J. Fd Hyg. Safety 15(1), 13–17 (2000)

살균고춧가루를 이용한 오징어젓갈 제조
I. Ohmic heating에 의한 고춧가루 살균

이현숙 · 이원동 · 고병호† · 이명숙*
*한성기업(주) 식품연구소 · *부경대학교 미생물학과*

Preparation of Squid-*Jeotkal* with Pasteurized Red Pepper
I. Pasteurization of Red Pepper Powder by Ohmic Heating

Hyun-Suk Lee, Won-Dong Lee, Byeong-Ho Koh† and Myung-Suk Lee*
Research Center of Hangsung Enterprise Co., LTD., Kyong-Nam 621-200, Korea
**Department of Microbiology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea*

ABSTRACT – The low salt seasoned *jeotkal*, salted and fermented fisheries product, may has some problems, such as short shelf-life, its putrefaction by mixing some microorganism from additives. It was considered that most microorganism in seasoned *jeotkal* were introduced from red pepper powder. Therefore, it is important to pasteurize red pepper powder for improving its microbial quality. When red pepper powder was pasteurized by ohmic heating, the survival cell concentration in red pepper powder was reduced to 1-log-unit at 500 V/m, 700 V/m, above 80°C. But viable cell counts were reduced from 8.5×10^6CFU/g to 2.1×10^2CFU/g, i.e. 4.6-log-unit, during ohmic heating at 90°C for 40 min. Color values of red pepper powder during ohmic heating with different holding time were not changed significantly. When squid-*jeotkal* was manufactured by using the pasteurized red pepper powder, viable cell counts of the product were decreased by about three log cycles, compare with control product. And also the counts of fungi were significantly decreased.

Key words □ *Jeotkal*, Ohmic heating, Pasteurization, Red pepper powder

식품공전상 젓갈은 절임식품에 포함되며 주원료에 식염을 가하여 발효숙성시킨 것으로, 고춧가루, 조미료 등을 첨가한 것을 양념젓갈로 세분하고 있다. 이러한 양념젓갈은 다양한 부재료로 조미된 젓갈이기 때문에 그 품질특성도 일반젓갈과는 다르다. 특히 재래식 젓갈이 장기 보존을 목적으로 가공중에 20~25%의 식염을 첨가하는데 반해 양념젓갈은 곧바로 식용할 수 있도록 일반젓갈과는 달리 가공율이 상대적으로 높으며, 염농도를 가급적 낮추었기 때문에 (8% 이하 수준) 유통기한이 짧을 뿐 아니라 특히 조미된 상태에서 유통되기 때문에 부원료로부터 혼입된 미생물 등에 의한 유통중 변패가 문제되고 있다. 단백질 분해균의 경우 원료어와 고춧가루 및 생강으로부터, 산생성균(당질분해균)은 고춧가루와 생강 및 마늘에서, 효모는 고춧가루와 원료어 및 생강으로부터, 곰팡이는 주로 고춧가루에서 유래되는 것으로 알려져 있고, 특히 고춧가루로부터 대부분의 미생물이 혼입되는 것으로 추정된다.

따라서 양념젓갈의 상품성 향상을 위해서는 고춧가루의 살균이 매우 중요한 문제이지만, 고춧가루는 가열시 색택 및 향미의 소실이 수반되며, 장기간 건조시 산화반응이 일어나 품질이 저하되므로 종래의 가열처리 방식으로는 효과적인 살균이 어렵다. 그러나 최근 교류전류를 식품에 흘려보내서 식품을 빠르고 균일하게 가열시켜 일반가열중에 발생할 수 있는 식품의 품질저하를 최소화시킬 수 있는 새로운 열처리 기술인 ohmic heating이 주목을 받고 있다. 식품에 전기를 통과시키면 식품은 완전한 전도체가 아니므로 전기 에너지가 열에너지로 전환되어 내부에서 급속히 전기저항열이 발생하는데 이러한 원리를 이용한 가열 방법이 ohmic heating이다.

본 연구에서는 ohmic heating에 의한 고춧가루의 살균효과를 살펴보고, 살균된 고춧가루로 양념오징어젓갈을 제조하여 고춧가루의 살균방법으로 ohmic heating의 이용 가능성 여부를 검토하였다.

†Author to whom correspondence should be addressed.

재료 및 방법

Ohmic heating에 의한 고춧가루의 살균

Ohmic heating system – 고춧가루 살균을 위한 가열살균용 ohmic heating system의 구성도는 Fig. 1과 같다.

