

동결건조 갈색거저리 유충의 제조공정 표준화에 따른 자기규격 및 유통기한 설정

정미연^{1†} · 이정용^{2†} · 이진채² · 박길수² · 정준표² · 황재삼¹ · 구태원¹ · 윤은영^{1*}
¹농촌진흥청 국립농업과학원 농업생물부, ²(주)월드웨이

Establishment of self-specification and shelf-life by standardization of manufacturing process for lyophilized *Tenebrio molitor* larvae

Mi Yeon Chung^{1†}, Jeong-Yong Lee^{2†}, Jin-Chae Lee², Kil-Su Park², Jun-Pyo Jeong²,
Jae-Sam Hwang¹, Tae-Won Goo¹ and Eun-Young Yun^{1*}

¹Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, 441-100, Korea

²Worldway Co. Ltd., Sejong, Chungnam, 339-853, Korea

(Received April 06, 2014, Accepted June 02, 2014)

ABSTRACT

This study was carried out to establish the self-specification and shelf-life by standardization of manufacturing process for *Tenebrio molitor* larvae. First, standardization of manufacturing process for *T. molitor* was set up. Sterilization for larvae placed on a multistage shelf with intervals of about 10 cm was carried out at 115°C, 1 kgf/cm² for 10 min. After sterilization, *T. molitor* larvae were frozen at less than -35°C for more than 12 hrs. And then, they were dried under -15°C, 0.5 torr vacuum for more than 30 hrs. Second, we decided self-specification for *T. molitor* larvae. Their moisture, acidity, peroxide, crude protein and crude fat level should be 5% or less, 3 mg/g or less, 30 meq/g or less, 45% or more, and 25% or more, respectively. Also, oleic acid, representative material, level was set up 11 ~ 16%. Third, we decided shelf-life by analysis of the physicochemical characteristic, sensory evaluation and microbial indicators. The final expiry date for lyophilized *T. molitor* larvae in PET bottle was calculated as 12 months from date of manufacture. We expect that optimal manufacturing process system, self-specification, and shelf-life proposed in this study can be used in industrial production of *T. molitor* as a novel food.

Key Words : *Tenebrio molitor*, Food, Manufacturing process, Self-specification, Shelf-life

서 론

예로부터 곤충은 동서양을 막론하고 식용으로 먹어 왔으며 현재에도 아시아와 아프리카 등지에서는 많은 종류의 곤충들을 식용으로 이용하고 있다. 곤충은 단백질과 불포화지방산을 다량 함유하고 있을 뿐만 아니라 비타민, 무기질, 식이섬유 및 탄수화물 등 대부분의 영양소를 함유하고 있으므로 영양적 가치가 매우 우수하다고 보고되었다(Chung et al. 2013). 2050년경 전 세계 인구는 90억 명에 달할 것으로 예상되어 식량난이 예측되므로 국제식량 농업기구(FAO)에서는 미래 식량자원으로 곤충의 개발

에 주목하고 있다(Huis et al. 2013).

곤충은 식용 소재로의 개발 가능성이 높음에도 불구하고 국내에서 식품의약품안전처(Ministry of Food and Drug Safety, MFDS, 이하 식약처)의 식품공전에 등록되어 식용으로 유통 및 판매가 가능한 곤충은 누에(*Bombyx mori*)와 벼메뚜기(*Oxya chinensis sinuosa*) 외에는 전무한 실정이다(Cho et al. 1989, Cha et al. 2009, Lee et al. 1987a, Kim et al. 1987, Lee et al. 1987b, Park et al. 2012). 새로운 곤충을 식용으로 이용하기 위해서는 2010년 9월부터 식약처에서 시행하고 있는 한시적 인정요청 제도를 통해 인정을 받아야 새로운 식품으로 사용 가능하다.

