

기능성 음료의 유통기간 예측

이기동^{1,2*} · 김정옥¹ · 김민선³ · 이강표³

¹대구신기술사업단 전통생물소재산업화센터, ²경북과학대학 발효건강식품과, ³CJ(주) 식품연구소

The Prediction of Self-life on Functional Beverage

Gee-Dong Lee^{1,2*}, Jung-Ok Kim¹, Min-Sun Kim³ and Kang-Pyo Lee³

¹DG-Traditional Bio-Materials Industry Center, Daegu 704-230, Korea

²Department of Fermentation and Health Food, Kyongbuk College of Science, Chilgok 718-850, Korea

³CJ Foods R&D, Seoul 152-050, Korea

Abstract

Shelf-life of functional beverage for the purpose of body fat reduction during storage was estimated at different temperatures. To estimate quality change of functional beverage, vacuum gauge, sugar concentration, pH, acidity, Hunter's color value, browning color intensity, total cell count and sensory evaluation were measured periodically. Vacuum gauge, sugar concentration, pH and acidity were little changed and total cell count was not detected. By using the correlation coefficients between sensory evaluation and physicochemical properties, b-value was chosen for quality index of functional beverage. Q_{10} -values for shelf-life were in the range of 2.13~2.59. When sensory evaluation was 2.5 at 50 °C, storage period was 6.83 weeks. And shelf-life calculated by Q_{10} -values were 73.89, 34.21 and 13.21 weeks in 20 °C, 30 °C and 40 °C, respectively.

Key words : functional beverage, storage, quality index, Q_{10} -value, shelf-life

서 론

가공식품의 품질은 사용원료, 제조조건, 포장상태, 제품의 종류, 유통조건에 따라 변화의 속도가 다르다. 제품의 생산 및 제조 직후의 품질이 같아도 저장 및 유통조건이 다르면 소비될 때의 최종 품질이 달라지므로 어떤 환경 조건에서 얼마동안 품질이 보존될 것인가를 예측하는 것은 소비자와 제조업자 모두에게 있어서 매우 중요하다(1).

가공식품의 품질평가 지표는 각각의 식품에 따라 다르며 이들의 선정이 매우 중요하다. 소비자 입장에서 보면 식미가 가장 중요한 품질평가 요인이 된다. 최근까지 식미는 주로 관능검사법에 의해 주관적으로 판정되어 왔으나, 다른 한편 품질평가 지표가 되는 이화학적 특성을 이용한 객관적인 평가방법을 확립하려는 시도가 많이 이루어지고 있다(2-4).

식품공전 상에 있어서의 유통기간(shelf-life)이라 함은 '소비자에게 판매가 가능한 최대기간을 말하고 제품의 특성에 따라 설정한 유통기간 내에서 유통기한을 자율적으로 정할 수 있다. 다만, 표시된 유통기한 내에서는 이 공전에서 정하는 식품의 기준 및 규격에 적합하여야 한다'라고 정의하고 있다(5).

Shelf-life 설정을 위해서는 여러 온도구간에서 저장기간에 따른 변화를 분석·평가하는 방법 및 실험의 규모를 줄이고 효율을 고려한 가속실험(accelerated experiment)방법이 있다. 가속실험방법은 온도상승법, 산소압력상승법, 수분증가법, 혼합법 등이 알려져 있고, 특히 온도상승법은 가장 많이 유통되는 방법이다. 이 방법은 어떤 온도에서 유통기간과 Q_{10} -value를 알고 있으면 임의의 다른 온도에서의 유통기간을 구할 수 있는 원리를 이용한 것으로, 제품 혹은 시료를 실제 유통온도보다 높은 온도에 저장하면서 품질변화를 측정하고 이를 바탕으로 Q_{10} -value와 활성화 에너지를 구한다(6-10).

체지방 감소를 목적으로 개발되어 경북과학대학 식품공

*Corresponding author. E-mail : geedlee@hanmail.net,
Phone : 82-53-602-1821, Fax : 82-53-602-1898

장에서 생산되어 CJ(주)에서 판매되는 기능성 음료의 shelf-life를 실제상황에서 측정하기 위해서는 12~24개월의 저장시험이 필요하나 결과를 빨리 얻기 위해서는 여러 형태의 가속저장시험에 의한 실제 유통조건에서의 품질수명을 예측할 필요가 있었다.

