

Exopolysaccharide 생성 유산균을 이용한 Stirred Yogurt 특성에 관한 연구

강호진 · 백승천 · 정관섭 · 유제현*
 서울우유기술연구소, *건국대학교 낙농학과

서 론

다양한 유산균종이 exopolysaccharide(EPS)를 생성하며, EPS⁺ 유산균은 유제품의 점도, 안정성, 보습력 등에 작용하여⁽²⁾ 물성, 조직, 식감, 풍미 등을 증가시킨다⁽¹⁾. EPS는 발효유 제품내 안정제로 작용하여 제품 안정성을 증가시키고, 동·식물 유래의 안정제 사용량을 줄일 수 있는 것으로 보고되고 있다⁽²⁾. 따라서 본 연구에서는 EPS⁺ 유산균으로 알려진 *S. thermophilus* BODY 1의 발효 조건에 따른 발효 특성과 EPS 생성량, 물성학적 특성을 비교하여 EPS⁺ 유산균을 이용한 발효유 제조의 기초 자료로 활용하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시균주 및 요구르트 제조

S. thermophilus BODY 1을 Chr. Hansen(Denmark)에서 구입하여 실험용 유산균으로 사용하였으며, 10% 탈지분유 발효액을 100℃에서 10분간 열처리한 후 유산균을 접종하고, 31, 34, 37, 40℃에서 각각 6, 12, 24, 30시간 발효시킨 후 커드를 분쇄하여 냉각하였다.

유산균수, 유산 함량, pH, 유당 함량

유산균수는 M17 agar(Difco Lab., U. S. A.)를 이용하여 37℃에서 72시간 배양하였으며, 유산 함량은 발효액을 0.1 N NaOH로 적정하여 그 소모량으로 유산 함량을 계산하였고, pH Meter(Orion, model 520A, U. S. A.)로 pH를 측정하였다. 유당 함량은 HPLC(Waters, U. S. A.)를 이용하여 분석하였다.

EPS 분리

발효액을 100℃, 15분 열처리한 후, 14,000 rpm, 30분간 원심분리하여 분리한 상등액과 40% TCA를 동량 혼합하고, 다시 원심분리하여 분리한 상등액에 2배의 에탄올을 가한 후 4℃에서 24시간 방치하였다. 원심분리하여 침전된 EPS를 분리하여 증류수에 분산시키고, 4℃에서 증류수에 24시간 투석(molecular weight cut-off : 3,500)하여 잔여 당성분을 제거한 후 동결건조하였다. EPS의 총당함량은 Dubois 등⁽³⁾의 방법에 의하여 측정하였다.

점도, syneresis, 물성 측정, 관능검사

점도는 4℃의 수욕조에서 LVDV-II+ Viscometer(Brookfield Engineering Lab. U. S. A.)로 3분간 측정하였고, syneresis는 Keogh와 O'Kennedy⁽⁶⁾의 방법에 따라서 측정하였다. 기계적 물성은 Rheometer (Fudoh, NMR 2002J型, Japan)를 사용하여 경도(hardness), 접착성(adhesiveness), 점착성(cohesiveness), 탄력성(elasticity)을 측정하였다. 관능검사는 4℃에서 2일간 보관한 시료에 대해서 풍미(flavor & taste)(1~10점), 조직(body & texture)(1~5점), 외관(appearance & color)(1~5점)에 대하여 stirred 요구르트 전문 관능검사 요원 4명을 선정하여 오전과 오후 2회 반복하여 실시하였으며, 관능검사 결과는 SAS(Statistical Analysis System)을 이용하여 통계 처리하였다⁽⁷⁾.

