

인삼 유화 음료의 품질 인자 규명 및 저장 수명 예측

백은경 · 서용기¹ · 이근¹ · 이동운¹ · 박석준¹ · 이진희¹ · 이강표¹ · 김동섭² · 허남윤³ · 백무열*
경희대학교 생명자연과학연구원, ¹CJ(주) 식품연구소, ²국립밀양대학교 식품과학과, ³오산대학교 식품조리과

Quality Factor Determination and Shelf-Life Prediction of Emulsified Ginseng Drink

Eun-Kyung Baik, Yong-Ki Seo¹, Geun Lee¹, Dong-Un Lee¹, Seok-Jun Park¹, Jin-Hee Lee¹, Kang-Pyo Lee¹, Dong-Seob Kim², Nam-Yun Hur³, and Moo-Yeol Baik*

Institute of Life Science and Resources and Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University

¹CJ Foods R&D

²Department of Food Science, Milyang National University

³Department of Food and Culinary Art, Osan College

Quality factors of emulsified ginseng drink were determined during storage at various temperatures, and its shelf-life was predicted based on changes in emulsion stability, acidity, viscosity, and yellowness. Viscosity was highly dependent on storage temperature. Emulsion stability changed rapidly during early storage period (1st step), then slowly thereafter (2nd step). Q_{10} values of emulsion stability were 2.50 and 1.38 for 1st and 2nd steps, respectively. Viscosity, acidity, and yellowness showed Q_{10} values of 3.45, 1.77, and 1.99, respectively. Although Q_{10} value of 2 has been generally used to predict shelf stability of food materials, our results suggest adopting same Q_{10} value to predict shelf stability of emulsified ginseng drink is not appropriate.

Key words: Emulsified ginseng drink, quality factor, shelf stability, viscosity

서론

식품 가공은 식품의 가치를 유지 및 향상시키는 물론 장기간 보존할 수 있도록 저장성을 부여한 제품을 만드는 데 목적을 두고 있다. 또한 식품 저장은 식품의 품질이 장기간 변하지 않도록 유지시키는 것이다. 식품은 가공, 저장 및 유통 중에 화학적 또는 생화학적 반응에 의하여 품질이 변하며, 이러한 품질변화의 예측은 식품가공 공정이나 저장 수명의 평가에 매우 중요하다(1).

식품의 저장 수명에 영향을 주는 인자로는 크게 빛, 산소, 수분, 온도 등으로 구분할 수 있다. 빛의 경우 free radical의 발생을 촉진시킴으로써 유지와 지방의 산화, 색소들의 변화 및 비타민의 파괴 등을 야기하게 된다. 산소의 경우 호흡, 효소적 갈변, 지방, 단백질, 비타민 등의 산화와 밀접한 관련이 있으며 일부 색소의 탈색과도 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 수분은 식품의 형태, 맛, 구조에 큰 영향을 미치고 수분함량은 식품의 가공, 저장, 운송 중의 품질 변화에 매우 중요한 역할을

한다. 하지만 절대적인 수분의 양보다는 수분활성도가 더 적절한 방법으로 식품의 수분활성도를 조절함으로써 저장수명을 조절하는 것에 대한 다양한 연구가 진행 중에 있다(2-4).

일반적으로 식품의 품질 변화에 영향을 미치는 가장 중요한 요인은 온도로 식품은 시간이 경과하면서 제조 직후의 품질이 변하고 품질이 어느 한계를 넘어서면 상품적 가치를 잃어버리게 된다(1). 알려진 바와 같이 모든 화학반응의 속도는 온도가 증가함에 따라 증가하고 이들의 관계는 Arrhenius식으로 설명될 수 있다. 일반 화학반응의 경우 반응 속도의 온도 의존성을 나타내는 Q_{10} value가 대부분 2로 나타나며 이러한 Q_{10} value는 식품에 따라 다르고, 같은 식품일지라도 산소의 유무, 수분활성도와 같은 저장 조건 등에 따라 달라지지만 이에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 각 식품군별 저장조건에 따른 저장수명을 예측하기 위해서는 각 저장조건에 따른 식품품질의 온도 의존성을 파악하는 것이 가장 시급한 문제라고 할 수 있다.

