

약주 가열살균 조건의 최적화

목철균 · 이주연 · 장학길

경원대학교 공과대학 식품생물공학과

Optimization of Heat Sterilization Condition for Yakju (rice wine)

Chulkyoon Mok, Ju-Yeon Lee and Hak-Gil Chang

Department of Food and Bioengineering, College of Engineering, Kyungwon University

Abstract

Yakju was heat-treated for 2 seconds at different temperatures in a plate heat exchanger and the physico-chemical properties were examined to optimize the sterilization condition. The turbidity of Yakju increased after heat treatment and the sensory quality deteriorated significantly with the sterilization temperature. However, the shelf-life of the sterilized Yakju was extended as the sterilization temperature increased. The storage stability decreased in order of $4^{\circ}\text{C} > 37^{\circ}\text{C} > 25^{\circ}\text{C}$ with respect to the storage temperature. Microbial growth was observed in Yakju samples sterilized under 60°C , indicating that the minimal temperature for the sterilization was 65°C in terms of microbial aspect. However, since the increases in acidity and turbidity were observed in Yakju sterilized for 2 seconds at 65°C , the optimum sterilization condition of Yakju was fixed for 2 seconds at 70°C in overall quality aspects.

Key words: Yakju, sterilization, physico-chemical properties, microorganism, shelf-life

서 론

약주의 소비량은 1970년대 중반 이후 지속적으로 감소하여 왔고, 특히 1980년대 후반 이후 개방화의 물결을 타고 수입된 주류 및 식생활의 서구화에 따른 주류 소비패턴의 변화에 기인하여 더욱 급격히 감소하고 있다(소명환과 유태종, 1993). 이러한 소비감소에 대하여 적절한 대응책이 없는 수년 내에 소비량과 생산량이 크게 격감하여 향후 우리의 전통주가 사라질 수도 있는 심각한 문제가 대두될 것으로 우려된다.

약주소비의 감소는 경제가 발전함에 따라 국민소득이 높아지고 식생활도 급격히 변화하는 추세인데 비해 주질의 개선, 저장성 향상, 포장용기 개선 등의 대응이 신속히 이루어지지 못한데서 그 원인을 찾을 수 있다(농축수산신문사, 1993). 경제성장에 따른 소비자들의 기호도 변화에도 원인이 있지만 무엇보다도 약주 내에 함유된 각종 변패미생물에 의한 변질과 이를 방지하기 위하여 처리하는 가열살균에 따른 품질변화

가 원인이 되고 있다(국세청 기술연구소, 1985).

약주의 부패와 산패의 원인은 함유된 잡균이나 젖산균, 초산균의 번식에 의한 것임이 밝혀졌고(전기선, 1972), 이들을 저온살균 처리에 의하여 사멸시킴으로써 저장기간을 연장하려는 시도가 있었다(이철호 등, 1991). 아울러 난백 lysozyme을 보존제로 첨가하여 잡균번식을 방지하고 산생성 bacteria의 생육을 억제시키는 방안이 시도되었고(矢嶋 등, 1971), γ -ray와 가열 처리의 병행(이근배와 김종협, 1969) 및 가열살균 후 무균포장에 의한 저장성연장에 관한 연구(이철호와 김기명, 1995)가 있었다. 그러나 위와 같은 연구 결과 저장성을 어느 정도 향상시킬 수는 있었으나 처리에 따른 이취생성과 저장 중 백탁 등의 품질저하를 수반하여 이러한 기술의 산업화에 문제점으로 대두되고 있다.

따라서 본 연구에서는 관능적 품질이 양호하고 저장성 있는 약주를 생산하기 위해 환경 열교환기를 사용하여 $50\sim 80^{\circ}\text{C}$ 에서 살균하여 온도별 가열살균 약주의 살균직후 품질특성을 조사하고 저장온도와 저장기간에 따른 품질변화를 조사하여 가열살균 조건을 최적화 함으로서 약주의 보존성 증진에 기여하고자 하였다.

