

건조 방법에 따른 예비열처리 당근의 저장 중 품질 특성

이경숙 · 박관화 · 이상화¹ · 최은옥² · 이현규^{3,*}

서울대학교 식품공학과 & 농업생물신소재센터, ¹서원대학교 식품영양학과
²인하대학교 식품영양학과, ³한양대학교 식품영양학과

The Quality Properties of Dried Carrots as Affected by Blanching and Drying Methods during Storage

Kyoung Sook Lee, Kwan Hwa Park, Sang Hwa Lee¹, Eun-Ok Choe² and Hyeon Gyu Lee^{3,*}

Department of Food Science and Technology & Research Center for New Bio-Materials
in Agriculture, Seoul National University

¹Department of Food and Nutrition, Seowon University

²Department of Food and Nutrition, Inha University

³Department of Food and Nutrition, Hanyang University

This study was carried out to investigate the effectiveness of blanching on the different drying methods and to examine the quality properties of carrots dried by freeze-, vacuum- or hot air-drying during storage. Blanched carrots (BC) dried faster than raw carrots (RC), while RC showed more effective rehydration than BC by hot air- and vacuum-drying methods. There was more stability for BC on carotene retention and browning degree than RC in all drying methods during storage. Moreover, firmness of RC and BC by vacuum-drying was slightly lower than that of hot air-drying, but higher than freeze-drying. In firmness, BC and RC showed similar trends with different drying methods (decreasing with increased storage periods), while BC showed about 3 times firmer texture than RC in all cases during storage. The dried carrots prepared with blanching treatment showed more fine structures than those not treated. These results showed that the blanching treatment of carrots was good for maintaining quality by various drying methods.

Key words: carrot, blanching, firmness, carotene, rehydration

서론

현대화가 진행됨에 따라 식생활 패턴이 점차 서구화, 다양화되면서 즉석식품의 소비증가와 함께 즉석식품의 부재료로 첨가되는 건조 채소류의 이용이 늘고 있다. 채소류 중 당근은 대표적인 근채류로 황색이나 등황색을 띠는 2년근 채소로서, 등황색 색소인 β -carotene은 vitamin A의 전구물질로 그 함량이 매우 높아 항산화 효과, 항암작용 및 성인병 예방 등의 기능을 가지고 있다고 알려져 있다. 그러나 건조에 따른 당근의 이러한 유용성분들은 파괴되며 당근이 가진 고유의 물리적 특성도 변화되어 수축, 표면경화, 낮은 복원력 및 색상 변화 등의 품질 저하가 발생된다⁽¹⁾. 이러한 당근의 건

조에 의한 품질 저하를 방지하기 위해 전처리 및 건조 방법에 관한 많은 연구가 진행되어 왔으며 현재도 많은 연구가 진행 중이다.

당근의 전처리 방법 중 하나인 데치기는 여러 가지 산화효소를 불활성화시켜 품질을 유지할 뿐 아니라 펙틴물질을 탈에스테르화 시켜 물성에도 크게 영향을 미친다^(2,3). Stanley 등⁽⁴⁾과 Lee 등⁽⁵⁾은 65°C 내외에서 당근을 데치는 것이 물성에 가장 효과적이라고 하였으며, Ramos 등⁽⁶⁾은 60~65°C에서 90분간 데치기 한 후 건조한 당근의 경도가 가장 높게 나타났다고 하였다. 또한 다른 연구에서도 일반적으로 저온에서 장시간 데치기 하는 것이 효과적이었으며^(2,7,8), 여러 가지 물질을 첨가하여 제품의 산화나 변색을 방지하고 데치기 효과를 높이기도 하였다^(1,5,9-12).

