

# 아욱(*Malva verticillata*)첨가 다슬기(*Senisulcospira livertina*)국 레토르트 파우치의 최적 제조공정 설정

박두현 · 추호진 · 권령원<sup>1</sup> · 박진호<sup>1</sup> · 정희범<sup>2</sup> · 이상호<sup>1</sup> · 공청식<sup>3</sup> · 김정균<sup>1\*</sup>

(주)정옥, <sup>1</sup>경상대학교 해양식품공학과, <sup>2</sup>경남도립남해대학 호텔조리제빵학부, <sup>3</sup>통영오션푸드

## An Optimal Process for Making Retort Pouched Marsh Snail *Senisulcospira livertina* Soup with Curled Mallow *Malva verticillata*

Du-Hyun Park, Ho-Jin Choo, Ryeong-Won Kwon<sup>1</sup>, Jin-Hyo Park<sup>1</sup>, Hee-Bum Jung<sup>2</sup>, Sang-Ho Lee<sup>1</sup>, Cheong-Sik Kong<sup>3</sup> and Jeong-Gyun Kim<sup>1\*</sup>

Jeongok Company Limited, Hadong 52336, Korea

<sup>1</sup>Department of Seafood Science and Technology, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

<sup>2</sup>Department of Hotel Culinary Art and bakery, University of Gyeongnam Namhae, Namhae 52422, Korea

<sup>3</sup>Tongyeong Ocean Food Co., Ltd., Tongyeong 53048, Korea

The purpose of this study was to optimum formulation conditions for the preparation of retort pouched marsh snail *Senisulcospira livertina* soup with curled mallow *Malva verticillata* and optimized the sterilization process. Samples were prepared according to the central composite rotatable design (CCRD) by encrypting the amounts of marsh snail broth, boiled marsh snail and blanched curled mallow, which are the main ingredients of retort pouched marsh snail soup with curled mallow. Raw marsh snail was sorted by size of 4-5 level, and then marsh snail was washed and removed sediment in a water tank for 3 min, then boiled at 100°C for 10 min, and then directly separated by hand to prepared a boiled marsh snail. The marsh snail cube is prepared by combining blanched at 100°C for 10 sec curled mallow (27 g) and green onion (20 g) with boiled marsh snail (27 g) and soybean paste (10 g). The marsh snail cube was placed with marsh snail broth (416 g) in a retort pouch film. Subsequently, sterilization (118.0°C, 25 min; F<sub>0</sub> value, 12 min) and cooling were performed using a steam retort.

Keywords: Marsh snail, Sterilization, Retort pouch, F<sub>0</sub> value, RSM

### 서론

다슬기(*Semisulcospira libertina*)는 계통분류상 연체동물문 복족강 증복족목 다슬기과에 속하는 연체동물로 낮에는 수중 돌 밑이나 틈새에 숨어 있다가, 어두워지면 밖으로 나와 활동하는 야행성인 수산동물로 바위가 많은 강의 돌 틈 같은 곳에서 흔히 볼 수 있다(Kim et al., 1985). 다슬기는 동의보감 및 본초강목에 의하면 간염, 간경화, 지방간 등의 치료 및 개선에 이용되어 왔고, 특히 소변불통, 소갈증(당뇨) 등의 약용으로 널리 이용되고 있으며, 최근의 경우 고단백질 건강식품으로 인식되

어곡, 찜 또는 탕으로 조리되어 식용되고 있다(Lee et al., 2005; Kim et al., 2009). 국내 다슬기의 총 생산량은 2014년 731 M/T, 2015년 714 M/T, 2016년 426 M/T, 2017년 574 M/T 및 2018년 742 M/T으로 연중 400-800 M/T이 생산되고 있다(FIPS, 2019). 아욱(*Malva sylvestris* L.)은 아욱과(Malvaceae)에 속하는 일년초로 우리나라, 일본 및 중국에서 많이 재배되며, 북온대 및 아열대지방에 널리 분포한다(Yook, 1997). 아욱의 종자는 동구자(冬葵子)로 봄에 종자가 성숙하였을 때 채취하고 이수(利水), 최유(催乳)의 작용이 있어 임병(淋病), 유즙불행(乳汁不行), 유방종통(乳房腫痛)에 사용된다. 아욱의 뿌리는 동구

\*Corresponding author: Tel: +82. 10. 9058. 4112 Fax: +82. 55. 771. 9149

E-mail address: kimjeonggyun@nate.com



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0316>

Korean J Fish Aquat Sci 53(3), 316-325, June 2020

Received 6 May 2020; Revised 27 May 2020; Accepted 17 June 2020

저자 직위: 박두현(연구원), 추호진(대표), 권령원(대학원생), 박진호(대학원생), 정희범(교수), 이상호(대학원생), 공청식(연구소장), 김정균(교수)

근(冬葵根)으로 청열(靑熱), 해통(解痛), 임통(淋痛) 등의 효능이 있어 소갈(消渴), 임병(淋病), 백대(白帶), 대소변불리(大小便不利) 등에 사용된다. 아욱의 잎은 동규엽(冬葵葉)으로 청열(靑熱), 행수(行水), 윤장(潤腸) 등의 작용이 있어 폐열해수(肺熱咳嗽), 열독하리(熱毒下痢), 도한(盜汗), 황달(黃疸), 단독(丹毒) 등에 사용된다(Jung and Shin, 1990; Kim et al., 1997).

우리나라 식품공전에서는 레토르트식품을 ‘단층 플라스틱 필름이나 금속박 또는 이를 여러 층으로 접착하여 파우치와 기타 모양으로 성형한 용기에 제조·가공 또는 조리한 식품을 충전하고 밀봉하여 가압·가열 멸균한 것으로 직접 또는 간단한 조리 방법으로 식용이 가능하며 보존성이 높고 휴대와 운반이 용이하도록 인스턴트화한 것’으로 정의하고 있다(MFDS, 2019a). 레토르트 제품은 내열성 포장재질에 식품을 담은 후 고온고압 조건(120°C, 4분 이상)에서 가열하여 상업적 멸균성을 부여함으로써 상온에서 장기간 안전하게 보관이 가능하다(Lee et al., 2014). 즉석조리식품은 카레류, 짜장류, 하이스류, 수프 등이 있는데 이들은 각각 10-20여가지의 재료를 혼합하여 레토르트 살균과정을 거친 후, 소비자들에게 유통된다(Kim et al., 2010). 레토르트파우치에 대한 연구는 현재 포장재질 및 살균과 관련된 연구가 많이 진행되고 있으며, 이에 따라 여러 종류의 가공 제품들이 개발되고 있는 실정이다(Lee et al., 2007; Jang et al., 2013; Cheon et al., 2014).