Corresponding author: Chulkyoon Mok, Department of Food and Bioengineering, College of Engineering, Kyungwon University, San 65, Bokjung-dong Sujung-Ku, Sungnam, Kyunggi-do 461-701, Korea

재료 및 방법

약주

K 양조회사에서 제조한 것으로 발효 후 나일론 필터로 여과한 비살균 약주를 사용하였다.

가열살균 및 열처리 약주의 관능검사

크기 250×900 mm인 스텐레스강판 22개(11조)로 구성된 판형 열교환기(Model SBX, 삼보열판(주))를 사용하여 유속은 2.67 L/sec, 체류시간은 2초로 고정하고, 스팀을 열원으로 하여 온도 50~80°C 범위에서 5°C 간격으로 약주를 살균하였다. 온도별 가열살균약주의 살균 직후 관능특성은 비살균약주 또는 저온에서 살균한 약주를 기준 검사물로 사용하여 단계별로 1-2점대비법(이영춘과 김광욱, 1994)으로 실시하였다. 관능검사는 본 학과의 훈련된 대학원생 및 학부생 10명을 대상으로 실시하였으며, 검사 결과를 χ^2 검정에 의하여 유의차를 분석하였다.

품질 측정

약주의 pH는 pH meter (model 520A, Orion)를 사용하여 측정하였고, 산도는 시료 10 mL를 취하여 페놀프탈레인용 지시약으로 사용하여 0.1 N NaOH로 적정하여 소비된 NaOH량으로부터 식 (1)에 의하여 %젓산으로 산도를 계산하였으며(구영조 등, 1992), 탁도는 분광 광도계(UV-1201, UV-visible spectrophotometer, Shimadzu)를 사용하여 420 nm에서의 흡광도를 측정하였다.

산도(% 젓산)

$$= \frac{\text{NaOH소비량} \times \text{NaOH역가}}{\text{시료부피}} \times 0.009 \quad (1)$$

미생물 검사

약주의 미생물은 표준 평판배양법(보건복지부 식품공전, 1995)으로 세균수, 젓산균수, 효모수를 측정하였다. 약주시료를 멸균수에 희석하여 세균은 표준한천 배지(plate count agar)에 분주하여 37°C에서 72시간, 젓산균은 Rogosa SL agar 배지에 분주하여 37°C에서 72시간, 효모는 malt extract agar 배지에 분주하여 25°C에서 72시간 배양한 후 집락수 30~300개인 평판을 택하여 집락수를 측정하고 희석배수를 곱하여 단위부피당 미생물수를 산출하였다.

관능검사

저장약주의 관능검사는 맛의 강도와 기호도에 대하

여 실시하였다. 맛의 강도는 단맛, 신맛, 쓴맛, 신신한 맛, 텁텁한 맛에 대하여, 기호도는 향, 맛, 입안에서의 촉감, 종합적 기호도에 대하여 9점 채점법으로 실시하였다. 이때 채점기준은 아주 강하다(좋다): 9점, 보통으로 강하다(좋다): 7점, 적당하다(좋지도 나쁘지도 않다): 5점, 보통으로 약하다(나쁘다): 3점, 아주 약하다(나쁘다): 1점이었다. 관능검사 결과는 SAS를 사용하여 Duncan의 중범위검정을 실시하여 유의성을 분석하였다(SAS Institute, Inc., 1985).

결과 및 고찰

살균약주의 품질 특성

살균온도 50~80°C에서 2초간 가열 살균한 약주의 살균 직후의 품질 특성은 Table 1과 같다. pH와 산도는 살균온도에 관계없이 거의 일정한 값인 3.50~3.54 및 0.37~0.39%를 보였다. 탁도(420 nm에서의 흡광도)는 대조구의 0.070에 비하여 열처리에 따라 약간 높아져 0.076에서 0.081을 나타내었으나, 살균 온도에 따른 뚜렷한 경향은 인정되지 않았다.

