

국내 비살균 전란액, 난백액, 난황액의 유통기한 평가

김영조 · 문혜진¹ · 송보라 · 임종수² · 허은정 · 박현정 · 위성환² · 문진산^{2*}
식품의약품안전처, ¹경희대학교 식품영양학과, ²농림축산검역본부

Evaluation of Shelf Life of Non-Pasteurized Egg Yolks, Egg Whites, and Whole Egg Liquid Products in Korea

Young-Jo Kim, Hye-Jin Moon¹, Bo-Ra Song, Jong-Soo Lim², Eun-Jeong Heo, Hyun-Jung Park, Sung-Hwan Wee², and Jin-San Moon^{2*}

Korea Food and Drug Administration, Cheong-won, Korea

¹Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University, Seoul, Korea

²Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon, Korea

(Received October 6, 2018/Revised November 5, 2018/Accepted November 7, 2018)

ABSTRACT - The objective of this study is to establish the shelf life of non-pasteurized whole egg, egg yolk and egg white liquid. Each sample was stored for two weeks at 5°C, 10°C, 15°C, and 25°C, and then sensory, microbial, and physicochemical tests were performed periodically. The estimation of shelf life was based on the microbial standards of total viable counts and coliforms. The chemical properties highly correlated with the sensory evaluation were also used. Our results showed that the shelf life was the most influenced by microbial properties. Exceptionally, however, whole egg and white liquid stored at 5°C and 10°C with limited bacterial growth were affected by chemical property. The shelf life of the three non-pasteurized liquids was calculated to be less than one day at over 15°C. At 5°C and 10°C, the shelf life was calculated to be 5 d and 1 d for egg yolk liquid, 5 d and 5 d for egg white, and 7 d and 5 d for whole egg, respectively. Therefore, it is advisable to establish reasonable shelf life in the more specific manner based on consideration of these findings.

Key words: Egg liquid product, Shelf life, Sensory test

유통기한(shelf life)은 식품의 품질 유지 및 위생 안전성 보장 차원에서 일정조건에서 식품을 제조 포장한 시점부터 소비자에게 판매가 가능한 시점까지의 기한으로 정의된다¹⁾. 우리나라는 1985년부터 유통기한 표시제도를 시작하였으며 2000년 전면 자율화로 규제가 완화되었다²⁾. 그러나 과학적 근거 없이 자의적으로 유통기한 설정하는 문제가 발생하면서 2007년부터 유통기한 설정사유서를 의무화 하였다^{1,3)}. 또한 자체적인 실험이 어려운 영세 제조업체의 경우 유통기한 설정과 관련한 국내외 학술지 등재 논문 및 정부기관의 연구보고서를 통해 유통기한을 설정하는 경우에 유통기한 설정실험 생략이 가능하도록 하였다^{1,4)}.

계란은 가공식품의 대표적인 원료로 살균 액란과 비살균 액란 및 전란, 난황, 난백으로 구분되어 유통되고 있다. 제

과-제빵 등의 대량 생산을 목적으로 하는 기업은 계란을 직접 깨서 사용했던 과거와 달리 능률적이고 작업의 편의성, 가격성의 부분을 향상하기 위해 액란 형태의 제품으로 사용하고 있다⁵⁾. 그러나 액란은 난각이 제거되어 병원성 미생물에 노출 위험이 높고 단백질을 포함하여 지방, 비타민, 무기질 등의 영양소와 높은 수분의 함유로 인하여 미생물이 증식하기 좋은 조건을 지니고 있어 생산 단계에서부터 유통 및 소비에 이르기까지 안전한 품질관리가 요구된다⁶⁾. 특히 살균 액란은 열로 인한 단백질 변성 때문에 제품의 부피를 증가시키는 데 불리하여 비살균액란이 선호되지만, 열처리 공정을 거치지 않고 유통되기 때문에 보관 온도와 시간에 의하여 품질변화가 일어날 수 있어 더욱 주의가 필요하다^{5,7)}.

