0.00 ^{bA}	8.67±0.52 ^{abA}	8.00±0.82 ^{ba}	8.25±0.50 ^{abA}	7.75±0.50 ^{aB}	8.00±0.82 ^{aB}	8.00±0.82 ^{aB}
	40	9.00±0.00 ^{bA}	8.33±1.21 ^{ba}	8.25±0.50 ^{ba}	8.00±0.00 ^{ba}	6.00±0.82 ^{aA}	5.50±0.58 ^{aA}	6.25±0.50 ^{aA}

¹⁾ Values are means±SD.

^{2)a-c} Means with different letters within the same row are significantly different at $p < 0.05$.

^{3)A-E} Means with different letters within the same column are significantly different at $p < 0.05$.

23 및 61개월로 확인되었으며, oleic acid 및 flavor 항목은 150 및 155개월로 산출되었다. 결과 중 유통기한이 가장 짧은 수분함량 항목에 안전계수 0.8을 곱하여 최종 18개월의 유통기한을 산출하였다.

요 약

식용 귀뚜라미를 고압증기멸균한 뒤 동결건조하였으며, 이를 분쇄하여 AL/PET/LLDPE film에 포장 후 25, 35 및 40°C에서 6개월 동안 저장하며 한 달 간격으로 품질변화를 측정하였다. 수분함량은 저장기간 중 모든 구에서 증가하였으나, 저장 6개월 차에 저장온도별 유의적 차이는 없었다. 산가의 초기값은 1.83 mg KOH/g 이었으며, 저장 6개월 차에 25, 35 및 40°C 저장구는 1.93, 2.04 및 2.15 mg KOH/g 으로 증가하였다. 지방산은 palmitic acid, oleic acid 및 linoleic acid가 24.79, 28.58 및 28.55 g/100 g으로 높은 함량을 나타내었으며, palmitic acid 및 linoleic acid는 저장온도별 증·감소의 경향이 뚜렷하지 않았으나, oleic acid는 저장기간 중 감소하는 경향을 나타내었다. 일반세균 및 대장균군은 저장기간 동안 검출되지 않았다. 관능검사의 경우 25 및 35°C 저장구는 유의적 차이가 없으나, 40°C 저장구는 유의적 차이를 나타내었다(p<0.05). 저장기간 중 품질에 영향을 미치는 인자는 수분함량, 산가, oleic acid 및 flavor로 판단되었으며, 이들의 한계 기준을 각각 5%, 3 mg KOH/g, 26.5 g/100 g 및 6으로 설정하여 유통온도 25°C를 기준으로 VLSLF 프로그램으로 유통기한을 산출하였다. 수분함량, 산가, oleic acid 및 flavor의 유통기한을 산출한 결과 23, 61, 150 및 155개월이었으며, 유통기한이 가장 짧은 항목에 안전계수 0.8을 적용하여 18개월로 설정하였다. 이상의 결과는 제조 후 25°C 유통조건에서 18개월까지는 귀뚜라미 분말의 품질 안정성이 유지되는 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국책과제(PJ009827)에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