관능적 품질은 대조구, 50°C 처리구 및 55°C 처리구 간에는 유의차가 없었으나, 55°C와 60°C 사이에서, 60°C와 65°C 사이에서, 그리고 65°C와 70°C 처리구 간에는 유의적인 차이가 인정된 반면 70°C와 75°C 처리구 간에는 유의차가 없었고 75°C와 80°C 처리구 간에는 유의차가 있었다. 이 결과는 55°C 이하의 열처리는 가열에 의한 품질변화를 수반하지 않으나, 60°C 이상 온도에서의 열처리는 관능적 품질의 변화를 의미하며, 변화의 정도는 온도가 높을수록 뚜렷해졌다.

살균약주의 저장 중 변화

약주의 저장성을 향상시키고 살균조건을 최적화하

Table 1. Properties of Yakju sterilized at different temperatures

Sterilization temp. (°C)	pH	Titrateable acidity (%)	Absorbance at 420 nm	Sensory* difference
Control	3.54	0.39	0.070	A
50	3.54	0.37	0.076	A
55	3.52	0.39	0.081	A
60	3.53	0.38	0.079	B
65	3.52	0.38	0.078	C
70	3.52	0.39	0.077	D
75	3.51	0.38	0.079	D
80	3.50	0.37	0.080	E

*Grouped with same letter are not significantly different ($\alpha=0.05$).

기 위하여 판형 열교환기를 사용하여 살균온도 50~80°C에서 2초간 처리한 약주의 저장온도와 기간에 따른 품질의 변화를 조사하였다. 발효생성물의 정도를 나타내는 지표이며, 발효 저장식품의 신선도 판정에 중요한 척도로 사용되는 산도를 측정할 결과 살균온도 및 저장기간에 따른 변화는 Fig. 1 (4°C), 2 (25°C), 3 (37°C)과 같다. 4°C에서 저장한 경우는 살균온도와 관계없이 초기산도 0.38%에서 변화가 없었다. 25°C에서 저장한 경우 대조구와 살균온도 50°C 처리구만이 산도가 증가하였으며, 대조구의 경우 초기산도 0.38%에서 3주 후부터 증가하기 시작하여 저장 5주 후에는 1.84%로 크게 증가하였고, 저장기간 7주 후부터는 2.5

% 이상을 나타내었다. 살균온도 50°C의 경우 산도가 미미하게 증가하였고 그 이상의 살균온도에서는 산도의 변화가 없었다. 37°C 저장의 경우 대조구와 50°C에서 살균한 약주의 산도만이 증가했으며 그 증가 정도는 대조구에 비해 살균온도 50°C의 증가가 원만하였고, 25°C에서 저장한 살균온도 50°C 처리구와 비교하여 그 정도가 급격하였다.

탁도(420 nm에서의 흡광도)는 저장온도 4°C의 경우(Fig. 4) 대조구만이 6주 후부터 뚜렷하게 증가하였으며, 저장온도 25°C의 경우(Fig. 5) 대조구와 50°C,

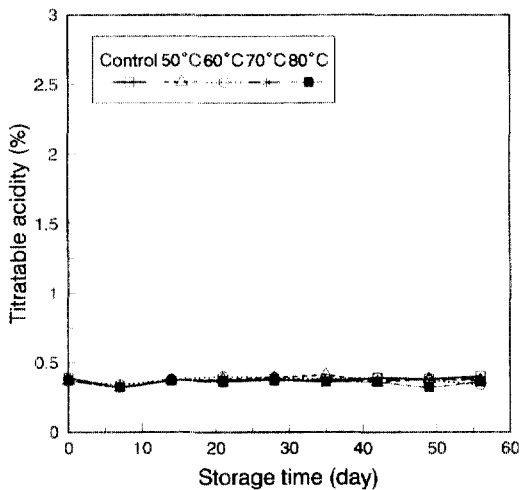


Fig. 1. Changes in titratable acidity of Yakju at 4°C with respect to sterilization temperature.