당근의 건조 방법에 대한 연구는 열풍건조 시 데치기의 효과나 데치기 조건을 연구한 것이 대부분이며^(9,11), 이밖에 고온에서 감압건조하여 데치기 효과를 보거나 마이크로파를 이용한 건조 및 동결건조 연구 등이 있다^(6,13). 고온에서 감압건조한 경우, 마이크로파 건조법이나 동결건조법보다 carotene

*Corresponding author : Hyeon Gyu Lee, Department of Food and Nutrition, Hanyang University, 17 Haengdang-dong, Songdong-gu, Seoul 133-791, Korea
Tel: 82-2-2290-1202
Fax: 82-2-2281-8285
E-mail: hyconlee@hanyang.ac.kr

의 함유율이 높게 나타났으나⁽¹³⁾, 고온으로 인한 변색과 조직의 손상 및 표면 경화 등이 발생하였다⁽⁸⁾. 또한 마이크로파를 이용한 당근은 골고루 건조가 되지 않거나 일부 타기도 하여 건조 자체에 문제가 발생하기도 하였다⁽¹³⁾. 동결건조 당근은 마이크로파를 이용하여 건조한 당근보다 carotene 함량이 우수하였으나⁽¹³⁾, 건조시간이 길고 에너지 소모가 커 경제적인 면이 떨어지는 등 동결건조 방법이 지니는 단점들이 보고되었다⁽¹⁴⁾. 삼투건조법으로 전처리를 한 후 열풍건조한 당근의 경우, 건조 효율은 높았으나 전반적인 색차와 갈변도가 높게 나타났다⁽⁹⁾.

이와 같이 기존의 건조 당근에 관한 연구는 전처리와 건조 방법에서 제한적이고 단편적인 연구에 국한되어 있으므로, 데치기와 건조 방법의 영향 및 이들의 복합적인 비교 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 데치기한 당근(Blanched carrot, BC)과 데치기를 하지 않은 당근(Raw carrot, RC)을 열풍건조, 감압건조 및 동결건조 하여 상온에서 저장기간에 따른 품질변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

당근은 농수산물 시장에서 시판품을 구입하여 사용하였으며 카로틴 측정을 위하여 hexane(Wako Pure Industry Ltd., Osaka, Japan)과 acetone(Duksan Pure Chemicals), methanol(Merck Darmstadt, Germany)을 사용하였다. 갈변도 측정을 위해서 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 trichloroacetic acid를 구입하였으며, 그 이외 시약은 특급 또는 1급 시약을 사용하였다.

당근 준비

당근은 수세 후 위, 중간, 아랫부분으로 나누어 중간부분만을 사용하였다. 당근 시료는 원통형절단기를 이용하여 지름 1.5 cm, 높이 1.5 cm의 원통형으로 준비하였다. 데치기 조건은 예비실험을 통해 0.03 M CaCl₂, 0.1 M NaCl, pH 7.0으로 55°C에서 1시간 동안 수행하는 것으로 결정하였다. 따라서 당근 시료는 위의 조건에 따라 데치기 한 군(BC)과 데치기 하지 않은 군(RC)으로 준비하였다.

당근의 건조

BC와 RC로 준비된 당근은 각각 세 군으로 나누어 열풍건조, 감압건조 및 동결건조 후 상온 저장하였다. 열풍건조는 65°C로 맞춰진 실험실 규모의 열풍건조기를 이용하여 수분함량변화가 없을 때까지 건조하였다. 감압건조는 65°C로 맞추어 후 대기압을 기준으로 7.6 mmHg를 감압하였으며 수분함량변화가 없을 때까지 건조하였다. 당근의 동결건조를 위해 준비된 당근을 -60°C로 약 2일간 동결시킨 뒤, 동결건조기에서 72시간동안 10 mmHg의 압력으로 -60°C를 유지하며 건조시켰다. 열풍건조와 감압건조 시 당근의 수분함량을 맞추고 건조율을 비교하기 위하여 건조과정을 관찰하였다⁽⁶⁾. 건조된 당근은 밀봉하여 상온에서 저장하였다.

복원률 측정

건조 당근 일정량을 100°C 물 500 mL에 넣어 시간별로 꺼내어 1분 동안 물빼기 후 건조당근 1g당 증가한 수분의 질량으로 나타내었다^(6,9). 동결건조 당근은 20분간 복원하였으며 열풍건조 및 감압건조 당근은 90분간 복원하였다.

카로틴 측정

준비된 당근을 분쇄하여 3g을 취하고 n-hexane과 acetone 혼합액(3:2, v:v)을 가하여 추출을 반복 조작하였다. Methanol 30 mL을 가하여 glass filter로 여과하여 색소를 추출하였다. 증류수를 가해 추출액을 분리한 다음, 상징액을 취하여 spectrophotometer(Ultrospec 2100pro, Amersham Biosciences Co., UK)로 436 nm에서 흡광도를 측정하였다⁽¹⁾. 각 건조방법에 의해 건조된 RC의 저장 0주의 흡광도를 100% 기준으로 하여 비율로 나타내었다.