전체적으로 제어부분, 운전부분 및 온도센싱 부분으로 구성되어 있으며, 제어부분은 컴퓨터, 프로그램 및 controller, 운전부분은 펌프, 히터, 각종 탱크 및 변환기, 센싱부분은 thermocouple과 증폭기로 구성하였다. 온도감지센서와 히터 및 펌프의 구동을 위한 증폭기는 IC 모듈과 5B39 및 5B47 등의 A/D 및 D/A 변환기로 구성하였고, 전체가열시스템은 Turbo-C로 개발한 Fig. 2 및 Fig. 3의 프로그램에 의해 운전되도록 하였다.

Ohmic heater내에서의 온도조절, 시료액의 공급 및 데이터수집 등은 모두 자동화하였고, 온도는 PWM(pulse width modulation) 방식으로 제어되도록 하였으며, 전압은 변압기로 조절하였다. Ohmic heater는 육면체형으로 제작하였고, ohmic heater 내의 각 부위와 식품의 온도는 An 등[1] 및 Cho 등[2]의 방법에 따라 T-type copperconstantan thermocouple(φ 0.2 mm)로 제작한 열전대(thermosensor)를 이용하여 측정하였다.

고춧가루 paste 제조 – 고춧가루를 ohmic heating으로 살균하기 위해 paste 상태로 제조하였다. 고춧가루와 멸균된 증류수를 1 : 3으로 혼합하고 상온의 균질기에서 교반

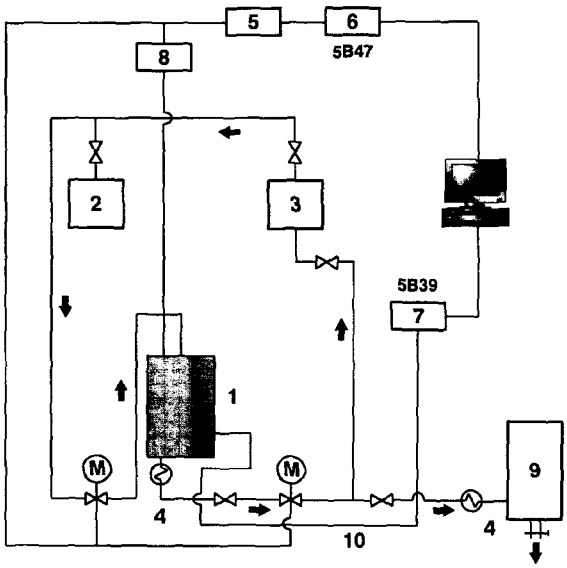

Fig. 1. Schematic diagram of ohmic heating system.
1. Ohmic heater, 2. Feed tank, 3. Catch tank, 4. Cooler,
5. Power controller, 6. D/A converter, 7 & 8. Amplifier,
9. Filling tank, 10. Thermosensor

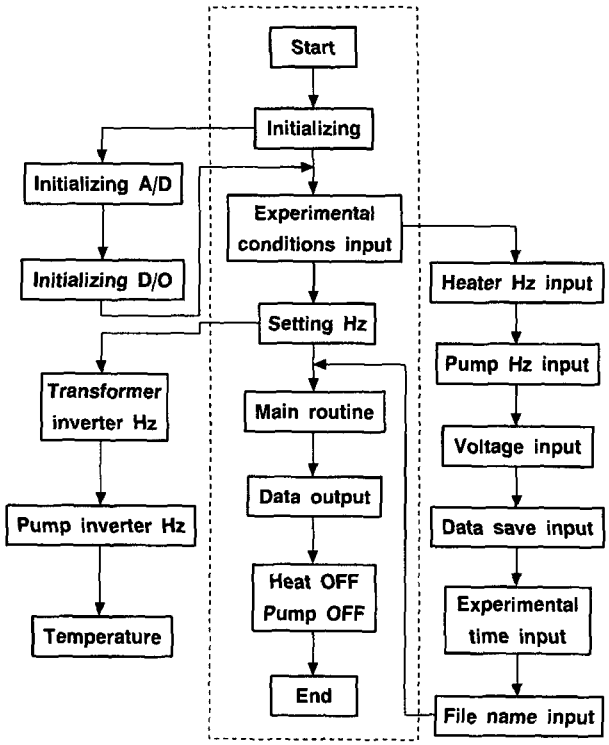

Fig. 2. Flow chart of controller operating program for ohmic heating system.

