

## 탁주의 저온 살균조건에 관한 연구

이철호 · 태원택 · 김기명 · 이현덕  
고려대학교 식품공학과

### Studies on the Pasteurization Conditions of *Takju*

Cherl-Ho Lee, Won-Taek Tae, Gie-Myung Kim and Hyun-Duck Lee  
Department of Food Technology, Korea University

#### Abstract

The thermal resistance of the important microorganisms in *takju*, Korean traditional turbid alcoholic beverage, was measured and optimum heating time and temperature to achieve the commercial pasteurization of these microorganisms were examined. Most of the vegetative bacterial cells in *takju* were destroyed by heating at over 60°C, except for the spore forming organisms, which did not actively grow in *takju* after pasteurization. The important microorganisms for the quality deterioration of pasteurized *takju* were then appeared to be yeast and molds, and their thermal resistances were measured. The thermal resistances of these microorganisms changed greatly depending upon the heating method. The D values of yeast in *takju* were 3.5 min at 65°C and 0.46 min at 80°C in cap-tube, and 7.1 sec at 65°C and 2.3 sec at 80°C in a continuous coil heat exchanger. Those of molds were 2.7 min at 65°C and 0.25 min at 80°C in cap-tube, and 3 sec at 65°C and <1 sec at 80°C in the coil heat exchanger. The acidity and pH did not change at 30°C for two weeks after pasteurization by heating in the coil heat exchanger at 65°C for 17 sec, but the viscosity increased slightly by the heat treatment. Significant differences in sensory quality, especially the formation of burnt smell and bitterness by heating *takju* for 12D of yeast at 70, 80 and 85°C, respectively, were observed and this resulted in the significant reduction in overall likeness of pasteurized *takju*. However, when the heating temperature was fixed to 80°C, the overall likeness of pasteurized *takju* did not affected significantly by the heating time ranging from 8D to 12D of yeast. It was concluded that the optimum pasteurization condition of *takju* in a continuous heat exchanger was heating at 80°C for 23 sec(10D of yeast).

Key words : *takju*, microbial thermal resistance, pasteurization, sensory quality

#### 서 론

최근 경제수준의 향상과 식생활습관의 변화에 의하여 전통탁주의 소비가 급속히 감소되고 있다. 이것은 주로 탁주의 저장성, 편이성, 소화성이 불량함에 기인하는 것이며 소비자의 기호에 맞는 품질 향상과 제품개발이 미진하였던 결과인 것이다. 탁주의 저장성과 편이성을 향상시키기 위하여는 적절한 저장방법 및 포장방법의 개발이 가장 시급한 과제로 인식되고 있으나 이를 위한 기초연구들이 거의 수행되지 않고 있다. 탁주의 관능적 품질요소를 규명하고 공정개선이나 포장방법 등의 새로운 제품개발이 소비자의 기호에 미치는 영향에 대한 체계적인 조사가 필요한 것이다.

탁주의 재래식 발효공정은 곡자와 주모를 사용하는 자연발효 형태이므로 여러 가지 미생물이 생육할 수 있다.

이 등<sup>(1)</sup>과 신 등<sup>(2)</sup>에 의하면 탁주속에는 *Mucor*속을 비롯하여 *Rhizopus*, *Aspergillus*속 등의 곰팡이와 *Saccharomyces*, *Phichia*, *Candida*, *Torulopsis*, *Hansenular*속 등의 효모, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Aerobacter*, *Pseudomonas*속 등의 세균들이 생육하고 있는 것으로 보고되고 있다. 그러므로 이들 모든 미생물들이 생탁주의 저장유통기간 중에 일어나는 변질에 참여할 수 있다.

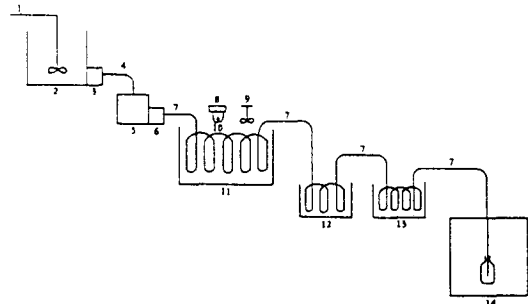
약탁주의 부패와 산패의 원인은 발효액 중에 있는 잡균이나 초산균의 번식에 의한 것으로 알려져 있으며<sup>(3)</sup> 이들을 저온 살균처리에 의하여 사멸시킴으로서 저장기간을 연장하려는 시도가 있었다<sup>(4)</sup>. 또한  $\gamma$ -ray와 가열처리를 병행하여 저장성을 조사해본 결과 저장기간을 20일까지 연장시킨 연구도 보고되고 있다<sup>(5)</sup>. 이들 연구결과에 의하면 탁주의 저장성은 어느정도 연장시킬 수는 있으나 열처리 혹은 방사선조사에 의한 강한 약취(화독내)의 생성과 변색, 층분리 등의 물리적 성상의 변화로 인하여 상품성을 상실하게 되는 문제점을 아직 해결하지 못하고 있다.

