

## 광학적 방법에 의한 생식음료의 분산 안정성 측정

이주연<sup>1</sup> · 목철균\*

<sup>1</sup>(주)이룸 생명과학연구원, 경원대학교 식품생물공학과

### Dispersion Stability Determination of Saengshik Beverage by Optical Methods

Ju-Yeon Lee<sup>1</sup> and Chulkyoon Mok\*

<sup>1</sup>Erom R&D Center, Department of Food Science and Biotechnology, Kyungwon University

#### Abstract

An optical method was introduced to investigate the dispersion stability of *Saengshik* beverages (SB) containing 3.7-11.7% *Saengshik* powder (SP). Time course changes in backscattering light flux (BSLF) from SB were monitored by a Turbiscan. BSLF in the bottom and top layers of SB increased by forming sediment and foam, respectively, while that in the middle layer decreased by clarifying. With SP levels, sedimentation in SB was retarded, but the height of total sedimentation layer was increased. A logarithmic model was developed to fit to the changes in BSLF with time, showing determination coefficients of 0.979-0.988. The levels of SP in SB influenced the migration speed of the clarification front as well as the numbers of separated layers; 2 layers in SB containing 3.7% SP, 3 in 5.7-9.7%, and 4 in 11.7%. Formation of clear layers started after 17-29 min and continued for 22-53 min. The clarification was retarded most in SB containing 7.7% SP, indicating the most stable SP level for the SB preparation.

**Key words:** *saengshik*, beverage, dispersion stability, optical method, sedimentation, clarification

#### 서 론

생식은 본래 각종 곡류와 솔잎을 중심으로 한 채식을 의미하였으나(Yoon, 1991) 오늘날의 생식은 “동·식물성 원료를 주원료로 하여 건조 등 가공 처리하여 분말, 과립, 바, 페이스트, 겔상, 액상 등으로 제조한 것으로 이를 그대로 또는 물 등과 혼합하여 섭취할 수 있도록 한 것”으로 정의된다. 생식의 제조·가공기준에서는 생식 가공방법으로 동결건조와 자연건조, 60°C 이하의 송풍건조 등을 허용하고 있으며, 제품의 유형은 원료함량에 따라 생식원료 함량 80% 이상인 ‘생식제품’과 50% 이상인 ‘생식함유제품’으로 구분하고 있다(KFDA, 2005).

대부분의 생식은 유기농법으로 재배된 각종 곡류, 두류, 종실류, 채소류, 해조류 등을 동결건조한 분말형태의 제품이 주류를 이루고 있으며, 채소류로는 솔잎, 호박, 당근, 신

선초, 케일, 우엉, 연근, 미나리, 무청 등을, 해조류로는 김, 다시마 및 미역 등을 주로 첨가하여 제조한다(Kil, 2001). 생식은 원료가 함유하고 있는 단백질, 비타민, 효소, 엽록소 등 영양소와 기능성 성분이 유지되도록 열처리를 최소로 하여 제조하는 최소가공식품으로 각종 질병의 예방(Park & Han, 2003, Lee et al., 2003; Kim et al., 2007a)과 건강증진 효과(Ha, 1998; Kim et al., 2007b)가 확인되었다.

하지만 이러한 기능성에도 불구하고 생식은 물에 타서 먹어야하는 불편함과 물에 분산시킨 후 바로 침전하는 특성 때문에 소비자의 불만을 사고 있고 최근의 생식시장은 위축되고 있다(Food and Beverage News, 2005). 생식은 또한 열처리를 최소로 하여 가공한 제품이므로 미생물에 의한 생물학적 위해 가능성이 있는 식품으로 음료제품으로 가공하여 유통하는데 어려움이 있다. 이러한 점을 감안할 때 가장 바람직한 생식제품의 유형은 즉석 제조 음료 형태일 것이다. 카페, 가관대, 편의점, 카페테리어 등의 업소에서 생식을 효과적으로 분산 또는 균질화할 수 있는 장비를 사용하여 즉석에서 제조하여 판매하거나 일정량을 제조하여 냉장 보관하면서 단기간 판매하는 방식이다.

생식을 물에 분산하기 위해서는 높은 점도에서도 효율적으로 작동하는 균질혼합기가 필요하며 분산안정성을 높일

Corresponding author: Chulkyoon Mok, Department of Food Science and Biotechnology, College of Engineering, Kyungwon University, San 65 Bokjeong-dong, Sujeong-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do 461-701, Korea

Tel: +82-31-750-5403; Fax: +82-31-750-5273

E-mail: mokck@kyungwon.ac.kr

Received January 11, 2010; revised February 8, 2010; accepted February 10, 2010

수 있는 방안이 요구된다. 액체에 현탁된 고체의 분산안정성을 측정하는 방법에는 Stoke 법칙(Chun et al., 2002)에 근거하여 종말침강속도를 구하여 침강에 소요되는 시간을 예측하는 방법이 있으나 물에 현탁된 식품입자의 경우 지속적으로 물을 흡수하며 팽윤하여 입자 크기와 밀도가 달라지기 때문에 정확한 측정이 어렵다. 따라서 현탁액의 분산안정성을 측정하려면 메스실린더와 같은 용기에 현탁액을 가하고 일정시간 방치하면서 침전층 생성을 중량법 또는 광학적 방법으로 측정한다(Figura & Teixeira, 2007). 그러나 중량법은 침전층의 회수가 용이하지 않고 건조에 장시간이 소요되므로 광학적 방법을 선호하고 있다.

