

가열 살균 후 무균 포장한 한국 전통 청주의 저장성에 관한 연구

이철호 · 김기명
고려대학교 식품공학과

Determination of the Shelf-life of Pasteurized Korean Rice Wine, *Yakju*, in Aseptic Packaging

Cherl-Ho Lee and Gi Myung Kim

Department of Food Technology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

Abstract

The practical shelf-life of pasteurized Korean rice wine "Yakju", aseptically packed in Tetra-pak, was determined. The test sample products were stored at 4°C, 20°C, 30°C and 35°C for 19 weeks, and the quality assessment was made at two weeks interval. The quality parameters evaluated were pH, acidity, reducing sugar, absorbance at 370 nm, total and acid producing bacteria, yeast and mold, and sensory quality. No meaningful changes of pH and reducing sugar were noticed during the storage for 19 weeks at temperatures tested. The absorbance at 370 nm increased slightly during storage. The total numbers of microorganisms in the product decreased during storage and a drastical reduction of acid producing bacteria was observed after 6 weeks of storage. Both yeast and mold were not found in the pasteurized products. The sensory quality of stored rice-wine was evaluated by triangle test and scoring test. The panels could distinguish the product stored at 4°C from other products stored at the higher temperatures for over 6 weeks. The overall acceptance of the product decreased gradually during storage, and the rate constants for the changes were 7.93×10^{-3} at 20°C, 9.69×10^{-3} at 30°C and 13.4×10^{-3} at 35°C, respectively. The activation energy estimated by Arrhenius equation was 24,795 kJ/kmol. The estimated shelf-life of *Yakju* pasteurized and aseptically packed was 24 months at 10°C, 16 months at 25°C and 14 months at 25°C. The shelf-life of *Yakju* in Seoul was calculated to be 20 months, based on the monthly average temperature of the city.

Key words: *Yakju*, shelf-life, pasteurization, activation energy.

서 론

우리나라 전통 주류의 명맥을 이어오고 있던 탁주의 저장성 향상과 품질 개선에 관한 연구는 그동안 거의 이루어지지 않았으며 결과적으로 탁주의 시장 적응력이 상실되어 80년부터 90년까지 10년 사이에 시장 점유율이 50%에서 20%로 급격하게 감소되었다⁽¹⁾. 탁주의 저장성을 향상시키고 밀봉 포장을 함으로서 위생적인 유통 판매가 가능하도록 하기 위하여 저자⁽²⁾ 등은 Tetra-pak 살균 포장을 위한 탁주의 열처리에 관한 연구를 수행하였다. 탁주의 열처리 살균에서 가장 중요한 것은 화독냄새와 쓴맛의 발현에 의한 관능적 품질 저하 현상을 최소화 하는 일이다.

이러한 품질저하를 최소화 하면서 충분한 미생물 사멸에 도달할 수 있는 최적 가열 조건을 수립하기 위하여 가열 조건에 따른 탁주내 미생물의 열저항성을 조사한 결과 탁주 중에 들어있는 대부분의 미생물 영양세포들은

65°C 이상의 가열에 의하여 불활성화되는 것으로 밝혀졌다. 탁주 속에 존재하는 효모의 D값은 정치형 cap-tube 실험에서는 65°C에서 3.5분, 80°C에서 0.45분이었으나 연속 흐름상태의 coil-열교환기에서는 65°C에서 7.1초, 80°C에서 2.3초로 급격히 감소하였다. 이러한 실험 결과를 토대로 80°C에서 탁주내 효모의 10 D에 해당하는 살균 조건이 가장 바람직하다는 사실을 보고한 바 있다⁽³⁾. 또한 이러한 조건에서 가열 살균된 탁주를 무균 포장한 경우 내용물 자체의 pH가 4.0 수준으로 낮고 알콜농도도 7% 수준으로 미생물의 생육에 부적합하기 때문에 그 저장 수명은 6개월 까지 연장될 수 있음을 확인하였다⁽⁴⁾.

본 연구는 가열 살균한 한국 전통 청주(약주)를 Tetra-pak에 무균 포장하였을 때의 저장 수명을 가속화 저장 실험을 통하여 예측하고자 하였다.

실험 방법

시료의 제조

본 실험에 사용한 한국 전통 청주(약주)는 인천 탁주 합동제조장에서 제조 판매 되는 것으로 멧쌀, 누룩, 고

지를 사용한 이양주로써 발효기간은 상온에서 5일 이었으며 여과후 관형 열교환기에서 80°C, 20초간 살균한 후 500 ml/용 Tetra-pak에 무균 포장된 것이다.