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

갈색거저리(*Tenebrio molitor*, mealworm)는 딱정벌레목 거저리과의 곤충으로 갈색쌀거저리로도 불린다. 갈색거저리는 한국을 비롯한 전 세계에 분포하며 최근에는 서양에서도 식용으로 많이 이용되고 있으며 캐나다 등지에서는 갈색거저리를 이용한 소스 개발, 건과류 제조 등에 관한 레시피를 보고한 바 있다(Ghaly 2009). 또한 국내에서도 국립농업과학원 곤충산업과에서 갈색거저리를 새로운 식품으로 등록하기 위한 연구를 활발히 진행하여 갈색거저리 식품원료화를 위한 분말 제조조건을 확립하였으며(Chung et al. 2013), 갈색거저리의 영양성분 및 유해물질 분석에 따른 영양적 가치를 보고하였다(Yoo et al. 2013). 그 외에도 갈색거저리의 형태적 특징 및 한국산 갈색거저리로부터 분리된 항진균 단백질의 항균효과와 그 작용범위에 대한 연구가 보고된 바 있다(Chung et al. 1995). 그러나 식용 갈색거저리의 산업화를 위한 대량생산 시설에서의 제조공정에 대한 연구는 전무한 실정이므로 본 연구에서는 갈색거저리 유충의 식품 등록 후 산업화에 대비하여 대량생산 시설에 적용 가능한 제조공정을 표준화하였고 이에 따른 자가규격 및 품질보존기간(유통기한)을 결정하였다.

재료 및 방법

1. 실험곤충

본 연구에서 이용한 갈색거저리 유충(*T. molitor*, larvae)은 고성 곤충생태원(경남 고성시), 에스웍(충남 천안시), (주)한국유용곤충연구소(전남 곡성군)로부터 구입하였다. 갈색거저리 유충은 길이 28~35 mm, 폭 5~7 mm의 최대 성장 유충을 사용하였다.

2. 제조공정 표준화

2.1. 분변제거 및 세척

농가로부터 구입한 갈색거저리 유충은 이미(異味)와 이취(異臭)를 제거하기 위해 앞서 보고된 소량의 갈색거저리 유충의 최적 분말 제조조건(Chung et al. 2013)을 적용하여 1~2일간 절식(絶食)시킨 후 체반을 이용하여 분변을 분리하고 고압세척 시스템(UP TECH, Korea)을 이용하여 세척하였다.

2.2. 살균조건 설정

대량생산 시설에서의 살균처리 시 적합한 용량 설정을 위해 다단식 살균기의 용기 내에 부직포(48 cm × 55 cm)를 깔고 갈색거저리 유충을 각각 1 kg(3 cm), 1.5 kg(4 cm), 2 kg(5 cm), 3 kg(7.5 cm) 씩 넣어 밀봉한 후 고온·고압 살균 탱크(6 m³)에 넣고 115°C, 1 kgf/cm²에서 10분간 살균

한 후 세균 및 진균 검사를 통해 살균여부를 확인하였다. 이 때 고온·고압 스팀이 잘 전달될 수 있도록 용기의 아래 위 10 cm 이상의 공간을 확보하였다.

2.3. 미생물 검사

고온·고압 살균을 실시한 후 세균 및 진균의 존재여부를 확인하기 위해 세균 확인을 위해서는 PCA(Plate Counter Agar) 고체배지를, 진균 확인을 위해서는 PDA(Potato Dextrose Agar) 고체배지를 각각 이용하였으며 대장균군의 확인을 위해 2% Brilliant Green Bile Broth 고체배지를 사용하였다. 제조한 갈색거저리 분말을 멸균수에 녹인 후 각각의 고체배지에 시료를 도말하고 세균은 37°C에서 24시간, 진균은 25°C에서 48시간 배양한 후 미생물 존재 여부를 확인하였다.

2.4. 동결 및 건조조건 설정

갈색거저리 유충의 동결조건을 위해 살균 처리된 갈색거저리 유충을 소분한 후 동결실에서 갈색거저리 유충의 물리적 변화를 일으키지 않는 최적의 동결조건을 설정하였다. 그리고 동결된 갈색거저리 유충은 동결실에서 건조기(Woosung, Korea)로 이송하여 건조효율을 높일 수 있는 건조조건을 설정하였다.

