

감자 슬라이스의 냉장 중 품질변화에 대한 침지용액과 예열처리의 영향

정 현 미 · 이 귀 주
고려대학교 사범대학 가정교육과

Effects of Dipping and Preheating Treatments on Quality of Potato Slices during Cold Storage

Hyoun-Mi Chung and Gui-Chu Lee

Department of Home Economics, College of Education, Korea University

ABSTRACT

Potato slices were dipped in calcium chloride or chitosan solutions or- and preheated in each of these solutions. In order to prevent the quality deterioration while they were refrigerated for 4 weeks at 5°C. Changes in degree of browning and other quality factors were determined while they were refrigerated for 4 weeks at 5°C. During refrigeration, L values were decreased and optical density (A_{420}) were increased. But L values were increased and A_{420} were decreased by dipping or preheating. The contents of vitamin C were decreased, however, the loss of vitamin C were the lowest in calcium chloride treated potato slices(CaPS). And there were no combined effects of dipping and preheating on this characteristics. The contents of proteins increased until 3 week storage and then decreased during refrigeration. However, protein content of CaPS increased but that of other treated potato slices were decreased compared to that of control. With respect to changes in other physicochemical quality, pH increased in chitosan treated potato slices(ChPS) and loss of weight was the lowest in CaPS. The contents of soluble solids increased during refrigeration but decreased by dipping combined with preheating. From these results, it was considered that the shelf-life of potato slices could be increased by dipping or-and preheating.

Key words: Potato slices, Dipping, Preheating, Calcium chloride, Vitamin C, Refrigeration, Weight loss, Soluble solids, L value.

I. 서 론

최소가공(minimally processing)된 과일과 채소는 주로 냉장 유통되는데 냉장 저장 중 갈변이나 흑

은 조직의 연화 등 냉해가 발생한다.¹⁾ 또한 대사반응의 불균형이 초래되어 특정 대사산물의 과소생산이나 독성 화합물의 초과생산을 초래하기도 하므로 다른 이화학적 품질의 변화도 예견된다. 최소가공된 감자의 갈변 연구는 품종별²⁾ 또는 냉장저장중³⁾ 갈변특성이나, 효소적 갈변을 억제하는⁴⁾ 연구가 많이 이루어지고 있다. 정 등⁵⁾은 감자 슬라이스의 냉장저장 중 vitamin C 함량은 감소하였고 갈변정도는 점진적으로 증가하였으며, 이러한 특징은 감자의 품종에 따라 다르다고 하였다. 이러한 품질의 변화는 냉장식품의 저장성과 관련이 있으며 저장성을 증가시키기 위하여 예열처리⁶⁾, 화학물질을 이용한 침지법⁶⁻⁹⁾, CA(controlled atmosphere)포장 등^{10,11)}의 방법이 이용되어져 왔다.

본 연구에서는 감자 슬라이스의 냉장저장 중 품질 저하를 방지하고 저장성을 증가시키기 위하여 식물성 식품의 저장 중 조직의 연화를 방지하는 것으로 알려져 있는 CaCl_2 및 chitosan 용액을 이용한 침지법과 이들 용액에서 예열처리 한 후 5℃에서 4주간 냉장저장하여 감자 슬라이스의 갈변 정도, vitamin C 함량, pH, 중량손실, 가용성 고형물질(soluble solids)과 단백질 함량의 변화에 대한 영향을 조사하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 감자(*Solanum tuberosum* L.)는 수미(Shepody)로서 수원 원예시험장에서 1994년에 수확된 것을 외부가 습하지 않도록 풍건하여 polyethylene bag에 넣어 5℃(95% RH)의 냉장고에 저장하고, 실험 1시간 전에 실온으로 평형하여 사용하였다. 한편 chitosan은 Sigma제품(practical grade from crab shells)을 사용하였으며 기타 시약들은 1급 및 특급시약을 사용하였다.

감자는 수세 후 절단기(General electric Co., U. S. A.)로 절단한 후 직경 2cm의 cork borer로 일정 크기의 슬라이스(반지름 1.0×두께 0.3cm)를 만들어 사용하였으며 또한 시료의 균일성을 위하여 슬라이스를 혼합하여 사용하였다.