가속화 저장 실험 설계

Tetra-pak 에 살균 포장된 약주를 4°C, 20°C, 30°C, 35°C 에 각각 20주간 저장하면서 2주 간격으로 품질 지표들을 검사하였다. 본 실험에 사용한 지표로는 pH, 산도, 환원당, 총세균수, 산생성 균수, 효모수, 곰팡이 수 및 관능 검사이었다.

pH, 산도, 환원당 및 흡광도 측정

pH는 Titerlab 91(Radiometer, Denmark), 산도는 시료를 10 ml 취하여 혼합 지시약(1% phenolphthalein)으로 적정하여 3회 반복하여 산도를 산출하였다(5). 환원당의 함량은 dinitrosalicylic acid 용액으로 측정하였고, 표준 곡선은 maltose를 이용하였다(6). 자외선과 가시 광선에서의 흡광도 변화를 측정하기 위하여 200 nm~700 nm의 범위에서 저장시료의 흡광도를 spectrophotometer(Beckman DU-64)를 사용하여 측정하였다.

미생물 검사

총세균수는 시료를 peptone-salt 용액에 희석하여 yeast glucose lemco agar에 접종하여 30°C 에서 48시간 배양한 후 colony 수를 측정하였다. 산 생성균은 위와 같은 배지에 bromocresol purple 1% 용액을 전체 배지의 0.4% 되도록 첨가하여 집락의 색깔 변화를 관찰하여 노란 색을 띄는 균락을 산생성균으로 측정하였다(7). 효모와 곰팡이는 malt extract agar를 제조한 후 lactic acid

Triangle test

name _____
sample no. _____

1. Taste samples from left to right. Two are identical: determine which is the odd sample.

samples	odd sample (V)
_____	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>

2. Indicate the degree of the difference in taste of the samples relative to the odd sample by checking one of the following statements.

weak _____	strong _____
no difference _____	very strong _____

4. Preference

I like odd sample. because: _____
I like even samples. because: _____

Fig. 1. Sheet for Triangle test

10% 용액을 배지의 pH가 3.5가 될때까지 적하하여 제조하여 만든 평판 배지에서 시료를 접종후 집락의 생성 여부를 조사하였다(8).

관능 검사

살균 포장 약주의 관능적 품질변화를 측정하기 위하여 고려대학교 대학원생 10명을 패널로 선정하여 다음과 같은 방법으로 평가하였다.

3점 검사: 먼저 4°C 저장 시료에 비교하여 다른 온도에서 저장한 약주가 관능적으로 차이가 있는 지를 알기 위하여 삼점 대비법 관능 검사를 실시하였다. 각 온도에서 저장된 약주 시료를 20°C 로 열평형 시킨 후 표준 시료와 미지 시료를 각각 30 ml 이상 종이컵에 담아 제시하였으며, 질문표와 결과 분석은 이 등(9)의 방법을 따랐다(Fig. 1).

척도 채점 시험: 4°C 저장 약주를 기준 으로하여 나머지 다른 온도로 저장된 약주의 관능적 품질요소의 척도를 10 cm 선상에 표시하도록 하였다(10)(Fig. 2).

4°C 저장 약주를 기준점 50으로 하여 각 시료의 표시된 값을 약하다"0"에서 부터 강하다"100"의 척도로 하여 구하였다. 향미에 관한 관능적 품질 요소들은 알콜취, 신냄새, 상쾌한 냄새(바람직한 냄새), 이취로 나누었으며 이는 기존 시판되고 있는 약주류를 대상으로한 예비 묘사

Scoring test

name: _____
date: _____

Compare the taste with the control and indicate the difference between them by placing a mark on the line below:

		control					
sweet	weak	_____		_____		_____	strong
sour	weak	_____		_____		_____	strong
bitter	weak	_____		_____		_____	strong
astringent	weak	_____		_____		_____	strong
taste preference	worse	_____		_____		_____	better
overall preference	worse	_____		_____		_____	better

Fig. 2. Scoresheet for taste

Table 1. Changes in pH, acidity and reducing sugar content of pasteurized rice wine aseptically packed and stored at different temperatures

Storage temperature	pH		Acidity (% lactic acid)		Reducing sugar (mg/ml maltose)	
	2 weeks	14 weeks	2 weeks	14 weeks	2 week	14 weeks
4°C	4.09	4.10	0.59	0.58	3.49	3.16
20°C	4.12	4.10	0.59	0.60	3.43	3.64
30°C	4.12	4.10	0.59	0.59	3.41	3.37
35°C	4.11	4.05	0.61	0.60	3.48	3.54

실험 결과에서 얻은 향미에 관한 관능적 요소 들이다. 여기서 상쾌한 냄새는 과일향기, 또는 꽃향기와 같은 전체적으로 향미에 바람직하게 작용되는 냄새를 말하는 것이며, 이취의 경우는 화독 냄새나 균냄새 또는 인위적으로 첨가된 듯한 약품 냄새 등을 포함한 것으로 냄새의 기호도에 있어 바람직하지 않은 것들을 의미한다. 맛의 관능적 요소들로는 단맛, 신맛, 쓴맛, 떫은 맛의 기본적인 네가지의 맛을 제시하였다.

