

냉동감자의 저장 중 미생물학적, 영양학적 및 물성 품질 특성의 변화

하지형 · 하상도 · 강윤석¹ · 홍권표¹ · 배동호^{1,*}

중앙대학교 식품공학과 · ¹건국대학교 생명공학과

Microbiological, Nutritional, and Rheological Quality Changes in Frozen Potatoes during Storage

Ji-Hyoung Ha, Sang-Do Ha, Yoon-Seok Kang¹, Kwon-Pyo Hong¹, and Dong-Ho Bae^{1,*}

Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University, Korea

¹Department of Bioscience and Biotechnology, Konkuk University, Korea

Abstract This study evaluated the microbial, nutritional, and rheological changes in potatoes, during storage at room, low, and freezing temperatures for 6 months. No significant changes in total aerobic plate counts were observed for any of the samples in the assessment of microbiological quality changes. For the 4 types of frozen potatoes, yeasts and molds were not found until 24 weeks. The sugar contents of the potatoes stored at room and low temperature (10°C) increased during the first 4 weeks of storage, but then decreased rapidly thereafter; while those in the frozen potatoes did not change significantly throughout the 48 weeks. The vitamin C, B1, and B2 contents of the potatoes stored at room and low temperature had decreased significantly after 4 weeks of storage, however, the levels in the frozen potatoes did not change rapidly. The weight, volume, and hardness of the frozen potatoes changed much less as compared to the potatoes stored at room and low temperature over the 48 weeks of storage. Finally, the cohesiveness of all the samples, except for the frozen mashed potatoes, did not change during storage.

Key words: frozen potato, microbial contamination, nutritional property, rheological property, storage

서 론

감자는 세계 5대 식용작물의 하나로 밭에서 수확한 후 상온 및 저온 저장고에 저장되거나 골판지 상자로 단위 포장한 후 상온 유통되어 식용으로 소비되고 있으나 그 소비 형태는 매우 다양하며, 국내에서는 주로 조리용 목적으로 생감자가 사용되어 왔다(1,2). 하지만 사회구조와 국민 생활 패턴이 변화하고 식생활 양식이 크게 바뀌면서 생감자의 소비 중심에서 박피, 절단 등 소비자의 구매 요구에 맞게 1차 가공한 후 소포장하여 저온 유통 및 판매되어지는 섭취 편의성이 우수한 가공 처리된 냉동 감자 중심으로 그 소비 형태가 변화하고 있다(2-4). 더욱이 최근 건강을 중시하는 현대인들은 식품의 선택시 섭취 편의성과 함께 고품질 감자를 요구하고 있다. 이러한 편이가공 농산물은 식품 소재 특유의 신선함을 유지하면서도 사용할 때 간편성을 부여한 제품으로 이들의 형태는 소재 특성과 용도에 따라 매우 다양하다. 이처럼 수요가 증가하는 냉동 감자는 짧은 시간에 해동 및 가열 처리하여 소비자에게 간편하게 제공할 수 있으며 1차 가공처리를 통해 포장 및 취급이 편리한 장점이 있다. 반면 수송과정에서의 해동, 점포에서의 취급 부주의로 인한 해동 등으로 조직의 손

상을 유발하여 제품의 색과 조직감의 변화, 미생물 번식 등의 식품의 안전성과 품질 저하의 문제점이 존재한다. 가공 및 유통 중 변질을 억제하기 위해서는 환원제, pH 강하제 및 염류 등의 처리와 더불어 적절한 포장과 저온처리가 필수적이다(5-9). 이러한 식품들의 안전성과 품질 저하는 소비자들의 기호와 건강적인 측면을 충족시킬 수 없다. 더욱이 식품 위생은 소비자들에게 큰 위해를 줄 수 있으므로 안전성과 보존성에 보다 많은 연구가 필요하지만 아직까지 국내에서는 냉동 감자의 위생 및 품질 관리에 관한 연구 자료가 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 미생물 정량시험을 통해 생감자 및 냉동 감자의 저장 중 미생물학적인 품질변화를 평가하였고, 영양성분 및 일반성분 분석에 의한 영양적 평가와 물성적인 평가를 동시에 평가하여 냉동감자의 저장 중 품질특성을 비교 확인하였다.

재료 및 방법

재료와 샘플링 방법

본 연구는 2006년 5월 안성시내 하나로 마트에서 구입한 생감자와 손스마켓메이커즈에서 구입한 미국산 냉동감자 4개 제품(frozen mashed, frozen dice, frozen whole, frozen shoe-string potato)을 시료로 채취하여 분석하였다.

구입한 생감자는 브러쉬로 흙을 털어낸 감자와 물로 세척하여 건조시킨 후 감자로 분류하고 각각을 다시 상온(20±1°C)과 냉장(10°C) 보관하면서 -20°C에서 저장된 냉동감자와 비교 실험을 하였다.