국내의 경우 비살균 액란제품의 미생물 규격으로서 일반 세균수 기준은 1 g당 n=5, c=1, m=500,000, M=1,000,000, 대장균군수는 1 g당 n=5, c=1, m=100, M=1,000, 살모넬라와 리스테리아 모노사이토제네스 균은 n=5, c=0, m=0/

*Correspondence to: Jin-San Moon, Veterinary Pharmaceutical Management Division, Animal and Plant Quarantine Agency, Gimcheon, Gyeongsangbuk-do 39660, Korea
Tel:+82-54-912-0536, Fax:+82-54-912-0530
E-mail: moonjs727@korea.kr

25 g으로 관리된다. 또한 할란 후 속히 5°C이하로 냉각하여야 하며, 72시간 초과 보관해서는 안 되는 것으로 규정되어 있다⁸⁾. 위와 같이 비살균액란은 미생물 관리와 신선도 유지 차원에서 신속한 냉각 및 보관기준의 준수 등 위생적으로 처리되는 경우에만 생산유통 될 수 있도록 의무화시키는 등 특별한 주의를 요하는 식품으로 규정하고 있다.

생란과 전란액의 권장유통기한을 제시하기 위해 An 등⁴⁾은 여러 온도 구간에서 저장 기간에 따른 일반세균수, 대장균군수 등의 미생물학적 요소와 산도(pH), 휘발성 염기질소 등 이화학적 요인 등의 품질지표 개발 및 산출에 관한 연구를 수행하였다. 하지만 Moon 등⁶⁾과 Kim 등⁹⁾에 따르면, 10°C 이상의 온도에 보관된 난황액에서는 살모넬라가 빠르게 증식한 반면, 난백액에서는 증식하지 않는 등 액란의 종류에 따라 미생물 증식에 차이가 있는 것으로 보고하였다. 따라서 전란액, 난황액, 난백액으로 구분된 합리적인 권장유통기한의 제시가 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 국내에서 제조한 비살균 전란액, 난황액, 난백액에 대하여 5°C, 10°C, 15°C, 25°C에 보관하면서 관능검사, 이화학적 검사, 미생물 성상을 조사하여 품질 상태를 산출하여 유통기한을 평가하고자 하였다.

Materials and Methods

시료 및 저장조건

본 연구에서는 전국의 8개 액란 가공장을 대상으로 하절기에 비살균 전란액, 난황액, 난백액을 각각 채취하여 일반세균수 검사를 실시하여 가장 높은 수치를 보인 안성시의 액란 가공장으로부터 하절기와 동절기에 시료를 각각 채취하여 실험실로 운반하여 검사에 사용하였다. 시료는 실험실에서 5°C, 10°C, 15°C, 25°C에서 각각 2주 동안 보관하면서 매일 시료를 채취하여 미생물 검사, 이화학적 검사, 관능검사를 각각 실시하였다.

일반세균수 및 대장균군수 검사

일반세균수와 대장균군수 측정은 식품의약품안전처의 축산물의 가공기준 및 성분규격의 건조필름법으로 실시하였다⁸⁾. 균질화한 액란 시료 1 mL과 시험용액을 10진 희석법으로 희석한 각 단계 희석액 1 mL을 3개의 일반 세균수 및 대장균군수 건조필름배지(3M, USA)에 각각 접종 한 후 잘 흡수시켜 배양 후 균수를 측정하여 평균값을 나타냈다.

pH 및 휘발성 염기질소 측정

액란의 pH는 pH-meter (799GPT Titrimo Metrohm, Switzerland)를 이용하여 측정하였다. 휘발성 염기질소(Volatile basic nitrogen; VBN)는 Conway unit을 사용하는 미량확산법으로 측정하였다⁴⁾. 즉, 시료 5 mL을 취하여 증류수 15 mL 가하고 homogenizer(Model AM-7, Nihonseiki,

Japan)로 1분간 10,000 rpm으로 균질화 한 다음 증류수를 사용하여 50 mL로 부피를 조정하여 Whatman No.4 filter paper로 여과한 액을 시험용액으로 사용하였다. Conway 용기의 외실에 시험용액 1 mL를 취하고 내실에 H₂BO₃ 혼합용액 1 mL를 가한 다음 외실에 K₂CO₃ 포화용액 1 mL를 가한 후 밀폐하였다. 외실 중의 시험액과 알칼리 용액을 잘 혼합하고, 37°C의 항온기에서 2시간 정치한 후 내실에 0.02 NH₂SO₄를 적정하여 아래 식에 의하여 휘발성 염기질소 화합물의 양을 구하였다.

$$VBN(\text{mg } \%) = \left[\frac{(V_s - V_b) \times f \times 0.28}{s} \times 50 \right] \times 100$$

V_s, titer for sample (mL); V_b, titer for blank (mL);
f, factor of 0.02 N-H₂SO₄; S, sample volume (mL)

관능검사

액란의 관능검사는 관능요원 10명을 대상으로 9점 척도법을 이용하여 평가하였다. 즉, 시각과 후각에 의하여 액란의 색(color)과 이취(off-flavor)를 조사하여 품질상태를 평가하여 매우 좋다는 9점, 좋다 7점, 보통이다 5점, 나쁘다 3점, 매우 나쁘다 1점으로 평가하여 평균값을 나타냈다.

