

토종닭 계란 염지난황의 이화학적 특성 및 지방산 조성

정도원¹ · 정유성¹ · 송도현¹ · 김동욱² · 추효준³ · 장애라^{4*}

¹강원대학교 동물생명과학대학 동물응용과학과 대학원생, ²강원대학교 동물생명과학대학 동물응용과학과 연구원,

³국립축산과학원 가금연구소 농업연구사, ⁴강원대학교 동물생명과학대학 동물응용과학과 교수

Physicochemical Properties and Fatty Acid Composition of Salted Egg Yolk Made from Korean Native Chicken Egg

Dowon Jeong¹, Yousung Jung¹, Dohyeon Song¹, Dongwook Kim², Hyojun Choo³ and Aera Jang^{4*}

¹Graduate Student, Department of Applied Animal Science, College of Animal Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Republic of Korea

²Researcher, Department of Applied Animal Science, College of Animal Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Republic of Korea

³Researcher, Poultry Research Institute, National Institute of Animal Science, Pyeongchang 25342, Republic of Korea

⁴Professor, Department of Applied Animal Science, College of Animal Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Republic of Korea

ABSTRACT This study evaluated the physicochemical and fatty acid profiles of salted egg yolk (SEY) made from Korean native chicken (Woorimatdag 1 and blue hen) and commercial laying hen (Hy-Line Brown) eggs. Fresh egg yolk (FR) was separated carefully and subjected to SEY manufacturing using two different methods: (1) FR was cured for 72 h at 4°C and subsequently dried for 3 h at 35°C (LD); (2) FR was cured for 12 h at 4°C and subsequently dried for 1.5 h at 90°C (HD). The production yield was significantly higher in HD than LD, except for commercial eggs. Moisture and crude protein contents were significantly higher, while crude fat and ash contents were significantly lower in HD than LD, except for crude fat in Woorimatdag 1. Except for SEY from commercial eggs, LD exhibited significantly higher cholesterol contents than HD. Higher lightness and yellowness values were observed in HD compared to LD. HD exhibited higher levels of lipid oxidation and hardness than LD. SEY from Korean native chickens exhibited a higher arachidonic acid content than that from commercial eggs. SEY from Woorimatdag 1's egg exhibited a significantly higher total polyunsaturated fatty acid content than other chicken groups. In the sensory evaluation, HD from Woorimatdag No.1 eggs received significantly higher flavor and off-flavor scores from panelists compared to LD. These findings suggest that HD method is more suitable for the manufacturing of SEY, offering shorter salting and drying times while improving sensory characteristics compared to LD method.

(Key words: Woorimatdag chicken, blue shell egg, egg yolk product, sensory evaluation, cholesterol)

서 론

우리나라에서 사육되는 산란계는 외국에서 육종 개량되어 수입된 종계에 의존하고 있다(Kang et al., 2011). 다양한 품종에 대한 연구 없이 수입된 종계에만 의존한다면 동물 질병 및 국가 간의 무역에 문제가 발생하였을 때 종계 수급과 식량 안보에 부정적인 영향을 미칠 수 있다(García-Díez et al., 2021; Oh et al., 2023). 국립축산과학원에서는 한국 개량 토종닭인 ‘우리맛닭 1, 2호’를 개발하여 시장에 유통하고 있으며(Jung et al., 2023b), 경북에서는 Araucana와 White

Leghorn을 교잡하여 한국의 청계를 개발하였다(Sujiwo et al., 2017). 이러한 토종닭은 육계 생산을 목적으로 이용되었으며 계란 생산에는 거의 사용되지 않았지만, 지난 2019~2020년 국내에서 토종닭을 키우는 2개 농장이 토종축산물 인증을 받고 토종닭 계란을 시장으로 공급하기 시작하였다(Cha et al., 2021). 산란능력 관련 토종닭 연구에서 토종닭의 64주령 평균 산란율은 65.1%, 산란계인 Hy-Line brown의 산란율은 60주령 기준 85%로, 토종닭은 외래 산란계 품종에 비해 산란수 및 생산성이 낮은 것으로 보고되었으나, 최근에는 일부 품종의 개량 등을 통해 이를 보완하고 있다

* To whom correspondence should be addressed : ajang@kangwon.ac.kr

(Park et al., 2024). 또한, 국민 소득의 향상으로 식재료의 선택이 건강지향적으로 변화함에 따라 우리 전통의 토종닭 계란의 소비가 증가하는 추세이다(Kim et al., 2016). 그럼에도 현재 유통되는 계란 가공 제품은 외래 산란계 계란에만 초점이 맞춰져 있다. 따라서 토종닭 계란의 시장 경쟁력 제고를 위한 다양한 제품 개발에 관한 연구가 필요한 실정이다.

계란은 100 g 당 약 140 kcal의 에너지를 제공하며, 단백질, 비타민, 철, 콜린, 리보플라빈 등 다양한 영양소와 생리활성물질을 함유하고 있다(Réhault-Godbert et al., 2019). 그 중 난황은 계란 총 중량의 28~29%를 차지하며, 약 16%의 단백질과 약 32%의 지질로 구성되어 있다. 난황의 주요 구성성분으로는 고밀도 지단백질(HDL), 저밀도 지단백질(LDL), 포스비틴, 레시틴 등이 있다(Zhao et al., 2021). 특히 지질은 계란의 풍미에 많은 기여를 하는데, 난황에는 상대적으로 많은 지질이 함유되어 있어 계란의 관능적 특성에 큰 영향을 미친다(Gao et al., 2022). 그러나 난황은 부패하기 쉬운 특성을 가지고 있어 가공제품으로 제조 시 품질을 유지하기 위한 보존 방안이 필요한데, 대표적인 제품으로는 염지난황, 난황 파우더 등이 있다(Meynier et al., 2014; Mopera et al., 2021).

염지난황은 계란 표면에 소금을 도포하거나 식염수에 담가 제조하는 식품으로 특유의 향미와 식감을 가져 아시아 국가에서 널리 소비되고 있다(Xu et al., 2018). 그러나 제조 시간이 평균적으로 약 30~50일 정도 소요되어 대량생산에 있어 경제성이 떨어지는 단점이 있다(Su et al., 2021; Xiao et al., 2023). 이를 보완하기 위해 초음파를 이용하여 염지시간을 12일까지 단축시켜 염지 효율을 증가시킨 연구가 진행되었다(Xiao et al., 2023). 그럼에도 상대적으로 긴 제조 시간과 이후 폐기되는 난백의 양이 많아 경제적 및 환경적으로 문제가 되고 있다(Wang et al., 2017). 따라서 보다 친환경적이고 높은 생산 효율을 가진 염지난황 제조를 위한 다양한 접근방법이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 일반 산란계와 토종닭(우리맛닭 1호 및 청란)의 계란 난황을 분리하여 염지 및 건조 방법으로 염지난황을 제조하였으며, 서로 다른 염지시간과 건조 방법이 토종닭 계란으로 제조한 염지난황의 이화학적 특성 및 지방산 조성에 미치는 영향을 규명하고 최적의 건조 조건을 확립하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

1. 공시재료 및 제조방법

본 연구에는 총 66개의 계란을 사용하였다. 일반 계란(52~

60 g, Hy-Line Brown)은 경기도 연천군 소재의 안일농장에서 구입하여 사용하였으며, 토종닭인 우리맛닭 1호 계란(53~60 g, Woorimatdag No.1) 및 청란(46~60 g, Blue hen)은 각각 경상북도 울진 소재 도울산골농장 및 경상북도 예천 소재 청계농장에서 구매하여 사용하였다. 각 종계마다 22개의 계란을 사용하였으며, 모든 계란은 산란 2일 이내의 것을 사용하였다. 염지에는 굵은 소금(Dehydrated Sea Salt, Taegukin Agricultural Corporation Co., Ltd, Shinan, Korea)을 이용하였으며, 가공하지 않은 신선한 난황을 FR이라고 명명하였다. 일반 계란, 우리맛닭 1호 계란, 청란을 이용한 염지난황은 모두 같은 조건으로 제조되었다. 신선한 계란을 할란 후 난황만 분리하여 준비해둔 밀폐용기(Porridge Container, Sangjin, Korea) 안의 굵은 소금(225 g) 위에 올려놓고, 난황이 보이지 않게 굵은 소금(225 g)으로 덮어주었다. 밀폐용기의 뚜껑을 닫고 4℃ 인큐베이터에서 72시간 숙성하였다. 숙성된 난황을 굵은 소금에서 꺼내어 난황 겉면의 소금을 털어내고 정제수로 남은 소금이 없게 세척해 주었다. 세척한 난황을 35℃ 건조기(Food dryer, Lequip, Korea)에서 3시간 건조하여 완성된 저온 건조 염지난황을 LD라고 명명하였다. 한편, 동일한 염지 조건에서 12시간 숙성한 난황을 세척한 후 난황을 90℃ 오븐에서 1시간 30분 동안 건조하여 완성된 고온 건조 염지난황을 HD라고 명명하였다.