입자에 빛을 쬐이면 빛은 투과, 흡수 또는 반사한다. 이 중 반사하는 빛은 입자의 표면에 따라 각 방향으로 산란하는데 산란광의 각도와 세기를 측정하면 입자크기와 위치변화 등을 파악할 수 있다. 현탁액과 같은 고체/액체 시스템에서는 주로 산란광을 이용하며, 현탁액에 광선을 쬐이고 입자에 의해 회절, 굴절, 반사에 의해 산란되는 광선을 검출하는 방식으로 주로 입자크기를 측정하는데 사용되어 왔다. 그러나 같은 원리에 기초하여 에멀전 또는 현탁액 내에서 분산상 입자의 위치변화를 조사함으로써 입자이동에 의한 크리밍(creaming), 침강, 응집, 융합 등에 의한 상분리를 확인할 수 있다(Closs et al., 1999; Chanamai & McClements, 2000; Durand et al., 2003; Mandala et al., 2004).

본 연구에서는 현탁액 내 입자에 의한 광산란에 근거하여

**Table 1. Compositions of Saengshik beverages**

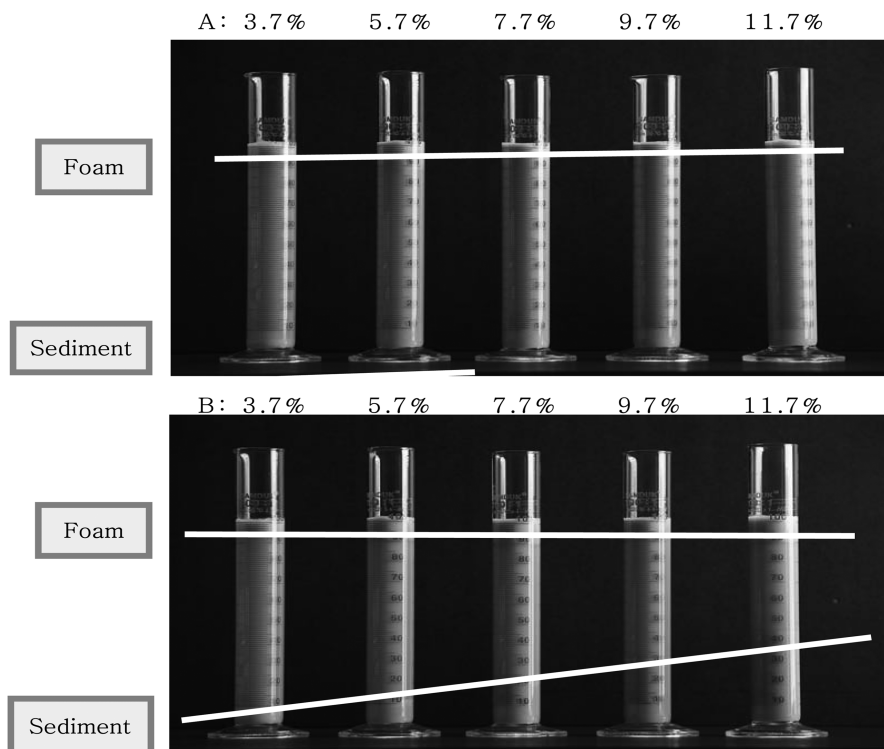
Ingredients	Composition (w/w%)
Water	79.1-71.1
Saengshik powder	3.7-11.7
Vanilla powder	2.9
Syrup	14.3
Total	100.0

생식 첨가량을 달리한 생식음료의 침강현상을 광학적 방법으로 실시간 모니터링함으로써 분산안정성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

생식음료 제조를 위한 건조생식은 E사의 제품 중 Lee & Mok(2009)에 의해 음료제조에 가장 적합한 제품으로 선정된 BS제품을 공시받아 -20°C에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 생식 BS는 곡류, 대두, 채소류, 과일류, 해조류를 기본 원료로 하여 대두펩타이드, 비트, 사과, 배, 적양배추, 석류추출물이 첨가된 제품이다(Lee & Mok, 2009). 생식음료의 향미를 개선하기 위하여 사용한 바닐라 파우더와 시럽은 (주)삼조셀렉(서울, 대한민국) 제품으로 바닐라파우더는 -20°C에서, 시럽은 4°C에서 저장하면서 사용하였다.



**Fig. 1. Separation behavior of Saengshik beverages containing different powder concentration. A: 0 min, B: 90 min.**

**실험방법**

**생식음료 제조**

생식음료는 Table 1과 같이 생식과 물의 혼합비율을 달리 하여 가볍게 혼합한 후 고전단균질기(Smoother13, Blendtec, Orem, UT, USA)를 사용하여 4,080 rpm에서 50초 동안 균질화하여 제조하였다.

