

특별강연 논문

계란의 부가가치 향상을 위한 기술개발

계란의 부가가치 향상을 위한 기술개발

한국식품개발연구원

유 익 증

I. 서론

계란은 통상 단백질 식품일 뿐만 아니라 양질의 단백질원으로 알려져 있다. 즉 생물가(biological value)가 100에 가까운 것으로 FAO/WHO는 필수아미노산 조성에 의한 단백질의 영양평가 및 단백질 소요량의 산출을 위해 비교단백질(reference protein)의 하나로써 중요시하고 있다. 뿐만 아니라 영양가치에 비해 가장 가격이 저렴한 단백질원으로서 50g의 계란 1개가 갖는 단백질량 6.5g과 같은 양의 단백질을 갖는 양은 우유 200g, 쇠고기 35g, 완두콩 25g 그리고 식빵 100g에 해당한다. 계란 지질의 구성성분에는 지방산의 조성이라던가 지질의 구성요소 면에서도 양질의 지질성분으로 평가되고 있다. 한편 50g 짜리 계란 1개가 갖는 80칼로리와 같은 열량을 갖는 다른 식품들의 양을 비교해 보면 우유 135g, 쇠고기 50g, 완두콩 30g 및 식빵 32g 으로서 에너지원으로서도 뒤떨어지지 않는 식품임을 알 수 있다. 이렇게 영양가치가 높은 계란은 오랜동안 다른 축산식품에 비하여 난각이라는 천연포장용기에 쌓여 있을 뿐만 아니라 섭취가 용이하여 그 동안 저장, 가공 등 새로운 기술개발의 도전을 비교적 적게 받아온 것으로 보인다. 본고에서는 이렇게 비교적 기술개발의 대상에서 멀어져 있던 계란의 부가가치 향상을 위한 몇가지 노력을 기울여 온 바 그 결과를 소개하고자 한다. 계란을 통해 섭취되는 식이 콜레스테롤은 혈중콜레스테롤에 영향을 미치지 않는다는 연구결과가 지배적으로 식이콜레스테롤이 보상작용에 의하여 혈중콜레스테롤에 영향을 미치지 않는다 하더라도 20~30%의 비보상체질을 갖는 사람에 대해서는 여전히 콜레스테롤의 과다한 섭취는 문제가 될 것이라는 의견도 있다. 따라서 체내의 콜레스테롤 보상기능이 저하된 환자나 저콜레스테롤 음식을 선호하는 소비자를 위하여 계란으로부터 콜레스테롤의 제거기술개발을 수행중인 바 몇가지 결과를 소개하고자 한다.

한편 계란의 난황은 총건물의 66%이상이 지질로 되어 있으며 지질의 30%이상이 인지질로 구성되어 있다. 이러한 난황의 인지질 중에는 레시틴의 화학명이라고 할 수 있는 포스파티딜콜린의 함량이 69%이상으로 대부분을 차지하여 포스파티딜콜린의 주요한 자원이라고 할 수 있다. 그러나 일반적으로 레시틴이란 상품명은 가지는 것은 대부분 인지질제품이다. 인지질은 생체내 세포막의 구성분으로서 인체 병리 및 생리학에서 매우 중요한 역할을 한다. 레시틴은 세포기능의 중재자 역할로 호르몬, 성장인자, 신경전달물질 등의 작용에 영향을 주는 한편, 콜린의 공급원으로 암을 예방하는 데도 중요한 역할을 한다. 또한 레시틴은 혈중 콜레스테롤의 양을 저하시켜 콜레스테롤에 의한 혈관의 막힘을 방지하는 것으로 알려져 있다. 난황레시틴은 이용도가 매우 다양하여 의약품, 화장품용 및 식품용으로 많이 사용된다. 식품용으로는 주로 유화제로 사용되나 지방산 함량이 모유의 지방산 구성과 유사하기 때문에 유아용 조제분유에 에센스유로 사용되기도 한다. 레시틴은 생리적 기능성, 강한 유화력, 피부에 대한 침투성 및 저장 안정성이 높아 동맥경화치료제, 정맥지방유화제 등의 의약품으로도 많이 사용되며 최근 일본에서는 알츠하이머형 노인성치매치료제로서의 효과도 확인된 바 있다. 특히 동물성 난황레시틴은 대두레시틴 등의 식물성 레시틴에 비해 열과 pH의 변화에 안정하기 때문에 이러한 응용에 적합한 것으로 알려져 있다. 따라서 본고에서는 독성용매를 사용하지 않고 높은 PC함량을 가진 난황레시틴을 산

업적으로 추출, 정제할 수 있는 방법을 연구한 바 그 결과를 소개하고자 한다.

계란을 이용하여 유산균 발효음료의 제조에 관한 연구는 Lin과 Cunningham(1984)이 난백 단백질에 유산균의 성장을 촉진시키기 위하여 대두유나 탈지유등을 혼합하고 안정제를 첨가한 후 발효시킴으로써 칼로리가 낮고 기호도 높은 제품을 제조하였다고 보고한 바 있으며 김 등(1983)은 균질된 전란액을 저온살균하고 몇가지 당과 유산균을 첨가, 발효시켜 당의 변화와 균의 성장을 조사하였고 片峯伸一郎 등(1978)은 균질된 전란액을 58℃로 30분간 간헐살균하고 pH 6.6으로 조절하여 발효시킨 후 단백질과 유리아미노산의 변화를 연구한 바 있다. 그러나 발효음료 제조에 계란을 이용한 이제까지의 연구들은 통상적인 발효완료시점인 pH 4.5까지 발효시키기 위하여 계란에 유기산과 같은 pH강하제를 첨가하여 유산균이 생육할 수 있는 조건을 인위적으로 만들어 줌으로서 목표 pH에 도달하였거나 이러한 처리를 하지 않을 경우에는 발효완료시점인 pH 4.5를 달성하지 못하였다. 이렇게 계란을 이용하여 유산발효를 실시할 경우 pH 강하제의 첨가와 같은 처리를 하지 않을 경우 유산발효에 의해 pH가 4.5이하로 되지 않는 것은 예비살균을 위한 가열처리조건이 유산균의 생육을 억제하는 역할을 하는 conalbumin을 비롯한 여러 난백단백질(Stadelman과 Cotterill, 1977)을 불활성화시키지 못하기 때문인 것으로 판단되었다. 따라서 본 연구에서는 계란의 유산발효를 성공적으로 수행하기 위하여 적절한 가열살균조건, 희석방법, 첨가물의 이용 방법 및 유산균의 접종방법을 다각적으로 검토한 바 성공적으로 유산균발효계란음료를 생산할 수 있는 공정을 개발하여 그 생산을 눈앞에 두게 되었다. 본고를 통하여 주요 연구결과를 소개하고자 하며 주요공정은 이미 지난해 미국, 일본, 프랑스 등 국제특허를 출원중에 있다.

II. 계란으로 부터 콜레스테롤 제거

1. 대두유를 이용한 난황의 콜레스테롤제거

난황의 콜레스테롤 저하에 이용할 수 있는 식물성유로는 옥수수유, 잇꽃유, 대두유, 참깨유, 해바라기씨유, 낙화생유 등 매우 다양한데, 신선한 중의 난황에 염산이나 인산등을 첨가하여 pH를 낮추어 유화상태를 불안정화 시킨 후에 미세한 분산상을 만들기 위하여 식물성유를 첨가한다. 이를 원심분리하는 방법 등을 이용하여 난황층과 기름층으로 분리하면 난황층의 콜레스테롤이 기름층으로 옮겨가 저콜레스테롤 난황을 손쉽게 얻을 수 있게 된다. 본 연구에서는 비교적 가격이 저렴하고, 구입이 용이한 대두유를 사용하여 콜레스테롤 제거시의 교반시간, 온도 및 대두유 : 난황 : 증류수의 최적 비율을 검토 하였다. 우선 난황층의 1.2~1.4%가 함유된 콜레스테롤을 제거하기 위하여 난황에 증류수를 첨가하여 premixture (난황중량의 10% 염화나트륨 함유)를 생산한 후, 여기에 40℃로 가온한 대두유를 첨가하여 혼합함으로써 콜레스테롤이 유중으로 추출되도록 하였을 때 교반시간이 콜레스테롤 제거에 미치는 영향을 살펴보았다(Table 1).

Table 1. Effect of mixing time on cholesterol removal of liquid egg yolk by soybean oil.

Mixing time(min)	Cholesterol reduction(%)	solid residue(%)
5	14.6±1.4 ^D	98.2±0.7 ^A
10	15.5±1.6 ^D	98.1±1.6 ^D
15	29.1±1.5 ^C	96.8±0.4 ^A
20	34.8±1.2 ^B	89.8±0.5 ^B
30	45.3±4.1 ^A	89.3±0.7 ^B
60	45.6±1.9 ^A	87.1±0.3 ^C

Treatment conditions ; Mixing temperature : 40°C, NaCl conc. : 10% to egg yolk, soybean oil : egg yolk : distilled water = 3 : 1 : 0.6

A, B, C, D : Column means with the same letter are not significantly different (P < 0.05)

Homogenizer의 회전 속도를 8,000 rpm으로 일정하게 하고 교반시간을 5~60분으로 점차 증가시킴에 따라 콜레스테롤 제거율은 14.6%에서 45.6%까지 상승되었다. 교반시간이 길수록 콜레스테롤 제거율은 향상되었지만 고형성분의 점진적 소실을 동반함을 알 수 있었다. 따라서 교반에 의한 난황 premixture와 대두유의 혼합시 난황중의 콜레스테롤이 대두유 중으로 추출되기 위해서는 30분 이상의 충분한 시간이 필요하였다.

Table 2은 대두유에 의한 난황 콜레스테롤 제거시 교반온도의 영향을 알아 본 실험결과이다. 난황의 가열에 의한 응고는 65°C 정도에서 시작되며 70°C의 가열에 의해 완전히 응고하기 때문에 교반 온도를 40°C로부터 5°C 간격으로 상승시켜 난황단백질의 변성에 영향을 미치지 않는 60°C까지 상승시켜 실험을 실시하였다. 이때 온도상승에 따라 콜레스테롤 제거효과는 현격하게 증진되었다. 교반온도 60°C, 대두유 : 난황 : 증류수의 비율이 3 : 1 : 0.6이고 교반시간 30분, 염화나트륨 농도가 난황의 10%일 때 콜레스테롤 제거율은 57.2%이었으며 이 때의 잔존 고형성분은 94.2%를 나타내었다.