색도 측정

건조당근을 분쇄하여 CIE 색도계의 L(black [0] to light [100]), a(red [60] to green [-60]), b(yellow [60] to blue [-60]) 값들을 측정하였으며 전반적인 색차 ΔE는 처리 전의 시료를 기준으로 하여 아래의 식으로 나타내었다. 색 변화를 관찰하기 위해 Minolta CR-300 색도계(Minolta Co. Ltd., Osaka, Japan)를 사용하였다. 이 때 사용한 표준 백색판의 L, a, b 값은 각각 97.75, -0.49, 1.96이었다.

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

갈변도 측정

건조 당근을 마쇄하여 1g에 증류수 40 mL을 가하고 10% trichloroacetic acid 용액 10 mL을 가하여 상온에서 2시간 방치한 후 여과하여 spectrophotometer(Ultrospec 2100pro, Amersham Biosciences Co., UK)로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다⁽¹⁾.

경도 측정

건조당근을 100°C 물에서 복원시켜 Texture Analyser(TA-XT2, Stable Micro System, UK)를 사용하여 경도를 측정하였다⁽²⁾. 준비된 당근은 5 mm diameter probe으로 5 kg의 maximum force로 하여, 0.1 mm/sec의 속도로 측정하였다. 당근 시료는 highest peak force를 g-force 단위로 나타내었으며, 모든 실험구들의 결과는 7번 반복한 결과의 평균값으로 사용하였다.

당근의 미세구조

당근의 세포조직을 광학현미경(Axiophot, Universal Research photomicroscope, Zeiss Co., Germany)으로 관찰하였다. 당근 시료를 작은 조각(2 mm×2 mm×1 mm)으로 자른 후 0.1 mM, pH 7.0 인산완충액(phosphate buffer)에 녹인 2.5% glutaraldehyde에 4°C에서 2시간 고정시켰다. 그리고 인산완충액으로 씻은 후 다시 인산완충액에 녹인 1%의 OsO₄ 용액에서 2시

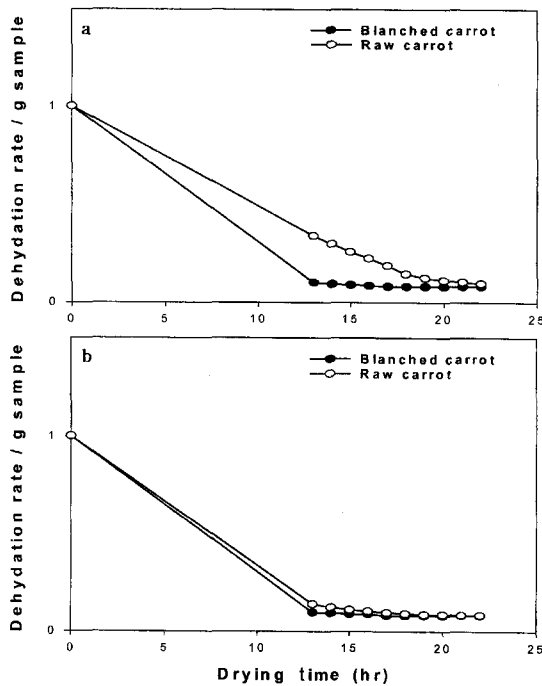


Fig. 1. Changes in dehydration rate of carrots during (a) hot air-drying and (b) vacuum-drying by blanching treatment.

간 이상 고정시켰다. 완충액으로 15분간 2회 다시 씻은 후 농도가 다른 에탄올(30, 50, 75, 90, 95, 100%)에 넣어 각각 15분씩 탈수하였다. 시료는 다시 100% 에탄올로 15분간 2회 연속해서 씻은 후 propylene oxides로 15분간 2회 연속해서 씻었다. 처리된 시료는 농도가 다른(50, 66, 100%) Spurr(Sigma Chemical Co. St. Louis, MO, USA)에 각각 2시간씩 고정시킨 후 embedding dish에서 70°C에서 8시간동안 유지시켰다. 준비된 시료를 microtome을 이용해 thin sectioning 한 후 슬라이드글라스에 고정하여 methylene blue로 염색 후 세포구조를 관찰하였다⁽²⁾.