현재 다슬기 및 아욱을 이용한 국 제품의 경우 대부분 냉동 및 냉장의 형태로 유통 및 판매되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 상온에서 저장성이 부여되고, 즉석에서 바로 섭취할 수 있으며, 국내 소비자뿐만 아니라 해외 소비자들의 기호에 맞는 제품을 개발할 목적으로 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 최적화된 살균조건을 제시하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에서는 경남 하동군 소재 J사에서 2019년 3월에 제공한 다슬기[각경 8-9 mm (평균 8.5±0.5 mm), 각고 21-28 mm (평균 24.5±3.5 mm)], 다슬기국 육수 및 부재료(무, 대파, 천일염, 한식간장, 마늘, 다시마, 건고추, 멸치, 된장 및 대파)를 사용하였다. 그리고 아욱(*Malva verticillata*)은 경남 통영시 소재 L마트에서 구입하여 사용하였다.

### 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 제조

먼저 다슬기국 육수는 파쇄다슬기 18.0%, 무 0.5%, 대파 0.5%, 천일염 0.5%, 한식간장 0.1%, 마늘 0.1%, 다시마 0.1%, 건고추 0.1%, 멸치 0.1% 및 정제수 80.0%를 배합하고 가열한 후 여과하여 제조하였다. 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국 용 큐브에 사용하기 위한 다슬기 육은 생다슬기를 수조에서 해감(3시간) 및 세척한 다음 100°C에서 10분간 자숙하고, 세척한

다음 직접 수작업으로 분리한 것으로 하였다. 큐브는 자숙 다슬기(16-47 g), 된장(10 g), 데친(100°C, 10초) 아욱(18-49 g) 및 대파(20 g)를 묻쳐 제조하였고, 이를 냉동보관(-18°C)한 다음 사용하였다. 냉동 다슬기 큐브(13.8-24.8%)를 레토르트파우치 필름(150×230 mm, PET16+AL7+NL15+CPR480)에 다슬기국 육수(75.2-86.2%)와 함께 넣고, 밀봉한 다음 증기식 레토르트(PRS-36-1, Kyunghan Co., Ltd., Gyeongbuk, Korea)로 살균(118.0°C, 8.2-32.7분; F<sub>0</sub>값, 4-16 min) 및 냉각(10분)하여 제조하였다. 한편 F<sub>0</sub>값은 무선형 F<sub>0</sub>값 측정장치(EBI-125 A, Ebro Co., Ingolstadt, Germany)를 사용하여 측정하였으며, 이 때 레토르트파우치의 기하학적 중심에 무선형 열측정 logger가 위치하도록 충전하였다. 실험에 사용한 시료는 레토르트파우치를 개봉한 후 homogenizer (PT-MR 2100, Polyron®, Switzerland)로 균질화하여 사용하였다.

### 중심합성회전계획

아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 배합비 최적화를 목적으로 다슬기국 육수의 첨가량(A), 자숙 다슬기 첨가량(B) 및 데친 아욱 첨가량(C)을 독립변수로 설정하여 시판 다슬기 아욱국 유사제품들의 주원료 첨가량 및 예비실험 결과를 참고하여 제시한 배합비율의 중심값(Table 1)을 변환식[X<sub>1</sub>, A/(B+C); X<sub>2</sub>, B/C]에 의하여 암호화(Table 2)하였다. 이어서 이를 중심합성회전계획(central composite rotatable design, CCRD)에 따라 X<sub>1</sub> 및 X<sub>2</sub>를 시판 다슬기 아욱국의 주재료 첨가량 및 예비실험 결과의 최소값 및 최대값을 참고하여 5단계로 부호화하여

Table 1. Symbol, central point in the central composite design for blending ratio optimization of retort pouched marsh snail *Senisulcospira livertina* soup with curled mallow *Malva verticillata*

Independent <sup>1</sup>	Blending ratio (% , w/v)
A	88.2
B	5.9
C	5.9
Total	100.0

<sup>1</sup>A, marsh snail broth; B, boiled marsh snail; C, blanched curled mallow.

Table 2. Symbol, experimental range and values of the independent variables in the central composite design for blending ratio optimization of retort pouched marsh snail *Senisulcospira livertina* soup with curled mallow *Malva verticillata*

Symbol	Range level				
	-1.414	-1	0	+1	+1.414
X <sub>1</sub> <sup>1</sup>	4.0	5.0	7.5	10.0	11.0
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.4	0.6	1.0	1.4	1.6

<sup>1</sup>X<sub>1</sub>, A/(B+C). <sup>2</sup>X<sub>2</sub>, B/C. A, marsh snail broth; B, boiled marsh snail; C, blanched curled mallow.

Table 3에서 언급한 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국 배합용 시료 11구를 무작위적으로 제조한 다음 실험을 진행하였다.

### 회귀분석

아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 배합용 시료 11구는 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 주재료인 독립변수[다슬기국 육수의 첨가량(A), 자숙 다슬기 첨가량(B) 및 데친 아욱첨가량(C)]간의 최적 배합비율을 나타내기 위하여 부원료(된장 2.0% 및 대파 4.0%)의 경우 고정 비율로 하여 첨가하였다. 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 주재료 배합비율 조건의 종속변수는 아미노질소 함량( $Y_1$ ), 황색도( $Y_2$ ) 및 종합적 기호도( $Y_3$ )로 하였으며, 이들의 데이터는 회귀분석을 위한 자료로 활용하였다. 한편, 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 주재료 배합비율의 최적점 예측 및 확인은 MINITAB 통계프로그램(MINITAB Ver.18, MINITAB, Pennsylvania, PA, USA)을 이용하였고, 독립변수와 종속변수의 관계 그래프는 MAPLE software (MAPLE Ver.12, Maple Soft, Waterloo, Canada)를 이용하여 작성하였다. 즉, 중심합성회전계획에 따라 5단계로 부호화하여 무작위적으로 제조한 11개의 시료구의 실험 결과를 토대로 독립변수와 종속변수 상호 간의 관계에 따라 제시되는 반응표면 회귀 계수 및 분산 분석 결과를 토대로 모델, 1차항, 2차항, 교차항 및 적합성 결여도 각각의 유의성에 대한 인정 여부를 확인하였고, 이들 결과값에 대하여 최종적으로 결정계수를 확인하여 최적조건을 산출하였다. 또한, 이를 근거로 하여 독립변수 및 종속변수에 대한 각각의 목표값을 설정하여 확인하였고, 이와 같이 프로그램에서 산출된 부호값을 환산하여 얻