Table 2. Effect of mixing temperature on cholesterol removal from liquid egg yolk.

Mixing temperature(°C)	Cholesterol reduction(%)	Solid residue(%)
40	39.2±3.5 ^D	92.4±1.4 ^A
45	44.3±3.6 ^{CD}	94.4±4.0 ^A
50	46.5±1.7 ^{BC}	97.6±1.6 ^A
55	52.3±2.9 ^{AB}	98.5±0.5 ^A
60	57.2±1.1 ^A	94.2±4.4 ^A

Treatment conditions ; Mixing time : 30 min, NaCl conc. : 10% to egg yolk, soybean oil : egg yolk : distilled water = 3 : 1 : 0.6

A, B, C, D : Column means with the same letter are not significantly different (P < 0.05)

난황의 콜레스테롤 제거를 위한 대두유 사용시, 대두유 : 난황 : 증류수의 최적 혼합비율을 알기 위한 실험결과는 Table 3에 나타내었다.

Table 3. Effect of soybean oil : egg yolk : distilled water(W/W/W) ratio on cholesterol removal from liquid egg yolk.

S.O. : E.Y. : D.W.(W/W/W)	Cholesterol reduction(%)	Solid residue(%)
2 : 1 : 0.8	58.5±0.8 ^A	116.8±5.7 ^A
2 : 1 : 0.6	56.7±4.6 ^A	120.3±7.6 ^A
2 : 1 : 0.4	62.2±2.0 ^A	101.6±4.8 ^A
3 : 1 : 0.8	65.7±4.7 ^A	93.6±3.6 ^A
3 : 1 : 0.6	60.2±1.4 ^A	95.2±1.4 ^A
3 : 1 : 0.4	58.0±2.2 ^A	90.6±5.8 ^A
4 : 1 : 0.8	67.1±2.3 ^A	89.3±1.6 ^A
4 : 1 : 0.6	66.6±5.3 ^A	85.8±5.4 ^A
4 : 1 : 0.4	63.8±0.6 ^A	84.3±2.5 ^A

Treatment conditions ; Mixing time : 30 min, Mixing temperature 60°C,
NaCl conc., : 10% to egg yolk,

A : Column means with the same letter are not significantly different (P < 0.05)

대두유와 난황의 비율을 2 : 1로 일정하게 하고 증류수의 비율을 난황의 0.8, 0.6 및 0.4로 하였을 때의 콜레스테롤 제거율은 각각 58.5, 56.7 및 62.2%로 나타났다.

또한 대두유와 난황의 비율은 3 : 1로 일정하게 하고 난황에 대한 증류수의 비율은 0.8, 0.6, 및 0.4로 하였을 때 콜레스테롤 제거율은 각각 65.7, 60.2 및 58.0%를 나타내었으며, 잔존고형성분은 각각 93.6, 95.2 및 90.6%를 나타내어 난황에 대한 증류수의 혼합비율이 높을 수록 콜레스테롤 제거효율이 향상됨을 알 수 있었다.

한편 대두유 및 난황의 비율은 4 : 1로 일정하게 하고 증류수의 비율은 난황의 0.8, 0.6 및 0.4로 하였을 때는 콜레스테롤 제거율은 67.1, 66.6 및 63.8%를 나타내었으며 잔존 고형성분은 각각 87.3, 84.3%를 나타내었다. 이는 Kijowsk 와 Lombardo에 의해 실시된바 있는 대두유의 비율과 처리온도를 변화시켰을 때 난황으로 부터 71.6~84.6%의 콜레스테롤을 제거한 결과에 미치지 못하는 결과이지만, 상기의 보고 내용에는 난황액의 회수량 혹은 잔존고형성분의 양이 표시되어 있지 않아 실제 제거된 콜레스테롤의 양은 불명확한 것으로 판단되며, 이상의 실험 결과를 토대로 대두유의 양을 적게 사용하고도 콜레스테롤 제거 효과가 비교적 좋은 대두유 : 난황 : 증류수 = 2 : 1 : 0.4의 혼합비율과 콜레스테롤 제거 효율이 가장 좋은 4 : 1 : 0.8의 혼합 비율에서 premixture의 pH 변화에 따른 콜레스테롤 제거에 미치는 영향(Table 4)과 첨가되는 salt(염화나트륨)의 양에 따른 콜레스테롤 제거 효과에 미치는 영향(Table 5)을 살펴보았다.

Table 4에 나타낸 바와 같이 pH 4.0 이하에서는 콜레스테롤 제거시 emulsion을 형성하여 분리가 불가능하였으며, pH가 낮을 수록 콜레스테롤 제거율은 저하되었다. 또한 잔존 고형성분이 많아지는 것으로 보아 pH 저하로 인하여 일부 유화가 진전되어 난황층과 기름층이 분리가 잘 이루어지지 않는다는 것을 알 수 있었다. 따라서 콜레스테롤 제거시에는 신선란의 pH를 변화시키지 않고 중성부근의 pH에서 처리하는 것이 콜레스테롤 제거에 유리하다는 것을 알 수 있었다.

Table 4. Effect of pH on cholesterol removal of liquid egg yolk by soybean oil.

S.O. : E.Y. : D.W.	pH	Cholesterol reduction(%)	Solid residue(%)
2 : 1 : 0.4	4.0	formation of emulsion	
	5.0	53.5±6.0 ^A	140.0±2.0 ^A
	6.0	55.1±4.9 ^A	116.6±3.9 ^B
	6.6	61.7±2.8 ^A	99.6±2.7 ^B
4 : 1 : 0.8	4.0	formation of emulsion	
	5.0	40.7±4.7 ^B	120.5±2.5 ^A
	6.0	50.1±3.7 ^B	108.5±2.4 ^{AB}
	6.6	63.3±4.0 ^A	90.2±3.9 ^B

S.O., soybean oil ; E.Y., egg yolk ; D.W., distilled water

Treatment conditions ; Mixing time : 30min, Mixing temperature : 60°C,

NaCl conc. : 10% to egg yolk

A, B : Column means with the same letter are not significantly different (P < 0.05)

Table 5에 나타낸 바와 같이 대두유 : 난황 : 증류수의 혼합 비율이 4 : 1 : 0.8에서 염화나트륨을 첨가하지 않았을 때 54.6%이던 것이 난황 중량의 5%를 첨가하면 63.5%, 10% 첨가시 68.5%로 콜레스테롤 제거효율이 좋아짐을 알 수 있었고 잔존 고형성분의 양은 salt의 첨가량이 많을 수록 점차 감소됨을 알 수 있었다. 이러한 결과는 대두유 : 난황 : 증류수의 혼합비율이 2 : 1 : 0.4에서도 유사한 경향을 나타내었는데 난황의 유효 영양성분에 손실을 고려하여 염화나트륨의 첨가량은 10% 내외로 한정하는 거의 바람직하다고 판단된다.

2. β -cyclodextrin을 이용한 난황의 콜레스테롤 제거

β -CD에 의한 난황의 콜레스테롤 제거시 원심력의 변화에 따른 콜레스테롤의 제거율 및 잔존고형성분의 변화를 조사한 결과 Table 6에 나타내었다.

Table 5. Effect of salt on cholesterol removal of liquid egg yolk by soybean oil.

S.O. : E.Y. : D.W.	NaCl(% to E.Y.)	Cholesterolreduction(%)	Solid residue(%)
2 : 1 : 0.4	0	35.5±2.9 ^B	132.0±1.6 ^B
	5	50.5±2.1 ^{AB}	107.2±2.2 ^A
	10	57.3±1.4 ^A	101.5±1.1 ^A
4 : 1 : 0.8	0	54.6±1.6 ^B	116.6±1.4 ^A
	5	63.5±2.8 ^{AB}	94.9±3.2 ^{AB}
	10	68.5±3.0 ^A	85.8±1.5 ^B

Treatment conditions ; Mixing time : 30min, Mixing temperature : 60℃

A, B : Column means with the same letter are not significantly different (P < 0.05)

Table 6. Effect of centrifugal force on removal of cholesterol from liquid egg yolk by β -cyclodextrin treatment.

Centrifugal force(g)	Supernatant	
	Cholesterol reduction(%)	Solid residue(%)
1,000	51.0±2.4 ^C	87.9
1,500	55.0±1.7 ^{BC}	76.3
2,000	60.6±2.6 ^A	74.8
2,500	59.4±4.6 ^{AB}	66.4
3,000	58.0±2.2 ^{AB}	61.3

Treatment condition ; β -cyclodextrin conc. : 2%(W/V), Egg yolk : Distilled water=1 : 3,

Mixing temperature : 50℃, Mixing time : 30 min,

Centrifugal time : 10 min

A, B, C ; Column means with the same letter are not significantly different (P<0.05)

원심력 1,000 g로 β -CD · cholesterol complex를 침전시키고 얻어진 상정액의 콜레스테롤 제거율은 51.0%에 달하였으며 잔존 고형성분은 87.9%를 나타내었다. 또한 원심력을 1,500 g, 2,000 g로 높임에 따라 콜레스테롤 제거율은 각각 55.0%와 60.6%로 향상되었지만 고형성분의 잔존량은 각각 76.3% 와 74.8%로 난황의 유효성분은 원심력이 높아지는 만큼 유실됨을 알 수 있었다. 따라서 콜레스테롤 제거를 위한 최적 원심력은 콜레스테롤 제거와 고형성분의 잔존율을 감안할 때 2,000 g이하가 적당할 것으로 판단되어 본 실험에서는 2,000 g를 적용하였다.

Table 7은 β -CD 농도를 난황의 2%(W/V), 난황과 증류수의 비율을 1 : 3, 교반시간 30분, 원심력 2,000 g로 일정하게 하고 교반시의 온도를 변화시켰을 때 난황으로부터 콜레스테롤이 얼마나 제거되었으며 고형성분의 유실은 어떠한가를 나타내었다.

