

유산균의 혼합배양에 의한 무주스의 저장중 품질변화

김정희 · 김종일*
서울여자대학교 식품미생물공학과

Quality Changes of Radish Juice by Mixed Culture with Lactic Acid Bacteria during Storage

Jung-Hee Kim and Jong-Il Kim
Department of Food and Microbial Technology, Seoul Women's University

Abstract

The radish juice inoculated with mixed culture of *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus brevis* was fermented and stored. Radish juice was heat-treated for 30 min at 65°C and 15 min at 80°C, and stored for 8 weeks at 25°C, 15°C, and 5°C, respectively. When the radish juice was heat-treated, any bacteria were not detected and any quality changes were not occurred. On the other hand non-heated radish juice, pH was decreased and acidity was increased during storage. The turbidity of the heat-treated radish juice was higher than that of the non-heated juice when it stored at 5°C. From the sensory evaluation, the pasteurization condition of 15 min at 80°C was not appropriate because the fresh smell of *Dongchimi* was decreased and the cooked smell was increased. The radish juice stored at 5°C without heat-treatment was evaluated to have the best quality. The storage period of the non-heated radish juice was shown to be extended over 8 weeks at 5°C.

Key words : radish juice, starter, mixed culture, storage quality

서 론

최근 질병의 예방과 치료를 자연식품으로 대체하려는 노력이 증가하면서 음료의 소비형태도 탄산음료에서 과일 주스나 야채 주스로 바뀌어 가고 있다. 기능성과 맛이 뛰어난 동치미를 주스로 개발하여 실용화 기반을 구축할 수 있다면 각종 스포츠음료 및 탄산음료를 대체할 수 있으며, 현대인에 가장 알맞는 건강음료로 손색이 없는 식품으로 보여진다. 국내에서도 채소발효식품에 대한 관심이 증대되면서 1990년도부터 동치미를 주스화 하려는 연구가 활발히 이

루어지고 있으나 아직 실용화되지 못하는 것은 발효 시간이 많이 소요되고(1), 적숙기를 지나면 액이 유탁색 및 균덕내를 갖기 때문이다. 따라서 제조가 신속하면서도, 저장 중 품질이 균일한 상태를 유지할 수 있는 제조방법이 개발되어야 할 필요가 있다. 발효시간 단축을 위하여 종균(우수 발효균)첨가 필요성이 요구되는데 발효에 사용된 종균의 특성이 맛과 풍미를 좌우하므로 적절한 균주에 의한 선택적 발효를 유도하고, 저장중의 특성을 분석하여 동치미의 관능 특성을 개선할 필요가 있다. 소 등(2)은 유산균 starter가 발효에 미치는 영향을 조사한 결과 *Leuconostoc* 속은 *Lactobacillus* 속의 starter보다 양호하다고 보고하였으며, 온(3)은 숙성된 김치의 shelf-life를 연장하기 위하여 염과 병행한 열처리조건 실험에서 70°C에서 15분간 열처리하는 것이 품질과 맛보전에 적합하다

Corresponding author : Jong-Il Kim, Department of Food and Microbial Technology, Seoul University, Nowon-Gu, Seoul 139-774, Korea

고 하였다. 이외에도 첨가물에 의한 동치미 주스의 맛성분에 대한 연구(4,5) 및 동치미나 김치에서 유산균을 분리 동정한 보고(6)는 많으나 유산균을 Starter로 이용하여 제조한 무주스의 저장성에 대한 연구는 전무한 실정이다.

이에 본 연구는 전보(7)에서와 같이 유산균의 혼합배양에 의해 최적 제조조건으로 판명된 *Leuconostoc mesenteroides*와 *Lactobacillus brevis*를 접종하여 25°C에서 2일간 혼합배양한 무주스의 저장중 품질변화를 조사하였다.

재료 및 방법

시료의 제조

무 15 kg을 잔털과 무청을 제거하고 깨끗이 씻은 후 물기를 제거하고 착즙기 (엔젤축즙기)로 마쇄 착즙하였다. 착즙된 마쇄액 12ℓ를 무균처리한 표준망체 (No. 50, 0.297 mm)로 걸러 접종시료로 사용하였다. Starter로써 전보(7)에서와 같이 본 실험실에서 동치미로부터 분리 동정하여 선정한 *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*를 121°C에서 15분간 멸균한 MRS broth 5 ml에 각각 0.1 ml씩 접종하여 25°C에서 24시간 배양한 배양액 혼합 (1:1)하여 시료 무게당 0.3%씩 접종하여 25°C에서 2일간 혼합 배양한 적숙기의 무주스를 12,000 rpm에서 25분간 냉동 원심 분리시켜 상층액을 사용하였다.

