

반응표면분석법을 이용한 백숙용 토종닭 실용계의 가공조건 최적화

김현주¹ · 윤해정¹ · 이준현¹ · 허강녕² · 강보석² · 조철훈^{1*}

¹충남대학교 동물자원생명과학과, ²국립축산과학원 가금과

Optimization of process condition of boiled Korean native chicken by response surface methodology

Hyun Joo Kim¹, Hyejeong Yun¹, Jun Heon Lee¹, Kang Nyeong Heo², Bo Seok Kang², Cheorun Jo^{1*}

¹Department of Animal Science and Biotechnology, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea

²Division of Poultry Science, National Institute of Animal Science, RDA, Sunghwan, 331-801, Korea

Received on 20 January 2012, revised on 9 March 2012, accepted on 12 March 2012

Abstract : This study was examined the optimization of processing conditions for taste-assurance factors of boiled Korean native chicken (KNC) through response surface methodology. The effects of two independent variables, including heating time (X_1) and water volume (X_2), were investigated using central composite design. Hypoxanthine content, lipid oxidation, texture, and sensory results were chosen as dependent variable. Results showed high reliability on hypoxanthine and texture property in leg meat (not breast meat) of boiled KNC. Statistical modeling revealed that 3.5 folds of added water (v/w) based on chicken weight and 73.5 min of cooking time was the optimum for producing characteristic taste and textural properties from the leg meat of KNC.

Key words : Response surface methodology, Korean native chicken, Processing condition

I. 서론

최근 우리나라의 급격한 경제 발전으로 인한 국민 소득의 증가와 함께 육류 소비가 빠르게 증가하고 있으며, 육류에 대한 소비자의 기호도 역시 고품질 생산물로 변화되어 가고 있다. 특히 닭고기는 저지방, 저콜레스테롤, 저칼로리 및 고단백의 건강성 식품으로 인식되어지고 있으며, 쇠고기 및 돼지고기와 같은 적색육보다 백색육에 대한 선호도가 높아짐에 따라 닭고기의 소비가 증가되고 있는 추세이다(Choe et al., 2010). 또한 닭고기를 이용한 신제품 개발 노력과 상대적으로 낮은 가격으로 인하여 가공제품 및 편의식품 시장에서 큰 영향력을 행사하고 있다(Jaturasitha et al., 2008). 이를 증명하듯이 1970년 조사에서 우리나라 국민 일인당 닭고기 소비량은 1.4 kg에서 2009년 12.5 kg으로 급증하였다고 발표된 바 있다(Han et al., 2009; Korea Chicken Council, 2011).

닭고기 중 가장 많이 소비하고 있는 일반육계는 토종닭과 비교하였을 때 성장속도 및 근육 형성 속도가 빨라 사육기간이 짧고 토종닭의 경우, 계절별 수요예측에 따른 공급물량 조절이 어렵기 때문에 대규모 농가에서는 일반육계를 사육하고 있다(Wattanachant et al., 2004; Sang et al., 2006). 하지만 토종닭은 일반육계에 비하여 지방함량이 적어 담백하고 육질이 단단하며, 특히 정미성분인 유리아미노산 및 핵산분해물질이 다량함유되어 있어 풍미가 우수하다고 알려져 있다(Jeon et al., 2010). Ahn과 Park (2002)은 풍부한 맛 관련 아미노산과 핵산 물질들이 한국 토종닭에서 외래 육계에 비해 높은 수준으로 함유한다고 발표한 바 있다. 이와함께 국내 토종닭 산업을 발전시키기 위해 최근 농촌진흥청 국립축산과학원은 토종닭 품종의 순수성 확립과 이를 이용한 실용화 및 산업화 연구를 추진하여 우리맛닭™이라는 브랜드로 출시, 농가에 보급하면서 토종닭에 대한 관심을 증폭시키고 있다(Kim, 2010). 그러나 토종닭의 우수한 관능적 소비자 수용 특성에도 불구하고 현재 유전적인 특징이나 사육현황에 관한 연구만 일부

*Corresponding author: Tel: +82-42-821-5774

E-mail address: cheorun@cnu.ac.kr

발표되었을 뿐(Han et al., 1996), 아직까지 실용화 및 산업화를 위한 체계적인 연구가 미비한 실정이다.