**분산안정성**

생식음료의 분산안정성은 광학적 방법에 기초한 터비스캔(TurbiscanLab, Formulation SA, l'union, France)을 이용하여 측정하였다. 측정용기(27.5 mm OD×70 mm H)에 시료 15 ml를 가하고 터비스캔에 장착한 후 시료의 아래쪽에서 위쪽으로 40 μm 간격으로 880 nm의 펄스형 근적외선 광원을 주사방출하고 시료에 의해 후방으로 산란된 빛의 강도(backscattering light flux, 이후 후광플럭스라 약칭함.)를 기록하였다. 측정은 33°C에서 7시간 12분간 시행하였으며 측정개시 후 1시간 동안은 2분 간격, 이후부터는 10분 간격으로 주사·측정하였다. 시간 별로 바닥으로부터의 거리(시료 높이)를 횡축으로 하고 후광플럭스를 종축으로 하

여 프로파일을 완성하였다. 또한 시간별 후광플럭스의 변화율( $\Delta I_{BS}$ , %)과 청징층과 침전층 사이의 경계면의 이동현상(개시시간, 피크시간, 종료시간)과 이동속도(migration speed,  $V(t)$ )를 측정하였고, 청징층과 침전층 높이 변화도 조사하였다.

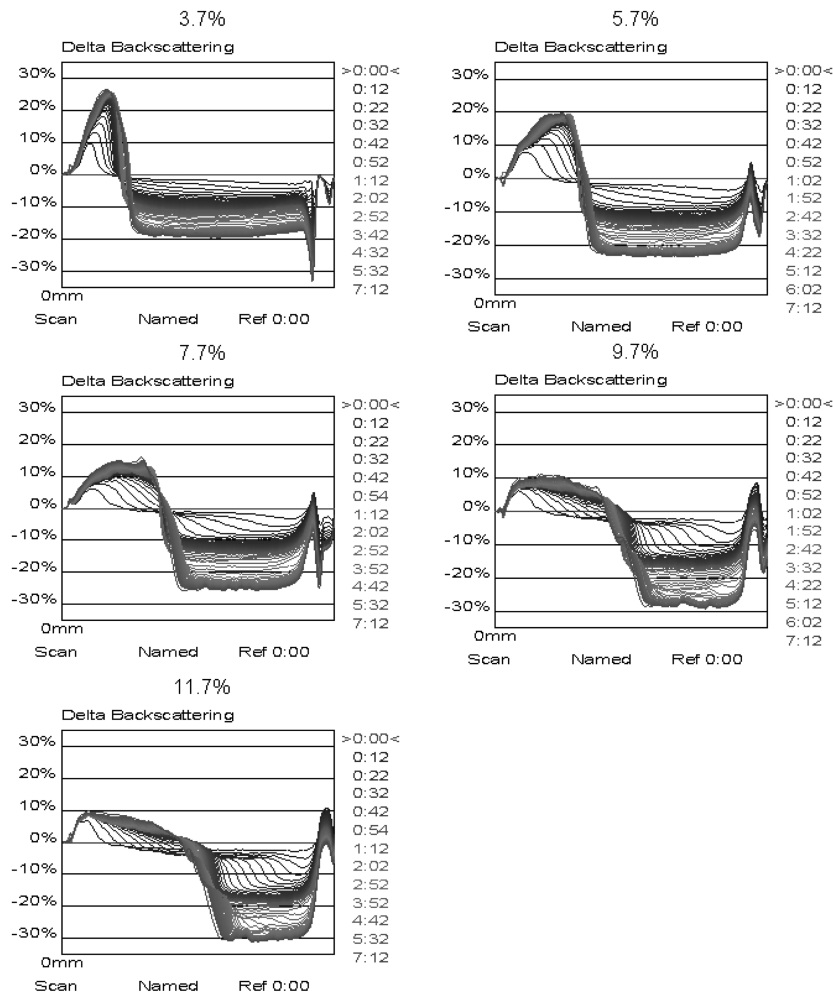
**통계분석**

실험결과는 Microsoft Office Excel 2007(Microsoft Corporation, 2007)을 이용하여 회귀분석을 실시하였다.

**결과 및 고찰**

**생식 첨가량에 따른 음료의 침강**

생식첨가량을 3.7-11.7%로 조절한 생식음료의 시간에 따른 음료의 침전현상을 육안으로 관찰한 결과 Fig. 1과 같이 생식 첨가량이 낮을수록 제조 직후(A) 거품 발생이 뚜렷하였으며, 90분 정치 후(B)의 층 분리도 뚜렷하였다. 생식함량이 11.7%로 높은 경우에도 침전 현상은 관찰되었으며, 침전 층의 높이는 생식 첨가량에 비례하였다.



**Fig. 2. Dispersion stability of Saengshik beverages containing different powder concentration.**

생식음료의 분산안정성

생식첨가량에 따른 생식음료의 후광플럭스의 시간별 변화를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 그래프의 횡축은 바닥으로부터의 거리를, 종축은 후광플럭스변화량(%)을 나타낸다. 생식음료는 제조 후 시간이 경과함에 따라 음료 하부에서는 침전이 생성되어 후광플럭스가 강해진 반면, 중간부에서는 청징현상에 의해 약해졌다. 상층부에 나타난 후광플럭스의 증가는 거품이 생성되어 나타난 현상이다.

생식 첨가량 3.7%인 경우는 하층부의 후광플럭스가 급격히 높아져 침강이 빠르게 진행되었으나 최종 침전층의 높이는 낮았다. 생식 첨가량이 증가할수록 침강은 서서히 진행되었으며 전체 침전층은 두껍게 형성되어 첨가량 11.7%에서는 침전층 높이가 총 높이의 1/2을 상회하였다. 생식음료의 거품 발생도 생식 첨가량에 비례하여 증가하였다.