2. 감자 슬라이스의 침지 및 예열처리

시료를 비 열처리군과 열 처리군으로 나누고, 비 열처리군은 감자 슬라이스(20g)를 5배의 침지용액(2% CaCl_2 용액과 1% chitosan용액)에 10분동안 침지한 후 체에 받쳐 물을 뺀 후 흡수지(kitchen towel, kleenex)로 표면수분을 가볍게 제거하였으며, 열 처리군은 70℃에서 이들 침지 용액에 10분간 침지한 후 열 손상을 최소화 하기 위해 얼음위에서 냉각시킨 후 표면수분을 같은 방법으로 제거하였다.

3. 감자 슬라이스의 냉장저장

침지 및 예열처리한 시료는 냉장저장 중의 표면수분 증발 방지를 위해 식품포장용 PE 지퍼백(소)에 넣어 내부의 공기를 최소화하여 5℃(90~95%RH)에서 냉장하여 1, 2, 3, 4주후에 분석하였다. 또한 원료감자와 20초간 증류수에 침지한 후 수분을 제거한 시료의 냉장저장 중 L값의 변화에 큰 차이가 없었으므로 증류수에 침지한 시료를 대조군으로 하였으며, 각 침지용액에 침지한 후 냉장전의 시료를 0-day 시료로 하였다. 한편 모든 실험은 2~10회 중부 시행하였다.

4. L 값과 흡광도(A_{420})의 측정

Color difference meter(TCA1-SW, Tokyo Denshoku Co., Japan)의 측정판 위에 감자 슬라이스를 올려놓고 표면의 L값을 측정하였다. 또한 매 측정시마다 white tile ($X=90.46$, $Y=92.37$, $Z=108.52$)로 표준화 하였다.

흡광도(A_{420})는 Costeng & Lee 등의 방법¹²⁾에 따라 측정하고, 갈변증가율은 ΔA_{420} 을 구하여 냉장전 A_{420} 에 대한 백분율로 하였다.

5. Vitamin C와 단백질의 정량

Vitamin C의 정량은 히드라진 비색법¹³⁾을 사용하였으며, 단백질은 Warburg-Christian법¹⁴⁾에 의해서 정량하였다.

6. 기타 이화학적 품질의 측정

pH측정은 감자 슬라이스 50g에 100mL의 증류수를 넣어 1분간 블렌더로 균질화 시킨 후 digital pH meter(Hanna Instruments, HI 8418, Singapore)를 사용하여 측정하였다.¹⁵⁾

중량손실은 침지 및 예열처리후 저장기간에 따라 감자 슬라이스의 중량을 측정하여 이의 변화율 %로 나타내었다.

가용성 고형물질 함량은 감자 슬라이스 50g에 100mL의 증류수를 넣어 블렌더로 균질화한 후, 800×g에서 10분간 원심분리한 후, 상등액의 가용성 고형물질함량을 굴절계 (K. Fuji, 0~32%, Japan)로 측정하였다.¹⁵⁾

7. 통계처리

실험결과는 Statistical Analysis System(SAS Institute, 1985) Package의 General Linear Models(GLM) 처리로 분산분석(Analysis of Variance)하였고, 평균간 유의성 검증은 Duncan의 다범위 검증을 이용하였다.¹⁶⁾

III. 결과 및 고찰

1. L 값과 흡광도(A₄₂₀)의 변화

감자 슬라이스의 L값과 A₄₂₀의 변화는 Table 1과 Table 2와 같다.

Table 1에서 감자 슬라이스의 L값에 대한 침지용액의 영향을 보면 칼슘처리군(CaPS)은 대조군의 L 값인 37.05에 비하여 각각 L 값이 2.8%, chitosan 처리군(ChPS)은 17.4% 증가하였으며, 열 처리군의 HCaPS(예열처리+칼슘처리군)는 대조군에 비하여 20.4%, HChPS(예열처리+ chitosan처리군)는 14.9% 각각 L 값이 증가하였다.

한편 감자 슬라이스의 냉장저장 중 L 값은 모두 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 CaPS는 대조군에 비하여 2주까지 L 값이 0.5~73.9% 증가하였다.