한편, 국내 소비자들의 경우 닭고기를 구입해서 다양한 방법으로 조리하여 섭취를 하게 된다. 예를 들어 닭고기를 삶은 후, 백숙이나 삼계탕 등으로 섭취하는 경우와 다양한 양념과 혼합하여 볶음탕, 찜닭 등으로 섭취하는 경우도 있다. 이와 함께 토종닭을 원재료로 사용할 경우 육질, 풍미 등의 토종닭 고유의 품질특성을 최대화시켜서 섭취할 수 있는 적절한 가공조건 확립에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 토종닭이 가지고 있는 육질 및 풍미가 극대화된 가공 조건을 확립하기 위하여 토종닭을 가열시간과 첨가하는 물의 양을 변수로 하여 백숙을 제조한 다음 물리화학적 평가를 하고 반응표면분석법을 이용하여 최적 가공조건을 확립하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

토종닭 백숙의 가공 조건 최적화 연구를 위하여 시판되는 우리맛닭™을 실험에 사용하였다. 시료는 구매시 냉동 상태였으며 실험에 사용하기 전 4℃에서 48시간 해동시켜 사용하였다.

2. 가공조건 최적화를 위한 실험설계

준비된 시료를 끓는 물에서 110분(50분은 강한 불, 60분은 약한 불) 가열하였다. 백숙용 토종 실용계의 최적 가공 조건을 확립하기 위하여 반응표면분석법(RSM)을 이용하였다. 가공조건에 대한 실험계획은 중심합성계획(Central Composite Design; CCD) (Lee et al., 2000; Gontard et al., 1992)을 사용하였다. 중심점(Central Point; CP)을 잡기 위해 steepest ascent experiment(SAE)를 하였으며, SAE 결과 최대값을 얻었을 때의 변수를 중심점으로 하여 CCD 실험설계를 하였다. 중심합성계획으로 설계된 요인변수는 가열시간(X₁) 및 물의 양(X₂)이며 물의 첨가량은 백숙용 재래닭의 중량의 배수만큼 첨가하였다. 요인변수는 -2, -1, 0, 1, 2 다섯 단계로 부호화하여 나타내었다(Table 1). 이와 같은 실험계획에 의한 실험 수는 10구간으로 설정하여 실험을 실시하였다. 또한 이들 요인변수에 영향을 받는 반응 변수(Y_n)들은 품질평가 요소로 핵산관련물질, 지방산패도, 관능평가 및 조직감을 가슴육, 다리육에 대하여 평가하였고 육수의 경우는 조직감을 제외하고 분석하여 회귀분석에 사용하였다. 이때 두 개의 독립변수와 종속변수에 대한 2차 회귀 모형은 다음과 같다.

$$Y=b_0 + b_1X_2 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2$$

여기서 Y는 종속변수, X₁과 X₂는 독립변수, b₀는 절편, b_n은 회귀계수이며 회귀분석 결과 임계점이 최대이거나 최

Table 1. Experimental data on texture and hypoxanthine of chicken meat under different boiling conditions based on central composite design for response surface methodology.

Exp. No.	Cooking time (min)	Water volume ^a	Texture				Nucleic acid
			Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness	Hx
1	95(1)	3.75(1)	-18.60	0.36	0.34	2021.30	31.42
2	95(1)	3.25(-1)	-48.40	0.36	0.32	2058.30	31.39
3	65(-1)	3.75(1)	-11.70	0.47	0.35	2748.70	34.58
4	65(-1)	3.25(-1)	-3.10	0.51	0.38	2936.50	32.48
5	80(0)	3.5(0)	-15.90	0.38	0.31	1565.00	31.49
6	80(0)	3.5(0)	-19.00	0.41	0.33	1986.40	31.87
7	110(2)	3.5(0)	-79.10	0.35	0.28	959.60	34.60
8	50(-2)	3.5(0)	-6.10	0.50	0.39	3525.90	39.97
9	80(0)	4(2)	-15.70	0.44	0.33	2083.90	33.42
10	80(0)	3(-2)	-29.00	0.38	0.32	1198.50	35.61

^aAdded total water (mL) = water volume based on chicken meat weight (v/w).

소점이 아니고 안장점일 경우 농선분석을 실시하여 최적점을 구하여 적정 가공조건 설정연구를 실시하였다. 각각의 실험 군을 각각 3반복하여 진행하였다.

3. 핵산 관련물질 분석

핵산 관련물질 분석은 Nakatami 등(1986)의 방법을 변형하여 진행하였다. 즉 가슴육, 다리육 및 육수를 각각 5 g에 0.7 M perchloric acid 20 mL을 첨가하여 균질기(T25b, Ika, Works(Asia), Sdn, Bhd, Malaysia)를 이용하여 20,000 rpm에서 1분 동안 균질하였다. 균질물을 $2,190 \times g$ 로 4°C에서 10분 동안 원심분리(Union 32R, Hanil, Inchun, Korea)를 한 다음 상등액을 취한 후 잔사에 0.7 M perchloric acid 10 mL을 추가로 넣어 재 추출한 후 모은 상등액을 7 N potassium hydroxide를 이용하여 pH 6.0으로 정하였다. 그 후, $2,190 \times g$ 로 4°C에서 5분간 원심분리과정을 통하여 $KClO_4$ 를 제거한 다음 0.7 M perchloric acid(pH 6.0)을 이용하여 50 mL로 정용하였다. 이를 0.2 μ m PVDF membrane filter(Whatman, England)를 이용하여 필터한 다음 분석에 이용하였다.