생식함량을 달리한 음료에서 시간에 따른 청징층의 후광플럭스의 변화를 백분율(%)로 나타낸 결과는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 생식 첨가량에 따라 그 양상이 뚜렷이 구분되었다. 즉, 생식 함량 3.7%에서와 5.7% 이상에서의 양상은 뚜렷하게 달랐으며, 생식 첨가량이 높을수록 빠른 후광플럭스의 변화량이 증가하였다.

액체 내 고체입자의 침강속도는 Stoke 법칙에 의거하며 액체의 점도에 반비례하고 입자크기의 제곱에 비례한다(Chun et al., 2002). 제조한 생식음료의 점도는 생식 첨가량에 따라 증가하지만(Lee & Mok, 2009), 생식 첨가량에 비례하여 입자가 농축되어 회합이 증가하고 이에 따라 형성되는 거대 입자 때문에 침강이 빨라지는 것으로 생각된다. 한편 전분 현탁시스템에서는 아밀로오스가 포함된 연속상에 전분입자가 위치하고 아밀로펙틴과 아밀로오스의

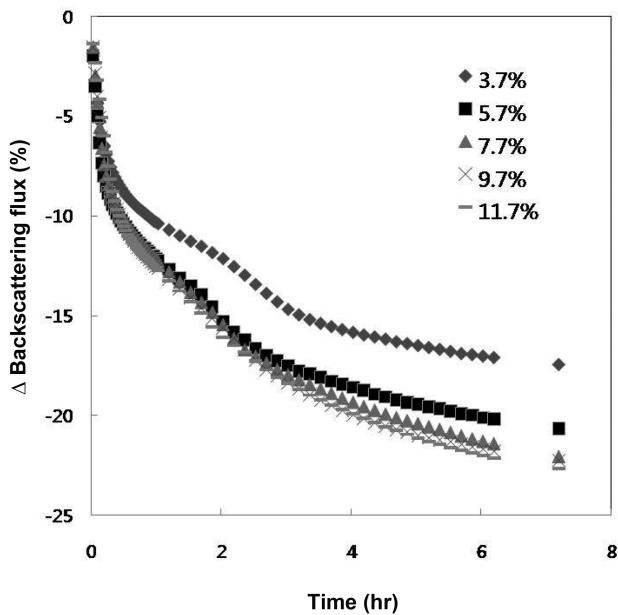


Fig. 3. Changes in backscattering light flux by clarification of Saengshik beverages.

Table 2. Percent changing rate of backscattering light flux in a linear model for Saengshik beverages containing different powder concentration

Saengshik powder (%)	Percent changing rate (%/hr)	R <sup>2</sup>
3.7	-1.95	0.83
5.7	-2.23	0.82
7.7	-2.46	0.83
9.7	-2.51	0.84
11.7	-2.69	0.83

열역학적 비상용성 때문에 배타적인(segregative) 상분리가 일어난다는 학설도 있다(Kalichevsky & Ring, 1987). 전분을 주성분으로 하는 생식입자가 팽윤하면 현탁액(음료) 내 아밀로오스와 아밀로펙틴의 농도가 높아지고 이에 따라 상호 배제성이 커지고 전분입자 사이에 놓인 아밀로오스끼리의 회합을 높여(Conde-Petit & Escher, 1995) 상분리가 촉진되는 것으로 해석된다.

생식음료의 침강속도를 정량화하기 위해 Fig. 3의 그래프의 기울기로부터 산출한 평균퍼센트변화율, 즉 변화속도(%/h)를 Table 2에 나타내었다. 여기서 음(-)의 부호는 침강이 진행됨에 따라 현탁 상태의 입자수가 감소하여 후방산란광이 약해짐을 의미하며, 입자의 침강에 따른 변화속도는 생식 첨가량에 비례하여 빨라졌다. 생식을 3.7% 첨가한 음료의 후방산란광 변화속도는 -1.95%/hr로 나타났으며, 생식 첨가량이 5.7, 7.7, 9.7 및 11.7%로 높아짐에 따라 각각 -2.23, -2.46, -2.51, -2.69%/hr로 변화하였다. 이 결과 역시 생식 첨가량이 증가할수록 음료의 분산안정성이 감소함을 의미한다.

한편 후광플럭스의 변화속도는 초기에는 높은 값을 보이다 점차 감소하는 양상을 보여 선형모델은 적합하지 않은 것으로 나타났고, 결정계수(R<sup>2</sup>)가 0.82-0.84로 다소 낮은 값을 나타내어 보다 적합한 비선형모델의 적용을 시도하였다. 후광플럭스의 퍼센트변화율을 log t에 대하여 작도한 결과는 Fig. 4와 같이 선형화가 가능하여 다음 식과 같은 로그 모델이 적합한 것으로 나타났다.

$$\Delta I_{BS} = A - B \log t \tag{1}$$

여기서,  $\Delta I_{BS}$  : 후광플럭스의 퍼센트변화량 (%)

t : 시간 (s)

A, B : 상수

식 (1)을 적용한 생식 첨가량별 상수 A와 B의 값은 Table 3과 같이 생식 첨가량에 따라 변수 B의 값이 증가하여 침강이 빨라짐을 알 수 있었으며, 변수 A의 값도 같은 경향을 보이며 증가하였다. 결정계수는 0.979-0.988로 아주 높은 값을 보여 로그 모델이 잘 적용됨을 알 수 있었다. 이러한 로그모델은 Weltman(1943)이 틱스토트로픽 구

