

난백 거품형성능력 및 안정성 측정방법의 표준화와 실용성 검증

김미라* · 임지영
국민대학교 식품영양학과

서 론

현재까지 난백을 포함한 식품단백질의 거품형성능력을 평가하기 위한 표준화된 방법 및 측정기구는 개발되어 있지 않으며 연구자에 따라 whipping, sparging, shaking 등 서로 다른 원리를 이용하여 식품단백질의 거품형성능력을 평가하고 있다^(1,2,3). 이들 평가방법은 이용이 복잡하거나 고가의 장비를 필요로 하며 또한 측정 방법의 조절되지 않은 변수로 인하여 대부분의 경우 상호비교가 불가능하다. 이 중 whipping에 의한 거품형성 방법은 단백질 용액을 mixer로 교반하여 생성된 거품의 부피를 측정하는 방법으로써 제과 제빵 등의 실제식품생산 공정과 높은 유사성을 가지고 있으나 재현성을 확보하기 위해서는 mixer의 종류, whipping 속도 및 시간, 프러펠러의 dimension, 시료의 양 등 거품형성조건에 세심한 설정이 반드시 필요하다. 본 연구에서는 난백의 거품형성능력을 평가하기 위한 간편하고 재현성이 높은 평가방법을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

거품 형성 능력의 평가

조인(주)에서 공급한 신선한 달걀(난백)을 이용하여 거품형성방법을 표준화하고 재현성을 평가하였다. 거품측정장치는 시료의 저항에 따른 교반속도의 변화가 보정될 수 있는 Electronic heavy duty stirrer(IKA, Japan)를 사용하였으며 주방용 거품기에 사용되는 것과 동일한 프로펠러를 장착하여 시료의 양(60~80 g), 교반시간(1~3분), 교반속도(800~1,600 rpm)를 변화시키며 거품형성의 최적조건을 설정하였다. 거품형성의 측정 시에는 Fig. 1(a)에서 제시된 바와 같이 회전축과 거품형성용기의 벽면 거리 및 프로펠러의 최하단과 바닥면의 거리를 일정하게 유지하여 프로펠러 회전 시 발생하는 원심력에 의한 거품형성 저해를 제거하였다.

형성된 거품의 부피는 거품형성용기 벽면에 표시된 눈금선(100~1,000 mL, 10 mL 간격)을 읽어 표현하였으며 거품형성용기의 바닥면은 Fig. 1(b)와 같이 일정한 크기(2 mm)와 간격의 구멍을 내어 거품 안정성을 평가하였다. 거품형성 시 구멍은 실리콘 패드를 이용하여 거품형성 중 시료의 유출을 완벽히 차단하였다.

거품 안정성 평가

거품 부피의 측정 후에는 용기 바닥면의 실리콘 패드를 제거하고 drainage testing unit(Fig. 1(c))으로 교체하였으며 일정시간 간격으로 digital balance(Ohaus, USA)를 이용하여 액화된 거품의 무게를 측정하였다. 거품생성능력과 안정성의 평가 시에는 냉장저장 중인 달걀을 상온에 1시간 방치하여 시료의 온도 차이에 의한 거품생성능력 및 안정성의 변화를 최소화하였다. 또한 동일한 조건에서 20회 반복 측정하여 평가방법의 재현성을 검증하였다. 표준화된 방법의 실용성을 검증하기 위하여 신선한 난백, 동결건조난백, 분무건조난백분의 거품형성능력과 안정성의 차이를 조사하였으며, 신선란의 저장기간에 따른 거품형성능력과 안정성의 변화를 측정하였다. 얻어진 데이터는 ANOVA와 Tukey의 다중비교법으로 통계적 유의성($P < 0.05$)을 분석하였다.

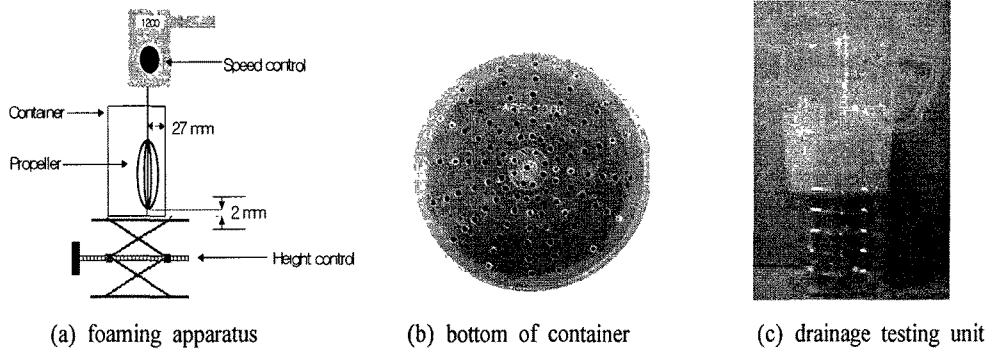


Fig. 1. Schematic presentation of foaming testing unit

결과 및 고찰

거품형성능력의 평가

난백의 거품형성능력 평가를 위한 표준방법을 설정하기 위하여 재료 및 방법에서 제시한 조건에서 시료의 양, whipping 속도, whipping 시간의 변화가 거품형성에 미치는 영향을 조사하였다. 일차적으로 초기 시료량의 변화에 따른 거품 부피의 변화를 측정하기 위하여 1,000 rpm, 2분으로 whipping 조건을 고정하고 거품 부피를 측정하였다. 초기 시료의 함량에 따른 거품의 부피는 60 g(57 mL), 70 g(67 mL), 80 g(77 mL)의 경우 초기 시료 부피의 6.0, 6.9, 6.4배 정도의 거품이 형성되어 초기 시료의 양은 70 g이 적합하였다.