결과 및 고찰

당근의 건조

BC와 RC를 각각 세 군으로 나누어 열풍건조, 감압건조 및 동결건조 하였으며, 열풍건조와 감압건조는 건조 과정 중 시간별로 수분함량을 측정하여 시료 1g당 무게가 감소하는 과정을 나타내었다(Fig. 1). 당근의 두께는 1.5 cm의 원통형으로 수분함량의 변화가 없어지는 시간인 22시간 30분 건조를 건조 중점으로 하였다.

건조 13시간부터 질량변화를 측정한 결과, BC는 이미 충분히 건조되어 열풍건조와 감압건조의 차이가 나타나지 않았으나 RC의 경우 감압건조에 의해 열풍건조보다 빨리 건조되었다. 이는 Ko 등⁽¹⁴⁾의 표고버섯건조 연구에서 열풍건조와 진공건조를 비교한 결과와 유사한 경향으로 열풍건조에 의한 건조가 비교적 느리게 발생하였으며 진공건조한 시료는 열풍건조보다 초기 건조 속도가 빠르기 때문에 수축현상이 적게 일어난다고 하였다. 즉, 본 연구에서 열풍건조와 감압건조를 비교할 때 감압건조에 의해 시료의 초기 건조가 빠

르게 일어난 것을 RC의 건조를 통해 알 수 있었다.

건조 당근의 수화 복원률

열풍건조와 감압건조 당근은 90분간 복원하였으며, 동결건조 당근은 20분간 복원하였다(Fig. 2). 열풍건조와 감압건조한 당근은 유사한 경향으로 완만한 복원곡선을 보였으나 동결건조 당근은 5분 이내에 복원이 완료되어 더 이상의 변화 없이 그대로 유지되었다. BC의 경우, 열풍건조와 감압건조 당근이 약 3.2g으로 유사하였고 동결건조 당근은 6~8g으로 가장 높은 복원율을 나타내었다. 또한 RC의 경우, 열풍건조 당근은 4g 내외, 감압건조는 5g 내외, 동결건조는 6~8g으로 가장 높게 나타났으며, 건조방법에 따라 뚜렷이 구분되었다. 이는 건조방법에 따른 대파의 재수화율을 측정한 연구와 일치하는 결과로 동결건조>감압건조>열풍건조의 순으로 빠르게 나타났⁽¹⁵⁾. 데치기에 따른 재수화율을 비교해보면, 열풍건조와 감압건조 당근은 BC가 RC 보다 오히려 낮은 복원 곡선을 나타내었다. 동결건조 당근은 BC가 5분에 복원이 완료 되는데 비해 RC는 약 3분만에 복원이 완료되어 초기 복원력이 더욱 높았으나 전반적으로 BC와 RC가 유사한 복원 곡선을 나타내었다. 건조방법에 따른 이러한 BC와 RC간의 복원력 차이는 열풍과 감압건조 시 데치기 전처리에 따라 조직 파괴에 영향을 주나 동결건조 시에는 데치기 조건이 조직파괴에 거의 영향을 주지 않는 것으로 사료된다.

카로틴 유지율

저장 0주에 BC가 RC보다 낮게 카로틴을 유지하였으며, 저장 기간 중 점차적으로 감소하는 경향을 보였다(Fig. 3). 열풍건조와 감압건조 당근은 저장기간에 따라 BC와 RC의 카로틴 유지율이 차이를 보였다. 열풍건조한 당근은 저장 4주부터는 BC가 RC보다 높은 카로틴 함량을 보였다. 감압건조 당근에서도 열풍건조와 같은 경향을 보였는데 감압건조당근은 저장 2주부터 BC가 RC보다 높은 카로틴 함량을 나타내었다. BC가 RC보다 높게 나타난 저장 기간 이후부터는 계속적으로 BC가 RC보다 높게 유지하여 당근의 데치기는 열풍과 감압건조 시 카로틴 유지에 효과적인 것을 알 수 있었다. 그러나 동결건조 당근은 저장 중 계속적으로 RC가 BC보다 카로틴이 높게 유지되어 열풍건조와 감압건조 당근의 경향과 상이하였다. 따라서 당근의 동결건조와 열풍 및 감압건조 후 저장 중 카로틴 유지에 대한 데치기의 구체적인 작용 및 효과에 대한 추 후 연구가 필요 할 것으로 사료된다.