Table 3. Central composite design of independent variables for blending ratio optimization of retort pouched marsh snail *Senisulcospira livertina* soup with curled mallow *Malva verticillata*

Run no.	Independent <sup>1</sup>				Blending ratio <sup>2</sup>		
	Coded value		Uncoded value		(% , v/v)		
	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	A	B	C
1	-1	-1	5.0	0.6	83.3	6.3	10.4
2	+1	-1	10.0	0.6	90.9	3.4	5.7
3	-1	+1	5.0	1.4	83.3	9.7	6.9
4	+1	+1	10.0	1.4	90.9	5.3	3.8
5	-1.414	0	4.0	1.0	80.0	10.0	10.0
6	+1.414	0	11.0	1.0	91.7	4.2	4.2
7	0	-1.414	7.5	0.4	88.2	3.4	8.4
8	0	+1.414	7.5	1.6	88.2	7.2	4.5
9	0	0	7.5	1.0	88.2	5.9	5.9
10	0	0	7.5	1.0	88.2	5.9	5.9
11	0	0	7.5	1.0	88.2	5.9	5.9

<sup>1</sup> $X_1$ , A/(B+C);  $X_2$ , B/C. <sup>2</sup>A, marsh snail broth; B, boiled marsh snail; C, blanched curled mallow.

은 실제값을 토대로 예측치와 실제 실험을 통한 실험치를 비교, 분석하여 나타내었다.

### 색차 및 아미노질소

아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 색은 마쇄한 것을 시료로 하여 헌터 직시색차계(ZE 2000, Nippon Denshoku Industries Co., Tokyo, Japan)로 측정된 다음, 이의 명도(L값), 적색도(a값), 황색도(b값)로 및 색차( $\Delta E$ )로 나타내었다. 이 때 표준 백판(standard plate)의 L값은  $99.98 \pm 0.00$ , a값은  $-0.01 \pm 0.00$ , b값은  $0.01 \pm 0.00$ 이었다. 그리고 아미노질소 함량은 Formol 적정법(Kohara, 1982)으로 측정하였다.

### 관능특성

관능평가는 잘 훈련된 panel member 24인(20-30대, 남자 10인, 여자 14인)으로 구성하여 9단계 평점법으로 실시하였다. 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 최적 배합조건을 찾기 위하여 향이 아주 좋은 경우 9점, 보통인 경우 5점, 아주 좋지 않은 경우 1점으로 평가하였다. 그리고 아욱의 최적 조직감을 찾기 위하여 조직감이 아주 좋은 경우 9점, 보통인 경우 5점, 아주 좋지 않은 경우 1점으로 평가하였다. 또한 최종 제품의 경우 시판 다슬기 아욱국을 기준점인 5점으로 하고, 이보다 우수한 경우 6-9점으로, 이보다 좋지 않은 경우 1-4점으로 평가하였다.

### 세균발육시험

아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 세균발육시험은 식품공전(MFDS, 2019b)의 방법에 따라 가온보존시험과 세균시험으로 나누어 실시하였다. 가온보존시험은 시료 5개를 개봉하지 않은 용기·포장 그대로 배양기(J-NB2, JISICO Co., Seoul, Korea)에서 보존( $36.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ 에서 10일)하고, 상온에서 1일간 추가로 방치한 후 관찰하여 용기 포장이 팽창 또는 새는 것을 세균발육 양성으로, 이상이 없는 것을 음성으로 하였다.

아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국은 가온보존시험에서 음성이어서 다음과 같은 세균시험을 진행하였다. 즉, 아욱첨가 다슬기 레토르트파우치 5검체 개봉부의 표면을 70% 알코올탈지면으로 잘 닦고 개봉하여 검체 25 g을 희석액 225 mL와 혼합하여 균질화하였다. 이 액의 1 mL를 멸균시험관에 취하고 희석액 9 mL를 가하여 잘 혼합한 것을 시험용액으로 하였다. 각 시험용액을 1 mL씩 5개의 fluid thioglycollate medium (FTM) 배지에 접종하여 배양기(J-NB2, JISICO Co., Seoul, Korea)에서 배양( $36.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ 에서  $48 \pm 3$ 시간)한 후, 어느 배지에서든 균의 증식이 확인되면 양성으로 판정하였다.

### 통계처리

본 실험 결과에 대한 데이터의 표준편차 및 유의차 검정(5% 유의수준)은 SPSS 통계패키지(SPSS for window, release 10.1)에 의한 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 Duncan의 다중위검정(Steel and Torrie, 1980)을 실시하여 나타내었다.

**결과 및 고찰**

**아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 배합조건 최적화**

아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 배합조건 최적화[다슬기국 육수의 첨가량(A), 자숙 다슬기의 첨가량(B) 및 데친 아욱의 첨가량(C)]를 위하여 Table 4에서 제시한 11구의 시료구를 무작위적으로 제조한 다음 이들의 종속변수[아미노질소 함량( $Y_1$ ), 황색도( $Y_2$ ) 및 종합적 기호도( $Y_3$ )]를 측정하여 Table 4와 같다. 이들 독립변수와 종속변수의 관계를 살펴볼 목적으로 MINITAB 통계프로그램을 이용하여 response surface analysis by least-squares regression (RSREG)을 실시한 다음 종속변수에 대한 2종의 독립변수 상호간의 관계를 Maple software를 사용하여 각각 3차원으로 도식화하였다.

아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 종속변수인 아미노질

소 함량( $Y_1$ )은  $X_1$ 의 경우 -1.414에서 +1.414로 이동할수록 감소하는 경향을 나타내었지만 그 정도가 미미하였고,  $X_2$ 의 경우 -1.414에서 +1.414로 이동할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 따라서 아미노질소 함량( $Y_1$ )은 다슬기국 육수의 첨가량(A) 및 데친 아욱의 첨가량(C)의 비율이 높을수록 그 값이 감소하였고, 자숙 다슬기의 첨가량(B)의 비율이 높을수록 그 값이 증가하는 것으로 판단되었다. 황색도( $Y_2$ )는  $X_1$  및  $X_2$  모두 -1.414에서 +1.414로 이동할수록 증가하는 경향을 나타내었지만, 그 정도는  $X_1$ 이  $X_2$ 에 비하여 증가량이 많았다. 따라서 황색도( $Y_2$ )는 다슬기국 육수의 첨가량(A) 및 자숙 다슬기의 첨가량(B) 비율 모두 높을수록 그 값이 증가하였고, 데친 아욱의 첨가량(C)의 비율이 높을수록 그 값이 낮아지는 것으로 판단되지만, 자숙 다슬기의 첨가량(B)의 경우 그 영향이 미미하였다. 종합적 기호도( $Y_3$ )는 -1.414에서  $X_1$ 의 경우 -0.28까지 이동할수