새롭게 개발된 식품의 경우 시판에 앞서 저장수명을 정확하게 예측함으로써 적절한 유통기한을 설정하는 것이 중요하다. 가장 적절한 저장수명 판단은 실제 저장조건에서 저장시험을 수행하여 저장수명을 설정하는 것이 바람직하다고 할 수 있으나, 이 경우 경제적, 시간적 손실이 크기 때문에 약조건 하에서 단기간에 수행하는 가속저장시험이 널리 이용되고 있다. 가속저장시험은 제품의 품질변화와 밀접한 상관관계가 있는 측정값

*Corresponding author: Moo-Yeol Baik, Department of Food Science and Biotechnology, Institute of Life Science and Resource, Kyung Hee University, Yongin, South Korea
Tel: 82-31-201-2625
Fax: 82-31-204-8116
E-mail: mooyeol@khu.ac.kr

을 품질변화의 지표로 사용하여 식품이 쉽게 변화할 수 있는 고온 다습한 저장조건에서 일정기간동안 저장하면서 측정된 품질요인의 손실량에 대한 속도반응식을 구하여 일반저장조건에서의 저장수명을 예측하는 방법이다. 이 방법의 경우 식품의 품질손실반응이 온도와 수분에 대하여 일정한 관계가 있을 때는 사용 가능하지만 항상 적용 가능한 방법은 아니므로 이 방법이 적용 되어지지 않는 경우를 대비한 새로운 방법이 모색되어야 할 것이다.

식품 품질의 변화를 예측하기 위해서 동력학적 방법이나 수학적 모델에 의한 분석적인 방법으로 유통 기간 산출에 접근할 수가 있으며(5), 식품의 저장 및 유통 시에 일어나는 온도 변화 및 품질 열화와의 관계에서 제품의 보존 기간을 측정하려는 시도도 있었다(6). 또한 저장기간 예측을 위한 가온 저장 조건 하에서 변태 반응을 측정할 가속화 실험도 여러 연구자들에 의해 보고되었으며(7-11), 식품의 가공 및 저장 중 발생하는 물리화학적 변화를 단계적 회귀분석법을 이용하여 반응 메커니즘을 구명한 연구도 보고되었다(12,13).

일반적으로 식물성유를 다량 함유한 인삼은 단단하고 부서지기 쉬운 물질과 비교하여 분쇄력이 가해지기 어려워 공업 규모에서의 미분말 제조가 곤란하며 비용적인 문제로 용도가 제한되어 있다. 이들 제조 공정에서의 주요 기술은 분쇄이고, 저비용 미분말 제조 기술 개발이 요망되고 있다(14). 본 연구에 사용된 시료는 범용 분쇄기를 이용하여 인삼을 10 μm 미만으로 미분화하여 유향시킨 인삼 유향 음료로서, 본 연구에서는 새로운 형태의 유향 음료의 저장 중 물리화학적 변화를 측정함으로써 이러한 유향 음료의 품질 지표 인자는 어떤 것인지 확인하고 이들을 이용한 유향 음료의 저장 수명 예측에 관하여 연구하였다. 본 연구에서 저장 중 분석한 항목은 유향안정성, 당도, 진공도, pH, 산도, 색도(L, a, b값), 점도, 사포닌, 미생물 및 관능검사 등 총 10개 항목이었으며, 그 중 저장 기간 동안 유의적인 품질 변화를 보인 유향안정성, 산도, 점도 및 색도(b값) 등 4가지 항목에 대하여만 고찰을 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 인삼유향음료는 Jet mill을 사용하여 평균 입자경 10 μm 이하로 미세 분쇄 처리한 백삼(원료삼 배합비율; 근류 : 미삼 = 90 : 10) 분말이 2.613%(w/v) 함유되었으며, 유향제인 sugar ester를 사용하여 교반을 통해 유향 분산시켰으며, 살균 처리 후 120 mL 유리병에 충전하고 빛의 투과를 막기 위하여 불투명한 폴리에틸렌 필름으로 포장하여 시료로 사용하였다. 시료를 각각 5, 25, 35, 45°C에 40주간 저장하면서 45°C 시료는 1주 간격으로, 35°C 시료는 2주 간격으로, 5°C 및 25°C 시료는 4주 간격으로 아래의 물리적, 화학적 성질들의 변화를 각 온도별로 총 12회를 측정하였다.

유향 안정성

유향 안정성 측정을 위하여 내용물이 흔들리지 않도록 조심스럽게 시료의 포장지를 벗겨낸 후 분리된 층의 두께를 측정하였다. 또한 시간이 지나면서 일부 시료에서 나타나는 크림층의 두께도 측정을 하였다.