활성화 에너지를 통한 살균 포장 약주의 저장 수명 예측

살균 포장 약주의 관능적 품질 요소들은 저장 온도와 저장 기간에 따라 일정한 속도로 감소되면, 속도론적 분석이 가능하다⁽¹¹⁾. 전반적인 기호도의 변화를 관능적 품질 지표로 하여 약주의 품질 변화 속도상수(k)를 구하고 이로부터 활성화 에너지(Ea)를 구하였다⁽¹²⁾. 자세한 방법은 다음과 같다.

척도 시험에서 제시한 기준점수 50을 초기 품질 Q_0 로 정하고 t시간에 해당되는 전반적 기호도의 점수를 Q_t 라고 한다면

$$\frac{d Q_t}{dt} = k(Q_t)$$

$$\frac{d Q_t}{Q_t} = k dt \quad -kt = \ln\left(\frac{Q_t}{Q_0}\right)$$

저장 기간에 따른 $\ln(Q_t/Q_0)$ 의 변화를 도표로 나타내고 이 도표의 기울기로 부터 구한 살균 포장 약주의 품질 변화 속도 상수를 아래의 Arrhenius식에 따라 대수를 취하여 y축으로, 절대온도의 역수 1/T를 x축으로 하여 도식한 결과로부터 활성화 에너지를 구할 수 있다.

$$\frac{d(\ln k)}{dt} = -\frac{E_a}{RT}$$

$$\ln k = \frac{E_a}{RT} + \ln A$$

우리나라 서울의 연평균 기온 12.5C 및 월별 서울의 온도변화를 감안하여 위의 식을 이용하여 상용 저장 한계

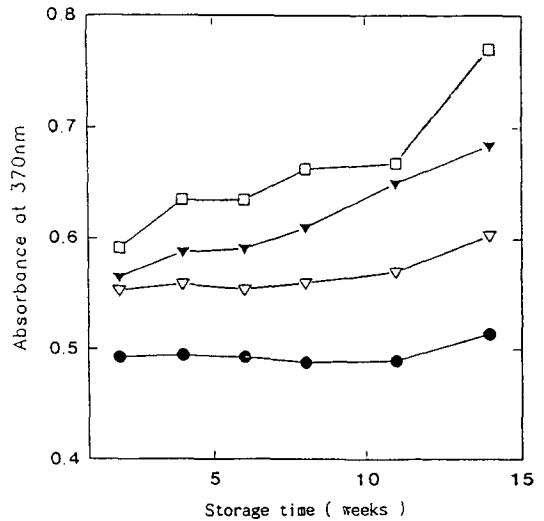


Fig. 3. Changes in absorbance at 370 nm of pasteurized rice wine aseptically packed and stored at different temperatures

●, 4°C ; ▽, 20°C ; ▼, 30°C ; □, 35°C

수명인 전반적 기호도 30점에 도달하는 기간을 계산하여 상용저장 한계 수명을 결정하였다.

결과 및 고찰

저장 기간 중의 pH, 산도 및 환원당의 변화

Table 1은 여러가지 다른 온도에서 14주간 저장한 살균 포장 약주의 pH와 산도의 변화를 나타낸것이다. 저장 기간 중 시료의 pH는 최저 4.00에서 최고 4.18 정도로 커다란 변화가 없었다. 산도 역시 0.56~0.60%(lactic acid 환산)로 별 차이를 보이지 않았다. 산도는 발효 생성물의 정도를 나타내는 지표로서 발효저장 식품의 신선도 판정에 중요한 척도로 사용되고 있다. 본 실험에 35°C로 저장된 시료의 경우에도 14주 동안 산도의 변화가 거의 일어나지 않았다. 저장기간중의 환원당의 변화는 뚜렷한 경향을 보이지 않고 있으며 다만 ml당 0.1 mg 수준의 차이를 나타내었다.

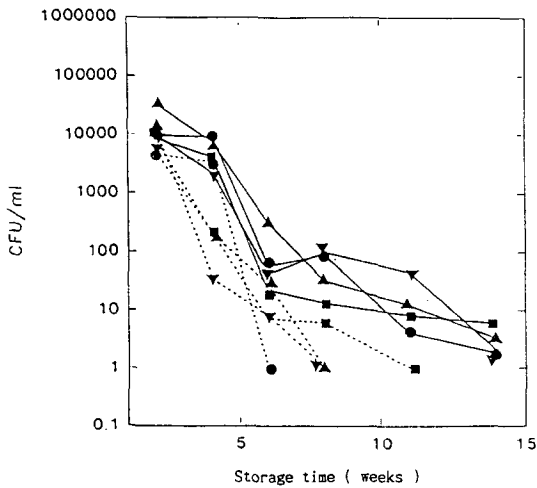


Fig. 4. Changes in total bacterial count and acid forming bacterial count during the storage of pasteurized rice-wine aseptically packed and stored at different temperatures

●, 4°C; ▲, 20°C; ▼, 30°C; ■, 35°C
—, total bacteria; ···, acid producing bacteria

흡광도의 변화

자외선과 가시광선의 파장을 통하여 전체적인 파장에 대한 시료의 흡광도를 조사하였을 때 일련의 peak가 400~350 nm에서 나타났다. 이 결과에 근거하여 370 nm를 기준으로 그 흡광도를 저장 기간중에 비교하였다. 대체적으로 저장 기간이 길수록 흡광도가 커지고 있으며 온도에 따라 흡광도의 차이가 커지고 있음을 알 수 있다. 실제 육안으로는 매우 미소한 차이를 볼 수 있었다(Fig. 3).