핵산 관련 물질은 hypoxanthine, inosine, inosine-5'-monophosphate(IMP), adenosine-5'-monophosphate(AMP) 및 hypoxanthine(Hx) 등을 HPLC(Acme 9000, Younglin Instrument)를 이용하여 Atlantis dC18(5 μ m, 4.6 \times 250 mm) 칼럼으로 분석하였다. 분석 시 사용한 이동상은 0.1 M triethylamine in 0.15 M acetonitrile(pH 6.5)이며 이동상 유속 및 컬럼 온도는 1 mL/min와 40°C에서 분석을 하였으며 검출기는 UV/Vis를 사용하였으며 흡수파장은 254 nm를 사용하였다.

4. 조직감 분석

조직감을 측정하기 위하여 시료의 크기를 가로 3 cm, 세로 3 cm, 두께 1 cm로 절단한 다음, texture analyzer(TA-XT2, Stable Microsystems, Surrey, UK)를 이용하여 50 kg load cell에 70 mm probe 장착 후 2.00 mm/sec의 압착속도로 시료의 75%를 두번 압착하여 시료의 경도(hardness), 접착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)을 측정하였다.

5. 지질산패도

지질산패도는 2-thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)법으로 측정하였다. 즉, 시료 5 g에 50 μ L의 BHT(7.2% in ethanol)와 증류수 15 mL을 넣은 후 균질화시켰다. 균질물 1 mL에 TBA/TCA 용액(20 mM thiobarbituric acid in 15% trichloroacetic acid) 3 mL을 넣은 후 끓는 물에서 15분간 가열하였다. 냉각 후 원심분리기(Hanil)를 이용하여 원심분리(3,000 rpm, 20분)한 후, 상층액 1 mL을 취하여 532 nm에서 흡광도를 측정한 후, 검량선을 이용하여 malondialdehyde의 농도를 구하였다. 이때 얻어진 결과는 μ g malondialdehyde/g meat(wet weight bases)으로 표시하였다.

6. 관능평가

시료를 가슴육, 다리육 및 육수를 구분하여 준비하고, 삼점검사법(triangle test)를 통한 차별성 확인시험과 각 시료의 선호도 조사를 육색, 향, 맛, 조직감 및 종합적 기호도를 구분하여 11명의 관능검사요원이 측정하였다.

7. 최적 가공조건의 예측

최적 가공조건은 반응표면분석으로 얻은 결과를 이용 contour map을 superimposing했을 때 중복되는 부분의 범위로 예측하였다.

III. 결과 및 고찰

반응표면분석은 전형적인 최적화 방법으로 일반적으로 여러 변수를 사용하여 최적 조건을 찾는 시스템(Box et al., 1987)으로 하나의 변수와 다른 변수들과의 상호작용으로 인한 효과를 측정하여 변수들의 최적값을 확인할 수 있는 방법으로, 주로 새로운 추출조건 또는 어떠한 식품을 제조할 때 필요한 가공조건 등을 확립할 때 많이 이용되고 있는 분석방법이다.

중심합성계획으로 설계된 닭백숙의 요인변수는 가열시간(X_1)과 물 첨가량(X_2)으로 설정한 다음, 각 요인 변수는 -2, -1, 0, 1, 2 다섯 단계로 부호화하여 실험한 결과 다리육의 adhesiveness, springiness, cohesiveness, chewiness

및 맛에 영향을 미치는 요소 중 핵산 성분의 일종인 hypoxanthine(Hx)의 함량 분석 결과에서 높은 신뢰성을 가졌다(data not shown). 따라서 다리육에 대하여 높은 신뢰성을 갖는 반응변수인 조직감과 Hx의 결과를 토대로 반응표면분석을 실시하였다.

중심합성계획에 의해 조리된 닭백숙에서 다리육의 조직학적 및 핵산성분에 대한 품질평가 결과는 일반적인 회귀식과 예측되는 최고점을 Table 2~4에 나타내었으며, 이에 따라 나타나는 반응표면반응은 각각 Fig. 1~5에 나타내었다. 각 처리조건에 따른 adhesiveness에 대한 결과는 -3.10~-79.10의 범위를 나타내며 이때의 회귀식은 $Y_1=242.963095-5.360794X_1-15.566667X_2-0.029377X_1^2+2.56X_1X_2-24.757143X_2^2$ 로 나타났고 R²값은 0.9718으로 1% 이내의 유의수준에서 유의성이 인정되었다. 예측된 정상점을 saddle point로 능선분석을 실시하여 본 결과 최대값은

6.15로 예측되었다. 이 예측값을 나타낼 수 있는 조건은 가열시간 56.86분, 백숙용 토종닭 실용계 중량대비 3.18배 물 첨가 시 나타났다. Fig. 1에서 가열시간과 물 첨가량이 adhesiveness에 대해 미치는 영향을 살펴본 결과 조리시간이 단축될수록, 물 첨가량이 감소할수록 adhesiveness가 증가하는 경향을 나타내었다.