Table 7. Effect of mixing temperature on removal of cholesterol from liquid egg yolk by β -cyclodextrin treatment.

Mixing temp.(°C)	Supernatant	
	Cholesterol reduction(%)	Solid residue(%)
25	60.0±1.2 ^A	72.4 ^A
30	59.8±3.5 ^A	73.0 ^A
35	60.1±1.9 ^A	74.4 ^A
40	57.8±5.0 ^A	72.3 ^A
45	57.9±5.2 ^A	74.2 ^A
50	58.9±4.5 ^A	75.7 ^A

Treatment conditions ; β -cyclodextrin conc. : 2%(W/V), Egg yolk : Distilled water.=1 : 3,
 Mixing time : 30 min, Centrifugal force : 2,000 g
 A, B ; Column means with the same letter are not significantly different (P<0.05)

교반시의 온도를 25~50°C로 변화시켰을 때 난황으로 부터의 콜레스테롤 제거 효과와 고형 성분 소실에는 커다란 영향을 미치지 않았다. 그러나 30°C 이하의 낮은 온도에서는 β -CD의 용해도가 낮아 석출되는 현상을 보여 35°C 이상의 온도에서 β -CD와 난황의 콜레스테롤을 반응시키는 것이 효과적이라고 판단되며 단백질 변성 등에 따른 관능적인 변화를 일으키지 않는 최적 온도는 가능한 낮은 온도인 35°C가 적당하다고 판단하였다.

교반시간이 난황의 콜레스테롤 제거효율에 미치는 영향 (Table 8)을 살펴 보면 교반시간을 5분으로 하였을 때 59.5%의 콜레스테롤 제거율을 나타 내었고, 교반시간을 10분과 15분으로 하였을 때 각각 64.5%, 67.1%의 제거율을 나타내었다. 그러나 그 이상의 교반시간을 길게 하면 오히려 콜레스테롤 제거율이 저하되어 20분일 때 62.0%, 30분일 때 61.0%, 1시간일 때 58.6%를 나타 내었고, 교반시간에 따른 고형성분의 소실은 시간 변동에 관계없이 거의 일정함을 알 수 있었다. 따라서 난황의 콜레스테롤 제거를 최대를 하기 위한 교반시간으로는 15분을 채택하여 이후 실험에 적용하였다.

Table 8. Effect of mixing time on removal of cholesterol from liquid egg yolk by β -cyclodextrin treatment.

Mixing time(min)	Supernatant	
	Cholesterol reduction(%)	Solid residue(%)
5	59.5 ^B	72.4 ^A
10	64.6 ^{AB}	70.9 ^A
15	67.1 ^A	70.2 ^A
20	62.0 ^{AB}	70.7 ^A
30	61.0 ^A	72.3 ^A
60	58.6 ^B	73.1 ^A

Treatment conditions ; β -cyclodextrin conc. : 2%(W/V), Egg yolk : Distilled water=1 : 3,
 Mixing temperature : 35°C, Centrifugal force : 2,000 g

A, B, C; Column means with the same letter are not significantly different (P<0.05)

Table 9는 난황과 증류수의 희석비율에 따른 콜레스테롤의 제거효율 및 각각의 잔존 고형 성분량을 나타내고 있다.

Table 9. Effect of egg yolk : distilled water(W/V) ratio on removal of cholesterol from liquid egg yolk by β -cyclodextrin treatment.

Egg yolk : Distilled water.	Supernatant	
	Cholesterol reduction(%)	Solid residue(%)
1 : 1	42.3±5.9 ^F	76.2 ^A
1 : 2	53.6±6.7 ^E	75.0 ^A
1 : 3	63.6±5.2 ^D	72.6 ^A
1 : 4	71.9±2.3 ^C	60.6 ^B
1 : 5	84.5±2.4 ^B	33.0 ^C
1 : 6	94.2±2.6 ^A	26.6 ^C

Treatment conditions ; β -cyclodextrin conc. : 2%(W/V), Mixing temperature : 35°C,
 Mixing time : 15 min, Centrifugal force : 2,000 g

A, B, C, D, E, F ; Column means with the same letter are not significantly different (P<0.05)

난황과 증류수와의 희석비율은 난황의 콜레스테롤 제거에 커다란 영향을 미친다는 것을 알

수 있었는데, β -CD 농도 2% (W/V), 교반온도 35°C, 교반시간 15분, 원심력 2,000 g로 일정하게 하고 난황과 증류수의 비율 1 : 1에서 1 : 6까지 높였을 때 콜레스테롤 제거율은 42.3% 에서 94.2%로 향상되어 증류수의 회석비율을 높이면 높일수록 콜레스테롤 제거효율은 현격하게 높아졌다. 그러나 이와는 반대로 잔존고형성분은 난황과 증류수의 비가 1 : 1일 때 76.2%이던 것이 1 : 6에서는 26.6%까지 저하되었다. 이 결과는 난황에 대해 다량의 증류수를 첨가하였을 때 비록 콜레스테롤 제거효율은 월등하였지만 난황의 유효 고형성분의 소실을 동반하기 때문에 영양적, 관능적인 면에서 커다란 결손을 초래하리라 사료된다. 따라서 콜레스테롤 제거율 및 잔존고형분 성분의 양면을 생각할 때 영양 손실은 최소로 하며 콜레스테롤 제거는 최대로 할 수 있는 비율은 1 : 3이 적당하였다.

Table 10은 β -CD와 난황중의 콜레스테롤과의 molar ratio에 따른 콜레스테롤 제거율을 나타내고 있다. 난황과 증류수를 1 : 3, 교반온도 35°C, 교반시간 15분, 원심력 2,000 g로 일정하게 하고 β -CD와 난황중에 콜레스테롤 비율을 변화시키면 콜레스테롤에 대한 β -CD의 molar ratio가 클수록 콜레스테롤 제거율은 향상되고, 고형성분의 소실은 점차 많아지는 것을 알 수 있었다. β -CD와 난황중의 콜레스테롤이 molar ratio로 1 : 1일 때 콜레스테롤 제거율이 32.9%로 저조하였으나 molar ratio가 6 : 1에서는 95.9% 나타내었다. 그러나 고형성분의 소실을 고려할 때 최적 β -CD량을 결정하는데 신중한 검토가 필요하며 β -CD와 콜레스테롤의 molar ratio는 3 : 1 ~ 5 : 1 사이가 적당하다고 판단되었다.

Table 10. Effect of β -cyclodextrin : cholesterol ratio on removal of cholesterol from liquid egg yolk by β -cyclodextrin treatment.

Molar ratio (β -cyclodextrin : cholesterol)	Supernatant	
	Cholesterol reduction(%)	Solid residue(%)
1 : 1	32.9 \pm 7.0 ^E	71.6 ^A
2 : 1	50.2 \pm 7.9 ^D	70.8 ^A
3 : 1	75.0 \pm 3.3 ^C	68.2 ^A
4 : 1	83.8 \pm 6.3 ^{BC}	65.3 ^A
5 : 1	88.9 \pm 8.4 ^{AB}	64.6 ^A
6 : 1	95.9 \pm 2.4 ^A	56.9 ^B

Treatment conditions ; Egg yolk : Distilled water = 1 : 3, Mixing temperature : 35°C,
Mixing time : 15 min, Centrifugal force : 2,000 g

A, B, C, D, E : Column means with the same letter are not significantly different (P < 0.05)

지금까지 사용되어온 흡착제로는 digitonin(Micich, 1990)과 saponin (Riccomin et al., 1990) 등이 있으나 주로 크림이나 버터유에서 콜레스테롤 제거에 사용되었으며 80~90%의 제거율을 나타내었다. 그러나 이들은 가격이 비싸 저콜레스테롤 난황의 생산에 있어 적합하지 못한 것으로 판단되며 앞으로 안정성이 확보되고 저비용으로 콜레스테롤의 제거를 극대화 할 수 있는 β

-CD의 이용이 제고될 것으로 사료된다.

3. SFE(Supercritical Fluid Extraction)를 이용한 난황의 콜레스테롤 제거

초임계유체추출법으로 난황분으로부터 콜레스테롤을 제거하기 위하여 주용매로써 이산화탄소(99.9%)와 보조용매로써 에탄올과 메탄올을 사용하여 추출압력, 추출시간, 추출온도 그리고 보조용매를 달리하여 추출잔류물의 콜레스테롤함량, 수분, 지방함량을 측정하고 중량감소율을 알아 보았다.

적정 추출압력을 알아보기 위하여 추출온도 40℃, 추출시간 0.5hr, 이산화탄소의 유속 1~2ml/min으로 고정하고 추출압력을 3,000psi, 4,000psi, 5,000psi, 6,000psi 그리고 7,000psi의 조건에서 초임계유체추출을 실시하고 난황분의 콜레스테롤 감소율, 중량 감소율, 수분 감소율 그리고 지방 감소율을 알아 보고 그 결과를 Table 11에 나타내었다. 추출압력이 증가함에 따라 콜레스테롤 감소율은 3,000psi일 때 18.1%, 5,000psi일 때 34.04%이었고 7,000psi에서 48.57%로서 추출압력이 증가함에 따라 콜레스테롤 감소율도 증가하였다. 이러한 이유는 추출압력이 증가하면 콜레스테롤의 휘발성과 이산화탄소의 밀도가 증가하기 때문인 것으로 판단된다. 중량감소율은 각각 5.48%, 12.1%, 17.33%로서 7,000psi에서 중량감소가 많음을 알 수 있었다. 수분감소율은 추출압력의 증가에 따라 영향을 받으나 일정한 경향을 보이지 않았다. 지방감소율은 추출압력이 3,000psi일 때 6.07%이었고, 5,000psi일 때 21.47% 그리고 7,000psi일 때 22.6%로서 증가하여 온도가 일정하고 추출압력이 높아질수록 더 많은 지방이 추출되었다. 이상의 결과로써 적정 추출압력은 7,000psi에서 콜레스테롤 제거율이 48.57%로써 가장 높으나 이 때의 중량감소율이 17.33%로 높았고 추출압력 5,000psi에서 콜레스테롤 제거율은 34.04% 로서 7,000psi에서 보다는 다소 낮기는 하였으나 지방감소율도 21.47%로써 크게 떨어지지 않았으며 콜레스테롤 제거율에서도 큰 차이가 없는 것으로 나타나 적당한 추출압력은 5,000psi라고 판단되었고 그 후 실험에 적용하였다.

