J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.
31(2), 236~240(2002)

타조알 껍질의 성분특성 및 젖산칼슘 제조를 위한 최적 회화조건 검토

고민경 · 노홍균†
대구가톨릭대학교 식품공학과

Studies on Characteristics of Ostrich Egg Shell and Optimal Ashing Conditions for Preparation of Calcium Lactate

Min-Kyoung Ko and Hong-Kyoon No†

Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Kyungsan 712-702, Korea

Abstract

Characteristics of ostrich egg shell and optimal ashing conditions for preparation of calcium lactate were investigated. Average weight, girth, and length of ostrich egg shell with membrane (OESM) were 255.17 g, 39.50 cm, and 15.20 cm, respectively. Ostrich egg shell without membrane (OES) contained 0.35% moisture, 40.98% Ca as a major mineral, 2.43% protein, and 235.0 mg/100 g of amino acids. Optimal ashing times for preparation of white-colored ashing powder from OES were 12 hr at 700°C, 80 min at 800°C, and 15 min at 900°C, respectively. These ashing conditions resulted in ashing powder with yields of 54.5~54.6% and color values of 97.26~97.51 for L^*, -0.30~-0.34 for a^*, and 0.63~0.98 for b^*. Ashing powders, from three different particle size ranges of OES, did not show significant differences in yield.

Key words: ostrich egg shell, characteristics, ashing powder, calcium lactate

서 론

타조(Ostrich, *Struthio camelus*)는 1875년 남아프리카 공화국과 알제리에서 사육이 시작되어 그 후 미국, 호주, 뉴질랜드, 아르헨티나, 독일, 프랑스 등으로 확산되었고 국내에서는 1997년에 도입되었다(1). 타조의 사육이 최근 국내에서 새로운 산업으로 각광을 받고 있는 것은 고단백, 저지방, 저콜레스테롤의 고기생산과 양질의 가죽 그리고 아름다운 깃털 등에 있다(2-4). 특히 타조 고기는 닭, 오리, 칠면조 등의 가금육과는 달리 쇠고기 같은 적색육이며 다른 고기에 비하여서 조단백질 함량이 높으며 지방 함량뿐만 아니라 콜레스테롤 함량이 낮은 저칼로리 육으로서 육질이 부드러운 특징이 있고 무기질 성분 함량이 높아 성인병 예방차원에서 앞으로 많은 소비가 있을 것으로 생각된다(2,5,6)

한편 타조알은 난각이 흰색에서 연한 황색으로 무게는 통상 계란을 50 g 정도 본다면 계란의 20배 이상(1,200~1,800 g)이 된다. 타조알 내용물의 성분을 계란의 내용물과 비교시, 회분 함량은 계란의 경우보다 높은 반면 지질의 함량은 낮게 나타나 앞으로 타조알이 식용으로의 전망도 기대된다(5). 타조알은 난각이 두껍고 그 모양 또한 우수하여 현재 타조알 껍질의 이용의 주를 이루는 것은 알공예이다(5). 그러나 타조알 중량의 20%를 차지하는 타조알 껍질의 주요 성분은 calcium carbonate(7)로 타조알 껍질에는 칼슘이 풍부하게 함유되어 있으나 이를 칼슘 공급원으로서 활용하고자 한 연구 보고는 아직까지 찾아 볼 수 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 타조 사육농장으로부터 부화 후 폐기물로 버려지는 타조알 껍질을 부가가치가 높은 칼슘자원으로 활용하고자, 타조알 껍질의 성분특성 및 젖산칼슘 제조를 위한 최적 회화조건을 검토하였다.

재료 및 방법

실험 재료

타조알 껍질은 경북 의성군 옥산면에 소재하고 있는 옥산타조농장으로부터 타조알에 구멍을 내어 내용물을 제거한 후 원형상태로 건조시킨 것을 구입하여 사용하였다. 타조알 껍질(Ostrich egg shell with membrane, OESM)에서 피막(Membrane, M)을 제거한 후(Ostrich egg shell without membrane, OES) 물로 세척하여 잔류 불순물을 제거하고 60°C에서 4시간 건조시켰다. 건조된 껍질은 Waring blendor(Model 33BL79, New Hartford, CT, USA)로 분쇄한 후 유리병에 담아 실온에 보관하면서 사용하였다.

