

난황의 착색에 영향을 주는 주요인자

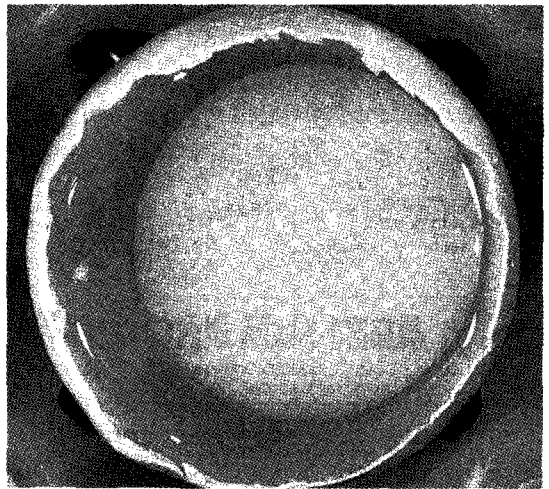
— 제일화학 학술부 —

1. 배경

난황의 색은 소비자가 계란의 품질을 평가하는데 있어서 대단히 중요한 판단 기준이 된다. 소비자들은 난황의 색은 계란의 품질과 밀접한 관계를 가지고 있다고 연관지어 생각하여 난황의 색이 진할수록 계란의 품질이 우수한 것이라 생각하며, 주로 황금색에서 오렌지색의 범주 내에 있는 계란을 선호한다.

난황의 색은 주로 난황 내의 carotenoid의 침착과 난황 내에 존재하는 천연색소에 의해 영향을 받는데, 그 중 carotenoid는 동물 및 식물계에 널리 존재하여 현재까지 600여종으로부터 분리되어졌으며, 자연계 내에서 생성되는 carotenoid는 무려 연간 1억 ton 정도로 추정된다고 보고된 바 있다.

산란계가 생산해 내는 계란의 난황색은 주로 사료에서 기인되는 색소에 의한 영향을 받게 되며, 산란계는 스스로 carotenoid를 합성할 수 없기 때문에 난황색은 산란계가 섭취하는



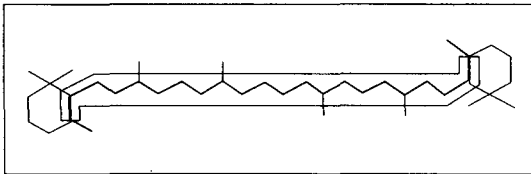
사료에 전적으로 의존하게 된다. 즉 산란계는 사료로부터 기인된 색소를 사료에 있는 만큼만 흡수하고 난황에 전이하고 착색이 되도록 하는 것이다.

산란계는 선천적으로 호기심이 강하며, 야생 식물 및 동물성 물질(풀, 곡류, 잡초와 여기에 묻어있는 조류의 분, 벌레, 달팽이, 곤충)을 섭취하게 되는데, 이상의 것들은 carotenoid를 가지고 있다.

사육되는 산란계의 경우 일반적으로 앞서 말한 먹이는 섭취하기 어렵다. 물론 수 많은 원료를 배합하여 carotenoid를 함유하게 되는 산란계 사료를 제조해 내기는 하지만 그 함량은 낮으며, 변이가 커서 원하고자 하는 난황색을 얻기 위해서는 어느 정도 사료에 carotenoid를 첨가해 주어야 한다.

2. Carotenoids

화학적으로 carotenoid는 자연계에 존재하는 노랑, 오렌지, 적색의 부류에 속한다. 구조식으로 보면 대부분 불포화 정도가 높은 C₄₀ 탄화수소가 산화된 형태를 취하며 양쪽 말단은 고리구조를 하고 있고, 복합 이중결합의 긴 사슬로 연결되어 있으며, chromophore 부분이 바로 색상을 나타내는 부분이다(그림 1).