산도

산도 측정은 식품공전에 따라 다음과 같은 방법으로 측정하

였다. 시료 10 mL에 증류수 10 mL를 가한 후 페놀프탈레인 시액 0.5 mL를 가하고 0.1 N 수산화나트륨액으로 30초간 홍색이 지속할 때까지 적정하였다. 시료의 비중은 시료 10 mL의 무게를 측정하여 계산하였으며, 아래의 식을 이용하여 산도를 계산하였다.

$$\text{산도(젓산\%)} = a \times f \times 0.009 / 10 \times \text{시료의 비중} \times 100$$

a: 0.1 N 수산화나트륨액의 소비량(mL)

f: 0.1 N 수산화나트륨액의 역가

색도

색도는 colorimeter(Color JC801, Juki, Tokyo, Japan)를 사용하여 L, a, b값을 측정하였다. 표준 백색판을 이용하여 calibration시킨 colorimeter에 시료를 액체 측정용 cell에 2/3 정도 붓고 cell을 측정할 위치에 놓은 다음 색도를 측정하였다. 이 때 표준 백색판의 L, a, b값은 각각 98.36, 0.13, -0.48이었으며, 색도 측정 시 시료를 잘 흔들어서 전체적으로 잘 섞이게 한 후에 측정하였다.

점도

점도는 viscometer(Wingather, Brookfield, Middleboro, USA)를 사용하여 측정하였다. 시료를 250 mL 비이커에 spindle이 잠길 정도로 부은 후에 점도를 측정하였으며, 각 측정온도에서 신뢰도가 90% 이상이 될 수 있도록 150 rpm에서 측정하였다.

품질 지표 성분의 규명 및 온도의존성 분석

품질 지표 성분을 규명하기 위하여 저장 중 품질 변화를 측정 후 품질열화 반응이 1차 반응임을 확인하고 아래의 식으로부터 구한 직선의 기울기로부터 반응속도 상수(k)를 구하였다.

$$\ln C = \ln C_0 + kt$$

C = measurements at time t

C₀ = measurements at time t₀

k = rate constant

t = storage time (week)

또한 Arrhenius 식을 사용하여 1차 선형회귀분석법으로 ln k (반응속도상수)를 Y축으로 하고 1/T(절대온도)를 X축으로 하여 도식화했을 때 얻어지는 직선의 slope로부터 아래의 식을 이용하여 활성화 에너지를 구하여 품질 지표 성분의 온도의존성을 알아보았다.

$$E_a = \text{slope} \times R$$

E_a = activation energy (온도의 함수)

R = gas constant (1.986 cal/mol ok)

온도의존성을 알아보기 위한 Q₁₀ 값은 아래의 식을 이용하여 계산하였다.

$$\ln Q_{10} = 10 \times E_a / R \times (T+10)$$

Q₁₀ = Q₁₀-value

E_a = activation energy

R = gas constant

결과 및 고찰

유향 안정성(Emulsion stability)

각 저장온도에서의 시료의 유향 안정성 변화를 Fig. 1에 나

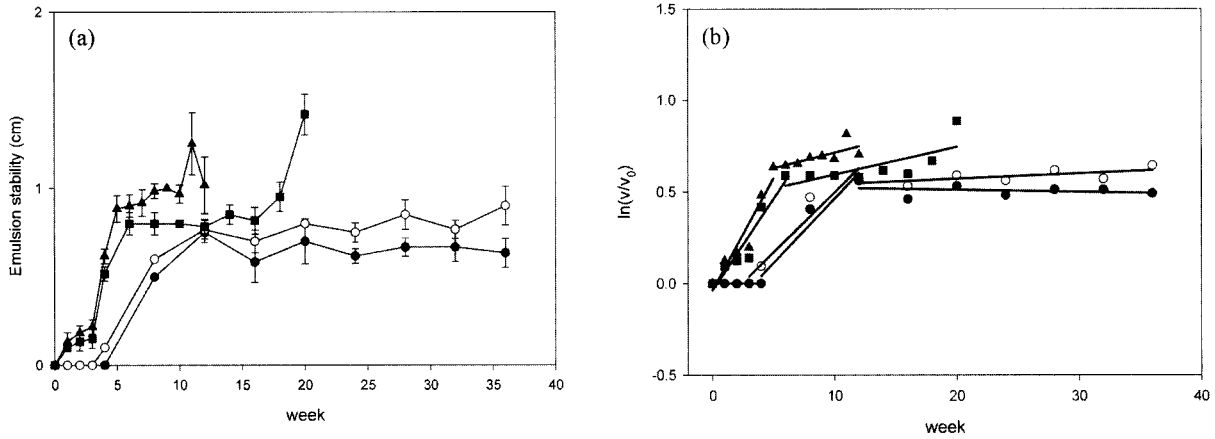


Fig. 1. Changes in emulsion stability (a) and kinetics of emulsion stability (b) of emulsified ginseng drink during storage at various temperatures.
 ●: 5°C, ○: 25°C, ■: 35°C, ▲: 45°C.

