



## 8.3 계란위생

---

제주대학교  
수의과대학  
예방수의학교실

# 1. 위생관리

- 생산과 유통과정이 중요
- 세균오염=> 식중독의 원인
  - 날계란을 직접 섭취하는 식습관
- 잔류문제: 항생제, 농약성분

## 달걀의 등급

계란	중량
특란	61g 이상
대란	55~60g
중란	48~54g
소란	42~47g
경란	42g 미만

## 여러 가지 조류란의 중량

조류의 종류	난 중량(g)	조류의 종류	난 중량(g)
타조	1,400	닭	40~70
백조	285	색시닭	40
거위	135~215	비둘기	17
공작	90	뇌조	18
칠면조	85	메추리	9
오리	80	카나리아	2
변압	70	봉조	0.5

## 여러 가지 알의 부위별 구성비

난의 종류	중량(g)	난각(%)	난백(%)	난황(%)
계란	40~60	10~12	45~60	26~33
오리	60~90	11~13	45~58	28~35
칠면조	80~100	10~14	55~60	32~35
거위	160~180	11~13	45~58	32~35
비둘기	14~16	7~13	68~74	17~24
평균범위		9.8~13.0	51.6~62.0	27.0~32.4

# 계란의 品質

## ■ 外部卵質

- 크기(size) : 닭의 품종, 개체, 산란기와 영양상태에 따라 다름
- 외형(type) : 난형계수(shape index)
  - 길이와 폭의 비율이 4:3 정도 되는 전형적인 난원형이 좋음( $EI = S/L \times 100$ )
- 각질(shell quality) : 가스출입 시 오염을 조절
  - 경도: 항파괴력으로서 3.61 ~ 5.20 kg 범위 (장추방향 가압도)
  - 타조알은 55 kg 정도
  - 두께(thickness) : 보통 0.31-0.34 mm (최소 0.33mm 이상이 좋다)
- 건전도(soundness)
  - 금 가거나 깨지지 않은 것
  - 어느 정도의 거친 취급에도 견딜 수 있는 것
- 청결도(cleanliness) : 난각 표면에 계분, 혈액, 기타 오물이 없는 것.

표 9-23 계란의 품질기준 (축산법 시행규칙 '축산물등급판정 세부기준')

판정항목		품 질 기 준			
		A급	B급	C급	D급
외관 판정	난 각	청결하여 상처가 없고 계란의 모양과 난각조직에 이상이 없는 것	청결하여 상처가 없고 계란의 모양에 이상이 없으며 난각조직에 약간의 이상이 있는 것	약간 오염되거나 상처가 없으며 계란의 모양과 난각조직에 이상이 있는 것	오염되어 있는 것, 상처가 있는 것, 계란의 모양과 난각조직이 현저하게 물렁한 것
	기 실	깊이가 4 mm 이내	깊이가 8 mm 이내	깊이가 12 mm 이내	깊이가 12 mm 이상
투광 판정	난 황	중심에 위치하며 윤곽이 흐리나 퍼져 보이지 않는 것	거의 중심에 위치하여 윤곽이 뚜렷, 약간 퍼져 보이는 것	중심에서 상당히 벗어나 있으며 현저하게 퍼져 보이는 것	중심에서 상당히 벗어나 있으며 완전히 퍼져 보이는 것
	난 백	맑고 결착력 강한 것	맑고 결착력 약간 떨어진 것	맑고 결착력이 거의 없는 것	맑고 결착력이 전혀 없는 것
할란 판정	난 황	위로 솟음	약간 평평함	평평함	중심에서 완전히 벗어난 것
	농후난백	많은 양의 난백이 난황을 에워싸고 있음	소량의 난백이 난황 주위에 퍼져 있음	거의 보이지 않음	이취가 나거나 변색되어 있는 것
	수양난백	약간 나타남	많이 나타남	아주 많이 나타남	
	이 물 질	크기가 3 mm 미만	크기가 5 mm 미만	크기가 7 mm 미만	크기가 7 mm 이상
	호우단위*	72 이상	60 이상~72 미만	40 이상~60 미만	40 미만

\* '호우단위(haugh units)'라 함은 계란의 무게와 노후난백의 높이를 측정하여 다음 산식에 의하여 산출한 값을 말한다.