Table 4. Central composite rotatable design of independent variables for optimization of material-blending operation for preparation of retort pouched marsh snail *Senisulcospira livertina* soup with curled mallow *Malva verticillata*

Coefficients assessed by	Run no.	Coded value <sup>1</sup>		Uncoded value		Blending ratio <sup>2</sup> (% v/v)			Dependent variable <sup>3</sup>		
		$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	A	B	C	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
Fractional factorial design (4 points)	1	-1	-1	5.0	0.6	83.3	6.3	10.4	76.9	7.8	4.2
	2	+1	-1	10.0	0.6	90.9	3.4	5.7	75.3	11.5	6.3
	3	-1	+1	5.0	1.4	83.3	9.7	6.9	108.9	9.5	7.5
	4	+1	+1	10.0	1.4	90.9	5.3	3.8	87.4	11.7	7.2
Star points (4 points)	5	-1.414	0	4.0	1.0	80.0	10.0	10.0	104.8	6.7	4.5
	6	+1.414	0	11.0	1.0	91.7	4.2	4.2	83.3	11.8	6.2
	7	0	-1.414	7.5	0.4	88.2	3.4	8.4	73.4	8.1	5.1
	8	0	+1.414	7.5	1.6	88.2	7.2	4.5	101.3	11.4	7.2
Central points (3 points)	9	0	0	7.5	1.0	88.2	5.9	5.9	90.3	10.4	7.0
	10	0	0	7.5	1.0	88.2	5.9	5.9	90.1	10.3	7.0
	11	0	0	7.5	1.0	88.2	5.9	5.9	90.0	10.3	6.5

<sup>1</sup> $X_1$ , A/(B+C);  $X_2$ , B/C; A, marsh snail broth; B, boiled marsh snail; C, blanched curled mallow. <sup>2</sup> $Y_1$  (amino-N, mg/100 g),  $Y_2$  (Hunter yellowness value),  $Y_3$  (overall acceptance score).

Table 5. Estimated coefficients of the fitted quadratic polynomial equation for different response for processing optimization of retort pouched marsh snail *Senisulcospira livertina* soup with curled mallow *Malva verticillata* based on t-statistic

	$Y_1^2$		$Y_2$		$Y_3$	
	Coefficient	P-value	Coefficient	P-value	Coefficient	P-value
Intercept	90.130	0.000	10.333	0.000	6.833	0.000
$X_1^1$	-6.688	0.001	1.639	0.001	0.526	0.021
$X_2$	10.445	0.000	0.821	0.014	0.896	0.002
$X_1X_1$	1.060	0.383	-0.385	0.203	-0.604	0.024
$X_2X_2$	-2.290	0.095	-0.135	0.629	-0.204	0.329
$X_1X_2$	-4.97	0.013	-0.375	0.285	-0.600	0.044

<sup>1</sup> $X_1$ , A/(B+C);  $X_2$ , B/C; A, marsh snail broth; B, boiled marsh snail; C, blanched curled mallow. <sup>2</sup> $Y_1$  (amino-N, mg/100 g),  $Y_2$  (Hunter yellowness value),  $Y_3$  (overall acceptance score).

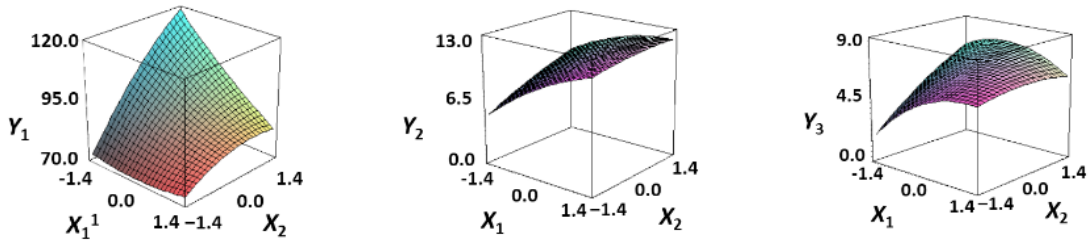


Fig. 1. Three dimensional response surface plots for optimization of material-blending operation based on  $Y_1$  (amino-N, mg/100 g),  $Y_2$  (Hunter yellowness value) and  $Y_3$  (overall acceptance score).  $^1X_1$  [A/(B+C)],  $X_2$  (B/C), A (marsh snail broth), B (boiled marsh snail), C (blanched curled mallow).

록 증가하는 경향으로 최대치를 나타낸 후 다시 감소하는 경향을 나타내었고,  $X_2$ 의 경우 +1.414까지 계속적으로 증가하는 경향이였다(Fig. 1).

MINITAB 통계 프로그램의 RSREG로 살펴본 종속변수에 대한 일차항, 이차항 및 교차항과 같은 여러 가지 2차 회귀 방정식의 계수들과 이들의 유의성을 살펴본 결과는 Table 5와 같다. 일반적으로 MINITAB program의 RSREG로 작성한 2차 회귀방정식 즉, 반응모형방정식은 구성 항의 유의성을 고려하지 않는 경우 다양한 항을 구성하고 있어 유의성이 인정되는 항만으로 정리를 할 필요가 있다(Park, 2013). 따라서 MINITAB program의 RSREG로 분석한 데이터를 활용하여 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국용 배합조건의 종속변수들에 대한 반응모형방정식의 일차항, 이차항 및 교차항에 대한 유의성은 아미노질소 함량( $Y_1$ )의 경우 일차항인  $X_1$ ,  $X_2$ , 교차항인  $X_1X_2$ 와 같은 3종의 항이, 황색도( $Y_2$ )의 경우 일차항인  $X_1$ ,  $X_2$ 와 같은 2종의 항이, 종합적 기호도( $Y_3$ )의 경우 일차항인  $X_1$ ,  $X_2$ , 이차항인  $X_1^2$ , 교차항인  $X_1X_2$ 와 같은 4종의 항이 유의성이 인정되었고 ( $P<0.05$ ), 나머지 항들은 모두 유의성이 인정되지 않았다. 따라서, 아미노질소 함량( $Y_1$ ), 황색도( $Y_2$ ) 및 종합적 기호도( $Y_3$ )의 반응모형방정식 중 항의 유의성( $P<0.05$ )을 고려하여 간결식으로 나타내면 Table 6과 같다. 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 배합조건 최적화용 간결 반응모형방정식의 독립변수와 종속변수 간의 상관관계를 ANOVA분석으로 살펴본 결과는 Table 7과 같다. 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 배합조건 최적화를 위한 아미노질소 함량( $Y_1$ ) 및 황색도( $Y_2$ )에 대한 반응모형방정식 모델의 적합성 여부를 나타내는 적합 결여 검증(lack of fit test)은 P value가 아미노질소 함량 및 황색도의 경우 각각 0.002 및 0.005로 0.05보다 낮아 설계된 모형이 완전하지는 않으나, 결정계수가 각각 0.951 및 0.870으로 1에 가까우며, model 값이 0.000 및 0.005로 0.05보다 낮아 설계된 모형이 적합한 것으로 판단되었다. 그리고 종합적 기호도에 대한 적합성 결여 검증은 0.238로 0.05보다 높고, 결정계수가 0.847로 1에 가까우며 model 값이 0.008로 0.05보다 낮아 설계된 모형이 적합한 것으로 나타났다(Zhou and Regenstein, 2004).