2. 수율 및 일반성분

수율은 가공 전, 후의 무게를 이용하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{수율 (\%)} = (\text{가공 후 무게} / \text{가공 전 무게}) \times 100$$

일반성분은 AOAC(1995) 방법에 따라 수분, 조단백, 조지방, 조회분 함량을 측정하였다. 수분은 105℃ 상압가열건조법, 조단백은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550℃ 건식회화법을 이용하여 분석하였다.

3. pH

pH는 신선한 난황의 경우 난백과 분리하여 섞어준 후, 염지난황은 분쇄된 염지난황 2 g에 증류수 18 mL을 넣고 함께 vortex 후 pH meter(Orion 230A, Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였다.

4. 색도

색도는 난황 및 염지난황의 표면에서 색차계(Minolta Co.,

CR 300, Japan)를 이용하여 명도(L*값), 적색도(a*값), 및 황색도(b*값)에 대한 CIE(Commision Internationale de Leclairage) 값을 측정하였다. 이때 표준판은 $Y = 93.60$, $x = 0.3134$, $y = 0.3194$ 의 백색 타일을 사용하였다.

5. Thiobarbituric Acid Reactive Substance(TBARS)

지방산패도인 TBARS 측정은 Jung et al.(2024)의 방법을 이용하여 측정하였다. 분쇄된 난황 2.5 g에 증류수 7.5 mL과 산화 반응을 정지시키기 위하여 7.2% BHA를 넣고 균질기(PolyTron® PT-2500 E, Kinematica, Lucerne, Switzerland)를 사용하여 균질한 후 균질액 1 mL를 시료로 사용하였다. 반응 혼합물에 2 mL의 20 mM 2-thiobarbituric acid(in 15% trichloroacetic acid)를 가하여 vortex한 후 90℃에서 15분간 가열시켰다. 가열 후 얼음물에서 식힌 다음 2,000 ×g, 4℃에서 10분간 원심분리 하였다. 원심분리 후 상층액 1 mL을 UV/VIS spectrophotometer(SpectraMax M2e, Molecular Devices, USA)를 사용하여 531 nm 흡광도로 측정하였다. 공시료는 시료 대신 증류수를 첨가하여 같은 방법으로 측정하였다. TBARS value는 아래의 공식을 사용하여 mg malondialdehyde/kg sample로 나타내었다.

$$\text{TBARS value (mg malondialdehyde/kg Sample)} = (\text{시료 흡광도} - \text{Blank}) \times 5.88$$

6. 조직감

조직감은 Sujiwo et al.(2024)의 방법을 이용하여 측정하였다. 염지난황 제조 후 절단 없이 온전한 상태로 시료를 준비하였다. 준비된 시료의 조직감은 conical probe를 염지난황의 중앙에 수직이 되도록 놓고 Trigger Force 10 gf, Trigger Speed 20 mm/min, Test Speed 10 mm/min 조건에서 Texture Analyzer TA 1(LLOYD Instruments, Fareham, UK)을 이용하여 측정하였다.

7. 콜레스테롤

콜레스테롤 함량은 Jung et al.(2024)의 방법을 이용하여 분석하였다. 분쇄한 염지난황 1 g의 시료를 둥근바닥 플라스크에 정밀히 취한 뒤, 내부표준물질 5α-Cholestane(1 mg/mL), 50% KOH, 95% ethanol을 가하여 85℃에서 80분간 콘텐츠를 사용하여 검화시켰다. 이후 콘텐츠 상부를 통해 95% ethanol을 30 mL 흘려주었고, 실온에서 냉각시켰다. 분해가 완료된 반응물을 n-Hexane, 1N KOH, 0.5N KOH을 각각 첨가하여 진탕한 후 상층액을 분리하였다. 이후 증류수를 첨가하여 세척하였으

며, n-Hexane 층이 맑게 보일 때까지 이 과정을 반복하였다. Na₂OH로 수세한 n-Hexane층을 둥근바닥 플라스크로 흘러 탈수하였다. 추출한 n-Hexane층을 감압농축한 후, 남은 잔류물에 3 mL Dimethyl formamide를 첨가하여 시험용액으로 하였다. 시험용액에 Hexamethyldisilazane과 Trimethylchlorosilane을 가하여 vortex한 후 정치시켰다. 정치 후 각각의 튜브에 heptane과 증류수를 넣어 vortex하고, 이를 1,600 ×g에서 2분간 원심분리 하였다. 이후 상층의 heptane층을 취하여 기체크로마토그래프 측정용 시험용액으로 하였다. 분석은 GC-FID(7890N, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 이용하였으며, HP-5 컬럼(30 m × 0.33 mm × 0.25 μm, Agilent Technologies)을 사용하여 분석하였다. 분석조건은 carrier gas, flow rate, split ratio를 각각 He(99.99%), 1.0 mL/min, 1:12.5로 설정하였다. 콜레스테롤 결과는 얻어진 크로마토그램상의 콜레스테롤 피크 면적을 5α-Cholestane 피크 면적으로 나눈 값과 콜레스테롤 농도(mg/g)로 얻었다.

8. 미생물

일반세균 및 대장균/대장균군을 분석하기 위해 멸균백에 염지난황과 멸균수를 첨가하고 stomacher(Bag Mixer 400; Interscience, Mourjou, France)를 이용하여 균질화 하였다. 염지난황의 일반세균수는 균질액을 aerobic count plate petrifilm(3M Health care, USA; AOAC, 1995)에 1 mL를 접종하여 37℃에서 48시간 배양한 후 군락 수를 계수하였다. 대장균 및 대장균군 수도 균질액을 *E. coli*/Coliform count plate petrifilm(3M Health care, USA; AOAC, 1990)에 1 mL씩 접종한 후 37℃에서 48시간 배양한 다음 자란 군락 수를 계수하였다.

9. 지방산 조성

지방산 조성은 Jung et al.(2024)의 방법을 사용하여 분석하였다. 분쇄된 난황 3 g에 chloroform과 methanol을 2:1로 혼합한 Folch 용액을 첨가하여 지방을 추출한 후 KCl(0.88%) 용액을 첨가하여 강하게 흔든 후 196 ×g, 4℃ 10분동안 원심분리 하였다. 상등액 제거 후 지질이 녹아 있는 하층액을 고순도의 질소 가스를 이용하여 용매를 제거하였다. 추출된 지방에 0.5N의 NaOH(in MeOH) 용액 1.5 mL를 첨가하여 vortex한 후 100℃에서 5분 동안 가열하였다. 이를 얼음물에 냉각 후, 10% BF₃(in MeOH) 용액(Supelco, Bellefonte, PA, USA) 2 mL를 첨가하고 vortex한 후 100℃에서 2분간 가열 후 다시 얼음물에 냉각하였다. 이후 지방산 메틸에스테르를 추출하기 위하여 isoootane을 2 mL 첨가한 후 vortex 하였다.