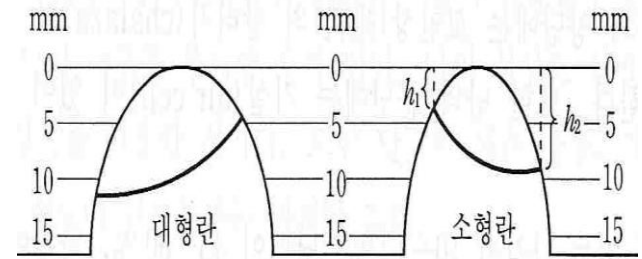
$$\text{호우단위}[HU] = 100 \log(H + 7.57 - 1.7W^{0.37})$$

H : 난백높이[mm] / W : 난중[gl]

# 계란의 品質

## ■ 内部卵質

- 기실(air cell) : 크기(깊이)에 따라
  - 특급란 : 높이 4 mm이내, 위치 정상
  - 1 급란 : 높이 8 mm이내, 위치 약간 이동
  - 2 급란 : 높이 8 mm이상, 기포를 함유, 위치 크게 이동

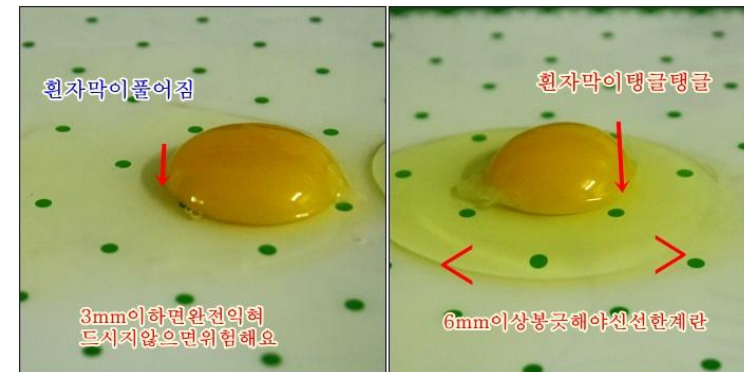


기실의 높이 =  $(h_1 + h_2) / 2$

- 난백(egg white) : 난백이 진하고 점도가 높으며 투명하고 혈점이 없어야
  - 난백계수 : 농후난백의 높이(h mm)를 난백의 최장경(D<sub>1</sub> mm)과 최단경(D<sub>2</sub> mm)의 합으로 나누어 2를 곱한 것 (신선란: 0.16, 오래된 난: 0.1이하)

## ■ 난황(egg yolk)

- 신선한 난황의 조건
  - 원형이며 중앙부위에 위치
  - 난황막은 건전, 난황은 흘러지거나 커지지 않고 탄력감을 주며 높고 좁은 것.
  - 혈점, 혈반이 없고 이물질의 부착이 없어야
  - 투광 검란시 난황의 그림자가 희미하게 보여야
- 난황계수 : 난황의 높이 (h mm) / 난황의 지름
  - (신선란 : 0.422-0.361, 오래된 난 : 0.30이하)



# 달걀의 구조와 일반 조성

## ■ 난의 형성과정

- 난포막의 **난황** 축적
- 파열, 배란
- 누두부 (나팔관) infundibular portion로 이동 (배란된 난황을 수용)
- 팽대부 (난백분비부)의 albumin gland에서 **농후난백** 분비
- 협부에서 **수용성난백**과 **난각막성분** 분비
- **난각**의 대부분은 자궁에서 분비