무주스의 살균과 저장

시료를 vial bottle(25 ml)에 담아서 clamper로 밀봉한 후 65°C에서 30분간, 80°C에서 15분간 열처리하였으며, 열처리하지 않은 무주스를 대조구로 비교하였다. 이 때 열처리한 무주스와 대조구를 각각 5°C, 15°C, 25°C에서 8주간 저장하면서 저장 중의 품질변화를 조사하였다.

미생물 검사

총균수는 멸균 petri dish에 plate count agar (PCA, Difco)를 분주하여 냉각 응고한 다음 시료 0.5 ml를 0.85% NaCl용액 4.5 ml에 현탁하여 이를 10배 단위로 희석한 것을 배지에 도말하여 spreader로 분산시키고 37°C에서 2~3일간을 배양한 후 형성된 집락을 계수하였다. 유산균수와 대장균군은 전보(7)와 동일한 방법으로 도말한 후 25°C에서 1~2일간 배양하여 형성된 colony를 계수하였다.

pH 및 총산도 측정

pH는 시료를 일정량 취하여 pH meter (Sentex, model sp-5A, Japan)로 측정하였다. 총산도는 발효액 10ml를 1% phenolphthalein용액을 지시약으로하여 0.1 N-NaOH용액으로 적정하고, 그 소비량을 잰한 함량으로 환산하여 총산함량 (%)으로 표시하였다.

가용성 고형분 측정

시료의 액을 일정량 취하여 굴절당도계 (hand refractometer, No. 507-1, Japan)를 사용하여 측정하였다

탁도 측정

시료표면의 상등액을 30 ml를 취하여 탁도계 (Nephelometer monitec, Japan)로 측정하였으며, nephelometer turbidity units (NTU)로 나타내었다.

비휘발성 유기산 및 아스코르브산 측정

비휘발성 유기산은 HPLC로 분석하였고, L-아스코르브산은 α, α' -dipyridyl method로 분석하였다(7).

색도 측정

액체용 부속품이 부착된 색도계 (colorimeter, Chroma meter CR-200, Minolta)를 사용하여 무주스에 대한 Hunter color parameter (L, a, b)를 측정하였으며, 이때 표준백판의 Y, x, y 값은 각각 94.5, 0.3134 및 0.3205이었다.

관능 검사

저장중 무주스의 관능특성은 가열온도와 시간별로 가열한 시료들의 신선한 맛과 익은 이취미에 대하여 훈련받은 한명의 관능검사원이 자신의 판단기준에 의하여 단일 시료법으로 동치미향, 이취, 이미의 향미 특성을 강도로 표시하게 하였다(8). 이때 전혀 느낄 수 없는 것은 표시를 하지 않았고, 겨우 느낄 수 있는 경우 +표시, 보통인 경우 +++표시, 아주 강한 것은 ++++표시로 +표시가 증가될수록 각 향미 특성이 증가하는 것으로 나타나게 하였다. 이미는 대조구의 경우 동치미 맛이 느껴지지 않고 맹한 無맛, 열처리구는 익은 맛, 이취는 대조구의 경우 군덕내, 열처리구의 경우는 익은내로 강도를 나타나게 하였다.

결과 및 고찰

무주스의 성분과 품질

유산균을 starter로 접종하여 무주스를 제조한 결과 *Leuconostoc mesenteroides*와 *Lactobacillus brevis* (M+B)로 25°C에서 2일간 혼합 배양한 무주스가 관능 검사 결과 가장 좋은 것으로 나타났으며, 이 때의 pH는 3.9였다(7). M+B 무주스를 물과 1:1로 섞어 기존의 동치미 상품과 비교해 살펴본 결과는 Table 1에 나타나 있다. 저장시험에 사용한 무주스는 각종 유기산 및 아스코르브산의 함유량이 높고, 기존의 제조방법에 비해 발효기간을 단축할 수 있을 뿐만 아니라 마늘, 파와 같은 부재료를 사용하지 않으므로 제조가 간편하여 산업현장에서 관리하기가 쉬울 것으로 보여진다. 또한 25°C에서 7일째 pH 3.54의 과숙기에서도 균덕내가 거의 감지되지 않았고, 탁도 28 (NTU)로 육안판별시 동치미의 과숙상태에서 효모의 발현으로 보여지는 유탁액의 현상이 보이지 않았는데, 이는 무 원액만을 사용하여 제조한 것으로 무 재료중의 특정성분에 의해 미생물의 작용이 저해된 것으로 보여진다.