유통기한 산출

액란의 유통기한을 설정하기 위해 미생물학적 및 이화학적 유효품질지표를 설정하였다. 미생물학적 품질지표(일반세균수, 대장균 군수)의 한계기준은 법적 규격인 식품공전⁸⁾으로 설정하였다. 반면, 법적 규격이 없는 이화학적 품질특성(pH, VBN)은 측정값과 관능검사(9점 척도법)를 회귀 분석하고 상관관계가 높은 인자를 품질지표로 설정하였다^{1,10)}. 이후 관능검사의 품질 한계인 5점을 대입하여 해당 품질지표의 규격 값으로 산출하여 유통기한으로 설정하였다^{11,12)}.

Results and Discussion

저장온도에 따른 난백액, 난황액, 전란액의 일반세균수 및 대장균군수 변화

본 연구에서는 비살균액란 제품의 유통기간 설정의 지표 개발을 위해 여름철과 겨울철에 각각 전란액, 난황액, 난백액을 수거하여 비살균 액란제품의 미생물(일반세균, 대장균 군수, 살모넬라) 오염도를 조사하였다. 그 결과 살모넬라는 음성으로 나타났으며, 일반세균수와 대장균 군수에 있어서 각각 2.0 log CFU/mL 및 1.0 log CFU/mL 전후의 농도를 나타내어 국내 법적 한계 기준을 만족한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 An 등⁴⁾과 Kang 등⁵⁾에서도 국내에서 생산 및 유통되는 비살균액란의 미생물 오염도는 모두 법적 한계 기준을 만족하였다는 보고와 유사하였다.

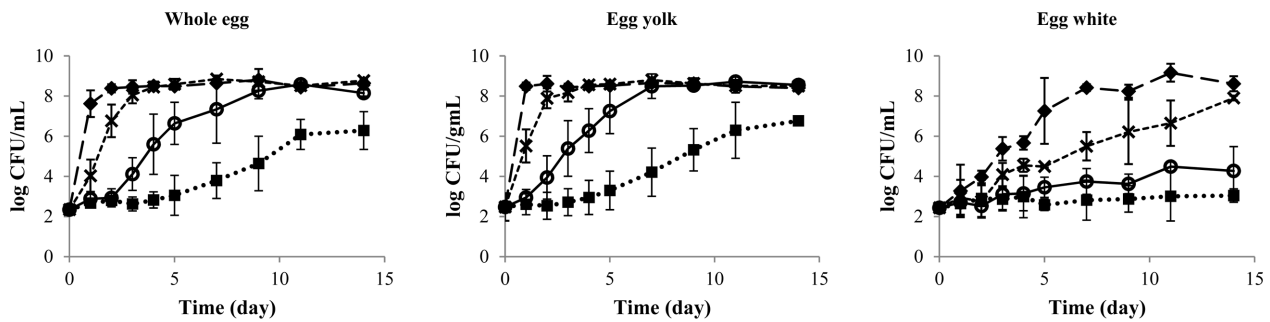


Fig. 1. The change of total viable counts (log CFU/mL) of non-pasteurization liquid egg products according to storage temperature. ◆, 25°C; ×, 15°C; ○, 10°C; ■, 5°C.