한편, 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 배합조건은 과도

한 다슬기국 육수를 첨가할 경우 풍미 증가 및 단가 저하의 효과가 있지만, 고형분의 함량이 부족하여 소비자의 구매 기피 및 마케팅 활용에 어려움이 우려된다. 그리고 과도한 자숙 다슬기를 첨가할 경우 다슬기 특유의 푸른색의 증가 및 영양특성의 상승효과가 있지만 제조단가의 상승 등이 우려된다. 데친 아욱을 다량 첨가할 경우 국물에 우러나오는 아욱의 깊이는 맛과 조직감의 상승 효과가 있지만, 다량의 아욱잎으로 인한 식욕감소 등이 우려되어 소비자가 구매를 기피할 우려가 있어 적정 첨가량을 고려한 범위 설정이 있어야 할 것이다. 따라서 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 제조 시 첨가되는 다슬기국 육수, 자숙 다슬기 및 데친 아욱의 종속변수[아미노질소 함량( $Y_1$ ) 및 황색도( $Y_2$ )] 적용범위 및 목표값은 예비실험 결과를 고려하여 결정하였다. 즉 아미노질소 함량의 경우 적용범위는 71.4-118.9 mg/100 g, 목표값은 90.0 mg/100 g으로 설정하였고, 황색도의 경우 적용범위는 6.7-12.2, 목표값은 10.5로 설정하였다. 종합적 기호도( $Y_3$ ; 범위, 1-9점)는 우수한 경우 6-9점, 보통일 경우 5점, 열악한 경우 1-4점으로 평가하였으며, 목표값은 최대값(9점)으로 하였다. 이러한 일면에서 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 배합조건에 대한 종속변수 각각과 이들이 동시에 만족할 수 있는 독립변수의 최적조건을 예측할 목적으로 앞에서 언급한 조건을 설정한 다음 MINITAB 통계 프로그램을 구동하여 얻은 독립변수의 최적조건 예측치는 Table 8과 같다. 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국 제조용 배합조건의 독립변수( $X_1$

Table 6. Optimized response surface model equations for processing of retort pouched marsh snail *Senisulcospira livertina* soup with curled mallow *Malva verticillata*

Responses <sup>1</sup>	Quadratic polynomial model equations	R <sup>2</sup>	P-value
$Y_1$	$90.130-6.688X_1+10.445X_2-4.97X_1X_2$	0.951	0.000
$Y_2$	$10.333+1.639X_1+0.821X_2$	0.870	0.005
$Y_3$	$6.833+0.526X_1+0.896X_2-0.604X_1X_1-0.600X_1X_2$	0.847	0.008

<sup>1</sup> $Y_1$  (amino-N, mg/100 g),  $Y_2$  (Hunter yellowness value),  $Y_3$  (overall acceptance score).

및  $X_2$ 에 대한 목표값을 고려한 아미노질소 함량( $Y_1$ ) 최적값은 부호값(coded value)이 각각 -1.17 및 -0.54이었고, 실제값(uncoded value)으로 환산하는 경우 각각 4.57 및 0.86이었으며, 암호화된 값을 환산하는 경우 다슬기육수(A), 자숙 다슬기(B) 및 데친 아욱(C)의 실제값은 각각 82.0%, 8.3% 및 9.7%이었다. 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국 제조용 배합조건의 독립변수( $X_1$  및  $X_2$ )에 대한 목표값을 고려한 황색도( $Y_2$ ) 최적값은 부호값(coded value)이 각각 0.00 및 0.21이었고, 이를 실제값(uncoded value)으로 환산하는 경우 각각 7.5 및 1.08이었으며, 암호화된 값을 환산하는 경우 다슬기국 육수(A), 자숙 다슬기(B) 및 데친 아욱(C)의 실제값은 각각 88.2%, 6.1% 및 5.7%이었다. 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국 제조용 배합조건의 독립변수( $X_1$  및  $X_2$ )에 대한 목표값을 고려한 종합적 기호도( $Y_3$ )의 최적값은 부호값(coded value)이 각각 -0.28 및 1.41이었고, 이를 실제값(uncoded value)으로 환산하는 경우 각각 6.8 및 1.6이었으며, 암호화된 값을 환산하는 경우 다슬기국 육수

(A), 자숙 다슬기(B) 및 데친 아욱(C)의 실제값은 각각 87.2%, 7.9% 및 4.9%이었다.

위에서 언급한 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 배합조건에 따른 독립변수를 동시에 충족하는 다슬기국 육수, 자숙 다슬기 및 데친 아욱의 암호화된 값은  $X_1$  및  $X_2$ 가 각각 0.08 및 0.04이었고, 이를 실제값으로 환산한 값은 7.70 및 1.02이었으며, 암호화된 값을 환산하는 경우 다슬기국 육수(A), 자숙 다슬기(B) 및 데친 아욱(C)이 각각 88.5%, 5.8% 및 5.7%이었다 (Table 9). 이들 조건에서 제조된 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 아미노질소 함량은 90.0 mg/100 g이었고, 황색도는 10.5이었으며, 종합적 기호도는 6.9점으로 예측되었다.