Table 1. Comparison of physicochemical and processing characteristics of commercial dongchimi and radish juice¹⁾

Contents	Commodity <i>dongchimi</i> / <i>Radish juice</i>	
	<i>Commodity dongchimi</i>	<i>Radish juice</i>
pH	3.9	4.07
Acidity	0.2	0.24
Nonvolatile acid(mg%)		
lactic acid	272.8	287.6
succinic acid	nd	47.3
malonic acid	nd	11.8
malic acid	5.8	47.9
citric acid	2.28	36.8
Fermentation process ingredients	eight sorts radish, unripe pepper onion, garlic, ginger green onion, sugar, sodium chloride	two sort radish sodium chloride
fermentation time	over than 7days	2 days at 25°C

¹⁾ The radish juice inoculated with mixed culture of *Leu. mesenteroides* and *Lac. brevis* was mixed cultured for 2 days at 25°C.

생균수 및 Lactic acid bacteria

유산균의 혼합배양에 의한 최적 조건의 무주스를

65°C에서 30분, 80°C에서 15분 열처리하여 저장 온도와 기간을 달리하여 측정된 생균수는 Table 2와 같이 가열조건에 의해 많은 영향을 받았다. 열처리한 II, III구에서는 미생물이 전혀 검출되지 않아 모두 사멸되었음을 알 수 있었다. 65°C의 낮은 온도에서도 살균효과가 높은 것은 무주스의 pH가 4.07로 낮고, 용량(25 ml)이 작았기 때문이라고 판단된다. 대조구의 경우 총균수를 살펴보면 저장 전 10^5 cfu/ml이던 것이 모든 온도구간에서 저장기간이 경과할수록 감소하였다. 이는 김치류에 존재하는 미생물은 내산성이 약하여 낮은 pH와 산도의 증가로 인하여 미생물의 생육이 저해를 받은 것으로 보여진다. 유산균수는 대조구의 경우 저장 전 10^4 cfu/ml이던 것이 25°C에서 1주째 10^6 cfu/ml로 급격히 증가하였다가 8주째 10^5 cfu/ml까지 감소하였다. 15°C의 경우에는 서서히 증가하여 2, 3주째 10^7 cfu/ml로 최고수치를 유지하다 8주째 10^6 cfu/ml로 감소하였다. 5°C의 경우 변화가 미미하여 저장 전 10^4 cfu/ml에서 8주째까지 10^4 cfu/ml을 유지하였다.

Table 2. Effect of pasteurization and storage temperature on microorganism of the radish juice¹⁾ during storage of 8 weeks

Temp. (°C)	Time (week)	Distribution of microorganism (unit : cfu/ml)					
		Total viable cell count			Total lactic acid bacteria		
		I ²⁾	II ³⁾	III ⁴⁾	I	II	III
25	0	1.5×10^5	nd ⁵⁾	nd	9.5×10^4	nd	nd
	1	1.1×10^7	nd	nd	8.7×10^6	nd	nd
	2	3.5×10^6	nd	nd	2.3×10^6	nd	nd
	3	1.4×10^6	nd	nd	1.0×10^6	nd	nd
	4	7.2×10^5	nd	nd	5.6×10^5	nd	nd
15	0	1.5×10^5	nd	nd	9.5×10^4	nd	nd
	1	2.1×10^5	nd	nd	1.5×10^5	nd	nd
	2	6.5×10^7	nd	nd	2.2×10^7	nd	nd
	3	5.9×10^7	nd	nd	5.0×10^7	nd	nd
	4	2.2×10^7	nd	nd	9.0×10^6	nd	nd
5	0	1.5×10^5	nd	nd	9.5×10^4	nd	nd
	1	8.7×10^4	nd	nd	7.1×10^4	nd	nd
	2	6.9×10^4	nd	nd	5.5×10^4	nd	nd
	3	6.2×10^4	nd	nd	3.8×10^4	nd	nd
	4	4.3×10^4	nd	nd	1.8×10^4	nd	nd
8	4.1×10^4	nd	nd	1.6×10^4	nd	nd	

¹⁾ Refer to footnote in Table 1.

²⁾ Control(without thermal treatment).

³⁾ Pasteurized for 30min at 65°C.