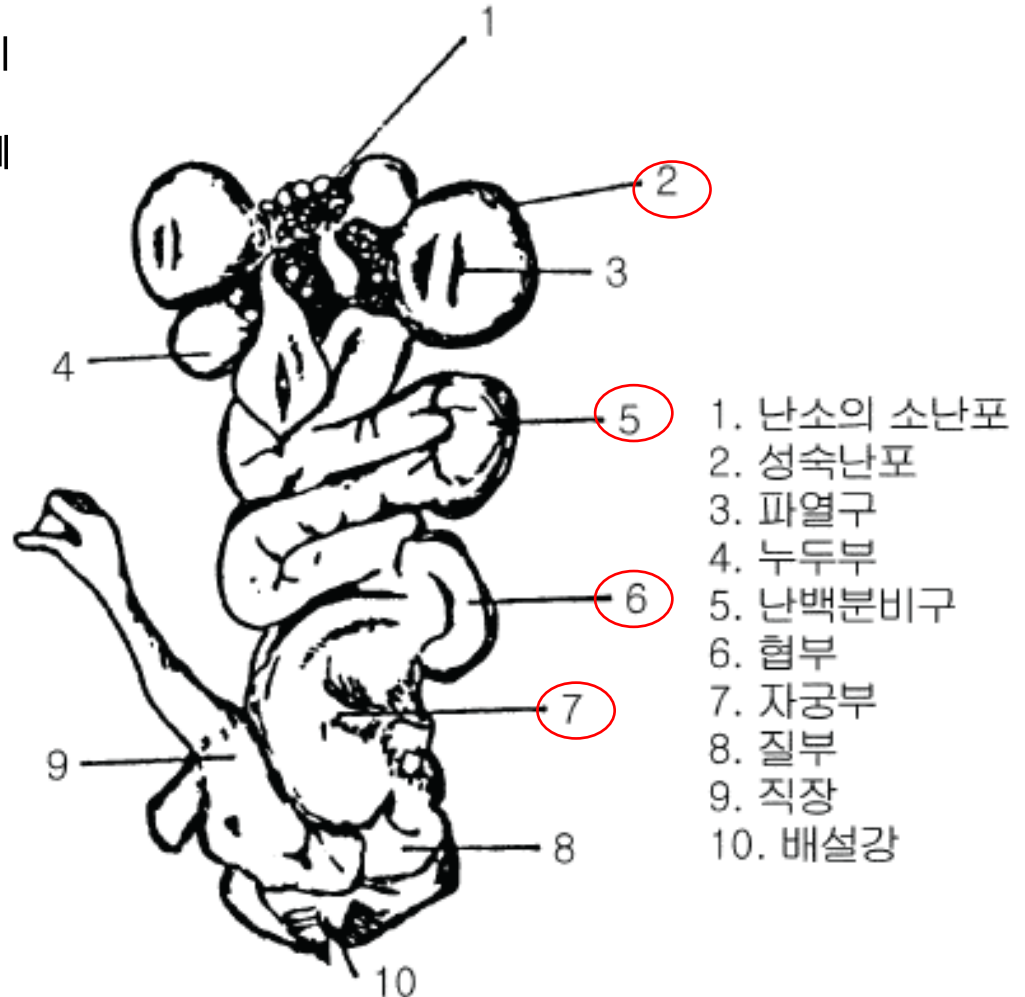
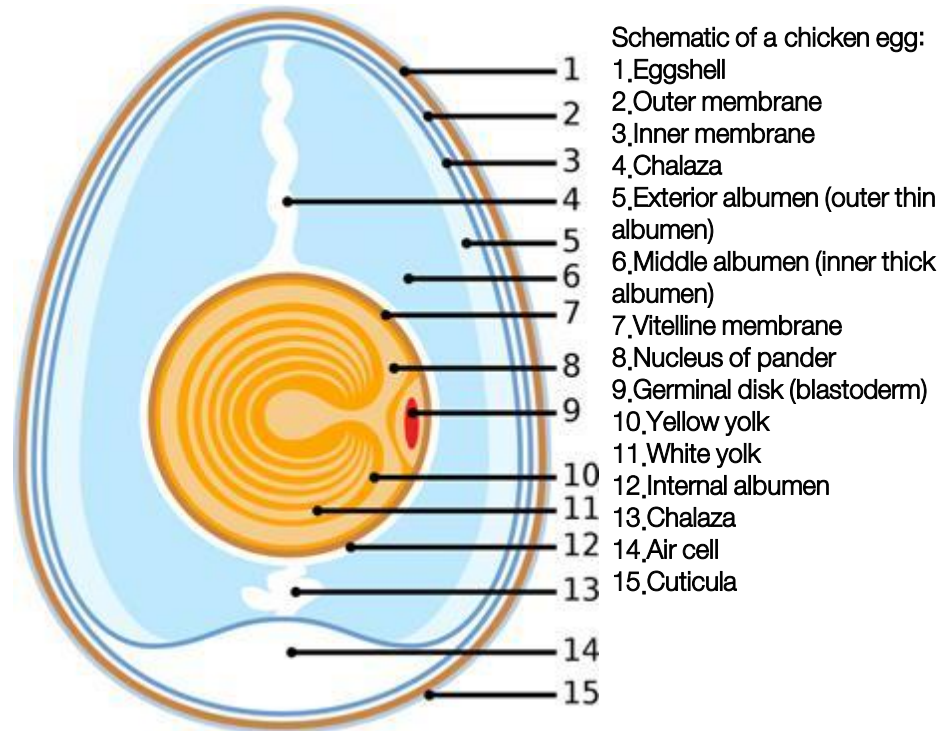