저장 기간 중 미생물의 변화

Fig. 4는 저장기간 중 총균수와 산생성 균수의 변화이다. 총 세균수는 6주째를 기준으로하여 급속히 감소되는 것을 볼 수 있었다. 저장 온도에 따른 차이는 없는 것으로 보이며 이는 살균 직후의 총균수가 10^3 - 10^4 수준에서 살균 포장 탁주가 12주 저장기간 중에 최저 1.1×10^3 정도로 낮아졌던 결과에 비하면 매우 커다란 차이를 보이는 것이다. 살균 약주는 살균 탁주에 비하여 시료자체가 전분과 기타 고분자 물질을 여과과정을 통하여 제거한 것으로 영양성분 함량이 큰 쪽으로 감소되었고, 알콜도수 역시 12%로 증가하였기 때문에 미생물이 생육할 수 있는 조건이 더욱 열악함으로 위와 같은 결과를 보인 것으로 판단되었다.

산 생성균은 4주째 30°C 와 35°C 에서 감소되었고, 6주째부터는 온도에 관계없이 전체적으로 감소하였으며, 저장기간 후반으로 갈 수록 균수 1 이하로 대폭 감소되었음을 볼 수 있다.

효모와 곰팡이는 살균 포장된 모든 시료에서 발견할 수 없었으며 저장 기간중에도 나타나지 않았다. 결론적

Table 2. Results of triangle test for the difference between storage at 4°C and other storage temperatures of pasteurized and aseptically packed rice wine

Storage time (weeks)	Storage temperatures		
	20°C	30°C	35°C
2	5/12 ³⁾ ns ¹⁾	5/12 ns	4/12 ns
4	3/10 ns	2/10 ns	7/10 5% ²⁾
6	7/9 1% ²⁾	6/9 5%	6/9 5%
8	7/10 5%	4/10 ns	9/10 0.1% ²⁾
11	7/10 5%	8/10 1%	7/10 5%
14	5/10 ns	7/10 5%	4/10 ns

¹⁾NS: no-significant,

²⁾5%, 1%, 0.1%: level of significant

³⁾Numbers A/B: A is number of panel recognized the difference compared to the sample stored at 4°C, B is total number of panel.

으로 살균 포장 약주는 초기 열처리에서 살아남은 내열성 세균이나 포자들이 성장할 수 없는 상태에 있을 뿐만 아니라 저장기간 동안 일부 살균 효과까지 있으므로 장기 저장 동안 미생물에 의한 변패는 일어날 수 없는 것으로 판단되었다.

저장 약주의 관능적 품질의 변화

3점 검사를 통하여 저장기간중 저장 온도에 따른 관능적 차이를 검사한 결과(Table 2), 4주째 부터 4°C 에서 저장한 기준 시료와 비교하여 다른 저장온도에서 저장한 시료들이 나타내는 관능적 차이를 인식하였고, 11주째 까지 더욱 뚜렷한 결과를 보이고 있으나 14주 째에는 다만 30°C 저장 시료만이 차이를 나타내었다. 다시 19 째에는 30°C 와 35°C 저장 시료들에 대하여 차이를 인식하였다.

이상의 결과를 종합하면 비록 뚜렷한 경향을 보이고 있지는 않으나 저장기간이 길어질 수록 관능적인 품질이 변하고 있다는 것을 알 수 있었다. 특이한 점은 저장기간이 길어 질수록 관능적으로 대조구에 대하여 차이 식별이 뚜렷하지 못한 현상이 일어나고 있다는 점이다. 이는 좀더 고찰해야 할 필요가 있을 것으로 보이나 예상할 수 있는 이유로는 첫째는 대조구인 4°C 저장시료 역시 관능적으로 변할 수 있다는 점과 둘째로는 저장기간 동안 시료들의 맛이 순화되어 관능적으로 보다 우수해질 수 있다는 점이다. 4°C 에 저장된 대조구의 관능적 변화를 검증하기 위하여 19주 동안 4°C 에 저장된 시료와 살균 포장 직후의 시료에 대한 삼점 대비 비교 실험을 행하였다. 그 결과 10명의 관능 검사요원 중 6명만이 차이 인식을 하였으므로 유의차가 없는 것으로 판정된다. 차이를 인식한 6명중에서도 4명은 대조구인 4°C 를 선호하는 것으로 나타났다.