이들 최적조건(다슬기국 육수 88.5%, 자숙 다슬기 5.8% 및 데친 아욱 5.7%)을 적용하여 제조한 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 아미노질소 함량, 황색도 및 종합적 기호도는 예측값의 경우 각각 90.0 mg/100 g, 10.5 및 6.9이었고, 실제 측정 결과값의 경우 각각  $91.4 \pm 1.7$  mg/100 g,  $10.4 \pm 0.1$  및  $6.8 \pm 0.3$

Table 7. Analysis of variance (ANOVA) for response of dependent variables for processing optimization of retort pouched marsh snail *Senisulcospira livertina* soup with curled mallow *Malva verticillata*

Response	Sources	DF	SS	MS	F-value	P-value
$Y_1$	Model	5	1377.71	275.54	39.39	0.001
	Linear	2	1230.57	615.28	87.96	0.000
	Quadratic	2	48.14	24.07	3.44	0.115
	Cross-product	1	99.00	99.00	14.15	0.013
	Residual	5	34.97	7.00		
	Lack of fit	3	34.93	11.64	498.97	0.002
	Pure error	2	0.05	0.02		
	Total	10	1412.69			
$Y_2$	Model	5	28.29	5.66	14.43	0.005
	Linear	2	26.88	13.44	34.29	0.001
	Quadratic	2	0.84	0.42	1.07	0.409
	Cross-product	1	0.56	0.56	1.43	0.285
	Residual	5	1.96	0.39		
	Lack of fit	3	1.95	0.65	195.35	0.005
	Pure error	2	0.01	0.003		
	Total	10	30.25			
$Y_3$	Model	5	12.14	2.43	12.06	0.008
	Linear	2	8.64	4.32	21.45	0.004
	Quadratic	2	2.07	1.03	5.13	0.061
	Cross-product	1	1.44	1.44	7.15	0.044
	Residual	5	1.01	0.20		
	Lack of fit	3	0.84	0.28	3.36	0.238
	Pure error	2	0.17	0.08		
	Total	10	13.15			

<sup>1</sup> $Y_1$  (amino-N, mg/100 g),  $Y_2$  (Hunter yellowness value),  $Y_3$  (overall acceptance score).

접이였으며(Table 10), 예측값과 실측값 간의 5% 유의수준에서 차이가 인정되지 않았다. 이상의 결과로 미루어 보아 제시된 반응표면 모델은 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 배합조건(다슬기국 육수, 자숙 다슬기, 데친 아욱)으로 최적 모델이라 판단되었다.

아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 저장성 및 맛 부여를 위한 살균공정 최적화

살균조건을 달리하여 제조한 제품의 세균발육특성 비교

최적 배합비율로 배합한 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 열처리 조건(F<sub>0</sub>값 4-16분 범위, 4분 간격)에 따른 세균발육 특성을 살펴보고, 그 결과는 Table 11과 같다. 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 열처리 강도(F<sub>0</sub>값 4분, 8분, 12분, 16분)에 따른 세균발육 정도는 36±1°C에서 10일간, 그리고, 상온에서 1일간 방치하는 중 레토르트파우치의 팽창을 확인할 수 없었고, 이어서 이어진 세균발육시험에서도 세균의 발육을 확인할 수 없었다

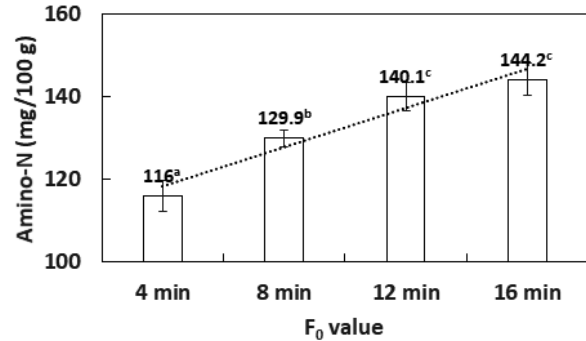


Fig. 2. Amino-N content according to the sterilization strength of retort pouched marsh snail *Senisulcospira livertina* soup with curled mallow *Malva verticillata*. Difference letters on the data of the same item indicate a significant difference at P<0.05.

살균조건을 달리하여 제조한 제품의 아미노질소 함량 비교  
최적 배합공정으로 배합한 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기

Table 8. Optimal conditions predicted for preparation of retort pouched marsh snail *Senisulcospira livertina* soup with curled mallow *Malva verticillata* obtained by MINITAB program

Response	Value	X <sub>1</sub> <sup>1</sup>	X <sub>2</sub>
Y <sub>1</sub> <sup>2</sup>	Target	90.0	90.0
	Coded	-1.17	-0.54
	Actual	4.57	0.86
Y <sub>2</sub>	Target	10.5	10.5
	Coded	0.0	0.21
	Actual	7.5	1.08
Y <sub>3</sub>	Target	Max	Max
	Coded	-0.28	1.41
	Actual	6.8	1.6
Multiple response optimization	Coded	0.08	0.04
	Actual	7.7	1.02
	Predicted	Y <sub>1</sub> , 90.0 mg/100 g; Y <sub>2</sub> , 10.5; Y <sub>3</sub> , 6.9점	

<sup>1</sup>X<sub>1</sub> [A/(B+C)], X<sub>2</sub> (B/C), A (marsh snail broth), B (boiled marsh snail), C (blanched curled mallow). <sup>2</sup>Y<sub>1</sub> (amino-N, mg/100 g), Y<sub>2</sub> (Hunter yellowness value), Y<sub>3</sub> (overall acceptance score).

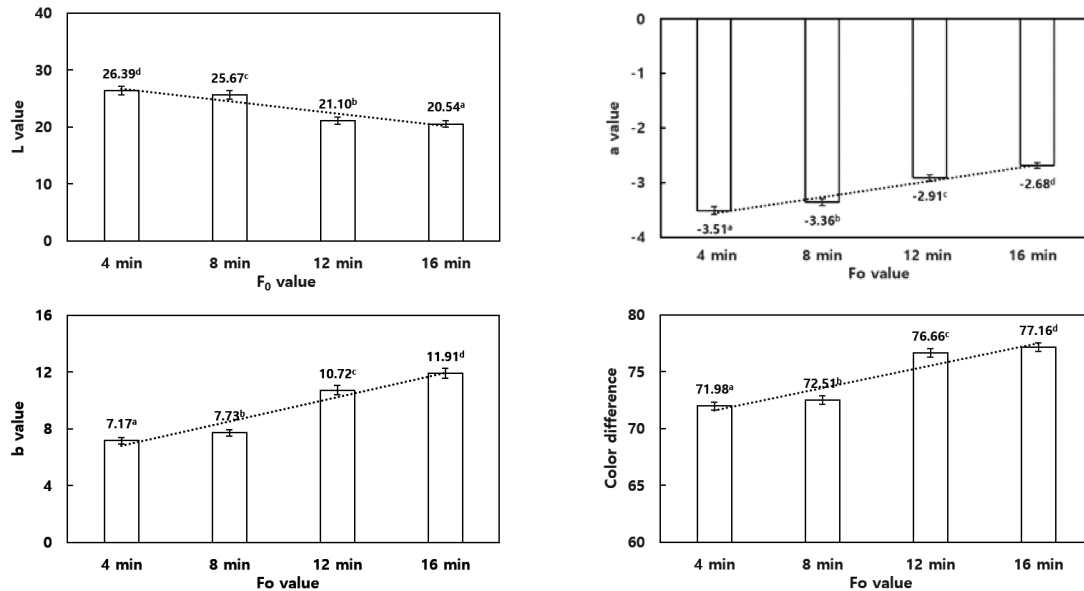


Fig. 3. Hunter color value according to the sterilization strength of retort pouched marsh snail *Senisulcospira livertina* soup with curled mallow *Malva verticillata*. Difference letters on the data of the same item indicate a significant difference at P<0.05. Values are the means±standard deviation of three determination.