그림 9-18 닭의 난소 (卵巢) 및 난관 (卵管)

- 난각(egg shell)
  - 3 layers
    - 각소피층(cuticle)
    - 중양층(spongy layer)
    - 유두층(mamillary layer: 미세한 기공)
  - 두께는 보통 0.26-0.36mm.
  - 난각면은 다수의 기공 (공기교환)
    - (1 cm<sup>2</sup>당 둔단부 106~125개, 첨단부 73~113개 정도)
  - 난각표층(surface cuticle)을 통하여 **가스의 교류, 미생물의 침입을 방어**
- 난각막(shell membrane) :
  - 내외 두층으로 구성
  - **기실형성**
  - 두께는 0.05-0.092 mm (두 층사이에 기실)
- 난백(egg albumen) :
  - 외수양난백: 얇고 저 점도, 수양성(25%)
  - 농후난백: 두꺼우며 점도가 높음(50-60%)
  - 내수양난백: 얇고 저 점도, 수양성(5-25%, 칼라자층 포함)
  - 칼라자층: 칼라자의 연장으로서 난황을 덮고 있는 박층막
- 난황(egg yolk) :
  - 지질의 함량이 많다.
  - 유화작용(**난황 lecithin**)이 있음.



# 달걀의 이화학적 성분과 성상

## (1) 화학적 성분

- 난백의 조성
  - 주성분 : 단백질
- 난황의 조성
  - 주성분 : 지방과 단백질
- 난각의 조성
  - 무기물 :  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
  - 유기물, 수분

표 9-24 난류의 일반성분 (가식부 100 g 중)

난 류	열량 [cal]	수분 [g]	단백질 [g]	지방 [g]	칼슘 [mg]	인 [mg]	철 [mg]	비 타 민				
								A [IU]	B <sub>1</sub> [mg]	B <sub>2</sub> [mg]	niacin [mg]	C [mg]
달걀(전체)	160	74.0	12.7	12.1	67	267	2.7	920	0.10	0.30	0.1	0
난 황	358	49.4	16.2	32.6	149	612	6.5	2,320	0.23	0.40	0	0
난 백	42	88.9	10.2	0.1	10	12	0.1	0	0.02	0.30	0.1	0
건조란(가루)	578	9.5	42.6	43.5	—	—	—	4,500	0.30	0.20	1.2	0
오 리 알	174	71.8	12.8	13.6	49	224	3.1	—	0.12	0.40	0.1	0
메추리알	153	74.6	13.1	11.2	59	220	3.8	300	0.12	0.85	0.1	0

## ■ 단백질(proteins)

- 난백의 단백질: 주로 ovalbumin, conalbumin, ovomucoid로 구성
  - Ovalbumin: 가열에 응고, 포립성
  - Conalbumin: ovotransferrin, 중성 pH에서 철, 구리, 망간, 아연과 결합
  - Ovomucoid: trypsin 저해활성 (사람의 trypsin은 저해되지 않음)
  - Ovomucin: gel 구조에 관여, 농후단백의 수양화에 관계, 바이러스의 HA반응저해
  - Avidin: biotin(Vit. H) 과 결합(실험동물에서 egg white injury 난백상해 초래)
- 난황의 단백질: 대부분 인지질을 포함한 lipoproteins