⁴⁾ Pasteurized for 15min at 85°C. ⁵⁾ Not detected.

pH 및 산도

pH 및 총산도의 변화는 Table 3과 같이 열처리한 II, III구는 저장기간과 저장온도에 관계없이 변화가 거의 없었으나, 열처리를 하지 않은 대조구 I구의 경우 지속적으로 감소하였으며 온도가 높을수록 pH의 감소와 산도의 증가속도가 빠르게 나타났다. 염등(8)은 pH 3.79의 동치미 주스를 60~100℃에서 10~30분간 가열하였을 때 pH는 거의 변화가 없고 산도는 0.51%에서 0.44%내외로 약간 감소하였지만 가열온도와 시간에는 큰 영향을 받지 않았다고 하였으며, 이 등(9)은 채소주스 제조에서 가열처리에 의한 pH와 산도의 변화는 큰 차이를 나타내지 않았다는 보고와 일치하였다.

Table 3. Change in pH and total acidity of the radish juice¹⁾ during storage of 8 weeks (acidity unit : %)

Temp. (°C)	Time (week)	Conditions ²⁾					
		I		II		III	
		pH	산도	pH	산도	pH	산도
25	0	4.07	0.55	3.93	0.72	3.93	0.71
	1	3.38	1.21	3.93	0.71	3.93	0.72
	2	3.37	1.19	3.95	0.70	3.94	0.70
	3	3.35	1.20	3.92	0.75	3.92	0.74
	4	3.32	1.24	3.89	0.76	3.89	0.76
15	0	4.07	0.55	3.93	0.72	3.93	0.71
	1	3.94	0.71	3.92	0.70	3.93	0.71
	2	3.38	1.20	3.93	0.71	3.92	0.72
	3	3.37	1.21	3.93	0.72	3.92	0.71
	4	3.32	1.25	3.89	0.75	3.88	0.77
5	0	4.07	0.55	3.93	0.72	3.93	0.71
	1	3.97	0.60	3.97	0.72	3.96	0.72
	2	3.92	0.71	3.90	0.74	3.93	0.71
	3	3.93	0.72	3.92	0.72	3.91	0.75
	4	3.88	0.77	3.89	0.76	3.89	0.76
8	3.88	0.77	3.89	0.77	3.89	0.76	

¹⁾ Refer to footnote in Table 1.

²⁾ Refer to footnote in Table 2.

가용성 고형분

가용성 고형분 변화는 Table 4에 나타나 있다. 대조구 I구의 경우 저장기간이 경과할수록, 온도가 높을수록 더 빨리 감소되었다. I구의 경우 저장 전 8.60 Brix에서 25℃의 저장 8주째까지도 8.0° Brix로 Table 2, 3과 같이 10⁷ cfu/ml의 미생물의 높은 생존율과 지속적인 pH 감소에도 불구하고 가용성 고형분의

감소는 크지 않음을 알 수 있었다. 열처리한 II, III구의 경우 열처리 조건과 저장온도에 관계없이 변화가 거의 없었다.

Table 4. Change in soluble solid & turbidity of the radish juice¹⁾ during storage of 8 weeks (unit : ° Brix, NTU)

Temp. (°C)	Time (week)	Conditions ²⁾					
		I		II		III	
		Soluble solid	Turbidity	Soluble solid	Turbidity	Soluble solid	Turbidity
25	0	8.6	10	8.6	51	8.6	51
	1	8.0	207	8.4	55	8.6	69
	2	8.3	225	8.8	66	8.8	80
	3	8.0	273	8.8	72	8.8	100
	4	8.0	252	8.8	84	8.8	119
15	0	8.6	10	8.6	51	8.6	51
	1	8.6	13	8.6	49	8.6	66
	2	8.4	201	8.6	57	8.8	64
	3	8.2	274	8.6	66	8.6	75
	4	8.0	306	8.6	67	8.6	73
5	0	8.6	10	8.6	51	8.6	51
	1	8.6	12	8.6	48	8.6	62
	2	8.8	12	8.8	51	8.8	56
	3	8.6	11	8.6	60	8.6	68
	4	8.6	22	8.6	56	8.6	62
8	8.6	22	8.6	59	8.6	65	

¹⁾ Refer to footnote in Table 1.

²⁾ Refer to footnote in Table 2.