이 등<sup>(6)</sup>은 Tetra-pak에 살균포장된 탁주의 관능적 품

Corresponding author : Cherl-Ho Lee, Department of Food Technology, Korea University, 1, 5-Ka, Anam-dong, Sungbuk-Ku, Seoul 136-701, Korea

**Table 1. Pasteurization temperature, CUT and pasteurization time of *takju* in a cap-tube test**

Pasteurization temperature (°C)	Come-up time (sec)	Pasteurization time (min)
60	93	0. 5. 10. 15. 20
65	107	0. 5. 10. 15. 20
70	114	0. 3. 6. 9. 12
75	130	0. 2. 4. 6. 8



**Fig. 1. The schematic diagram of a coil-type heat exchanger for *takju* pasteurization**

1. stirrer ; 2. container ; 3. open valve ; 4. transfer tube ; 5. motor pump ; 6. control valve ; 7. connection tube ; 8. sub-heater ; 9. water stirrer ; 10. heating coil ; 11. water bath ; 12. pre-cooling section ; 13. cooling section ; 14. sampling box

질변화를 조사하기 위하여 탁주의 관능적 품질특성에 대하여 고찰하였으며 열처리 정도에 따라 품질변화가 크게 일어남을 확인하였다. 탁주의 열처리 과정 중에 일어나는 품질저하 정도는 온도와 시간의 함수인 것으로 밝혀졌으며 적정 저장성을 갖게하는 최저수준의 살균조건을 수립하는 것이 필요함을 인식하였다. 이러한 최저 살균조건을 수립하기 위하여는 탁주의 변질에 관여하는 주요 미생물들의 열 저항성을 파악하고 이들을 최대한 사멸 혹은 불활성화시키면서 생탁주의 맛을 유지할 수 있는 열처리 조건을 찾아야 한다.

따라서 본 연구에서는 탁주내 주요 미생물의 열 저항성을 정치상태의 열처리와 연속식 열 교환기를 통하여 흐르는 상태에서의 열처리 조건에서 각각 구하여 비교하였다. 또한 Tetra-pak에 살균포장되는 조건과 유사한 coil형 열 교환기에서 살균된 탁주의 관능적 품질과 저장성을 검토하였다.

**재료 및 방법**

**실험재료**

본 실험에 사용한 탁주는 서울탁주제조협회에서 제조된 것을 시중에 유통되는 것과 동일한 조건으로 하기 위하여 제성 후 2일간 상온에둔 후 실험에 사용하였다

**Cap-tube내의 열저항성 측정**

미리 살균된 15 ml용 cap-tube(외부직경 15 ml)에 10 ml의 탁주시료를 담고 일정온도의 열탕수조에서 가열하였다. Cap-tube 중의 하나에는 시료를 담고 thermocouple을 장착하여 tube내의 실제 탁주온도를 측정하였다. 수조의 온도를 살균온도로 맞추어 놓고 탁주온도가 원하는 살균온도(T)의 T-2°C에 도달하였을 때를 0시간으로 잡고 그때까지 걸린 시간을 도달시간(CUT: come up time)으로 하였으며 이 때부터 경과한 시간을 살균시간으로 하였다.

Table 1은 각 살균온도에 도달하기 위한 CUT와 살균시간을 나타내었다.

살균종료 후 cap-tube를 꺼내 얼음 수조에 담구어 급냉한 후 시료를 무균적으로 취하여 실험배지를 접종하였다. 효모와 곰팡이의 균수측정을 위하여 malt extract

agar를 사용하였으며 배지 pH를 3.8로 조절하기 위하여 10% 젖산용액을 첨가하였다. 탁주시료를 배지의 표면에 도말 접종하여 30°C에서 2일간 배양하였다.

유산균의 유무를 확인하기 위하여 MRS agar, acetate agar 및 GYP agar를 사용하였다<sup>(7)</sup>. 혐기성조건을 조성하기 위하여 접종 후 agar 배지를 덮어 30°C에서 2일간 배양하였다. 일반세균의 총균수를 측정하기 위하여 PCA 배지를 사용하였으며 30°C에서 2일간 배양하였다.

**Coil형 열 교환기내에서의 열 저항성 측정**

Fig. 1은 실험실에서 자체제작한 coil형 열 교환살균기의 도식도이다.

가열처리순서는 먼저 원료통에 숙성된 탁주를 채우고 고형분의 침전을 방지하기 위하여 교반시키며 일정시간이 경과한 후 open valve를 열면 tube를 통해 motor pump로 이송된다. 이어 motor pump를 작동시키면 가열된 coil속을 원료가 통과 하면서 가열처리되는데 이때 가열처리시간은 control valve와 coil수를 조절하여 정하였다. 또한 coil 주위의 열수의 급격한 온도저하와 온도불균일을 방지하기 위하여 water bath내의 stirrer와 보조 heater를 설치하였다. 이와 같이 가열처리된 탁주를 연결 tube를 통하여 수도물속의 1차 냉각 coil과 여름물속의 2차 냉각 coil을 통과하면서 7°C 이하로 냉각시킨 후 sampling box 내에서 무균적으로 시료를 채취하였다.