## ■ 지질(lipids): 난황의 1/3 차지

- 난황의 지질은 지용성 비타민의 운반체 역할
- 필수지방산은 생합성되지 않는다
  - Triglyceride 62.3%
  - 인지질(lecithin, cephalin) 32.8%
  - sterol 4.9%, 기타 미량의 glycolipid
- Fatty acid 조성은 oleic acid(40%), palmitic acid(38%), stearic acid(15%), linoleic acid(7%) palmitholeic acid 등으로 구성
- 난황의 sterol은 대부분 cholesterol 230mg/ea (난황 중 1.2 ~ 1.5%)

- 비타민(vitamins) : 비타민 C를 제외한 각종 vitamins 함유
- 색소(pigment)
  - 난백 중에 ovoflavin(수용성 색소) 존재
  - 난황 중에 지용성 색소들 존재
  - 색소는 합성되지 않고 사료로부터 이행됨
- 효소(enzyme)
  - 신선란의 효소는 불활성이지만 배아의 발육이 시작되면 활성화
  - $\alpha$ -amylase는 63 $^{\circ}$ C, 3.5분에 불활화-> 액상란의 가열살균 지표

표 9-26 계란백 단백질의 조성과 특성

단백질	백분율	등전점	분자량	특성
Cvalbumin	54 [%]	4.6	45,000	P와 CHO를 포함
Conalbumin	13	6.6	80,000	Fe와 결합
Ovomucoid	11	3.9~4.3	28,000	trypsin 저해
Lysozyme(globulin G <sub>1</sub> )	3.5	10.7	14,600	용균효소
Globulin G <sub>2</sub>	4.0	5.5	3~4.5×10 <sup>4</sup>	
Globulin G <sub>3</sub>	4.0	5.8		
Ovomucin	1.5	—	76,000	
Flavoprotein	0.8	4.1	35,000	V-B <sub>2</sub> 와 결합
Ovoglycoprotein	0.5	3.9	24,000	
Ovomacroglobulin	0.5	4.5~4.7	76~90×10 <sup>4</sup>	
Ovoinhibitor	0.1	5.2	44,000	다가성 protease inhibitor
Avidin	0.05	9.5	53,000	biotin과 결합

표 9-27 난황 단백질의 종류와 특성

단백질명	종 류	함량 [%]	특 성
Lipovitellin	Lipoprotein	43~44	phospholipid+vitellin, 18%, 지질, free vitellin도 존재
Lipovitellenin	Lipoprotein	30~31	phospholipid+vitellenin, 36~40%, 지질, free vitellenin도 존재
Phosvitin	Phosphoprotein	10	9.7~10.0%, P 함유, 난황단백질의 60~70% 함유
Livetin	수용성 단순단백질	14~15	난황효소의 대부분은 이 획분으로 함유, $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ 의 3획분으로 구분

표 9-28 난황 지질의 조성

지질의 종류	계란 1개당의 지질	
	중량 [g]	백분율 [%]
true fat	3.8	62.3
phospholipids	2.0	32.8
sterols	0.3	4.9
cerebrosides	trace	—
total	6.1	100.0

표 9-29 난황 인지질의 조성

인지질의 성분	함량비 [%]
phosphatidyl choline	73.0
Phosphatidyl ethanolamine	15.0
lysophosphatidyl choline	5.8
spingomyelin	2.5
lysophosphatidyl ethanolamine	2.1
plasmalogen	0.9
phosphatidyl inositol	0.6

표 9-30 난백 및 난황의 주요 무기물 조성

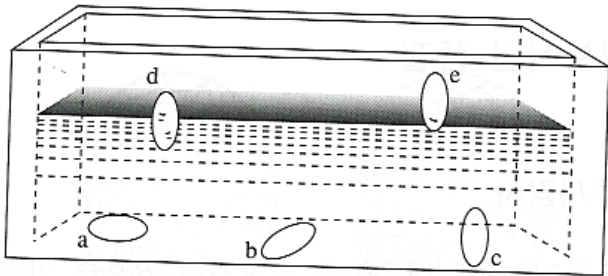
[단위 : mg/100g]

구 분	P	Ca	Mg	Cl	K	Na	S	Fe
난 백	18	12	9	155	167	161	195	0.9
난 황	588	144	128	123	112	70	16	11