다리육의 springiness의 변화는 0.361~0.509으로 이때 나타난 회귀식은 $Y_1=1.87904-0.016644X_1-0.422333X_2+0.000030238X_1^2+0.002467X_1X_2+0.036857X_2^2$ 이며 R²값은 0.8552으로 10% 이내의 유의수준에서 유의성이 인정되었다. 가열시간과 물 첨가량 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 가열시간이 감소할수록 물 첨가량이 증가할수록 springiness가 높아지는 것으로 나타났다. 이때 예측되는 최고점은 0.53으로 가열시간은 50.32분, 백숙용 토종닭 실용계 중량 대비 3.43배 물 첨가 시 나타났다(Table 3).

Table 2. Polynomial equations calculated by RSM program for boiled chicken meat.

Response	Polynomial equation ¹⁾	R ²	Significance	
Adhesiveness	$Y_1=242.963095-5.360794X_1-15.566667X_2-0.029377X_1^2+2.56X_1X_2-24.757143X_2^2$	0.9718	0.0034	
Texture	Springiness	$Y_1=1.87904-0.016644X_1-0.422333X_2+0.000030238X_1^2+0.002467X_1X_2+0.036857X_2^2$	0.8552	0.0788
	Cohesiveness	$Y_1=1.173429-0.013421X_1-0.143X_2+0.000008571X_1^2+0.003X_1X_2-0.013143X_2^2$	0.7693	0.1815
	Chewiness	$Y_1=-6491.04246-126.071905X_1+8135.966667X_2+0.334067X_1^2+10.053333X_1X_2-1203.557143X_2^2$	0.7805	0.1664
Nucleic acid	Hypoxanthine	$Y_1=201.54627-0.663897X_1-79.67X_2+0.006648X_1^2-0.138X_1X_2+12.851429X_2^2$	0.8861	0.0504

¹⁾X₁ : cooking time (min), X₂ : water volume.

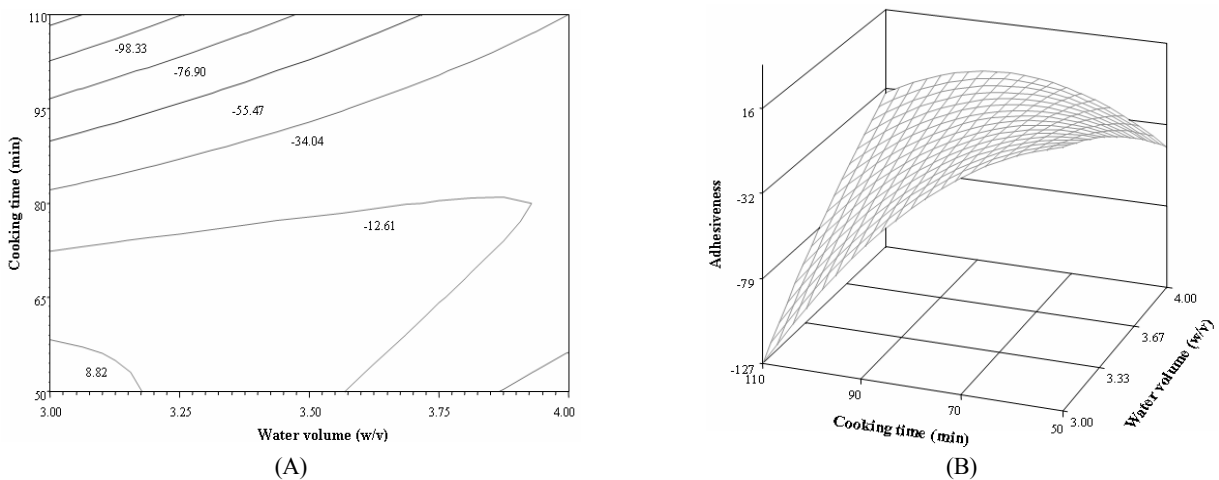


Fig. 1. Counter map (A) and response surface (B) for the effect of cooking time (time) and amount of added water (v/w) on the adhesiveness.

