

◆ 원 서 ◆

저선량 방사선 처리가 탁주 품질특성에 미치는 영향

이윤규 · 탁은미 · 김보미나 · 서충원 · 최승환 · 신용섭 · 김선철

대구보건대학교 방사선과

Effect of Low-Dose Radiation on Quality Characteristics of Takju

Yun Gyu Lee · Eun Mi Tak · Bo Mi Na Kim · Choung Won Seo ·

Seung Hwan Choi · Yong Seob Shin · Seon Chil Kim

Department of Radiologic Technology, Daegu Health College

Abstract

This research investigated how low dose radiation affected the quality characteristics of Takju. The treatment group were the quality characteristics of control group, Takju treated by radiation of separate 4, 7, 10 Gy and sterilized Takju. We measured pH, titratable acidity, alcohol, brix, total viable cell count, Hunter's color values, sensory characteristic. As a result, We discovered there were minute changes in pH, titratable acidity, alcohol, brix, total viable cell count. Likewise, The color appeared changes on separate radiation dose. In the sensory characteristic, People's preference ranked better than average level according to priority Takju treated by 4, 7, 10 radiation. In conclusion, Low dose radiation had little effect on the quality characteristics of Takju. However, Takju received a favorable review by some people In test of taste such as after taste. So We thought, such as preservation, the research using the radiation should be continually conducted.

Key Words : Takju, Low level irradiation, Quality characteristics

I. 서 론

막걸리, 농주 등으로 불리는 탁주는 대표적인 우리나라 재래주로서 가장 오랜 역사와 함께 우리에게 친숙한 술로 전통주의 계승 발전 측면에서 중요한 의미를 가진다.^{1~3} 탁주는 보통 쌀과 누룩으로 만들며 누룩은 원래

한약의 일종인 신곡에서 비롯되었다. 탁주는 감미, 산미, 신미, 고미, 및 삭미의 오미가 고루 조화되어 있으며 특유의 지미와 청량미를 지닌 우리 고유의 발효주로서 생효모나 비타민 B군을 비롯한 라이신(Lysine)과 류신(Leucine) 등의 필수아미노산 및 글루타티온(Glutathione)을 함유하여 영양가가 풍부한 주류로 알려져 있다. 또한, 탁주는 식품학적, 영양학적 및 생리활성 물질 등의 기능성 가치가 높은 식품으로 알려져 있다.^{4~6} 특히 유산균이 많이 들어 있어 인체의 신진대사에 효과가 있고 또 단백질과 섬유질이 풍부하기 때문에 항암효과가 있고 고혈압 예방에도 좋다.^{7~10}

Received July 07, 2011/ 1st Revised July 28, 2011/ 2nd Revised August 12, 2011/ Accepted for Publication August 27, 2011

Corresponding Author: 김선철
(506-701) 대구광역시 북구 영송로 15번지
대구보건대학교 방사선과
Tel: 053) 320-1458 Fax: 053) 320-1449
E-mail: sunchil2@naver.com

한편, 본 실험의 매개체인 방사선은 물질을 통과할 때 물질의 원자나 원자단, 분자 등을 전리시켜 이온을 형성하게 되는데 이와 같은 성질을 지닌 방사선을 전리 방사선이라 한다. 이와 관련하여 FAO(United Nations Food and Agriculture Organization), IAEA (International Atomic Energy Agency), WHO(World Health Organization)와 코덱스 식품 규격 위원회에서 식품 및 의약품의 조사에 안전하게 이용될 수 있다고 밝혀졌다.^{11~12}

최근 식품에 방사선을 조사하여 제품의 품질특성에 기여하는 추세이며 일부 방송매체의 실험에서 와인에 방사선 처리 실험을 통해 맛의 긍정적 변화를 보도한 적이 있다. 따라서 우리나라의 전통 탁주인 막걸리에 저선량 방사선을 처리하면 품질특성에 어떤 변화가 있는지 실험하였으며, 일차적인 예비실험의 성격인 본 연구는 알코올 도수, 수소이온농도지수(pH), 당도, 산도, 색차, 총균수의 객관적 데이터를 제시하고 주관적인 관능 평가를 측정하여 탁주의 품질특성에 미치는 변화를 연구하고자 하였다. 또한 저선량 방사선 처리 탁주와 일반 탁주의 비교를 통해서 방사선 처리 탁주의 맛이 긍정적 변화를 유도하고자 하였다. 본 연구를 통해서 저선량 방사선 처리탁주의 품질 특성과 맛의 변화를 알아보고자 하였다.