# 달걀의 이화학적 성분과 성상

## (2) 물리화학적 성상

- 비중(specific gravity) : 신선난의 비중은 1.088-1.095(오래되면 비중 감소)
  - 시간의 경과에 따라 0.0017-0.0018씩 감소
  - 식염수 비중에 의한 부패란의 판정
    - A급 : 11% 식염수에 가라 앉는 것
    - B급 : 11%에 뜨고 10%에 가라 앉는 것
    - C급 : 10%에 뜨고 8%에 가라 앉는 것
    - D급 : 8% 식염수에서 뜨는 것



a) 산란 직후    b) 1주일 후    c) 보통란  
d) 아주 오래된 알    e) 부패란

물 1 L 에 소금 60g을 용해 시킨 식염수(비중 1.027)에서 알의 비중에 의한 선별방법

- pH
  - 신선난의 난백 pH : 7.3-8.0(시간이 경과하면 CO<sub>2</sub>발산으로 pH증가)
  - 신선난의 난황 pH : 6.2-6.6(시간이 경과하면 인 또는 지방산에 의해 pH 약간감소)
- 가스분압(CO<sub>2</sub> pressure) :
  - 신선난의 난백 중에는 CO<sub>2</sub>가 약 55mg함유
  - (보존온도가 증가하면 CO<sub>2</sub> 방출이 증가)
- 응고성(coagulability) : 산 또는 알카리 첨가, 가열, microwave 등의 처리
- 유화성(emulsifiability) : 난황이 난백보다 크다(마이오네즈, 케익제조에 이용)
  - Lecithin: oil in water
  - Cholesterol: water in oil
- 포말성
  - 주로 난백단백질, 특히 conalbumin 과 globulin에 의함
  - 온도, pH, 점도, 무기염의 존재, 기름의 존재에 영향을 받음

# 달걀의 이화학적 성분과 성상

## (3) 난의 영양가

- 완전식품
- Ca는 주로 난각에 함유, V-c 거의 없고...
- 필수아미노산의 함량이 많다 (단백가 protein score 100)
- 소화율 95% 이상 (가열단백이 생난백보다 높다)

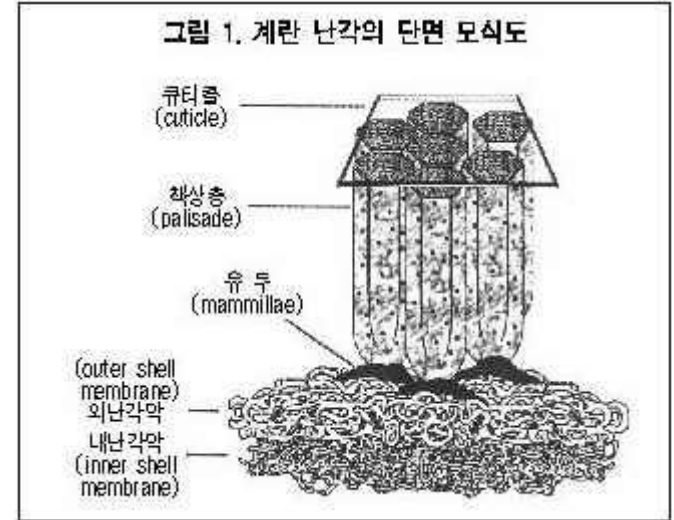
표 9-31 계란단백질의 필수아미노산 조성 [%]

필수아미노산	계란(전체)	난 백	난 황	Ovalbumin	Conalbumin	Mucoid	Lysozyme	Livetin	Phosvitin	Viteline
Arginine	6.6	5.8	7.2	6.1	7.8	3.7	12.7	5.6	4.8	7.8
Histidine	2.4	1.7	1.5	2.4	2.6	2.2	1.1	0.9	4.8	1.4
Lysine	7.0	5.8	5.7	6.5	10.0	6.0	5.9	5.0	5.9	6.6
Tryptophan	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0	0.3	10.6	1.3	0.6	1.8
Phenylalanine	6.3	4.7	4.4	7.5	5.7	2.9	3.1	2.0	0.6	2.5
Methionine	4.0	4.7	3.0	5.5	2.1	0.9	2.0	2.4	0.3	3.0
Threonine	4.3	3.9	3.5	4.2	5.9	5.5	5.4	—	1.4	5.1
Leucine	9.2	—	—	9.4	8.8	5.1	7.0	10.6	1.0	10.5
Valine	7.2	—	—	6.4	8.2	6.0	4.8	—	1.1	2.5
Isoleucine	7.7	—	—	7.5	5.0	1.4	5.2	—	0.5	—