열처리군의 HCaPS와 HChPS도 4주간 냉장저장 중 대조군에 비하여 L값이 증가하였는데 HChPS의 L값이 더 크게 나타났다.

Table 2에서 감자 슬라이스의 A₄₂₀에 대한 침지용

Table 1. Effects of dipping and preheating treatments on the changes in L-values of potato slices during a storage for 4 weeks at 5°C.

Treatment ^{a)}	Cold storage period (weeks)				
	0 ^{b)}	1	2	3	4
Nonpreheated					
Control	*37.05±2.69 ^{c)}	18.52±2.47	33.46±2.29	22.47±2.20	28.44±2.62
CaPS	38.07±2.51	32.22±2.64	33.64±0.86	21.66±1.05	25.54±2.95
ChPS	43.49±1.53	36.07±1.87	38.74±0.68	28.71±1.99	37.11±1.82
APS	44.28±2.67	37.72±2.04	40.62±1.07	39.34±0.40	33.20±2.23
Preheated					
HDPS	39.43±1.69	30.28±2.60	39.38±1.50	25.45±2.88	27.31±2.79
HCaPS	44.62±0.35	45.05±2.94	45.34±2.24	37.12±2.91	37.32±2.87
HChPS	42.60±2.58	46.76±1.85	46.17±2.73	44.85±1.66	44.70±1.87
HAPS	46.05±3.44	46.53±2.32	46.53±3.57	47.03±1.53	43.81±2.59

^{a)} Control: brief water dip treated potato slices, CaPS : 2% CaCl₂ solution treated potato slices, ChPS : 1% chitosan solution treated potato slices, APS : 1% acetic acid solution treated potato slices, HDPS : 70°C distilled water treated potato slices, HCaPS : 70°C 2% CaCl₂ solution treated potato slices, HChPS : 70°C 1% chitosan solution treated potato slices, HAPS : 70°C 1% acetic acid solution treated potato slices ^{b)}sample treated with dipping solution before refrigeration, ^{c)} Mean±S.D.* p<0.01

Table 2. Effects of dipping and preheating treatments on the changes in A_{420} of potato slices during a storage for 4 weeks at 5°C (unit: O.D at 420nm)

Treatment ^{a1}	Cold storage period (weeks)				
	0 ^{b1}	1	2	3	4
Nonpreheated					
Control	0.140*	0.193	0.355	0.810	0.440
CaPS	0.073	0.183	0.233	0.340	0.373
ChPS	0.065	0.118	0.138	0.755	0.675
APS	0.068	0.100	0.080	0.098	0.105
Preheated					
HDPS	0.113	0.115	0.195	0.343	0.183
HCaPS	0.025	0.113	0.020	0.070	0.158
HChPS	0.045	0.068	0.045	0.025	0.068
HAPS	0.023	0.055	0.038	0.015	0.015

^{a,b1} same as in Table 1

* $p < 0.01$

액의 영향을 보면 CaPS는 대조군에 비하여 A_{420} 이 47.9%, ChPS는 53.6% 각각 감소하였고, 열처리군의 HCaPS는 82.1%, HChPS는 67.9% 각각 감소하였다. 또한 열처리군이 비 열처리군보다 A_{420} 을 더욱 감소시키므로서 HCaPS가 가장 감자 슬라이스의 갈변을 억제한 것으로 나타났다.

한편 4주간 냉장저장 중 A_{420} 은 전반적으로 증가하였으나, CaPS는 대조군에 비하여 A_{420} 이 5.2~58% 감소하였으며 ChPS는 3주까지 6.8~61% 감

소하였다. 열처리군의 HCaPS는 41.5~94.4%, HChPS는 64.8~96.9% 각각 감소하였다.

또한 비 열처리군과 열처리군에 있어서 acetic acid 처리군(APS와 HAPS)은 대조군보다 L값이 증가하고 A_{420} 은 감소한 것으로 미루어 갈변 억제 효과에 대한 chitosan의 영향은 주로 acetic acid에 의한 것으로 생각되어진다.