*Corresponding author: Dong Ho Bae, Department of Bioscience and Biotechnology, Konkuk University, Hwayang-dong 1, Gwangjin-gu, Seoul 143-701, Korea
Tel: 82-2-450-3756

E-mail: donghoya@konkuk.ac.kr

Received August 9, 2007; accepted December 6, 2007

미생물 정량분석을 위한 시료준비

상온과 냉장 보관한 생감자는 2개를 무작위 선택한 후 2쪽으로 이분하여 4개의 샘플을 사용하였고, 식품공전(10)에 따라 샘플 50g과 멸균된 peptone water(Oxoid, Basingstoke, Hampshire, England) 0.1% 100 mL를 멸균된 stomacher bag에 넣어 stomacher(Elmex SH-II M, Tokyo, Japan)를 이용하여 1분간 균질화한 다음 peptone water 0.1%를 이용하여 10배씩 연속 희석하였다. 멸균된 peptone water 0.1%를 조제할 때는 1g의 peptone water를 1,000 mL의 증류수에 녹여 autoclaving한 후 사용하였다. 냉동감자는 4개 제품을 각각 25g으로 정량하여 멸균된 peptone water 0.1% 100 mL를 멸균된 stomacher bag에 넣어 생감자와 동일하게 처리하였다.

미생물 정량시험

총호기성균 총호기성균(total aerobic bacteria)의 정량적 분석을 위해서 앞서 준비한 시료 0.5 mL을 멸균된 peptone water 4.5 mL에 분주하여 10⁻¹에서 10⁻⁶까지 단계 희석하고 희석액 1 mL가 분주된 petri-dish 위에 50°C의 tryptic soy agar(TSA, Difco, Detroit, MI, USA) 15-20 mL를 부어(pour-plate technique) 잘 섞은 후 37°C에서 24-36시간 배양하였다. 배양 후 standard plates count에 의해 각각의 배지 위에 형성된 colony를 계수하여 colony-forming unit(CFU/g)으로 나타내었다.

진균류. 진균류(yeasts and molds)의 정량적 분석을 위해서 앞서 준비한 시료 0.5 mL을 멸균된 peptone water 4.5 mL에 분주하여 10⁻¹에서 10⁻⁶까지 단계 희석하고 희석액 1 mL가 분주된 petri-dish 위에 50°C의 potato dextrose agar(PDA, Difco, Detroit, MI, USA)에 tartaric acid를 사용하여 pH 3.5로 맞춘 배지를 15-20 mL를 부어(pour-plate technique) 잘 섞은 후 25°C에서 5-7일간 배양하였다. 배양 후 standard plates count에 의해 각각의 배지 위에 형성된 colony를 계수하여 colony-forming unit(CFU/g)으로 나타내었다.

영양적 성분 분석

수분. 상압 가열 건조법에 의하여 10g의 시료(A)를 취하여 105°C의 건조기에서 수분을 제거한 후 다시 칭량(B)하여, 수분을 제거하기 전후의 시료의 무게 차이(A - B)를 수분함량으로 산출하였다.

$$\text{수분함량} = (A - B) / A \times 100$$

(A: 시료의 무게 B: 건조 시료의 무게)

지방. 수분 측정을 마친 시료에 n-hexane 100 mL을 가한 후 2시간 동안 추출하였다. Whatman No. 2 페이지를 사용하여 고형물을 거른 후, 향량을 측정한 비커에 추출물을 넣고 n-hexane을 드라이 오븐에서 제거하여 무게를 측정하여 무게를 측정하였다. 3회 반복수행하여 그 평균값을 결과로 하였다.

총당. 총 당 함량은 spectrophotometer(470 nm)를 이용하여 측정하였다. 시료 1g을 증류수 10 mL에 혼합하여 1 mL를 취한 후, phenol 1 mL를 용해시켰다. 황산 5 mL를 넣어 20분 동안 방치한 후 spectrophotometer를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 3회 반복수행하여 그 평균값을 결과로 하였다(11).

Vitamin. 비타민 함량은 50g의 시료를 증류수 100 mL와 함께 phosphoric acid 로 4.5로 pH를 조정하였다. 그 용액을 protease와 α-amylase와 반응시킨 후 원심 분리하여 상등액을 HPLC로 정량

분석하였다. HPLC장치는 ProStar HPLC(Varian Inc., Lake Forest, CA, USA)를 사용하였고, column은 C₁₈(250×4.6 mm 5 μm, Varian)을 사용하였다. 검출기는 Prostar UV-Vis 325(Varian, Mulgrave, Victoria, Australia)을 사용하였고, autosampler는 Prostar 410(Varian, Middleburg, Netherlands)을 사용하였다.

물성 분석

부피 및 질량. 부피는 종자치환법을 이용하여 3반복 실험하여 평균값으로 나타내었으며, 질량의 경우도 벨런스를 이용하여 3반복 실험하여 평균값으로 표시하였다.

조직감. 감자의 질감은 각 시료를 가로 1 cm×세로 1 cm×높이 1 cm로 잘라서 질감 측정기(Lloyd Model LRX-2500 N, Lloyd Instrument Ltd. Fareham, Hans, UK)를 이용하여 5N의 힘과 50 mm/min의 속도로 2 cycle 압축 시험하였다. 이 압축 시험은 총 10회씩 반복하여 그 평균값을 결과로 하였다.

색도. 감자의 색감은 L-a-b 시스템을 이용하여 측정하였다. 여기에 사용된 장비는 Tristimulus Minolta Chroma Meter Parameters이다. 감자를 반으로 자른 후에 측정을 하였다. 각 시료는 3회 반복하여 그 평균값을 결과로 하였다.