따라서 본 연구에서는 체지방 감소를 목적으로 한 기능성 음료의 가속저장시험에 따른 이화학적, 미생물학적 및 관능적 변화를 측정하여 품질평가를 위한 지표항목을 설정하고, 이들 지표항목으로부터 적절한 shelf-life를 예측하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 시료는 경북과학대학 식품공장에서 제조하여 CJ(주)에서 판매하는 기능성 음료(제품명 : 팻다운)로서 20℃, 30℃, 40℃ 및 50℃의 항온기에서 12주 동안 항온 저장하면서, 일주일 간격으로 샘플링하여 품질특성을 조사하였다. 또한 비교실험을 위한 표준시료는 4℃의 cold chamber에 보관하였으며, 내광성 측정을 위해 일반 매장의 조건인 20℃, 1000 Lux의 조건에 시료를 보관하면서 색도의 변화를 측정하였다.

진공도 측정

시료의 진공도는 vacuum can tester (Yokoyama Keiki Co., Japan)를 사용하여 25℃의 조건에서 측정하였다.

당도 측정

당도는 hand refractometer N-1E (ATAGO Co., Japan)를 사용하여 측정하였다. 단, 샘플링한 시료는 20℃로 유지된 상태에서 측정하였다.

pH 및 산도 측정

시료의 pH는 pH meter (Metrohm Co., Swiss)를 사용하여 25℃의 조건에서 측정하였다. 적정 산도는 샘플링 하여 25℃로 유지된 시료 20 mL를 취하여 0.1 N NaOH로 중화 적정하여, 이 때 소비된 NaOH용액의 mL수를 구연산계수(0.0064)로 환산하였다(11).

색도 측정

시료의 색도는 Chroma meter CT-310 (Minolta camera Co., Japan)을 사용하여 측정하여 Hunter scale에 의해 L (lightness), a (redness), b (yellowness), ΔE (total color difference) 값으로 나타내었으며, ΔE는 저장 초기 시료의 L, a, b 값을 기준으로 나타내었다.

갈색도 측정

시료의 갈색도는 UV-VIS spectrophotometer (UV-200S, Shimadzu Co.)를 사용하여 460 nm에서 흡광도를 측정하였다(12).

총균수 측정

시료의 총균수 측정을 위해 따로 샘플링한 것을 무균적으로 채취하였다. 시료를 단계별로 희석하고 poring법으로 plate count agar (Merck, Germany) 배지를 이용하여, 35±1℃에서 48시간 배양한 후 colony를 계측하였다. 단 총균수 측정은 20℃와 30℃ 저장 시료에 한해서만 실시하였으며, 시료는 각 온도당 3개씩 3회 반복 측정하였다.

관능검사

관능검사는 관능검사 요원 선발검사를 실시하여 선정된 10명을 대상으로 실시하였다. 표준시료를 대조군으로 하여 다른 온도에서 보관한 시료와 비교하여 1~5점의 관능점수를 부여하였다. 단, 표준시료는 기준 검사물로 최초의 품질과 변화가 없다는 가정 하에 관능점수를 4.0점으로 고정하였으며, 제품의 상품 가치가 상실되는 지점을 2.5점으로 하였다. 관능검사는 한번에 3종류의 시료를 제시하여 균형 불완전블러 계획법(13,14)으로 색, 향, 맛, 전반적인 기호도에 대하여 실시하였다.

품질지표 구명 및 유통기간 예측

시료의 저장온도 및 기간에 따른 품질특성 값을 관능검사의 전반적인 기호도와 회귀분석을 실시하여 상관관계가 높은 인자를 시료의 품질지표로 삼았다. 시료의 저장 중 변화를 반응기간에서 구한 직선의 기울기로부터 반응속도 상수(k)를 다음 식[1]에 의해 구하였다(7,15).

$$C = C_0 + kt \quad [1]$$

where, C; measurements at time t
C₀; measurements at time t₀
k; rate constant
t; reaction time (week)

또한, Arrhenius 식[2]을 변형한 다음 식[3]에 따라 1차선형 회귀분석법으로 ln K를 Y축으로 하고 1/T을 X축으로 도식화하였을 때 얻어지는 직선의 기울기[-Ea/R]를 변형한 다음 식[4]로부터 활성화에너지를 구하였다(7,15,16).