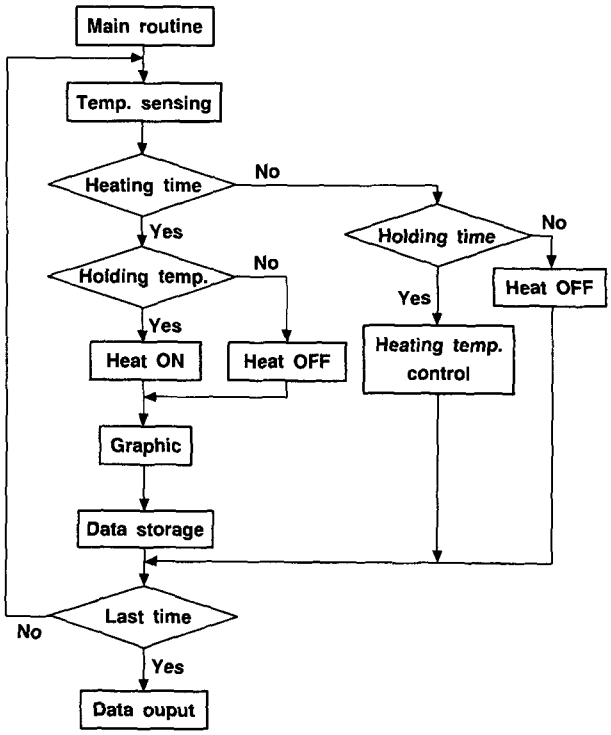

Fig. 3. Flow chart of sub-routine program in Fig. 2.

(5,000rpm)한 것을 고춧가루 paste로 하였으며, ohmic heating 처리에서 전해질로 작용하는 식염의 농도는 3%를 첨가하였다.

고춧가루 살균 – 열처리 온도별 살균효과를 알아보기 위하여 전계강도(electrical field strength)를 고정하고 50℃, 60℃, 70℃, 80℃ 및 90℃에 도달할 때까지 열처리하였으며, holding time에 의한 살균효과는 1100 V/m에서 온도를 고정하고 10분, 20분, 30분 그리고 40분간 열처리하였다.

오징어 젓갈의 재료 및 제조

오징어 원료 – 선도가 균일하고 좋은 국내산 오징어(*Todarodes pacificus*)를 구입하여 창자와 먹통을 제거시킨 원료를 잘게 세절하여 사용하였다.

젓갈의 제조 – 오징어 젓갈의 제조는 잘게 세절한 오징어에 중량대비 3배의 2% 식염수로 2회 수세한 후 탈수하고 여기에 원료중량대비 식염을 10% 첨가하고 균일하게 혼합하였다. 혼합 후 5℃에서 60일간 숙성시켜 반제품을 제조하고 반제품 중량대비 고춧가루 6%, 마늘 2%, 물엿 2%, 생강 2%, 설탕 0.5% 등의 부재료를 첨가하여 오징어 젓갈을 제조하였다(Fig. 4).

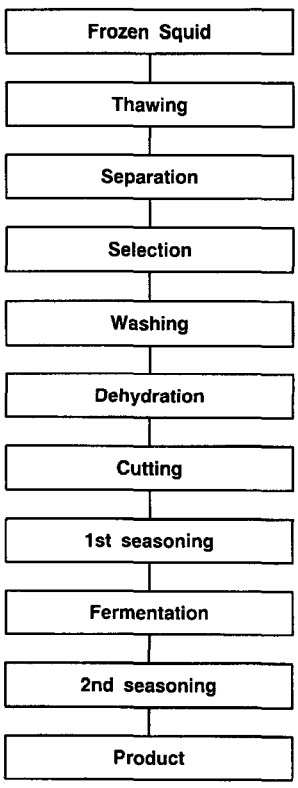

Fig. 4. Flow diagram preparation for squid-*jeotkal* processing.

한편 살균 고춧가루 사용 오징어젓갈은 ohmic heating 살균시 전해질로 식염이 첨가되는 것을 감안하여 식염첨가량을 조정하여 젓갈을 제조하였다.

분석방법

일반성분 – 일반성분 분석방법으로 수분은 감압가열건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 조회분은 건식회화법에 의해 정량하였다.