통계분석

감자의 저장 실험에서 얻은 데이터에 대해 분산분석을 실시하였고 시료간의 유의적 차이를 검증하기 위하여 Duncan's multiple range test를 실시하였다(p < 0.05). 통계분석에는 SPSS 12.0 package를 사용하였다.

결과 및 고찰

미생물학적 품질 변화 평가

총호기성균. 상온과 냉장 및 냉동저장 감자의 총호기성균 오염도 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 흙을 털어낸 생감자의 초기 자연 오염된 총균수는 5.3 log₁₀ CFU/g이었으며 물세척한 생감자는

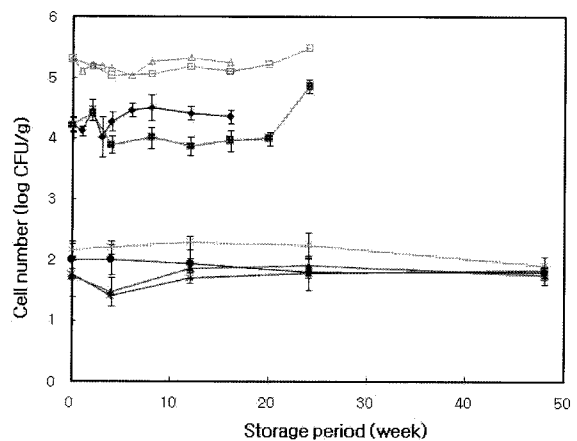


Fig. 1. Total aerobic bacteria in potatoes while storing in room temperature, refrigeration and freezer. ◆: Whole potato stored at room temperature (washed), ■: Whole potato stored at 10°C (washed), ●: Mashed potato stored at -20°C, ▲: Whole potato stored at -20°C, *: Shoe string potato stored at -20°C, ×: Diced potato stored at -20°C, △: Whole potato stored at room temperature (not washed), and □: Whole potato stored at 10°C (not washed).

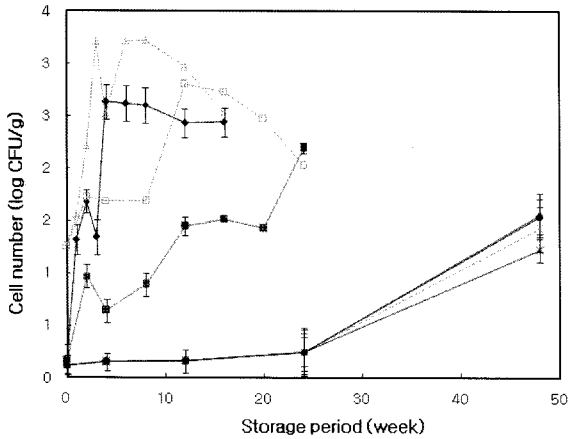


Fig. 2. Yeast and mold counts in potatoes while storing in room temperature, refrigeration and freezer. ◆: Whole potato stored at room temperature (washed), ■: Whole potato stored at 10°C (washed), ●: Mashed potato stored at -20°C, ▲: Whole potato stored at -20°C, *: Shoe string potato stored at -20°C, ×: Diced potato stored at -20°C, △: Whole potato stored at room temperature (not washed), and □: Whole potato stored at 10°C (not washed).

4.2 log₁₀ CFU/g이었다. 4개 제품의 냉동 감자는 약 2 log₁₀ CFU/g 수준으로 생감자보다 위생수준이 우수함을 확인할 수 있었다. 상온 저장 감자는 흙을 털어낼 경우 16주차까지 5.3 log₁₀ CFU/g, 물세척을 할 경우 4.5 log₁₀ CFU/g 수준으로 생감자의 초기 총균수와 차이가 거의 없었으며 17주차부터 부패 및 수분 손실로 인한 식품적 가치를 상실함으로써 실험을 중단하였다. 냉장 저장 감자의 총호기성균은 흙을 털어낼 경우 24주(6개월) 동안 5.4 log₁₀ CFU/g 수준이었으며, 물세척하여 냉장 저장한 감자의 총호기성균은 24주(6개월) 동안 4.8 log₁₀ CFU/g 수준이었다. 냉동 감자의 총호기성균은 48주(12개월) 동안 약 2 log₁₀ CFU/g 수준을 유지하면서 큰 변화를 보이지 않았다. 일반적으로 흙 제거 또는 물세척한 생감자는 가공 처리된 냉동 감자 제품보다 2-3 log₁₀ CFU/g 높은 수준이었고 이는 감자의 미생물학적 품질을 오랫동안 유지하기 위해서는 냉동저장이 상온이나 냉장 저장보다 우수하다고 사료된다. 또한 107 log₁₀ CFU/g을 부패의 기준으로 볼 때, 저장 중 모든 샘플이 미생물학적 안전성 기준을 만족시켰다(12). 하지만 흙을 제거하거나 물 세척 또는 1차 가공 처리가 이뤄진 샘플에서 얻어낸 결과이므로 이는 전처리 공정이 식품의 안전성 유지에 영향을 끼친다고 사료된다.