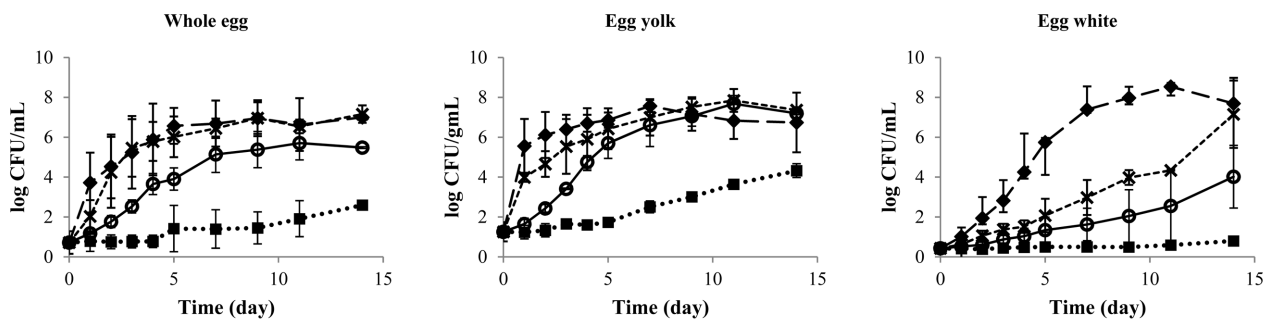


Fig. 2. The change of coliforms counts (log CFU/mL) of non-pasteurization liquid egg products according to storage temperature. ◆, 25°C; ×, 15°C; ○, 10°C; ■, 5°C.

국내 법적 한계 기준을 만족한 시료를 대상으로 본 연구에서는 5°C, 10°C, 15°C, 25°C 온도에 보관하여 일반세균수와 대장균 군수의 변화를 조사하였다. 그 결과 Fig. 1에서와 같이 전란액과 난황액에서의 일반세균수는 5°C 보관조건을 제외한 10°C, 15°C, 25°C에서 초기 2.42 log CFU/mL에서 8.55 CFU/g이상까지 증가하였으며, 보관온도가 높을수록 증식속도가 빠르게 나타났다. 이에 반하여 난백액의 경우, 15°C와 25°C에서 2주 동안 각각 7.91 과 8.62 log CFU/mL까지 증가한 반면, 5°C와 10°C에서 3.05와 4.27 log CFU/mL로 서서히 증식하였다.

대장균군수에 있어서는 5°C 보관조건을 제외한 10°C, 15°C, 25°C에서는 시간이 지날수록 그리고 보관 온도가 높을수록 난황액, 전란액, 난백액의 순서로 4.02 log CFU/mL 이상까지 지속적으로 증가하는 것으로 나타났다 (Fig. 2). 결과적으로 일반세균과 대장균 군수 모두 난황액, 전란액, 난백액의 순서대로 빠르게 증식하였고, 온도가 높을수록 증식속도는 유의적으로 빠르게 나타났다. 이는 침입한 균에 대하여 방어역할을 하는 lysozyme과 ovotransferrin과 같은 단백질이 난백 내에 존재하기 때문으로 보고되고 있다¹³⁾.

저장기간별 저장온도에 따른 난백액, 난황액, 전란액의 pH 및 VBN 변화

외부 온도가 상승하고 유통기간이 길어질수록 계란 내

부의 CO₂ 가스가 세공을 통해 외부로 방출되면서 계란의 pH는 증가하기 때문에 pH는 계란 초기 신선도의 판단하는 지표로 활용되고 있다¹⁴⁾. 일반적으로 신선한 계란 난백의 pH는 7.6 ~ 7.9이고, 난황은 6.0으로 보고되고 있다¹⁵⁾. 본 연구에서는 전란액, 난황액, 난백액의 저장 기간별 저장온도에 따른 pH의 변화를 조사하였다. 그 결과 5°C 보관된 전란액과 난백액의 pH값의 변화는 거의 나타나지 않았으나, 10°C이상의 온도에서는 온도가 높을수록 pH 값이 빠르게 감소하였다(Fig. 3). 난황액의 경우, 초기 pH는 6.31이었으며 모든 온도에서 저장 기간 동안 pH 값의 변화는 거의 나타나지 않았다. 식용란과 전란액의 보관온도와 저장 기간에 따른 pH 변화를 조사한 An 등⁴⁾의 연구에서도 식용란의 pH 값은 시간에 따라 증가하였으나, 전란액의 pH 값은 유의적으로 감소한 것으로 보고되었다. 또한, Burley 등¹⁶⁾도 난백의 pH가 초기 9.52에서 30일 후 8.73으로 감소하였다고 보고하였다.