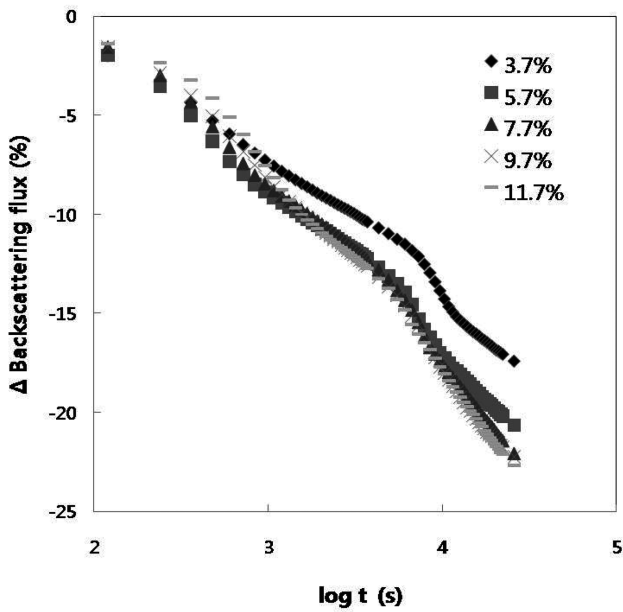


Fig. 4. Sedimentation kinetics of Saengshik beverages.

조의 시간에 따른 붕괴를 예측한 모델( $\sigma = A - B \ln t$ ,  $\sigma$ : 전단응력,  $t$ : 시간)과 유사한 것으로서 침강과 점도의 상관성을 시사한다. Weltman 모델에서 변수 A는 구조 파괴에 필요한 전단응력을, 변수 B는 파괴속도를 의미하는데(Yoo and Noh, 2000), 본 모델에서도 변수 A는 침강에 필요한

Table 3. Values of parameters of logarithmic models<sup>1)</sup> for percent backscattering light flux changes of Saengshik beverages containing different powder concentration

Saengshik powder (%)	Parameters		R <sup>2</sup>
	A	B	
3.7	14.262	7.100	0.979
5.7	16.891	8.431	0.984
7.7	20.199	9.400	0.981
9.7	21.464	9.815	0.984
11.7	22.828	10.195	0.988

<sup>1)</sup>  $\Delta I_{BS} = A - B \log t$ , where  $\Delta I_{BS}$ : percent change in backscattering light flux (%),  $t$ : time (s), A and B: constants.

최소 증력을, 변수 B는 침강속도와 관련된 인자로 해석할 수 있다.

### 생식음료의 층분리 속도

침강에 의한 동적 층분리 현상을 관찰하기 위하여 생식음료의 상층부에 형성되는 청징층과 하층부의 침전층의 경계면, 즉 청징층 선단의 이동속도를 측정된 결과 Fig. 5와 같이 생식함량에 따라 이동속도 뿐 만아니라 발현 횟수, 즉 분리된 층의 수에서도 차이를 보였다. 생식 첨가량 3.7%인 경우는 이동속도가 큰 1개의 피크군을 나타내어 침전이 거의 일시에 일어나고 침전층과 청징층의 2개 층으로 분리됨을 의미하였다. 생식 첨가량 5.7-9.7%의 경우는

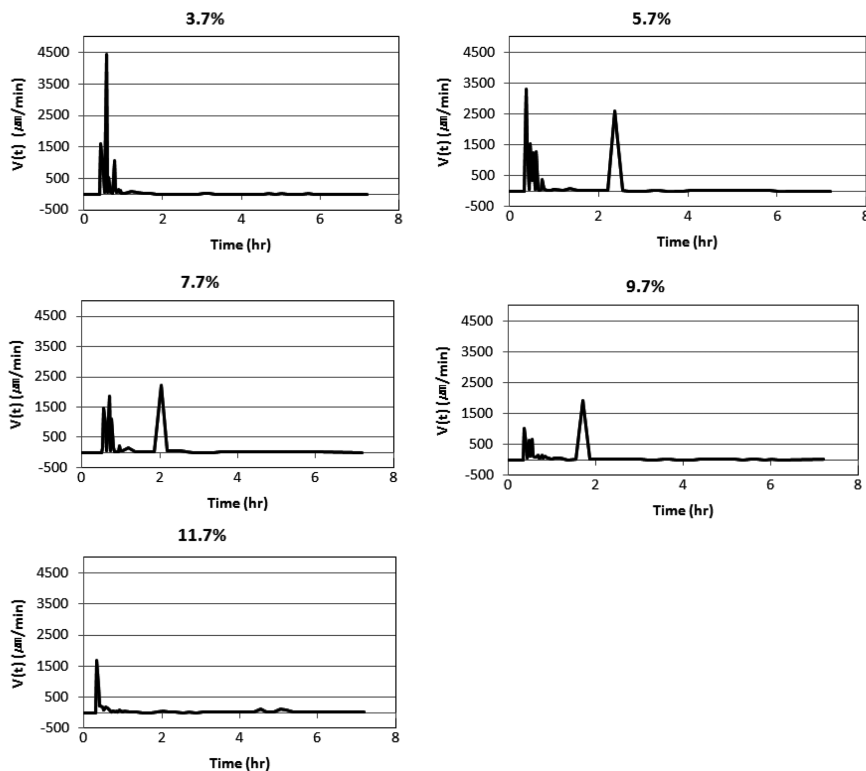


Fig. 5. Changes in migration speed peak of clarification front of Saengshik beverages containing different powder concentration.