결과 및 고찰

발효 특성 및 EPS 분리

pH는 발효 온도가 높을수록 pH 감소가 빠르게 진행되고, 반면에 유산 함량은 빠르게 증가하였다. 발효 시간이 지속될수록 균수는 다소 감소하였으며, 유당 함량은 각 온도의 6시간동안 가장 많이 소비되었고, 30시간 이후에는 각 온도별로 33.20~29.20 g/L의 유당이 이용되지 않고 검출되었다. EPS 함량은 31℃에서는 발효 12시간에 최대량을 생성하고 발효시간이 진행될수록 조금씩 감소함을 보였으며, 34℃에서는 발효 6, 12시간에 많은 양이 분리되었고, 24, 30시간에는 분리량이 급격히 감소하였다. 37℃에서의 EPS 생성량은 발효가 진행됨에 따라 증가하여 24시간에 최대량이 분리되었다. 40℃에서의 EPS 생성량은 발효 12시간까지는 증가하고, 12시간 이후부터는 감소하였다. *S. thermophilus* BODY 1의 EPS 합성은 온도별로 다른 경향을 보이지만, 대수증식기부터 정지기 초기에 최대량이 분리되고, 이 기간을 지나면서 감소함을 보였다. 각 발효 조건별 EPS 최대 분리량은 31℃에서는 발효 12시간에 240.88 mg/L, 34℃에서는 발효 12시간에 210.43 mg/L, 37℃에서는 24시간에 197.31 mg/L, 40℃에서는 12시간에 114.40 mg/L 이었다.

점도, syneresis, 물성, 관능검사

점도는 EPS의 생성량과는 무관하게 발효가 진행됨에 따라 증가하였으며, 31℃에서의 EPS 생성량이 가장 많은 발효 12시간의 최고 점도는 18.7 cp이었으나, 최고 점도는 발효 30시간에 90,262 cp이었다. 34℃에서는 EPS 생성량이 가장 많은 12시간의 최고 점도는 27.8 cp이었고, EPS 생성량이 가장 적은 30시간의 최고 점도는 235,000 cp이었다. 37℃에서는 EPS 생성량이 가장 많은 24시간의 최고 점도는 171,000 cp 이었지만, 측정된 최고 점도는 30시간에 286,000 cp이었다. 40℃에서의 EPS 생성량이 가장 많은 12시간의 최고 점도는 205,000 cp이었고, EPS 생성량이 가장 적은 30시간의 최고 점도는 302,000 cp이었다. Syneresis는 발효 시간이 증가할수록 감소하였고, 37℃, 30시간에서의 syneresis가 가장 적은 것으로 관찰되었다. 31℃에서의 syneresis는 30시간보다 24시간에서 유청 분리가 적게 나타났고, 34℃에서의 syneresis는 EPS 생성량이 최대인 12시간에 가장 적은 것으로 관찰되었으며, 37℃에서는 EPS 생성량은 24시간에서 최대였지만, syneresis는 30시간에 가장 적은 것으로 측정되었다. 40℃에서는 EPS 생성량이 가장 많은 12시간에 가장 높은 수치의 syneresis가 관찰되었고, 24시간에 가장 적은

syneresis가 나타났다. EPS⁺ 요구르트는 EPS filaments로 EPS⁺ 유산균과 카제인 미셀 네트워크가 연결되어 있기 때문에 유산균과 EPS 또는 EPS와 카제인 미셀간의 상호작용은 미셀간의 상호작용을 파괴하는 것보다 더 많은 에너지를 필요로 하고⁽⁵⁾, EPS⁺ 요구르트는 교반 후에 EPS⁻ 요구르트 보다 쉽게 구조적 파괴가 진행되지만, 빠르게 균일화가 이루어져 교반 후의 syneresis를 막아준다⁽⁴⁾.

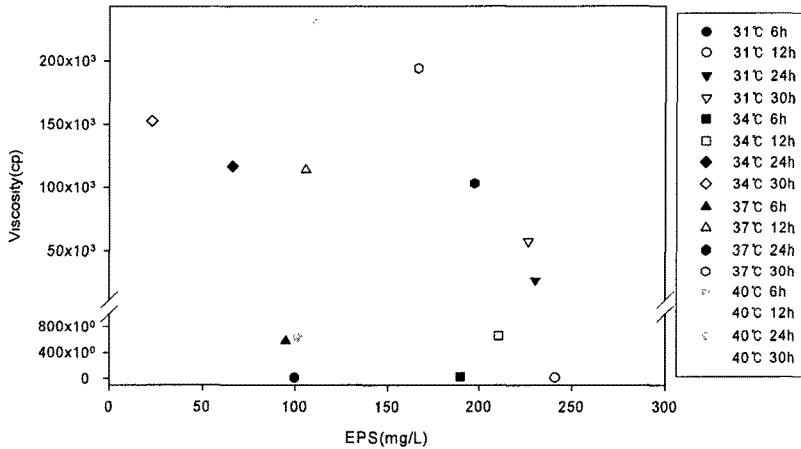


Fig. 1. Correlation between EPS and viscosity of stirred yoghurt made with *S. thermophilus* BODY 1.