3. 자가규격 설정

식약처의 『건강기능식품 기능성 원료 인정에 관한 규정』(고시 제 2009-176호)에 따라 갈색거저리 유충에 대한 자가규격을 설정하였다. 자가 규격 설정시 식품공전의 식품원재료 종류 중 “동물성원료/기타 향(메뚜기, 번데기, 식용개구리, 식용달팽이 등)”, “식품별 기준 및 규격 외의 일반가공식품 규격” 과 “EPA/DHA 함유식품” 대한 기준을 참고하였으며, 갈색거저리의 자가규격 항목으로 수분, 산가, 과산화물가, 조단백질, 조지방 및 올레산의 함량과 일반세균 및 대장균군에 대한 기준을 설정하였다. 수분 측정은 상압가열건조법을 사용하였으며, 산가 측정은 지방 1 g 중 함유되어 있는 유리지방산을 중화하는데 필요한 KOH의 mg 수로, 시료를 취하여 삼각플라스크에 넣고 ether-ethanol 혼합액 20~40 mL을 가하여 완전히 녹인 후 1% phenolphthalein-ethanol 용액 2~3 방울을 가하고, 0.1 N KOH-ethanol 용액으로 적정하여 용액이 미홍색으로 30 초간 지속될 때 실험을 종료하고 이때 KOH 적정량을 산가로 간주하였다. 과산화물가는 유지 1 kg에 KI 용액을 가하여 유리되는 I₂의 mg 당량수를 측정하는 것으로 검체 약 3 g을 취하여 CH₃COOH : CHCl₃ = 3 : 2로 가온하여 녹이고 KI 용액 1 mL을 섞어 10분간 방치 후 증류수 30 mL을 가하고 녹말용액 1 mL을 지시약으로 하여 0.01 N NaS₂O₃

용액으로 적정하였다. 이때 시료가 없는 조건에서 공시험을 하여 보정하였다. 지표성분인 oleic acid의 경우 표준용액의 조제를 위해 oleic acid 표준물질을 이소옥탄에 녹여 1 mg/mL의 농도로 조제 후 triundecanoic acid를 혼합하고 질소가스로 증발시켰다. 그리고 14% Boron trifluoride (BF₃)를 가하여 100°C에서 약 30분간 가온 후 30~40°C로 냉각하고 이소옥탄용액 2 mL을 가한 후 상층액 중 약 1 mL의 이소옥탄용액을 취하여 표준용액으로 하였다. 시험용액 중 oleic acid의 분석을 위해 속실텐 추출법으로 추출한 지방 40 mg을 이소옥탄 20 mL에 녹여 표준용액의 조제방법과 동일한 방법으로 시험용액 조제 후 Na₂SO₄로 탈수하고 가스크로마토그래피로 분석한 후 표준용액과 비교분석하여 시험용액 중 oleic acid의 양을 측정하였다.

4. 유통기한 설정

동결건조 갈색거저리 유충의 유통기한 설정을 위해 보관 용기로 PET(polyethylene terephthalate) 재질을 사용하였으며, 이들 용기에 보관된 동결건조 갈색거저리의 저장 온도를 각각 25 ± 2°C, 35 ± 2°C, 40 ± 2°C로 설정하여 실험하였다. 포장재질로는 수분 불투과성 재질인 PET를 이용하였으므로 습도에 대한 영향을 반영하지 않았다. 또한 이에 대한 실험 기간은 실험 주기 1개월을 단위로 6개월 이상 실험하였다.

이화학적 특성, 관능적 특성, 미생물적 변화를 조사하여 이들 조건에서의 유통기한을 각각 계산한 후 그 기간이 가장 짧은 항목에 안전계수를 반영한 기간을 유통기한으로 설정하였다. 이화학적 특성으로 수분, 산가, 과산화물가, 올레산의 함량 변화를, 관능적 평가로 색상, 향, 맛, 산패취 및 기호도를, 미생물적 지표로 세균수와 대장균군을 분석하였다. 수분측정은 식품공전에 기재되어 있는 상압가열 건조법을 토대로 수행하였으며, 산가 및 그 외 이화학적 특성평가와 미생물 평가는 식품공전을 토대로 실험하였고, 관능평가는 9점 척도법 및 기준차이 검사법에 의해 수행되었다(MFDS, 2011).