L 값 및 A_{420} 의 변화에 대한 평균값 유의성 검증 결과 각 처리군은 대조군과 유의적인 차이를 나타내

Table 3. Effects of dipping and preheating treatments on the changes in vitamin C content of potato slices during a storage for 4 weeks at 5°C (unit : mg%)

Treatment ^{a1}	Cold storage period (weeks)				
	0 ^{b1}	1	2	3	4
Nonpreheated					
Control	49.27*	47.16	41.93	28.72	26.46
CaPS	51.26	52.86	49.72	35.81	28.89
ChPS	49.64	45.15	41.66	31.60	8.43
APS	46.66	42.56	39.49	35.14	31.55
Preheated					
HDPS	37.84	32.03	10.61	2.26	0.95
HCaPS	39.09	35.31	34.47	4.01	3.60
HChPS	39.40	36.14	32.42	26.70	22.74
HAPS	34.76	36.02	33.51	27.01	21.21

^{a,b1} same as in Table 1

* $p < 0.01$

었다. ($p < 0.05$).

2. Vitamin C 함량의 변화

감자 슬라이스의 vitamin C 함량의 변화는 Table 3과 같다.

Table 3에서 CaPS는 대조군보다 4.0%, ChPS는 0.8% 증가하였고, 열처리군의 HCaPS는 20.7%, HChPS는 20.0% 감소하여 CaCl₂용액에서 침지가 vitamin C 함량을 보유하고 있는데 효과적이었다 ($p < 0.05$). 또한 열처리군보다는 비 열처리군이 vitamin C 보유에 효과적이었다 ($p < 0.05$).

감자 슬라이스(대조군)의 vitamin C 함량은 냉장 기간에 따라 점진적으로 감소하는 경향을 나타내었는데 이는 Kincal 등¹⁷⁾의 보고와도 일치하였다. 그러나 CaPS는 대조군의 vitamin C 함량보다 43.6%, ChPS는 83%로 급격히 감소하였고, 열처리군의 HCaPS는 90.8%, HChPS는 42.3% 감소하였다.

이로부터 CaCl₂용액에 침지한 감자 슬라이스가 vitamin C의 손실이 가장 낮게 나타났다. Pooviah 등¹⁸⁾은 Golden Delicious 사과에 칼슘을 진공 침투시켰을 때 ascorbic acid 함량이 증가하였다고 하였다. 한편 vitamin C는 효소적 갈변으로 생긴 퀴논 화합물의 환원을 통해 갈변을 억제하는 것으로

알려져 있으나^{12,18)} 본 연구에서는 vitamin C의 보유율이 가장 높았던 칼슘 침지군의 갈변 억제 효과가 적게 나타나 감자 슬라이스의 갈변 억제에는 효과가 적은 것으로 보여진다.

3. 단백질 함량의 변화

감자 슬라이스의 단백질 함량의 변화(Table 4)는 대조군의 경우, 냉장 3주에 27.5mg/g으로 증가한 후 다시 감소하였는데, 이러한 단백질 함량의 감소는 효소적 갈변으로 생성된 퀴논 혹은 멜라닌과 복합체를 형성하기 때문이라고 하였다¹⁹⁾.

한편 CaPS는 대조군의 단백질 함량보다 전반적으로 28.6~53.0% 범위로 증가하였으며, ChPS는 6.9~75.3% 범위로 감소하였다. 열처리군의 HCaPS와 HChPS는 모두 대조군의 단백질 함량보다 전반적으로 각각 24.3~84.5%와 31.0~92.9% 범위로 감소하였다 ($p < 0.05$). 또한 비 열처리군보다 열처리군에서 단백질의 감소가 더욱 크게 나타났다 ($p < 0.05$).

4. pH, 중량 손실 및 가용성 고형물질 함량의 변화

감자 슬라이스의 pH, 중량손실 및 가용성 고형물질 함량의 변화는 Table 5, Table 6 그리고 Table 7과 같다.