Coil형 살균장치내에서 온도분포를 측정하기 위하여 일정한 water bath온도 80, 75, 70, 65, 60, 55, 50°C에서 가열처리시간 10, 15, 25, 40초 동안 가열처리한 탁주의 온도를 측정하였다. Fig. 2는 각 열탕수조의 일정온도에서 가열시간에 따라 coil속을 통과하는 탁주의 온도변화를 나타낸 그래프이다. Water bath 온도 80°C인 경우 10초 동안 가열처리로 70°C까지 가열되었고 처리시간 15초

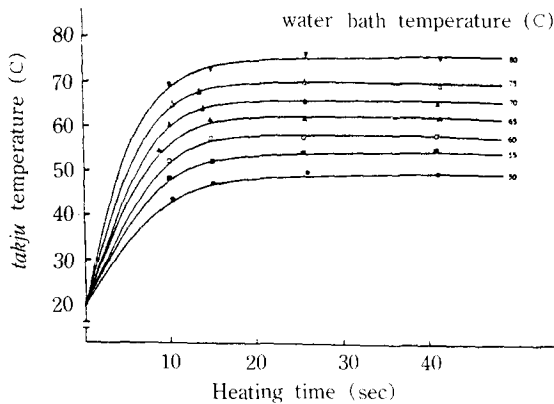


Fig. 2. Temperature profile of coil-type heat exchanger in various water bath temperature

이후부터는 73°C로 거의 일정한 온도분포를 나타냈으며 다른 water bath 온도에서도 같은 경향을 나타내었다. 따라서 본 실험에서 사용한 coil형 살균장치에 come up time을 15초로 정하였다.

탁주내의 효모와 곰팡이의 열 저항성을 측정하기 위하여 효모의 경우는 가열처리온도 47, 50, 55, 60°C에서, 곰팡이의 경우는 가열처리온도 47, 50, 53, 56, 59°C에서 5~75초간 가열처리한 탁주를 당일(0 day) 1ml씩 취하여 tryptone-salt solution으로 10배 희석시키고 이들 희석액의 1ml를 취하여 malt extract agar 배지<sup>17)</sup>에 확산시킨 후 30°C에서 48시간 배양하여 colony 수가 30~300개가 나타나는 평판을 선택하여 생균수를 측정하고 이로서 각 온도에서의 효모와 곰팡이의 D-value를 구하고 이것으로부터 Z-value를 구하였다.

Coil heat exchanger에서 가열처리된 탁주의 세균수를 조사하기 위하여 가열처리온도 50°C에서 80°C까지 5°C 단위로 17초간 가열처리한 탁주를 저장 중 1ml씩 취하여 tryptone-salt solution으로 10배 희석시키고 이들 희석액의 1ml를 취하여 yeast glucose lemco agar 배지<sup>17)</sup>에 확산시킨 후 30°C에서 48시간 배양하여 colony 수가 30~300개가 나타나는 평판을 선택하여 생균수를 측정하였다.

#### 저장 중의 품질변화 측정

Coil형 열 교환 살균기에서 가열처리된 탁주의 저장 중의 품질변화를 조사하기 위하여 50°C에서 80°C까지 5°C 단위로 17초간 가열처리한 탁주를 30°C로 저장하면서 산도, pH, 점도를 측정하였다.

산도의 측정은 시료를 여과지(Watman no.4)로 여과시킨 후 그 여액을 10ml 취하여 혼합지시약(Bromothymol blue+Neutral red)을 2-3적 가한 후 0.1N NaOH 표준용액으로 적정하여 산도를 산출하였다<sup>18)</sup>.

pH는 Horiba pH meter(M-8L, Japan)을 사용하여

방법으로 측정하였다. 점도 측정은 상온으로 유지시킨 시료를 9ml 취한 후 Haake Viscometer(M-VT181&VT 24, Germany)을 사용하여 spindle의 회전속도를 달리 하면서 torque의 변화를 관찰하여 일정한 증밀림속도에서 겔보기 점도를 측정하였다<sup>19)</sup>.

#### 살균조건에 따른 관능적 품질변화의 측정

가열처리온도 85, 80, 75°C에서 동일한 살균효과 즉 효모의 12D에 상당하는 열처리를 가한 탁주를 열처리하지 않은 시판탁주(A)와 비교하여 냄새, 색깔, 입안느낌, 맛의 강도 및 이들의 기호도에 대하여 이점대비법으로 실험하였으며 그 방법은 대단히 강하다를 7점, 대단히 약하다를 1점으로 하여 7점 scale로 하여 측정된 후 Scheffe 방법의 의한 분산분석과 Duncan의 다범위 검정을 통하여 해석하였다<sup>10)</sup>. 검사항목은 이 등<sup>6)</sup>의 결과에 따라 시큼한 냄새, 화독냄새, 알콜냄새, 신맛, 떼은 맛, 쓴맛, 단맛, 백색도, 걸죽한 정도 및 청량감에 대하여 조사하였다.