갈변도 측정

모든 건조 방법에서 저장기간이 길어짐에 따라 갈변도가 계속적으로 증가하는 경향을 보였으며, BC의 갈변도가 RC보다 낮게 나타났^(Table 1). 식품의 갈변은 온도 및 수분함량이 높아질수록 많이 발생되는데⁽¹⁶⁾, 저장 0주에 데치기와 데치기 하지 않은 모든 건조당근에서 열풍건조 > 감압건조 > 동결건조 순으로 갈변도가 높게 나타났⁽¹⁵⁾. 이러한 결과는 열풍건조 > 감압건조 > 동결건조 순으로 처리 온도가 높아지므로 갈변이 일어날 수 있는 식품에서 열풍건조 > 감압건조 > 동결건조 순으로 갈변이 높아진다는 기존의 보고와 일치하였다⁽¹⁵⁾. 또한 수분함량의 영향을 살펴보기 위하여 건조를 마

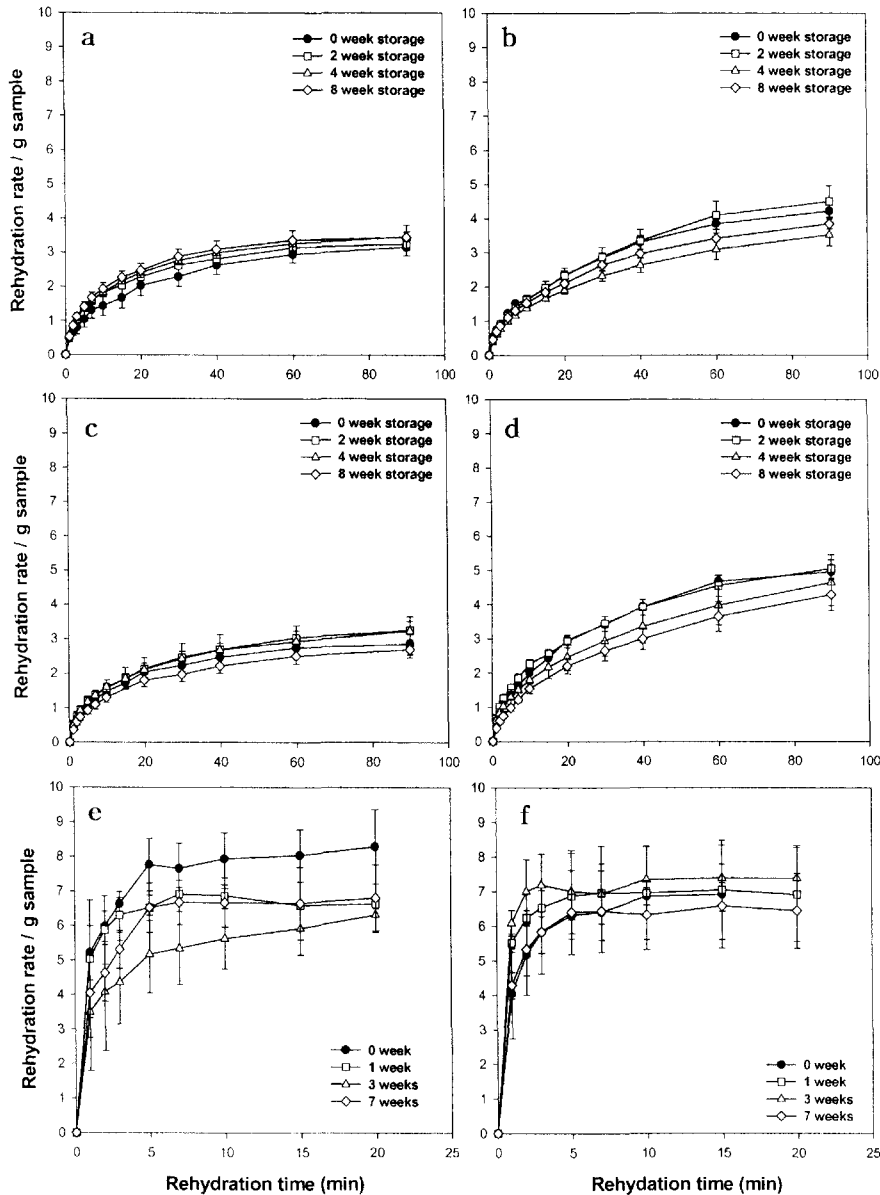


Fig. 2. Rehydration curves of dried carrots by blanching treatment.