회화분의 제조

분쇄한 타조알 껍질(OES) 1 g을 도가니에 취한 후 전기

†Corresponding author. E-mail: hkno@cuth.cataegu.ac.kr
Phone: 82-53-850-3219, Fax: 82-53-850-3219

회화로(F-2F, Kookje, Seoul, Korea)를 이용하여 회화 온도와 시간(700°C에서는 3~15시간, 800°C에서는 20~100분, 900°C에서는 5~20분)에 따른 회분함량을 정량한 후, 시료량에 대한 백분율을 수율(%)로 나타내었다. 입자 크기에 따른 수율 측정을 위해서는, 분쇄한 타조알 껍질(OES)을 20-(0.841 mm), 40-(0.425 mm), 60-(0.250 mm), 100-mesh(0.150 mm)의 체로 쳐서 입자의 크기별로 분리한 후 900°C에서 15분간 회화시킨 후 수율(%)을 측정하였다.

무게, 둘레, 길이 측정

타조알 껍질(OESM) 15개에 대하여 무게는 electronic balance(GT 480, Ohaus, USA)로, 둘레는 줄자로, 길이는 직자를 이용하여 측정하였다.

수분 및 단백질 분석

수분은 적외선 수분측정기(HG53, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland)를 이용하여 측정하였으며, 조단백질 함량(N×6.25)은 Elemental Analyzer(EA 1110, CE Instrument, Rodano-Milan, Italy)를 사용하여 질소(N)를 측정한 후 산출하였다.

무기질 분석

일정량의 분말 시료(0.3 g)를 teflon vessel에 취한 다음 혼합산(HNO_3 : HF : $HClO_4$ = 4 : 4 : 1)을 5 mL 가하여 실온에서 반응시키고 반응이 끝나면 뚜껑을 닫고 150°C에서 overnight 가열하였다. 이것을 완전히 식힌 다음 뚜껑을 열고 산을 날려보내고 여기에 HNO_3 3 mL와 HCl 2 mL를 가한 뒤 실온에서 반응을 시킨 후 다시 150°C에서 가열하였다. 이것을 식힌 다음 뚜껑을 열어 완전히 녹은 것을 확인하고 산이 2 mL 정도 남을 때까지 가열한 후 증류수로 희석하였다. 무기질은 Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrophotometer(ICP-AES)와 Atomic Absorption Spectrophotometer(AAS)를 이용하여 분석하였다.

아미노산 분석

시료(0.1 g)에 6 N HCl을 가하여 110°C에서 24시간 가수분해 시킨 후 amino acid analyzer(Biochrom 20, Pharmacia Biotech Ltd., Cambridge, England)를 사용하여 아미노산 함량을 측정하였다.

색상 측정

색상은 색차계(Minolta Chroma Meter CR-200, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 그 결과는 L^* (lightness), a^*(redness; -a, greenness), b^*(yellowness; -b, blueness) 값으로 나타내었다. 색차계는 사용하기 전 calibration plate(Y = 94.5, x = 0.3132, y = 0.3203)를 이용하여 보정하였다.

통계 분석

조단백질, 아미노산 및 무기질 분석은 2반복으로 행하였으며, 그 외 모든 실험은 3반복 이상으로 행하였다. 본 실험의 결과에 대한 유의성은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package를 이용하여 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다.

결과 및 고찰

타조알 껍질의 크기 및 성분조성

크기 및 수분함량 : 타조알 껍질의 크기 및 수분함량을 측정한 결과는 Table 1과 같이, 평균 무게는 255.17 g, 둘레는 39.50 cm, 길이는 15.20 cm이었으며 수분함량은 0.35%를 나타내었다. 이는 손과 남(5)이 발표한 타조알 껍질의 무게(296.7 g) 보다는 다소 낮은 값을 나타내었으나, Reiner et al.(8)이 발표한 둘레(40.4 cm)와 길이(15.55 cm) 그리고 Nahm(3)이 발표한 길이 15.41 cm와는 유사하였다.