Table 4. Effects of dipping and preheating treatments on the changes in protein content of potato slices during a storage for 4 weeks at 5°C (unit: mg /g fresh potato)

Treatment ^{a)}	Cold storage period (weeks)				
	0 ^{b)}	1	2	3	4
Nonpreheated					
Control	6.83*	11.86	18.41	27.52	10.92
CaPS	8.78	17.96	10.76	11.73	16.71
ChPS	6.36	7.27	7.34	6.81	9.38
APS	4.74	3.21	4.87	4.86	4.53
Preheated					
HDPS	4.94	11.27	15.96	10.44	10.94
HCaPS	5.17	8.00	8.90	4.26	17.84
HChPS	3.07	5.28	12.70	1.96	12.82
HAPS	3.30	5.66	19.37	2.91	3.77

^{a,b)} same as in Table 1

* $p < 0.005$

Table 5. Effects of dipping and preheating treatments on the changes in pH of potato slices during a storage for 4 weeks at 5°C

Treatment ^{a1}	Cold storage period (weeks)				
	0 ^{b1}	1	2	3	4
Nonpreheated					
Control	6.05*	6.39	5.79	6.32	5.69
CaPS	5.89	5.88	5.34	6.24	5.37
ChPS	4.95	4.82	4.40	7.33	6.58
APS	4.74	4.56	4.06	4.38	4.60
Preheated					
HDPS	5.65	5.16	7.61	8.21	7.14
HCaPS	5.14	4.60	4.39	5.23	6.82
HChPS	4.49	4.44	3.97	4.32	4.37
HAPS	4.26	4.18	3.61	3.96	3.96

^{a,b1} same as in Table 1

* $p < 0.01$

Table 5에서 감자 슬라이스의 pH는 HChPS를 제외하고 냉장기간에 따라 증가하는 경향을 나타내었는데 CaPS는 냉장전 pH 4.95에서 3주후에 pH 6.24로 최대이였으며 ChPS는 3주후 최대치인 pH 7.33을 나타내었다. 한편 HCaPS는 pH 5.14에서 냉장저장 중 점차로 pH가 증가하는 경향을 나타내었으며 HChPS는 전반적으로 낮은 pH를 유지하였다. 냉장기간에 따라 pH가 증가하는 경향은 Kim 등²⁰⁾, Porter²¹⁾, Coseteng¹²⁾ 등의 연구결과와도 일

치하였으며, 이는 식품내 대사로 산이 감소하였기 때문이라고 하였다.

한편 CaPS는 pH에 대한 영향이 가장 적었으며 ($p < 0.05$), 기타 처리군은 대조군과 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 그러나 chitosan 처리군은 냉장 후기로 갈수록 pH가 증가하였으며 이러한 특징은 chitosan이 제산제로서 작용하여 chitosan을 처리후 증가한 식품내의 산이 감소하여 pH가 증가한 것으로 생각된다. Porter²¹⁾ 등은 pH가 증가됨에

Table 6. Effects of dipping and preheating treatments on the changes in weight loss of potato slices during a storage for 4 weeks at 5°C (unit : %)

Treatment ^{a1}	Cold storage period (weeks)			
	1	2	3	4
Nonpreheated				
Control	2.9*	3.3	7.6	2.4
CaPS	6.6	7.6	9.5	6.7
ChPS	17.6	13.9	17.9	27.1
APS	20.3	15.1	31.9	31.8
Preheated				
HDPS	17.3	15.1	27.6	23.9
HCaPS	19.3	18.2	18.2	28.6
HChPS	21.9	15.3	28.5	24.6
HAPS	17.2	15.0	35.2	21.9

^{a,b1} same as in Table 1

* $p < 0.05$

Table 7. Effects of dipping and preheating treatments on the changes in soluble solids content of potato slices during a storage for 4 weeks at 5°C (unit : °Brix)

Treatment ^{a)}	Cold storage period (weeks)				
	0 ^{b)}	1	2	3	4
Nonpreheated					
Control	1.3*	1.8	2.1	2.1	2.3
CaPS	1.2	1.8	1.7	1.6	1.8
ChPS	1.0	1.5	1.4	1.4	1.7
APS	1.0	1.1	1.1	1.1	1.4
Preheated					
HDPS	0.8	0.6	1.0	1.1	1.1
HCaPS	1.0	0.9	0.9	1.1	1.6
HChPS	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0
HAPS	0.6	1.0	0.9	0.9	1.0

^{a,b)} same as in Table 1

* $p < 0.01$

따라 chlorogenic acid가 변색되어 갈변이 유발되며 이는 알칼리성의 pH에서 phenol이 phenoxides 이온으로 분해되는 이온화로 인해 갈변이 생긴다고 보고 한 바 있다.