References

1. Kwon DH (2012) 2050 World food demand prospects. World Agriculture, 139, p 41-54
2. Huis AV, Itterbeek JV, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir g, Vantomme P (2013) Edible insects: future prospects for food and feed security. FAO Forestry paper, 171, p 1-185
3. Kim MA, Hwang JS, Yun EY, Kang PD (2014) Edible & medicinal insects. RDA Interrobang, 119, p 05-06
4. Hwang SY, Choi SK (2015) Quality characteristics of muffins containing mealworm(*Tenebrio molitor*). Korean J Cul Res, 21, 104-115
5. Kwon EY, Yoo JM, Yoon YI, Hwang JS, Goo TW, Kim MA, Choi YC, Yun EY (2013) Pre-treatment of the white-spotted flower chafer (*Protaetia brevitarsis*) as an ingredient for novel foods. J Korean Soc Food Sci Nutr, 42, 397-402
6. Kim EM, Lim JH, Chang YJ, An SH, Ahn MY (2015) Changes in the quality characteristics of cricket (*Gryllus bimaculatus*) under various processing conditions. Korean J Food Preserv, 22, 218-224
7. Hwang SY, Bae GK, Choi SK (2015) Preferences and purchase intention of *Tenebrio molitor*(Mealworm) according to cooking method. Korean J Cul Res, 21, 100-115
8. Choi JH, Kim DI, Park SH, Baek SJ, Kim NJ, Ryu KS (2003) Development of anti-diabetes drink using with silkworm (*Bombyx mori* L.)extract. Korean J Seric Sci, 45, 96-102
9. Cho CH, Cha WS, Kim JS (1989) Effect of temperature, time and pH on the extraction of protein in a chrysalis of silk worm. Korean J Biotechnol Bioeng, 4, 65-68
10. Cho MR, Choue RW, Chung SH, Ryu JW (1998) Effects of silkworm powder on blood glucose and lipid levels in NIDDM (Type II) patients. J Nurt Health, 31, 1139-1150
11. Margaret G, Pensri W, Laurence D (1989) Fatty acid and lipid analysis of the house cricket, *Acheta Domesticus*. Insect Biochem, 19, 767-774
12. Jung CE (2013) Prospects of insect food commercialization; a mini review. Korean J Soil Zoology, 17, 5-8
13. Kim EM, Kim DH, Lim JH, Chang YJ, Lee YH, Park JJ, Ahn MY (2015) Physicochemical properties of edible cricket (*Gryllus bimaculatus*) in different districts. Korea J Food Preserv, 22, 831-837
14. Park KT (2001) Insect resources. World science publishing company, Seoul, Korea, p 202
15. Seo DH, Hwang SY, Han JH, Koh SK, Kim IS, Ryu KS, Yun CY (2004) Immune-enhancing activity screening on extracts from two crickets, *Gryllus bimaculatus* and *Teleogryllus emma*. Entomol Res, 34, 207-211

16. Klunder HC, Wolkers-Rooijackers J, Korpela JM, Nout MJR (2012) Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food Control*, 26, 628-631
17. AOAC (1990) Official methods of analysis. Association of official analytical chemists, Washington DC
18. Korea Food Drug Administration (2015) Food code. Korean Foods Industry Association, Seoul, Korea.
19. Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Biochem*, 226, 497-502
20. Morrison WR, Smith LM (1964) Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J Lipid Res*, 5, 600-608
21. Korea Food Drug Administration (2014) Approval of health functional food materials and ingredients. Korean Foods Industry Association, Seoul, Korea.
22. Jeong JW, Park KJ, Kim MH, Kim DS (2006) Changes in quality of spray-dried and freeze-dried takju powder during storage. *Korean J Food Sci Technol*, 38, 513-520
23. Kwon OH, Ryu JA, Kang DK, Choe SY, Lee HR (2010) Effect of packaging materials and storage temperature on the quality of dried lotus root (*Nelumbo nucifera* G.). *Korean J Food Preserv*, 17, 777-783
24. Chung MY, Lee JY, Lee JC, Park KS, Jeong JP, Hwang JS, Goo TW, Yun EY (2014) Establishment of self-specification and shelf-life by standardization of manufacturing process for lyophilized *Tenebrio molitor* larvae. *J Seric Entomol Sci*, 52, 73-78
25. Shin SK, Kim HJ, Kim MR (2014) Effects of mulberry concentrate on lipid oxidation of *Yackwa* during its storage. *Korean J Food Preserv*, 21, 483-490
26. Queiroz MI, Treptow RO, Queiroz EG (1993) Sensory scale for evaluation of freshness of fish stored in ice. *B Do CEPPA*, 11, 91-102
27. Hutchins R FN, Martin MM (1968) The lipids of the common house cricket, *Acheta domesticus* L. I Lipid classes and fatty acid distribution. *Lipids*, 3, 247-249
28. Grapes M, Whiting P, Dinan L (1989) Fatty acid and lipid analysis of the house cricket, *Acheta domesticus*. *Insect Biochem*, 19, 767-774
29. Kim HS, Jung CE (2013) Nutritional characteristics of edible insects as potential food materials. *Korean J Apiculture*, 28, 1-8