무기질 성분 : 타조알 껍질(OES)의 무기질 성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 타조알 껍질의 주요 macromineral 성분은 Ca으로 전체의 40.98%를 차지하였으며 그 외 Mg, Na, P, K가 0.16~0.02% 함유되어 있었다. Micromineral 중에서는 Fe가 30.59 ppm으로 가장 높은 함량을 나타내었으며 Cu, Zn, Al, Mn은 19.23~3.20 ppm 함유되어 있었다.

타조알 껍질의 칼슘함량은 8종의 어류뼈(9,10)의 칼슘함량(36.5~38.6%)과 굴 패각(11)의 칼슘함량(39.64%)에 비해 약간 많거나 유사하였으며, 칼슘 이외의 무기질 함량은 어류뼈에 비하여 전반적으로 낮아 타조알 껍질이 우수한 칼슘소재로서의 이용가치가 있음을 증명하였다.

조단백질 함량 : 피막을 제거하지 않은 타조알 껍질(OESM)과 피막을 제거한 타조알 껍질(OES) 그리고 피막(M)에 대하여 단백질 함량을 분석한 결과(Table 3), OESM과 OES의 단백질 함량은 각각 2.91%와 2.43%로 상당히 낮은 반면, 피막

Table 1. Weight, girth, length and moisture content of ostrich egg shell

Weight (g)[1)]	Girth (cm)[1)]	Length (cm)[1)]	Moisture (%)[2)]
255.17±23.78	39.50±1.36	15.20±0.63	0.35±0.05

[1)]Mean±standard deviation (SD) of 15 ostrich egg shells with membrane (OESM).
[2)]Mean±SD of six determinations for 15 pooled ostrich egg shells without membrane (OES).

Table 2. Mineral content of ostrich egg shell without membrane (OES)

Mineral	Content (%)	Mineral	Content (ppm)
Ca	40.98[1)]	Fe	30.59
Mg	0.16	Cu	19.23
Na	0.10	Zn	8.20
P	0.06	Al	8.00
K	0.02	Mn	3.20

[1)]Average of duplicate determinations.

Table 3. Nitrogen and crude protein content of ostrich egg shell

	Sample[1]		
	OESM	OES	M
Nitrogen (%)	0.47[2]	0.39	14.10
Crude protein (%)	2.91	2.43	88.01

[1]OESM, Ostrich egg shell with membrane; OES, Ostrich egg shell without membrane; M, Membrane.
[2]Average of duplicate determinations.

(M)은 88.01%로 대부분이 단백질로 구성되어 있었다. 본 연구에서는 타조알 껍질의 칼슘을 이용하려는데 그 목적이 있으므로 대부분 단백질로 구성되어 있는 피막을 제거한 타조알 껍질(OES)로부터 젖산칼슘을 제조하는 것이 보다 바람직하리라 여겨졌으며, 한편 피막은 우수한 단백질 소재로서의 이용 가치가 있을 것으로 판단되었다.

한편, Kim et al.(9,10)의 칼슘소재로 적절하다고 보고한 8종의 어류뼈의 조단백질 함량은 28.8~40.7%(dry basis) 범주로 이는 본 연구에서 칼슘원으로 이용하고자 하는 타조알 껍질(OES)의 조단백질 함량보다 약 12배 내지는 17배 정도의 높은 함량을 보여, 타조알 껍질이 보다 우수한 칼슘 소재로서의 이용 가능성을 나타내었다.