**Table 4. Migration times of clarification front of *Saengshik* beverages containing different powder concentration (min)**

<i>Saengshik</i> powder (%)	Primary			Secondary			Tertiary		
	Onset	Peak	Endset	Onset	Peak	Endset	Onset	Peak	Endset
3.7	22.0	33.8	58.0	-	-	-	-	-	-
5.7	20.0	22.0	48.0	131.4	141.6	152.0	-	-	-
7.7	29.0	41.6	82.0	111.6	121.8	152.0	-	-	-
9.7	20.0	22.3	42.0	81.6	102.0	112.0	-	-	-
11.7	17.0	19.9	42.0	96.6	121.2	132.0	175.2	301.8	322.0

**Table 5. Migration speed of clarification front of *Saengshik* beverages containing different powder concentration ( $\mu\text{m}/\text{min}$ )**

<i>Saengshik</i> powder (%)	Primary		Secondary		Tertiary	
	Maximum	Mean	Maximum	Mean	Maximum	Mean
3.7	4450.3	423.4	-	-	-	-
5.7	3319.3	424.9	2583.4	874.6	-	-
7.7	2218.9	330.4	2218.9	397.6	-	-
9.7	1933.6	179.8	1933.6	177.1	-	-
11.7	1693.5	175.3	57.3	19.8	111.1	26.3

2개의 피크를 보여 1차 층분리에 이어 2차 층분리가 일어나 최종적으로 3개 층으로 분리되었다. 첨가량 11.7%의 경우는 초반부의 1차 층분리에 이어 4-5 시간 경과 후 2개의 낮은 피크를 보여 총 4개 층으로 분리되는 것으로 나타났다.

생식음료의 청징층과 침전층 사이의 경계면 이동의 개시 시간과 피크시간은 Table 4에 나타난 바와 같이 1차 이동은 생식함량 11.7%에서 17.0분으로 가장 빨리 일어났으며, 그 다음으로 5.7%와 9.7%가 유사하게 이동하였다. 생식함량 3.7%인 경우는 22.0분에 개시되었으며 7.7%의 경우는 29.0분으로 가장 늦게 이동하였다. 피크시간도 유사한 경향으로 변화하였으나 생식함량 5.7, 7.7, 11.7%인 경우는 개시시간과 피크시간 사이의 간격이 2-3분으로 좁은 반면 3.7%인 경우는 11.8분, 7.7%인 경우는 12.6분으로 넓은 간격을 보였다. 이동 개시시간과 종료시간 간의 차이에 해당하는 총 이동시간은 첨가량 3.7%와 5.7%의 경우 각각 36분과 38분을 보인 반면 9.7%와 11.7% 첨가군은 각각 22분과 25분이 소요되어 침전이 빠르게 진행됨을 알 수 있었다. 특기할 사항은 생식 첨가량 7.7%의 경우 총 이동시간이 53분으로 침전속도가 월등하게 느려짐을 알 수 있었으며 가장 안정된 음료를 제조할 수 있는 첨가량으로 확인되었다.

생식첨가량 5.7% 이상에서는 2차 침강도 관측되었으며, 첨가량이 증가할수록 대체로 2차 침전 개시시간이 빨라졌다. 2차 침강에 소요되는 시간 역시 첨가량 7.7%에서 가장 길어 상대적으로 안정된 구조를 이루고 있었다. 생식첨가량 11.7%의 경우에서는 3차 침강도 관측되었으며 약 150분에 걸쳐 느리게 진행되었다. 한편 첨가량 7.7%인 음료는 관능특성에서도 가장 양호한 품질을 보인 바 있는데 (Lee & Mok, 2009), 이는 관능품질 뿐만 아니라 저장 안

정성 면에서도 최적 첨가량이 7.7%임을 의미하는 것으로 2가지 특성의 관련이 흥미롭다. 생식 첨가량 7.7%인 음료가 가장 안정한 것은 생식 첨가에 따른 점도 증가에 의한 침전억제 인자와 첨가량 증가에 따른 입자 간 회합에 의한 침전촉진 인자가 균형을 이루는 첨가량이기 때문에 나타난 현상으로 추정된다.

생식첨가량별 최고 이동속도는 Table 5와 같이 1차 침전에서는 3.7% 첨가군의 경우가 4,450.3  $\mu\text{m}/\text{min}$  으로 가장 높았으며, 생식첨가량이 증가할수록 최고 이동속도는 낮아져서 11.7% 첨가군에서는 1,693.5  $\mu\text{m}/\text{min}$ 을 보였다. 평균 이동속도 역시 생식 첨가량에 따라 낮아져 11.7% 첨가군에서 175.3  $\mu\text{m}/\text{min}$ 으로 가장 낮았다. 생식 첨가량 3.7%와 5.7%, 그리고 9.7%와 11.7%는 서로 유사한 평균이동속도를 보였으며, 7.7% 첨가군은 그 사이의 값을 나타냈다. 생식첨가량 5.7% 이상에서 관측된 2단계 침전시 경계면 이동속도 역시 생식 첨가량이 증가할수록 낮은 값을 보였으며, 특히 11.7% 첨가군은 19.8  $\mu\text{m}/\text{min}$ 로 아주 낮은 수치를 보였다. 첨가량 11.7%에서만 관측된 3차 침전의 평균 이동속도는 26.3  $\mu\text{m}/\text{min}$ 로 2차 침전처럼 매우 느렸다.