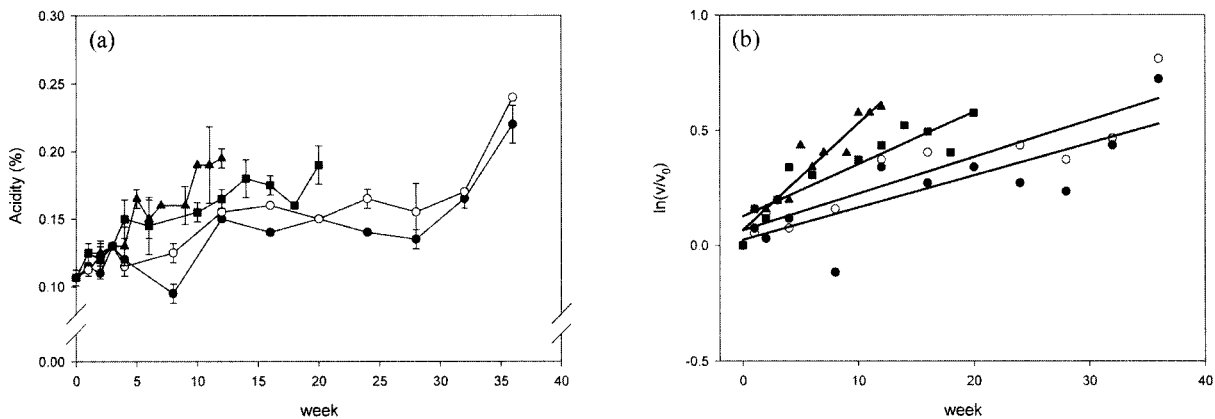


Fig. 2. Changes in acidity (a) and kinetics of acidity (b) of emulsified ginseng drink during storage at various temperatures.
 ●: 5°C, ○: 25°C, ■: 35°C, ▲: 45°C.

타내었다. 유화 안정성의 경우 저장 온도가 높아질수록 층의 분리가 더 큰 것을 볼 수 있었다(Fig. 1a). 5°C에서 저장한 시료의 경우, 4주까지는 변화가 없다가 4주 이후부터 층 분리가 시작되어 12주까지 빠른 속도로 층 분리가 일어나고 12주 이후에는 더 이상 층 분리가 일어나지 않았다. 25°C에서 저장한 시료의 경우, 3주 후부터 층의 분리가 시작되어 12주까지 빠른 속도로 층의 분리가 일어나고 12주 이후에는 5°C에서 저장한 시료와 마찬가지로 큰 변화 없이 거의 일정한 값을 보였다. 35°C에서 저장한 시료의 경우, 저장 초기 6주까지 층 분리가 빠르게 나타났고 그 이후에서는 큰 변화량을 보이지 않았다. 특이한 사항은 35°C에서 저장한 시료의 경우 저장 10주가 지난 후부터 약간의 크림층의 형성이 시작되어 저장 기간이 16주가 되었을 때 완전한 크림층을 형성하였다. 45°C에서 저장한 시료의 경우, 35°C에서 저장한 시료와 마찬가지로 저장 초기에 층 분리가 빠르게 일어났으며, 저장 기간이 4주가 되었을 때 크림층의 형성이 시작되었고 저장 기간이 길어지면서 크림층이 두꺼워 지다가 저장 기간 9주 이후부터는 큰 변화 없이 완전한 크림층을 형성하였다.

본 시료의 유화 안정성은 모든 저장온도에서 2단계로 변화하였는데, 첫번째 단계의 속도상수 값은 5°C에서 0.069(0-12주), 25°C에서 0.061(0-12주), 35°C에서 0.099(0-6주), 45°C에서 0.121(0-4주)의 값을 나타내는데 비해 두 번째 단계의 속도상수 값

은 5°C에서 1.10×10^{-3} , 25°C에서 4.25×10^{-3} , 35°C에서 0.015, 45°C에서 0.016의 값을 나타내어 첫번째 단계에서 매우 빠르게 층 분리가 일어난 후 두 번째 단계에서는 분리된 층이 안정화 되는 것을 알 수 있었으며 두 단계 모두 저장 온도에 따라 층 분리 속도가 변화함을 알 수 있었다(Fig. 1b).