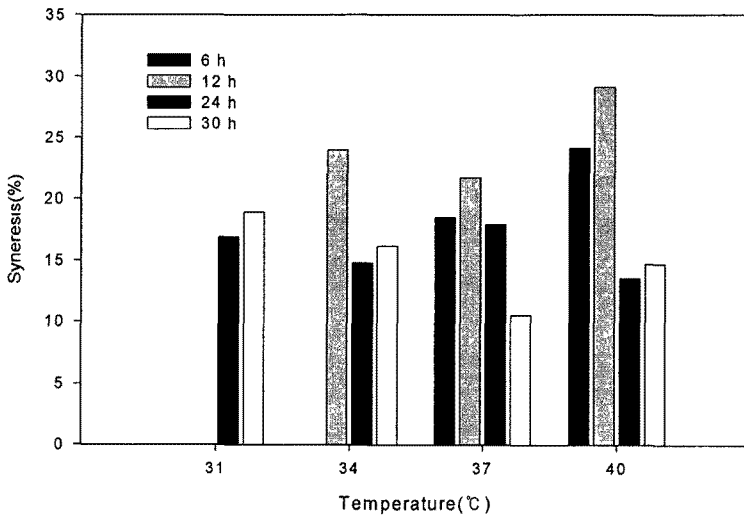


Fig. 2. Syneresis of stirred yoghurt made with *S. thermophilus* BODY 1 after 1 day storage at 4°C.

경도와 점착성은 발효가 진행됨에 따라 증가됨을 보였고, 점착성과 탄력성은 반대로 발효 시간이 증가할수록 감소함을 보였다. 31°C에 발효한 요구르트의 풍미는 30 시간에 4.75로 가장 높은 수치를 나타냈으며, 조직과 외관은 24, 30시간에 2.75, 3.50으로 유의적으로 높은 수치를 나타냈다. 34°C에서는 풍미는 24시간에 5.25로 가장 높은 수치를 나타내었고, 조직과 외관은 24, 30시간에 3.75, 3.50으로 가장 높은 수치를 얻었다. 37°C에서 발효한 요구르트의 풍미와 조직은 24시간에 6.25, 4.25로 가장 높

은 수치를 나타내었고, 외관은 발효 6시간을 제외하고 3.50으로 동일한 수치를 나타내었다. 40℃에서 24시간에 풍미가 4.50으로 가장 높은 수치를 나타내었고, 조직은 30시간에 4.00으로 가장 높은 수치를 나타내었으며, 외관은 37℃와 같이 6시간을 제외하고 3.50으로 동일한 수치를 나타내었다.

요 약

본 연구는 EPS 생성 유산균을 이용한 stirred 요구르트 제조의 기초 자료로 활용하고자 실시하였다. EPS 분리 실험결과에서 발효 온도가 낮을수록 더 많은 EPS가 생성하고, 발효 12시간과 24시간에 많은 EPS를 생성하는 것으로 관찰되었다. 점도는 EPS 함량과 무관하게 발효 시간이 증가할수록 증가하였으며, 40℃, 발효 30시간에 가장 높은 점도가 측정되었고, syneresis는 37℃에서 30시간 발효한 요구르트가 가장 적은 것으로 관찰되었다. 경도와 점착성은 발효가 진행될수록 증가한 반면에 점착성과 탄력성은 발효가 진행될수록 감소하였으며, 관능검사 결과에서는 37℃, 24시간 발효한 요구르트가 가장 높은 수치를 나타내었다.

참고문헌

1. Degeest, B. et al. (2001) *Int. Dairy J.*, **11**(9), 747-757.
2. Duboc, P. and Mollet, B. (2001) *Int. Dairy J.*, **11**, 759-768.
3. Dubois, M. et al. (1956) *Anal. Chem.*, **28**, 350-356.
4. Hassan, A. N. et al. (2003) *J. Dairy Sci.*, **86**, 1632-1638.
5. Hess, S. J. et al. (1997) *J. Dairy Sci.*, **80**, 252-263.
6. Keogh, M. K. and O'Kennedy, B. T. (1998) *J. Food Sci.*, **63**(1), 108-112.
7. 신제호 등. (1995) 한국축산식품학회., **15**(2), 192-195.