적도채점 결과 냄새의 변화는 살균 포장 약주의 저장기간이 증가할 수록 알콜취가 증가하는 경향을 보였으며, 특히 35°C 저장 약주가 다른 시료에 비하여 큰

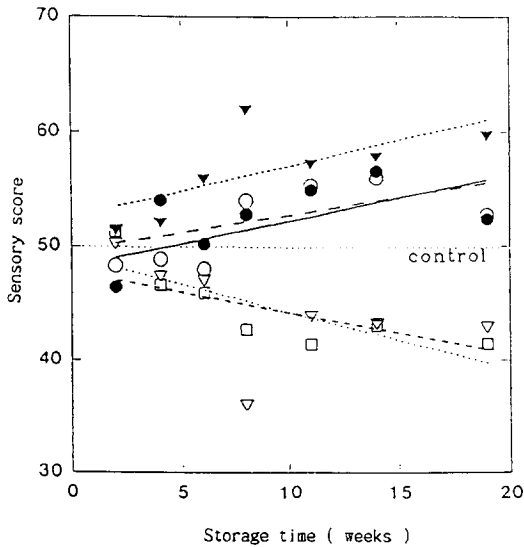


Fig. 5. Changes in the sensory scores of smell of pasteurized rice-wine aseptically packed and stored at 35 °C

Control sample (score 50) was the same sample stored at 4°C
 ○ ---, alcoholic flavor; ● ---, acidic flavor; ▽ ---, fresh flavor; ▼ ---, off flavor; □ ---, odor preference

폭으로 증가하였다(Fig. 5). 20°C 와 30°C 는 35°C 저장 약주에 비해 상대적으로 큰폭으로 감소되었다가 다시 증가되는 경향을 보였으나 35°C 저장 약주는 대체적으로 직선적으로 증가되었다.

신냄새는 저장기간이 지날 수록 증가되는 경향을 보이고 19주 짜에 감소되는 경향을 보였고, 저장 온도에 의한 차이는 보이지 않았다.

상쾌한 향기는 온도에 관계없이 전체적으로 감소하는 추세이었다. 저장 온도에 따라 20°C, 30°C, 35°C 의 순으로 기울기가 감소되는 것으로 나타났다. 이취는 저장기간이 길 수록 전체적으로 증가하고 있는 경향이였으며 특히 35°C 저장 약주는 급격하게 증가하였다.

향기 기호도는 전체적으로 감소하고 있는 경향을 보였으며 저장 온도 35°C 에서 거의 직선적으로 감소하였으며 기호도의 감소하는 폭도 다른 온도에 비하여 컸다. 관능 요소들 중에 이취의 증가와 상쾌한 향기의 감소가 기호도의 감소를 일으키는 것으로 평가되었다.

저장약주의 단맛은 저장온도가 높을 수록, 저장기간이 길수록 전반적으로 감소하는 것으로 보였다(Fig. 6).

신맛은 저장기간이 길수록 적은 폭으로 증가되었다. 전체적으로 저장 초기에 증가하는 것으로 보이며 저장 후반에는 다시 완만하게 감소 또는 같은 수준으로 유지되고 있는 것으로 보인다.

쓴맛은 저장기간이 길어질 수록 증가되었으며 20°C, 30°C 에서는 유의차가 없으나 점차 증가되는 경향이 보

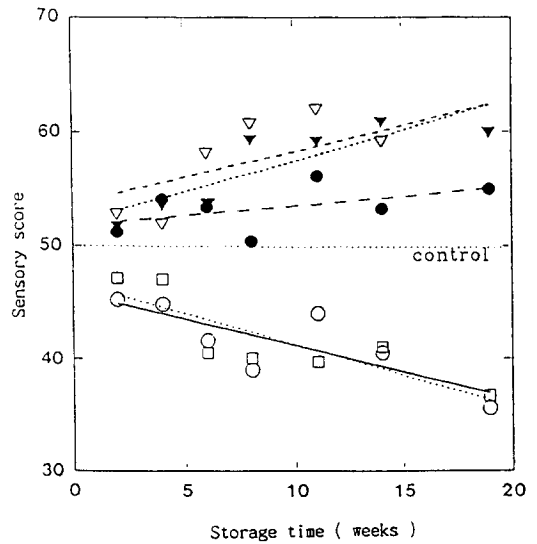


Fig. 6. Changes in the sensory scores of taste of pasteurized rice-wine aseptically packed and stored at 35 °C

Control sample (score 50) was the same sample stored at 4°C
 ○ ---, sweet taste; ● ---, sour taste; ▽ ---, bitter taste; ▼ ---, astringent; □ ---, taste preference

이며 35°C 에서 급격하게 증가되었다.