#### 청징층과 침전층의 변화

생식음료의 침전에 의한 청징층의 두께 변화는 Fig. 6에 나타내었다. 청징 개시시간은 생식 첨가량에 따라 달라졌으며 제조 후 17-29분 사이에 1차 청징층 발생이 시작되어 22-53분간 지속되었으며, 생식첨가량이 낮을수록 청징층 높이는 증가하였다. 음료 높이 약 40 mm에 대해 생식첨가량이 3.7%인 음료는 2시간 후 30 mm 두께의 청징층이 생겼으며 이후 같은 수준을 유지하였다. 첨가량 5.7% 첨가군의 경우 25 mm, 7.7%는 20-22.5 mm, 9.7%는 18-19 mm, 11.7%첨가군은 15-16 mm 정도의 청징층이 형성

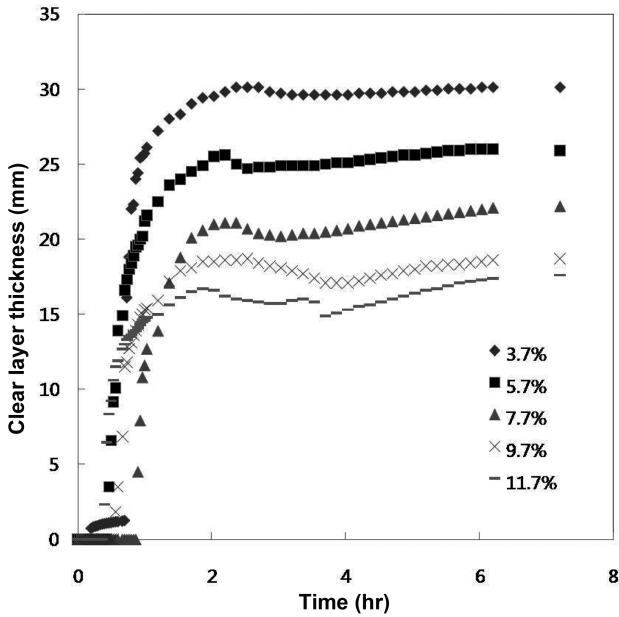


Fig. 6. Changes in thickness of clear layer of Saengshik beverages.

되었다. 즉 생식첨가량이 낮을수록 청징층 두께는 증가하였으며 약 2시간 후에 청징층이 고정되었다.

생식음료에서 최하부 침전층의 두께 변화를 보면 Fig. 7과 같이 제조 직후부터 침전이 시작되어 청징층보다 빠르게 형성되었다. 생식 첨가량 3.7-7.7%인 음료는 청징층의 변화패턴과 유사하게 침전이 진행되었으며, 생식 첨가량에 따라 침전층의 두께도 증가하였다. 반면에 생식을 9.7-

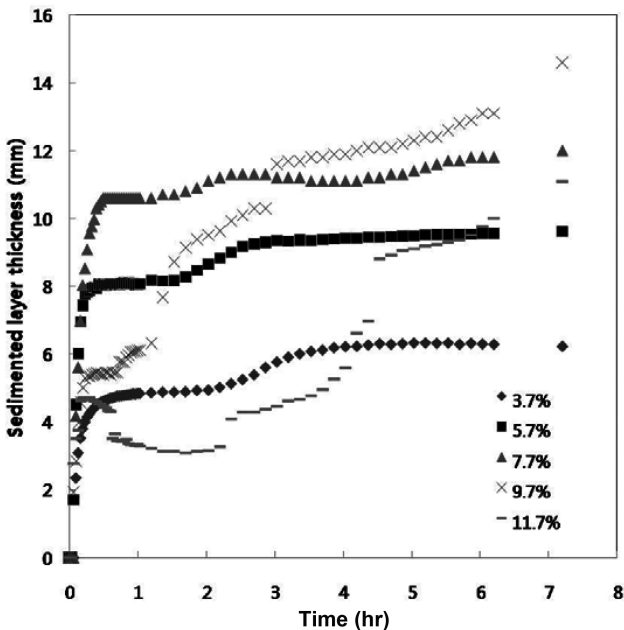


Fig. 7. Changes in thickness of sedimented layer of Saengshik beverages.

11.7% 첨가한 음료는 초기 침전층의 두께는 얇았으나 시간이 지날수록 급속하게 두터워졌는데, 이는 생식 첨가량 9.7% 이상에서는 40 mPa·s 이상의 높은 점도(Lee & Mok, 2009)로 인해 입자의 초기 침강속도가 낮아졌기 때문이다. 생식 첨가량 9.7%인 경우 침전층의 최종 두께는 7.7% 첨가군보다 높게 나타나 첨가량 9.7%까지는 생식 함량에 비례하여 침전층이 두꺼워짐을 알 수 있었다. 그러나 11.7% 첨가군의 최종 침전층 두께는 오히려 낮아져 7.7% 첨가군보다도 얇았다. 이는 11.7%의 경우 침전층 자체 중량이 침전층이 지지할 수 있는 무게의 한계를 초과하기 때문에 침전층이 붕괴되어 늘림으로써 발생한 것으로 추정된다.

이상의 결과는 생식음료 내 입자의 동적변화를 기초로 한 분산안정성 측정에 광학적 방법이 유용하게 사용될 수 있음을 의미하며 생식음료 이외에 다양한 현탁액 또는 에멀전 상태의 식품의 안정성 측정에도 이 기법의 활용이 기대된다.