Table 11. Effect of supercritical carbon dioxide extraction of dried egg yolk at various pressure on cholesterol reduction, weight loss, moisture reduction and lipid reduction.

Pressure (psi)	Cholesterol reduction(%)	Weight Loss(%)	Moisture reduction(%)	Lipid reduction(%)
3,000	18.10±2.24 ^c	5.48±0.03 ^c	16.46±0.22 ^b	6.07±0.14 ^a
4,000	25.66±2.71 ^c	7.45±0.05 ^d	16.76±0.21 ^b	10.08±0.07 ^c
5,000	34.04±0.14 ^b	12.10±0.10 ^c	15.20±0.90 ^b	21.47±0.08 ^b
6,000	34.75±2.75 ^b	14.13±0.13 ^b	15.17±0.19 ^b	21.49±0.36 ^b
7,000	48.57±1.97 ^a	17.33±0.17 ^a	18.59±0.25 ^a	22.65±0.29 ^a

Treatment condition ; Extraction time : 30 min, Extraction temperature : 40℃

CO₂ flow rate : 1~2ml/min

a~e : Means with the same letter in the same column are not significantly different (p < 0.05)

적정 추출시간을 알아보기 위하여 추출압력 5,000psi, 추출온도 40℃, 이산화탄소의 유속 1~

2ml/min으로 고정하고 추출시간을 0.5hr에서 4hr로 증가시켰을 때 추출시간에 따른 난황분의 콜레스테롤 제거율, 중량 감소율, 수분 감소율 그리고 지방 감소율을 알아 보았다(Table 12).

Table 12. Effect of supercritical carbon dioxide extraction of dried egg yolk at various time on cholesterol reduction, weight loss, moisture reduction and lipid reduction.

Time (hr)	Cholesterol reduction(%)	Weight Loss(%)	Moisture reduction(%)	Lipid reduction(%)
0.5	33.12±4.58 ^c	13.15±0.15 ^c	25.04±0.28 ^c	26.56±1.22 ^d
1	49.44±1.49 ^d	24.05±0.25 ^d	41.09±0.07 ^d	40.3±0.19 ^c
2	73.51±1.31 ^a	39.50±0.50 ^a	57.62±0.73 ^a	69.24±0.33 ^b
3	73.47±1.35 ^a	39.50±0.50 ^a	58.04±0.20 ^a	70.24±0.09 ^b
4	73.70±0.62 ^a	39.60±0.60 ^a	58.62±0.09 ^a	73.27±0.26 ^a

Treatment condition ; Extraction pressure : 5,000psi, Extraction temperature : 40℃, CO₂ flow rate : 1~2ml/min

a~d : Means with the same letter in the same column are not significantly different (p <0.05)

Table 12에 나타낸 바와 같이 추출시간 0.5hr에서 33.12%이었고, 2hr일 때 73.51%로써 추출시간의 증가에 따라 콜레스테롤 제거율도 증가하였다. 그러나 그 이상 추출시간을 증가시켜 추출시간 4hr이었을 때의 콜레스테롤 제거율은 73.70%로써 증가하지 않았다. 중량감소율은 추출시간 0.5hr일 때 13.15%, 2hr일 때 39.50%이었고 4hr까지 추출시간을 증가시켰을 때 39.6%로서 더 이상의 중량감소율은 증가하지 않았다. 수분감소율은 추출시간의 증가에 따라 증가하나 2hr 이상에서는 더 이상 증가하지 않았다. 추출시간에 따른 지방감소율은 추출시간 0.5hr일 때 26.56%이었고 2hr일 때는 69.24%이었으며 그 이상의 추출시간 증가에서는 4hr일 때 지방감소율73.27%로써 크게 증가하지 않았다. 이상의 결과에서 적정 추출시간은 2hr임을 알 수 있었고 더 이상의 추출시간증가는 콜레스테롤 제거에 도움이 되지 않았으며 이 때의 콜레스테롤 제거율은 73.51%이었다.

추출압력 5,000psi, 추출시간 2hr, 이산화탄소의 유속 1~2ml/min으로 고정하고 추출온도를 60℃에서 60℃로 증가시켜 추출온도에 따른 난황분의 콜레스테롤 제거율, 중량 감소율, 수분 감소율 그리고 지방 감소율을 알아 보았다(Table 13).

추출온도에 따른 시료의 콜레스테롤 제거율은 추출온도 40℃일 때 82.56%이었으며 50℃로 증가시켰을 때 91.79%이었다. 그 이상 추출온도를 증가시켰을 때 55℃에서 91.36%, 60℃에서 93.20%로써 추출온도 50℃ 이상에서는 콜레스테롤 제거율이 증가하지 않았다. 추출압력이 일정하고 추출온도가 증가함에 따라 콜레스테롤의 제거율이 증가하는 것은 온도증가에 따른 이산화탄소의 밀도가 증가하기 때문이다. 이상의 결과로서 추출온도는 난황의 단백질 변성과 중량감소율을 고려하여 50℃가 적당함을 알 수 있었다.

Table 13. Effect of supercritical carbon dioxide extraction of dried egg yolk at various temperature on cholesterol reduction, weight loss, moisture reduction and lipid reduction.

Temperature (°C)	Cholesterol reduction(%)	Weight Loss(%)	Moisture reduction(%)	Lipid reduction(%)
40	82.56±0.43 ^b	42.0±1.0 ^b	59.62±0.09 ^c	84.24±1.15 ^c
45	90.23±3.05 ^a	42.0±0.0 ^b	60.76±0.04 ^c	84.84±0.57 ^c
50	91.79±0.21 ^a	42.5±0.5 ^b	68.82±0.05 ^b	87.31±0.38 ^b
55	91.36±0.59 ^a	42.8±0.25 ^b	73.03±0.04 ^a	89.36±0.19 ^{ab}
60	93.20±0.06 ^a	45.0±0.00 ^a	75.18±0.13 ^a	90.42±0.26 ^a

Treatment condition ; Extraction pressure : 5,000psi, Extraction time : 2 hr
CO₂ flow rate : 1~2ml/min

a~d : Means with the same letter in the same column are not significantly different (p <0.05)

보조용매로써 0%에서 5%의 에탄올과 메탄올을 사용하여 추출압력 5,000psi, 추출온도 50℃, 이산화탄소의 유속 1~2ml/min으로 고정하고 추출시간을 2hr에서 보조용매에 따른 난황분의 콜레스테롤 제거율, 중량 감소율, 수분 감소율 그리고 지방 감소율을 알아 보았다(Table 14). 에탄올을 보조용매로써 사용하였을 경우 5% 사용에서 단순히 이산화탄소만을 사용한 대조구의 콜레스테롤 제거율인 91.79% 보다 높은 98.45%이었고, 10% 사용에서는 98.84%로서 보조용매로써 에탄올의 사용은 콜레스테롤 제거에 효과가 있었다. 중량감소율은 대조구에서의 42.5% 보다 보조용매 5%에탄올 사용하였을 경우에는 35.5%이었고 10% 사용에서는 37.0%로서 대조구 보다 낮았다. 또한 에탄올을 보조용매로써 사용하였을 경우 5% 사용에서 98.32%이었고 10% 사용에서는 98.89%이었다. 중량감소율은 보조용매 5%메탄올 사용하였을 경우에는 37.5%이었고 10% 사용에서는 38.0%로서 대조구 보다 낮았다. 이와 같은 결과에서 보조용매사용은 주용매의 단독 사용 보다 시료의 콜레스테롤 제거에 효과적이며 5%사용만으로도 충분함을 알 수 있었다.

Table 14. Effect of supercritical carbon dioxide extraction of dried egg yolk with co-solvent on cholesterol reduction, weight loss, moisture reduction and lipid reduction.

Co-solvent (%)	Cholesterol reduction(%)	Weight Loss (%)	Moisture reduction(%)	Lipid reduction(%)
control	91.79±0.21 ^b	42.5±0.5 ^a	68.44±0.25 ^a	86.89±0.03 ^c
Ethanol 5%	98.45±0.45 ^a	35.5±0.5 ^c	58.63±0.23 ^b	97.09±0.09 ^a
Ethanol 10%	98.84±0.17 ^a	37.0±0.0 ^{bc}	47.25±0.25 ^c	97.00±0.09 ^a
Methanol 5%	98.32±0.22 ^a	37.5±0.5 ^{bc}	56.06±0.15 ^c	96.65±0.33 ^b
Methanol 10%	98.89±0.41 ^a	38.0±0.0 ^b	48.38±0.35 ^d	96.31±0.10 ^b

Treatment condition ; Extraction pressure : 5,000psi, Extraction time : 2 hr,
CO₂ flow rate : 1~2ml/min, Extraction temperature : 50℃.

a~e : Means with the same letter in the same column are not significantly different (p <0.05)

III. 난황레시틴의 효율적인 추출 및 정제

1. 에탄올을 이용한 난황레시틴의 추출조건

난황레시틴의 추출효율에 대한 추출시간의 영향을 25℃, 95% ethanol, 1:5의 난황분/용매 비율의 조건에서 조사한 결과는 Table 15에 나타난 바와 같다. 추출된 난황레시틴의 PC함량은 10분 추출에서 60.3%로 가장 높게 나타난 반면 60분 추출한 경우 PC함량은 55.7%로 감소하였다. 난황레시틴의 PE함량은 추출시간에 따른 유의적인 차이없이 전체적으로 비슷한 값을 나타내었다. 추출된 난황레시틴의 총수율은 추출시간 20분까지는 유의적으로 낮았으나 30분 이상의 추출시간에서는 21% 이상의 수율을 유지하였다. 이러한 결과는 10분과 20분 추출에서 높은 PC 함량을 가진 난황레시틴이 생산되었으나 수율 면에서는 30분 이상의 추출로 생산한 것에 비하여 낮은 경향을 보였다.