떫은 맛 역시 저장기간이 길수록 증가되는 경향을 보이고 있으며 20°C 저장 시료는 4°C 저장 시료와 거의 같은 수준으로 19주 저장 기간 동안 예도 54.0으로 증가되었을 뿐이었다. 그러나 30°C, 35°C 저장 시료에서는 떫은 맛이 증가되었다.

저장 약주의 맛기호도 변화를 보면 전체적으로 감소되고 있으며 높은 온도에서 저장할 수록 맛 기호도의 감소 폭이 컸다. 특히 8주째와 19주째에 시료간의 유의적 차이가 나타났다. 상쾌한 냄새에 있어서도 8주째에 시료간의 유의차가 나타나 냄새가 맛의 기호도에도 상당한 영향을 미친 것으로 분석된다. 35°C 에 저장한 시료는 19주째에 다른 온도에 저장한 것보다 유의적으로 낮은 점수를 받았다. 이러한 결과는 저장 중에 일어나는 신맛, 쓴맛, 떫은 맛의 증가와 단맛의 감소에 기인하는 것으로 판단된다.

저장약주의 전체적인 기호도는 저장 온도가 높을 수록, 저장기간이 길수록 저하되었다(Fig. 7). 대체적으로 직선적으로 감소되는 것으로 보이는데 맛 기호도의 저하와 향미 기호도의 저하는 당연히 전체적인 기호도의 감소를 가져온다는 것을 알 수 있다. 상용 저장 수명을 각 관능검사원에게 질문한 결과 19주째 되는 시료전체에 대하여 상품적 가치가 없다고 평가한 요원은 전체 8명중 3명이었다. 척도 시험에서 상품으로의 가치가 없는 제품이라고 판단되는 한계점수를 조사한 결과 그 평균 값은

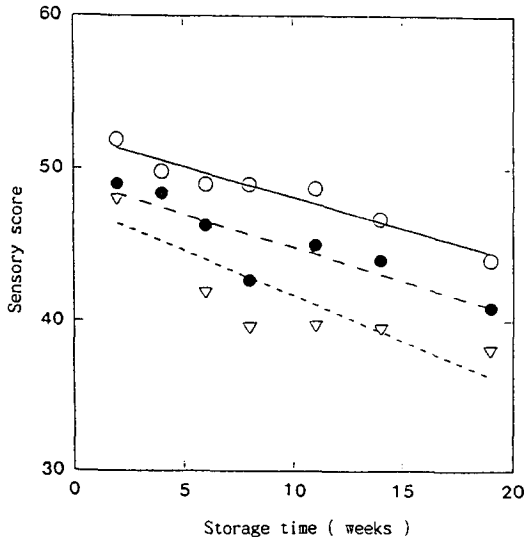


Fig. 7. Changes in overall preference of pasteurized rice-wine aseptically packed and stored at different temperatures. Scores are relative values setting 50 points for the same wine stored at 4°C as control
 ○ —, 20°C; ● ---, 30°C; ▽ ..., 35°C

Table 3. Comparison of sensory scores between rice wine immediately after package and those stored for 19 weeks at different temperature

	Immediately after package	Sample stored for 19 weeks			
		4°C	20°C	30°C	35°C
Alcoholic flavor	46.3	50.0	53.4	50.6	52.7
Acidic flavor	44.0	50.0	54.7	49.6	52.4
Fresh flavor	46.5	50.0	46.7	44.8	43.0
Off flavor	50.1	50.0	51.2	54.9	59.8
Odor preference	51.7	50.0	49.3	46.1	41.4
Sweet taste	37.6	50.0	45.3	43.0	35.6
Sour taste	55.2	50.0	52.0	56.6	51.1
Bitter taste	51.6	50.0	49.0	54.0	60.0
Astringent	52.9	50.0	54.0	55.3	60.0
Taste preference	45.2	50.0	46.4	41.6	36.7
Total preference	45.0	50.0	44.5	40.9	38.1

25.5 점이었다. 따라서 상용저장 한계점수를 30으로 하였다.

4°C에서 19주 동안 저장한 대조구 약주를 살균 직후 유통과정 중에 있는 시료와 비교하여 냄새, 맛, 전체적인 기호도의 차이를 검증하였다(Table 3). 대체적으로 살균 포장 직후 약주는 향기 기호도는 높은 편이나 맛 기호도는 높지 않은 것으로 나타났다. 또한 특이한 점은 4°C 저장 약주에 비하여 살균 직후의 약주가 전체적인 기호도가 낮은 것으로 나타났다. 그 이유는 살균 직후의