진균류. 상온과 냉장 및 냉동저장 감자의 진균(효모/곰팡이) 오염도 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 흙을 털어낸 생감자의 초기 자연 오염된 진균수는 1.25 log₁₀ CFU/g 수준이었으며 물세척한 생감자는 0.18 log₁₀ CFU/g, 4개 제품의 냉동 감자에서는 검출되지 않았다. 흙 제거 및 물세척한 상온 저장 감자의 진균수는 각각 8주(2개월)까지 3.22 log₁₀ CFU/g와 2.6 log₁₀ CFU/g 수준으로 증가하다가 그 이후부터 감소 추세를 보였고 17주차부터 부패 및 수분 손실로 인한 식품적 가치를 상실함으로써 실험을 중단하였다. 냉장 저장 감자도 12주차(3개월) 때 최대치 2.80 log₁₀ CFU/g를 보인 후 감소하였다. 반면 4개 제품의 냉동 감자에서는 진균이 검출되지 않았으며 24주(6개월)까지 불검출 상태를 유지하다가 그 이후부터 효모만 약 1.5 log₁₀ CFU/g 수준까지 증가하였다. 감자의 진균수의 오염도 변화도 마찬가지로 냉동저장이 상온이나 냉장 저장보다 우수함을 확인할 수 있었다.

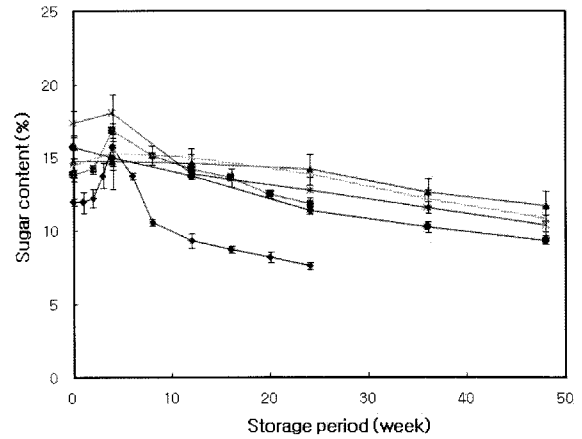


Fig. 3. Changes in sugar contents of potatoes during the storages under various conditions. ◆: Whole potato stored at room temperature (washed), ■: Whole potato stored at 10°C (washed), ●: Mashed potato stored at -20°C, ▲: Whole potato stored at -20°C, *: Shoe string potato stored at -20°C, and ×: Diced potato stored at -20°C.

영양학적 품질 변화 평가

수분. 상온·냉장 저장 감자는 6개월(24주)간 수분함량이 다소 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의차는 보이지 않았으며, Woo(13)의 연구와 유사한 결과를 보였다. 상온·냉장 저장 감자의 경우 저장기간이 길어짐에 따라 호흡작용에 의해 수분함량이 감소하는 경향을 나타내는 것으로 판단된다. 냉동저장 감자(whole potato)는 삶거나(frozen mashed, frozen dice, frozen whole), 튀겨지는 과정(frozen shoe string)에서 수분이 손실된 것으로 보여 상온·냉장 저장 감자(80% 전후)에 비하여 수분함량이 다소 낮았으며(60% 전후) 저장 시 변화를 보이지 않았다.

지방. Frozen shoe string potato를 제외한 나머지 상온, 냉장, 냉동저장 감자에서는 지방함량이 0.002-0.01%로 거의 검출되지 않았다. Frozen shoe string potato에서는 다량의 유지가 검출되었는데, 이는 기름에서 튀겨지는 가공 과정 중에 생긴 것으로 생각되며, 4주차까지 다소 감소하다가 그 후 일정하게 유지되었다.

총당. 상온저장 감자의 당 함량은 저장 4주차까지 증가하다가 그 후 급격히 감소하였다. 냉장저장 감자의 당 변화량은 상온 저장 감자보다 작았지만 이와 유사한 경향을 보였다. 이는 저장 온도가 높을수록 당의 분해가 촉진되는 결과를 말한다(14,15). 냉동저장 감자는 12개월간 조금씩 감소하는 경향을 보였으나 상온, 냉장 저장감자에 비해 변화의 폭이 크지 않은 것을 확인하였다.

Vitamin. 상온과 냉장 저장한 감자의 vitamin C의 함량은 가공되어 냉동저장한 감자의 vitamin C 함량보다 높았다. 상온과 냉장 저장을 한 감자의 vitamin C 함량은 4주차 이후부터 급격한 감소를 보였는데, Yoon 등(16), Nourian 등(17)의 결과와 유사하였다. 냉동저장한 감자의 vitamin C 함량은 상온, 냉장 저장 감자에 비하여 느린 감소를 보였다. Vitamin B₁ 함량에서 상온과 냉장 저장을 한 감자의 vitamin C와 같이 생감자의 vitamin B₁ 함량은 가공된 냉동감자보다 높은 것으로 나타났다. 상온·냉장 저장 감자의 vitamin B₁ 함량은 6주차 이후 급격한 감소를 보였다. 냉동저장 감자의 vitamin B₁ 함량은 48주 저장 중 소실된 양이 거의 발생하지 않았다. Vitamin B₂ 함량은 vitamin B₁과 비슷