$$K = A e^{-Ea/RT} \quad [2]$$

where, A; Arrhenius constant
Ea; activation energy (cal/mol)
R; gas constant (1.986 cal/mol)
T; absolute reaction temperature (°K)
K: reaction rate constant

ln을 취하면,

$$\ln K = \ln A - \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T} \right) \quad [3]$$

$$E_a = -\text{Slope} \times R \quad [4]$$

또한, Q_{10} -value는 활성화에너지 사이의 관계인 다음 식 [5]에서 구할 수 있고, 각 온도별 반응상수의 관계인 다음 식 [6]에서도 구할 수 있다(7,15,16).

$$\ln Q_{10} = \frac{10E_a}{RT(T+10)} \quad [5]$$

$$Q_{10} = \frac{k_{T+10}}{k_T} \quad [6]$$

where, Q_{10} ; Q_{10} -value

E_a ; activation energy (cal/mol)

R ; gas constant (1.986 cal/mol)

T ; absolute reaction temperature (°K)

k ; rate constant

식 [6]으로부터 반응상수를 이용하여 Q_{10} -value를 구하고, 이 Q_{10} -value를 이용하여 상온유통 예상조건인 20°C에서의 shelf-life를 구하였다.

결과 및 고찰

진공도 및 당도 변화

저장기간 중 시료의 진공도의 변화는 Fig. 1에 나타내었다. 진공도의 변화에 있어서는 저장온도 및 저장기간 동안 거의 변화를 나타내지 않았다. 측정된 진공도는 30~36 kPa로 저장기간 동안 거의 일정한 값을 나타내어 유통기간 동안 안정한 것으로 사료된다.

시료의 저장기간 동안 당도의 변화는 Fig. 2와 같다. 당도는 최저 6.8에서 최고 7.4로 거의 변화를 나타내지 않았다. 이러한 미세 변화는 시료와 측정기기의 오차로 여겨진다.

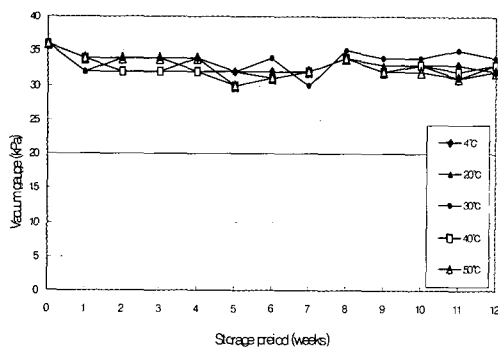


Fig. 1. Changes in vacuum gauge of functional beverage during storage.

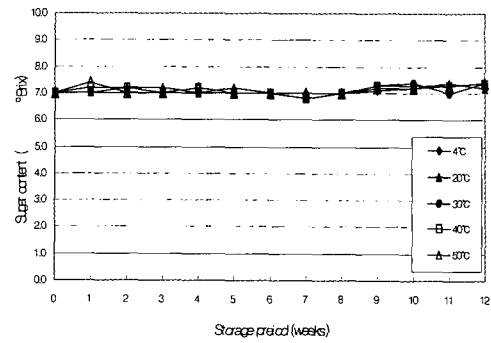


Fig. 2. Changes in sugar concentration of functional beverage during storage.

pH, 산도 및 총균수 변화

시료의 온도별 저장기간 중 pH와 산도의 변화는 Fig. 3과 Fig. 4에 나타내었다. 저장 초기의 pH는 3.57, 저장 중 최고치는 3.70, 최저치는 3.50으로 저장기간 동안 비교적 일정한 pH를 유지하였다. 이와 같은 결과는 저장온도가 시료의 pH의 변화에 영향을 미치지 못함을 알 수 있었다. 산도의 변화에 있어서는 저장 중 저장온도별로 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

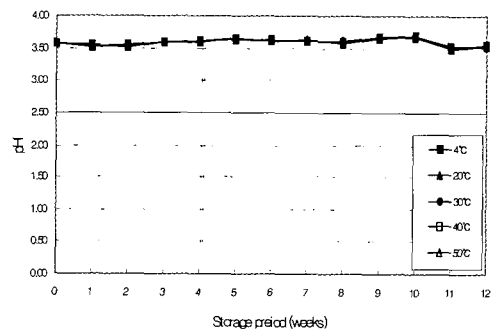


Fig. 3. Changes in pH of functional beverage during storage.