결과 및 고찰

1. 동결건조 갈색거저리 유충의 대량생산을 위한 제조공정 표준화

갈색거저리는 육류와 비교시 단백질 함량이 유사하고 지방 중 불포화지방산 함량이 70% 이상이며 식이섬유가 풍부하고 미량원소인 비타민과 무기질 함량이 높아 대체 식량자원으로 주목받고 있다. 하지만 갈색거저리는 현재까지 국내에서 식품으로 등록되지 않아 식용으로 제조 및 판매가 불가하므로 식용 갈색거저리의 제조 및 판매를 위

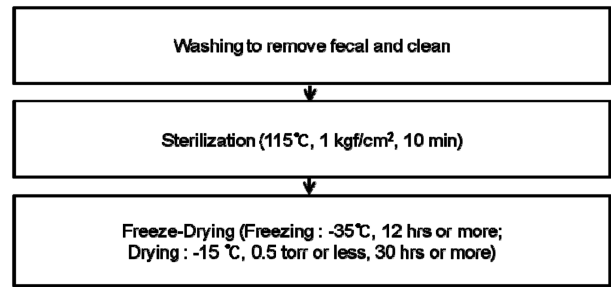


Fig. 1. Manufacturing process standardized for mass production of lyophilized *T. molitor* larvae.

해서는 과학적인 연구를 통한 식약처에 식품등록이 시급히 이루어져야 하므로 2011년부터 국립농업과학원 곤충산업과에서는 갈색거저리를 새로운 식품으로 등록하기 위한 연구를 활발히 진행하고 있다. 따라서 본 연구에서는 갈색거저리 유충의 식품 등록 후 산업화에 대비하기 위해 대량생산 조건에서 갈색거저리 유충 제조를 위한 표준화 공정을 확립하였다(그림 1).

우선 농가로부터 구입한 갈색거저리는 위생적 측면을 고려하여 유충의 분변 분리 및 세척 작업을 실시하였다. 체를 이용하여 분변 분리 후 고압세척 시스템에 의해 세척된 갈색거저리 유충은 식용을 목적으로 하므로 다단식 살균기로 살균작업을 실시하였다. 앞서 보고된 소량의 갈색거저리 전처리 조건에 따르면 살균과정을 거치지 않고 동결건조를 할 경우 대장균을 포함한 병원성 세균 및 일반세균이 다량 검출되었으나 고온·고압 살균과정을 거칠 경우 살균 직후 모든 세균이 존재하지 않았다(Chung et al. 2013). 따라서 대량생산을 위한 갈색거저리 유충의 살균방법 또한 고온·고압 살균방법을 선택하였다. 갈색거저리 유충의 대량 살균시 용기 내에 과다한 유충을 넣을 경우 고온·고압 스팀이 내부까지 전달되지 않으므로 완벽한 살균을 위해 살균 용기 내에 갈색거저리 유충의 양에 따른 세균 및 진균 존재여부 확인을 통해 살균기 내에 투입할 갈색거저리 유충 양을 결정하였다. 살균기 내에 있는 다단식 스테인레스 용기 위에 부직포를 깔고 세척된 갈색거저리 유충을 부직포(48 cm × 55 cm) 당 1 kg, 1.5 kg, 2 kg, 3 kg씩 넣어 밀봉한 후 고압 멸균 탱크(6 m³)에 넣고 115°C, 1 kgf/cm²에서 10분간 고온·고압 스팀으로 살균하였다. 이때 상기 무게별 용기 내 갈색거저리 유충이 쌓인 높이는 각각 3 cm, 4 cm, 5 cm 및 7.5 cm였다. 살균작업이 완료된 갈색거저리 유충에 대한 세균 및 진균 분석 결과, 부직포(48 cm × 55 cm) 당 1 kg(3 cm) 이하로 소분하여 살균할 경우에 세균 및 진균이 전혀 검출되지 않았으므로 살균기 내 갈색거저리 투입량은 부직포(48 cm × 55 cm) 당 1 kg(3 cm) 이하로 결정하였다(표 1).

Table 1. Analysis of microbes after sterilization by the amount and height of *T. molitor* larvae stacked in dish

Larvae stacked in dish		Total aerobic plate counts	Total coliforms counts
Amount (kg)	Height (cm)		
1	3	ND ¹⁾	(-)
1.5	4	460 cfu/g	(-)
2	5	5400 cfu/g	(-)
3	7.5	TNTC ²⁾	(-)

¹⁾ND: Not Detected.

²⁾TNTC: Too Numerous To Count.