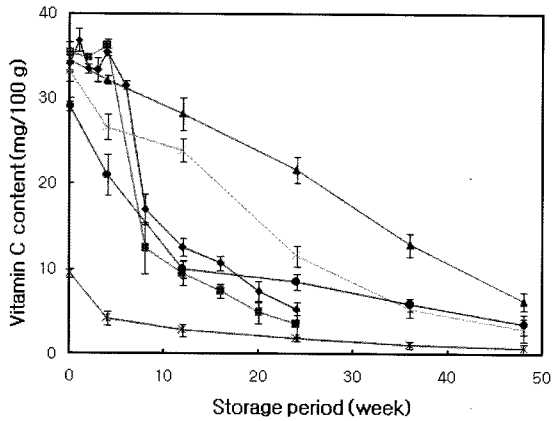


Fig. 4. Changes in vitamin C contents of potatoes during the storages under various conditions. ◆: Whole potato stored at room temperature, ■: Whole potato stored at 10°C, ●: Mashed potato stored at -20°C, ▲: Whole potato stored at -20°C, *: Shoe string potato stored at -20°C, ×: Diced potato stored at -20°C.

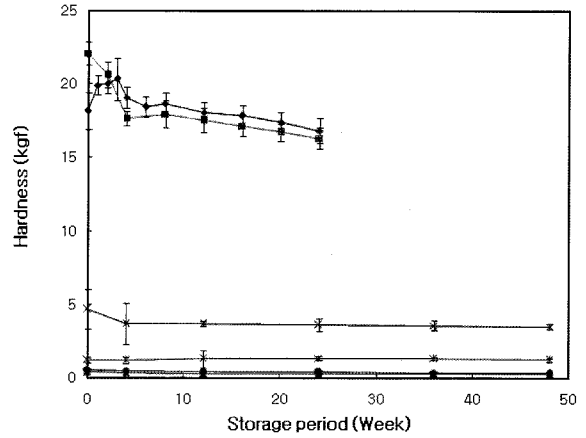


Fig. 7. Changes in hardnesses of potatoes during the storages under various conditions. ◆: Whole potato stored at room temperature, ■: Whole potato stored at 10°C, ●: Mashed potato stored at -20°C, ▲: Whole potato stored at -20°C, *: Shoe string potato stored at -20°C, ×: Diced potato stored at -20°C.

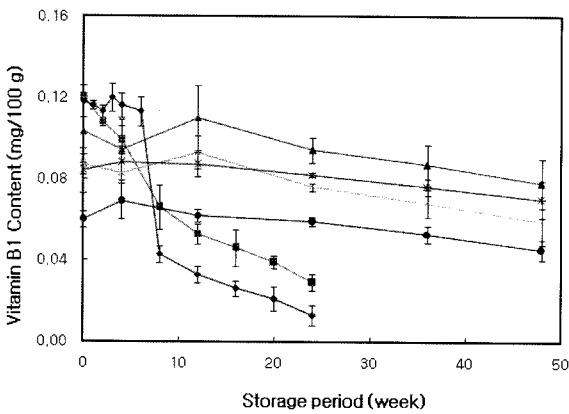


Fig. 5. Changes in vitamin B₁ contents of potatoes during the storages under various conditions. ◆: Whole potato stored at room temperature, ■: Whole potato stored at 10°C, ●: Mashed potato stored at -20°C, ▲: Whole potato stored at -20°C, *: Shoe string potato stored at -20°C, ×: Diced potato stored at -20°C.

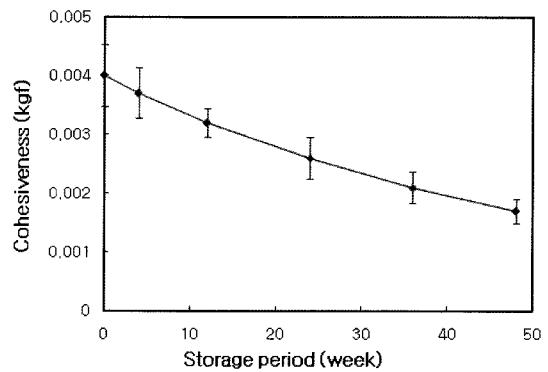


Fig. 8. Changes in cohesiveness of frozen mashed potatoes during storage.

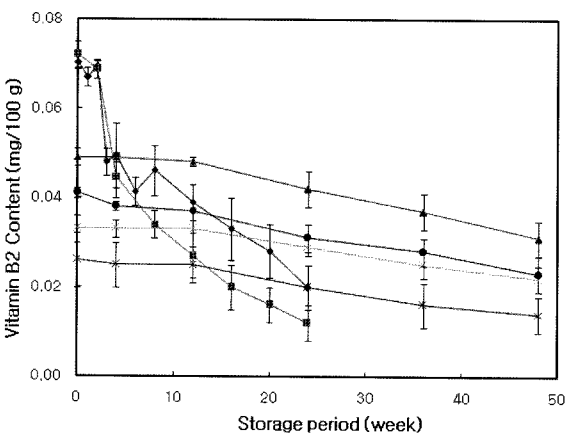


Fig. 6. Changes in vitamin B₂ contents of potatoes during the storages under various conditions. ◆: Whole potato stored at room temperature, ■: Whole potato stored at 10°C, ●: Mashed potato stored at -20°C, ▲: Whole potato stored at -20°C, *: Shoe string potato stored at -20°C, ×: Diced potato stored at -20°C.