난황분으로 부터 난황레시틴의 효과적인 추출을 위한 용매/난황분 비율을 결정하기 위하여 25℃, 95% ethanol, 30분간의 추출 조건하에서 총수율과 PL, PC 및 PE함량에 미치는 영향이 검토된 바 그 결과는 Table 16에 나타난 바와 같다. 용매와 난황분 비율이 증가함에 따라 난황분으로 부터의 난황레시틴의 총수율은 유의적으로 증가하여 용매/난황분의 비율이 10:1이었을 때 25.97%의 수율을 얻었다. 그러나 생산된 난황레시틴의 PC의 함량은 용매/난황분 비율이 높아지면서 감소하여 2:1의 용매비율에서 PC함량 55.91%로 가장 높은 값을 나타내었다. 그러나 전체적인 PC의 수율(총수율× PC 함량)은 용매/난황분의 비율이 10:1로 증가하였을 때 높게 나타났으므로 용매와 난황분(10:1)의 비율이 최종시료의 조건으로 채택되었다.

Table 15. Total yield and phospholipid, phosphatidylcholine(PC) and phosphatidylethanolamine(PE) content of alcohol extracted egg lecithin with different extraction time

Extraction time(min)	10	20	30	60
Total yield(%)	19.98 ^b	20.17 ^b	21.04 ^a	21.28 ^a
Phospholipid(%)	66.55 ^a	67.05 ^a	66.02 ^a	67.96 ^a
PC(%)	60.32 ^a	58.54 ^a	56.94 ^b	55.72 ^b
PE(%)	14.10 ^a	13.18 ^a	13.61 ^a	13.31 ^a

Extraction condition: 25℃, 95% ethanol, 5 times volume of solvent.

^{a,b}Means in the same row bearing unlike superscripts are different

(P < 0.05).

Table 16. Total yield and phospholipid, phosphatidylcholine(PC) and phosphatidylethanolamine(PE) content of alcohol extracted egg lecithin with different solvent/egg yolk powder ratio

Solvent volume	2 times	5 times	10 times
Total yield(%)	16.43 ^c	20.84 ^b	25.97 ^a
Phospholipid(%)	73.21 ^a	62.99 ^b	62.10 ^c
PC(%)	55.91 ^a	53.59 ^{ab}	52.01 ^b
PE(%)	12.19 ^b	13.08 ^b	14.44 ^a

Extraction condition: 25°C, 30 min. extraction, 95% ethanol.

^{a,b}Means in the same row bearing unlike superscripts are different (P < 0.05).

난황분으로 부터 난황레시틴을 추출하는 과정에서 알코올중의 물의 함량은 난황레시틴의 품질과 추출수율, PC함량에 유의적인 영향을 주었다(Table 5). 이 과정에서 15%(v/v)이상의 수분 함량은 레시틴의 응집현상(agglutination)을 일으켰다. 생산된 난황레시틴의 PC함량은 95% ethanol로 추출하였을 때 가장 높았으며, ethanol의 함량이 이보다 증가하거나 감소하였을 때는 추출된 난황레시틴의 PC함량이 감소하는 경향을 보였다. 반면 총수율은 반대경향을 나타내어 95% ethanol처리에서 가장 낮고 100% ethanol처리에서 가장 높았다.

Table 17. Total yield and phospholipid, phosphatidylcholine(PC) and phosphatidylethanolamine(PE) content of alcohol extracted egg lecithin with different purity of solvent

Purity of ethanol(%)	100	97	95	90	85
Total yield(%)	28.78 ^a	24.99 ^{ab}	20.32 ^b	21.76 ^b	24.55 ^a
Phospholipid(%)	41.99 ^b	56.95 ^a	59.49 ^a	58.67 ^a	39.62 ^b
PC(%)	51.62 ^b	53.63 ^{ab}	55.25 ^a	49.82 ^b	34.97 ^c
PE(%)	13.14 ^{ab}	13.70 ^a	13.54 ^a	12.19 ^{ab}	6.62 ^c

Extraction condition: 25°C, 30 min extraction, 5 times volume of solvent.

^{a,b}Means in the same row bearing unlike superscripts are different (P < 0.05).

난황레시틴의 추출효율에 대한 온도의 영향은 95% ethanol, 1:5의 난황분/용매 비율, 30분 추출에서 조사되었으며 그 결과를 table 18에 제시하였다. 난황레시틴의 PC함량은 온도가 증가함에 따라 증가하였다. 20°C-40°C처리구간 사이에는 유의적인 차이가 없었으나 50°C-70°C처리

구간에 비하여 유의적으로 낮은 PC함량을 보였다. 추출된 난황레시틴의 수율은 온도가 20℃에서 40℃로 증가함에 따라 약간 증가되는 경향을 보였으나 그 이상의 온도에서는 거의 일정한 수율이 유지되었다.

Table 18. Total yield and phospholipid, phosphatidylcholine(PC) and phosphatidylethanolamine(PE) content of alcohol extracted egg lecithin with different extraction temperatures

Extraction temp	20℃	30℃	40℃	50℃	60℃	70℃
Total yield(%)	21.31 ^b	22.14 ^b	24.25 ^a	24.24 ^a	23.98 ^{ab}	24.21 ^a
Phospholipid(%)	66.21 ^a	67.24 ^a	66.93 ^a	65.03 ^a	66.71 ^a	68.14 ^a
PC(%)	54.24 ^b	53.73 ^b	53.22 ^b	57.84 ^a	59.57 ^a	59.85 ^a
PE(%)	12.18 ^b	11.80 ^b	14.76 ^a	14.61 ^a	14.49 ^a	18.24 ^a

Extraction condition: 30 min extraction, 95% ethanol, 5 times volume of solvent.

^{a,b}Means in the same row bearing unlike superscripts are different ($P < 0.05$).

실험 결과 50℃ 이상에서 추출한 시료가 다른 온도에서 추출한 시료에 비교하였을 때 총수율과 PC함량이 높았으나 에너지 비용을 고려하였을 때 실온(25℃)에서 난황레시틴을 생산하는 것은 높은 추출온도의 유지에 필요한 비용이 절감될 것으로 생각된다.

위의 실험결과를 토대로 하여 난황분에서 난황레시틴을 분리하기 위한 최종 추출조건은 온도는 50℃ 이상, 추출시간 30분, 알코올 농도는 95%(95% ethanol, 5% 물), 난황분/용매 비율은 1:10이 생산된 레시틴의 PC함량과 생산수율을 고려하였을 때 가장 좋은 조건으로 사료된다.

최종적으로 결정된 추출조건에 따라 100 g의 난황분에서 추출되어 조제된 시료(KPC-50)는 23.25 g의 총수율과 PC 함량 56.00%, 인지질 함량 67.12%를 가져 난황에 존재하는 전체 인지질의 72%를 함유하고 있었다. Table 19는 최종 난황레시틴 제품(KPC-50)의 화학적, 미생물학적인 성질을 나타내고 있다. 일본에서 생산되는 인지질 60% 함유 난황레시틴과 비교하였을 때 수분이 적고 총질소함량이 많으며 산패가 적게 발생했으며 미생물함량과 콜레스테롤함량도 적은 것으로 밝혀졌다. 또한 비슷한 불포화도의 지방산들을 함유하고 인함량이 유사하며 중금속은 검출되지 않았다. 그러므로 본실험에서 생산된 난황레시틴은 일본에서 생산되는 상용제품보다 우수한 안전성을 가진 것으로 평가되었다.

Table 19. Chemical and microbiological analyses of crude egg yolk lecithin (KPC-50)

	KPC-50	CP PL-60*
Moisture(%)	2.1± 0.01	5 max
Total Nitrogen(%)	2.0± 0.01	1.75-1.95
Acid value	trace	20 max
Peroxide value(meq/kg)	trace	<1.0
Iodine value	74.9±1.1	65-85
Heavy metal(ppm)		<10
As	ND	
Pb	ND	
Cd	ND	
Phosphorus(%)	3.71±0.01	-
Microbial content		
Total aerobes	<30	<100
Yeast, Mold	<30	<30
Cholesterol(%)	2.01±0.01	<3
Phospholipid(%)	67.12±3.21	>60
Phosphatidylcholine(%)	56.00±1.08	

*Specification of commercial product(Japan)

2. 저온결정에 의한 난황 레시틴의 정제

난황분으로 부터 알코올과 아세톤을 이용하여 정제된 난황레시틴이 반복되는 정제과정에서 나타내는 수율, 인지질 함량, PC함량은 Table 20과 같다. 생산된 정제난황레시틴의 어느 시료에 서도 스펅그미엘린은 검출되지 않았으며 포스파티딜에탄올아민은 시료간의 유의차를 보이지 않았다. 1차 정제에서 생산된 레시틴의 총수율은 16.07% 이었으며 이 때의 PC함량과 PL함량은 각각 64.25와 77.64%로 알코올로만 분획된 레시틴의 PL함량(67%)에 비교하였을 때 16% 증가한 값이며, 또한 PC함량(56%)에서도 15%의 증가를 보였다. 2회 반복 용매처리는 총수율에는 유의적인 영향을 주지 않았으나 생산된 레시틴의 PC함량은 79.12%로 1회 처리에 비하여 23% 증가하였고, 알코올로만 추출한 레시틴의 PC함량보다는 41.12% 증가하였다. 난황분을 3회의 이중용매체계를 이용한 추출을 하였을 때는 13.78%의 총수율을 나타내어 2차 정제에 비하여 유의적으로 낮은 생산수율을 나타내었다. 이 때 시료의 PC 함량은 79.27%로 2차 정제시의 시료의 PC함량보다 다소 높은 값을 나타내었으나 두 시료사이에 유의차는 없었다. 그러나 인지질 함량은 3회의 정제에서 얻은 시료가 83.06%로 유의적으로 높게 나타났다. 아세톤과 알코올을 이용한 3회 반복된 정제를 통하여 최종적으로 100g의 난황분에서 인지질 함량 83.06%, PC함량 79.27%인 레시틴을 13.78 g 얻었다. 이 중 11.44g이 인지질로 분석되어 난황분 중에 있는 인지질

의 53%를 최종제품에 회수할 수 있었다.