다음으로 포화 NaCl 용액을 첨가하여 vortex한 후 783×g에서 3분동안 원심분리하였으며, 상층액 1 mL를 취하여 기체크로마토그래프(GC) 분석에 이용하였다. 이때 사용한 column은 Omegawax 250(30 m × 0.25 mm id, 0.25 µm film thickness; Supelco, Bellefonte, PA, USA)이었으며, detector는 Flame Ionization Detector, Injection port 온도는 250℃, Detection port 온도는 260℃로 측정하였다. Carrier gas로는 He을 사용하여 유속은 분당 1.0 mL/min, injection volume은 1 mL, split ratio는 100:1로 하였다. 오븐 온도는 150℃로 2분간 유지한 상태에서 4℃/min으로 220℃까지 올리고 30분간 유지하였다. 지방산 조성 결과는 표준물질의 retention time과 비교하여 전체 지방산 peak 면적에 대하여 지방산 개별 면적을 %로 환산하여 나타냈다.

10. 관능평가

관능검사는 20~30대의 남녀 15명을 대상으로 색, 향, 풍미, 이취, 짠맛 종합적기호도 항목에 대하여 9점 척도법을 사용하여 평가하였다. 그 중 색, 향, 풍미, 이취, 종합적 기호도 항목은 1점이 '매우 나쁘다', 9점이 '매우 좋다'로 표시하도록 하였으며, 짠맛 항목은 1점이 '매우 짜다', 9점이 '조금 짜다'로 표시하도록 하였다. 염지난황은 강판(Beniel steel plate, Beniel Industries, Korea)에 갈아 관능검사에 사용하였으며, 시료 간 입을 행구기 위한 정수도 함께 제공하였다.

11. 통계처리

본 실험에서는 수율 분석은 22반복, 관능평가는 15반복으로 실시하였으며, 콜레스테롤 함량은 3반복, 그 외의 모든 분

석은 5반복으로 수행하였다. 통계분석은 SAS program(SAS, Release 9.4; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)의 General Linear Model(GLM) 방법을 이용하였으며, 분석 후 각 처리구 간의 유의성은 Tukey 방법에 따라 5% 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 수율 및 일반성분

일반 산란계와 토종닭(우리맛닭 1호, 청계) 난황 및 난황으로 만든 염지난황의 수율과 일반성분 측정 결과는 Table 1과 Table 2에 각각 나타내었다. 수율은 토종닭에서 HD가 LD보다 유의적으로 높게 나타났으며, 일반 산란계에서는 유의적인 차이가 없었다. 이는 고온에서의 건조가 염지난황 표면에 경화된 막을 만들어 염지난황 내의 고형분의 유출을 막았다고 판단된다(Sigurgisladdottir et al., 2000). HD의 경우 토종닭의 수율이 일반 산란계 대비 유의적으로 높게 나타났다. 높은 pH값은 난황 단백질의 가교결합으로 이어지고, 더 단단한 연결을 일으킬 수 있다(Yang et al., 2019). 따라서 HD에서 토종닭이 일반 산란계에 비해 높은 pH를 가지기 때문에(Table 3) 단단한 가교결합을 형성하여 높은 수율을 나타내었다고 사료된다. FR의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분의 함량은 차례로 47.02~49.20%, 15.78~17.15%, 29.46~31.53%, 1.72~1.82%였으며, LD는 20.92~21.41%, 21.99~23.42%, 41.84~42.26%, 7.40~7.78%였고, HD는 25.11~28.40%, 24.03~25.68%, 39.71~40.04%, 5.49~5.80%로 나타났다. 수분은 일반 산란계, 우리맛닭 1호, 청계 모두에서

Table 1. Proximate composition and physicochemical properties of FR from commercial and Korean native chicken eggs

Traits		Hy-Line Brown	Woorimatdag 1	Blue hen
Proximate composition (%)	Moisture	49.20±0.36 ^a	48.46±0.92 ^a	47.02±0.99 ^b
	Crude protein	17.15±0.37 ^a	15.78±0.56 ^b	15.92±0.58 ^b
	Crude fat	29.46±1.00 ^b	31.29±0.91 ^a	31.53±0.79 ^a
	Crude ash	1.81±0.10	1.82±0.08	1.72±0.11
Physicochemical properties	pH	6.06±0.05 ^b	6.18±0.05 ^a	6.15±0.04 ^a
	CIE L*	63.17±2.03	60.54±2.32	61.39±2.24
	CIE a*	-0.46±0.07 ^b	1.12±0.41 ^a	-1.68±1.38 ^b
	CIE b*	49.56±7.54	51.43±5.12	46.40±6.51
	TBARS (mg MDA/kg)	0.06±0.01	0.07±0.01	0.07±0.02
	Cholesterol (mg/g)	8.49±0.83	10.45±0.61	9.50±0.89

FR, fresh egg yolk; TBARS, thiobarbituric acid reactive substance.

^{a,b} Means denoted by different superscripts within the same row indicate a significant difference ($P<0.05$).

Table 2. Production yield and proximate composition of LD and HD made from commercial and Korean native chicken eggs

Traits (%)	Bird	LD	HD
Production yield	Hy-Line Brown	57.69±3.53	57.42±2.70 ^B
	Woorimatdag 1	57.79±4.53 ^b	63.04±2.06 ^{Aa}
	Blue hen	59.55±3.06 ^b	64.87±2.12 ^{Aa}
Moisture	Hy-Line Brown	20.92±0.39 ^b	25.11±0.80 ^{Ba}
	Woorimatdag 1	21.41±0.43 ^b	28.40±1.42 ^{Aa}
	Blue hen	21.11±0.54 ^b	27.92±1.77 ^{Aa}
Crude protein	Hy-Line Brown	23.42±0.15 ^{Ab}	25.68±0.78 ^{Aa}
	Woorimatdag 1	21.99±0.28 ^{Bb}	24.03±0.50 ^{Ba}
	Blue hen	22.90±0.52 ^{Ab}	24.33±0.24 ^{Ba}
Crude fat	Hy-Line Brown	42.26±0.37 ^a	39.71±1.41 ^b
	Woorimatdag 1	41.94±1.02	40.04±1.68
	Blue hen	41.84±1.09 ^a	39.84±1.50 ^b
Crude ash	Hy-Line Brown	7.78±0.17 ^{Aa}	5.80±0.43 ^b
	Woorimatdag 1	7.74±0.25 ^{ABa}	5.49±0.17 ^b
	Blue hen	7.40±0.23 ^{Ba}	5.54±0.29 ^b

LD, salted and low temperature dried egg yolk; HD, salted and high temperature dried egg yolk.

^{A,B} Means denoted by different superscripts within the same column indicate a significant difference ($P<0.05$).

^{a,b} Means denoted by different superscripts within the same row indicate a significant difference ($P<0.05$).