산도(acidity)

각 저장온도에서의 시료의 산도 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 모든 저장 온도에서 산도는 저장 온도와 저장기간이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 유화 안정성과 마찬가지로 저장 온도가 높을수록 산도의 증가 속도가 빨라지는 것을 알 수 있었다(Fig. 2a). 산도가 증가하는 이유는 미생물의 생육에 의한 것과 화학적인 원인으로 구분할 수 있는데, 본 실험에서 사용한 시료의 경우 미생물이 전혀 검출되지 않아 미생물에 의한 것이 아니라 화학적인 원인에 의한 것으로 생각된다. 화학적인 원인은 다양하게 설명될 수 있겠지만 주 원인은 시료에 첨가된 유지방의 산화 즉, 시료 내에 존재하는 소량의 산소에 의한 유지방의 산화에 의한 것으로 생각될 수 있으며, 또한 시료의 갈변반응에 따른 부산물의 생성에 의한 것도 한가지 원인으로 생각해 볼 수 있다.

각 저장 온도에서의 산도의 변화량을 나타내는 속도상수를 분석한 결과, 1단계로 변화가 일어나는 것을 알 수 있었으며,

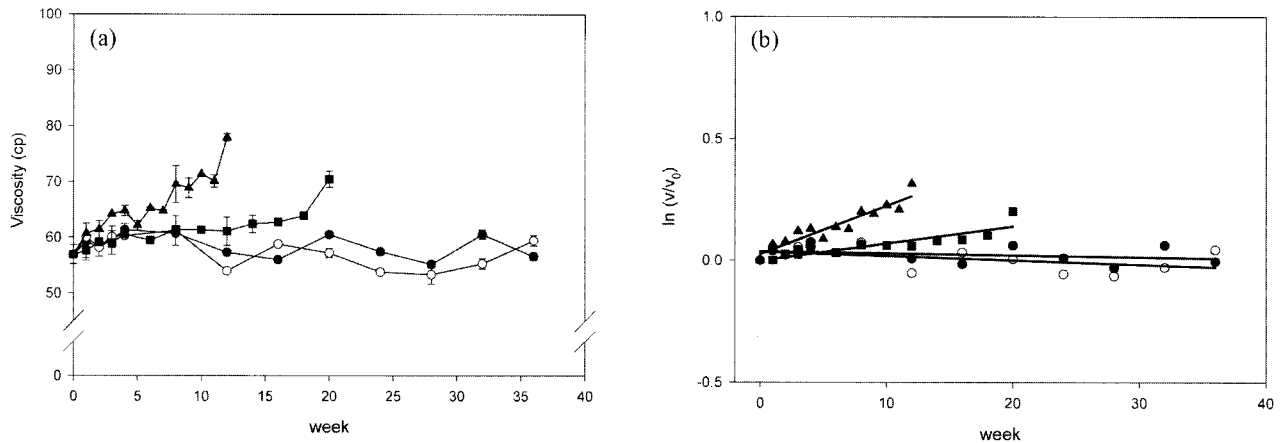


Fig. 3. Changes in viscosity (a) and kinetics of viscosity (b) of emulsified ginseng drink during storage at various temperatures.

●: 5°C, ○: 25°C, ■: 35°C, ▲: 45°C.