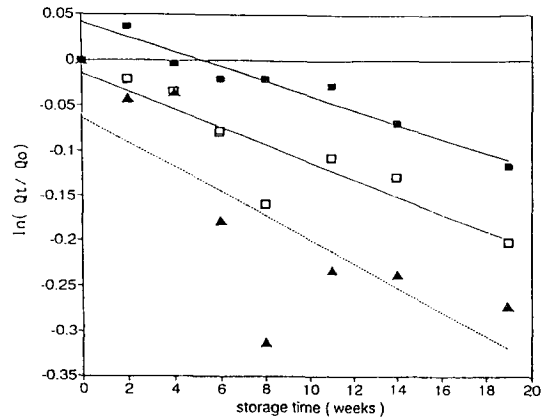


Fig. 8. Changes in the overall preference of rice-wine by storage time at different temperatures
 ■ —, 20°C; □ ---, 30°C; ▲ ..., 35°C

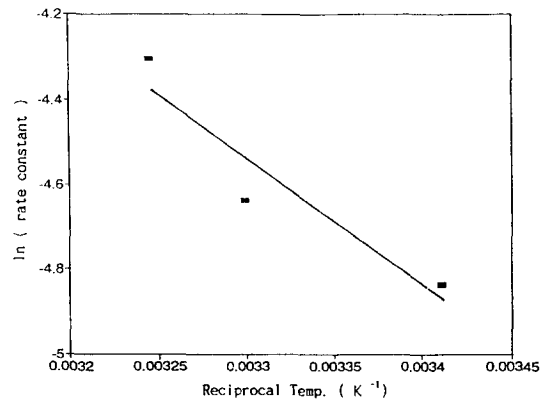


Fig. 9. An Arrhenius plot for the rate constant of overall preference

약주에서 나는 강한 누룩냄새와 아직 순화되지 못한 각종의 알콜취와 신냄새에 기인하는 것으로 판단된다. 또한 향기의 관능적인 요소들은 전체적으로 대조구보다 낮은 점수를 받은 반면 향기 기호도는 대조구 보다 높은 점수를 받은 것은 살균 포장 직후의 시료가 가지고 있는 신선감 혹은 청량감 때문이라고 생각된다.

한편 맛기호도에서 살균 포장 직후의 시료가 낮은 점수를 받은 것은 누룩 성분에서 우러나는 떫은 성분과 쓴맛, 그리고 신맛등이 강하여 단맛이 상대적으로 감소 되는 것이 이유라 할 수 있다. 이에 비하여 저장 약주, 특히 대조구는 각종의 맛들이 순화되고 있다는 것을 확인할 수 있었다.

살균 포장 약주의 저장 수명 예측

살균 포장 약주의 관능적 품질 요소들은 저장 온도와 저장 기간에 따라 일정한 속도로 감소되었으므로 속도

Table 4. The commercial shelf-life of pasteurized rice-wine aseptically packed and stored at different temperatures

	Storage temperature				
	4°C	10°C	12.5°C	20°C	25°C
Shelf-life	2.5 years	2 years	1.6 years	1.3 years	1.1 years

Table 5. Estimated sensory scores of rice-wine aseptically packed and stored at the ambient temperature in Seoul

	Average temp.	Estimated sensory scores	
		First year	Second year
Jan.	-0.2	49.28	36.74
Feb.	0.7	48.54	36.19
Mar.	7.6	47.61	35.49
Apr.	12.0	46.52	34.49
May	16.4	45.28	33.76
Jun.	20.9	43.87	32.71
Jul.	24.8	42.31	31.54
Aug.	24.8	40.81	30.42
Sep.	20.9	39.53	
Oct.	14.0	38.56	
Nov.	6.2	37.86	
Dec.	1.5	37.28	

론적 분석이 가능하였다⁽¹¹⁾. 전반적인 기호도의 변화가 가장 상관 관계가 높게 나타났으므로 이것을 관능적 품질 지표로 하여 약주의 품질 변화 속도상수(k)를 구하고 이로부터 활성화 에너지(Ea)를 구하였다⁽¹²⁾.

Fig. 8은 저장 기간에 따른 ln(Q_t/Q₀)의 변화를 나타낸 것이다. 도표의 기울기로부터 구한 살균 포장 약주의 품질 변화 속도 상수는 20°C 에서 0.00793, 30°C 에서 0.00969, 35°C 에서 0.01349로 계산되었다.

20°C, 30°C, 35°C의 상관 계수는 각각 0.9331, 0.7777, 0.5395로서 35°C를 제외하고는 모두 유의 수준이었다. 이 속도 상수를 Arrhenius식에 따라 대수를 취하여 y축으로, 절대온도의 역수 1/T를 x축으로 하여 도식한 결과 Fig. 9와 같이 직선에 가까운 관계를 확인하였다. 이 결과로부터 얻은 활성화 에너지 Ea는 24.785 kJ/K mol이었다.

우리나라 서울의 연평균 기온은 12.5°C로 이 온도를 감안할 때 상용 저장 한계 수명인 전반적 기호도 30점에 도달하는 기간은 86주로 계산되었다. 이는 1년 6개월이 조금 넘는 기간이다(Table 4).