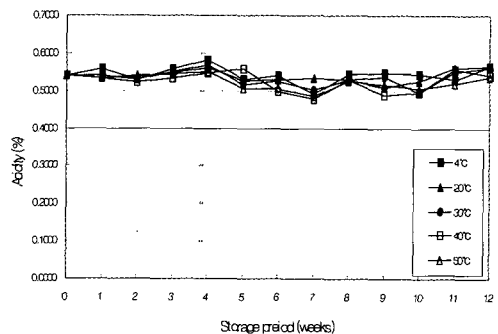


Fig. 4. Changes in acidity of functional beverage during storage.

저장기간 중 총균수의 변화는 Table 1과 같다. 저장기간 중 총균은 전혀 검출되지 않았으며 저장실험이 완료될 때까지 음성이었음을 확인하였다. 이와 같은 결과는 시료의 살균이 적절하였으며, 모든 실험 과정이 무균적으로 수행되었음을 의미한다.

Table 1. Changes in total cell count of functional beverage during storage at 20°C and 30°C

Storage period (weeks)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Temperature (°C)	20°C	ND ¹⁾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	30°C	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

¹⁾ND means 'not detected'.

색도 변화

저장기간 중 색도의 변화는 Fig. 5에 나타내었다. 즉 L값은 저장초기 94.75에서 저장 12주 후 40°C에서 89.87, 50°C에서 83.59로 크게 변화하였으나, 20°C와 30°C에서는 거의 변화가 없었다. a값 또한 저장초기 -1.42에서 저장 12주 후 40°C에서 -0.73, 50°C에서 1.08로 증가하였으나, 20°C와 30°C에서는 약간의 차이는 있었으나 큰 변화가 없는 것이 특징이었다. b값은 각 온도별로 4°C 저장 시료와 비교하였을 때 저장기간이 증가할수록 값이 증가하는 경향을 나타내었다. 그러한 변화는 40°C와 50°C 시료에서 확연하게 나타났다. 저장초기의 b값은 15.70이었으나 40°C 저장 시료의 경우 저장 12주 후 26.69, 50°C 저장 시료의 경우 저장 12주 후 40.23으로 크게 증가하였다. 저장초기 시료와 저장 12주 동안의 색도의 차이의 정도를 보여주는 ΔE값 역시 저장기간 동안 증가하는 경향을 나타내었으며, 40°C와 50°C 저장 시료에서 변화의 폭이 가장 크게 나타났다.

내광성을 측정하기 위해 20°C, 1000 Lux의 조건에서 저장한 시료의 경우 20°C 저장시료보다 변화의 폭이 다소 큰 것으로 나타났다. 20°C, 1000 Lux의 저장시료의 L, b 및 ΔE값의 변화 경향이 30°C 저장시료와 유사한 값을 나타내는 것을 볼 수 있었다.

갈색도 변화

시료의 저장기간 중 저장온도에 따른 갈색도의 변화는 Fig. 6과 같다. 갈색도는 초기흡광도가 0.181에서 저장 12주 후 20°C에서 0.210, 30°C에서 0.245, 40°C에서 0.352 및 50°C에서 0.589로서 저장온도가 높고 저장기간이 길수록 따라 증가하는 경향을 나타내었다. Fig. 6에서도 볼 수 있듯이 40°C, 50°C에서 변화가 크게 나타남을 확인할 수 있었다. 또한 내광성 측정을 위해 20°C, 1000Lux에 저장 중 갈색도의 변화를 살펴보면 저장 12주 후 0.246으로 20°C 저장시료보다 다소 높은 값을 나타내었으며, 30°C 저장시료와 유사한 값을 보였다. 이러한 결과는 환원당의 caramelization 또