Table 3. Physicochemical properties of LD and HD made from commercial and Korean native chicken eggs

Traits	Bird	LD	HD
pH	Hy-Line Brown	6.03±0.06 ^{Bb}	6.13±0.02 ^{Bb}
	Woorimatdag 1	6.12±0.02 ^{Ab}	6.21±0.02 ^{Aa}
	Blue hen	6.13±0.03 ^{Ab}	6.23±0.02 ^{Aa}
CIE L*	Hy-Line Brown	30.00±0.75 ^b	53.04±1.27 ^a
	Woorimatdag 1	29.97±1.39 ^b	51.75±1.35 ^a
	Blue hen	30.69±1.21 ^b	52.18±2.87 ^a
CIE a*	Hy-Line Brown	5.72±0.25 ^B	6.48±0.80
	Woorimatdag 1	7.49±0.46 ^A	6.43±1.65
	Blue hen	3.95±1.27 ^C	4.93±0.52
CIE b*	Hy-Line Brown	14.24±1.09 ^b	40.74±3.08 ^a
	Woorimatdag 1	13.55±0.95 ^b	45.55±2.01 ^a
	Blue hen	14.14±1.95 ^b	40.78±4.24 ^a
TBARS (mg MDA/kg)	Hy-Line Brown	0.11±0.02 ^{Bb}	0.33±0.03 ^a
	Woorimatdag 1	0.11±0.01 ^{Bb}	0.37±0.03 ^a
	Blue hen	0.16±0.02 ^{Ab}	0.39±0.05 ^a
Hardness (kgf)	Hy-Line Brown	0.64±0.06 ^{Ab}	1.32±0.15 ^a
	Woorimatdag 1	0.47±0.06 ^{Bb}	1.10±0.11 ^a
	Blue hen	0.52±0.01 ^{Bb}	1.08±0.18 ^a
Cholesterol (mg/g)	Hy-Line Brown	12.88±0.72 ^B	12.14±0.47
	Woorimatdag 1	15.17±0.64 ^{ABa}	12.64±0.14 ^b
	Blue hen	17.65±2.66 ^{Aa}	12.96±0.48 ^b

LD, salted and low temperature dried egg yolk; HD, salted and high temperature dried egg yolk; TBARS, thiobarbituric acid reactive substance.

^{A,B} Means denoted by different superscripts within the same column indicate a significant difference ($P<0.05$).

^{a,b} Means denoted by different superscripts within the same row indicate a significant difference ($P<0.05$).

HD가 LD보다 유의적으로 높게 나타났다. 이는 난황의 염지 과정에서 삼투압에 의해 수분이 삼출되었고, HD의 염지 시간이 LD보다 짧았기 때문이라고 사료된다(Kaewmanee et al., 2011). 조단백질은 모든 종계에서 HD가 LD보다 유의적으로 높게 나타났다. 이는 단백질-단백질 상호작용이 단백질-물 상호작용보다 강하여 염지 과정에서 단백질 분자가 응집되기 때문에 염지 시간이 길어질수록 가용성 단백질 함량이 감소한 것으로 판단된다(Xu et al., 2018). 조지방의 경우 일반 산란계, 청계에서는 유의적으로 LD가 HD보다 높은 값을 나타내었으며, 우리맛닭 1호에서도 LD가 더 높은 경향을 보였지만, 유의적인 차이는 없었다. Gao et al.(2024a)에 따르면 난황을 높은 온도로 가열 시 저온 가열에 비해 내부 지질의 용출이 증가할 수 있다. 조회분의 경우 모든 종계에서 LD가 HD에 비하여 높은 값을 나타냈다($P<0.05$).

2. pH

일반 산란계와 토종닭 난황 및 난황으로 만든 염지난황의 pH값은 Table 1과 Table 3에 각각 나타내었다. FR의 경우 일반 산란계의 난황에서 토종닭 난황보다 pH값이 낮게 나타났다($P<0.05$). Lordelo et al.(2020)은 포르투갈의 토종닭 4종과 일반 산란계(hybrid laying hen)의 계란 품질을 비교하였을 때 일반 산란계 난황의 pH값이 유의적으로 낮게 나타났다고 보고하였으며, 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 염지난황에서 pH값은 모든 종계에서 HD가 LD보다 높게 나타났다($P<0.05$). Jung et al.(2023a)은 조리는 일반적으로 산기의 전하를 변형시켜 새로운 알칼리성 화합물을 형성하고 펩타이드 사슬을 분리하여 pH의 값을 증가시키는 것으로 알려져 있으며, 더 높은 온도에서 조리했을 때 상대적으로 높은 pH값을 나타냈다고 보고했다. 따라서 고온에서의 건조가 HD의 pH값을 상승시키는 데 영향을 미쳤다고 사료된다.

3. 색도

일반 산란계와 토종닭 난황 및 난황으로 만든 염지난황의 색도 값은 Table 1과 Table 3에 각각 나타내었다. 난황의 색도는 계란의 품질을 측정하는 중요한 관능적 지표이며, 대부분의 소비자들은 염지난황의 자연스러운 옅은색을 선호한다(Li et al., 2022). 모든 종계에서 L*값과 b*값은 HD가 LD에 비해 유의적으로 높은 값을 나타냈다. a*값 또한 HD가 LD에 비해 높은 값을 나타냈지만 유의적이진 않았다. Li et al.(2022)은 L*값의 감소는 난황의 수분 손실과 오일 분비가 강화되었기 때문이라고 보고하였다. 따라서 염지 과정에서 삼투압에 의해 수분의 손실이 발생하였는데 LD가 HD보

다 염지 시간이 길었기 때문에 LD에서 더 많은 수분의 삼출이 일어났고, HD에 비해 LD가 유의적으로 낮은 수준의 L*값을 가졌다고 사료된다. 염지 과정에서 단백질의 산화가 일어나면 피롤 색소의 농도가 증가하여 b*값의 감소가 일어날 수 있으며(Liu et al., 2022), 염지 시간이 길어질수록 더 많은 단백질의 산화로 가용성 단백질 함량이 감소한다(Xu et al., 2018). 모든 종계에서 LD의 b*값이 HD에 비하여 낮게 나타나는 것은 L*값과 마찬가지로 LD의 염지 시간이 HD에 비해 길어 단백질 산화가 더 많이 일어나 가용성 단백질 함량이 적었기 때문이라고 판단된다. 유의적이진 않았지만 HD가 LD에 비하여 높은 수준의 a*값을 보이는 것은 건조로 가해지는 온도가 단백질 이화화 결합 중합 및 산화 반응을 촉진하였기 때문이라고 판단된다(Gao et al., 2024a). 또한 LD에서 우리맛닭 1호의 난황이 다른 종계에 비해 높은 a*값을 나타냈는데 이는 가공 전 우리맛닭 1호 난황의 a*값이 더 높았기 때문이라고 사료된다(Table 1).

4. TBARS

일반 산란계와 토종닭 난황 및 난황으로 만든 염지난황의 TBARS값은 Table 1과 Table 3에 각각 나타내었다. TBARS는 지방산패도를 측정하는 방법으로, 다불포화지방산의 분해로 생성되는 2차 산화 생성물인 malondialdehydes를 thiobarbituric acid와 반응시켜 지방의 산패 정도를 알 수 있다. Jin et al.(2013)에 따르면 지질 산화가 건조 염지 또는 건조 경화 가공 중에 특징적인 풍미를 형성하는 주요한 접근 방식이라 알려져 있다. 모든 종계에서 HD가 LD에 비해 높은 TBARS값을 보였다($P<0.05$). Wongnen et al.(2023)은 염지 과정이 TBARS값을 증가시킨다고 보고하였으며, Wang et al.(2021)은 높은 온도와 압력에서 지질의 산화가 발생할 가능성이 더 높다고 보고하였다. 따라서 염지의 과정이 LD와 HD의 TBARS값을 증가시켰으며, 건조 시 더 높은 온도가 가해진 HD에서 LD에 비하여 더 많은 지질 산화를 일으켰다고 판단된다. FR과 HD의 경우 종계간 TBARS값의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 반면에 LD의 경우 청계가 일반 산란계와 우리맛닭 1호 대비 유의적으로 높은 값을 나타냈다. Wongnen et al.(2023)에 따르면 TBARS값이 3.7 mg MDA/kg 초과이면 지질이 바람직하지 않은 수준으로 산화되었다고 판단하였는데, 본 연구에 사용된 염지난황의 지방산패도는 바람직하지 않은 수준보다 낮았다.