한편, 액란은 단백질 함량이 많아 적절하지 않은 저장 환경에서 보관 시 변패되어 신선도가 저하되기 쉽다. 단백질은 변패가 진행됨에 따라 아미노산을 거쳐 저분자의 무기태질소로 분해되기 때문에 식품 중 휘발성 염기질소(Volatile basic nitrogen, VBN) 함량 측정을 통해 단백질의 변패 정도를 측정하는데 활용되고 있다. 현행 식육제품의 VBN 허용 한계는 20 mg%로 정해져 있다. 또한, 어패류

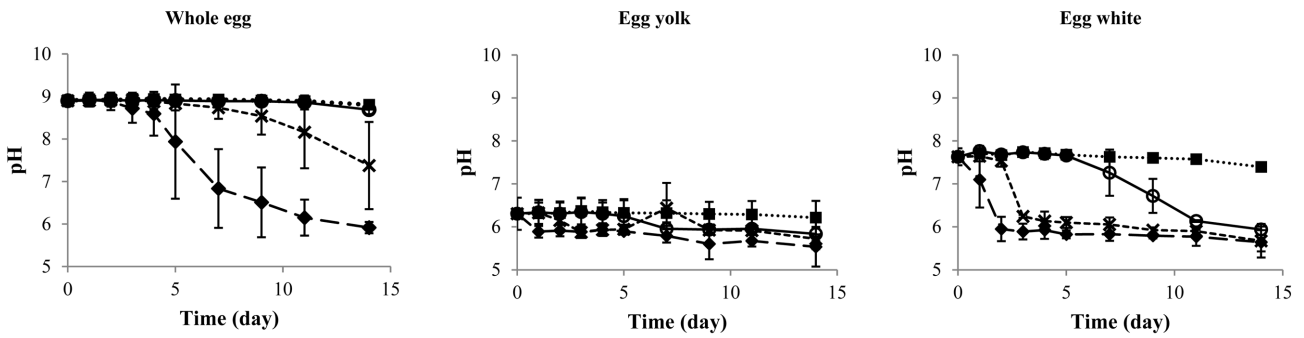


Fig. 3. The change of pH of non-pasteurization liquid egg products according to storage temperature. ◆, 25°C; ×, 15°C; ○, 10°C; ■, 5°C.

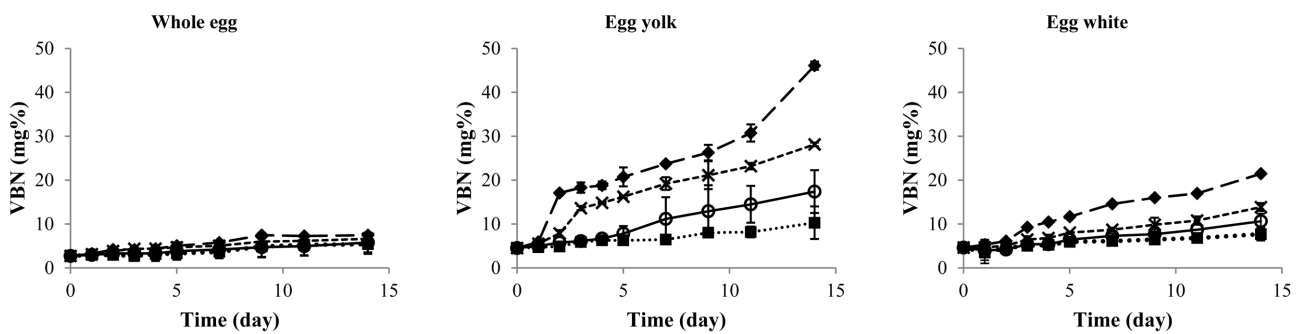


Fig. 4. The change of VBN of non-pasteurization liquid egg products according to storage temperature. ◆, 25°C; ×, 15°C; ○, 10°C; ■, 5°C.

선도 판정 시 VBN 함량이 5-10 mg% 이하를 신선하다고 판정하고, 30-40 mg%를 초기부패 단계로 판정하고 있다¹⁷⁾.

본 연구에서 5°C, 10°C, 15°C, 25°C에서 보관된 액란의 VBN 값의 변화를 조사하였다. 그 결과 Fig. 4에서와 같이 전란액은 초기 VBN값이 4.64 mg%이었던 농도가 2주 보관 후, 5°C, 10°C, 15°C, 25°C에서 각각 7.70, 10.64, 13.86, 21.47 mg%로 증가하였다. 난황액은 초기 4.54 mg%에서 2주 보관 후 각각 10.30, 17.39, 28.14, 46.09 mg%으로 값이 가장 높았다. 난백액의 경우에도 모든 온도에서 초기 2.74 mg%에서 2주 경과 후 10 mg% 이상의 농도를 나타냈다.