동일한 가열처리온도 80°C에서 살균시간 즉 효모의 8D, 10D, 12D에 상당하는 열처리를 가한 탁주를 열처리하지 않은 시판탁주(A)와 비교하여 냄새, 색깔, 입안느낌, 맛의 강도 및 이들의 기호도에 대하여 위와 동일한 방법으로 실험 및 해석하였다.

## 결과 및 고찰

#### 생탁주 내의 미생물

양조장에서 제정된 탁주를 2일간 상온에서 보관한 후 측정된 각종 미생물균수는 Table 2와 같다. 탁주내의 생균수를 보면 알콜 발효에 사용되었던 효모가 주종을 이루며 곰팡이도 다량 들어 있음을 알 수 있다. 그러나 유산균은 검출되지 않았으며 세균은 10<sup>6</sup> 정도로 다른 효모나 곰팡이에 비하여 적게 들어있음을 알 수 있었다.

#### Cap-tube에 의한 탁주내 미생물의 열 저항성

탁주의 효모 및 곰팡이의 열 저항성을 알기 위하여 cap-tube를 이용하여 60~75°C 사이의 각 온도에서 각기 다른 시간 동안 가열한 후 생잔균수의 변화를 반대수 좌표에 표시한 결과 직선적 사멸곡선을 얻었다. 즉 효모와 곰팡이의 경우 모두 가열시간에 대하여 지수적 감소추세를 나타내었으며 이로부터 구한 D값은 Table 3과 같다. 효모의 D값은 60°C에서 7분이나 75°C에서는 0.5분 정도로 감소되었으며 곰팡이도 60°C에서 5분 70°C에서 1.1분 정도로 감소하였다. 이들 값을 log D값과 온도의 좌표에 그려본 결과 내막적인 직선관계를 나타내었다. 이로부터 구한 Z값은 효모의 경우 17°C, 곰팡이의 경우 15.3°C이었다(Table 3).

Cap-tube 가열 살균에 의하여 탁주내의 세균수는 최

**Table 2. Initial cell count of fresh takju**

Microorganism	CFU/ml
Yeast	10 <sup>8</sup>
Mold	10 <sup>7</sup>
Lactobacillus	0
Total bacterial count	10 <sup>6</sup>

**Table 3. Thermal resistance of yeast and mold in takju measured by static cap-tube heating system**

D value(min)	Yeast	Mold
D <sub>60</sub>	6.989	5.00
D <sub>65</sub>	3.543	2.70
D <sub>70</sub>	1.795	1.11
D <sub>75</sub>	0.513	-
Z value(°C)	16.95	15.31

초의 10<sup>6</sup> 수준에서 5×10<sup>3</sup> 수준으로 감소하였다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 이러한 감소는 65°C 이상에서 가열살균 초기단계 즉 도달시간(CUT) 동안에 일어난 것이며 그 이후 20분 동안 살균하여도 그 수는 변하지 않았다. 이것은 살균초기에 대부분의 영양세포가 사멸되나 세균포자는 살아남아 75°C 수준에서도 파괴되지 않음을 나타내는 것이다.

**Coil형 살균장치에 의한 탁주내 미생물의 열 저항성**

가열처리온도 47~60°C 범위에서 처리시간 5~75초간 가열처리한 탁주내의 효모 및 곰팡이의 생산곡선은 Fig. 4 및 5에서 보인 바와 같이 반대수좌표에서 직선적 감소 추세를 나타내어 지수적 사멸곡선으로 추정할 수 있었다.

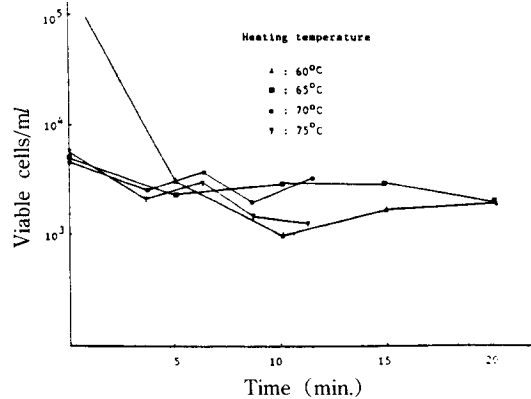
이들 결과에서 얻은 효모와 곰팡이의 D-value를 비교하여 보면(Table 4) 가열처리온도 53°C 이하에서는 곰팡이가 효모에 비하여 내열성이 크지만 열처리온도가 증가함에 따라 내열성이 급격하게 작아짐을 관찰할 수 있었다.

따라서 Table 4의 D-value로부터 계산한 효모와 곰팡이의 Z-value는 각각 29.7°C와 15.2°C로 탁주내의 효모는 곰팡이에 비하여 내열성이 큰 것으로 나타났다.