탁도

탁도의 변화를 살펴본 결과는 Table 4에 나타나 있다. 열처리한 II, III구에서도 가용성 고형분의 변화와 같이 온도가 높을수록, 저장기간이 길어질수록 탁도가 증가하였다. 이는 균은 사멸되었지만 무주스 내의 성분들의 상호작용에 의해서 비효소적 갈변반응들이 일어나는 때문으로 보여진다. 열처리를 하지 않은 대조구 I구가 25℃와 15℃의 온도구간에서 열처리한 II, III구에 비해 상대적으로 높은 수치를 보여 주었다. 이는 초기 냉장원심분리로 인하여 액이 투명하였으나 미생물의 생육에 따라 성분변화가 일어나 무주스가 혼탁해졌기 때문이다. 5℃에서는 미생물의 성장 저해로 탁도의 변화가 거의 일어나지 않았으므로 열처리한 II, III구에 비해 오히려 초기 탁도의 값이 거의 그대로 유지되어 무주스의 저장은 열처리하지 않고 제조된 무주스를 여과하여 5℃에 저장하는 것이 품질유지에 좀 더 효과적인 것으로 나타났다.

비휘발성 유기산

저장기간에 따른 비휘발성 유기산의 함량 변화는 Table 5에 나타나 있다. 무주스에서 확인된 비휘발성 유기산은 시트르산 (citric acid), 말산 (malic acid), 말론산 (malonic acid), 숙신산 (succinic acid), 락트산 (lactic acid)이었으며, 대조구 I구의 경우를 제외하곤 저장기간 및 저장온도에 관계없이 그 차이가 미미하

Table 5. Changes in nonvolatile organic acid content of the selected radish juice¹⁾ during storage of 8 weeks²⁾

Time (week)	Storage temperature(°C)								
	25			15			5		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Citric acid									
0	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5
1	65.9	75.4	75.4	72.5	74.9	76.2	60.8	74.3	77.2
2	70.1	73.5	76.1	66.6	75.9	78.2	60.9	70.8	77.5
3	71.8	73.1	77.5	65.2	75.0	66.5	60.8	71.0	70.0
4	87.7	74.7	77.1	67.1	68.1	73.2	58.2	69.6	68.4
8	-	-	-	64.3	78.5	73.4	58.1	78.5	70.2
Malic acid									
0	95.8	95.8	95.8	95.8	95.8	95.8	95.8	95.8	95.8
1	97.2	95.3	92.9	70.7	97.2	90.0	68.0	90.0	98.0
2	97.6	88.5	97.3	81.1	94.6	93.3	66.4	95.0	99.0
3	74.7	94.6	98.4	73.2	86.0	95.8	63.4	88.0	93.1
4	55.1	90.8	95.1	44.5	94.7	97.4	61.5	95.7	96.4
8	-	-	-	35.6	90.3	93.1	58.6	90.4	93.4
Malonic acid									
0	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
1	26.3	24.0	27.0	26.1	23.9	23.3	26.5	24.7	24.2
2	28.8	26.4	23.2	25.2	25.4	25.4	25.9	24.0	24.1
3	28.6	24.7	22.1	27.4	24.8	26.1	26.8	23.9	23.6
4	32.6	24.4	24.6	25.9	21.2	21.9	28.8	24.4	22.9
8	-	-	-	23.4	23.4	23.2	27.4	23.7	23.1
Succinic acid									
0	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5	94.5
1	89.4	92.8	93.8	92.0	93.0	94.0	91.3	91.6	93.8
2	90.2	93.6	94.2	89.2	92.8	92.4	90.0	91.8	92.8
3	89.2	94.0	92.2	86.6	92.6	91.0	89.8	93.4	92.4
4	86.4	93.6	95.2	88.2	92.4	90.4	92.4	90.2	94.2
8	-	-	-	89.5	92.8	91.6	93.1	91.1	92.3
Lactic acid									
0	575.1	725.1	724.1	575.1	725.1	724.1	575.1	725.1	724.1
1	1274.0	734.9	754.4	795.3	746.3	727.2	715.7	727.7	738.2
2	1281.3	738.7	747.0	1298.0	720.0	734.5	812.7	733.2	726.3
3	1302.2	723.8	706.1	1352.3	701.8	724.0	836.0	733.2	728.4
4	1311.4	726.7	727.4	1285.0	717.3	721.0	841.6	721.5	720.0
8	-	-	-	1298.3	725.3	722.7	855.3	726.1	727.6

¹⁾ Refer to footnote in Table 1.

²⁾ Refer to footnote in Table 2.