a: hot air-dried with blanching treatment, b: hot air-dried with non treatment, c: vacuum-dried with blanching treatment, d: vacuum-dried with non treatment, e: freeze-dried with blanching treatment, f: freeze-dried with non treatment.

친 후 수분 함유율을 측정된 결과 열풍건조>감압건조>동결건조 순으로 나타났다. 데치기와 데치기 하지 않은 모든 건조당근의 갈변도는 저장 기간이 증가 할수록 데치기 한 건조당근이 데치기 하지 않은 건조당근 보다 갈변이 적게 되는 경향을 보였다. 또한, 저장 0주에 데치기 하지 않은 당근이 데치기 한 당근보다 갈변이 높았는데 이는 데치기 전처리에 의해 갈변반응이 억제된 것으로 사료된다. 저장 중 갈변현상은 산화반응이나 효소반응 등이 관여하여 발생한 것으로서 데치기 전처리에 의해 갈변생성 효소가 불 활성화되어 갈변 발생이 저하되는 것으로 사료되나 이에 대한 세밀한 연구가 추후 요구된다.

건조당근의 저장 중 색도 변화

당근의 건조 후 저장 중 뚜렷한 색도 변화는 관찰되지 않

았다. 그러나 열풍건조 및 감압건조한 당근의 L-value가 평균 55.7 정도인데 비해 동결건조 당근은 평균 73 정도로 높았다. 따라서 ΔE 값은 약 60보다 낮은 45 정도로 차이가 났다. 그러나 예비열처리에 따른 차이와 저장 중 변화는 관찰되지 않았다.

경도 측정

열풍건조 감압건조 및 동결건조한 당근은 건조 후 급격하게 경도가 감소하였다(Fig. 4). 이러한 경도의 감소는 전체적으로 유사한 경향성을 나타내었으며, 데치기 유무에 따라 크게 차이 났다. 열풍건조와 감압건조한 당근은 유사한 정도의 경도를 나타내었으나 동결건조한 당근의 경우 매우 낮았다. 건조 전 BC는 평균 5760 g_f, RC는 4930 g_f로 BC가 높게 나타났고 건조과정을 거치면서 경도가 크게 감소하였다. 저장

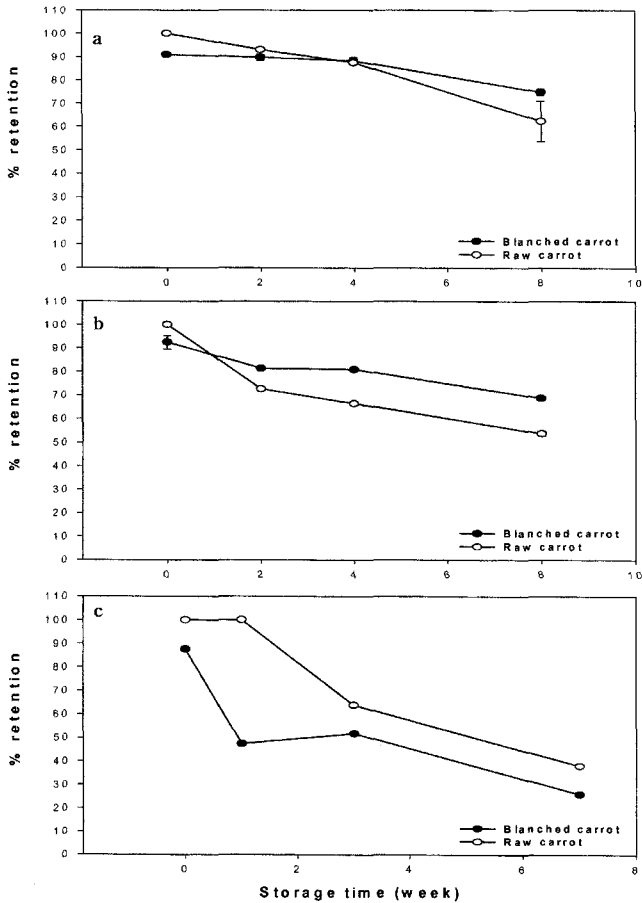


Fig. 3. Retention of carotene content during storage. a: hot air-dried carrots, b: vacuum-dried carrots, c: freeze-dried carrots.