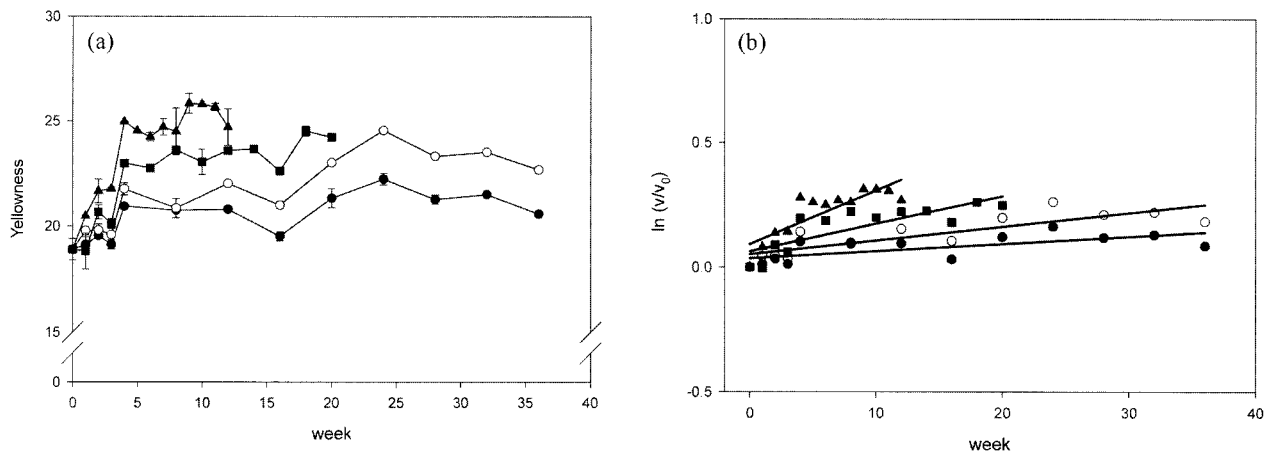


Fig. 4. Changes in yellowness (a) and kinetics of yellowness (b) of emulsified ginseng drink during storage at various temperatures.

●: 5°C, ○: 25°C, ■: 35°C, ▲: 45°C.

각 온도에서의 속도상수는 5°C에서 0.014, 25°C에서 0.015, 35°C에서 0.022, 45°C에서 0.046을 나타내어 25°C까지는 산도의 변화가 매우 적다가 35°C부터 급격하게 변화함을 알 수 있었다 (Fig. 2b).

점도 (viscosity)

각 저장온도에서의 시료의 점도 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 인삼 유화 음료의 경우 저장 온도가 높을수록 점도의 변화량이 큰 것을 알 수 있었다(Fig. 3a). 5°C나 25°C에서 저장한 시료의 경우, 약간의 감소와 증가가 반복되지만 큰 변화가 없었으며, 35°C에서 저장한 시료의 경우에는 18주 까지는 완만히 증가하다가 저장한지 20주째에 가장 큰 변화를 나타내었고, 45°C 저장 온도의 경우는 저장시간이 증가함에 따라 점차적으로 증가하는 것을 볼 수 있었다. 일반적으로 온도와 점도는 반비례 관계로 온도가 높아지면 점도는 낮아지는 경향을 나타내는데, 본 실험에서 사용한 액상모델식품은 내용물 중의 인삼 전분이 저장온도가 높아짐에 따라 팽윤이 되면서 점도가 증가하는 것으로 판단 된다.

각 저장온도에서의 점도의 변화량을 나타내는 속도상수를 분석한 결과, 진공도 및 산도의 변화와 같이 1단계로 변화함을 알 수 있었으며, 각 온도에서의 속도상수는 5°C에서 1.80×10^{-5} , 25°C에서 7.84×10^{-4} , 35°C에서 0.007, 45°C에서 0.020을 나타내

어 25°C까지는 점도의 변화가 매우 적다가 35°C부터 급격하게 변화함을 알 수 있었다(Fig. 3b).

색도

각 저장온도에서의 시료의 색도 중 yellowness의 변화를 Fig. 4에 나타내었다. yellowness를 나타내는 b값의 경우, 모든 저장온도에서 저장 기간이 길어 질수록 증가하였고 저장 온도가 높아짐에 따라 빠르게 증가함을 알 수 있었다(Fig. 4a). 이러한 현상은 식품의 비효소적 갈변 현상으로 설명할 수 있으며, 저장온도가 높아짐에 따라 비효소적 갈변 현상이 더 빠르게 나타나기 때문에 이런 결과가 나타나는 것으로 판단된다(15,16).

각 저장온도에서의 b값의 변화량을 나타내는 속도상수를 분석한 결과 산도 및 점도의 변화와 같이 1단계로 변화함을 알 수 있었으며, 각 온도에서의 속도상수는 5°C에서 2.87×10^{-3} , 25°C에서 5.50×10^{-3} , 35°C에서 0.011, 45°C에서 0.022을 나타내어 25°C까지는 색도의 변화가 매우 적다가 35°C부터 급격하게 변화함을 알 수 있었다(Fig. 4b).

품질 지표 성분의 온도 의존성

품질 지표로 선정된 유화안정성, 점도, 산도 및 yellowness 등 4가지 품질변화의 온도 의존성을 Arrhenius식을 이용하여 판단하였으며, Arrhenius plot의 기울기로부터 계산된 4가지 품질지

Table 1. Activation energies and average Q_{10} values for 4 quality factors of emulsified ginseng drink

Quality factors		Ea (cal/mol $^{\circ}$ K)	Average Q_{10}
Emulsion stability	1st step	16,697	2.50
	2nd step	5,887	1.38
Acidity		10,507	1.77
Viscosity		22,605	3.45
Yellowness		12,628	1.99

표의 활성화 에너지(Ea) 값과 Q_{10} value를 Table 1에 표시하였다.