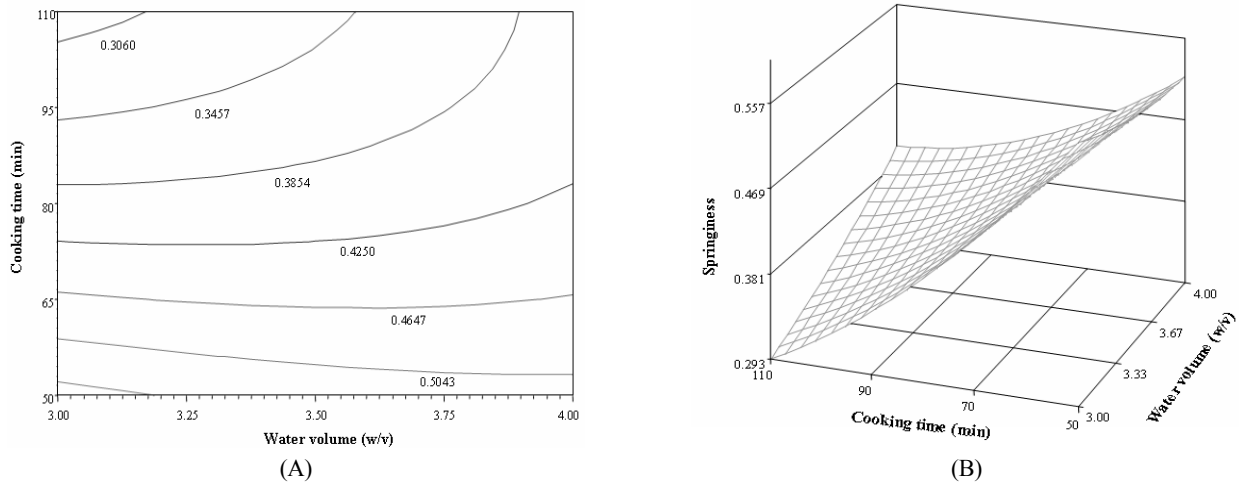


Fig. 2. Counter map (A) and response surface (B) for the effect of cooking time (time) and amount of added water (v/w) on the springiness.

Table 3. Predicted levels of optimum conditions for the maximized sensory properties of boiled chicken meat.

Responses variable	Independent variable		Estimated response	Morphology	
	X ₁ ¹⁾	X ₂ ²⁾			
Texture	Adhesiveness	106.92	3.28	-85.73(Min.)	Saddle point
		56.86	3.18	6.15(Max.)	
	Springiness	105.89	3.25	0.32(Min.)	Saddle point
		50.32	3.43	0.53(Max.)	
	Cohesiveness	104.41	3.21	0.28(Min.)	Saddle point
		52.67	3.29	0.40(Max.)	
Chewiness	101.39	3.15	1056.62(Min.)	Saddle point	
	50.03	3.52	3534.63(Max.)		
Nucleic acid	Hypoxanthine	80.00	3.50	30.92(Min.)	Minimum
		50.57	3.60	39.57(Max.)	

¹⁾X₁ : cooking time (min), ²⁾X₂ : water volume.

Cohesiveness에 대한 회귀식은 $Y_1=1.173429-0.013421X_1-0.143X_2+0.000008571X_1^2+0.003X_1X_2-0.013143X_2^2$ 으로 예측되는 최고점은 0.40으로 이때의 조건은 가열시간은 52.67 min, 토종닭 실용계 중량 대비 3.29배 물 첨가 시 나타났다(Table 3). 가열시간이 단축되고 물 첨가량이 감소할수록 cohesiveness가 증가하였다(Fig. 3). 가열시간 및 물 첨가량이 chewiness에 미치는 영향에 대한 회귀식은 $Y_1=-6491.04246-126.071905X_1+8135.966667X_2+0.334067X_1^2+10.053333X_1X_2-1203.557143X_2^2$ 으로 회귀식에 의해 예측된 최고점은 3534.63으로 이때의 가열시간과 물 첨가량은 각각 50.03분, 재래닭 중량대비 3.52배 첨가로 나타났다. 가열시간과 물 첨가량이 chewiness에 미치는 영향은 Fig. 4와 같이 물 첨가량에 의한 영향보다는 가열 시간이 단축될수록 chewiness는 증가하는 경향을 나타내었다.

모든 식품의 조직특성은 성분 변화, 원료, 단백질의 기능성 및 지방함량 등과 같은 여러 가지 요인에 의해 영향을 받게 된다(Cavestany et al., 1994; Park et al., 2001). 특히 Murphy and Marks(2000)의 연구결과에 따르면, 육류 및 가금류의 가열과정에서 조직감, 단백질 변성 및 육이 가지고 있는 고유의 풍미 등에 영향을 끼친다고 발표한 바 있어, 본 연구결과를 뒷받침하였다.