## 2. 계란의 위생

# 계란의 오염저항기구

- 난각표면(surface cuticula) : 1차적 방어기능
  - Cuticula: mucin, (가스교환 가능, 미생물통과억제)
- 난각 (shell) : 신생란의 2차적 방어
  - 탄산칼슘이 주성분, 3층 구조(투광성)
  - 기공: 호흡에 관여, 미생물도 통과 내부로 침입 가능
- 난각막(shell membrane) : 3차적 방어벽
  - keratin(외난각막의 주성분)
  - mucin(내난각막의 주성분)
  - 망상구조로 기실 형성
  
- 난백(egg albumin) : 4차적 방어기구
  - 계란내부의 CO<sub>2</sub>발산 => 1주후 → pH 9.1 - 9.2로 증가
  - 농후난백의 존재: 미생물 침입억제
  - 난백의 단백질성분 중 세균방어에 관여되는 것 :
    - Conalbumin (Fe<sup>++</sup> 등의 금속이온과 결합=> 미생물 이용억제)
    - globulin G1 (lysozyme: 그람(+) 균 세포막의 다당류분해=> 저해)
    - Ovomucin: flu virus의 HA 저해
    - Ovoidin, ovomucoid: 세균,진균의 protease 작용저해
    - Avidin (biotin 과 결합)



- 난황(egg yolk) :
  - 난황막: elastic fiber, lysozyme, ovomucin 간 상호 뒤엉킨 그물망 구조로 최후의 방어작용
  - 모체의 특이항체 (IgY)가 이행됨 (난계대 질병의 경우는?)
  - 칼라자에 의해 난 중앙에 위치

# 달걀의 위생적 생산과 보존

- 사육장
  - 총배설강에서 외부의 오염우려
- 산란장소
  - 케이지의 경사, 청결유지
- 집란
  - 개별적인 오염란 선별, 세척
- 세란과 건조
  - 습식: 세척액의 온도와 난온과의 관계, 세척액의 성분, 건조온도 등이 고려됨
  - 건식: 다량처리곤란, 난각의 두께가 얇아짐
- 보존과 유통
  - 냉장보존: 5 °c 이하 냉암소에서 3개월 보존가능
  - 도포법 coating
  - 가스저장법 CO2 storaging:
    - 실온, 10~20%
    - 0도: 3%
  - 기타:
    - 곡류, 겨, 톱밥, 재 등에 묻는다, 1~ 2개월
    - 침지



# 달걀의 품질과 부패

## ■ 난각의 이상

- 기형 (노계, 초산, 호흡기병, 유전)
- 연란(Ca와 P부족), 다공성난(유전)
- 표면이 거칠음 : 항생물질, Ca 과다투여, 유전, 호흡기 질병
- 반점 : 이상 고온 저온 시, 노계
- 황색 착색 : 항생물질(chlorotetracycline, aureomycin) 장기 투여
- 난각면의 곰팡이 :
  - whiskers (Penicillium, Aspergillus 등)
  - pin spots, pin cushions (Cladosporium, Sporotrichum)

## ■ 난황의 이상

- Blood spot :
  - 난포막의 소혈관 파괴
  - →(유전, 온도변화, 노계, Vit A, K의 결핍)
- 암색 반점 :
  - spotting(난관을 통과할 때 압력 불균형에 의해)
  - mottling(난백의 일부가 침투하여 생성)
  - Gossypol에 의한 반점과 변색 주의
  - 약물로 인한 반점은 주의
- 난황의 경화 (면실유박의 다급)

## ■ 난백의 이상

- 수양 난백 :
  - 유전, 호흡기 질병, 계사 내 고농도 암모니아
- Meat spot (1%) :
  - 적갈색의 반점, 난각의 색과 직접 관계
- 난백의 푸른색 : riboflavin(Vit B<sub>2</sub>)의 양과 관련
- 이상취 : 사료의 영향