Table 20. Total yield, phospholipid and phosphatidyl choline(PC) content of egg lecithin purified with alcohol-acetone sequential solvent system from egg yolk powder

Repeated times	KPC-50*	1 st	2 nd	3 rd
Total yield(%)	21.22 ^c	16.07 ^a	15.73 ^a	13.78 ^b
Phospholipid(%)	67.13 ^c	87.64 ^b	87.96 ^b	89.06 ^a
Phospholipids(g/100g)	14.24	12.47	12.26	11.44
PC(%)	56.32 ^c	64.25 ^b	79.12 ^a	79.27 ^a

^{ab,c}Means in the same row bearing unlike superscripts are different (P < 0.05).

* Egg lecithin produced under following extraction conditions: 25°C, 95% ethanol, 30 min, 10 times volume of solvents.

알코올 추출 후 -18°C ~ 5°C사이의 온도에서 저온처리하여 여과 분리된 상등액과 침전물의 총수율, 인지질 및 PC함량이 Table 4에 나타나 있다. -18°C에서 10°C사이의 온도에서 저온결정 기법이 시도되었으나 10°C이상에서는 난황액의 알코올 추출액을 저온처리하여도 중성지질의 결정화가 이루어지지 않았다. 이는 알코올 용액상에서 중성지질의 결정이 시작되는 한계온도가 10°C이하임을 나타내고 있다.

각 온도처리 후에 상등액을 건조하여 얻은 레시틴의 수율은 온도간에 현저한 차이를 보였고, 특히 -18°C에서 저온결정화한 후 얻은 상등액의 레시틴이 다른 온도처리에 비하여 유의적으로 낮은 총수율(9.92%)을 보였다. 반면, -18°C처리로 생산된 레시틴의 인지질 함량은 91.94%로 아주 높은 인지질 순도를 가졌으며 PC함량도 82.90%로 알코올 추출만 실시하여 얻은 난황레시틴(KPC-50)보다 48% 증가된 PC함량을 보였다. 상등액을 여과분리한 후 얻은 침전물들의 총수율은 상등액에서 얻은 레시틴의 수율과는 반대경향을 나타내어 -18°C에서 가장 높은 수율을 보였다. 침전물의 수율은 온도가 5°C에서 -18°C로 감소함에 따라 증가하였으며, 그 중의 PC 함량도 함께 증가하였다. 그러나 -18°C처리에서 얻은 침전물의 PC함량은 28.73%로 같은 온도처리에서 얻은 상등액의 PC함량인 82.90%에 비교하였을 때 34.65% 수준의 PC 함량을 포함하고 있어 침전물의 많은 부분이 중성지질로 구성되어 있음을 시사하였다.

순도가 높은 레시틴을 대량 생산하기 위하여 레시틴의 저온결정기법이 사용되는 것은 Sim에 의하여 시도되었으나 그 외의 연구는 보고되어 있지 않은 상황이다. 다만 유지의 winterization공정에서 침전하는 중성지질의 입자크기의 성장을 억제하기 위하여 레시틴이 사용된다는 보고만이 있다. 레시틴의 정제에 이 방법이 사용되는 것은 고도의 불포화지방산을 포함하는 액상 유지가 낮은 온도에서 포화지방산이 많은 중성지질을 분리추출한다는 원리에 기초를 두고 있다. 인지질은 분자구조 중에 용융점이 높은 불포화지방산의 함량이 중성지질에 비하여 높기 때문에 저온에서의 분획은 중성지질로부터 인지질을 분리하여 인지질의 순도를 높여준다. 그러므로 저온 결정화에 의한 지질의 분획은 특별한 장치나 화학적인 처리를 하지 않고도 단순

히 일정시간 저온저장 함으로써 인지질 특히 PC의 함량을 높이는데 유용한 방법이라고 사료된다.

Table 21. Total yield, and phospholipids of cold crystallized egg lecithin from alcohol-extracted egg yolk powder with different temperatures

Items	Crystallization temperature			
	5℃	2℃	-5℃	-18℃
Supernatant				
Total yield(%)	16.07 ^a	15.73 ^a	13.78 ^b	9.92 ^c
Phospholipid(%)	77.64 ^b	77.96 ^b	83.06 ^{ab}	91.94 ^a
Phospholipids(g/100g)	12.47	12.26	11.44	9.12
PC(%)	61.21 ^b	62.67 ^b	64.57 ^b	82.90 ^a
PE(%)	9.48 ^c	13.87 ^b	17.68 ^a	18.36 ^a
Precipitate				
Total yield(%)	1.60 ^d	2.07 ^c	4.01 ^b	7.92 ^a
Phospholipid(%)	39.64 ^c	46.33 ^b	47.00 ^b	49.23 ^a
Phospholipids(g/100g)	0.64	0.95	1.88	3.89
PC(%)	18.49 ^b	21.64 ^b	22.69 ^a	28.73 ^a
PE(%)	14.50 ^b	15.08 ^b	20.97 ^a	22.82 ^a

Extraction condition: 25℃, 95% ethanol, 30 min, 10 times volume of solvents.

^{a,b,c}Means in the same row bearing unlike superscripts are different (P< 0.05).

아세톤-알코올에 의하여 정제된 레시틴과 -18℃ 저온처리로 생산된 레시틴(KPC-80)을 비교하였을 때 PC 함량은 각각 82.90%와 79.27%로 저온처리에 의하여 생산된 레시틴의 PC함량이 다소 높았다. 또한 저온처리에 의한 정제는 비교적 독성이 적은 알코올을 단일 용매로 사용하는 것에 반하여 아세톤을 병용한 정제는 건조된 최종제품에 독성이 있는 아세톤의 잔류 가능성이 문제가 될 수 있는 점을 고려할 때 의약품, 화장품, 식품용으로서 순도가 높은 레시틴을 생산하는 방법으로는 저온 처리에 의한 정제가 더욱 유용성이 있는 것으로 생각된다.

Table 22은 정제된 난황레시틴(KPC-80)의 화학적 및 미생물학적인 성질을 나타내고있다. 일본에서 생산되는 인지질 100% 함유 난황레시틴과 비교하였을 때 수분은 적고 총질소함량이 많으며 산패가 적게 발생했고 미생물함량도 적은 것으로 밝혀졌다. 또한 비슷한 불포화도의 지방산들을 함유하였고 인의 함량이 유사하며 중금속은 검출되지 않았다. 그러므로 본실험에서 생산된 난황레시틴은 해외에서 생산되는 제품에 대해경쟁력을 가진 것으로 평가되었다.

Table 22. Chemical and microbiological analysis of purified egg yolk lecithin(KPC-80)

	KPC-80	CP PL-100L
Moisture(%)	2.2±0.01	3 max
Total Nitrogen(%)	2.4±0.01	1.75-1.95
Acid value	trace	10 max
Peroxide value(meq/kg)	trace	< 1.0
Iodine value	83.7±1.2	60-80
Heavy metal(ppm)		< 10
As	ND	
Pb	ND	
Cd	ND	
Phosphorus(%)	4.11±0.01	3.6-4.0
Microbial content		
Total aerobes	< 30	< 30
Yeast, Mold	< 30	< 30
Cholesterol(%)	1.71±0.00	< 3
Phospholipid(%)	91.94±2.12	100
Phosphatidyl choline(%)	82.90±1.24	> 80

*Commercial Product of Japan

IV. 유산균을 이용한 계란발효음료(계란요구르트)의 제조기술

1. 회석비율에 따른 전란액의 유산발효

회석조건에 따른 회석전란액의 pH의 변화는 Table 23에 나타난 바와 같았다. 회석되지 않은 전란액의 경우 계란단백질의 응고를 유도하는 85℃에서 30분간의 열처리로 인하여 계란단백질이 완전히 변성, 응고되어 유산균주의 접종은 불가능하였으며, 이를 제외한 모든 회석 처리구는 배양중 유산균의 원활한 증식에 의하여 pH가 감소함을 나타내었다. 이러한 원인은 난백의 농도를 회석할 경우 난백의 열안정성이 향상되어 부드러운 겔을 형성하거나 또는 열응고하지 않으며 이는 난백중의 염농도가 회석되고 단백질농도가 낮아지기 때문이라고 보고한 유 등(1990)의 결과로 미루어 회석에 의한 결과로 사료되며 이렇게 열응고하지 않음으로서 유산균의 생육이 가능하였다고 생각된다.

1:1~1:4까지 회석했을때 접종직후에는 pH변화가 없는 것으로 나타났고, 4시간 배양 후 이들의 pH는 4.99에서 5.24의 범위로 감소함을 나타내었다. 4시간 배양 후 1:2의 경우와 1:3의 경우가 각각 4.99, 5.00을 나타내어 1:1와 1:4의 경우보다 pH감소가 약간 빨랐다.

그러나 8시간 배양 후에 이들의 pH는 1:1이 4.49로 감소되어 그 감소량이 다소 적은 것을 제외하고 1:2, 1:3, 1:4의 경우는 일반적으로 발효종료시점인 pH 4.5 이하인 4.22~4.24를 나타내었다.

Seideman 등(1963)은 난백의 pH가 9.0 또는 그 이상일때 60℃에서 3분간 가열하는 것이 미생물의 생육을 억제하는 효소로 알려진 난백내의 lysozyme의 활력을 억제시킨다고 하였으며, Nath와 Baker(1973)는 난백을 회석시킴으로써 난백의 항 미생물활성은 낮아지며 이는

conalbumin이나 lysozyme의 농도가 낮아짐에 의한것이 아니고 난백내에 존재하는 영양물질들의 이용성이 커지기 때문이라고 설명하였다.