Arrhenius plot의 결과 4가지 품질 지표 반응 속도가 직선적으로 나타난다는 것을 알 수 있었다(Fig. 5). Fig. 5의 Arrhenius plot으로부터 구한 Q_{10} value는 유화 안정성의 경우 1단계는 2.50, 2단계는 1.80으로 나타났고, 점도의 경우는 3.45, 산도는 1.77, yellowness는 1.99로 나타났다. 따라서 점도의 Q_{10} 값이 가장 큰 것으로 나타났는데 이것은 점도가 4가지 품질 지표 중 온도 의존성이 가장 크다는 것을 말해 주는 것이다. 그러므로 온도 의존성이 가장 큰 점도를 사용하여 저장수명을 예측하는 것이 가장 신속하게 결과를 얻을 수 있을 것이라고 생각 된다.

요 약

인삼 유화 음료를 3가지 온도 조건에서 저장하면서 유화안정성, 당도, 진공도, pH, 산도, 색도(L, a, b값), 점도, 사포닌, 미

생물 및 관능검사 등 총 10개 항목의 품질 요소들의 변화를 측정 한 결과 저장기간 중 품질 변화가 크며 저장 온도에 따른 유의차를 나타내는 4가지 품질 지표인 유화 안정성, 산도, 점도, yellowness를 확인하였다. 품질 지표로 선정된 유화 안정성, 산도, 점도, yellowness의 온도 의존성을 Arrhenius식을 이용하여 판단한 결과, 점도의 경우 온도 의존성이 가장 큰 것으로 나타났다. 유화 안정성의 경우 2단계로 변화가 일어나 저장 초기에 속도가 빠르고, 일정 기간 이후에 속도가 느렸다. 또한 산도 및 yellowness의 변화도 저장기간에 따라 변화하고 저장 온도에 따라 그 속도가 달라짐을 확인 할 수 있었다. 일반적으로 식품의 품질 변화의 온도 의존성을 나타내는 Q_{10} value는 약 2의 값을 나타낸다고 하였으나, 본 연구에서 품질 지표로 선정된 4가지 요소의 Q_{10} value는 각각 다른 값을 나타내었다. 이로 보아 같은 식품이라도 품질 인자에 따라 각기 다른 Q_{10} value를 가지는 것을 알 수 있었으며, 일률적으로 Q_{10} value를 적용하는 것은 적절하지 않음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Cho HY, Kown YJ, Kim IK, Pyun YR. Estimation of kinetic parameters of nonenzymatic browning reaction using equivalent time at reference temperature with linearly increasing temperature profile. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 178-184 (1993)
2. Jung YH, Kang MS, Kim MN, Chun SS. Kinetic studies on the change of fructose from the rice stored at fluctuating temperature conditions. J. Korean Soc. Food Nutr. 22: 785-791 (1993)
3. Rockland LB. Water activity and storage stability. Food Technol.