미생물 – 생균수, 효모 및 곰팡이는 미국 FDA의 권장방법인 bacteriological analytical manual 7th ed.[3]에 따라서 측정하였다. 시료는 각각 30g씩 무균적으로 취하고 여기에 멸균 생리식염수 270 ml를 가하여 균질화(10,000 rpm, 90sec., Waring Blender, USA)하여 생균수는 plate count agar(Difco, Co., USA) 그리고 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar(Difco, Co., USA)로 측정하였다. 이 때 균수는 1 g당 CFU(colony forming unit)로 환산하였으며, 5회 측정하여 평균값을 나타내었다.

색 도 – 고춧가루의 색도는 color and color difference meter(Nippon Denshoku TC-3600, Japan)에 의해 Hunter 색차계의 명도(lightness, L-value), 적색도(redness, a-value) 및 황색도(yellowness, b-value)를 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. Total color difference인 ΔE값은 두시료간의 색도차이로 구했으며(색차 $\Delta L^2+\Delta a^2+\Delta b^2$), 색차 ΔE는 NBS(National Bureau of Standard) 단위로 나타내었다.

결과 및 고찰

Ohmic heating에 의한 고춧가루의 살균효과

양념젓갈 제조시 미생물의 주혼입원으로 추정되는 고춧가루를 살균하기 위하여, paste 상태로 제조한 고춧가루를 ohmic heating system으로 열처리 살균하여 생균수변화를 측정하였다. 이때 paste 상태로 제조한 고춧가루의 생균수는 8.5×10^6 CFU/g이었다.

열처리 온도에 따른 살균효과 - 고춧가루를 ohmic heating 살균시 열처리 온도별 살균효과를 알아보기 위하여 전계강도(electrical field strength)를 500 V/m 및 700 V/m으로 고정하고, 50℃, 60℃, 70℃, 80℃ 및 90℃에 도달할 때까지 열처리하였을 때 생균수의 변화를 측정하였다(Table 1).

열처리온도가 증가할수록 생균수는 완만한 감소율을 보였는데, 500 V/m와 700 V/m에서 모두 70℃까지는 생균수가 10^6 CFU/g 이상이었으며, 90℃에서는 500 V/m 처리시 9.0×10^5 CFU/g으로 약 1-log-unit이 감소하였고 700V/m 처리시는 7.8×10^5CFU/g으로 약 1.1-log-unit이 감소하였다.

고춧가루의 초기균수가 8.5×10^6CFU/g이던 것을 감안해

Table 1. Results of viable cell counts of red pepper powder paste by ohmic heating treated in related to various

Electrical Field Strength	Heating temperature				
	50°C	60°C	70°C	80°C	90°C
500V/m	7.7×10^6	6.1×10^6	4.4×10^6	8.8×10^5	9.0×10^5
700V/m	7.6×10^6	5.4×10^6	2.5×10^6	9.3×10^5	7.8×10^5

볼 때, ohmic heating의 열처리온도가 80°C이상이 되어야 약 1-log-unit이 감소하였으며, 전계강도 500 V/m와 700 V/m 사이에는 별다른 차이가 없었다.

Holding time에 따른 살균효과 - Holding time에 따른 살균효과를 알아보기 위하여 전계강도 1100V/m에서 온도를 80°C, 90°C로 고정하고 10분, 20분, 30분 그리고 40분간 열처리하였을 때, 고춧가루의 생균수는 holding time이 증가할수록 급속히 감소하는 경향을 나타내었다. 80°C에서는 10분 이상 열처리하였을 때 10^5CFU/g 이하로, 40분 이상 열처리하였을 때 10^4CFU/g 이하로 감소하였다. 그러나 90°C에서는 40분 이상 열처리하였을 때 10^3CFU/g 이하로 감소하여 초기균수보다 약 4.6-log-unit이 감소하여 매우 뛰어난 효과를 나타내었다(Table 2).

80°C, 90°C에서 1100 V/m에서는 holding time이 없었을 때도, 500V/m 및 700 V/m에 비해서 균수가 더 감소하는 경향을 나타내었는데, 그 이유는 Halden 등[4]에 의해 지적된 바와 같이 전압을 상승시킴으로서 전기전도도가 증가하여 가열속도가 빨라졌기 때문인 것으로 추정된다.

고춧가루의 색도변화 – Ohmic heating에 의해 열처리한 고춧가루 paste중 살균효과가 가장 좋았던 전계강도 1100 V/m, 온도 90°C에서 holding time별 색도변화를 측정하였다(Table 3).