한 경향을 보였다. 실험에 의하여 얻어진 결과에서 vitamin C, B₁, B₂의 함량은 생감자가 가공감자에 비해 함량이 높았고, 상온·냉장저장 감자의 vitamin B₂ 함량은 4주차 이후부터 급격한 감소를 보였다. 냉동저장 감자의 vitamin B₂는 vitamin B₁과 비슷한 경향으로 48주 저장 중 상온·냉장저장 급격한 감소와는 달리 함량 변화는 거의 없었다. 세 가지의 수용성 vitamin 함량 변화는 상온·냉장저장 변화의 폭이 냉동저장의 변화의 폭보다 큰 것을 알 수 있다.

물성적 품질 변화 평가

부피 및 질량. 상온과 냉장 저장 감자의 경우 부피와 질량의 변화는 모두 24주간 다소 감소하는 경향을 보였으나 통계적인 유의차는 없었다. 냉동저장 감자는 48주간 부피와 질량의 변화가 전혀 없었는데, 이는 Cheong과 Govinden(18)의 연구와 일치하는 결과이다.

조직감. 상온과 냉장 및 냉동저장 감자의 강도와 응집력을 Fig. 7, 8에 나타내었다. 상온과 냉장 저장 감자의 강도(hardness)는 24주간 다소 감소하는 경향을 보였으나 냉동저장 감자는 48주간 강도의 변화가 전혀 없었다. 이는 Nourian 등(17)의 연구와도 일치

Table 1. Color Changes in potatoes stored under various

Variety	Period (week)	Color sensitivity		
		L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellow)
Room temperature-storage	0	78.72 ± 0.26 ^{bc}	-2.06 ± 0.06 ^{cd}	20.71 ± 0.06 ^b
	2	79.01 ± 0.40 ^{bc}	-1.80 ± 0.01 ^{ef}	21.13 ± 0.04 ^c
	4	78.63 ± 0.64 ^{bc}	-1.58 ± 0.10 ^g	20.54 ± 0.21 ^{ab}
	8	78.94 ± 1.70 ^{bc}	-2.44 ± 0.06 ^a	22.19 ± 0.04 ^f
	12	79.05 ± 0.34 ^{bc}	-1.78 ± 0.13 ^{efg}	24.82 ± 0.18 ^g
	16	79.08 ± 0.20 ^{bc}	-2.30 ± 0.15 ^{ab}	22.21 ± 0.09 ^f
	20	78.17 ± 0.22 ^{ab}	-2.14 ± 0.25 ^{bc}	22.12 ± 0.40 ^{ef}
Low temperature-storage (10°C)	24	77.41 ± 0.24 ^a	-2.27 ± 0.10 ^{ab}	21.74 ± 0.11 ^{de}
	0	78.79 ± 0.06 ^c	-2.06 ± 0.06 ^d	20.71 ± 0.06 ^a
	2	77.98 ± 0.39 ^{ab}	-1.52 ± 0.17 ^f	24.94 ± 0.41 ^e
	4	79.01 ± 0.03 ^c	-2.55 ± 0.13 ^b	25.27 ± 0.49 ^e
	8	77.71 ± 0.10 ^a	-1.84 ± 0.03 ^e	22.19 ± 0.10 ^c
	12	80.48 ± 0.40 ^e	-2.84 ± 0.03 ^a	24.27 ± 0.11 ^d
	16	79.98 ± 0.18 ^d	-1.91 ± 0.01 ^b	22.55 ± 9.21 ^c
Frozen whole potato	20	78.69 ± 0.24 ^c	-2.36 ± 0.08 ^c	21.42 ± 0.12 ^b
	24	78.24 ± 0.13 ^b	-2.28 ± 0.04 ^c	21.29 ± 0.14 ^b
	0	74.04 ± 0.79 ^{bc}	-3.94 ± 0.03 ^a	18.41 ± 0.48 ^d
	4	74.17 ± 0.55 ^c	-3.45 ± 0.06 ^b	18.31 ± 0.20 ^d
	12	72.91 ± 0.21 ^a	-3.30 ± 0.07 ^c	16.45 ± 0.22 ^a
	24	73.27 ± 0.24 ^{ab}	-3.15 ± 0.08 ^d	16.94 ± 0.10 ^b
Frozen diced potato	36	73.67 ± 0.18 ^{abc}	-3.02 ± 0.06 ^c	17.46 ± 0.14 ^c
	48	73.98 ± 0.16 ^{bc}	-2.97 ± 0.04 ^c	17.97 ± 0.13 ^d
	0	72.63 ± 0.43 ^a	-1.06 ± 0.20 ^e	19.84 ± 0.84 ^a
	4	74.86 ± 0.75 ^b	-1.33 ± 0.06 ^d	20.07 ± 0.12 ^a
	12	75.61 ± 0.21 ^c	-1.49 ± 0.05 ^{cd}	20.51 ± 0.17 ^a
	24	75.82 ± 0.15 ^c	-1.58 ± 0.06 ^{bc}	20.29 ± 0.12 ^a
Frozen shoe string potato	36	75.97 ± 0.12 ^c	-1.74 ± 0.08 ^b	20.38 ± 0.26 ^a
	48	76.08 ± 0.12 ^c	-1.98 ± 0.04 ^a	20.47 ± 0.16 ^a
	0	80.19 ± 0.23 ^a	-1.73 ± 0.03 ^b	16.82 ± 0.21 ^c
	4	75.38 ± 10.51 ^a	-1.97 ± 0.23 ^a	14.93 ± 0.26 ^a
	12	82.50 ± 0.51 ^a	-1.85 ± 0.06 ^{ab}	15.42 ± 0.37 ^b
	24	82.01 ± 0.21 ^a	-1.78 ± 0.07 ^{ab}	15.31 ± 0.16 ^{ab}
Frozen mashed potato	36	82.15 ± 0.21 ^a	-1.83 ± 0.08 ^{ab}	15.52 ± 0.18 ^b
	48	82.39 ± 0.17 ^a	-1.84 ± 0.10 ^{ab}	15.49 ± 0.23 ^b
	0	79.55 ± 0.13 ^c	-2.41 ± 0.02 ^a	12.93 ± 0.10 ^c
	4	78.92 ± 0.15 ^b	-1.64 ± 0.08 ^e	13.01 ± 0.12 ^c
	12	78.48 ± 0.30 ^a	-1.75 ± 0.04 ^d	11.41 ± 0.24 ^a
	24	78.67 ± 0.16 ^{bc}	-1.84 ± 0.07 ^{cd}	12.35 ± 0.20 ^b
Frozen mashed potato	36	78.76 ± 0.15 ^{bc}	-1.94 ± 0.07 ^c	12.50 ± 0.13 ^b
	48	78.94 ± 0.17 ^b	-2.05 ± 0.04 ^b	12.88 ± 0.20 ^c