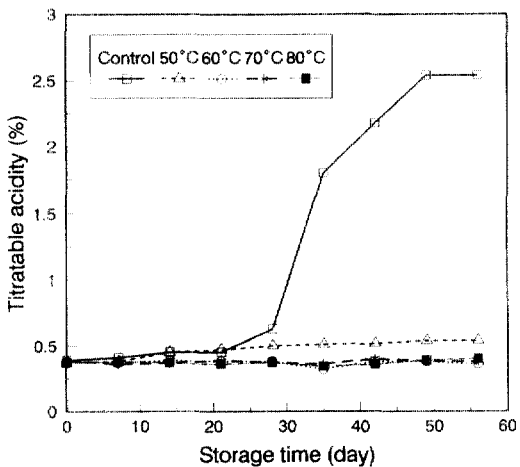


Fig. 2. Changes in titratable acidity of Yakju at 25°C with respect to sterilization temperature.

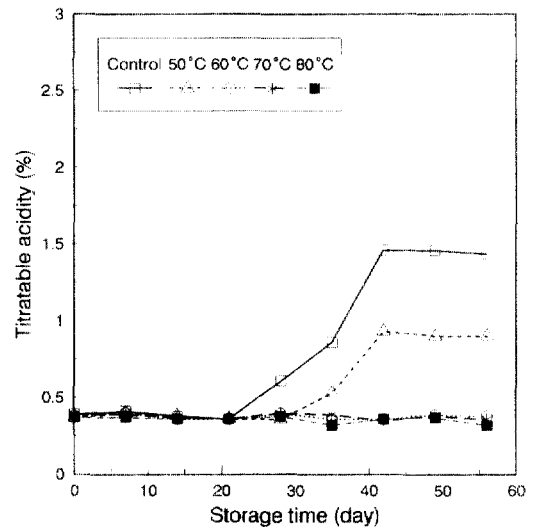


Fig. 3. Changes in titratable acidity of Yakju at 37°C with respect to sterilization temperature.

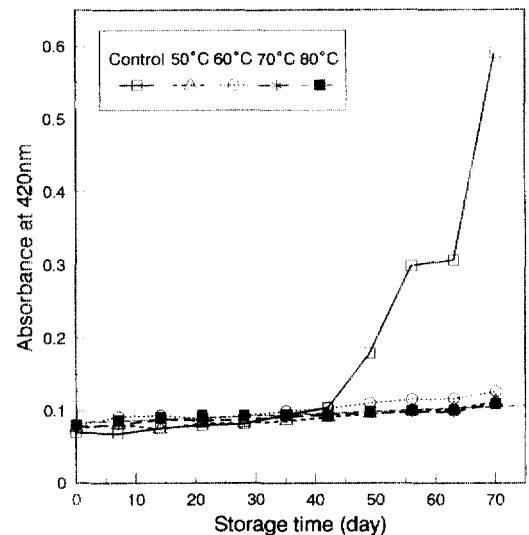


Fig. 4. Changes in turbidity of Yakju at 4°C with respect to sterilization temperature.

60°C에서 살균한 약주의 탁도가 차례로 증가하였다. 이는 25°C에서 저장한 경우 60°C 이하의 살균처리가 불충분함을 의미한다. 저장온도 37°C 경우(Fig. 6) 대조구와 50°C에서 살균한 약주의 탁도가 증가하였으며, 저장온도 25°C에 비해 증가정도는 완만하였다. 이 결과는 여과 후 편형 열교환기에서 80°C, 20초간 살균한 후 Tetra-pak에 무균 포장한 약주를 20주간 저장하면서 품질 지표를 검사한 이철호와 김기명(1995)의 연구결과와 다름이 없었으나 저장온도가 높고 저장기간이 길수록 흡광도가 커지는 결과(35°C >

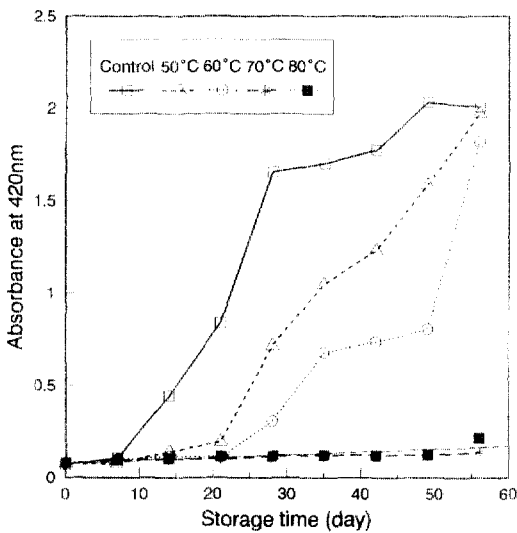


Fig. 5. Changes in turbidity of Yakju at 25°C with respect to sterilization temperature.