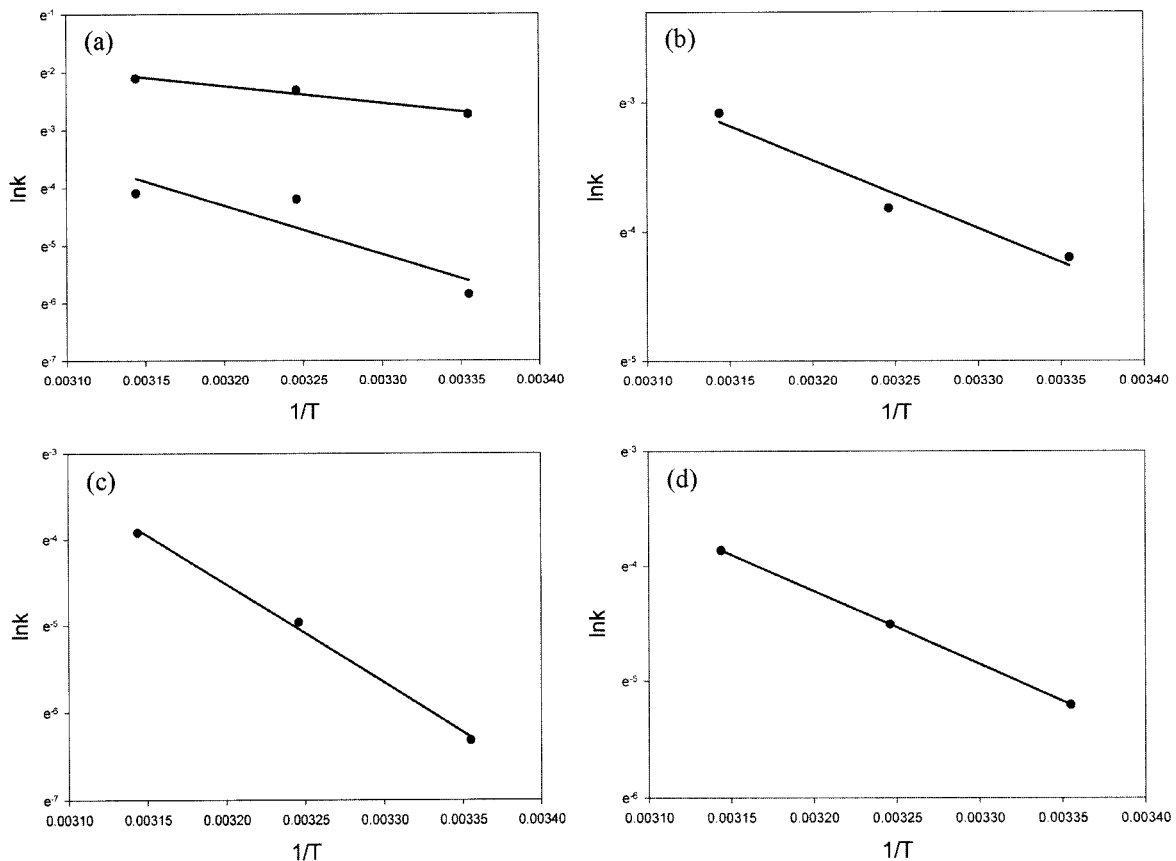


Fig. 5. Temperature dependency of the apparent reaction rate constant for (a) emulsion stability (b) acidity (c) viscosity, and (d) yellowness of emulsified ginseng drink.

- 23: 1241 (1969)
4. Labuza TP. Properties of water as related to the keeping quality of foods. Proc. 3rd Int. Cong. Food Sci. Tech. 70: 618 (1971)
 5. Labuza TP. A theoretical comparison of losses of in food under fluctuating temperature sequences. J. Food Sci. 44: 1162 (1979)
 6. Schwimmer S, Ingraham LL, Hughues HW. Temperature tolerance for frozen food processing effective temperature in thermally fluctuating systems. Ind. Eng. Chem. 27: 1149 (1955)
 7. Lee NK, Yoon JY, Lee WR. Computation of Q_{10} Values and shelf-life for canned and bottled orange juices. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 748-752 (1995)
 8. Pohle SD, Gergory RL, Weiss TJ, Van Giessen B, Taylor JR, Abern JJ. A study of methods for evaluation of the stability of fats and shortening. J. Am. Oil Chem. Soc. 41: 795 (1963)
 9. Mizrahi S, Labuza TP, Karel M. Computer aided predictions on extent of browning in dehydrated cabbage. J. Food Sci. 35: 799 (1970)
 10. Kim SM, Sung SK. Changes in physicochemical characteristics of meat sausage during storage at temperature. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 283 (1989)
 11. Lee KY, Kim HS, Lee HG, Han O, Chang UJ. Studies on the prediction of the shelf-life of Kochujang through the physicochemical and sensory analyses during storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 588-594 (1997)
 12. Hansen JP. Degradation and hydration kinetics of soybean protein. J. Agric. Food Chem. 26: 297 (1978)
 13. Gosst PW, Rizvi SSH, Baker RC. Quantitative analysis of gelation in egg protein systems. Food Technol. 5: 67 (1984)
 14. Shu TS, Lee G, Seo YK, Lee KP, Kim DJ. Micro particle technology in food science. Food Sci. Ind. 37: 17-21 (2004)
 15. Ando T, Tanaka O, Shibata S. Comparative studies on the saponins and sapogenins of ginseng and related crude drugs. Syoyakugaku Zasshi 25: 28-32 (1971)
 16. Joo HK, Jung DK, Kim ND. Changes of composition during storage of Ginseng drink product. Hanguk Nonhwhak Hoechi 34: 339-343 (1991)

(2005년 5월 18일 접수; 2005년 7월 5일 채택)