닭백숙 맛에 영향을 미치는 요인으로 판단되는 Hx에 대한 회귀식은 $Y_1=201.54627-0.663897X_1-79.67X_2+0.006648X_1^2-0.138X_1X_2+12.851429X_2^2$, R²값은 0.8861으로 10% 이내의 유의수준에서 유의성을 나타내었다. 가열시간 50.57분, 토종닭 실용계 중량대비 3.60배 물 첨가 시 회귀식에 의한 예측된 최고점은 39.57로 나타났다. 가열시간과 Hx함량에 의한 영향은 가열시간 77.0~96.5분, 토종닭 실용계 중량

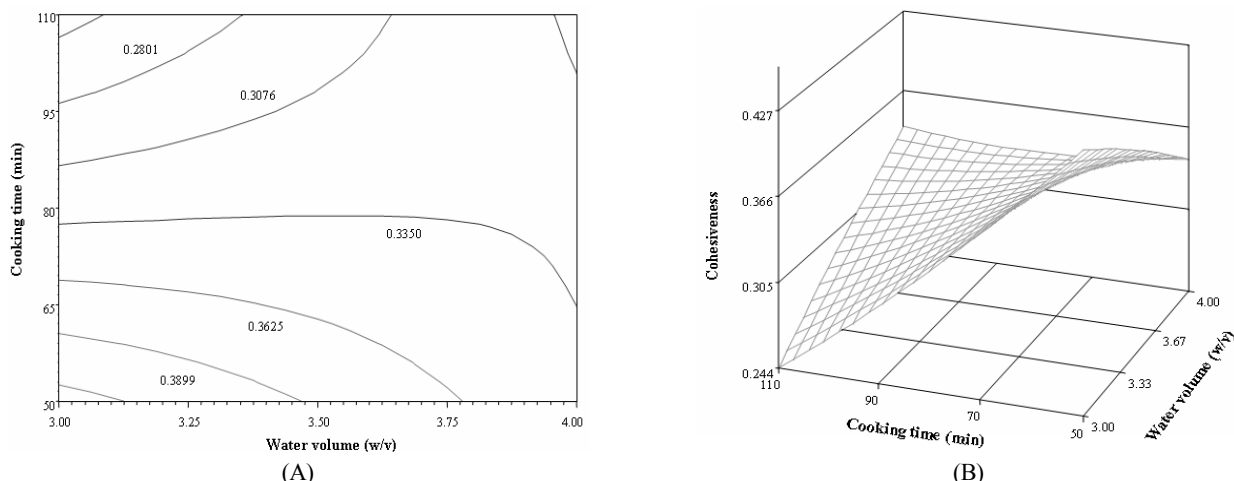


Fig. 3. Counter map (A) and response surface (B) for the effect of cooking time (time) and amount of added water (v/w) on the cohesiveness.

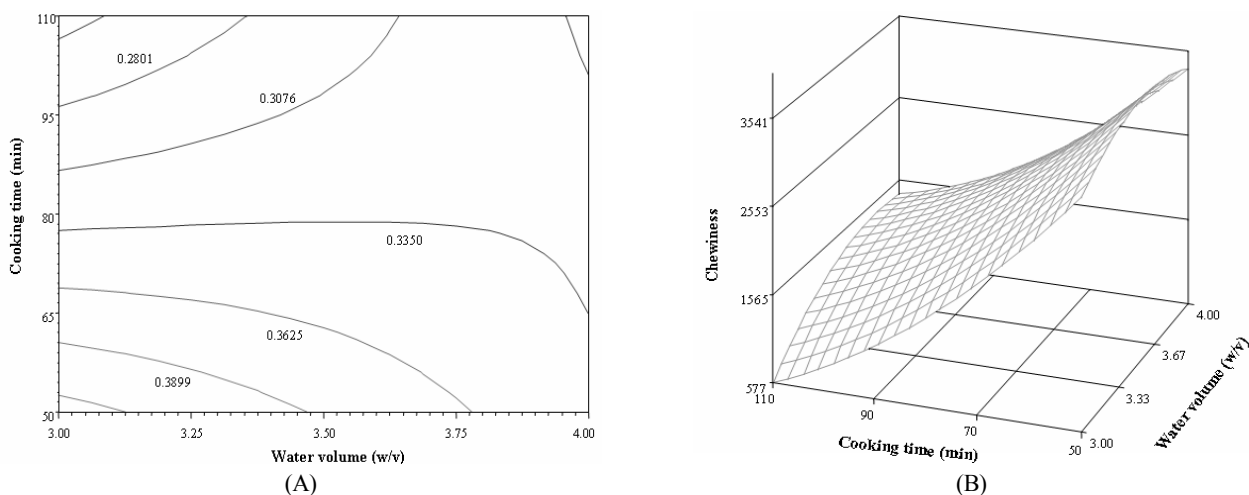


Fig. 4. Counter map (A) and response surface (B) for the effect of cooking time (time) and amount of added water (v/w) on the chewiness.