전란액을 희석하고 살균처리하여 발효시켰을때 유산균수의 변화는 Table 24와 같았다. 접종직후의 유산균수는 $4.5 \times 10^6 \sim 4.90 \times 10^6$ CFU/ml로 거의 유사하였다. 그러나 4시간 배양이 진행된 후 유산균수는 최저 1.3×10^8 CFU/ml에서 최고 3.8×10^8 CFU/ml의 유산균수를 나타내어 다소의 차이는 있으나 모두 10^8 CFU/ml으로 그 수가 증가되었다. 그러나 이러한 약간의 차이는 배양초기 유산균수에서 1:3과 1:4의 경우 다른 처리구에 비해서 그 수가 약간 적기때문으로 추정되었다. 유산균수가 모든 처리구에서 10^8 CFU/ml으로 증가함으로 미루어 본 실험에서 적용된 살균조건과 당의 첨가량은 유산균의 생육에 도움이 되는것으로 추정되며 1:4까지의 전란액의 희석도 유산균의 생육에 큰 영향이 없는것으로 추정되었다.

8시간 배양 후에는 1:1, 1:2의 경우 약간의 감소가 있었으나 10^8 CFU/ml수준을 유지하였고 1:3, 1:4의 경우는 그 수가 감소하여 10^7 CFU/ml를 나타내었다.

김 등(1983)은 1%의 당을 첨가하고 *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*, *Streptococcus faecalis*를 배양했을때 8시간 배양 후 10^8 CFU/ml, 24시간 배양 후 10^9 CFU/ml의 유산균수를 나타내었다고 보고하였다.

또한 片峯伸一郎 등(1978)은 전란액에 1%의 glucose를 첨가하고 pH를 6.6으로 조절한 후 *Lactobacillus acidophilus* L54 균주를 접종해서 20시간 발효시킬경우 첨가하지 않은 것보다 3배 많은 유산균의 증식을 보고하였다. 1:1과 1:2에 비해서 1:3과 1:4의 경우 유산균가 감소한 것은 1:1과 1:2의 경우보다 상대적으로 낮은 pH 때문으로 추정되었으나 배양시간에 비해 유산균수가 현저히 감소하는 현상을 보였다.

Table 23. Changes of pH in diluted liquid whole egg with different dilution ratio during incubation period

Dilution		Incubation time (hours)		
		0	4	8
L.W.E**	D.W***			
1	: 0	- ***	-	-
1	: 1	7.60 ^{ab} ± 0.07	5.24 ^a ± 0.03	4.49 ^a ± 0.04
1	: 2	7.67 ^a ± 0.09	4.99 ^b ± 0.07	4.24 ^b ± 0.04
1	: 3	7.70 ^a ± 0.06	5.00 ^b ± 0.02	4.22 ^b ± 0.02
1	: 4	7.73 ^a ± 0.06	5.19 ^a ± 0.05	4.23 ^b ± 0.02

* Liquid whole egg, ** Distilled water

*** impossible to inoculate starter culture

^{a,b} Means of same superscripts within each column are not significantly different (P<0.05).

Table 24. Changes of lactic acid bacteria count in diluted liquid whole egg with different dilution ratio during incubation period

(unit : CFU/ml)

Dilution		Incubation time (hours)		
		0	4	8
L.W.E	: D.W**			
1	: 1	4.9×10^6	3.8×10^8	2.3×10^8
1	: 2	4.9×10^6	3.6×10^8	1.5×10^8
1	: 3	4.7×10^6	1.8×10^8	6.5×10^7
1	: 4	4.5×10^6	1.3×10^8	5.8×10^7

* Liquid whole egg, ** Distilled water

2. 가열처리조건이 회석전란액의 유산발효에 미치는 영향

가열온도에 따른 전란액의 pH 변화는 Table 25에 나타난 바와 같았다. Table 25에 나타난 바와 같이 계란 고형분 8%로 회석한 회석전란액을 55~120℃로 가열하였을 때 pH는 평균값을 비교할 때 55℃에서 7.79, 120℃에서 7.65를 나타내어 가120℃의 가열온도에서는 다소 낮아지는 경향을 보였다. 15시간 배양 후의 pH는 배양 초기와 비교해서 55, 65℃의 경우는 약 5.0정도를 나타내었고 75~120℃는 4.0 이하로 감소되어 75℃이상의 가열온도는 일반적으로 발효완료 시점인 pH 4.5 이하 까지 감소되었으며, 55, 65℃의 경우는 4.5 이상을 나타내어 발효가 불량한 것으로 사료되었다. 이는 55, 65℃정도의 온도에서는 난백내의 lysozyme, conalbumin 등 미생물의 생육을 억제하는 단백질의 열변성이 충분히 이루어지지 않아 접종된 유산균의 성장을 억제함으로써 유산균의 당이용율이 낮아 pH가 높은 것으로 사료되었다.

15시간 배양후에 55, 65℃의 열처리를 거친 전란액과 75~120℃의 열처리를 거친 전란액 사이에는 유의차가 인정되었다.

회석 전란액을 가열하여 발효시켰을 때 유산균수의 변화는 Table 26과 같다. 모든 가열온도 조건에서 유산균수는 4.2×10^4 CFU/ml에서 4.6×10^4 CFU/ml로 거의 유사하였다. 배양이 종료된 후에 55, 65℃에서는 유산균 이외에 다른 일반세균들이 사멸하지 않고 증식, 새로운 집락을 형성하여 정확한 유산균 집락만을 계수하기 어려웠다. 이러한 현상으로 볼 때 55, 65℃정도의 온도는 유산균에 의한 정상적인 발효를 위하여는 부적절한 온도임을 추정할 수 있었다. 그러나 75~120℃로 가열한 경우는 75℃에서 유산균 이외의 일반세균으로 추정되는 다른 집락들이 일부 발견된 것을 제외하고 85, 95, 120℃로 가열했을 때 15시간 배양 후 최저 4.5×10^8 CFU/ml에서 최고 5.4×10^8 CFU/ml의 유산균이 계수되었다.

Table 25. Changes of pH in liquid whole egg by different heating temperature before and after fermentation

Temperature (°C)	Incubation time (hours)	
	0	15
55	7.79 ^a ± 0.04	5.05 ^a ± 0.06
65	7.79 ^{ab} ± 0.03	5.03 ^a ± 0.09
75	7.71 ^{abc} ± 0.06	3.83 ^b ± 0.09
85	7.69 ^{abc} ± 0.09	3.79 ^b ± 0.12
95	7.67 ^{bc} ± 0.11	3.80 ^b ± 0.14
120	7.65 ^c ± 0.09	3.81 ^b ± 0.14

a,b,c Means of same superscripts within each column are not significantly different (P<0.05).

片峯伸一郎 등(1978)은 전란액에 1%의 glucose를 첨가하여 58℃에서 30분간 간헐살균하고 HCl로 pH 6.6으로 조정하여 *Lactobacillus acidophilus* L54 휴지세포를 5% 접종, 배양한 결과 10시간 배양 후에 10⁸ CFU/ml정도의 유산균수를 나타내었다고 보고하였고 Lin과 Cunningham(1984)은 난백액에 2%의 glucose를 첨가하고 60℃까지 서서히 가열한 후 3분간 유시시켜 살균하고 구연산으로 pH를 5.80~7.00으로 조절한 후 *Streptococcus thermophilus* ATCC 14485를 접종한결과 15시간 배양 후 10⁸ CFU/ml정도까지 유산균이 증식했음을 보고하였는데 이들의 보고와 본 실험의 결과가 유사한 경향을 나타내었다. 그러나 본 실험의 경우는 유기산을 이용하여 pH를 인위적으로 조절하지 않고도 10⁸ CFU/ml정도의 유산균 증식이 가능하여 이 온도범위의 살균이 유산균의 증식에 더욱 적합한 것임을 알 수 있었다.

Table 26. Changes of lactic acid bacteria count in liquid whole egg by different heating temperature before and after fermentation

(unit : CFU/ml)

Temperature (°C)	Incubation time (hours)	
	0	15
55	4.2 x 10 ⁴	-
65	4.5 x 10 ⁴	-
75	4.3 x 10 ⁴	4.5 x 10 ⁸
85	4.1 x 10 ⁴	5.4 x 10 ⁸
95	4.5 x 10 ⁴	4.5 x 10 ⁸
120	4.6 x 10 ⁴	4.7 x 10 ⁸

3. 당의 종류와 혼합비가 전란액의 유산발효에 미치는 영향

Lactose와 sucrose의 혼합비에 의한 희석전란액의 배양중 pH변화는 Table 27에 나타난 바와 같다. Table 27에 나타난 바와같이 계란고형분을 8%로 조절한 희석전란액에 lactose와 sucrose의 비율을 조절하여 첨가했을때 배양 초기에는 큰 차이없이 유사한 pH를 나타내었으나 4시간 배양후에는 lactose의 첨가비율이 증가 할수록 pH는 낮았으며 lactose를 혼합하지 않고 sucrose만을 첨가한 경우가 pH 6.25로 가장 높아 sucrose만을 첨가할 경우 배양 초기에 유산균에 의한 산생성 속도가 완만함을 알 수 있었다. 그러나 배양이 진행되어 8시간 배양후에는 sucrose만을 첨가한 경우도 통상적인 발효종료시점인 pH 4.5이하인 4.39로 감소되어 초기 배양속도는 느리지만 8시간 배양후에는 어느정도 발효가 진행됨을 알 수 있었으며 나머지 lactose 1~2.5% 혼합한 경우도 모두 pH 4.5 이하로 감소되었다. 22시간 배양후에는 lactose와 sucrose의 혼합비에 관계없이 모두 4.0이하의 pH를 나타내었다. 김 등⁽⁸⁾은 균질전란액에 glucose, lactose, sucrose를 각각 1% 첨가하고 *L.casei*, *S.lactis*, *S.faecalis*를 5% 접종하여 배양한 결과 배양 초기에 pH 7.7에서 8시간 배양 후 최하 pH 7.0정도로 큰 변화가 없었고 24시간 후에 pH 5.6을 나타내었다고 보고하였고 片峯伸一郎 등⁽¹³⁾은 전란액에 glucose를 1% 첨가하고 pH를 6.6으로 조절한 후 *L.acidophilus* L54의 휴지세포를 5% 접종하여 16시간 발효 후에 4.5정도의 pH를 나타내었다고 보고 하였다. 본 실험의 경우 배양 8시간 후에 lactose의 혼합비에 상관없이 pH 4.5이하의 낮은 수준을 나타내어 이들의 결과와는 달리 현저한 pH 저하를 나타내어 유산균에 의한 산생성이 활발함을 알 수 있었다.