생물학적 및 이화학적 품질 특성에 따른 난백액, 난황액, 전란액의 유통기한 산출

본 연구에서 비살균액란의 일반세균수 국내 법적 규격인 5.50 log CFU/mL이하 (< 500,000/mL)에 기초하여 유통기한을 산출하였다. 그 결과 전란액은 5°C, 10°C, 15°C, 25°C에서 9일, 4일, 1일, 1일 미만으로, 난황액은 9일, 3일, 1일, 1일 미만으로 각각 조사되었다. 난백액에 있어서는 전란액과 난황액과 다르게 5°C와 10°C 보관 조건에서 2주 동안 법적 한계 기준을 초과하지 않았고, 15°C와 25°C에서 유통기한은 7일과 3일로 각각 조사되었다. 또한, 대장균군수에 있어서는 국내 법적 규격인 2.0 log CFU/mL

이하 (< 100/mL)에 기초하여 유통기한을 산출하였다. 그 결과 전란액은 5°C, 10°C, 15°C, 25°C에서 11일, 2일, 1일 미만, 1일 미만으로, 난황액은 5일, 2일, 1일 미만, 1일 미만으로 각각 조사되었다. 난백액에 있어서는 전란액과 난황액과 다르게 5°C 보관 조건에서 2주 동안 법적 한계 기준을 초과하지 않았고, 10°C, 15°C, 25°C에서 유통기한은 7일, 4일, 2일로 각각 조사되었다.

관능검사와 이화학적 특성값 사이의 선형회귀방정식을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 즉, 5°C와 10°C 보관 조건에서 세 가지 액란 모두 관능검사와 pH 값과 상관관계가 낮은 것으로 나타났다. 따라서 전체적으로 관능검사와 유의성이 높은 VBN을 액란의 유통기한 설정을 위한 이화학적 품질지표로 설정하고, 관능검사의 품질 한계인 5점을 대입하여 VBN의 한계기준을 산출하였다. 그 결과 전란액의 한계 기준은 5°C, 10°C, 15°C, 25°C에서 6.12, 6.82, 6.87, 8.07 mg%로 각각 산출되었고 유통기한은 5일, 5일, 3일, 2일로 각각 조사되었다. 난황액의 한계 기준은 5°C, 10°C, 15°C, 25°C에서 7.13, 9.55, 11.17, 13.31 mg%로 각각 산출되었고 유통기한은 7일, 5일, 2일, 1일로 각각 조사되었다. 난백액의 한계 기준은 5°C, 10°C, 15°C, 25°C에서 4.21, 4.16, 4.48, 4.37 mg%으로 각각 산출되었고 유통기한은 7일, 5일, 4일, 4일로 각각 조사되었다.

본 연구에서 가장 먼저 한계 일에 도달한 품질지표를

Table 1. Estimation of self life based on regression equation and correlation coefficient of pH and VBN (mg%) value at different storage temperature (5, 10, 15, 25°C) of non-pasteurized liquid egg products

Sample	Temperature (°C)	pH			VBN		
		Regression equation	R ²	Correlation coefficient	Regression equation	R ²	Correlation coefficient
Whole egg	5	$y = 0.031x + 7.4563$	0.26	0.51	$y = -0.6536x + 9.3904$	0.75	-0.87
	10	$y = 0.2507x + 5.8692$	0.46	0.68	$y = -0.9515x + 11.578$	0.71	-0.84
	15	$y = 0.2837x + 5.3638$	0.93	0.96	$y = -0.9703x + 11.722$	0.75	-0.87
	25	$y = 0.2417x + 5.435$	0.90	0.95	$y = -1.7243x + 16.647$	0.65	-0.81
Egg yolk	5	$y = 0.0074x + 6.2679$	0.11	0.33	$y = -0.8858x + 11.563$	0.76	-0.87
	10	$y = 0.077x + 5.7528$	0.69	0.83	$y = -1.8173x + 18.638$	0.80	-0.90
	15	$y = 0.0642x + 5.7709$	0.84	0.92	$y = -2.2277x + 22.304$	0.92	-0.92
	25	$y = 0.0666x + 5.6632$	0.67	0.82	$y = -3.4387x + 30.502$	0.58	-0.76
Egg white	5	$y = 0.0118x + 8.8385$	0.24	0.50	$y = -0.535x + 6.8845$	0.75	-0.86
	10	$y = 0.0065x + 8.8628$	0.42	0.65	$y = -0.4498x + 6.4041$	0.72	-0.85
	15	$y = 0.1277x + 8.0361$	0.42	0.65	$y = -0.4888x + 6.9234$	0.91	-0.95
	25	$y = 0.4248x + 6.1231$	0.61	0.78	$y = -0.6672x + 7.7078$	0.77	-0.88