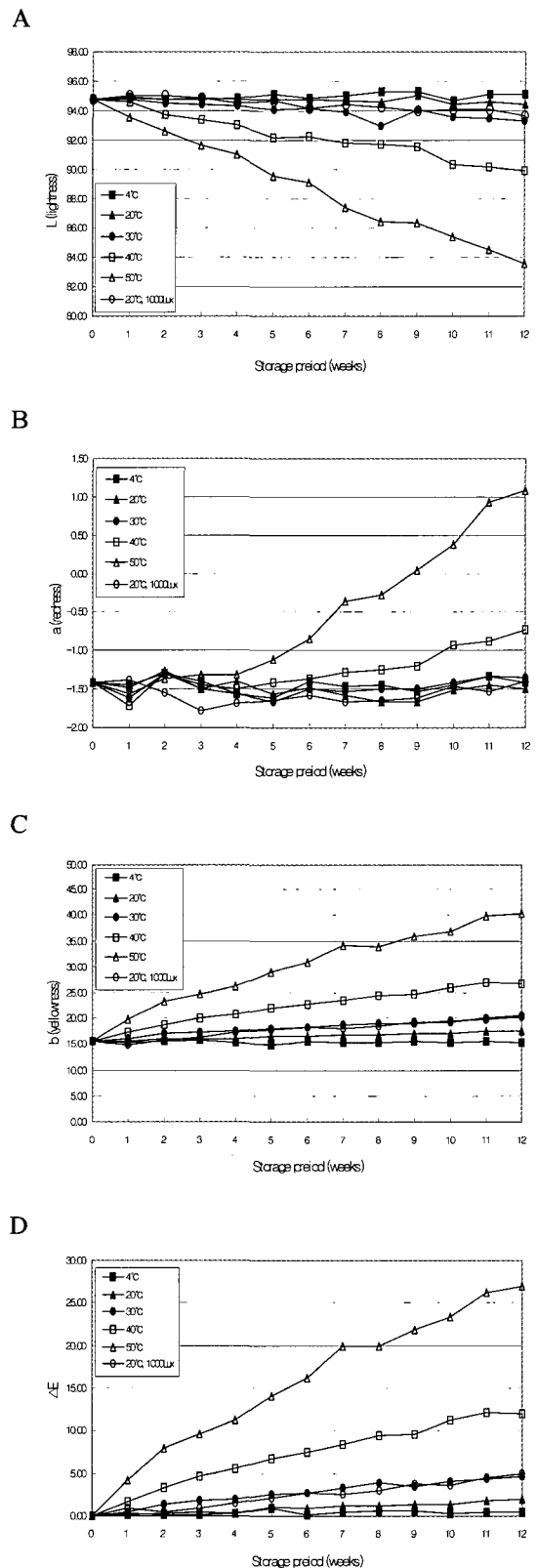


Fig. 5. Changes in Hunter's color value of functional beverage during storage.

A : L (lightness), B : a (redness), C : b (yellowness), D : ΔE (total color difference).

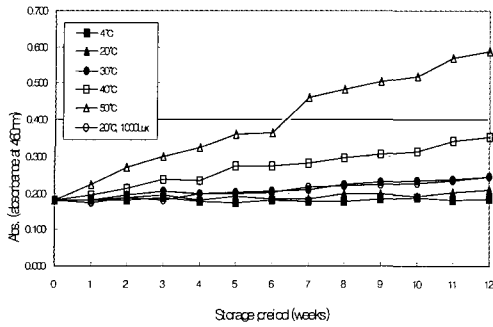


Fig. 6. Changes in browning color intensity of functional beverage during storage.

는 Maillard reaction에서 일어나는 갈색화 반응의 중간단계에서 형성되는 반응성이 매우 큰 hydroxy methyl furfural (HMF)에 기인하는 것으로 사료된다. HMF의 변화에 영향을 주는 요인으로는 온도의 영향, pH의 영향과 당의 종류에 따른 변화를 볼 수 있는데, 2당류보다 단당류의 경우가 갈색화 속도가 빠르며, 과당이 갈색화 반응을 가장 잘 일으키는 것으로 알려져 있다(17).