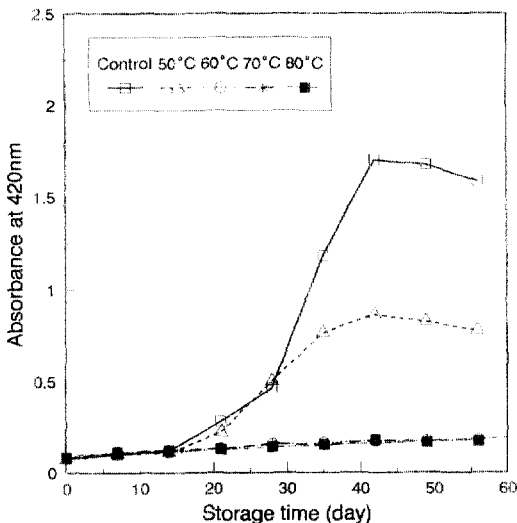


Fig. 6. Changes in turbidity of Yakju at 37°C with respect to sterilization temperature.

30°C > 20°C > 4°C)는 25°C에서 탁도의 증가가 가장 두드러지게 나타난 본 실험의 결과(25°C > 37°C > 4°C)와 상이하였다.

본 연구결과에 따르면 약주의 저장성은 살균온도가 높을수록 안전하였으며, 저장조건은 4°C > 37°C > 25°C 순으로 나타났으며 이는 약주에 존재하는 미생물의 대부분이 중저온균임을 시사하며 미살균약주의 저장온도에 따른 저장성을 비교한 진보(목철균 등, 1997)에서도 확인된 바 있다. 저장온도 25°C에서 살균한 약주의 저장기간에 따른 총균수의 변화(Fig. 7)는 60°C 이하의 살균약주에서 세균의 생장을 확인할 수 있었으며, 그 이상의 온도에서는 세균의 생장이 확인되지 않았다. 젖산균(Fig. 8)과 효모(Fig. 9)의 경우도 이와 비슷하여 65°C와 그 이상의 살균온도에서는 젖산균과 효모가 생존하지 않음을 알 수 있었다. 이러한 결과로 미생물학적인 관점에서 65°C 이상에서 2초간 열처리함으로써 가열살균한 약주는 내열성 세균이나 포자들이 성장할 수 없는 상태에 놓이게 되어 살균효과를 확인하였다.

온도별로 살균한 약주를 25°C에서 8주간 저장한 약주의 관능특성은 Fig. 10과 같이 살균약주의 신맛은 대조구에 비하여 크게 감소하였으며 60°C 이상에서 살균한 약주가 50°C에서 살균한 약주에 비하여 미약한 신맛을 보였다. 신선한 맛은 살균온도 60°C 이상에서 처리한 시료가 대조구 및 50°C 처리구에 비하여 60°C 이상에서 처리한 시료가 높은 값을 보여 50°C 살균은 변패방지에 부적합한 것으로 나타났다. 텃텃한 맛은 50°C 처리구에서 가장 낮게 나타났는데 이는 대

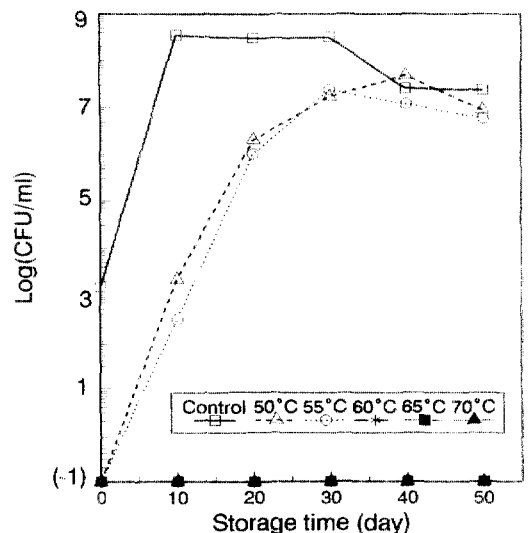


Fig. 7. Changes in total bacteria Yakju at 25°C with respect to sterilization temperature.