국의 열처리 강도(F<sub>0</sub>값 4-16분 범위, 4분 간격)에 따른 맛 특성을 아미노질소 함량으로 살펴보고, 그 결과는 Fig. 2와 같다. 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 아미노질소 함량은 F<sub>0</sub> 값 4분, 8분, 12분 및 16분으로 살균할 경우 각각 116.0, 129.9, 140.1 및 144.2 mg/100 g으로 가열처리 강도가 증가할수록 그 값이 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 F<sub>0</sub>값 12분 및 F<sub>0</sub>값 16

분으로 살균 처리한 시료의 경우 5% 유의수준에서 차이가 인정되지 않았다(P>0.05). 이와 같이 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 아미노질소 함량이 열처리 강도가 증가할수록 높아지는 것은 단백질이 열처리에 의하여 peptide 결합이 노출되기 때문이라 판단되었다. 한편, Chun et al. (2000)은 재첩국 제조 시 가열시간에 따른 가수분해도의 변화를 조사한 결과, 가열 0분에는 57.3%이었으나, 가열 30분 후에는 70.2%, 가열 120분 후에는 85.0%로 가열시간이 증가할수록 가수분해도도 증가하였다고 보고한 바가 있다. 이상의 열처리 강도에 따른 아미노질소 함량의 결과로 미루어 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 맛을 고려한 최적 열처리 강도는 F<sub>0</sub>값 12분으로 판단되었다.

Table 9. Optimum blending ratio of marsh snail *Senisulcospira livertina* broth, boiled marsh snail and blanched curled mallow for preparation of retort pouched marsh snail soup with curled mallow *Malva verticillata*

Response <sup>1</sup>	A (marsh snail broth, %)	B (boiled marsh snail, %)	C (blanched curled mallow, %)
Y <sub>1</sub> , Y <sub>2</sub> and Y <sub>3</sub>	88.5	5.8	5.7

<sup>1</sup>Y<sub>1</sub> (amino-N, mg/100 g), Y<sub>2</sub> (Hunter yellowness value), Y<sub>3</sub> (overall acceptance score).

Table 10. Predicted and experimental amino-N, hunter yellowness and overall acceptance of retort pouched marsh snail *Senisulcospira livertina* soup with curled mallow *Malva verticillata* prepared under optimum conditions

Dependent variables	Predicted values	Experimental values
Y <sub>1</sub> (amino-N, mg/100 g)	90.0 <sup>a</sup>	91.4±1.7 <sup>a</sup>
Y <sub>2</sub> (Hunter yellowness value)	10.5 <sup>a</sup>	10.4±0.1 <sup>a</sup>
Y <sub>3</sub> (overall acceptance score)	6.9 <sup>a</sup>	6.8±0.3 <sup>a</sup>

Table 11. Comparison in cultured bacteria and external appearance test of retort pouched marsh snail *Senisulcospira livertina* soup with curled mallow *Malva verticillata* (F<sub>0</sub> 4-16 min) during incubation of 36±1°C for 10 days

Product	Temp.	Sterilization condition	Incubation temperature (36±1°C, 10 days)	
			Bacteria	External appearance
Sample-1	118°C	F <sub>0</sub> 4 min	ND	Normal
Sample-2		F <sub>0</sub> 8 min	ND	Normal
Sample-3		F <sub>0</sub> 12 min	ND	Normal
Sample-4		F <sub>0</sub> 16 min	ND	Normal

ND, not detected.



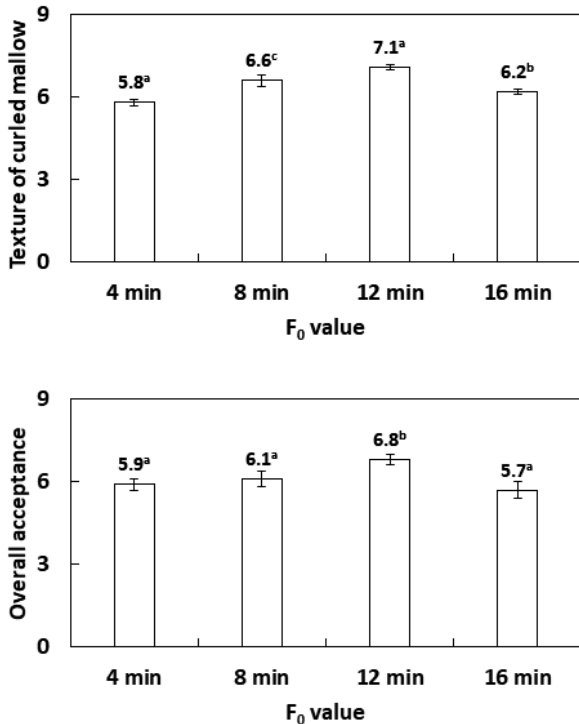


Fig. 4. Sensory evaluation of texture of curled mallow *Malva verticillata* and overall acceptance according to the sterilization strength of retort pouched marsh snail *Senisulcospira livertina* soup with curled mallow. Difference letters on the data of the same item indicate a significant difference at  $P < 0.05$ . Values are the means  $\pm$  standard deviation of three determination.

#### 살균조건을 달리하여 제조한 제품의 색차 비교

최적 배합공정으로 배합한 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 열처리 강도( $F_0$ 값 4-16분 범위, 4분 간격)에 따른 색 특성을 색차로 살펴보고, 그 결과를 명도, 적색도, 황색도 및 색차로 표현하여 나타낸 것은 Fig. 3과 같다.  $F_0$ 값 4분, 8분, 12분 및 16분으로 각각 살균하여 제조한 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 L값은 각각 26.39, 25.67, 21.10 및 20.54이었고, a값은 각각 -3.51, -3.36, -2.91 및 -2.68이었으며, b값은 각각 7.17, 7.73, 10.72 및 11.91이었고,  $\Delta E$ 값은 각각 71.98, 72.51, 76.66 및 77.16이었다.