아미노산 함량 : Table 4는 피막을 제거하지 않은 타조알 껍질(OESM)과 피막을 제거한 타조알 껍질(OES) 그리고 피막(M)에 대한 아미노산 함량을 측정한 결과이다. 총아미노산 함량은 단백질 함량(Table 3)과 같이 피막(7871.1 mg/100 g)이 OESM(365.9 mg/100 g)이나 OES(235.0 mg/100 g)에 비해 현저히 높았다. 그러나 각 시료의 총아미노산 함량과 단백질 함량을 비교해 볼 때 차이가 있었으며 이는 비단백태 질소화합물의 차이에서 기인하는 것으로 여겨진다. 한편 아미노산의 조성을 살펴볼 때, 피막에서는 glutamic acid의 함량이 다른 아미노산에 비해 상당히 높았으며, OESM과 OES에서도 glutamic acid가 다른 아미노산에 비해 다소 높은 경향을 나타내었다.

Table 4. Amino acid content of ostrich egg shell

(unit: mg/100 g)

Composition	Sample[1]		
	OESM	OES	M
Asp	33.8[2]	22.9	658.5
Thr	19.8	10.1	520.6
Ser	23.1	14.7	462.7
Glu	48.1	28.3	1067.9
Pro	26.6	10.7	772.3
Gly	21.3	12.1	472.4
Ala	17.6	12.5	316.8
Cys	22.0	9.7	673.1
Val	17.4	10.6	459.9
Met	7.9	4.5	232.4
Ile	16.9	14.2	337.2
Leu	21.4	17.6	357.4
Tyr	17.6	17.7	236.5
Phe	13.0	11.5	183.4
His	13.3	8.3	256.5
Lys	17.5	12.1	316.3
Arg	28.5	17.7	547.2
Total	365.9	235.0	7871.1

[1]OESM, Ostrich egg shell with membrane; OES, Ostrich egg shell without membrane; M, Membrane.
[2]Average of duplicate determinaions.

회화분 제조

온도와 시간에 따른 회화분의 수율 : 타조알 껍질(OES)의 회화 온도와 시간에 따른 회화분의 수율(%)을 측정한 결과는 Fig. 1~3과 같다. 온도 700°C(Fig. 1)에서는 회화시간이 3시간에서 9시간까지는 시간이 길어짐에 따라 수율은 77.2%에서 55.8%로 유의적으로 감소되었으나 회화 시간을 12시간과 15시간까지 연장하였을 때 수율은 모두 54.6%를 나타내어, 9시간 때의 수율과는 유의적인 차이가 없었다. 그러나 회화 후 회화분의 상태를 육안으로 살펴보면, 9시간 동안 회화한 회화분에서는 회색의 회화분이 아직 남아있는 반면 12시간 이상에서의 회화분은 완전히 백색을 나타내어 온도 700°C에서의 회화 최적 시간은 12시간으로 간주되었다.

회화 온도 800°C(Fig. 2)에서도 회화 온도 700°C에서와 유사하게 회화시간이 20분에서 60분까지는 시간이 길어짐에 따라 수율은 76.2%에서 55.3%로 점진적으로 감소되었으나 회회 시간을 80분과 100분으로 연장하였을 때 수율은 모두 54.5%를 나타내어 60분의 수율에 비해 유의적인 차이는 없었다. 그러나 상기에서와 같이 60분 동안 회화한 회화분에서는 회색의 회화분이 아직 남아 있었으며 80분 이상에서의 회화분은 완전히 백색을 나타내어 온도 800°C에서 회화 최적 시간은 80분으로 간주되었다.

회화 온도 900°C(Fig. 3)에서 회화 시간에 따른 수율은 5분일 때 61.0%, 10분일 때 56.9%, 15분일 때 54.5%, 20분일 때 54.5%를 나타내었다. 그러나 처리 시간 10분까지는 회색

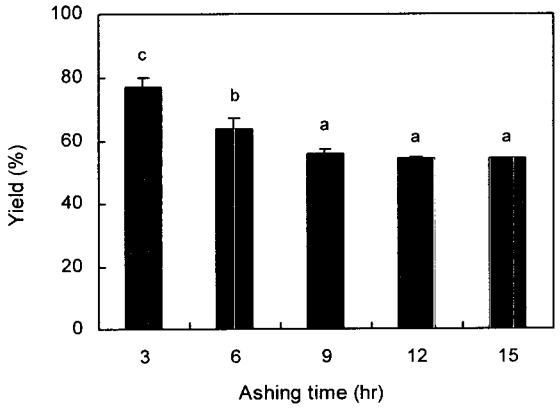

Fig. 1. Effect of ashing times at 700°C on yield of ashing powder from ostrich egg shell.
Mean±SD of six determinations. [abc]Means with different superscripts indicate significant differences ($p<0.05$).