대비 3.33~3.80배의 물을 첨가할 경우 Hx 함량이 최소값을 나타내었으며, 물 첨가량에 의한 영향 보다는 가열 시간이 단축될수록 Hx 함량이 증가하였다(Fig. 5).

고기의 맛에 관련한 정미 성분으로 유리아미노산과 핵산 관련 물질이 알려져 있으며, 핵산 관련 말질 중 IMP는 우리나라 맛에 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Kawamura and Halpern, 1987). 그러나 Yano 등(1995)의 연구에 따르면 IMP는 inosine을 거쳐서 Hx으로 분해되므로 숙성과 같은 외부 처리의 시간이 경과함에 따라 IMP의 함량이 감소가 된다고 발표한 바 있다. 본 연구에서 IMP 측정결과 높은 신뢰성을 얻을 수 없었던 것으로 볼 때, 상기 논문의 연구결과와 유사한 경향을 보였음을 확인하였다.

가열 시간과 물 첨가량에 의한 닭백숙의 품질에 미치는

영향을 살펴본 결과, 다리육의 경우 조직감과 핵산 성분에 대한 영향을 Table 4에 나타내었다. 조직감 중 adhesiveness의 경우 가열 시간과 물 첨가량에 대해 각각 1, 5% 수준으로 유의수준을 나타내어 두 요소에 의한 영향을 받는 것으로 나타내었다. 그러나 springiness, cohesiveness, chewiness 및 hypoxanthine은 조리시간에 의한 영향을 받는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 백숙용 토종닭 실용계의 적정 가공 조건 설정연구를 반응표면 분석법을 이용하여 알아본 결과, 다리육의 경우 닭 증량의 3.5배의 물을 가수하여 73.5분간 요리할 경우 차별화된 조직감 특성이 가장 좋은 효과가 있을 것으로 예측되었다. 추후 보완 연구를 통해 다리육 뿐만이 아닌 가슴육 및 육수의 다양한 가공

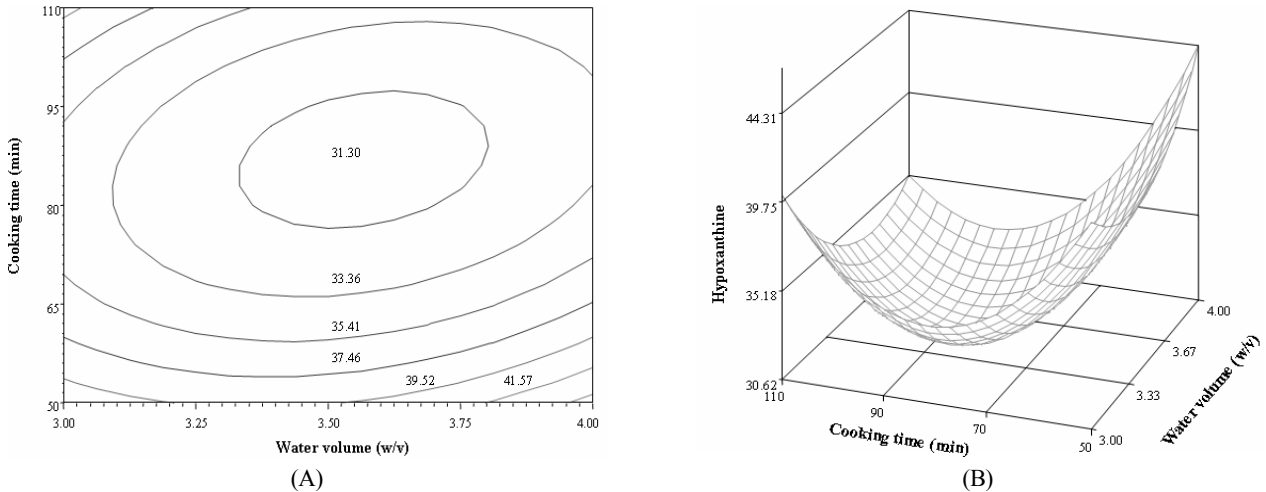


Fig. 5. Counter map (A) and response surface (B) for the effect of cooking time (time) and amount of added water (v/w) on the hypoxanthine.

Table 4. Regression analysis for regression model of boiled chicken at different cooking time (min) and amount of added water (v/w).

Treatment condition	F-ratio				
	Texture			Nucleic acid	
	Adhesiveness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness	Hypoxanthine
Cooking time (min)	43.50***	7.65**	4.39*	4.23*	10.27**
Water volume (w/v)	5.96*	0.34	0.33	0.33	2.20

¹⁾ *Significant at 10% level; ** 5% level; *** 1% level.

적성 조건 실험을 통해 최적 가공조건 확립에 관한 연구가 이루어져야 할 것이라고 사료된다.