조구의 경우는 저장 중 변패에 의해 텁텁한 맛이 증가하였고, 60°C 이상에서 살균한 약주는 가열에 의해 생성되는 것으로 사료된다.

저장약주의 향, 맛, 입안에서의 촉감 및 종합적 기호도를 조사한 결과 Fig. 11과 같이 향은 살균온도가 높아질수록 60°C까지 증가하였고, 그 이상의 살균온도에서는 비슷한 결과를 나타내었으며 맛과 입안에서의 촉감 및 종합적 기호도도 이와 유사한 경향을 보였다.

이로부터 60°C 이상의 열처리는 기호도에 큰 영향을 미치지 않는다는 결론을 얻을 수 있었다.

가열살균조건의 최적화

미생물학적으로 확인된 최저살균온도인 65°C에서 2초간 살균한 약주의 저장온도 및 기간에 따른 산도와 탁도를 조사한 결과는 각각 Fig. 12와 Fig. 13에 나타나 있다. 살균온도 65°C에서 2초간 열처리한 약주는 25°C 저장시 산도의 미미한 증가 및 탁도의 증가가 있

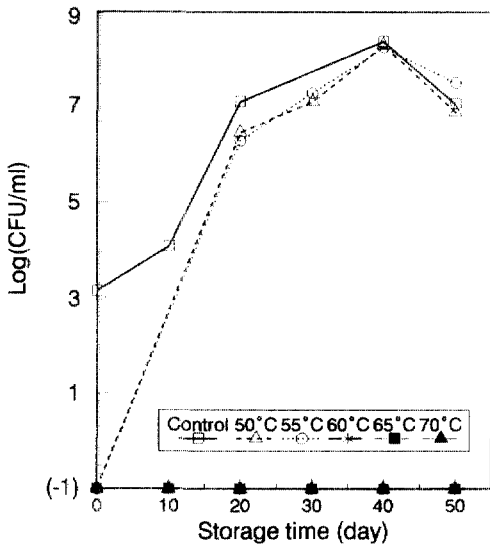


Fig. 8. Changes in lactic acid bacteria of Yakju at 25°C with respect to sterilization temperature.

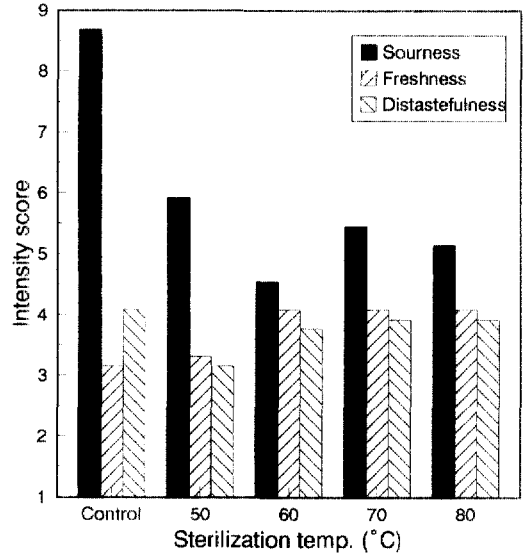


Fig. 10. Taste intensity of Yakju sterilized at different temperature after 8 week storage at 25°C.