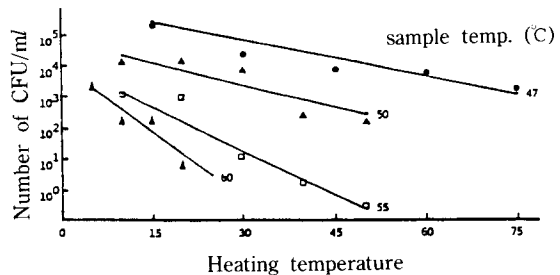
가열처리된 탁주 중에 남아있는 세균수는 가열처리온도 60°C 이상일 경우 세균수가 10<sup>2</sup>~10<sup>3</sup> cfu/ml 정도로 크게 감소하였으며 cap-tube 시험에서와 마찬가지로 저장기간 20일 동안 세균수는 크게 증가하지 않는 것으로 나타났다.

**가열살균시간의 예측**

Cap-tube와 coil형 살균장치에서 각각 구한 효모와 곰팡이의 D-value 및 Z-value로부터 65°C 이상에서의 D-value와 가열살균 시간을 계산하여 비교하였다.



**Fig. 3. Number of viable bacterial cells after thermal treatment in cap-tube at different temperature**



**Fig. 4. Destruction curves of yeast in takju during the pasteurization in coil-type heat exchanger**

Table 5는 cap-tube에서 얻은 결과로부터 80°C에서 100°C 사이의 높은 온도에서의 효모와 곰팡이의 D-value를 계산한 것이다. 효모의 경우 80°C에서 D-value 0.46분(28초), 100°C에서 0.03분(2초) 수준이었으며 곰팡이는 80°C에서 0.25분(15초), 100°C에서 0.01분(0.7초) 수준이었다.

Table 6 및 7은 coil형 살균장치에서 얻은 결과로부터 65°C 이상에서의 효모와 곰팡이의 D-value를 비교하고 예측되는 생산균수와 실측치를 비교한 것이다. 효모의 경우 65°C에서의 D-value는 7.1초이며 80°C에서 2.3초로 예측되었다. 이 값은 cap-tube 결과에 비교하여 대단히 낮은 값으로 1/12에 해당한다. 곰팡이의 경우에도 coil형 살균장치에서 65°C의 D-value는 3초, 80°C에서는 1초 이하로서 cap-tube의 수준 1/3 수준에 해당되었다. 이것은 정치상태의 cap-tube 가열보다 coil내에서 가열되는 경우 미생물의 사멸효과가 크게 증대되는 것을 나타내고 있다. 일반적으로 효모나 곰팡이의 D<sub>65.5</sub>는 0.5~1.0분, Z-value는 4.4~5.6°C로 알려져 있으나<sup>(11)</sup> 본 실험에서의 cap-tube 실험에서는 이 값보다 크게 나왔고 coil형 살균기에서 훨씬 적게 나타났다. 본 실험에서는 가열 매체가 순수한 물이 아니라 산과 알콜을 함유한 특수한

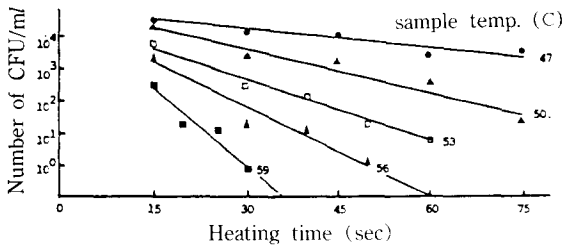


Fig. 5. Destruction curves of mold in *takju* during the pasteurization in coil-type heat exchanger

Table 4. The D and Z value of yeast and mold in *takju* determined by a coil-type heat exchanger

D value (sec)	Yeast	Mold
D <sub>60</sub>	9.9	-
D <sub>59</sub>	-	7.1
D <sub>56</sub>	-	11.2
D <sub>55</sub>	14.9	-
D <sub>53</sub>	-	18.0
D <sub>50</sub>	20.8	27.6
D <sub>47</sub>	27.8	45.1
Z value(°C)	29.7	15.2

경우이므로 이 속에서 가열되는 미생물의 내열성을 문헌의 값들과 직접 비교할 수는 없을 것으로 판단된다.

Coil형 살균기에서 예측된 D-value로부터 65~80°C 사이에서 17초 동안 가열하였을 때 예상되는 생존균수와 실측된 균수를 비교하여 본 결과 살균 3일 후의 균수와 대체로 잘 일치하였다. 열처리 직후에 취한 시료를 희석하여 malt extract agar 평판 배지에 배양하였을 때 효모 및 곰팡이의 생육이 관찰되지 않았다. 이것은 heat-shock에 의한 일시적인 균체 불활성화에 기인하는 것으로 사료된다.