였다. 이는 가열처리에 의한 미생물의 사멸에 기인한다고 보여지는데 I구의 경우는 미생물의 생육속도에 의해 영향을 받아 저장 1~2주 째에 락트산이 급격히 증가하여 저장 8주 째까지 높게 유지되었다. 말산은 25°C와 15°C의 저장 중 I구에서 서서히 감소하는 것으로 나타났다. 이는 김치숙성이 진행될수록 말산 함량이 감소한다는 허 등(10)과 조(11)의 결과와 같이 무주스의 발효에서도 유사한 경향이었다.

아스코르브산

무주스의 저장 중 아스코르브산의 변화는 Fig. 1에 나타나 있다. 대조구(I구)에 비하여 열처리한 II, III구가 전기간에 걸쳐 아스코르브산의 함량이 낮게 나타났다. I구의 경우를 살펴보면 저장 전 12.59 mg%이던 것이 25°C에서 4주 째 8.88 mg%, 15°C에서 8주 째 7.33 mg%, 5°C에서 8주 째 5.52 mg%로 잔존률이 44%이상으로 높게 나타났다. 이는 저장 초기부터 생성된 락트산으로 인하여 산도가 높아져서 아스코르브산이 안정되었기 때문으로 보여진다. 반면에 열처리한 II, III구는 가열온도가 높을수록 저장온도가 높을수록 더 많은 양이 감소하였다. 김(12)은 혼합 과채 주스를 열처리 및 한외여과하여 유리병에 밀봉한 후 20°C에서 8주간 저장하였을 때 한외여과구와 열처리구는 총비타민 C가 저장중 급격히 감소하였으나 자연발효구와 무처리구는 감소하는 경향이 미미하다고 보고 하였으며, Khan 등(13), Huelin(14) 등, Kurata와

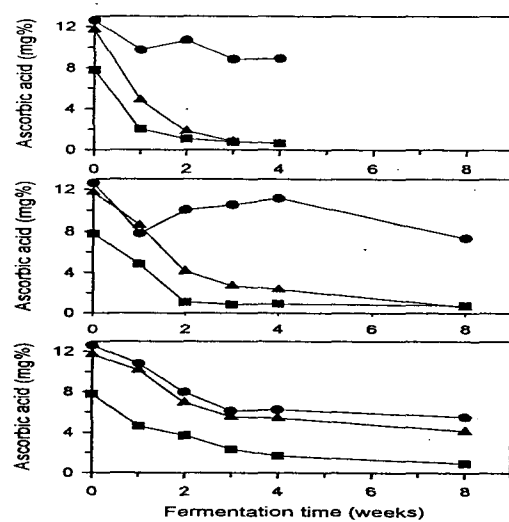


Fig. 1. Changes in ascorbic acid content of the radish juice¹⁾ during storage of 8 weeks²⁾.

¹⁾ Refer to footnote in Table 1.

²⁾ Refer to footnote in Table 2.

Martell(15)은 아스코르브산과 로이신(leucine) 등은 산과 혐기적 조건에서 안정화 된다고 보고한 내용과 일치하였다. 아스코르브산은 저장온도가 높을수록 보존력이 높았으나 pH와 산도변화 및 미생물의 분포도를 고려해 볼 때 열처리를 하지 않은 I구가 품질유지에 더욱 효과적으로 보여진다.

색도

무주스의 저장중의 색 변화는 Table 6에 나타나 있다. 가열처리에 의해 저장 개시 전 L 및 a값은 감소하였으나 b값은 크게 증가하는 것으로 나타났다. 무주스의 저장 온도에 따른 색 변화를 보면 L값은 열처리조건에 관계없이 5℃의 저장에서는 변화가 미미하였으나 25℃와 15℃의 온도구간에서는 저장온도가 높아질수록 저장기간이 경과할수록 감소하였으며, a와 b값은 서서히 증가하는 것으로 나타났다. a값은 25℃에서 4주 짜의 I, II, III구와 15℃에서 4, 8주 짜의 I구에서 +값을 나타낸 것을 제외하고는 모두 -0.07~-0.66 범위 내에 존재하여 연한 녹색 빛을 띄는 것을 알 수 있었다. b값은 저장 온도가 높을수록 가열온도가 높을수록 +값이 증가하는 경향이었으나 모두 +0.03~+7.02 범위 내에 있었다. 이와 같이 저장중 L, a, b수치는 커다란 차이가 없었으며, 육안으로 판별시에도 차이가 느껴지지 않을 만큼 미미하였다.