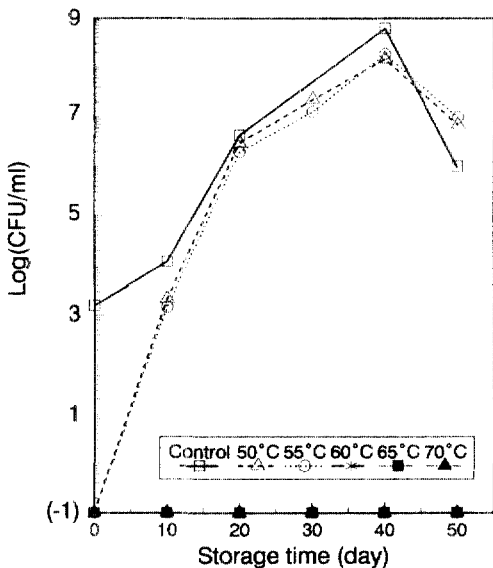


Fig. 9. Changes in yeast of Yakju at 25°C with respect to sterilization temperature.

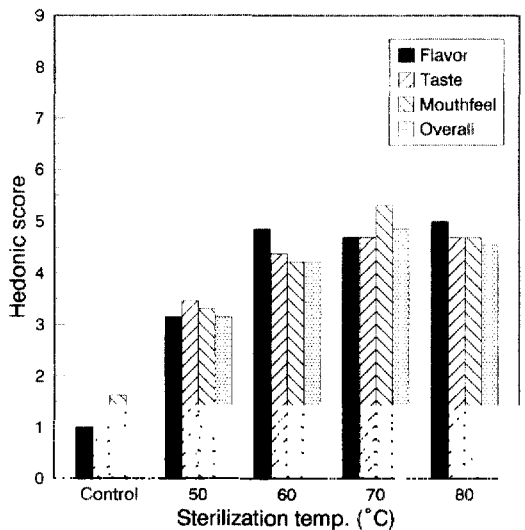


Fig. 11. Hedonic sensory properties of Yakju sterilized at different temperature after 8 week storage at 25°C.

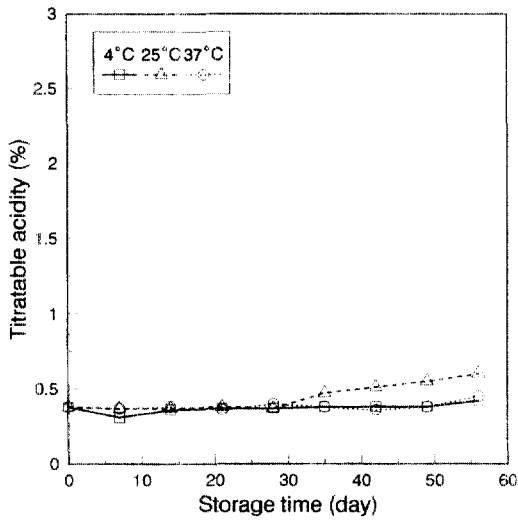


Fig. 12. Changes in titratable acidity of Yakju sterilized at 65°C during storage at different temperature.

있으며 70°C 이상에서 살균한 약주의 저장 중 품질변화는 관찰되지 않았다. 이상과 같은 결과를 종합할 때 미생물학적인 관점에서는 65°C에서 2초간의 살균이 적합하였으나 이화학적 및 관능적 특성을 포함하여 종합적으로 판단할 때 약주의 적정 살균조건은 70°C에서 2초임이 확인되었다. 이 결과는 약주의 살균 조건을 80°C, 20초로 설정한 이철호와 김기명(1995)의 살균조건보다는 훨씬 온화한 조건이었으며 이들에 의하여 제시된 살균시간보다도 살균시간이 단축될 수

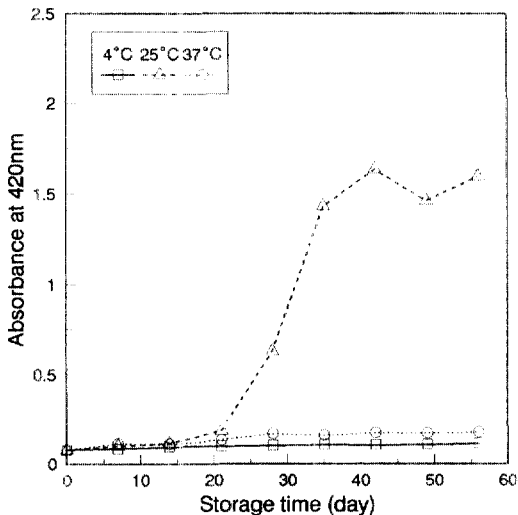


Fig. 13. Changes in turbidity of Yakju sterilized at 65°C during storage at different temperature.