Holding time이 증가할수록 L, a, b값이 미약한 감소를 보였으나, total color difference인 ⊿E값을 NBS(National Bureau of Standard) 단위로 계산한 결과 holding time이 20분까지는 ⊿E값이 0.5이하로 색차가 거의 없었으며(trace), 그 이상에서도 ⊿E값이 1.5이하로 색차가 미약하였다(slight).

이상의 결과에서, 고춧가루에서 유래되는 미생물은 대부분 토양성 미생물로 내열성이 강하며, 가열 등에 의해 품질이 저하되어 살균이 어려운 점을 감안해볼 때, 고춧가루의 살균방법으로 ohmic heating 방법이 유용하든 것을 시사해주며, 김[5]이 된장, 고추장 등의 paste상 식품에 ohmic heating을 적용하였을 때 살균효과가 뛰어나다는 보고와 유사한 결과를 나타내었다.

Table 2. Results of viable cell counts of red pepper powder paste by ohmic heating treated in related to various holding time

Heating Temperature	Holding time				
	0 min	10 min	20 min	30 min	40 min
80°C	4.8×10^5	9.9×10^4	5.4×10^4	3.1×10^4	8.8×10^3
90°C	2.7×10^5	2.4×10^4	4.0×10^4	2.0×10^3	2.1×10^2

Table 3. Color values of red pepper powders according to ohmic heating treated in related to various holding time

Holding time	Color			
	L	a	b	⊿E
Not treated	34.6	34.3	18.6	-
0 min	34.4	34.0	18.4	0.30
10 min	34.3	33.9	18.4	0.41
20 min	34.0	33.9	18.3	0.73
30 min	33.7	33.7	18.1	0.91
40 min	33.4	34.2	18.0	0.91

제조공정별 일반성분 및 미생물 변화

전계강도 1100 V/m, 온도 90°C 그리고 holding time 40분으로 살균한 고춧가루를 사용한 양념오징어젓갈의 제조공정별 일반성분 및 미생물의 균수를 측정한 결과 수분은 원료오징어가 80.23%, 일반고춧가루사용 양념오징어젓갈이 65.94% 그리고 살균고춧가루사용 양념오징어젓갈이 66.85%로 약 14%정도 감소하였으며, 조회분은 원료오징어가 1.95%, 일반고춧가루사용 양념오징어젓갈이 9.26%, 살균고춧가루사용 양념오징어젓갈이 9.14%로 약 8%이상 증가하였다(Table 4).

수분의 감소는 젓갈제조 공정중 숙성후에 생성되는 액즙이 제거되고 그후 부원료 첨가에 따른 것이며, 회분이 증가한 것은 소금이 10%첨가되었기 때문으로 추정된다.

생균수는 원료오징어가 9.0×10 CFU/g이던 것이 숙성후

Table 4. Results of proximate composition and microbiological examination on squid-*jeotkal* by the procedure stage of them

Items	Raw material	After Fermentation	After 2nd seasoning	
			Using RPP[1]	Using RPP paste[2]
Moisture (%)	80.23	70.21	65.94	66.85
Protein(%)	15.80	15.29	14.89	15.03
Lipid(%)	0.47	0.34	0.41	0.43
Ash(%)	1.95	10.11	9.26	9.14
Viable cell counts	9.0×10	3.6×10^4	1.6×10^6	8.4×10^3
Mold & yeast	ND[3]	<30	9.1×10^2	<30

[1] RPP : Red pepper powder
[2] RPP paste : Red pepper powder paste treated at 1100V/m, 90°C and 40 min by ohmic heating
[3] ND : Not detected

에는 3.6×10^4CFU/g로 증가하였으나, 효모 및 곰팡이는 거의 검출되지 않았다. 그러나 2차조미후에 살균고춧가루를 이용하여 제조한 양념오징어젓갈의 생균수는 8.3×10^3CFU/g으로 숙성후 생균수보다 감소하였으나, 일반고춧가루를 사용시는 1.6×10^6CFU/g으로 1.8-log-unit이 증가하였다. 특히 숙성후에는 거의 검출되지 않았던 효모 및 곰팡이가 일반고춧가루를 사용하였을 때는 9.1×10^2CFU/g이 검출되었으나, 살균고춧가루를 사용하였을 때는 거의 검출되지 않았다. 이러한 결과는 양념오징어젓갈 제조시 사용되는 고춧가루에서 대부분의 미생물이 혼입된다는 사실을 반영하는 결과이며, 특히 유통중 변패의 주요 항목인 곰팡이 발생이 고춧가루로부터 기인된다는 것을 알 수 있다.