효모의 경우(Table 6) 65°C에서 17초간 가열하였을 때 예상되는 생존균수는  $4.0 \times 10^5$  cfu/ml이었으며 살균

Table 5. The estimated D values(in min)of yeast and mold in *takju* at different temperatures in cap-tube heating

Temp. (°C)	Yeast	Mold
80	0.461	0.247
82	0.351	0.182
84	0.268	0.135
86	0.204	0.100
88	0.155	0.074
90	0.118	0.055
92	0.090	0.040
94	0.069	0.030
96	0.052	0.022
98	0.040	0.016
100	0.030	0.012

3일 후의 시료에서  $5.2 \times 10^5$  cfu/ml 검출되었다. 80°C 가열에서는 예측치가 4.1 cfu/ml이었으며 3일 후의 실측치는 64 cfu/ml로 나타났다. 곰팡이의 경우(Table 7) 65°C에서 17초 가열로 220 cfu/ml의 생존이 예측되었으며 실제로는 3일 후 20 cfu/ml로 나타났고, 80°C에서는 <1이었으며 실측치는 <1로 나타났다. 따라서 coil형 살균장치에서 구한 열 저항성 지수들은 실제 살균효과를 예측할 수 있는 범위라고 판단되었다.

저온살균 탁주의 저장 중 품질변화

Coil형 살균장치를 이용하여 여러 수준의 열처리온도로 살균한 탁주와 가열처리하지 않은 시판탁주의 저장기간 중 산도변화를 Fig. 6에 나타내었다. 산도의 경우 가열처리온도 65°C 이상에서는 저장기간 중 거의 변화가 없었으나 가열처리온도 60°C 이하와 생탁주의 경우는 저장기간 3일 이후부터 산도가 완만하게 증가하여 생산미생물에 의한 탁주의 변패를 나타내고 있다. pH의 경우는 일반적으로 산도가 증가함에 따라 pH는 감소하지만<sup>3)</sup> 본 실험에서는 신선탁주의 4.0에서 가열저장 중 4.6으로 증가하는 경향을 나타내었다.

Fig. 7은 가열처리온도에 따른 탁주의 저장기간 중 집

Table 6. Estimated D values, pasteurization values(p.V)and viable number of yeast after coil-type heating at the elevated temperatures for 17 seconds and the actual viable number of yeast

Heating temperature (°C)	Estimated		Estimated viable cells after heating	Actual cell/ml during storage(30°C)		
	D-value (sec)	p.V. <sup>a)</sup>		0day	3days	7days
80	2.3	7.4	$4.1 \times 10^9$	<1	$6.4 \times 10^1$	$1.2 \times 10^3$
75	3.3	5.2	$7.1 \times 10^2$	<1	$2.7 \times 10^3$	$3.2 \times 10^4$
70	4.9	3.5	$3.4 \times 10^4$	<1	$4.2 \times 10^4$	$1.2 \times 10^5$
65	7.1	2.4	$4.0 \times 10^5$	<1	$5.2 \times 10^5$	$2.5 \times 10^7$

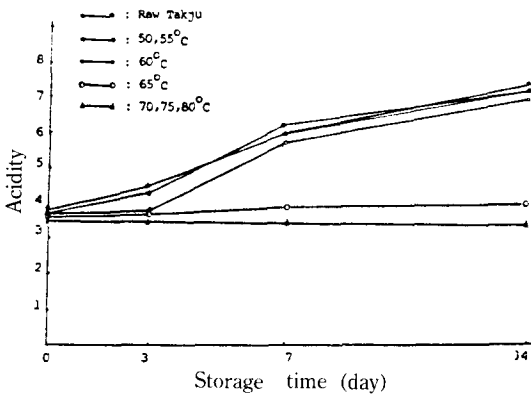
<sup>a)</sup>p.V. : pasteurization value  
The initial cell number of yeast was  $10^8$ /ml

**Table 7. Estimated D values, pasteurization values(p.V.) and viable number of mold after coil-type heating at the elevated temperatures for 17 seconds and the actual viable number of mold**

Heating temperature (°C)	Estimated		Estimated viable cells after heating	Actual cell/ml during storage(30C)		
	D-value (sec)	p.V. <sup>a)</sup>		0day	3days	7days
80	<1	-	-	<1	<1	<1
75	<1	-	-	<1	<1	<1
70	1.4	12.1	$7.2 \times 10^{-3}$	<1	<1	<1
65	3.0	5.7	$2.2 \times 10^2$	<10	20	$1.0 \times 10^2$

<sup>a)</sup>p.V. : pasteurization value

The initial cell number of mold was  $10^2$ /ml

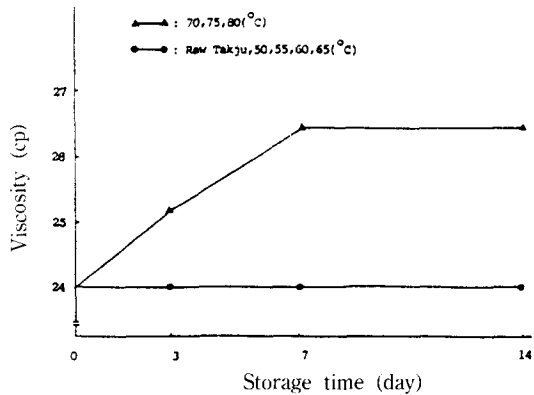


**Fig. 6. Changes in the acidity of takju during storage after heating in a coil-type heat exchanger**

도의 변화를 나타낸 그래프이다. 가열처리온도 65°C 이하에서는 저장기간 중 거의 변화가 없었으나 가열처리온도 70°C 이상에서는 저장기간 7일까지 급격히 증가하며 이후에는 거의 변화가 없는 것으로 나타났다.