5. 조직감

일반 산란계와 토종닭 난황으로 만든 염지난황의 조직감

측정 결과는 Table 3에 나타내었다. 모든 종계에서 HD가 LD보다 더 높은 경도를 나타냈다($P<0.05$). 이는 높은 온도의 오븐 건조로 인해 염지난황 표면의 수분이 빠르게 증발하여 표면 경화가 일어났기 때문이라고 사료된다(Lopes et al., 2020). 또한 LD에서 일반 산란계의 경도가 토종닭에 비하여 유의적으로 높은 값을 나타냈고, HD도 일반 산란계가 높은 경향을 나타냈다($P>0.05$). 높은 pH에서 음전하 단백질 간의 반발력은 단백질-단백질 및 단백질-물 상호작용을 약화시켜 응집체의 경도를 감소시킨다(Ganasen and Benjakul, 2010; Yang et al., 2019). 따라서 일반 산란계의 pH값이 토종닭 대비 유의적으로 낮은 값을 가지기 때문에 토종닭에 비해 일반 산란계가 높은 경도를 나타내는 것으로 판단된다(Table 3).

6. 콜레스테롤

일반 산란계와 토종닭 난황 및 난황으로 만든 염지난황의 콜레스테롤 함량은 Table 1과 Table 3에 각각 나타내었다. FR에서 8.49~10.15 mg/g, LD에서 12.88~17.65 mg/g, HD에서 12.14~12.96 mg/g으로 나타났다. 일반산란계를 제외한 종계에서 LD가 HD에 비해 유의적으로 높은 콜레스테롤 함량을 나타냈다. 조리 또는 가공의 과정을 거치면 콜레스테롤은 조직에 남아있지만 수분의 손실이 일어나기 때문에 콜레스테롤 함량이 더 높아진다(Dinh et al., 2011). Keawmanee et al.(2011)에 따르면 염지 시간이 증가할수록 수분의 삼출이 증가하는데, 염지 시간이 긴 LD에서 HD에 비해 많은 수분 삼출이 일어나 상대적으로 콜레스테롤이 더 농축되었을 것이라고 사료된다.

7. 미생물 수

일반 산란계와 토종닭 난황으로 만든 염지난황의 미생물 수는 모든 처리구에서 total aerobic count, *E. coli*, coliform이 모두 검출되지 않았다($<1 \log \text{CFU/g}$). Lekjing et al.(2024)은 익히지 않은 염지난황과 익힌 염지난황의 total aerobic count가 모두 250 CFU/g($2.4 \log \text{CFU/g}$) 이하로 검출되었다고 보고하였다. 식품공전에 따르면 알 가공품의 경우 살균제품 또는 그대로 섭취하는 제품의 total aerobic count는 10,000 CFU/g($4 \log \text{CFU/g}$) 이하로 규정되어 있으며, 대장균군의 경우 10 CFU/g($1 \log \text{CFU/g}$) 이하로 규정되어 있다. 따라서 LD와 HD 모두 미생물학적 기준에 적합하였다.

8. 지방산 조성

일반 산란계와 토종닭 난황 및 난황으로 만든 염지난황의 지방산 조성은 Table 4에 나타내었다. 난황의 주요 지방산은 oleic acid, palmitic acid, linoleic acid 순으로 나타났다. 모든 처리구의 지방산 함량은 단일불포화지방산(MUFA), 포화지방산(SFA), 다가불포화지방산(PUFA) 순서로 많았다. Gao et al.(2024b)는 난황을 난백과 분리하고 소금 혼합물을 이용하여 빠르게 경화시킨 염지난황의 지방산 조성을 분석한 결과 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다고 보고하였다. Oleic acid와 MUFA 함량은 관능적 특성과 양의 상관관계가 있다(Kim et al., 2019). 일반 산란계에서 FR, LD, HD 모두 우리 맛닭 1호와 청계 대비 높은 oleic acid와 MUFA 함량을 나타냈다($P<0.05$). Cha et al.(2014)는 PUFA가 감칠맛, 깊은맛, 향미에 영향을 미친다고 하였는데 FR, LD, HD 모두 우리 맛닭 1호에서 PUFA가 유의적으로 높은 값을 나타냈다. 이러

Table 4. Fatty acid composition of FR, LD, and HD made from commercial and Korean native chicken eggs

Fatty acid composition (%)	Bird	FR	LD	HD
C14:0 (myristic acid)	Hy-Line Brown	0.42±0.03	0.40±0.02	0.39±0.03
	Woorimatdag No. 1	0.41±0.05	0.39±0.03	0.42±0.05
	Blue hen	0.42±0.04	0.39±0.03	0.41±0.03
C16:0 (palmitic acid)	Hy-Line Brown	25.07±0.76	24.32±0.48 ^B	24.99±0.59 ^B
	Woorimatdag No. 1	25.24±0.29 ^b	25.01±0.23 ^{ABb}	26.02±0.35 ^{Aa}
	Blue hen	26.06±0.76	25.72±0.71 ^A	25.81±0.59 ^{AB}
C16:1n7 (palmitoleic acid)	Hy-Line Brown	2.97±0.54 ^A	2.51±0.21	2.48±0.24
	Woorimatdag No. 1	2.20±0.07 ^{Bab}	2.10±0.17 ^b	2.42±0.16 ^a
	Blue hen	2.82±0.20 ^{Aa}	2.55±0.40 ^{ab}	2.31±0.18 ^b
C18:0 (stearic acid)	Hy-Line Brown	7.30±0.46 ^{Bb}	7.71±0.16 ^{Bb}	8.67±0.16 ^{Ba}
	Woorimatdag No. 1	8.73±0.38 ^{Ab}	8.98±0.27 ^{Ab}	9.56±0.306 ^{Aa}
	Blue hen	9.13±0.35 ^{Ab}	9.18±0.45 ^{Aab}	9.76±0.31 ^{Aa}