최종 유통기한으로 설정한 결과, 저장온도에 따라 전란액은 5°C에서 5일, 10°C에서 5일, 15°C에서 <1일, 25°C에서 <1일로 각각 산출되었다. 난황액은 5°C, 10°C, 15°C, 25°C에서 5일, 1일, <1일, <1일로 난백액은 7일, 5일, <1일, <1일로 각각 산출되었다. 이는 생물학적 특성 및 이화학적 특성을 고려하여 국내에서 유통되는 비살균 전란액의 유통기한을 10°C에서 4일로 설정한 An 등⁴⁾과 냉장온도에서 비살균 전란액의 유통기한을 5°C와 10°C에서 각각 8일과 5일로 설정한 Suzuki 등¹⁸⁾의 결과와 유사하였다.

위의 내용을 종합해 볼 때 액란의 유통기한은 생물학적 특성인 대장균 군수에 가장 큰 영향을 받고, 균의 증식이 제한되는 5°C와 10°C에 보관된 전란액과 난백액의 유통기한은 이화학적 특성인 VBN에 영향을 받는 것으로 나타났다. 현재 우리나라의 비살균 액란은 할란 후 속히 5°C 이하로 냉각하여야 하며, 72시간 초과 보관하지 않도록 기준 및 규격화 되어있다⁸⁾. 따라서 냉장보관이 균의 증식을 억제할 수 있는 온도로 적절하게 유지될 때 액란의 유통기한이 연장 가능한 것으로 사료된다. 특히 난황액의 경우 미생물의 증식이 빨라서 온도관리에 주의가 필요한 것으로 생각된다. 또한, 액란의 종류와 보관조건(온도와 시간) 등에 따라 미생물의 증식속도에 차이가 나타나기 때문에 전란액, 난황액, 난백액으로 구분된 합리적인 유통기한 설정이 필요할 것으로 사료된다.

Acknowledgement

본 연구는 농림축산검역본부의 연구사업(B-FS03-2011-12-01)에 의하여 이루어진 결과이며, 이에 감사를 드립니다.

국문요약

비살균액란은 열처리 공정을 거치지 않고 가공 및 유통됨으로 인하여 보관 온도와 시간에 의하여 품질에 있어서 문제될 수 있다. 이에 본 연구에서는 국내에서 제조한 비살균액란의 유통기한 산출 및 평가를 위하여 전국에 8개 액란 공장에 대한 일반세균수가 가장 높은 가공장에서 동절기와 하절기에 비살균 전란액, 난황액, 난백액을 각각 채취하여 5°C, 10°C, 15°C, 25°C에 보관하면서 관능검사(시각, 후각), 이화학적 검사(pH, 휘발성 염기질소), 미생물 검사(일반세균수, 대장균 군수)를 각각 실시하였다. 유통기한 설정은 비살균 액란의 품질지표 중 국내에서 현재 법적규격으로 적용되고 있는 일반세균수(500,000 이하/g)와 대장균군수(100 이하/g) 기준으로 산출하였다. 반면 법적 규격이 없는 항목인 VBN, pH는 각 품질지표와 관능검사(9점 척도법)의 상관관계를 나타내는 선형 회귀방정식을 구하여 이 식에 관능검사의 한계 규격 값 5점(9점 척도법 기준)을 대입하여 해당 품질지표의 규격 값으로 산출하여 유통기한으로 설정하였다. 그 결과 유통기한은 생물학적 특성인 대장균 군수에 가장 큰 영향을 받고, 균의 증식이 제한되는 5°C와 10°C에 보관된 전란액과 난백액의 유통기한은 이화학적 특성인 VBN에 영향을 받는 것으로 나타났다. 유통기한은 전란액은 5°C에서 5일, 10°C에서 5일, 15°C에서 <1일, 25°C에서 <1일로 각각 산출되었다. 난황액은 5°C, 10°C, 15°C, 25°C에서 5일, 1일, <1일, <1일로 난백액은 7일, 5일, <1일, <1일로 각각 산출되었다.