II. 실험대상 및 방법

1. 실험 기기 및 재료

- 1) X선 발생 장치 : Varian Clinac ix, 2010 (Max, 10 MV)
- 2) 알코올도수 측정기 : KJELDAHL APPARATUS, C-H6
- 3) 수소이온농도지수(pH) 측정기 : 2000A, Sontex Instruments Co. Ltd.
- 4) 당도 측정기 : Handy refractometer, Atogo
- 5) 산도 측정기 : CORNING PC-4200
- 6) 색차계 : Minolta, CR-300
- 7) 총균수 측정 : Petri film Aerobic count plate, 3^M
- 8) 탁주 : 시중 G사에서 제조한 비살균 탁주 15000 ml, 살균 탁주 3750 ml

2. 실험 방법

시중에 판매되는 G사 비살균 탁주를 구입하여 방사선 발생장치로 4, 7, 10 Gy로 처리하였다. 방사선 처리된 실험군(4, 7, 10 Gy)과 대조군(비살균 일반 탁주)을 4°C에 저장하면서 실험 재료로 사용하였다.

1) 알코올 도수(%)

시료를 100 ml 등근 유리볼에 넣고 열을 가하여 알코올 70 ml를 분리한 후 H₂O 30 ml을 넣어 희석하여 100 ml를 다시 만들어 15°C를 유지해서 주정도를 측정 한 후 0.1도당 주정분 온도 환산표를 이용하여 알코올 도수(%)를 측정하였다.¹³

2) 수소이온농도지수(pH)

원심분리기(5,000 rpm)이용하여 10분 처리 후 pH meter로 측정하였다.

3) 당도

100 ml 메스실린더에 시료를 담은 후, Handy Refractometer를 이용하여 눈금을 측정하였다.

4) 산도

국세청 주류분석규정에 의해 1% Phenolphthalein을 이용하여 0.1N NaOH 용액으로 미적색(pH 8.3)이 될 때까지 적정하고 적정 소비량에 0.009를 곱하여 시료 중의 총산을 젖산으로 환산하였다.¹⁴

5) 색상

색도는 색차계로 Hunter scale 의 L값(Lightness), a값(Redness), 및 b값(Yellowness)으로 측정하였다.

6) 관능검사

처리된 탁주의 색상(color), 향(flavor), 맛(taste), 목 넘김(after-taste), 전반적인 기호도(overall taste)에 대하여 관능검사 패널요원은 소믈리에(Sommelier) 2명, 식품을 전공하는 학생들 중에서 맛과에 향에 대한 차이 식별 능력이 뛰어난 7명, 일반인 6명에 의해 5점 평점법으로 평가하였다. 즉, 색상, 냄새, 전반적인 기호도는 매우 나쁘다(1점), 나쁘다(2점), 보통이다(3점), 좋다(4점), 아주 좋다(5점) 으로 하였다(Table 1).¹⁵

7) 총균수 측정

시료에 10배량의 멸균한 0.85%(w/v) NaCl를 가한 후 스토마커로 균질화한 다음, 단계 희석하여 희석시료에 Plate Count Agar를 pour plating하고 35±1도 incubator에서 48시간 동안 배양한 후 나타난 colony를 계수하여 환산하였다.

Table 1. Types of professionals

Type	Career	Note
Expert(Sommelier)	25 year	Department of Hotel Restaurant Culinary -1
	1 year	Department of Hotel Restaurant Culinary -1
	Professor	Department of Hotel Restaurant Culinary -1
Student majored in Food	Grade 2	Department of Hotel Restaurant Culinary -2
	Grade 1	Department of Hotel Restaurant Culinary -4
Public	Grade 2	Department of Radiologic Technology -5

Ⅲ. 결 과

저선량 방사선 처리 후 pH, 당도, 알코올, 산도에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 2와 같았다. 특히, pH는 방사선 처리하지 않은 대조군보다 실험군의 값이 점차 감소하는 경향이 있었다. 당도는 측정결과 실험군(R-4)은 큰 변화가 보이지 않았으나 실험군(R-7, R-

10)에서는 감소하는 경향이 나타났다. 알코올 도수의 경우는 방사선 처리 선량이 높아질수록 약간 떨어졌다. 산도는 대조군보다 실험군이 높아지는 경향이 나타났다.