한편, 5℃에서 60일간 숙성시 생균수가 3.6×10^4CFU/g으로, 오징어젓갈을 저온에서 발효시킬 때 생균수의 증가와 젓갈의 발효 및 관능적 품질은 상관관계가 매우 크며, 소금 7% 오징어젓갈을 10℃에서 숙성하였을 때 생균수가 10^8 CFU/g 정도일 때 젓갈이 잘 익은 상태라는 김[6]의 결과와는 다르나, 젓갈의 숙성에는 미생물이 분비하는 protease의 작용 뿐 아니라 자가소화효소의 작용도 중요하다는 연구보고를 참조해 볼 때, 젓갈숙성중의 생균수 및 미생물 분포상의 경시변화와 품질의 상관성은 연구가 더욱 보완되어야 할 것으로 생각된다.

국문요약

전기저항열을 이용한 식품의 가열처리방법인 ohmic heating에 의한 고춧가루의 살균효과를 살펴본 결과, 전계강도를 500 V/m과 700 V/m으로 고정하고 일정온도에 도달할 때까지 ohmic heating으로 열처리하였을 때 50℃에서 70℃까지는 균수의 변화가 없었고 80℃ 이상에서 약 1-log-unit이 감소하였다. 그러나 온도를 90℃로 고정하고 holding time을 주었을 때는 40분 이상 열처리하였을 때 초기생균수가 8.5×10^6CFU/g에서 2.1×10^2CFU/g으로 약 4.6-log-unit이 감소하였다. Ohmic heating으로 살균시 holding time에 따른 고춧가루의 색도변화는 미미한 변화가 있었으나, 90℃에서 40분 열처리하였을때도 ΔE값이 1.5 이하로 색도변화는 미약하였다. 살균고춧가루를 이용하여 오징어젓갈을 제조한 결과 생균수가 8.4×10^3CFU/g으로 일반고춧가루사용 오징어젓갈의 1.6×10^6CFU/g 보다 적었으며, 효모 및 곰팡이는 거의 검출되지 않았다. 이러한 결과는 고춧가루에서 대부분의 미생물이 혼입된다는 사실을 반영하는 결과이며, 특히 유통중 변패의 주요항목인 곰팡이 발생이 고춧가루로부터 기인된다는 것을 알 수 있었다.

참고 문헌

1. An, H.W., Cho, H.D., Han, B.H. and Kim, S.B.: A control system for automization of food sterilizing process, Bull. *J. Korean Fish. Soc.*, **25**, 511 (1992).
2. Cho, H.D., Han, B.H., Kim, S.B. and Ok, Y.G.: Development of Fo-value measuring system, Bull. *J. Korean Fish. Soc.*, **25**, 520 (1992).
3. FDA: FDA Bacteriological analytical manual 7th ed. AOAC international (1992).
4. Halden, K., de Alwis, A.A.P. and Freyer, P.J.: Changes in electrical conductivity during ohmic heating of food, International *J. Food Sci. Techno.*, **25**, 9 (1990).
5. Kim, S.H., Kim, G.T., Park, J.Y., Cho, M.G. and Han, B.H.: A study on the ohmic heating of various food, *Foods and Biotechnology*, **5**, 274-279 (1996).
6. Kim, Y.M., Jeong, Y.M. and Hong, J.H.: Processing conditions for low-salted squid jeotkal, Bull. *J. Korean Fish. Soc.*, **26**, 312-320 (1993).
7. Kim, J.O. and Lee, K.H.: Effect of temperature on color and color-preference of industry- produced kochujang during storage, *J. Korean. Soc. Food Sci. Nutr.*, **23**, 641-646 (1994).
8. Mori, K., Shinano, H. and Akiba, M. : Histological changes of 'ika-shiokara' during the ripening process, Bull. *Japan. Soc. Scien. Fish.*, **46**, 1287-1292 (1980).
9. Nambu, S., Kiuchi, H., Ooishi, A., Kitajima, T., Kaneko, Y. and K. Arai.: Effect of Concentration of NaCl and sorbitol caused by dehydration on moisture content and water activity of cured meat from walleye pollack, *Nippon Suisan Gakkaish*, **63**, 748-756 (1977).
10. Kim, Y.M., Lee, W.J., Jeong, Y.M., Hur, S.H. and Choi, S.H.: Processing conditions of low-salt fermented squid and its flavor components, 2. effects of temperature, salinity and pH on the growth of bacteria from isolated low salt fermented squid, *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **24**, 631-635 (1995).