Table 6에서 감자 슬라이스의 중량손실에 대한 침지 용액의 영향을 보면 비 열처리군의 중량손실은 6.6~17.6%, 열처리군의 중량손실은 19.3~21.9%의 범위를 나타내었다. 특히 CaPS의 중량 손실이 적었는데($p < 0.05$), 이는 CaCl_2 가 감자표면의 조직감을 강화시켜 용질의 용출을 감소시킨 것⁽²²⁾으로 생각되어진다.

냉장저장 중의 중량 손실의 변화를 보면 CaPS는 6.6~9.5%, ChPS는 13.9~27.1%의 중량손실을 나타내었고, 열처리군의 HCaPS는 18.2~28.6%, HChPS는 15.3~28.5%로서 열처리군의 중량손실 폭이 비 열처리군보다 더 크게 나타났다. 각 처리중 칼슘처리군의 중량손실이 가장 적었다($p < 0.05$).

한편 Kim 등⁽²⁰⁾은 사과 슬라이스를 12일간 냉장저장시 중량손실은 적었다고 하였다. Burton⁽²¹⁾ 등은 18°C에서 저장한 버섯의 중량손실이 5°C 저장시보다 컸다고 하였으며 이로서 감자의 실온 저장일 경우 중량손실은 더욱 커질 것으로 예상된다.

Table 7에서 대조군의 soluble solid함량은 냉장기간중 증가하였는데, Coseteng 등⁽²³⁾은 이는 사과의 숙성 및 냉장저장 중 전분이나 hemicellulose와

같은 고분자화합물이 분해하여 단당류같은 저분자 화합물로 되기 때문이라고 하였다.

한편 비 열처리군의 CaPS는 1.2 °Brix에서 4주 냉장 저장 후 1.8 °Brix로, ChPS는 1.0 °Brix에서 1.7 °Brix로 각각 증가하였다. 열처리군의 HCaPS와 HChPS도 4주간 냉장 저장 후 1.0에서 1.6 °Brix로, 0.8 °Brix에서 1.0 °Brix로 각각 증가하였다. 한편 각 처리를 통해 대조군과 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. 이는 Kim⁽²⁰⁾이 사과 슬라이스의 저장중 가용성 고형물질함량의 변화가 유의적이지 않았다고 한 보고와 일치하였다.

IV. 요 약

감자 슬라이스를 CaCl_2 용액과 chitosan용액에 침지하거나 혹은 이들 용액의 존재하에서 예열처리 후 냉장저장하여 감자 슬라이스의 갈변 정도와 다른 이화학적 품질변화에 대한 침지 및 예열처리의 영향을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 냉장저장 중 감자 슬라이스의 L 값은 감소하고 A_{420} 은 증가하는 경향을 나타내었으나, 침지용액 및 예열처리를 통해 L 값은 증가하고 A_{420} 은 감소하는 경향을 나타내었다.
2. Vitamin C의 함량은 냉장저장 중 감소하였으나 칼슘처리군이 vitamin C의 손실이 가장 낮

았으며 예열처리에 의한 병용효과는 없는 것으로 나타났다.

3. 단백질 함량은 3주까지 증가한 후 감소하였으나 CaPS는 대조군에 비하여 전반적으로 단백질 함량이 증가하였으나 다른 처리군은 대조군보다 감소하였다.
4. pH는 증가한 후 다시 감소하였는데 특히 ChPS의 pH증가가 크게 나타났으며, 중량손실은 CaPS의 중량손실이 작게 나타났다. 또한 가용성 고형불질함량은 냉장 저장 중 증가하였으나 예열처리를 병용하므로써 감소되었다.

이상의 결과로부터 침지용액 및 예열처리를 통해 냉장 저장 중 감자 슬라이스의 갈변 정도 및 기타 이화학적 품질의 저하를 방지하고 저장성을 연장할 수 있다고 생각된다.