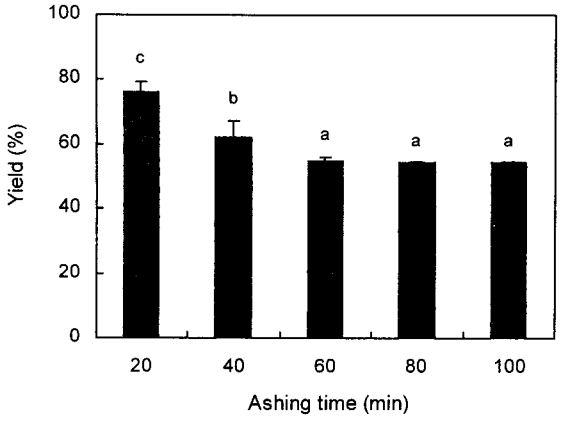

Fig. 2. Effect of ashing times at 800°C on yield of ashing powder from ostrich egg shell.
Mean±SD of six determinations. [abc]Means with different superscripts indicate significant differences ($p<0.05$).

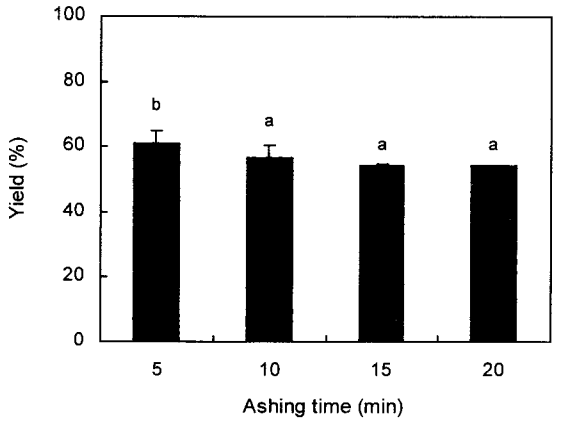

Fig. 3. Effect of ashing times at 900°C on yield of ashing powder from ostrich egg shell.
Mean±SD of six determinations. [ab]Means with different superscripts indicate significant differences ($p<0.05$).

의 회화분이 아직 남아있는 것을 발견할 수 있었으며 15분 이상에서는 완전히 백색의 회화분으로서 온도 900°C에서의 회화 최적 시간은 15분으로 판단되었다.

이상의 회화 온도와 시간에 따른 수율의 결과를 살펴보면, 회화 최적 시간까지는 수율이 감소하며 그 감소율은 최적 시간에 가까울수록 줄어든다는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서는 회화 최적 시간에 얻어진 회화분의 수율은 회화온도에 관계없이 54.5~54.6%를 나타내어, 수율이 회화온도에 따른 최적시간을 설정하는데 지표로 사용될 수 있음을 제시하였다.

한편, Kim et al.(12)의 가다랑어뼈로부터 칼슘제 제조에 관한 연구에서는 700°C에서 회화할 경우 회화 최적 시간이 80분, 800°C에서는 30분, 900°C의 경우 15분으로 보고하였으며, 이는 900°C에서의 회화 최적시간을 제외하고는 본 연구의 결과와 상이하였다.