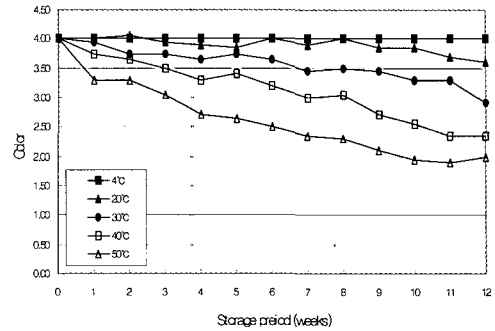
관능검사

저장기간 중 관능검사 결과를 Fig. 7에 나타내었다. 10명의 관능검사 요원이 평가한 관능점수의 평균값으로 나타내었다. 4°C에 보관된 대조군(4.0점)과 시료의 비교 관능검사 결과 관능점수 2.5점을 상품의 가치가 소실되는 지점으로 하였다. 그 결과 20°C와 30°C에서는 12주 동안 관능점수가 2.5점 이상을 나타내었다. 40°C 저장시료의 경우 저장 10주를 경과하면서 관능점수가 2.5점 이하로 떨어져 11주부터는 상품적 가치가 소실되기 시작하였다. 50°C 저장시료는 저장 7주부터 색상의 관능점수가 2.35점으로 낮아졌으며 8주부터 상품적 가치가 소실되기 시작하여 색상에서 가장 먼저 큰 변화가 나타남을 확인할 수 있었다. 따라서 종합적인 기호도를 중심으로 저장한계를 설정하면 40°C에서 10주, 50°C에서 7주였다.

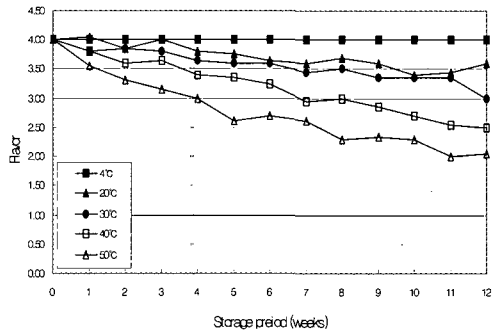
품질지표 설정

시료의 품질지표를 구명하기 위하여 관능검사 결과 중 전반적인 기호도와 진공도, 당도, pH, 산도, 색도 및 갈색도에 대한 상관계수 및 회귀방정식을 SAS (statistical analysis system)(18)를 사용하여 나타내었다(Table 2). Table 2에서 보는 바와 같이 색도의 b (yellowness)값이 전반적인 기호도와 가장 높은 상관관계를 나타내었다. 이는 시료에 사용된 당류가 저장기간 및 온도조건에 따라 변화하여 갈색물질(HMF)을 생성하고 관능검사 결과와 높은 유의성을 나타내는 것으로, 본 시료의 품질지표로 b값을 설정하여 유통기간을 산정하기 위한 품질특성으로 하였다. 또한 시료의 관능

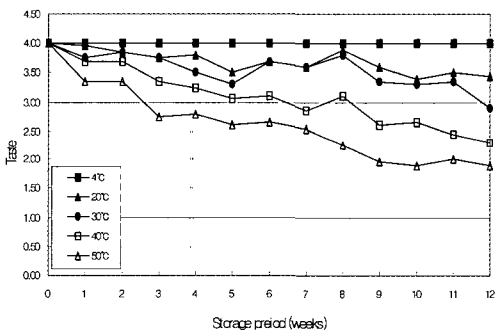
A



B



C



D

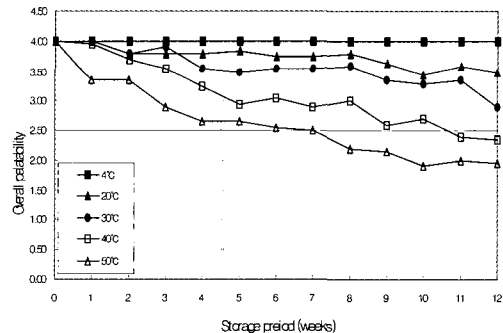


Fig. 7. Changes in sensory evaluation of functional beverage during storage.

A : color, B : flavor, C : taste, D : overall palatability.

적 품질 하한선을 2.5점으로 하였으므로 이를 Table 2의 회귀방정식에 대입하여 이에 대응하는 b값을 구한 바 b값은 30.45였다.

Table 2. Regression equation and correlation coefficient between sensory evaluation and quality factors of functional beverage during storage

Quality factor	Regression equation ¹⁾	Correlation coefficient
Vacuum gauge	$Y_{VG} = 0.05821X + 1.47230$	0.1191
Sugar content	$Y_{SC} = -0.34006X + 5.77401$	0.2309
pH	$Y_{pH} = -1.08428X + 7.27097$	0.0929
Acidity	$Y_A = 9.90222X - 1.90425$	0.3522
L (lightness)	$Y_L = 0.19198X - 14.48954$	0.8526
a (redness)	$Y_a = -0.86966X + 2.29863$	0.7873
b (yellowness)	$Y_b = -0.09089X + 5.26744$	0.9504
ΔE (total color difference)	$Y_{\Delta E} = -0.08397X + 3.84747$	0.9435
Browning color intensity	$Y_{BCI} = -5.65640X + 4.81017$	0.9302

¹⁾X : quality value, Y : overall palatability of sensory evaluation.