본 연구에서는 갈색거저리 유충의 제조방법으로 동결건조를 선택하였는데 그 이유는 동결건조를 할 경우에 갈색거저리가 함유하고 있는 대부분의 물질이 원형 그대로 보존되기 때문이다. 따라서 살균이 완료된 갈색거저리 유충은 동결 후 건조되었다. 효율적인 동결을 위해 동결실은 미리 온도 -35°C 이하로 냉각한 후 살균 처리된 갈색거저리를 용기[W(63 cm) × L(57 cm) × H(3 cm)]별 4 kg씩(두께 1.5 cm 이하) 소분하여 12시간 급속 동결시킴으로써 그 효율을 높였으며, 동결된 상태에서 승화 건조를 위해 온도는 지방 중 녹는점이 가장 낮은 α-Linoleic acid (-12°C)의 녹는점 보다 낮은 -15°C 이하, 진공도는 0.5 torr 이하에서 최소 30시간 이상 건조하였다. 그 결과, 건조기 내부 위치에 따라 약간의 차이는 있었지만 건조된 갈색거저리 유충은 수분 0.61%로 양호한 건조 상태를 나타내었으므로 대량생산 시설 내에서의 갈색거저리 유충 동결건조를 위해 동결은 -35°C 이하에서 용기[W(63 cm) × L(57 cm) × H(3 cm)]별 4 kg씩(두께 1.5 cm 이하) 투입하여 실시하고, 건조는 -15°C 이하, 0.5 torr 이하에서 최소 30시간 이상 건조하는 것이 효율적인 것으로 판단되었다.

따라서 본 연구에서 확립한 세척, 살균 및 동결건조 조

건을 통한 대량생산 시설에 적용 가능한 갈색거저리 유충의 제조공정은 갈색거저리 유충의 식품 산업화를 위한 기초 자료로 활용 가능할 것이라 사료된다.

2. 갈색거저리 유충의 자가규격 설정

식품으로서 산업화하기 위해서는 균일한 품질의 갈색거저리 유충이 제조되어야 하고 품질관리에 대한 기준이 설정되어야 하므로 자가규격을 설정하였다. 자가규격 항목으로 수분, 산가, 과산화물가, 조단백질, 조지방 및 올레산 함량과 일반세균 및 대장균군에 대한 허용 범위를 설정하였다. 자가규격 설정을 위해 사용된 갈색거저리 유충은 고성 곤충생태원, 에스웜, (주)한국유용곤충연구소에서 사육된 것을 각각 사용하여 평균값을 기준으로 설정하였다. 본 연구에서 설정한 갈색거저리 유충의 자가규격으로 수분 5% 이하, 산가 3 mg/g 이하, 과산화물가 30 meq/g 이하, 조단백 45% 이상, 조지방 25% 이상을 허용범위로 설정하였으며, 올레산의 경우 전체 함량의 11~16% 범위를 기준규격으로 설정하였다. 식용으로 제조된 동결건조 갈색거저리 유충은 일반세균은 1,000 cfu/g 이하여야 하며, 대장균군 및 병원성 세균의 경우는 음성이어야 한다(표 2). 또한 기 보고된 갈색거저리 유충의 영양성분 및 유해물질 함량도 본 연구에서 설정한 자가규격 범위에 포함됨을 확인할 수 있었다(Yoo et al. 2013). 따라서 본 연구에서 설정한 동결건조된 갈색거저리 유충에 대한 자가규격은 추후 식품등록이 되고 산업화가 될 경우 이들에 대한 균일한 제품제조 및 품질관리에 용이하게 이용될 것이라 판단된다.

3. 유통기한 설정

동결건조 갈색거저리 유충의 유통기한은 포장용기로는 PET 재질을 사용하였고, 25°C, 35°C, 40°C에서 각각 6개

Table 2. Self-specification for lyophilized *T. molitor* larvae manufactured by standard manufacturing process

Test items	Results			Standards and Specifications	Remarks
	Average	Maximum	Minimum		
Moisture	2.20	3.90	1.87	< 5.0	120% levels
Acidity (mg/g)	2.45	2.66	1.80	< 3.0	edible pupa < 0.5
Peroxide (meq/g)	8.07	24.63	0.03	< 30	edible pupa < 60 EPA/DHA < 15
Crude protein (%)	54.57	57.20	48.17	> 45.0	80% levels
Crude fat (%)	31.36	31.94	31.08	> 25.0	80% levels
Oleic acid (%)	13.61	14.07	12.73	11 ~ 16	mean ± 20% levels
Aerobic plate	108	373.33	0.00	< 1,000	-
Escherichia coli	ND ¹⁾	0.00	0.00	ND ¹⁾	-

¹⁾ND: Not Detected.