V. 참고문헌

1. Poovaiah, B. W. : Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Technology*, 86~89, 1986.
2. Sapers, G. M., Douglas, Jr, Bylik, A., Hsu, A. -F., Dower, H. W., Garzarella, L. and Kozempel, M. : Enzymatic browning in Atlantic potatoes and related cultivars. *J. Food Sci.*, 54(2), 362~365, 1989.
3. 정현미, 이귀주 : 품종별 한국산 감자 슬라이스의 냉장 중 이화학적 품질의 변화. *한국식생활문화학회지*, 10(2), 97~106, 1995.
4. Sapers, G. M. and Miller, R. L. : Control of enzymatic browning in pre-peeled potatoes by surface digestion. *J. Food Sci.* 58(5), 1076~1078, 1993.
5. Kim, D. M., Smith, N. L. and Lee, C. Y. : Apple cultivar variations in response to heat treatment and minimal processing. *J. Food Sci.*, 58(5), 1111, 1993.
6. Ponting, J. D., Jackson, R. and Watters, G. : Refrigerated apple slices: Preservative effects of ascorbic acid, calcium and sulfites. *J. Food Sci.*, 37, 434~436, 1972.
7. Langdon, T. L. : Preventing of browning in fresh prepared potatoes without the use of sulfiting agents. *Food Technology*, 64~67, 1987.
8. Santerre, C. R., Cash, J. N. and Vannorman, D. J. : Ascorbic acid/Citric acid combinations in the processing of frozen apple slices. *J. Food Sci.*, 53, 1713~1736, 1988.
9. Imeri, A. G. and Knorr, D. : Effects of chitosan on yield and compositional data of carrot and apple juice. *J. Food Sci.*, 53(6), 1707~1709, 1988.
10. O'Beirne, D. and Ballantyne, A. : Some effects of modified-atmosphere packaging and vacuum packaging in combination with antioxidants on quality and storage life of chilled potato strips. *Int. J. Food Sci. Tech.* 22, 515~523, 1987.
11. Shewfelt, R. L. : Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. *Food Technonology*, 70~89, 1986.
12. Coseteng, M. Y. and Lee, C. Y. : Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *J. Food Sci.* 52(4) 985~989, 1987.
13. 한국생화학회 교재 편찬위원회 : 실험 생화학, 탐구당, 1986.
14. Coultate, T. P. : Food, The Chemistry of its components. 2nd edition, Royal society of chemistry, 1984.
15. Bucheli, C. S. and Robinson, S. P. : Contribution of enzymic browning to color in Sugarcane Juice. *J. Agric. Food Chem.* 42, 257~261, 1994.
16. Klein, J. D. : Relationship of harvest date, storage conditions and fruit characteristics to bruise susceptibility of apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 112~113, 1987.

17. Kincal, N. S. and Giray, C. : Kinetics of ascorbic acid degradation in potato blanching, *Int. J. Food Sci. Tech.* 22, 249~254, 1987.
18. Thomas, P. and Janave, M. T. : Polyphenol oxidase activity and browning of mango fruits induced by gamma irradiation, *J. Food Sci.*, 38, 1149~1152, 1973.
19. Eskin, N. A. M. : *Biochemistry of foods*, 2nd Edi. Academic Press, 1990.
20. Kim, D. M., Smith, N. L. and Lee, C. Y. : Quality of minimally processed apple slices from selected cultivars. *J. Food Sci.*, 58(5), 1115~1175, 1993.
21. Porter, W. C., Pharr, D. M., Kushman, L. J. and Pop, D. T. : Discoloration of chilled sweet potato (*Ipomoea batatas*(L.) Lam.) roots: Factors related to cultivar differences. *J. Food Sci.*, 41, 938~941, 1976.
22. Sapers, G. M., Hicks, K. B., Phillips, J. G., Garzarella, L. G., Pondish, D. L., Matulatis, R. M., McCormack, T. J., Sondey, S. M., Seib, P. A. and Atawy, Y. S. : Control of enzymatic Browning in Apple with Ascorbic Acid Derivatives, Polyphenoloxidase Inhibitors, and Complexing Agents. *J. Food Sci.*, 54(4), 997, 1989.
23. Burton, K. S., Frost, C. E. and Atkey, P. T. : Effect of vacuum cooling on mushroom browning, *Int. J. Food Sci. Tech.*, 22, 599~606, 1987.