Table 6. Effect of thermal treatment on color of the radish juice¹⁾ during storage of 8 weeks²⁾

Temp. (°C)	Time (week)	L			a			b		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
		0	33.74	32.28	31.52	-0.30	-0.33	-0.41	-0.13	+1.47
25	1	23.46	31.73	31.04	-0.39	-0.61	-0.66	+0.74	+2.46	+3.33
	2	24.65	30.89	28.58	-0.13	-0.68	-0.47	+1.79	+5.07	+6.64
	3	24.59	28.41	27.72	-0.03	-0.05	-0.14	+2.36	+6.40	+7.02
	4	24.79	27.38	27.11	+0.16	+0.28	+0.26	+3.06	+6.80	+6.90
15	0	33.74	32.28	31.52	-0.30	-0.33	-0.41	-0.13	+1.47	+1.58
	1	33.41	32.12	31.73	-0.43	-0.37	-0.54	+0.22	+1.23	+1.93
	2	22.99	31.88	29.83	-0.10	-0.70	-0.50	+0.57	+3.22	+4.58
	3	22.98	31.43	29.34	-0.07	-0.57	-0.42	+1.65	+3.48	+4.95
5	4	22.78	30.90	28.44	+0.14	-0.29	-0.25	+1.51	+4.23	+5.72
	8	21.89	32.23	26.01	+0.04	-0.44	-0.28	+2.17	+1.50	+5.95
	0	33.74	32.28	31.52	-0.30	-0.33	-0.41	-0.13	+1.47	+1.58
	1	33.41	32.47	31.80	-0.41	-0.43	-0.50	+0.14	+1.26	+1.74
5	2	33.15	32.47	32.02	-0.36	-0.43	-0.41	+0.03	+1.45	+1.83
	3	33.72	32.19	32.08	-0.42	-0.34	-0.35	+0.31	+1.16	+1.88
	4	33.15	31.83	31.61	-0.23	-0.22	-0.27	+0.32	+1.48	+2.25
	8	32.06	30.49	32.12	-0.30	-0.38	-0.49	+0.38	+1.65	+1.89

¹⁾ Refer to footnote in Table 1.
²⁾ Refer to footnote in Table 2.

따라서 무를 이용한 주스를 제조할 경우 발효하는 동안과 마찬가지로 저장 중에도 저장기간과 가열처리 조건에 관계없이 주목할만한 갈변현상은 나타나지 않았음을 알 수 있었다.

관능적 품질

가열살균이 무주스의 맛과 냄새에 어떤 영향을 주는지 동치미 향미 특성을 훈련받은 한 명의 검사원이 단일시료법으로 관능 검사한 결과는 Table 7에 나타나 있다. I구는 저장온도에 관계없이 동치미의 향이 좋고 이취(균덕내)가 거의 없었으나 저장기간이 경과할수록 이미(無맛, pH 3.38이하)가 증가하였다. II구는 동치미의 향은 좋으나 I구에 비해 강도가 떨어지고, 이취(익은 내)와 이미(익은 맛)가 저장온도가 높을수록, 저장기간이 길어질수록 증가하였다. III구는 저장 개시부터 동치미의 향이 보통이었고 이취(익은 내)와 이미(익은 맛)가 감지되어 저장온도가 높을수록, 저장기간이 길어질수록 증가하였다. 이상의 결과를 비교해 볼 때 이화학적 검사결과에서와 같이 관능결과에서도 대조구가 품질유지에 효과적인

Table 7. Changes in sensory properties of the radish juice¹⁾ as affected by storage temperature and pasteurization

Temp. (°C)	Time (week)	Sensory properties ²⁾								
		I			II			III		
		Dong-chimi odor	Off-odor	Off-taste	Dong-chimi odor	Off-odor	Off-taste	Dong-chimi odor	Off-odor	Off-taste
25	0	++++			++++	+	+	+++	+++	+++
	1	++++		++	+++	+	+	++	+++	+++
	2	++++	+	++	++	++	++	++	++++	++++
	3	++++	+++	+++	++	++	++	+	++++	++++
15	4	++++	++++	++++	++	+++	+++		++++	++++
	0	++++			++++	+	+	+++	+++	+++
	1	++++			++++	+	+	++	+++	+++
	2	++++		++	++++	+	+	++	+++	+++
5	3	++++		++	++++	+	+	+	+++	+++
	4	++++		++	++++	++	++		++++	++++
	8	++++	+	+++	++++	++	++		++++	++++
	0	++++			++++	+	+	+++	+++	+++
5	1	++++			++++	+	+	+++	+++	+++
	2	++++			++++	+	+	+++	+++	+++
	3	++++			++++	+	+	+++	+++	+++
	4	++++			++++	+	+	+++	+++	+++
5	8	++++			++++	++	+	+++	+++	+++

¹⁾ Refer to footnote in Table 1.
²⁾ Sensory scores were +, mild-distinct; ++, very-mild; ++++, mild; +++++, distinct-mild; ++++++, strong.