Table 3. The content analysis of quality indicators by storage temperature and terms

Test items	Temp (°C)																				
	storage terms (month)																				
	25						35						40								
	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6	0	1	2	3	4	5	6
Acidity	2.65	2.65	2.66	2.67	2.69	2.71	2.72	2.65	2.65	2.67	2.70	2.73	2.78	2.81	2.65	2.66	2.68	2.71	2.75	2.80	2.86
Oleic acid	13.39	13.39	13.35	13.34	13.34	13.32	13.33	13.39	13.35	13.32	13.28	13.30	13.29	13.30	13.39	13.37	13.36	13.28	13.28	13.28	13.26
Moisture	2.45	2.69	2.79	2.83	2.96	3.00	2.72	2.46	2.73	2.86	2.92	3.01	3.09	2.81	2.57	2.79	2.95	3.04	3.08	3.11	2.86

Table 4. Shelf-life for lyophilized *T. molitor* larvae manufactured by standard manufacturing process

Experiment item	Quality limits	Shelf-life (months)
Acidity	3.34 mg/g	43.5
Oleic acid	11.0%	210.2
Moisture	5%	16.9
Final shelf-life for <i>T. molitor</i>		12

월 이상 보관하면서 1개월 단위로 평가하여 설정하였다 (표 3). 유통기한은 이화학적 특성, 관능적 특성, 미생물적 변화 분석을 통해 설정하였다. 이화학적 특성으로 수분, 산가, 과산화물가, 올레산의 함량 변화 측정하였는데 이 중 과산화 물가는 저장기간이 증가할수록 감소되어 유통기한 설정 지표 항목으로 부적합하여 제외시켰다. 관능평가 특성으로 색상, 향, 맛, 산패취 및 기호도를 평가하였는데 40°C에서 보관할 경우 저장기간이 길수록 향, 맛, 기호도가 25°C에서 저장한 것보다 고소한 향, 맛이 증가되어 유통기한 설정시험 지표로 부적합하다고 판단되어 관능평가 결과 또한 유통기한 설정지표에서 제외시켰다. 그리고 미생물적 변화 분석 결과 대장균군 및 바실러스세레우스가 가속시험기간 동안 모두 불검출 되었으므로 유통기한 산정에 미치는 영향은 없는 것으로 판단되어 유통기한 설정지표에서 제외시켰다.

유통기한 설정은 각각의 품질지표 항목들을 대상으로 진행한 후 계산되었다. 저장온도별 저장기간에 따른 각 품질지표별 함량변화 분석을 통해 함량변화 방정식을 산출하고, 산출한 온도별 K 값을 이용하여 활성화 에너지를 산출한 뒤 유통기한을 계산하였고 계산된 유통기한에 안전계수(0.7)를 곱하여 얻어진 기간을 각 항목별 최종적인 품질보존기간(유통기한)으로 설정하였다. 각 항목별 최종 유통기한 분석 결과, 산가 기준의 경우 43.5개월, 올레산 기준의 경우 210.2개월, 수분 기준의 경우 16.9개월로 산출 되었으므로 이 중 가장 유통기한이 짧은 수분을 기준으로 한 16.9개월까지는 동결건조 갈색거저리가 변성되지 않고 거의 원형 그대로 보존되어 안전하게 식품으로

이용 가능할 것이라 판단되었다. 따라서 본 연구에서는 동결건조 갈색거저리 유충의 보다 안전한 유통을 위해 최종 유통기한은 제조일로부터 12개월로 결정하였으며(표 4), 본 연구를 통해 분석된 동결건조 갈색거저리의 유통기한을 통해 갈색거저리 유충의 식품 산업화시에 원료의 위생, 안전성 및 안정성 확보가 가능할 것이라고 사료된다.