온도와 시간에 따른 회화분의 색상 : 회화 온도와 시간에 따른 회화분의 색상을 색차계를 이용하여 측정한 결과는 Table 5와 같다. 각각의 회화 온도에서 회화 시간에 따른

Table 5. Effect of ashing temperatures and times on color values of ashing powder from ostrich egg shell

Temp (°C)	Time	L*	a*	b*
700	3 hr	65.58±2.79[1)]	-0.03±0.00	-0.45±0.06
	6 hr	82.25±0.82	-0.27±0.03	-0.35±0.08
	9 hr	92.68±0.39	-0.17±0.02	0.23±0.03
	12 hr	97.26±0.79	-0.31±0.02	0.63±0.02
	15 hr	97.28±0.29	-0.32±0.02	0.75±0.09
800	20 min	64.63±2.37	-0.02±0.00	0.36±0.09
	40 min	81.94±3.60	-0.07±0.04	0.22±0.21
	60 min	94.17±1.41	-0.25±0.03	0.48±0.08
	80 min	97.40±0.38	-0.34±0.03	0.76±0.23
	100 min	97.09±0.25	-0.43±0.03	1.05±0.02
900	5 min	80.12±1.17	-0.24±0.03	0.51±0.04
	10 min	88.01±2.48	-0.29±0.04	0.51±0.05
	15 min	97.51±0.54	-0.30±0.03	0.98±0.05
	20 min	97.01±0.58	-0.30±0.00	0.97±0.03

[1)]Mean±SD of triplicate determinations.

색상의 변화를 명도를 나타내는 L*값을 중심으로 해서 살펴보면, 온도 700°C에서는 12시간까지는 증가하였으나 그 이후로는 변화가 없었다. 한편 800°C와 900°C에서도 각각 80분과 15분까지는 증가하였으나 그 이후로는 변화가 없었다. 이와 같은 결과는 회화분의 색상을 육안으로 살펴보았을 때 회화분이 완전히 백색을 나타낼 때의 최적시간과 일치하였다. 회화 온도 700, 800, 900°C의 최적 시간에서 L*값은 97.26~97.51 범주를 나타내었으며 a*값은 -0.30~-0.34, b*값은 0.63~0.98을 나타내어, 색차계의 L*, a*, b* 값를 이용하여서도 최적 회화 시간을 예측할 수 있으리라 여겨졌다.

Shin and Kim(13)의 난각을 이용한 칼슘제조의 실험에 의하면, 난막을 제거한 난각을 회화하는데 있어서 전기로 온도 850, 900, 1000°C에서 각각 14, 9, 3시간이 경과해야만 L* 값이 90이상이 되는 것으로 나타나, 본 실험의 결과와는 상당한 차이를 나타내었다. 한편 Kim et al.(12)의 가다랑어뼈로부터 칼슘제의 제조에 관한 연구 결과에 의하면 90이상

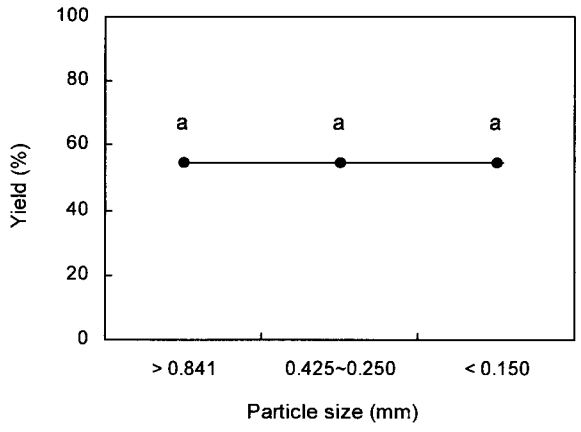

Fig. 4. Effect of particle size ranges on yield of ashing powder from ostrich egg shell.
Mean of six determinations. [a]Means with same superscripts indicate no significant differences ($p>0.05$).

의 백색도(white index)를 나타내는 시점은 700, 800, 900°C에서 각각 100, 30, 10분으로 나타나, 칼슘원에 따라 최적 회화 시간이 상이함을 알 수 있었다.