Values reported as means ± standard deviation.

¹⁾Values with the same letters (a-g) do not differ significantly ($p < 0.05$).

한다. Frozen mashed 감자는 저장기간이 지날수록 응집력(cohesiveness)이 조금씩 떨어졌으나 다른 시료들은 전혀 변화가 없었다.

색도. 상온과 냉장 및 냉동저장 감자의 색도 변화를 Table 1에 나타내었다. 상온과 냉장 및 냉동저장 감자 모두 저장기간 동안의 색도의 변화가 없었는데, 이는 Jeon 등(19), Chung 등(20)의 연구와 유사한 결과이다.

요 약

본 연구에서 12개월 동안 미생물 정량시험을 통해 감자의 미생물학적인 안전성을 평가하였고 영양성분 및 일반성분 분석에 의한 영양적, 물성적인 평가를 실시하였다. 미생물학적 품질변화 평가에서 상온·냉장 저장 감자의 총호기성균(total aerobic bacteria)은 24주(6개월) 동안 큰 변화를 보이지 않았다. 48주(12개월) 동

안 저장한 냉동저장 감자도 균수의 변화를 보이지 않았다. 생감자는 초기 총균수가 $5.3 \log_{10}$ CFU/g이며 물 세척 시 약 90%(1 log) 감소하여 $4.2 \log_{10}$ CFU/g가 되었다. 냉동저장 감자의 초기 총균수는 약 $2 \log_{10}$ CFU/g 수준(당 약 100마리) 이었다. 반면 상온저장 감자의 진균수(yeast and molds)는 2개월(8주)까지 증가하다가(최대치: $3.22 \log_{10}$ CFU/g) 그 이후부터 감소 추세를 보였고 냉장저장 감자도 12주차 때, 최대치 $2.80 \log_{10}$ CFU/g를 보인 후 감소 추세를 보였다. 냉동저장 감자는 원 제품부터 진균이 검출되지 않았으며 6개월(24주차)까지 불검출 상태를 유지하다가 그 이후부터 효모만 약 $1.5 \log_{10}$ CFU/g 수준까지 증가하였다.

영양학적 품질변화 평가에서는 수분, 지방, 당, vitamin C, B₁, B₂의 함량 변화를 분석하였다. 상온·냉장저장 감자는 2개월(8주)간 수분함량이 다소 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의차는 없었다. 냉동저장 감자(whole potato)는 상온·냉장저장 감자(80% 전후)에 비하여 수분함량이 다소 낮았으며(60% 전후) 저장시 변화를 보이지 않았다. Frozen shoe string potato를 제외한 나머지 상온, 냉장, 냉동저장 감자에서는 지방함량이 0.002-0.01%로 거의 검출되지 않았다. Frozen shoe string potato에서는 유지가 검출되었으며, 4주차까지 다소 감소하다가 그 후 일정하게 유지되었다. 상온저장 감자의 당 함량은 저장 4주차까지 증가하다가 그 후 급격히 감소하였고, 냉장저장 감자의 당 변화량은 상온저장 감자보다 작았지만 이와 유사한 경향을 보였다. 냉동저장 감자는 12개월간 당 함량이 조금씩 감소하였으나 상온, 냉장저장 감자에 비해 변화량이 크지 않은 것으로 확인되었다. 생감자의 vitamin C 함량은 가공된 냉동감자보다 높은 것으로 나타났다. 상온·냉장저장 감자의 vitamin C 함량은 4주차 이후부터 급격한 감소를 보였으나 냉동저장 감자의 경우 더욱 서서히 감소하였다. Vitamin C와 같이 생감자의 vitamin B₁, B₂ 함량은 가공된 냉동감자보다 높은 것으로 나타났다. 상온·냉장저장 감자의 vitamin B₁, B₂ 함량은 각각 6, 4주차 이후부터 급격한 감소를 보였으나, 냉동저장 감자의 경우 48주(12개월) 저장 중 함량변화가 없었다.