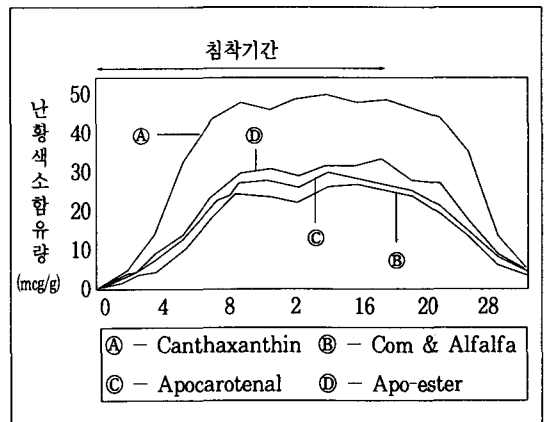
〈그림 1〉 모든 Carotenoid의 전형적인 모습을 보여주는 β-carotene의 구조식

Carotenoid는 화학적으로 분리되는 형태에 따라 β-carotene, xanthophyll (apo-ester lethyl ester of β-apo-8'-carotenoic acid), lutein, zeaxanthin canthaxanthin and citranxanthin) 등으로 존재하며, carotenoid는 탄소와 수소 원자로 이루어진 탄화수소들로 이루어져 있다. Xanthophyll은 이와는 달리 carotene의 산화물로 hydroxy 그룹과 keto 그룹에 있는 산소에 의해 변형되어진 carotene으

로부터 분리되어진다. Xanthophyll (oxycarotenoid)은 가장 강력한 색소라고 보고된 바 있다. β-carotene은 색소의 기능을 가지고 있지는 않지만, 조류에 있어서 vitamin A의 전구물질로서 이용되기도 한다.

3. 난황착색

난황색의 착색 정도를 가늠하는 기준으로는 15가지의 색으로 난황의 색 범위를 규정해 놓은 Roche Egg York Colour Fan (current edition-1993)을 가장 널리 사용한다. 착색을 좋게 하기 위해서는 가능한 변이가 적은 범위 내에서 Roche colour를 얻을 수 있도록 해야 한다. 난황의 색을 바꾸기 위해서는 그만큼 시간과 비용이 따르기 때문에 이는 매우 중요한 것이다. 게다가 식품의 섭취나 준 임상적인 건강 문제에 영향을 미치는 착색변이와 같은 영향인들이 가능한 많이 개선되어지도록 하기 위해서는 착색에 대한 안전수준을 system내에 두는 것이 바람직하다. 따라서 이 논문의 목적은 난황의 착색에 영향하는 중요 인자들을 다



〈그림 2〉 난황색소의 착색

시 한번 살펴보는데 있다.

난황은 8~10개의 난포가 일련의 concentric ring으로부터 생성이 되는데, 보통 하나의 난황이 생성될까지는 대략 10일 정도 소요되며, 각각의 난황색은 이전의 carotenoid의 섭취량에 달려 있다.

그림 2에서 보는 바와 같이 장내에서 난소로 carotenoid의 전이되는 과정은 매우 빨리 진행된다. 색소의 영향을 받지 않는 4~8시간 동안 carotenoid가 난황 내 영향을 미치게 되며, 착색에 있어서 가장 먼저 나타나는 효과는 48시간 이내이지만 계란은 두번째 계란에서 볼 수 있다. 하지만 3~5일이 경과해야만 착색에 대한 평가를 내릴 수 있다. 일반적으로 산란계에 급이되는 색소에 의해 난황이 영향을 받는 것을 알아보려면 최소한 10~15일 정도 경과되어야 한다. 반면 Ballantyne(1987)은 이에 대해 21일이 경과해야만 난황색이 일정해지고 따라서 섭취된 사료의 변화에 의한 영향을 그때서야 알 수 있다고 한 바 있다.

또한 일반적으로 난황의 착색의 변화가 빨라질수록 산란율이 증가하게 된다.