있음을 시사하였으며, 고온장시간 열처리에 의한 이취생성과 관능적 열화를 최소화한 약주살균의 최적 조건으로 사료된다.

요 약

관능적 품질변화를 최소화하여 저장성있는 약주를 생산할 수 있는 최적 가열살균조건을 확립하기 위하여 관형 열교환기를 사용하여 온도별로 2초간 가열처리한 약주의 이화학적, 미생물학적, 관능적 특성변화를 조사하였다. 가열처리에 의하여 약주의 흡광도는 약간 증가하였으며 살균온도에 따라 관능특성의 열화가 확인되었다. 즉 55°C 이하의 열처리에 의한 관능적 품질의 변화는 인정되지 않았으나, 60°C 이상에서는 관능적인 면에서 유의적인 품질변화가 있었으며, 살균온도가 높을수록 변화의 정도가 뚜렷하였다. 살균 약주의 저장성은 살균온도가 높을수록 증가하였으며, 저장온도에 따라서는 4°C > 37°C > 25°C 순으로 저장성이 감소하였다. 저장온도 25°C에서 살균약주의 저장 기간에 따른 미생물수의 변화는 살균온도 60°C 이하로 살균한 약주에서 세균, 젖산균, 효모의 생장이 확인되었으나, 65°C 이상에서 살균한 약주의 경우는 미생물의 존재가 확인되지 않아 미생물학적으로는 살균온도 65°C에서 2초간 살균함으로써 저장성이 부여되었다. 그러나 65°C에서 2초간 살균한 약주의 경우 저장온도 25°C에서는 산도의 증가가 있었으며, 특히 탁도는 두드러지게 증가하였다. 따라서 최종적으로 약주 살균의 최적 조건은 70°C에서 2초로 결정되었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술처에서 시행한 특정연구 개발사업의 연구결과 중 일부로 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

구영조, 박완수, 김인호, 이인선, 유진영, 정건섭, 최신양, 이성우, 정지훈. 1992. 쌀을 이용한 명주 개발 연구. G1009-0196, 한국식품개발연구원.
 국제청 기술연구소. 1985. 탁주제조강본.
 농축수산신문사. 1993. '93 한국식품연감. 사조사. 서울, 대한민국. pp.444-458.
 목철균, 이주연, 장학길. 1997. 비살균 약주의 저장 중 품질 변화 및 품질수명 산출. 산업식품공학 1(3): 192-197.
 보건복지부. 1995. 식품공전 (vol. II), 식품공업협회. 서울, 대한민국. p.713.
 소명환, 유태중. 1993. 한국 전통 약주의 제조시 반숙미의 사용효과. 한국식품영양학회지 6(3): 189-198.

- 전기선. 1972. 부패되지 아니하는 병약탁주의 저장법. 특허 공보 제 237호.
- 이근배, 김종혁. 1969. 방사선조사에 의한 한국산 탁주 및 약주의 shelf-life 연장에 관한 연구. *한국미생물학회지* **7**(2): 45-46.
- 이영춘, 김광옥. 1994. 식품의 관능검사. 학연사, 서울, p. 175.
- 이철호, 김기명. 1995. 가열살균 후 무균포장한 한국전통탁주의 저장성에 관한 연구. *한국식품과학회지* **27**(2): 156-163.
- 이철호, 태원택, 김기명, 이현덕. 1991. 탁주의 저온 살균조건에 관한 연구. *한국식품과학회지* **23**(1): 44-51.
- 矢嶋, 日高, 松岡. 1971. 卵白 リソシム の 清酒防腐劑 としての 利用研究(第 1報). *J. Ferment. Technol.* **46**(10): 782-788.
- SAS Institute, Inc. 1985. SAS User's Guide: Statistics, Version 5 edition, SAS Institute Inc. Cary, NC, U.S.A.