물성적 품질변화 평가에서 상온·냉장저장 감자의 무게와 부피는 24주간 다소 감소하는 경향을 보였으나 통계적인 유의차는 없었다. 냉동저장 감자의 무게와 부피 변화는 48주간 전혀 없었다. 상온·냉장저장 감자의 조직의 강도(hardness)는 24주간 다소 감소하는 경향을 보였으나 냉동저장 감자는 48주간 hardness의 변화가 전혀 없었다. Frozen mashed 감자는 저장기간이 지날수록 응집력(cohesiveness)이 조금씩 떨어졌으나 다른 시료들은 전혀 변화가 없었다. 모든 시료의 저장기간 동안 색깔 변화는 없었다. 결론적으로 감자의 미생물학적, 영양학적, 물성 품질을 오래 동안 유지하기 위해서는 냉동저장이 상온이나 냉장저장보다 우수하다고 판단된다.

문 헌

1. Ko SB. Problems and suggestions for improvement in Jeju white potato marketing. Korean J. Agr. Manag. Pol. 30: 743-765 (2003)

2. Lim JH, Choi JH, Hong SI, Jeong MC, Kim DM. Quality change of fresh-cut potatoes during storage depending on the packaging treatments. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 933-938 (2005)
3. Yang YJ, Jeong JC, Byoun KE, Kim BT. Processing quality and storageability of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers affected by storage temperatures and sprout inhibitors. Korean J. Hort. Sci. Technol. 14: 104-105 (1996)
4. Jeong JC, Park KW, Yang YJ. Effect of storage temperature and reconditioning on the processing quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers. Korean J. Hort. Sci. Technol. 37: 362-368 (1996)
5. Ohlsson T. Minimal processing preservation methods of the future: An overview. Trends Food Sci. Tech. 5: 341-344 (1994)
6. Ahvenainen R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. Trends Food Sci. Tech. 7: 179-186 (1996)
7. Hwang TY, Son SM, Lee CY, Moon KD. Quality changes of fresh-cut packaged fuji apples during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 469-473 (2001)
8. Brecht JK. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. Hort. Sci. 30: 18-21 (1995)
9. Hwang TY, Moon KD. Quality characteristics of fresh-cut potatoes with natural antibrowning treatment during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 183-187 (2006)
10. KFDA. Food code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea, pp. 178-182 (2006)
11. Kang KH, Noh BS, Seo JH, WD. Food Analytics. Sungkyunkwan University Press, Seoul, Korea. pp. 109-110 (1998)
12. Ha SD, Kim AJ. Technical trends in safety of jeotgal. Food Sci. Ind. 38: 46-64 (2005)
13. Woo SK. Changes in physiological and chemical properties of the potatoes during storage. Korean J. Food. Nutr. 12: 297-304 (1983)
14. Alejandro GM, Patricia MD, Rickey YY. Kinetic model for carbon partitioning in *Solanum tuberosum* tubers stored at 2°C and the mechanism for low temperature stress-induced accumulation of reducing sugars. Biophys. Chem. 65: 211-220 (1997)
15. Montanez-Sanz JC, Ortiz-Cisneros J, Reyes-Vega M, Contreras-Esquivel JC, Aguilar CN. Biochemical and textural changes in potato tissue during water immersion at low temperatures. Food Sci. Biotechnol. 12: 233-237 (2003)
16. Yoon JT, Kwon HJ, Hong GP, Ahn MS, Heu NK, Lim HT, Kim KH. The change of nutrient composition in the edible potato varieties during storage. Korean J. Hort. Sci. Technol. 17: 467-469 (1999)
17. Nourian F, Ramaswamy HS, Kushalappa AC. Kinetics of quality change associated with potatoes stored at different temperatures. Lebensm.-Wiss. -Technol. 36: 49-65 (2003)
18. Cheong JKCWY, Govinden N. Quality of potato during storage at three temperatures. pp. 175-179. In: Proceedings of the 3rd Annual Meeting of Agricultural Scientists. November 17-18, Réduit, Mauritius. Réduit Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius (1999)
19. Jeon TW, Cho YS, Lee SH, Cho SM, Cho HM, Chang KS, Park HJ. Studies on the biological activities and physicochemical characteristics of pigments extracted from Korean purple-fleshed potato. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 247-254 (2005)
20. Chung HJ, Cho SJ, Chung JH, Shin TS, Son HS, Lim ST. Physical and molecular characteristics of cowpea and acorn starches in comparison with corn and potato starches. Food Sci. Biotechnol. 7: 269-275 (1998)