Table 4. Continued

Fatty acid composition (%)	Bird	FR	LD	HD
C18:1n9 (oleic acid)	Hy-Line Brown	45.80±0.90 ^{Aa}	46.27±0.32 ^{Aa}	44.46±0.68 ^{Ab}
	Woorimatdag No. 1	41.07±0.66 ^{Cab}	41.77±0.46 ^{Ba}	40.31±0.64 ^{Bb}
	Blue hen	44.12±1.31 ^{Ba}	42.59±1.12 ^{Bab}	41.27±0.92 ^{Bb}
C18:1n7 (vacenic acid)	Hy-Line Brown	2.40±0.27 ^A	2.36±0.11 ^A	2.58±0.20 ^A
	Woorimatdag No. 1	1.93±0.12 ^{Bb}	1.93±0.09 ^{Ab}	2.23±0.18 ^{Ba}
	Blue hen	2.20±0.10 ^{AB}	2.19±0.12 ^A	2.14±0.07 ^B
C18:2n6 (linoleic acid)	Hy-Line Brown	12.87±0.70 ^B	13.15±0.73 ^B	12.56±0.84 ^B
	Woorimatdag No. 1	16.26±1.25 ^{Aa}	15.80±0.29 ^{Aab}	14.64±0.81 ^{Ab}
	Blue hen	11.35±0.79 ^{Bb}	13.53±1.84 ^{Ba}	13.77±0.93 ^{ABa}
C18:3n6 (γ -linolenic acid)	Hy-Line Brown	0.11±0.03 ^B	0.09±0.01 ^B	0.10±0.01 ^B
	Woorimatdag No. 1	0.17±0.02 ^A	0.13±0.01 ^A	0.14±0.03 ^A
	Blue hen	0.12±0.03 ^B	0.12±0.02 ^A	0.14±0.02 ^A
C18:3n3 (α -linolenic acid)	Hy-Line Brown	0.24±0.03 ^{AB}	0.21±0.01 ^B	0.22±0.05
	Woorimatdag No. 1	0.28±0.06 ^A	0.27±0.02 ^A	0.25±0.02
	Blue hen	0.20±0.02 ^{Bb}	0.24±0.03 ^{ABab}	0.25±0.02 ^a
C20:1n9 (eicosenoic acid)	Hy-Line Brown	0.24±0.03	0.25±0.02 ^B	0.23±0.03
	Woorimatdag No. 1	0.27±0.06	0.25±0.02 ^B	0.26±0.03
	Blue hen	0.30±0.04	0.31±0.04 ^A	0.26±0.02
C20:4n6 (arachidonic acid)	Hy-Line Brown	1.83±0.15 ^{Bb}	1.96±0.06 ^{Bb}	2.35±0.11 ^{Ba}
	Woorimatdag No. 1	2.46±0.18 ^A	2.39±0.10 ^A	2.58±0.09 ^A
	Blue hen	2.28±0.08 ^{Ab}	2.34±0.13 ^{Ab}	2.73±0.09 ^{Aa}
C22:4n6 (adrenic acid)	Hy-Line Brown	0.25±0.02	0.24±0.01	0.32±0.09
	Woorimatdag No. 1	0.35±0.11	0.32±0.07	0.39±0.09
	Blue hen	0.35±0.07 ^a	0.25±0.03 ^b	0.34±0.06 ^a
C22:6n3 (docosahexaenoic acid, DHA)	Hy-Line Brown	0.49±0.04 ^{Bb}	0.53±0.03 ^{Bb}	0.67±0.12 ^a
	Woorimatdag No. 1	0.61±0.11 ^{Ab}	0.65±0.04 ^{Aab}	0.79±0.14 ^a
	Blue hen	0.66±0.05 ^{Ab}	0.59±0.05 ^{ABb}	0.80±0.10 ^a
SFA	Hy-Line Brown	32.78±0.89 ^{Bb}	32.43±0.49 ^{Bb}	34.05±0.58 ^{Ba}
	Woorimatdag No. 1	34.39±0.60 ^{Ab}	34.39±0.44 ^{Ab}	35.99±0.47 ^{Aa}
	Blue hen	35.61±1.09 ^A	35.29±0.75 ^A	35.99±0.45 ^A
UFA	Hy-Line Brown	67.22±0.89 ^{Aa}	67.57±0.49 ^{Aa}	65.95±0.58 ^{Ab}
	Woorimatdag No. 1	65.61±0.60 ^{Ba}	65.61±0.44 ^{Ba}	64.01±0.47 ^{Bb}
	Blue hen	64.39±1.09 ^B	64.71±0.75 ^B	64.01±0.45 ^B
MUFA	Hy-Line Brown	51.42±1.06 ^{Aa}	51.39±0.35 ^{Aa}	49.75±0.70 ^{Ab}
	Woorimatdag No. 1	45.47±0.73 ^C	46.05±0.40 ^C	45.22±0.79 ^B
	Blue hen	49.44±1.26 ^{Ba}	47.64±1.33 ^{Bab}	45.98±1.02 ^{Bb}
PUFA	Hy-Line Brown	15.80±0.75 ^B	16.18±0.80 ^B	16.21±1.01 ^B
	Woorimatdag No. 1	20.14±1.08 ^A	19.56±0.22 ^A	18.79±0.96 ^A
	Blue hen	14.96±0.91 ^{Bb}	17.07±1.90 ^{Bab}	18.03±0.98 ^{Aa}
MUFA/SFA	Hy-Line Brown	1.57±0.07 ^{Aa}	1.58±0.02 ^{Aa}	1.46±0.03 ^{Ab}
	Woorimatdag No. 1	1.32±0.03 ^{Ba}	1.34±0.03 ^{Ba}	1.26±0.03 ^{Bb}
	Blue hen	1.39±0.07 ^{Ba}	1.35±0.03 ^{Bab}	1.28±0.04 ^{Bb}
PUFA/SFA	Hy-Line Brown	0.48±0.03 ^B	0.50±0.03 ^{AB}	0.48±0.04
	Woorimatdag No. 1	0.59±0.04 ^{Aa}	0.57±0.01 ^{Aab}	0.52±0.03 ^b
	Blue hen	0.42±0.03 ^{Cb}	0.48±0.06 ^{Bab}	0.50±0.03 ^a

FR, fresh egg yolk; LD, salted and low temperature dried egg yolk; HD, salted and high temperature dried egg yolk; SFA, saturated fatty acid; UFA, unsaturated fatty acid; MUFA, monounsaturated fatty acid; PUFA, polyunsaturated fatty acid.

^{A-C} Means denoted by different superscripts within the same column indicate a significant difference ($P<0.05$).

^{a,b} Means denoted by different superscripts within the same row indicate a significant difference ($P<0.05$).

한 경향은 우리맛닭 1호의 높은 linoleic acid, r-linolenic acid, arachidonic acid의 함량 때문인 것으로 사료된다. 일반 산란계와 우리맛닭 1호에서 HD가 FR과 LD에 비해 유의적으로 높은 SFA를 나타냈으며, 청계에서도 HD가 높은 SFA를 보였다($P>0.05$). Li et al.(2023)는 염지난황 내의 지방산 변화가 열처리 및 산화와 같은 요인에 기인할 수 있다고 추론했으며, 이는 장쇄 지방산을 손상시켜 일부 탄소 사슬을 끊어지게 할 수 있다고 보고했다. 따라서 HD의 상대적으로 높은 열처리가 염지난황의 SFA의 함량을 증가시킨 것으로 판단된다. Lee et al.(2012)에 따르면 arachidonic acid는 계육의 풍미에 매우 중요한 물질로 감칠맛의 강도를 개선시키며, 육계에 비하여 토종닭 계육에서 높은 함량을 가진다고 보고하였다. 본 연구에서는 토종닭 계란을 사용하였지만 FR, LD, HD 모두 일반 산란계 계란보다 토종닭 계란에서 arachidonic acid의 함량이 유의적으로 높은 값을 나타냈다. Docosahexaenoic acid(DHA)는 신맛과 쓴맛을 감소시키고 감칠맛을 증가시키며(Lee et al., 2012) 신경발달, 신경인지 및 신경퇴행성 질환에 영향을 미치고 동맥혈전성 뇌졸중과 관련된 심장색전증의 위험을 줄일 수 있다(Yamagata, 2021). 모든 종계에서 DHA의 함량은 HD가 FR과 LD에 비해 유의적으로 높은 값을 나타냈다. PUFA/SFA는 식단이 심혈관 건

강에 미치는 영향을 평가하는데 사용하는 지수로 영양학적 관점에서 0.4 이상의 PUFA/SFA가 바람직한 것으로 간주된다(Rincón-Cervera et al., 2020). 본 연구에서 염지난황의 PUFA/SFA는 모두 0.4 이상이었으며 FR과 LD에서 우리맛닭 1호의 PUFA/SFA의 값이 일반 산란계와 청계 대비 유의적으로 높게 나타났다.

9. 관능검사

일반 산란계와 토종닭 난황으로 만든 염지난황의 관능검사 결과는 Table 5에 나타내었다. 관능검사는 시각, 후각, 촉각, 미각, 청각을 통해 인지되는 자극에 대한 반응을 측정, 분석 및 해석하는 데 사용한다(Margeta et al., 2019). 이는 식품의 수용 가능성을 결정하고 시장에서 미래의 제품 성공을 위한 지표를 제공하기 때문에 중요한 요소이다(Mihafu et al., 2020). Jeon et al.(1993)에 따르면 염지 계란 제조 시 사용되는 염지액의 농도, 염지 시간 및 압력은 최종 소비자 관능특성에 영향을 준다고 하였다. 본 연구에서 색도의 경우 일반 산란계와 청계에서 LD가 HD보다 유의적으로 높게 나타났다으며, 우리맛닭 1호에서는 유의적인 차이가 없었다. HD 사이에서는 우리맛닭 1호 계란의 색도가 일반 산란계 계란보다 유의적으로 높게 나타났다. 향, 짠맛은 건조 방법이나

Table 5. Sensory properties of LD and HD made from commercial and Korean native chicken eggs