# 세균과 난의 변화

## ■ 부패란과 미생물

비수용성 색소	난각막의 변화, 난백 및 난황표면의 변색	<i>Cytophaga, Flavobacterium, Serratia</i>
수용성 색소	난백의 변색	<i>Pseudomonas aeruginosa, P. pulida, P. fluorescens.</i>
단백질분해	난백·난황의 소화	<i>Proteus, Aeromonas</i>
H <sub>2</sub> S의 산생	난황의 흑변	<i>Proteus, Aeromonas</i>
Lecithinase	난황의 유화성 소실	<i>Cloacae</i>
점액산생	난백의 점착성 증가	<i>Cloacae</i> 의 특징주
악취산생	특징적 냄새	<i>Pseudomonas maltophila</i>
상기이외	별무 변화	<i>Alcarigenes, Salmonella, Citrobacter</i>

\* Board. R.G : Adv. Appl. Microbiol (1969)

# 계란과 건강장애

## ■ Allergy

- 피부 두드러기, 해소증상
  - 난백단백 중 **ovomucoid**, ovalbumin, ovotransferrin, lysozyme 원인)
  - 난황:  $\alpha$ -livetin
- 유아에 생계란이나 반숙란을 먹이면 = >
  - 난단백이 직접 혈관에 흡수되어 항체형성=> 알러지 유발 가능성이 있다

## ■ 영양학적 문제

- Cholesterol(230 mg/17g 난황)
  - 심혈관계 질환 원인물질
  - 세포막의 주성분
  - steroid hormone의 전구 물질
- 난백장애(egg white injury)
  - Avidin에 의한 **biotin 결핍**(가열시 파괴)
  - Ovomucoid, ovoidin: trypsin 억제

## ■ 사료를 통한 유해성분의 이행

- 색소, 항생물질, 농약 등

## ■ 미생물학적 위해

- 포도상 구균, 독소플라스마, 살모넬라
- 변패 미생물

### 3. 달걀의 가공과 위생

## [1] 액상란, 동결란

- 액상전란 : 과자제조나 단체급식용
- 액상난백 : 수산 연제품, 가공품에 이용
- 액상난황 : 마요네즈 제조
- 동결란 :
  - gel화 방지를 위해 마요네즈용에는 식염을,
  - 제과용에는 당(자당)을 첨가
  - 식염함유 난황의 동결은 -15℃에서
  - 난백은 -25℃에서 동결.

(1) 원료란 : 되도록 **저온**하에서 취급, 보존.

### (2) 여과

- 난각의 일부, 카라자, 난황막 등을 제거
- 난액의 균질화
- (보통 버킷형 필터 이용)

### (3) 살균

- 난백은 53℃에서 3.5분, 난황은 64℃에서 3.5분(스웨덴)
- 전난
  - 영국은 61.1-65℃에서 5분
  - 중국은 63.3℃에서 2.5분
  - 오스트레일리아 62.5℃에서 2.5분.
- 우유살균용의 기계류 이용:
  - 열교환판식(다량처리) 살균기가 일반적
- lactic acid-aluminum sulfate (pH7.0)와 난백을 섞은 후, 열로 살균하는 방법도
- 난백을 52-53℃로 가온 (catalase 파괴) 후 => H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 0.1%, 2분, => catalase 첨가하기도
- 열과 진공을 병용하는 방법도

## [2] 건조란

- 장기보존에 견디며
- 수송이 쉽고 싸기 때문
  - → 제과 제빵용이나 아이스크림, 유아식, 인스턴트 식품의 원료 :
- 포장방법에 유의
- 처리공정의 위생에 유의
- 건조방법: 분무식이 일반적
- 송풍온도
  - 전난과 난황의 경우 125-145℃
  - 난백은 115-125℃가 보통
  - 200℃의 고온 건조기도, 50-60℃의 저온식도 있다

### [3] 난제품

#### (1) 피단(pidan)

- 난각이 붙은 채로 고유의 맛을 내는 난가공품.

#### (2) 마요네즈(mayonaise)

- 난황, 기름, 식초, 설탕, 향신료로 만들며, 난황의 유화작용을 이용

#### (3) 라이소자임(lysozyme)

- 계란성분을 분리 정제한 것. 의약품, 식품(소시지, 어육연제품)

#### (4) 기타

- 난황유, 난각을 분말화한 사료, 비료 등