적 요

본 연구에서는 갈색거저리 유충의 식품등록 후 산업화에 대비하여 대량생산 시설에 적용 가능한 동결건조 갈색거저리 유충곤충의 제조공정을 확립하였다. 갈색거저리 유충을 1~2일간 절식시킨 후 식용을 목적으로 하므로 위생적인 측면을 고려하여 분변제거 및 세척한 후 고온·고압 살균법으로 살균하였다. 살균시 용기 내에 부직포 (48 cm × 55 cm)를 깔고 갈색거저리 투입량은 1 kg(3 cm) 이하로 하는 것이 세균 및 진균의 제거에 효율적임을 확인하였다. 또한 생산효율을 증가시키기 위하여 다단식 살균기를 사용하여 각 단 사이의 공간을 10 cm 이상 확보하여 115°C, 1 kgf/cm²에서 10분간 고온·고압 살균한 경우 미생물이 검출되지 않음을 확인하였다. 살균한 갈색거저리 유충 동결건조를 위해 동결은 -35°C 이하에서 용기 [W(63 cm) × L(57 cm) × H(3 cm)]별 4 kg씩(두께 1.5 cm 이하) 투입하여 실시하고, 건조는 -15°C 이하, 0.5 torr 이하에서 최소 30시간 이상 건조하는 것이 효율적인 것으로 판단하였다. 동결건조 갈색거저리 유충의 자기규격으로 수분 5% 이하, 산가 3 mg/g 이하, 과산화물가 30 meq/g 이하, 조단백 45% 이상, 조지방 25% 이상, 올레산 11~16%를 허용범위로 설정하였다. 마지막으로 이화학적 특성, 관능적 특성, 미생물학적 지표 조사를 통한 유통기한 설정 결과 PET 재질 용기로 포장될 경우 동결건조 갈색거저리 유충의 최종 유통기한은 제조일로부터 12개월로 결정하였다. 따라서 본 연구를 통해 확립된 대량생산 시설에 적용 가능한 동결건조 갈색거저리 유충의 제조공정을 통해 식품등록 후 산업화시 보다 위생적이며 균일한 제품 제

조가 가능할 것이고, 자가규격 및 유통기한은 제품에 응용되어 보다 안전성 및 안정성 확보가 가능할 것이라고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부에서 지원하는 2011년도 생명산업기술개발사업(311006-3) 및 농촌진흥청에서 지원하는 어젠다 프로그램(PJ010022)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

References

- Cha JY, Kim YS, Ahn HY, Eom KE, Park BK, Jun BS, Cho YS (2009) Biological activity of fermented silkworm powder. *J Life Sci* **19**(10), 1468~1477.
- Cho CH, Cha WS, Kim JS (1989) Effect of temperature, time and pH on the extraction of protein in a chrysalis of silkworm. *Korean J Biotechnol Bioeng* **4**, 65~68.
- Chung SJ, Lee YH, Chung JH, Lee BR, Han DM (1995) Antifungal effect and activity spectrum of crude antifungal proteins from hemolymph of larvae of *Tenebrio molitor* in Korea. *Kor J Mycol* **23**(3), 232~237.
- Chung MY, Kwon EY, Hwang JS, Goo TW, Yun EY (2013) Pre-treatment conditions on the powder of *Tenebrio molitor* for using as a novel food ingredient. *J Seric Entomol Sci* **51**(1), 9~14.
- Ghaly AE (2009) The use of insects as human food in Zambia. *OJBS* **9**(4), 93~104.
- Huis A, Vanlitterbeeck J, Mertens E, Halloran A, Muir G (2013) Edible insects: future prospects for food and feed security. Food and agriculture organization of the United Nations, Rome.
- Kim TS, Lee JH, Choi BD, Byu HS (1987) Nutritional value of dried paddy grasshopper, *Oxya chinensis formosana*. *J Korean Soc Food Nutr* **16**(2), 98~104.
- Lee JH, Kim TS, Choi BD, Kim GE, Lee KH (1987a) Effects of containing pigments of dried grasshopper on the lipid deterioration. *J Korean Soc Food Nutr* **16**, 294~299.
- Lee JH, Kim TS, Choi BD, Kim GE, Lee KH (1987b) Effects of containing pigments of dried grasshopper on the lipid deterioration. *J Korean Soc Food Nutr* **16**, 300~305.
- MFDS (2011) Food code. Ministry of food and drug safety, Korea.
- Park JH, Kim SY, Kang M, Yoon M, Lee YI, Park E (2012) Antioxidant activity and safety evaluation of juice containing *Protaetia brevitarsis*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **41**(1), 41~48.
- Yoo JM, Hwang JS, Goo TW, Yun EY (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.