Sensory parameter	Bird	LD	HD
Color	Hy-Line Brown	7.53±1.46 ^a	5.93±1.33 ^{Bb}
	Woorimatdag 1	7.80±1.26	7.40±1.06 ^A
	Blue hen	7.47±1.46	6.60±1.35 ^{AB}
Aroma	Hy-Line Brown	6.47±1.30	6.93±1.10
	Woorimatdag 1	5.93±1.75	7.00±1.46
	Blue hen	6.00±1.60	6.47±1.55
Flavor	Hy-Line Brown	5.87±1.81	6.67±1.11
	Woorimatdag 1	5.80±2.04 ^b	7.07±0.88 ^a
	Blue hen	5.93±1.79	6.53±1.36
Off-flavor	Hy-Line Brown	5.53±1.96	6.00±1.60
	Woorimatdag 1	5.47±2.00 ^b	7.00±1.25 ^a
	Blue hen	6.13±2.17	6.33±1.72
Saltiness	Hy-Line Brown	5.13±2.03	5.27±1.91
	Woorimatdag 1	4.53±2.36	5.73±1.75
	Blue hen	4.60±2.53	4.87±1.20

Color, 1 = very bad, 9 = very good; Aroma, 1 = very bad, 9 = very good; Flavor, 1 = very bad, 9 = very good; Off-flavor, 1 = extremely strong off-flavor, 9 = extremely weak off-flavor; Saltiness, 1 = extremely strong salty, 9 = extremely weak salty.

LD, salted and low temperature drying; HD, salted and high temperature drying.

^{A,B} Means denoted by different superscripts within the same column indicate a significant difference ($P<0.05$).

^{a,b} Means denoted by different superscripts within the same row indicate a significant difference ($P<0.05$).

종계의 차이에서 유의적이진 않았다. 이취와 풍미의 경우 우리맛닭 1호 계란에서 HD가 LD보다 유의적으로 높은 선호도를 보였으며, 일반 산란계와 청계에서도 HD가 높은 경향을 보였다($P>0.05$). 이는 건조 온도가 높아지면 세포 구조가 빠르게 파괴되어 독특한 풍미를 부여하였기 때문이라고 판단된다(Yang et al., 2024).

적 요

본 연구에서는 국내 토종닭(우리맛닭 1호, 청계) 계란으로 제조한 염지난황의 서로 다른 염지 시간 및 건조 조건이 이화학적 특성, 지방산 조성, 관능적 특성에 미치는 영향을 평가하였다. 수율의 경우 HD에서 토종닭이 일반 산란계보다 유의적으로 높았다. pH값은 토종닭에 비하여 일반 산란계에서 유의적으로 낮게 나타났으며, HD가 LD에 비해 유의적으로 높은 pH 값을 나타냈다($P<0.05$). 염지난황의 표면 색도는 모든 종계에서 HD가 LD에 비하여 L*값과 b*값이 높게 나타났다($P<0.05$). 경도는 모든 종계에서 HD가 LD에 비하여 유의적으로 높았다. HD는 LD에 비하여 높은 TBARS 값을 보였지만($P<0.05$), 바람직하지 않은 수준보다 낮게 나타났다. 콜레스테롤 함량은 토종닭에서 LD가 HD에 비하여 유의적으로 높게 나타났다. 우리맛닭 1호 FR과 LD의 PUFA 함량이 다른 종계에 비하여 유의적으로 높았으며, HD에서도 일반 산란계보다 높게 나타났다($P<0.05$). Docosahexaenoic acid의 함량은 HD가 FR과 LD에 비해 유의적으로 높았으며, arachidonic acid는 토종닭에서 일반 산란계 대비 높게 나타났다($P<0.05$). 관능평가에서 향과 이취의 경우 우리맛닭 1호 계란에서 HD가 LD보다 유의적으로 높은 척도를 나타냈다. 따라서 본 연구에서는 토종닭 계란은 이용하여 염지난황을 제조할 때 HD의 방법을 이용하는 것이 더 적은 염지 및 건조 시간을 가지며, 염지난황의 관능적 특성 유지에 도움이 될 수 있을 것이라고 판단된다. 추후 염지난황의 풍미 안정성과 휘발성 유기 화합물에 대한 심도 있는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

(색인어: 우리맛닭, 청란, 염지난황, 관능평가, 콜레스테롤)

사 사

본 연구는 농촌진흥청의 2025 축산현안대응고도화 기술개발사업(PJ016205)으로 추진된 것으로 지원에 감사합니다.

ORCID

Dowon Jeong	https://orcid.org/0009-0003-2011-198X
Yousung Jung	https://orcid.org/0000-0003-2095-2394
Dohyeon Song	https://orcid.org/0009-0002-7690-2695
Dongwook Kim	https://orcid.org/0000-0002-5496-1961
Hyojun Choo	https://orcid.org/0000-0002-7747-5077
Aera Jang	https://orcid.org/0000-0003-1789-8956

REFERENCES

- AOAC 1995 Official Methods of Analysis. 6th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Cha JB, Jeon IS, Chu HJ, Kim KG 2021 Comparative analysis of the characteristics of eggs from Woori-Mat-Dak No. 2 breeding chickens compared to regular eggs. Page 194 In: Korean Society of Poultry Science Annual General Meeting and Academic Conference, Korean Society of Poultry Science, Daejeon, Korea.
- Cha JS, Kim SH, Jung S, Kang HJ, Jo C, Nam KC 2014 Comparison of meat quality and sensory characteristics of different native chickens in Korean market. Korean J Poult Sci 41(1):53-59.
- Dinh TTN, Thompson, LD, Galyean ML, Brooks JC, Patterson KY, Boylan LM 2011 Cholesterol content and methods for cholesterol determination in meat and poultry. Compr Rev Food Sci Food Saf 10(5):269-289.
- Food Code 2024 Ministry of Food and Drug Safety. <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC> Accessed on October 24, 2024.
- Ganasen P, Benjakul S 2010 Physical properties and microstructure of pidan yolk as affected by different divalent and monovalent cations. LWT-Food Sci Technol 43(1):77-85.
- Gao LB, Obianwuna UE, Zhang HJ, Qiu K, Wu SG, Qi GH, Wang J 2022 A comparison between the egg yolk flavor of indigenous 2 breeds and commercial laying hens based on sensory evaluation, artificial sensors, and GC-MS. Foods 11(24):4027.
- Gao X, Zhang M, Li J, Gu L, Chang C, Huang Z, Yang Y, Su Y 2024a Novel insights into the effects of different cooking methods on salted egg yolks: Physicochemical and sensory analysis. Foods 13(13):1963.