**살균조건에 따른 관능적 품질변화**

처리온도 75, 80, 85°C에서 살균가가 효모의 12D에 도달하는 시간동안 가열처리한 탁주와 가열처리하지 않은 시판탁주(A)와의 관능적 품질을 비교한 결과를 보면 화독냄새에서 1%, 맛의 경우 쓴 맛에서 5%, 기호도의 경우 냄새, 입안느낌, 전체기호도에서 각각 5%의 유의차를 나타내었다(Table 9). 시판생탁주는 가열처리시료에 비하여 뚜렷한 차이를 보였으며 가열처리온도가 증가함에 따라 화독냄새가 계속 증가함을 확인할 수 있었다. 맛의 경우 쓴 맛은 85°C로 가열처리한 탁주가 가장 쓴 맛을 나타내었고, 시판탁주가 가장 낮은 값을 나타내었고, 가열처리하지 않은 시판탁주와 가열처리한 탁주와 뚜렷한 차이를 보여주었다. 냄새기호도의 경우 85°C로 가열처리했을 때 기호도가 낮아지며 다른 시료들과 차이가 있음을 알 수 있었다. 입속의 느낌기호도의 경우 시판탁주와 80°C 처리구는 75°C와 85°C 처리구에 비하여 차이가 있음을 알 수 있었으며, 기호도 순위에서는 시



**Fig. 7. Changers in the apparent viscosity of takju during storage after heating in a coil-type heat exchanger**

판탁주가 가장 좋은 것으로 나타났다. 전반적인 기호도의 경우 시판탁주가 가장 좋게 평가되었으며 가열처리시료 가운데서는 80°C로 처리한 탁주가 가장 좋게 평가되었다.

또한 Table 9에 나타난 바와 같이 통계적인 유의차가 인정되지 않는 항목에서도 냄새의 경우는 가열처리온도가 증가함에 따라 시큼한 냄새는 감소하였고 화독 냄새는 증가하였으며 냄새기호도와 비교해 본 결과 탁주의 바람직한 냄새는 시큼한 냄새이고 바람직하지 않은 냄새는 화독냄새인 것을 알 수 있었다. 백색의 경우 가열처리온도가 증가함에 따라 백색 정도가 강해졌으며 색깔기호도 역시 가열처리함에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 맛의 경우 쓴 맛이 강할수록 기호도에 나쁜 영향을 주는 것으로 나타났으나 입속느낌의 경우 청량감이 강할수록 기호도가 좋은 것으로 나타났다. 따라서 동일한 살균효과에서 가열처리온도 85, 80, 75°C로 처리한 시료 중 최적의 가열처리온도는 80°C로 판단되었다.

가열처리온도를 80°C로 정하고 가열처리시간을 효모의 살균가 8, 10, 12D에 상당하는 기간 동안 처리한 탁주와 가열처리하지 않은 시판탁주(A)와 비교 실험한 결과를 보면 화독 냄새에서만 1%의 유의차를 나타내었으며 시

**Table 8. Rank order of sensory parameters of *takju* treated at different temperatures in a coil-type heat exchanger<sup>a</sup>**

Sensory parameters		Fresh	75C	80C	85C
Smell	Acidic	1	2	3	4
	Burnt <sup>b</sup>	4b	3a	2a	1a
	Alcoholic	1	3	2	4
Color	White	3	4	2	1
Taste	Sour	2	3	1	4
	Bitter <sup>b</sup>	4b	2a	3a	1a
	Astringent	4	2	1	3
	Sweet	1	2	4	3
Mouthfeel	Thickness	3	2	1	4
	Carbonated	1	3	2	4
Likeness	Smell <sup>b</sup>	1a	3a	2a	4b
	Color	4	3	1	2
	Taste	1	3	2	4
	Mouthfeel <sup>b</sup>	1a	4b	2a	3a
	Overall <sup>b</sup>	1a	3b	2b	4b

<sup>a</sup>1 : Strongest (most like), 4 : Weakest (most dislike)

<sup>b</sup>Significant difference between samples,

a, b : Significant difference ( $P < 0.05$ ) between a and b

**Table 9. Rank order of sensory parameters of *takju* heated at 80C for different periods in coil-type heat exchange exchanger<sup>a</sup>**

Sensory parameters		Fresh	8D	10D	12D
Smell	Acidic	1	4	2	3
	Burnt <sup>b</sup>	4b	3b	2a	1a
	Alcoholic	1	2	3	4
color	White	1	3	2	4
Taste	Sour	1	4	3	2
	Bitter	4	2	3	1
	Astringent	4	2	1	3
	Sweet	1	3	2	4
Mouthfeel	Thickness	3	4	2	1
	Carbonated	1	2	4	3
Likeness	Smell	1	2	3	4
	Color	1	3	2	4
	Taste	1	3	2	4
	Mouthfeel	1	3	2	4
	Overall	1	2	3	4