그러나 우리나라의 경우는 기온의 차이가 심하고 유통과정 중 온도의 조절이 없는 조건인 경우를 감안하는 것이 더욱 타당할 것이다. 1월에 출고하여 유통되기 시작했을 때 예측되는 품질 변화는 Table 5과 같다. 즉 우리 나라 서울의 평균 온도를 기준으로 할때 살균 포장

약주의 저장 수명은 1년 8개월인 것으로 추정되었다.

요 약

Tetra-pak에 무균 포장된 약주(포장단위 500 ml)를 4°C, 20°C, 30°C, 35°C에 각각 19주간 저장하면서 2주간격으로 저장 약주의 pH, 산도, 환원당, 흡광도, 총세균수, 산생성 균수, 효모수, 곰팡이수 및 관능적 품질을 조사하였다. pH 및 환원당은 저장 19주 동안 저장온도에 관계없이 거의 변하지 않았다. 370 nm에서의 흡광도는 저장 온도가 높을 수록 저장 기간에 따라 다소 증가하는 경향을 보였다.

총세균수는 저장 6주째 부터는 현저히 감소하였으며, 저장 14주 이후에는 10 cfu/ml 이하로 떨어졌다. 산생성 균도 초기 4.6×10⁶ cfu/ml 수준에서 8주 이후에는 저장 온도에 관계없이 1 cfu/ml 이하로 감소하였다. 효모와 곰팡이는 살균포장된 모든 시료에서 발견할 수 없었으며 저장기간 중에도 나타나지 않았다.

저장 약주의 관능적 품질 변화는 3점 검사와 향미 요소에 대한 척도 채점법으로 평가하였다. 3점 검사에서 4°C에 저장된 시료와 20°C, 30°C, 35°C에서 저장된 시료를 각각 비교한 결과 6주 이후부터 시료간의 차이를 인식할 수 있었으며, 저장온도가 높을 수록 차이의 인식 정도가 더 뚜렷하였다. 대조구의 관능적 변화를 검증하기 위하여 19주 동안 4°C에서 저장된 시료와 살균 포장 직후의 시료에 대한 삼점 대비 실험을 한 결과 두 시료간의 차이를 인식하지 못하였다.

척도 시험에서 알콜취와 신냄새의 변화는 뚜렷하지 않았으나 상쾌한냄새는 저장기간에 따라 저장 온도가 증가할 수록 뚜렷한 감소 추세를 보였으며 쓴맛과 뉘은맛도 증가 추세를 나타내어 맛의 기호도는 감소하였다. 저장중의 전체적인 기호도는 뚜렷한 감소추세를 나타내었으며 이에 대한 반응속도 상수는 20°C에서 7.93×10⁻³, 30°C에서 9.69×10⁻³, 35°C에서 13.49×10⁻³이었다. 이 값들을 Arrhenius식에 대입하여 구한 활성화 에너지는 24.795 kJ/Kmol이었다. 이 값으로부터 결정한 살균 포장 약주 명가의 상용 저장 수명은 10°C에서 2년, 20°C에서 1년 4개월, 25°C에서 1년 2개월이었다. 서울의 매월 평균 온도를 기준으로 계산할 때 본제품의 상용저장기간은 1년 8개월이었다.

문 헌

1. 국세청 자료, 1980-1991
2. 이철호, 이현덕, 김지용, 김기명: 탁주의 관능적 품질요소와 이들의 열처리에 의한 변화, 한국식품화학회지, 4, 405 (1989)
3. 이철호, 태원택, 김기명, 이현덕: 탁주의 저온 살균조건에 관한 연구, 한국식품화학회지, 23, 44 (1991)
4. 이철호: 살균포장 탁주"농주"의 저장성에 관한 연구. 인천 탁주 제조 협회제출 연구결과 보고서 (1993)

5. 정동효, 장현기 : 식품분석, p.285, 진로연구사 (1993)
 6. Chaplin, M.F.: Monosaccharides in *Carbohydrate Analysis*, Chaplin, M.F. and Kennedy, J.F. eds., p.3., IRL Press, England. (1986)
 7. Harrigan, W.F.: Laboratory method in food and dairy microbiology, p.378, Academic Press, San Francisco. (1976)
 8. Olga, F.: Moulds and filamentous fungi in technical microbiology., Progress In Industrial Microbiology. Vol.22. p.20, Elsevier, Amsterdam (1986)
 9. 이철호, 채수규, 이진근 : 식품공업품질관리론, pp.132-156, 유림문화사 (1984)
 10. Morten, M.D., Gail, V.C. and Thomas, C.: Sensory evaluation techniques, p.44, CRC Press, U.S. (1987)
 11. David, E. and Donald, C.: Physical chemistry, p.239. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. (1979)
 12. Labuza, T.P.: Shelf-life dating of foods, p.54. Food & Nutrition Press, Inc. Westport, Connecticut, USA.
-
- (1994년 8월 27일 접수)