입자 크기에 따른 수율 : 타조알 껍질(OES)의 입자를 0.841 mm 이상, 0.425~0.250 mm 사이, 0.150 mm 이하의 크기로 구분하여 900°C에서 15분간 회화한 후 그 수율(%)을 비교한 결과는 Fig. 4와 같다. 입자 크기에 따른 회화분의 수율은 0.841 mm 이상인 경우 54.6%, 0.425~0.250 mm사이에서는 54.6%, 0.150 mm 이하인 경우 54.5%로 타조알 껍질의 입자 크기에 따른 회화분의 수율(%)에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

요 약

본 연구에서는 타조 사육농장으로부터 폐기물로 나오는 타조알 껍질을 부가가치가 높은 칼슘자원으로 활용하고자, 타조알 껍질의 성분특성 및 젖산칼슘 제조를 위한 최적 회화 조건을 검토하였다. 타조알 껍질(ostrich egg shell with membrane, OESM)의 평균 무게는 255.17 g, 둘레는 39.50 cm, 길이는 15.20 cm 이었으며, 피막이 제거된 타조알 껍질(ostrich egg shell without membrane, OES)의 수분함량은 0.35%, 주요 무기질 성분은 Ca으로 전체의 40.98%를 차지하였으며, 단백질 함량은 2.43%, 아미노산 함량은 235.0 mg/100 g을 나타내었다. OES로부터 회화분을 제조시, 회화 최적시간은 700°C에서는 12시간, 800°C에서는 80분, 900°C에서는 15분이었으며, 이때 수율은 54.5~54.6%, L*값은 97.26~97.51, a*값은 -0.30~-0.34, b*값은 0.63~0.98 범주를 나타내었다. OES의 입자를 0.841 mm 이상, 0.425~0.250 mm 사이, 0.150 mm 이하의 크기로 구분하여 900°C에서 15분간 회화한 후 그 수율(%)을 비교한 결과, 입자 크기에 따른 회화분의 수율에는 유의적인 차이가 없었다.

문 헌

1. Jang KM. 2001. Economic analysis of ostrich farm management in Korea. *Korean J Agric Manag Policy* 28: 383-398.
2. Min SG, Lee CH. 2000. Development of preservation technology for ostrich meat and meat processing. *Daesan Nonchong* 8: 385-394.
3. Nahm KH. 1999. A study on the incubation length and the weight loss of the imported ostrich (*Struthio camelus*) eggs in February and June. *Kor J Anim Sci* 41: 167-174.
4. Son JH, Nahm KH. 1998. Ostrich feeding and breeding (review)-The basic management and feeding methods for ostrich farmers. *Kor J Anim Nutr Feed* 22: 137-146.
5. 손장호, 남기홍. 1998. 타조는 가축이 될 수 있을까. 한국타조연구소. p 101-109.
6. 월간 타조연구. 2000. 한국타조연구센터. p 36-45.
7. Nahm KH. 2000. The physiology of ostrich eggs and the effective management for incubation. 2000 Summer Symposium Proceedings of Korean Society of Poultry Science. p 39-46.
8. Reiner G, Dorau HP, Dzapo V. 1995. Cholesterol content, nutrients and fatty acid profiles of ostrich (Struthio camelus) eggs. *Arch Geflügelk* 59: 65-68.
9. Kim JS, Choi JD, Koo JG. 1998. Component characteristics of fish bone as a food source. *Agric Chem Biotechnol* 41: 67-72.
10. Kim JS, Yang SK, Heu MS. 2000. Component characteristics of cooking tuna bone as a food resource. *J Korean Fish Soc* 33: 38-42.
11. Kang JH, Kim JH, Lee HC. 1996. A study on the development of manufacturing process of high grade precipitated calcium carbonate from oyster shell. *J Kor Solid Wastes Eng Soc* 13: 320-327.
12. Kim JS, Cho ML, Heu MS. 2000. Preparation of calcium powder from cooking skipjack tuna bone and its characteristics. *J Korean Fish Soc* 33: 158-163.
13. Shin HS, Kim KH. 1997. Preparation of calcium powder from eggshell and use of organic acids for enhancement of calcium ionization. *Agric Chem Biotechnol* 40: 531-535.

(2002년 1월 29일 접수; 2002년 3월 20일 채택)