착색의 2가지 중요한 요소는 색상의 침착상태와 색조 혹은 색깔인데, 흔히 사람들은 이 두가지 요소들 즉 침착상태와 색조가 하나의 색상을 결정한다고 믿으며, 침착과 빛깔을 명확히 구분해 내지 못한다. 따라서 사람의 눈은 색의 조성과 침착의 정도

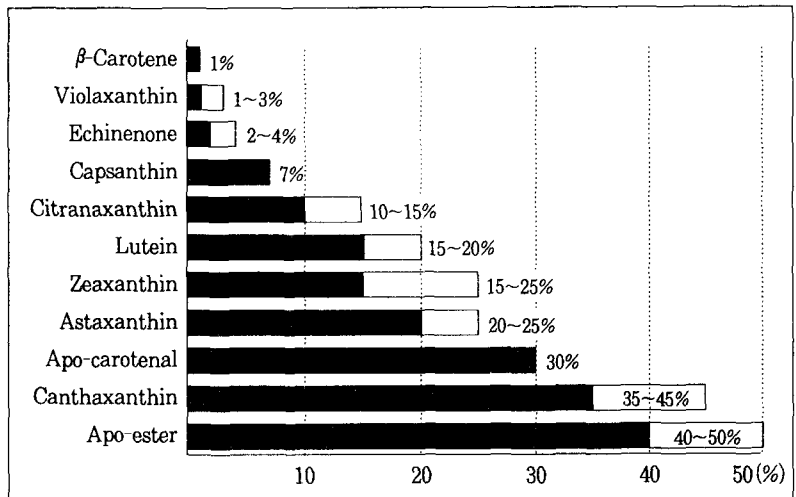
로 구분이 되는 두 가지 색을 하나의 색으로 인식하게 된다는 것이다.

수많은 종류의 carotenoid가 난황의 착색을 위해 쓰여지고 있다. 그러나 이러한 색소들은 색상을 나타내는 정도에 따라 yellow xanthophyll과 red xanthophyll로 구분되어진다. 여기서 yellow xanthophyll은 난황에 노란색이 침착되도록 하는 carotenoid (typically apo-ester, lutein, zeaxanthin)로 쓰여진다. 또한 red xanthophyll은 citranaxanthin으로 난황의 착색제로서 널리 쓰여진다.

일반적으로 yellow carotenoid는 난황 내 색깔의 침착을 위해 필요하고 red carotenoid는 색조나 빛깔을 위해서 쓰여진다.

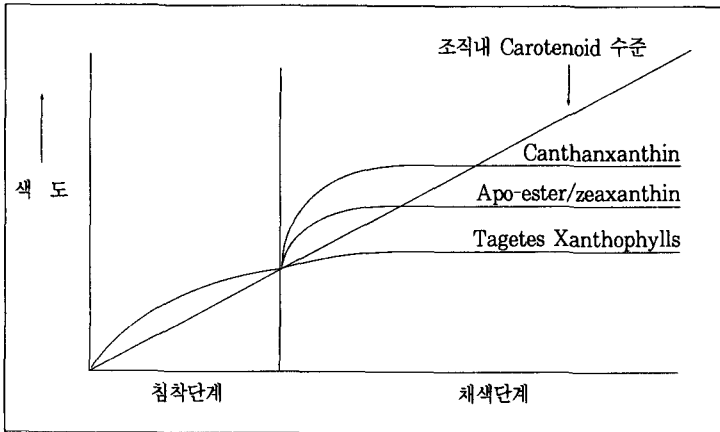
여러종류의 xanthophyll이 흡수, 전이, 침착되는데 있어서는 각각 그 효율이 다르다. 사료섭취량 중의 비율에 따른 착색효율이 그림 3에서 나타나 있다.

난황의 착색은 2가지 단계로 나누어 설명되



자료 : ROCHE unpublished data 의

〈그림 3〉 사료섭취량 중 난황에서 Carotenoid의 착색 비율



〈그림 4〉 Carotenoide의 침착단계

어질 수 있다(그림4). 난황의 기본 색상은 yellow이다. 따라서 yellow base (lutein/zeaxanthin/apo-ester)가 난황 내 충분히 침착되어 있다는 사실은 대단히 중요하며, red carotenoid (typically canthaxanthin and citranaxanthin)는 결과적으로 색조를 원하는 golden-yellow tint로 해주는 것이다.

침착 단계에 있어서 yellow xanthophyll의 빛깔은 yellow carotenoid의 착색효율을 판단하는 중요한 기준이 되지 못한다. 다만 빛깔은 침착이 진행되는 것과 연관성을 가질 뿐이다.