IV. 결론

반응표면분석법을 이용하여 백숙용 토종닭 실용계의 최적 가공조건을 예측하였다. 중심합성계획으로 설계된 닭백숙의 요인변수로 가열시간(X_1)과 물 첨가량(X_2)을 -2, -1, 0, 1, 2 다섯 단계로 부호화하여 핵산 관련물질 분석, 조직감, 지질산패도 및 관능평가를 진행한 결과, 다리육에 대한 핵산 관련물질 중 hypoxanthine(Hx) 및 조직감에 대한 높은 신뢰도를 얻어 이에 대한 분석을 진행하였다. 조직감 중 adhesiveness의 경우 가열 시간 및 물 첨가량에 의해 계속적으로 영향을 받는 것으로 나타났다. 그러나 springiness, cohesiveness, chewiness 및 hypoxanthine은 조리시간에 의한 영향을 받는 것으로 나타났다. 닭 중량의 3.5배의 물을 가수하여 73.5분간 요리할 경우 차별화된 조직감 특성이 가장 좋은 효과가 있을 것으로 예측되었다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ90701104)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사를 드립니다.

참고 문헌

Ahn DH, Park SY. 2002. Studies on components related to taste such as free amino acids and nucleotides in Korean native chicken meat. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31: 547-552.

Box EP, Draper R. 1987. *Empirical model-building and response surface*, John Wiley & Sons, New York, USA.

Cavestany M, Colmenero FJ, Solas MT, Carballo J. 1994. Incorporation of sardine surimi in bologna sausage containing different fat levels. *Meat Sci.* 38: 27-37.

Choe JH, Nam KC, Jung S, Kim B, Yun HJ, Jo C. 2010. Differences in the quality characteristics between commercial Korean native chickens and broilers. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 30: 13-19.

Gontard N, Guilbert S, Cuq JL. 1992. Edible wheat gluten films influence of the main process variable on film properties

- using response surface methodology. *J. Food Sci.* 57: 190-196.
- Han IK, Ha JK, Lee JH. 2009. Growth and development of the academic societies and animal production in Korea, China and Asia over the last 50 years. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 22: 906-914.
- Han JS, Han GP, Kim JS, Kim MH. 1996. A survey on housewives' awareness and uses of native chicken. *J. East Asian Dietary Life* 6: 393-401.
- Jaturasitha S, Srikanchai T, Kreuzer M, Wicke M. 2008. Difference in carcass and meat characteristics between chicken indigenous to northern Thailand (black-boned and Thai native) and imported extensive breeds (Bresse and Rhode Island Red). *Poultry Sci.* 87: 160-169.
- Jeon HJ, Choe JH, Jung Y, Kruk ZA, Lim DG, Jo C. 2010. Comparison of the chemical composition, textural characteristics, and sensory properties of North and South Korean native chickens and commercial broilers. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 30: 171-178.
- Kawamura Y, Halpern BP. 1987. Recent developments in umami research. In *Umami: A Basic Taste*. edited by Kawamura Y. and Kare M. R. pp. 637-642, Marcell Deckker, New York, USA.
- Kim HK. 2010. Breeding control of *Woorimotdak* (1). *Korean Poultry J* 487: 153-155.
- Korea Chicken Council. 2011. Poultry meat statistics. Accessed in <http://www.chicken.or.kr/chicken/data/data1.htm>. on 10 Feburay 2012.
- Lee GD, Lee JE, Kwon, JH. 2000 Application of response surface methodology in food industry. *Food Ind.* 33: 33-45.
- Murphy RY, Mark BP. 2000. Effect of meat temperature on properties, texture, and cool liss for ground chicken breast patties. *Poultry Sci.* 79: 99-104.
- Nakatami Y, Fujita T, Sawa S, Otani T, Hori Y, Takagahara I. 1986. Changes in ATP-related compounds of beef and rabbit muscles and a new index of freshness of muscle. *Agric. Biol. Chem.* 50: 1751-1756.
- Park CK, Park SH, Jeon DS, Kim HD, Moon YH, Jung IC. 2001. Effect of ultrasonic treatment on physicochemical properties and palatability of cooked chicken meat. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 21: 126-132.
- Sang BD, Kong HS, Kim HK, Choi CH, Kim SD, Cho YM, Sang BC, Lee JH, Jeon GJ, Lee HK. 2006. Estimation of genetic parameters for economic traits in Korean. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 19: 319-323.
- Wattanachant S, Benjakul S, Ledward DA. 2004. Composition, color, and texture of Thai indifenuous and broiler chicken muscles. *Poultry Sci.* 83: 123-128.
- Yano K, Kataho N, Watanabe M, Nakamura T, Asano Y. 1995. Evaluation of beeg aging by determination of hyposanthine and xanthine contents: Application of xanthine sensor. *Food Chem.* 52: 439-445.