유통기간 예측

유통기간을 예측하기 위해 먼저 b값의 증가가 몇 차 반응식에 따라 증가하는지를 알아보기 위해 온도구간별로 저장기간에 따라 b값의 증가율을 0차 반응과 1차 반응으로 나누어 각각 계산하여 그 결과를 Table 3에 나타내었다. Table 3에서 보는 바와 같이 0차 반응의 상관계수(R)가 1차 반응보다 높으므로 b값의 증가는 0차 반응에 따라 증가한다고 할 수 있다. 이에 0차 반응의 각 온도별 반응상수(k)와 각 온도별 반응상수와의 관계인 식[6]으로부터 Q₁₀-value를 구

Table 3. Regression equation and correlation coefficient in b-value of functional beverage during storage

Reaction order	Temperature (°C)	Regression equation	Coefficient of determination
Zero order ¹⁾	50	$Y = 1.95132X + 18.35747$	0.9869
	40	$Y = 0.91555X + 16.83593$	0.9867
	30	$Y = 0.35352X + 16.12352$	0.9852
	20	$Y = 0.16352X + 15.61736$	0.9780
	4	$Y = -0.00462X + 15.51000$	0.0761
First order ²⁾	50	$Y = 0.07066X + 2.94066$	0.9590
	40	$Y = 0.04247X + 2.83747$	0.9718
	30	$Y = 0.02005X + 2.77967$	0.9801
	20	$Y = 0.01005X + 2.74659$	0.9821
	4	$Y = -0.00005495X + 2.73956$	0.0143

¹⁾Y = AX + B (X : storage period, Y : b-value).

²⁾Y = AX + B. (Y : Ln A, B : Ln A₀, X : storage period, A : b-value on storage period X, A₀ : initial b-value).

한 결과를 Table 4에 나타내었다. b값이 가속실험 온도인 50°C에서 허용한계(관능점수 2.5점에 대응하는 b값 30.45)에 도달하는데 요하는 기간이 6.20주이다. 여기에 각 온도구간에서의 반응상수를 이용하여 구한 Q₁₀-value를 적용하여 온도별 유통기간을 예측한 결과 40°C에서 13.21주, 30°C에서 34.21주, 20°C에서 73.89주로 나타났다. 실험하지 않은 온도구간의 반응상수를 구하기 위하여 Arrhenius 식을 이용하여 활성화에너지를 구한 결과 15.87 kcal/mol이었다 (Table 4). 기상청 자료(19)에 의하면 우리나라의 연평균 기온은 10~16°C로, 실험하지 않은 온도인 10°C와 16°C에서의 반응상수를 계산하기 위해 식[3]을 사용하였다. 식[3]으로부터 반응온도 T₁과 T₂에서의 반응속도상수 k₁과 k₂를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

Table 4. Activation energy and Q₁₀-value in b-value of functional beverage during storage

Temperature (°C)	Reaction rate constant (k)	Storage period (weeks)	Activation energy (kcal/mol)	Q ₁₀ -value
50	1.95132	6.20 ¹⁾	15.87	50~40°C : 2.13
40	0.91555	13.21 ²⁾		
30	0.35352	34.21		40~30°C : 2.59
20	0.16352	73.89		30~20°C : 2.16
16	0.11211	107.88		20~10°C : 2.62
10	0.06238	193.59		

¹⁾Storage period when b-value is 30.45 at 50°C. b-value determined by sensory evaluation 2.5 at 50°C.

²⁾Storage period calculated by Q₁₀-value.