저선량 방사선 처리 후 탁주의 관능평가에 대한 결과는 Table 3과 같다. 색과 탁도, 향은 대조군이 높은 수치로 나타났다. 맛은 대조군보다 실험군(R-4, R-7)이

Table 2. Effect of Low-level irradiation on general compositions of Takju samples

	Takju ^a				Note (Sterilized Takju)
	C-0	R-4	R-7	R-10	
pH	4.30±0.01 ^b	4.20±0.03	4.10±0.05	4.10±0.02	4.20±0.06
Brix(%)	1.20±0.10	1.20±0.10	0.80±0.20	0.80±0.20	1.20±0.10
Alcohol(%)	5.00±0.10	4.80±0.20	4.80±0.10	4.60±0.20	6.20±0.20
Titrateable acidity(g/100ml)	0.39±0.03	0.47±0.04	0.44±0.05	0.43±0.02	0.46±0.02

^aC-0 ; Control(raw Takju), R-4 ; Takju treated by 4 Gy of radiation dose, R-7 ; Takju treated by 7 Gy of radiation dose, R-10 ; Takju treated by 10 Gy of radiation dose, ^bQuoted values are the averages of triplicate measurements, Standard deviations shown after ± 0.3, cAs tartaric acid.

Table 3. Sensory characteristic of Takju samples treated by radiation.

Characteristic ^a	Takju ^b				Note (Sterilized Takju)
	C-0	R-4	R-7	R-10	
Color and turbidity	3.43±1.35	3.20±1.25	3.24±1.50	3.15±1.50	2.98±1.25
Flavor	3.43±0.90	3.19±1.25	3.27±1.00	3.26±0.75	2.57±0.65
Taste	3.32±1.25	3.38±1.25	3.42±1.25	3.28±1.50	2.18±1.25
After-taste	3.20±1.00	3.14±1.10	3.28±1.00	3.73±1.50	2.66±2.00
Overall acceptability	3.39±1.00	3.15±1.15	3.28±0.08	3.41±1.25	2.35±1.40

^aMean ± standard deviation of triplicate experiments, Means of n=15 based on 5points score (very poor, 1; poor, 2; fair, 3; good, 4; very good, 5, ^bAbbreviations are specified in Table 2

Table 4. Hunter's color values in Takju samples treated by radiation.

Color value ^b	Takju ^a				Note (Sterilized Takju)
	C-0	R-4	R-7	R-10	
L (Lightness)	66.78±2.01c	63.10±0.93	63.73±2.18	63.58±0.92	63.96±2.31
A (Redness)	0.09±0.06	-0.30±0.07	0.20±0.04	-0.07±0.13	-0.04±0.02
B (Yellowness)	1.35±0.47	0.76±0.12	0.17±0.73	0.31±0.18	-0.60±0.32

^aAbbreviations are specified in Table 2, ^bL: lightness(100, white ; 0, black), a : redness(-, green ; +, red), b : yellowness(-, blue ; +, yellow), cColor Values are the Mean ± standard deviation of triplicate experiments.

Table 5. Total viable cell count of Takju treated by radiation

C-0	Takju ^a			R-10	Note (Sterilized Takju)
	R-4	R-7	R-10		
1.4 X 10 ³	2.3 X 10 ³	2.8 X 10 ³	2.0 X 10 ³	ND ^b	

^aAbbreviations are specified in Table 2, ^bND ; not detected, Unit is the Number of CFU/ml

높은 수치로 나타나는 경향을 보였고, 목 넘김과 전반적인 기호도는 실험군(R-10)이 높은 수치로 나타났다. 특히 소믈리에 전문가 집단에서는 목넘김의 평가에서는 매우 우수하다고 평가를 내렸다.

저선량 방사선 처리 후 탁주 색상 변화에 대한 결과는 Table 4와 같다. 밝기는 대조군보다 실험군이 낮은 수치로 나타났으며, 붉은 정도는 실험군(R-4)이 가장 낮은 수치로 나타났고, 실험군(R-7)은 가장 높은 수치를 보였다. 황색도는 대조군에 비해 실험군이 대체적으로 낮은 경향을 보였다.

저선량 방사선 처리 후 총 균수의 변화에 대한 결과는 Table 5와 같다. 각 탁주의 샘플 별로 희석 배수를 4배까지 희석하여 실험한 결과, 대조군의 총 균수와 실험군의 총 균수의 변화는 거의 없었다.

IV. 고찰 및 결론

방사선 처리 식품이 허가되고 있는 국제사회에서 우리나라에서도 고추장, 된장 등 발효식품의 살균, 발효억제를 위해 방사선 조사를 이용하고 있다.¹⁶ 이것을 바