- Gao X, Zhang M, Li J, Gu L, Chang C, Huang Z, Xiong W, Su Y, Yang Y 2024b Reducing curing time via a shell less method: a comparative analysis of flavour characteristics in salted egg yolk. *Int J Food Sci Technol* 59:5363-5375.
- García-Díez J, Gonçalves C, Grispoldi L, Cenci-Goga B, Saraiva C 2021 Determining food stability to achieve food security. *Sustainability* 13(13):7222.
- Jeon KH, Yoo IJ, Chang YH, Kang TS 1993 Permeation effect of NaCl into shell egg with concentration of NaCl solution, salting time and salting pressure. *Korean J Poult Sci* 20(3):125-131.
- Jin G, He L, Yu X, Zhang J, Ma M 2013 Antioxidant enzyme activities are affected by salt content and temperature and influence muscle lipid oxidation during dry-salted bacon processing. *Food Chem* 141(3):2751-2756.
- Jung Y, Kim HJ, Kim D, Joo B, Jhoo JW, Jang A 2023a Physicochemical properties and volatile organic compounds of dairy beef round subjected to various cooking methods. *Food Sci Anim Resour* 43(5):767.
- Jung Y, Oh S, Kim D, Lee S, Lee HJ, Shin DJ, Choo HJ, Jo C, Nam KC, Lee JH, Jang A 2024 Effect of cinnamon powder on quality attributes and off-flavor in fried chicken drumsticks made from long-term thawed Korean native chicken. *Poult Sci* 103(5):10358.
- Jung Y, Shin DJ, Kim HJ, Jeong HJ, Lee HJ, Kim D, Jang A 2023b Effect of feral peach sugar extracts and Gom-chwi extracts on physicochemical properties and shelf-life of Woorimatdag chicken marinated with red pepper sauce. *Korean J Poult Sci* 50(1):51-61.
- Kaewmanee T, Benjakul S, Visessanguan W 2011 Effects of salting processes and time on the chemical composition, textural properties, and microstructure of cooked duck egg. *J Food Sci* 76(2):S139-S147.
- Kang BS, Hong EC, Kim HK, Kim CD, Heo KN, Choo HJ, Suh OS, Hwangbo J 2011 Productivity and performance test of egg-type commercial Korean native chickens. *Korean J Poult Sci* 38(4):331-338.
- Kim BK, Ha JJ, Yi JK, Oh DY, Jung DJ, Choi SB, Hwang EG, Kim SJ, Lee JY 2016 Comparison of principle components and quality of eggs by laying hen breeds. *J Korean Data & Info Sci Soc* 27(5):1307-1316.
- Kim HJ, Kim HJ, Jang A 2019 Nutritional and antioxidative properties of black goat meat cuts. *Asian Austral J Anim Sci* 32(9):1423.
- Lekjing S, Venkatachalam K, Noonim P 2024 Influence of prolonged ambient storage condition on the physicochemical properties of uncooked and cooked salted duck egg yolk. *J King Saud Univ Sci* 36(2):103072.
- Lee KH, Kim HJ, Lee HJ, Kang MG, Jo CR 2012 A study on components related to flavor and taste in commercial broiler and Korean native chicken meat. *Korean J Poult Sci* 19(3):385-392.
- Li Q, Jin H, Zhang X, Hu G, Lei C, Sun H, Sheng L, Jin Y, Huang X, Lu L, Cai Z 2023 Effect of salt penetration and water migration on cooked salted egg yolk gel during storage: Physicochemical properties, structural characteristics and flavor changes. *Food Chem* 404:134510.
- Li X, Chen S, Yao Y, Wu N, Xu M, Zhao Y, Tu Y 2022 The quality characteristics formation and control of salted eggs: a review. *Foods* 11(19):2949.
- Liu Y, Ma Y, Chi Y, Chi Y 2022 Change in rapid salting kinetics and characteristics of hen egg yolks. *J Food Eng* 329:111090.
- Lopes SM, da Silva, DC, Tondo EC 2020 Effect of curing and heat treatments on the Salmonella survival and physicochemical properties of chicken egg yolk. *Food Res Int* 137:109680.
- Margeta P, Kralik G, Grčević M, Hanžek D, Kralik Z 2019 Importance of sensory evaluation in assessment of egg quality. *Poljoprivreda* 25(1):56-63.
- Meynier A, Leborgne C, Viau M, Schuck P, Guichardant M, Rannou C, Anton M 2014 n-3 fatty acid enriched eggs and production of egg yolk powders: An increased risk of lipid oxidation?. *Food Chem* 153:94-100.
- Mihafu FD, Issa JY, Kamiyango MW 2020 Implication of sensory evaluation and quality assessment in food product development: a review. *Curr Res Nutr Food Sci* 8(3):690-702.
- Miranda JM, Anton X, Redondo-Valbuena C, Roca-Saavedra P, Rodriguez JA, Lamas A, Franco CM, Cepeda A 2015 Egg and egg-derived foods: effects on human health and use as functional foods. *Nutrients* 7(1):706-729.
- Mopera LE, Saludo PM, Flores FP, Sumague MJV, Oliveros BRR, Tan WT 2021 Physicochemical, nutritional and

- sensory qualities of salted Philippine mallard duck (*Anas platyrhynchos* L.) eggs. Food Res 5(4):279-287.
- Oh S, Jung Y, Lee S, Lee HJ, Kim D, Choo HJ, Shin DJ, Jang A 2023 Effect of rosemary and clove essential oils on quality and flavor compounds of fried Korean Native Chicken Thigh Meat. Korean J Poult Sci 50(3):143-159.
- Park H, Yu M, Seo E, Oketch EO, Nawarathne SR, Chathuranga NC, Sta. Cruz BG, Maniraguha V, Lee J, Choi H, Heo JM 2024 A comparative study on the laying performance and egg quality of the Korean native commercial chicken and Hy-Line Brown. Korean J Poult Sci 51(2):83-95.
- Réhault-Godbert S, Guyot N, Nys Y 2019 The golden egg: nutritional value, bioactivities, and emerging benefits for human health. Nutrients 11(3):684.
- Rincón-Cervera MÁ, González-Barriga V, Romero J, Rojas R, López-Arana S 2020 Quantification and distribution of omega-3 fatty acids in South Pacific fish and shellfish species. Foods 9(2):233.
- Sigurgisladottir S, Sigurdardottir MS, Torrisson O, Vallet JL, Hafsteinsson H 2000 Effects of different salting and smoking processes on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. Food Res Int 33(10):847-855.
- Su Y, Chen Z, Li J, Chang C, Gu L, Yang Y 2021 Characterization of salted egg yolk flavoring prepared by enzyme hydrolysis and microwave irradiation. Food Chem 338:127913.
- Sujiwo J, Kim D, Yoon JY, Kim H, Kim JS, Lee SK, Jang A 2017 Physicochemical and functional characterization of blue-shelled eggs in Korea. Korean J Food Sci An 37(2):181.
- Sujiwo J, Lee S, Kim D, Lee HJ, Oh S, Jung Y, Jang A 2024 Physicochemical features and volatile organic compounds of horse loin subjected to sous-vide cooking. Foods 13(2):280.
- Wang X, Huang Y, Zhou B, Xu W, Xiang X, Huang Q, Li S 2021 Improvement of quality and flavor of salted egg yolks by ultrasonic assisted cooking. Ultrason Sonochem 75:105579.
- Wang ZF, Dai C, Wang TY 2017 A simple method to evaluate oil in salted egg. Int J Food Prop 20(sup2):1816-1822.
- Wongnen C, Panpipat W, Saelee N, Rawdkuen S, Grossmann L, Chaijan M 2023 A novel approach for the production of mildly salted duck egg using ozonized brine salting. Foods 12(11):2261.
- Xiao C, Zhang Y, Gong T, Lu W, Chen D, Zhang C, Wang H, Guan, R 2023 A comparative study of pickled salted eggs by positive and negative pressure-ultrasonic method. Foods 12(7):1477.
- Xu L, Zhao Y, Xu M, Yao Y, Nie X, Du H, Tu Y 2018 Changes in aggregation behavior of raw and cooked salted egg yolks during pickling. Food Hydrocoll 80:68-77.
- Yamagata K 2021 Dietary docosahexaenoic acid inhibits neurodegeneration and prevents stroke. J Neurosci Res 99(2):561-572.
- Yang H, Li W, Lu B, Zi L, Xu N, Guo L 2024 Effect of different hot air drying process on flavor compounds and Maillard reaction products of Boletus edulis by HS-SPME/GC-MS coupled with multivariate analysis. LWT-Food Sci Technol 198:116055.
- Yang Y, Zhao Y, Xu M, Wu N, Yao Y, Du H, Liu H, Tu Y 2019 Changes in physico-chemical properties, microstructure and intermolecular force of preserved egg yolk gels during pickling. Food Hydrocoll 89:131-142.
- Zhao Y, Feng F, Yang Y, Xiong C, Xu M, Tu Y 2021 Gelation behavior of egg yolk under physical and chemical induction: A review. Food Chem 355:129569.

Received Apr. 3, 2025, Revised May. 7, 2025, Accepted May. 9, 2025