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_2 \times T_1} \right) \quad [7]$$

식[7]로부터 저장온도 10°C와 16°C에서의 반응상수(k)는 0.06238과 0.11211로 계산되었다(Table 4). 계산된 반응상수를 이용하여 16°C와 10°C에서의 저장기간을 산출하면 107.88주와 193.59주로 나타났다. 따라서 본 시료는 상온에서 보관하여 2년(104주) 동안 유통이 가능한 것으로 사료된다. 하지만 일반매장의 조건인 20°C, 1000 Lux에서 보관한 시료의 색도 변화는 30°C와 유사한 결과를 나타내어, 상온에서 유통 시 차광조건에서 제품을 보관하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

요 약

기능성 음료(CJ(주) 팻다운)의 유통기간을 설정하기 위해 12주 동안 저장하면서 이화학적 및 관능적 특성을 조사하였다. 진공도, 당도, pH 및 산도는 저장기간 동안 거의

변화를 나타내지 않았으며, 총균 또한 검출되지 않아 저장 기간 동안 미생물학적으로도 안전한 것으로 나타났다. 관능검사의 전반적인 기호도와 이화학적 특성을 회귀분석한 결과 색도의 b (yellowness)값이 0.9504으로 가장 높은 상관 계수를 나타내어 b값을 기능성 음료의 품질지표로 설정하였다. b값은 0차 반응식을 따르는 것으로 나타났으며, 각 온도별 반응상수를 이용하여 Q_{10} 값을 구하여 유통기간을 산정한 결과 20°C에서 73.89주, 30°C에서 34.21주, 40°C에서 13.21주로 나타났다. Arrhenius 식을 이용하여 계산된 활성화 에너지 15.87 kcal/mol을 이용하여 실험하지 않은 온도, 즉 우리나라의 연평균 기온 10~16°C에서의 저장기간을 구한 결과 107.88~193.59주으로써 기능성 음료는 상온에서 2년간의 유통이 가능한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 CJ(주)의 연구비 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Cho, H.Y., Kwon, Y.J., Kim, I.K. and Pyun, Y.R. (1993) 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
2. Lee, S.K., Lee, K.B. and Son, J.Y. (1999) Prediction of shelf-life and quality changes of dried noodle during storage period. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 15, 127-132
3. Lee, N.K., Yoon, J.Y. and Lee, S.R. (1995) Composition of Q_{10} values and shelf-life for canned and bottled orange juices. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 748-752
4. Koh, H.Y., Park, H.W., Kang, T.S. and Kwon, Y.J. (1987) Simulation of quality changes and prediction of shelf-life in dried laver packaged with plastic films. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 19, 463-470
5. 한국식품공업협회. (2005) 식품공전. p.20
6. Kim, B.S. and Kim, S.K. (1994) Prediction of shelf-life of instant noodle by hexanal content. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 26, 331-335
7. Lee, K.Y., Kim, H.S., Lee, H.G., Han, O. and Chang, U.J. (1997) Studies on the prediction of the shelf-life of *Kochujang* through the physicochemical and sensory analysis during storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 26, 588-594
8. Chang, K. and Lee J.H. (1998) Shelf-life estimation in food industry under accelerated experiments. *Journal of the Korean Institute of Plant Engineering*, 3, 289-299
9. Han, K.S., Lee, E.J. and Hong, S.P. (2005) The prediction of shelf-life of commercially sterilized Korean soups using accelerated experiment. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 21, 149-154
10. 신동빈 (1998) 유통기간 설정의 실험계획. 가공식품의 shelf-life 설정기술교육. 한국식품개발연구원, p.33-50
11. AOAC. (2000) Official Method of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland, USA
12. Kim, M.B., Lee, G.D., Jeong, Y.J., Lee, M.H., Lee, S.T. and Kwon, J.H. (1998) Prediction of extraction conditions for the optimized organoleptic quality of *Eucommia ulmoides* leaf-tea. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27: 914-919
13. Park, S.H. (1991) Modern experimental design method. Minyungsa, Seoul, p.547-561
14. 김우정, 구경형 (2001) 식품관능검사법. 도서출판 효일 p.51-94
15. Labuza, T.P. (1982) Shelf-life dating of foods. Food & Nutrition Press, Inc., Westport, Conn., USA, p.41-88
16. Lee, N.K., Yoon, J.Y. and Lee, S.R. (1995) Computation of Q_{10} values and shelf-life for canned and bottled orange juices. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 748-752
17. Kim, J.G., Son, J.H. and Lee, K.H. (1995) The changes of hydroxy methyl furfural honey with its storing conditions. *Korean J. Apiculture*, 10, 19-28
18. SAS. (1990) SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA
19. 기상청 (2001) 한국의 기후 - 한국기후표(1971~2000) 분석. p.3-15

(접수 2006년 1월 11일, 채택 2006년 3월 31일)