탕으로 전통주인 탁주에 방사선을 조사하였을 경우 맛의 변화 및 특성의 변화를 알아보기 위하여 본 실험을 수행하였다. 알코올도수, pH, 당도, 산도에서는 무처리와 살균탁주는 큰 변화가 나타나지 않았다. 관능적 평가로 본 맛의 변화는 대조군 C-0보다 실험군 R-10의 알코올도수가 낮아짐으로써 부드러움이 생겨 목넘김의 점수가 미세하게 높게 나타났으며, 종합적인 기호도에 있어서도 미세하게 점수가 높은 것을 알 수 있었다. 또한 색상은 대조군인 C-0 밝기가 실험군인 R-4보다 높은 수치가 나타났고, 붉은 정도에 대한 수치는 실험군인 R-7이 가장 높은 반면, R-4가 가장 낮게 나타나는 경향을 보였으며, 황색도의 수치는 대조군에 비해 실험군이 대체적으로 낮은 경향을 보였다. 총균수 측정은 각 탁주의 샘플 별로 4배로 희석하여 실험한 결과, 대조군의 총 균수와 실험군의 총 균수의 변화는 거의 없었다.

본 연구를 통해 막걸리 시장이 급성장하며, 본격적으로 세계 시장 진출을 준비 중에 있음에도 불구하고 국내 막걸리 시장의 연구 상태는 체계적이지 못하여 막걸리 관련 균주의 개발과 보관 상태 역시 미비한 실정인 이때에 막걸리에 대해 집중적인 관심을 가질 필요성이

있다고 판단된다. 그리고 관능평가에서 탁주의 수출을 위해 유통기한을 늘리고자 열처리한 살균탁주의 전반적인 기호도가 현저히 떨어지는 것을 볼 수 있듯이 우리의 전통탁주를 널리 알리기 위해서는 탁주의 맛을 유지하면서 안전하게 수출할 수 있는 활발한 연구가 시급하다고 생각된다. 또한 다양한 방사선 선량처리가 필요하였으며, 앞으로 방사선 식품의 소비자 안전성에 대한 인식도 연구가 필요하며, 향후 산업화에 대한 전공별 융합 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. Jeong JW, Park KJ, Kim MH, Kim DS. Changes in Quality of Spray-dried and Freeze-dried Takju Powder during Storage. *Korean J Food Sci Technol* 2006; 38: 513-20.
2. Kim MJ, Kim BH, Han JK, Lee SY, Kim KS. Analysis of Quality Properties and Fermentative Microbial Profiles of Takju and Yakju Brewed With or Without Steaming Process. *Fd Hyg Safety* 2011; 26, 64-9.
3. Kim JH, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim AR, Ji KW, et al. Effects of glycyrrhiza uralensis, Menthae herba, Schizandra chinensis and chitosan on the Shelf-life and Quality of Takju. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2007; 36: 1436-43.
4. Lee JW, Jung JJ, Choi EJ, Kang ST. Changes in Quality of UV Sterilized Takju during storage by Honeycomb Type UV Sterilizer. *Korean J Food Sci Technol* 2009; 41: 652-6.
5. Kim AR, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim JH, Kim MJ, et al. Effect of Glycyrrhiza uralensis on Shelf-life and Quality of Takju. *Korean J Food Sci Technol* 2008; 40: 194-200.
6. Kim MJ, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim AR, Kim JE, et al. Effect of Chitosan on Shelf-life and Quality of Takju. *J Chitin Chitosan* 2007; 12: 198-204.
7. <http://www.munhwa.com/news/view.html?no=2009121901072237191002>
8. Lim SB, Mok CK, Woo GJ, Jwa MK, Park YS. Changes in Microbial Counts, Enzyme Activity and Quality of Foxtail Millet Takju Treated with High Hydrostatic Pressure during storage. *Korean J Food Sci Technol* 2004; 35: 233-8.
9. Nam JY, Kim JH, Lee JW, Kim JK. Growth-inhibitory Effects of the Sun-dried Salts and Gamma rays on Microorganisms Isolated from Korean Traditional Raw Rice Wine. *Korea J Environ Biol* 2010; 28: 218-22.
10. Byun MW, Cha BS, Kwon JH, Cho HO, Kum WJ. The Combined Effect of Heat Treatment and Irradiation on the Inactivation of Major Lactic Acid Bacteria Associated with Kimchi Fermentation. *Korea J Food Sci Technol* 1989; 21: 185-91.
11. www.codex.foodnara.go.kr
12. Kim DH, Byun MW. Application of Radiation Technology on the Processing of Korean Traditional Fermentation Food. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2001; 6: 38-44.
13. www.suldoc.com
14. <http://i.nts.go.kr>
15. Park JH, Bae SM, Yook C, Kim JS. Fermentation Characteristics of Takju Prepared with Old Rice. *Korean J Food Sci Technol* 2004; 36: 609-15.
16. Kim YM. International Symposium on Safety and Commercialization of Irradiated Foods : Position of WHO on Food Irradiation. *Fd Hyg Safety* 1994; 9: S13-S16.