것으로 나타났으며 15℃에서는 1주, 5℃에서는 8주까지 저장초기의 관능적 품질이 유지되었다. 열처리할 경우 65℃에서 30분 처리하여 15℃에서 저장할 경우 8주 이상 품질이 양호하나 80℃에서 15분 처리한 경우는 신선한 풍미가 감소하고 익은 이취미가 증가하므로 가열살균조건으로는 적합하지 않은 것으로 나타났다.

요 약

동치미에서 분리한 유산균 *Leuconostoc mesenteroides* 와 *Lactobacillus brevis*를 무주스에 접종하여 25℃에서 2일간 혼합 배양하여 65℃와 80℃에서 각각 30분, 15분으로 열처리하여 25, 15, 5℃에서 8주동안 저장하면서 품질변화를 조사하였다. 열처리한 무주스에서는 미생물이 전혀 검출되지 않아 모두 사멸되었음을 알 수 있었으며 이화학적 품질의 변화가 거의 일어나지 않았으나, 열처리를 하지 않은 무주스의 경우는 저장온도가 높을수록 저장기간이 길어질수록 pH는 빠르게 감소하고 산도는 빠르게 증가하였다. 그러나 탁도는 열처리하지 않은 경우 5℃에서는 발효가 지연되어 열처리한 무주스보다 탁도가 낮게 나타났다. 관능검사 결과를 보면 80℃에서 15분 처리한 무주스는 신선한 동치미향이 감소하고 익은맛이 증가하므로 가열살균조건으로는 적합하지 않은 것으로 나타났으며, 열처리하지 않고 5℃에서 저장한 무주스가 가장 좋게 평가되었다. 열처리하지 않은 무주스는 5℃에서 8주 이상 저장이 가능할 것으로 보여진다.

참고문헌

1. 정동효 (1970) 김치성분에 관한 연구(제3보)-동치미의 산화환원 전위에 대하여. 한국식품과학회지, 2(2), 34-37
2. 소명환, 신미이, 김영배 (1996) 저온성 젖산균 스타터가 김치 발효에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 28(5), 806-813
3. 운영근 (1988) 김치 숙성에 관한 종합적 연구. 경희대학교 박사학위논문
4. 김일경 (1996) 인삼과 솔잎 첨가에 따른 동치미의 성분 변화. 경상대학교 석사학위논문
5. 장명숙, 김나영(1997) 유자첨가 동치미의 관능적 및 텍스처 특성. 한국식품과학회지, 13, 462
6. 박세원 (1996) 동치미의 발효와 이에 관여하는 젖산균의 분리 및 동정. 세종대학교 박사학위논문
7. 김정희, 김종일 (1999) 유산균의 혼합배양에 의한 가공. 농산물저장유통학회지, 6(4), 448-455
8. 엄대현, 장학길, 김우정 (1997) 저염 동치미 주스의 저온살균이 품질 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, 29, 730-736
9. 이규희, 최희숙, 김우정 (1995) 혼합과채주스 특성에 미치는 여러 인자의 영향. 한국식품과학회지, 27(4), 439-444
10. 허우덕, 하재호, 석호문, 남영중, 신동화 (1988) 김치의 저장 중 향미성분의 변화. 한국식품과학회지, 20(4), 511-517
11. 조 영 (1990) 젖산균과 온도가 김치발효에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문
12. 김수연 (1998) 혼합과채주스의 젖산발효 및 저장 중의 품질특성에 관한 연구. 서울여자대학교박사학위논문
13. Khan, M.M. and Martell, A.E. (1967) Metal ion and metal chelate catalyzed oxidation of ascorbic acid by molecular oxygen. *J. Am. Chem. Soc.*, 89, 4176
14. Huelin, B.H., Coggido, I.H. and Siduhu, G.S. (1971) In the pH range of foods and in more acid solution. *J. Sci. Food Agr.*, 22, 540
15. Kurata, T. and Martell, A.E. (1967) Degradation of L-ascorbic acid and mechanism of non-enzymatic browning reaction. II. Non-oxidation of 3-deoxy-L-pentosaone, *Agr. Biol. Chem.*, 31, 170

(1999년 8월 20일 접수)