0주에 열풍건조 당근의 BC는 평균 약 2900 g_r, RC는 약 275 g_r로 데치기의 유무에 따라 약 10배 이상 차이가 났다. 감압 건조한 당근은 BC가 약 2270 g_r, RC가 230 g_r로 나타났다. 이에 반해 동결건조당근은 BC가 약 254 g_r, RC가 130 g_r 정도로 크게 감소하였다. 그러나 모든 건조방법에서 저장 기간이 길어짐에 따라 큰 변화 없이 건조 직후의 경도를 거의 일정하게 유지하였다.

당근의 미세구조 관찰

열풍건조, 감압건조, 동결건조한 당근을 광학현미경을 이

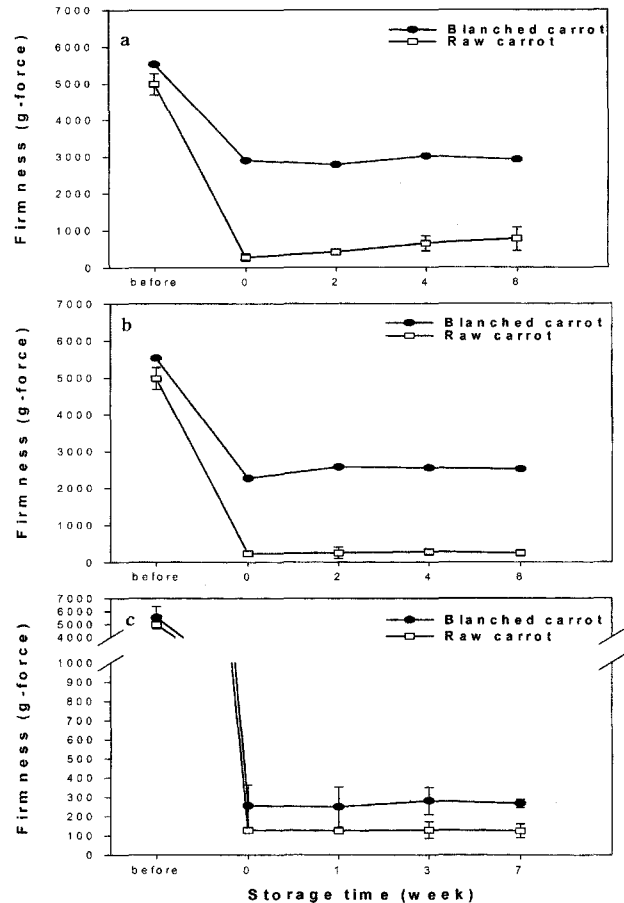


Fig. 4. Changes in carrot firmness during storage. a: hot air-dried carrots, b: vacuum-dried carrots, c: freeze-dried carrots.

용하여 미세구조를 관찰한 결과는 Fig. 5에 나타났다. RC에서는 세포벽의 분리(cell wall separation)가 많이 발생하였으며, 세포벽이 부서진 것(cell wall disruption)도 다수 관찰되어 형태가 불규칙적이었다. 데치기에 의해서 당근의 세포벽 분리와 파괴가 완화되는 것은 Fuchigami 등^(2,3)과 Prestamo 등⁽¹⁷⁾의 연구에서도 관찰된 바 있으며, 데치기 후 냉동한 경우에도 데치기에 의해서 당근의 세포벽 파괴가 완화된다고 한다⁽¹⁷⁾. 본 연구에서도 열풍건조, 감압건조, 동결건조한 당근 모두에서 데치기 한 당근이 데치기 하지 않은 당근보다 세포벽의 형태를 잘 유지하여, 비교적 일정한 세포형태를 관찰

Table 1. Changes of browning degree on storage time of dried carrots by different drying methods and blanching treatment