Table 27. Changes of pH in diluted liquid whole egg during lactic acid fermentation in accordance with amount and sort of sugars

Sugar (%)		Incubation time (hours)			
lactose	sucrose	0	4	8	22
-	7	7.82 ^{ab} ± 0.18	6.25 ^a ± 0.14	4.39 ^a ± 0.02	3.95 ^a ± 0.12
1	6	7.81 ^{ab} ± 0.13	5.61 ^b ± 0.08	4.33 ^b ± 0.03	3.85 ^{ab} ± 0.07
1.5	5.5	7.80 ^{ab} ± 0.04	5.51 ^b ± 0.11	4.31 ^b ± 0.008	3.84 ^{ab} ± 0.15
2	5	7.79 ^{ab} ± 0.08	5.34 ^c ± 0.07	4.30 ^b ± 0.03	3.81 ^{ab} ± 0.08
2.5	4.5	7.83 ^a ± 0.04	5.33 ^c ± 0.02	4.31 ^b ± 0.02	3.80 ^{ab} ± 0.07

a,b,c Means of same superscripts within each column are not significantly different(P<0.05).

lactose와 sucrose의 혼합비에 의한 희석전란액의 배양중 유산균수 변화는 Table 28에 나타난 바와같다. 배양초기의 유산균수는 4.3×10^6 CFU/ml에서 4.7×10^6 CFU/ml으로 거의 차이가 없었다. 그러나 배양이 진행됨에 따라 그 수가 증가하여 4시간 배양후에

는 sucrose만을 첨가한 경우 10^7 CFU/ml를 나타내었고, lactose를 혼합한 경우에는 10^8 CFU/ml으로 증가하여 lactose를 혼합한 경우가 유산균의 생육이 더 양호하였으나 lactose혼합량에 따른 차이는 크지 않았다.

8시간 배양후에는 sucrose만을 첨가한 경우와 2.5%의 lactose를 혼합한 경우 유산균수가 10^7 CFU/ml으로 감소하였으며, 22시간 배양후에는 모든 첨가구에서 유산균수가 10^7 CFU/ml으로 감소함을 나타내었다.

Table 28. Changes of lactic acid bacteria count in diluted liquid whole egg during lactic acid fermentation in accordance with amount and sort of sugars

(unit : CFU/uml)

Sugar (%)		Incubation time (hours)			
lactose	sucrose	0	4	8	22
-	7	4.5×10^6	7.8×10^7	5.5×10^7	5.2×10^7
1	6	4.4×10^6	1.4×10^8	1.0×10^8	2.8×10^7
1.5	5.5	4.3×10^6	1.5×10^8	1.2×10^8	4.9×10^7
2	5	4.7×10^6	1.6×10^8	1.1×10^8	6.2×10^7
2.5	4.5	4.4×10^6	1.2×10^8	3.0×10^7	3.9×10^7

V. 결론

계란의 부가가치 제고를 위하여 시도된 일련의 연구에서 도출된 주요 결과를 요약하면 다음과 같다. 계란으로부터 콜레스테롤을 제거하기 위한 시도로서 흡착제의 이용을 비롯한 세가지 연구가 진행되었다. β -cyclodextrin이 난황중의 oil-water interface에 분포된 콜레스테롤과 결합하여 난용성의 복합체를 형성하는 특성을 이용하여 난황으로 부터 콜레스테롤을 제거하고자 할 때의 주요 시험조건은 원심력, 온도 및 교반시간은 각각 2,000g, 35°C, 15분으로 나타났으며 난황과 증류수의 최적비율은 1: 3, β -CD와 난황중 콜레스테롤의 물비가 3: 1 일 때 75%의 콜레스테롤을 제거할 수 있었다. 대두유를 사용하여 난황중의 콜레스테롤을 제거할 경우 대두유: 난황: 증류수의 첨가비율이 2: 1: 0.4 일 때 62.2%의 콜레스테롤 제거율을 나타내어 비교적 대두유를 적게 사용하고도 콜레스테롤을 다량 제거하는 효과를 나타내는 첨가비율인 것으로 판단되었다. 한편 초임계 유체추출에 의해서 난황으로부터 콜레스테롤을 제거할 경우 주용매인 탄산가스 외에 5%의 에탄올을 사용하여 추출압력 5,000 psi, 추출시간 2시간, 추출온도 50°C의 조건에서 98%의 콜레스테롤 제거율을 나타내었다.

난황으로부터 난황레시틴을 분리함에 있어서 그 분리수율을 향상시키고 포스포티딜콜린의 양을 증진시키기 위한 시험연구결과를 요약하면 다음과 같다. 최적추출조건은 온도 50~70°C, 추출시간 30분, 알코올 농도 95%, 난황분/용매 비율 1: 10으로 나타났으며 이러한 조건하에서 난황레시틴은 난황분에 대해서 23.25%의 수율을 나타내었으며 포스포티딜콜린(PC) 함량은 56%

이었다. 난황레시틴의 PC함량을 증진시키기 위한 방법으로 저온결정법(-18℃)으로 생산된 난황레시틴은 PC함량 82.9%로 기존의 방법(용매사용법)에 비하여 유의적으로 높았으며 수율은 9.92%로 나타났다.

계란을 이용하여 유산균발효음료를 생산하기 위한 제조공정의 확립을 위하여 당의 종류와 혼합비, 유산균의 접종량, 가열살균조건 및 원료의 회석비율 등을 검토한 결과 계란의 고형분을 8%로 조정하여 lactose와 sucrose를 1:6~2:5의 비율로 7% 첨가한 후 75℃ 이상의 온도에서 30분간 가열살균한 후 *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Streptococcus thermophilus*가 각각 7: 6: 7의 비율로 혼합된 stater culture를 0.002% 이상 첨가하여 37℃에서 15시간 발효할 경우 pH가 4.5 이하로 유지하고 유산균수는 ml 당 10⁸ CFU 이상을 나타내어 전란액의 유산발효를 완성시킬 수 있었다.

VI. 참고문헌

- 유익중, 이강익, 김창한. 1995. 회석비율에 따른 전란액의 유산발효. 한국축산학회지 : 37(3) 271~278.
- 유익중, 이강익, 김창한. 1995. 가열처리조건이 회석전란액의 유산발효에 미치는 영향. 한국축산학회지 : 37(3) 264~270.
- 유익중, 이강익, 김창한. 1995. 당의 종류와 혼합비가 전란액의 유산발효에 미치는 영향. 한국축산식품학회지 : 15(1) 40~44.
- 유익중, 이강익, 김현구, 김창한. 1995. 유산균의 접종량이 전란액의 발효에 미치는 영향. 한국축산식품학회지 : 15(1) 63~67.
- 유익중, 김운숙, 박우문, 김천제. 1995. 저온 결정에 의한 난황 레시틴의 정제. 한국축산식품학회지 : 15(1) 52~57.
- 김운숙, 유익중, 전기홍, 김천제. 1995. 에탄올을 이용한 난황 레시틴의 효율적인 추출조건. 한국축산학회지 : 37(2) 186~192.
- 유익중, 지중룡, 김현수, 박우문, 전기홍. 1997. 대두유를 이용한 난황의 콜레스테롤 제거. 한국축산식품학회지 : 17(1) 6~11.
- 지중룡, 유익중, 박우문, 전기홍, 김천제, 임상빈. 1997. β -cyclodextrin을 이용한 난황의 콜레스테롤 제거. 한국축산학회지 : 39(5) 599~604
- 임상빈, 좌미경, 고영환, 유익중. 1997. 초임계 이산화탄소에 의한 난황분의 추출. 한국식품영양과학회지 : 26(5) 860~865.
- 전기홍, 유익중, 장윤희, 강통삼. 1993. 염지액농도, 염지시간 및 염지압력에 따른 계란의 염 침투효과. 한국가금학회지 : 20(3) 125~131.
- 전기홍, 박영신, 유익중. 1993. 세척란의 저장성에 영향을 미치는 요인. 한국축산학회지 : 20(1) 33~41.
- 이복희, 유익중, 강통삼. 1993. 계란의 콜레스테롤 함량 조절 기술에 관한 고찰. 한국가금학회지 : 20(4) 217~231.
- 유익중. 1993. 한국의 계란 가공제품 개발동향. 한국가금학회지 : 20(1) 43~54.
- 유익중, 김영봉, 이강익. 1994. 계란발효음료의 제조공정에 관한연구. 한국식품개발연구원 보고서 I 1147-0491.
- 유익중, 박우문, 김영봉, 김운숙. 1994. 계란으로 부터 유효성분의 분리 및 이용기술 개발. 한

- 국식품개발연구원 보고서 E 1257-0503.
- 유익중, 김영봉, 전기홍, 박영신, 박미현, 김용수, 김기성. 1991. 계란의 수급조절을 위한 저장성 향상 및 이용에 관한 연구(1년차). 한국식품개발연구원 보고서 E 1120-0191.
- 유익중, 전기홍, 박병성, 김영봉, 이복희, 박영신, 장윤희, 이남형. 1992. 계란의 수급조절을 위한 저장성 향상 및 이용에 관한 연구(2년차). 한국식품개발연구원 보고서 E 1166-0304.
- 유익중, 전기홍, 최민아. 1995. 계란을 이용한 편의식품의 제조기술 개발. 한국식품개발연구원 보고서 I 1199-0632.
- 민병용, 유익중, 이성기, 김희경, 김경환. 1989. 계란으로 부터 lysozyme의 추출 및 이용에 관한 연구. 한국식품개발연구원 보고서 E 1049-0061.
- Ick-Jong Yoo. 1996. Technology development trials for value added egg products. XX World's Poultry Congress Proceeding V1, 183~193.
- 유익중, 이강익. 1997. 계란을 이용한 유산균음료의 제조방법. 대한민국 특허 제 115910호. 특허청.