즉, 열처리 강도가 증가할수록 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 색조는 5% 유의수준에서 명도의 경우 감소하였고, 적색도, 황색도 및 색차의 경우 증가하는 경향을 나타내어 전체적으로 색이 짙어지는 경향을 나타내었다. 한편, Choi et al. (2014)은 가열시간이 경과할수록 바지락 육수의 L값은 낮아지고, a값 및 b값은 증가한다고 보고한 바 있다.

#### 살균조건을 달리하여 제조한 제품의 관능검사 비교

아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 열처리 강도( $F_0$ 값 4-16

분 범위, 4분 간격)에 따른 아욱의 조직감과 종합기호도에 대한 관능특성을 살펴본 결과는 Fig. 4와 같다. 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 열처리 강도에 따른 아욱의 조직감값은  $F_0$ 값 4분이 5.8점, 8분이 6.6점, 12분이 7.1점, 16분이 12.0점이었고, 종합적 기호도는 각각 5.9점, 6.1점, 6.8점 및 5.7점으로 조직감 및 종합적 기호도가 모두 5% 유의수준에서 12분까지 좋은 평점을 받았으나 16분 처리의 경우 오히려 낮은 평점을 받았다.

이상의 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 열처리 강도에 따른 세균발육시험, 아미노질소 함량, 현탁 색조(명도, 적색도, 황색도 및 색차) 및 패넬에 의한 관능검사로부터 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 최적 열처리 강도는  $F_0$  12분으로 판단되었다.

#### 아욱첨가 다슬기국 레토르트파우치의 최적 제조공정

이상에서 검토한 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 배합 조건, 관능적 개선을 위한 살균조건에 따라 제조한 아욱첨가 레토르트파우치 다슬기국의 최적 가공조건을 정립한 결과는 다음과 같다. 먼저 생다슬기를 수조(J사 자체제작)에서 해감(3시간) 및 세척한 다음 100°C에서 10분간 자숙한 후 세척한 것을 직접 수작업으로 분리하여 자숙 다슬기를 제조하였다.

큐브는 100°C, 10초 동안 데친 아욱(27 g) 및 대파(20 g)를 자숙 다슬기(27 g) 및 된장(10 g)과 함께 제조한 후 다슬기국 육수(416 g)와 함께 레토르트파우치 필름(150×230 mm, PET16+AL7+NL15+CPR480)에 넣고, 밀봉하였다. 이어서 증기식 레토르트(PRS-36-1, Kyunghan Co., Ltd., Changwon, Korea)로 살균(118.0°C, 25분,  $F_0$ 값, 12 min) 및 냉각하여 제조하였다.

## 사 사

이 논문은 2019년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(해양별 특성을 고려한 전통 수산가공식품 개발 및 상품화).

## References

- Cheon HS, Park EJ, Cho WI, Hwang KT, Chung MS and Choi JB. 2014. Determination of optimum sterilization condition for the production of retorted Kimchi soup. *Cull Sci Hos Res* 20, 254-261. <https://doi.org/10.20878/cshr.2014.20.6.022022022>.
- Choi EJ, Kim DS, Bae GK and Choi SK. 2014. The effect of heating time on the quality of short necked clam stock. *Cull Sci Hos Res* 20, 65-78.
- Chun SS, Suh JS and Oh C. 2000. Changes in taste components of marsh calm soup as affected by boiling time. *Korean J Food Nutr* 13, 529-533.
- FIPS (Fisheries Information Portal Site). 2019. Information of marsh snail. Retrieved from <http://www.fips.go.kr/> on Nov

- 3, 2019.
- Jang MJ, Lee JH and Lee KT. 2013. Quality changes of retorted samgyetang during storage depending on the degassing methods. Korean J Packag Sci Tech 19, 67-73.
- Jung BS and Shin MK. 1990. Goshaku dictionary. Younglim publishing Co., Seoul, Korea.
- Kim CM, Shin MK, An DK and Lee KS. 1997. Chinese medicine large dictionary. Jungdam publishing Co., Seoul, Korea, 1403-1405.
- Kim YK, Moon HS, Lee MH, Park MJ, Lim CW, Park HY, Park JI, Yoon HD and Kim DH. 2009. Biological activities of seven melania snails in Korea. Korean J Fish Aquat Sci 42, 434-441. <https://doi.org/10.5657/kfas.2009.42.5.434>.
- Kim YH, Lee TK and Cha YS. 1985. Studies on the nutritive component of black snail (*Semisulcospira libertina*). J Agric Life Sci 16, 101-105.
- Kim YS, Kim HJ, Yoon Y, Shin MG, Kim CJ, Shin MH and Lee JW. 2010. Antimicrobial effects of retort and gamma irradiation on bacterial populations in spicy chicken sauce. Korean J Food Sci An 30, 141-147. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2010.30.1.141>.
- Kohara T. 1982. Handbook of food analysis. Keonpakush, Tokyo, Japan, 51-55.
- Lee JH and Lee KT. 2009. Studies on the improvement of packaging of retorted Samgyetang. Korean K Packag Sci Tech 15, 49-54.
- Lee JH, Lee JH and Lee KT. 2014. Physicochemical and sensory characteristics of Samgyetang retorted at different  $F_0$  values during storage at room temperature. Korean J Food Preserv 21, 491-499. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2014.21.4.491>.
- Lee MS, Park JB and Yoon SH. 2005. Hepatoprotective effects of the water extract from *Semisulcospira gottschei* against liver injuries induced by carbon tetrachloride in rats. J Kor Soc Hyg Sci 11, 17-26.
- Lee MS, Song BH, Park SO, Lee BY, Lee YZ, Youn HK, Eum MO, Seung JH and Jeun DH. 2007. Studies on the substance of migration for retort pouch packaging materials for various condition. J Korean Packag Sci Tech 13, 107-112.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2019a. Standards and specifications for long shelflife foods. Retrieved from [http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01\\_01.jsp](http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_01.jsp) on Nov 21, 2019.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2019b. General analytical method. Retrieved from [http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01\\_01.jsp](http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_01.jsp) on Nov 21, 2019.
- Park JW. 2013. Surimi and surimi seafood, third edition. CRC press, Boca Raton, FL, U.S.A., 230-242.
- Steel RGD and Torrie JH. 1980. Principle and procedures of statistics, 1st ed. McGraw-Hill Kogakusha, Tokyo, Japan, 187-221.
- Yook CS. 1997. Herbal medicine picture book. Kyungwon publishing Co, Seoul, Korea.
- Zhou P and Regenstein JM. 2004. Optimization of extraction conditions for pollock skin gelatin. J Food Sci 69, 393-398.