Reference

1. MFDS. 'Guidelines for setting the shelf life of food. Available from : https://www.khso.or.kr/user/info/InfoBoardUserView.do?_menuNo=228&boardSeqno=10011&postsSeqno=111691. Accessed Aug. 30, (2018).
2. Jeong S.H., Ha J.H., Jeong Y.G., Jo B.C., Kim D.H., Ha S.D.: Estimation of shelf-life of commercially sterilized fried rice containing meat. *J Fd Hyg Safety*. **26**, 209-213, (2011).
3. Heo C., Kim H.W., Choi Y.S., Kim C.J., Park H.D.: Application of Predictive Microbiology for Shelf-life Estimation of Tteokgalbi Dietary Fiber from Rice Bran. *J. Food Sci. Ani. Resour*. **28**, 232-239 (2013).
4. An J.H, Park J.M, Gu J.G, Yoon S.J, Lee J.S, Kim J.M, Kim S.H, Kim R.J, Park J.W, Song S.O, Wee S.H, Kim J.M.: A Study of Establishment and Exploitation of Bio-markers for Determination of Shelf-life of Eggs and Egg Products, *Korean J. Food Sci. Ani. Resour*, **32**, 354-363, (2012).
5. Kang G.H., Cho S.H., Seong P.N., Park B.Y., Ham J.S., Jeong S.K., Kim D.H., Chae H.S.: Microbial and Physicochemical Properties of Liquid Egg during Cold Storage, *Korean J. Food Sci. Ani. Resour*, **31**, 557-562, (2011).
6. Moon H.J., Lim J.G., Yoon K.S.: Comparative Study of Change in *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* Typhimurium Population in Egg White and Yolk. *J Fd Hyg Safety*, **31**, 342-348, (2016).
7. Favier, G. I., Escudero, M. E., Guzmán, A. M. S.: Thermal inactivation of *Yersinia enterocolitica* in liquid egg products. *J. Food Safety*. **28**, 157-169, (2007).
8. MFDS. Standards for and specifications of food. Available from <https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/>. Accessed Sep. 19, (2016).
9. Kim Y.J., Moon H.J., Lee S.K., Song B.R., Lim J.S., Heo E.J., Park H.J., Wee S.H., Moon J.S.: Development and Validation of Predictive Model for Salmonella Growth in Unpasteurized Liquid Eggs. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour*. **38**, 442-450, (2018).
10. Lee G.D., Kim J.O., Kim M.S., Lee K.P.: The Prediction of Self-life on Functional Beverage. *Korean J. Food Preserv*. **13**, 154-160, (2006).
11. Koo M.S., Kim Y.S., Shin D.B., Oh S.W., Chun H.S.: Shelf-life of prepacked kimbab and sandwiches marketed in convenience stores at refrigerated condition. *J. Food. Hyg. Safety*, **22**, 323-331, (2007).
12. Park S.R., Lee Y.S., Ha J.H., Park K.H., Lee S.Y., Choi Y.J., Lee D.H., Park S.H., Ryu K., Shin H.S., Bae D.H., Kim A.J., Ha S.D.: Prediction of the shelf-life of chilled foods at various temperatures. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem*. **51**, 329-333, (2008).
13. Moreau, M.R., Wijetunge, D.S.S., Bailey, M.L., Gongati, S.R., Goodfield, L.L., Hewage, E.M.K.K., Jayarao, B.M.: Growth in Egg Yolk Enhances *Salmonella* Enteritidis Colonization and Virulence in a Mouse Model of Human Colitis. *PLoS ONE*, **11**, e0150258, (2016).
14. Lee S.M., Hong C.H.: Changes of egg quality according to eggshell treatment and storage condition. *Korean J Vet Serv*. **28**, 225-234, (2005).
15. Lee S.M., Kim K.H., Hong C.H.: Changes of egg quality during storage. *Korean J. Vet. Serv*. **25**, 15-22, (2002).
16. Burley R.W., Vadehra D.V.: The Avian Egg: Chemistry and Biology. *Jonn Wiley and Sons*, NY, pp. 68-71, (1989).
17. Jeon M.R., Choi S.H.: Quality Characteristics of Pork Patties Added with Seaweed Powder. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour*. **32**, 77-83, (2012).
18. Suzuki, A., Konuma, H., Takayama, S., Imai, C., Sashihara, N.: Preservability of unpasteurized liquid whole eggs by chilling. *J. Food Hyg. Soc. Jpn*. **20**, 442-449, (1979).