<sup>a</sup>1 : Strongest (most like), 4 : Weakest (most dislike)

<sup>b</sup>Significant difference between samples,

a, b : Significant difference ( $P < 0.95$ )

료간 차이를 보면 12D는 생탁주와 8D 및 10D에 비하여 유의적인 차이를 보이고 있었다. Table 9의 결과로 볼 때 냄새의 경우 가열처리시간이 증가함에 따라 알콜냄새는 감소하였고 화독냄새는 증가하였으며 냄새기호도와

비교해 본 결과 시판탁주를 제외하고는 8D가 적절한 것으로 나타나고 색깔기호도의 경우는 가열처리시간이 증가함에 따라 쓴 맛이 증가하며 입속느낌에서는 청량감이 시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 전체적인 기호도에서는 시판탁주를 제외하고는 8D가 관능적 선호도에서 적합한 것으로 나타났으나 색깔 기호도, 맛 기호도, 입속느낌 기호도의 경우에는 오히려 10D의 경우가 좋게 나타났으며 8D의 결과와 커다란 차이를 보이지 않았다. 따라서 탁주의 저장성을 고려한 최적의 저온살균조건은 연속식 열교환기의 80C에서, 10D에 해당하는 23초간 가열하는 것이 가장 적당하다는 결론을 지을 수 있었다.

## 요 약

탁주의 저장성에 영향을 미치는 미생물의 열저항성을 측정하고 이들 미생물에 대한 상업적 살균조건을 수립하였다. 대부분의 탁주내 세균 영양세포는 60C의 가열에서 파괴되었으며 생산 포자형성균은 저장기간 중 거의 증식되지 않았다. 따라서 탁주의 저장 중 품질저하를 일으키는 미생물은 효모와 곰팡이류로 판단되었다. 정지형 cap-tube 가열에서 효모의 D-value는 65C에서 3.5분, 80C에서 0.46분이었으며 곰팡이는 65C에서 2.7분, 80C에서는 0.25분이었다. 그러나 연속식 coil형 열교환기를 사용할 경우 효모의 D-value는 65C에서 7.1초, 80C에서 2.3초로, 곰팡이의 경우 65C에서 3초, 80C에서 1초 이하로 크게 낮아졌다. 연속식 코일형 열교환기에서 65C 이상의 온도에서 17초간 가열한 탁주는 30C에서 2주간 저장하는 동안 산도 및 pH변화를 보이지 않았으나 점도가 다소 증가하는 경향을 보였다. 효모의 살균효과 12D를 얻기 위한 가열온도가 70C에서 85C로 증가할수록 화독냄새와 쓴 맛은 증가하였으며 따라서 탁주의 전체적인 기호도가 저하하였다. 그러나 80C에서 가열시간을 8D에서 12D로 증가시킬 경우 온도증가에서처럼 커다란 품질변화가 나타나지 않았다. 광범위한 품질평가시험결과 연속식 살균장치에서 80C에서 탁주효모의 10D에 해당하는 23초동안 가열살균하는 것이 탁주의 저온살균조건으로 가장 적합하다는 결론을 얻었다.

## 감사의 말

이 연구는 Tetra Pak Korea Pte. Ltd., 원진산업(주), 및 서울 탁주제조협회의 연구비 지원으로 수행되었으며 심심한 감사를 드리는 바이다.

## 문 헌

1. 이주식, 이태우 : 탁주의 microflora에 관한 연구, 한국 미생물학회지, 8, 116(1970)

2. 신용두, 조덕현 : 탁주발효에 있어서 발효미생물군의 변화에 대하여, 한국미생물학회지, 8, 53(1970)
3. 오세복, 조성오 : 막걸리의 살균에 따른 성분변화 및 주질검토, 국세청 기술 연구소, 연구소보, 5(1986)
4. 전기선 : 부패되지 아니하는 병약탁주의 저장법, 대한민국 특허공보 제237호, 7월 31일(1972)
5. 이근배, 김종협 : 방사선 조사에 의한 한국산 탁주 및 약주의 Shelf-life연장에 관한 연구, 한국미생물학회지, 7, 46(1969)
6. 이철호, 이현덕, 김지용, 김기명 : 탁주의 관능적 품질 요소와 이들의 열처리에 의한 변화, 한국식품화학회지, 4, 405(1986)
7. McCance H. : *Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology*, Academic Press, p.350, 378(1976)
8. 국세청 기술연구소 : 탁주제조강본(1985)
9. 한익, 태원택, 김영옥, 이준경, 이철호 : 루핀콩 단백질 농축물을 이용한 두유의 유산 발효에 관한 연구, 한국산업미생물학회지, 13, 191(1985)
10. 이철호, 이진근, 채수규, 박봉상 : 식품공업 품질관리론, 유림문화사, p.149(1984)
11. 한봉호 : 식품의 가열살균, 식품공학, 한국식품과학회편 (1984)

---

(1990년 9월 7일 접수)