조류에 있어서 색소의 침착효율이 15~20% 정도에 이르는 lutein과 zeaxanthin에 비해서 apo-eater는 그 효율이 40~50%에 이르러 3 배에 가까운 침착 효율을 가진다. Lutin의 경우에 있어서 zeaxanthin이나 혹은 이 두가지의 조합에 의해서 yellow carotenoid의 침착은 대략 사료로부터 7~9ppm 정도이며, 유사체인 apo-ester의 황색 침착은 Roche Fan Score로 6~7 정도에 상응한다.

각각의 yellow carotenoid의 색이 밖으로 나타나는 것은 계란의 carotenoid의 수준이 침

착될 수준에 이르거나 그보다 상회하여 colour phase 단계에 이르러 색상을 나타나게 된다. 난황 내의 노란색의 정도가 증가함에 따라 사람의 눈에도 침착이 증가하여 황녹색 (greenish-yellow, Roche Fan 1)에서 진한 노란색 (deep yellow, Roche Fan 8)으로 변화하는 것이 감지된다. Lutein (a pale yellow carotenoid)을 단독으로 사용하게

될 경우 Roche Fan Score 8까지의 성적을 얻을 수 있으며, 여기에 orange-yellow가 강한 zeaxanthin이나 apo-ester를 혼용하게 되면 이보다 더 높은 점수인 Roche Fan Score 11~12까지도 얻을 수 있다. 하지만 이렇게 여러 색소를 혼용하게 되면 착색 점수는 올릴 수 있지만 비용이 상승하게 되는 부담이 있다.

이러한 효과들은 다음의 자료에 의해서 더욱 명료하게 나타난다. Hencken (Roche-미발표)은 Roche에서 시행한 실험 결과들을 종합하였는데, 사료내 apo-ester와 tagetes xanthophyll의 수준이 Roche Yolk fan Score 에 미치는 영향에 관한 것이다(표 1).

표 1. 사료내 apo-ester와 tagetes xanthophyll의 수준이 Roche Yolk Fan score에 미치는 영향

색도 (Ed : 1979)	요구량(ppm) 색소함량		Apo-ester:Tagetes xanthophylls의 색소함량
	Apo-ester	Tagetes xanthophylls	
4	1.6	4.6	1:2.9
5	2.1	6.5	1:3.1
6	2.7	8.9	1:3.3
7	3.4	12.5	1:3.7
8	4.3	20.0	1:4.7
8.5	4.8	35.3	1:7.4

Tagetes 내의 기본적인 색소는 lutein과 zeaxanthin이 90:10으로 섞여 존재한다.

표1에서 보는 바와 같이 saturation phase에 동일한 수준의 착색을 위해서 apo-ester 수준의 약 3배 가량 되는 tagetes xanthophyll이 요구된다. 이러한 현상을 앞서 말한 바와 같이 착색 비율의 차에 있어서 apo-ester(40~50%)가 lutein이나 zeaxanthin(15~20%)에 비해 3배 정도 우수하다는데서 기인한다.

4. Carotenoid의 선택

원하는 Roche Fan Score를 얻기 위해서는 색소의 형태와 source를 고려하여 어떤 색소를 쓸 것인가 결정해야 한다. 색소를 선택하는데

있어 다음에 말하는 기준들을 고려해야 할 것이다.

- 안정성(stability, 사료나 premix형태에서의 안정성)
- 밀도 및 균일성(consistency and homogeneity, 색소의 함량 및 공급능력이 충분한가)
- 물리적 특성(physical characteristics, 사용하기 편리한가)
- 생체내 이용성(bioavailability, 사료내 함유된 상태로 쉽게 이용될 수 있는가)
- 효율(efficacy, 동물이 효과적으로 이용하여 원하는 효과를 얻을 수 있는가)
- 비용절감효과(cost effectiveness, 다른 요소들을 고려했을 때 비용이 효과적인가) **양계**

〈다음 호에 계속〉

노 계 유 통 전 문



노계유통에 일익을 담당할
대림유통이 탄생했습니다.
양계인의 적극적인 협조를
바랍니다.



대 립 유 통

대 표 변 광 일

충남 천안시 다가동 373-3 (삼화B/D302호)

Tel: (0417)574-4600-1

FAX: (0417)572-5949