거품형성을 위한 최적 시료량(70 g)을 결정한 후 whipping 속도 및 시간에 따른 거품형성능력을 측정하였다. 형성된 거품의 최종 부피는 whipping 속도(1,000~1,400 rpm) 및 시간의 증가(1~3 분)에 따라 증가하는 경향을 나타냈으나 1,200 rpm, 2 분 이상의 조건에서는 whipping 속도 및 시간의 증가에 따라 생성된 거품부피의 유의적인 증가는 관찰되지 않았다. 한편, 본 실험에서 측정한 조건보다 더 빠른 whipping 속도 및 시간의 증가 시에는 거품의 깨짐 현상이 관찰되었으며 거품본래의 촉촉하고 유연한 외관을 상실하였으므로 측정범위에서 제외하였다.

거품형성능력 및 안정성의 재현성 평가

위의 실험에서 설정된 whipping 조건(시료량 70 g, whipping 속도 1,200 rpm, whipping 시간 2 min)에 서 평가 방법의 재현성을 평가하기 위하여 시료를 20 회 반복 측정하였다.

측정된 거품의 평균 부피는 486.5 mL, 표준편차는 19.1 mL로서 20회 반복 측정에서도 whipping 속 도 및 시간에 따른 거품형성능력의 결과와 매우 유사한 측정치를 나타냄으로써 매우 높은 재현성을 나타내었다. 거품부피의 측정 시 나타난 오차의 일부는 측정을 위해 상온에 방치된 시료의 시간차이 및 시료의 균일성에 따른 것으로 판단되며 거품형성 전 시료의 온도 및 상온방치 시간의 조절 시 보 다 정확한 거품형성 능력의 평가가 가능할 것으로 생각된다.

액화된 거품의 무게는 거품형성 후 90분까지 시간의 경과에 따라 비례적으로 증가하였으며 액화된 거품의 무게 역시 반복 측정 시 높은 재현성을 나타내어 안정성의 평가방법으로서 적합한 것으로 나 타났다. 본 연구에서는 거품 안정성 평가의 모든 경우 측정 시간의 효율적 활용을 위하여 60분까지 15분 간격으로 drainage weight의 변화를 모두 측정하였으나 결과의 표현 시에는 45분 후 drainage weight으로 나타내었다. 약 45분의 경과 시에는 대부분의 시료에서 투입된 시료무게의 약 20% 이상이 액화되는 것으로 나타났다.

분무건조 및 동결건조에 따른 난백의 거품 형성능력 및 안정성 변화

난백의 분말과정에서 발생하는 거품형성 능력의 차이를 조사하기 위해서 신선한 난백, 신선한 난백 을 동결 건조하여 제조한 난백분말 및 상업용 난백분말의 거품형성능력과 안정성을 측정하였다. 각 시료의 거품형성 능력은 신선한 난백, 동결건조난백, 분무건조 난백의 순으로 나타났으며 형성된 거 품의 부피를 기준으로 하였을 때 동결건조분말의 거품형성 능력은 신선난백의 80%, 분무건조 난백은 50% 수준으로 유의적으로 감소하였다($P < 0.05$). 거품의 안정성의 경우에도 신선한 난백이 가장 높은 안정성을 나타냈으며 동결건조난백과 분무건조 난백에서 각각 유의적인 차이가 나타났다($P < 0.05$). 이 결과는 난백의 건조 시 거품형성능력 및 안정성이 감소함을 의미하는 것으로써 건조 공정 중 거품형 성에 중요한 역할을 수행하는 단백질의 변화를 조절함으로써 거품형성 능력 및 안정성의 개선이 필 요함을 의미한다고 할 수 있다. 또한 본 연구에서 사용한 평가방법을 이용하여 각 시료의 거품형성 능력의 차이를 효과적으로 구별해 낼 수 있었다.

저장기간에 따른 거품형성능력 및 안정성 변화

신선한 난백을 4주까지 4℃에서 저장하며 저장기간에 따른 거품형성능력 및 안정성을 평가하였 다. 거품의 부피를 측정한 결과 거품형성능력에는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 안정성의 경우 2주 경과 후부터 유의적으로 감소하였다($P < 0.05$). 이와 같은 결과는 냉장저장 시 저장기간의 증가에 따라 foam overrun에는 차이가 나타나지 않았으나 drainage는 감소한다는 기존의 보고와 일치하였다⁽⁴⁾.

요 약

본 연구는 난백의 거품형성능력 및 안정성을 평가하기 위한 표준화된 방법을 제시하였으며 제시된 조건으로 거품형성 능력 및 안정성을 평가한 경우 높은 재현성을 나타내었다. 또한 표준화된 조건을

이용하여 난백의 분말과정에서 발생하는 거품형성능력의 차이와 신선란의저장기간에 따른 거품형성 능력과 안정성의 변화를 구별할 수 있었다.

참고문헌

1. Halling, P. J. (1981) *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **15**, 155-203.
2. Kinsella, J. E. (1981) *Food Chem.*, **7**, 273-288.
3. Baniel, A. et al. (1997) *J. Food Sci.*, **62**, 377-381.
4. Hammershøj, M. and Qvist, K. B. (2001) *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, **34**, 118-120.