## 요 약

생식 첨가량을 3.7-11.7%로 조절한 생식음료의 분산안정성을 터비스칸을 사용하여 광학적 방법으로 측정하였다. 생식음료는 제조 후 시간이 경과함에 따라 음료 하부에서는 침전이 생성되어 후방산란광플럭스(이후 후광플럭스로 약칭)가 강해진 반면, 중간부에서는 청징현상에 의해 약해졌으며, 최상층부에서는 거품이 생성되어 다시 강해졌다. 생식 첨가량이 증가할수록 침전이 서서히 진행되었으며 전체 침전층은 두텁게 형성되었다. 침전에 의한 후광플럭스의 퍼센트변화율의 시간에 따른 변화는 로그 모델이 적용되었으며 결정계수는 0.979-0.988로 높은 값을 보였다. 생식 첨가량은 생식음료의 상층부에 형성되는 청징층과 하층부의 침전층의 경계면, 즉 청징층 선단의 이동속도 뿐만 아니라 분리된 층의 수에도 영향을 미쳤다. 생식 첨가량 3.7%의 경우는 2층으로, 5.7-9.7%의 경우는 3개 층으로, 11.7%는 4개 층으로 분리되었다. 생식음료 제조 후 17-29분 사이에 1차 청징층 발생이 시작되었고 22-53분간 지속되었으며, 생식첨가량이 낮을수록 청징층 두께는 증가하였다. 청징층 발생은 생식 첨가량 7.7%인 음료에서 가장 늦게 나타나 최대 분산안정성을 보였다.

## 감사의 글

본 연구는 (주)이룸과 경원대학교의 지원에 의하여 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

Chanamai R, McClements DJ. 2000. Impact of weighting agents

- and sucrose on gravitational separation of beverage emulsions. *J. Agric. Food Chem.* 48: 5561-5565.
- Chun JK, Kim KH, Mok C, Lee SJ, Kwon YA. 2002. *Food Engineering*. McGraw-Hill Korea, Seoul, Korea, p. 365.
- Closs CB, Conde-Petit B, Roberts ID, Tolstoguzov VB, Escher F. 1999. Phase separation and rheology of aqueous starch/galactomannan systems. *Carbohydr. Polym.* 39: 67-77.
- Conde-Petit B, Escher F. 1995. Complexation induced changes of rheological properties of starch systems at different moisture levels. *J. Rheology* 39: 1497-1518.
- Durand A, Franks GV, Hosken RW. 2003. Particle sizes and stability of UHT bovine, cereal and grain milks. *Food Hydrocolloids* 17: 671-678.
- Figura LO, Teixeira AA. 2007. *Food Physics. Physical Properties - Measurement and Applications*. Springer-Verlag GmbH, Berlin, Germany. pp. 108-112.
- Food and Beverage News. 2005. *Food and Beverage News*. No. 421(2005. 5. 2.). Food and Beverage News Co. Seoul, Korea.
- Ha KS. 1998. The study on the exchange of weight, blood exponents and circulation function before and after exercise to the people who ate uncooked food. MS thesis, Cheju National University, Cheju, Korea.
- Kalichevsky MT, Ring SG. 1987. Incompatibility of amylose and amylopectin in aqueous solution. *Carbohydr. Res.* 162: 323-328.
- KFDA. 2005. *Food Codes*. Korea Food and Drug Administration. Seoul, Korea. p. 510.
- Kil JH. 2001. Studies on cancer preventive raw diet. MS thesis. Pusan National University, Pusan, Korea.
- Kim HY, Hong SG, Hwang SJ, Mok CK, Park MH, Lee JY. 2007a. Effect of *Saengshik* on blood glucose response in healthy subjects. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36: 1553-1559.
- Kim JH, Hong SG, Kim WY, Jung JS, Hwang SJ, Mok CK, Park MH, Lee JY. 2007b. Effects of long-term administration of *Saengshik* on growth increment, BMD and blood IGF-1 concentration in growing rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36: 439-446.
- Lee E, Kim WJ, Lee YJ, Lee MK, Kim PG, Park YJ, Kim SK. 2003. Effects of natural complex food on specific enzymes of serum and liver and liver microstructure of rats fed a high fat diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36: 256-262.
- Lee JY, Mok C. 2009. Development of *Saengshik* beverage products and their physico-chemical properties. *Food Eng. Prog.* 13: 341-347.
- Mandala I, Michon C, Launay B. 2004. Phase and rheological behaviors of xanthan/amylose and xanthan/starch mixed systems. *Carbohydr. Polym.* 38: 285-292.
- Microsoft Corporation. 2007. *Microsoft Office Excel 2007*, Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA.
- Park SH, Han JH. 2003. The effects of uncooked powdered food on nutrient intake, serum lipid level, dietary behavior and health index in healthy women. *Korean J. Nutr.* 36: 49-63.
- Weltman RN. 1943. Breakdown of thixotropic structure as a function of time. *J. Appl. Phys.* 14: 343-350.
- Yoo BS, Noh WS. 2000. Effect of fermentation temperature on rheological properties of traditional *Kochujang*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 860-864.
- Yoon OJ. 1991. Approach to the nutritional status for uncooked food for vegetarian, vegetarian, non-vegetarian and evaluation of uncooked powdered foods. Ph.D thesis, King Sejong University, Seoul, Korea.