Storage time (week)	Hot air-drying		Vacuum-drying		Freeze-drying	
	BC ¹⁾	RC ²⁾	BC	RC	BC	RC
0	0.185 ± 0.002	0.195 ± 0.002	0.134 ± 0.001	0.155 ± 0.004	0.148 ± 0.002	0.134 ± 0.002
1	-	-	-	-	0.155 ± 0.001	0.153 ± 0.002
2	0.322 ± 0.006	0.363 ± 0.003	0.314 ± 0.008	0.326 ± 0.007	-	-
3	-	-	-	-	0.141 ± 0.003	0.186 ± 0.004
4	0.328 ± 0.012	0.365 ± 0.002	0.314 ± 0.008	0.341 ± 0.022	-	-
7	-	-	-	-	0.150 ± 0.002	0.187 ± 0.002
8	0.335 ± 0.008	0.368 ± 0.007	0.318 ± 0.009	0.354 ± 0.011	-	-

¹⁾Blanched carrot. ²⁾Raw carrot (absorbance at 420 nm).

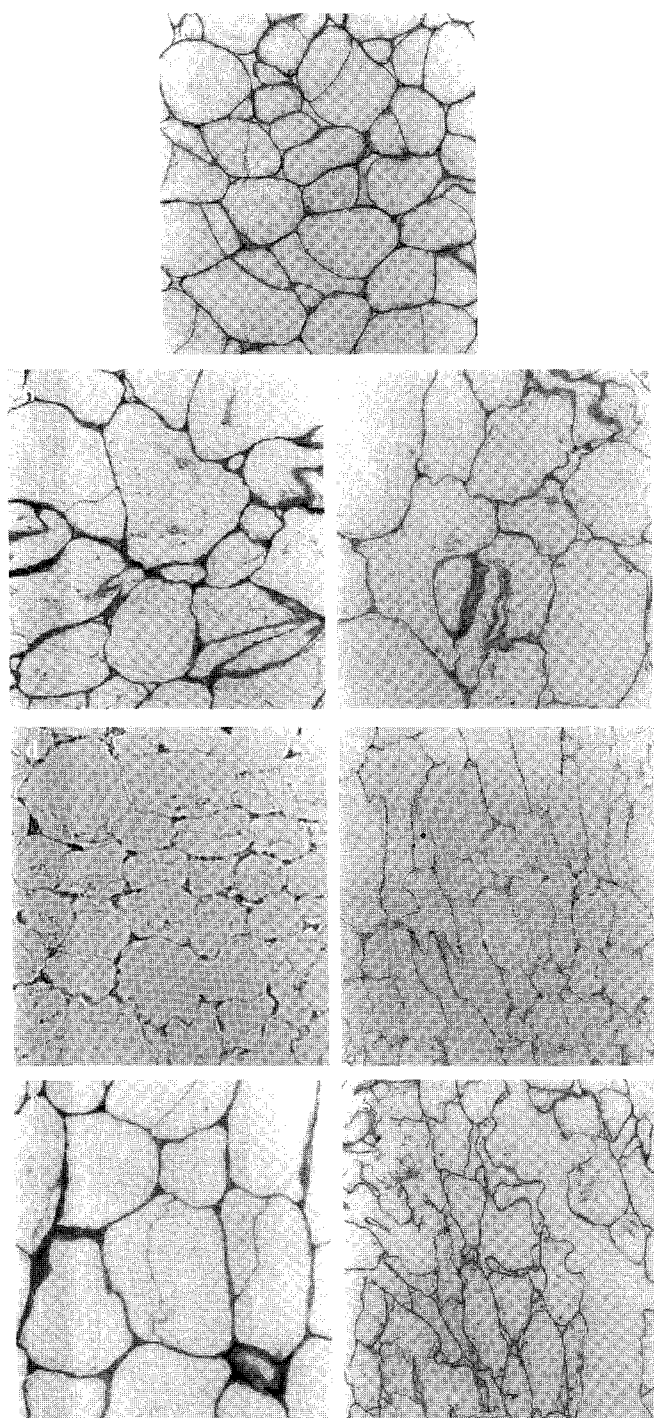


Fig. 5. Photomicroscopy of dried carrots (x 600).
 a: raw carrot with non treatment, b: hot air-dried with blanching treatment, c: hot air-dried with non treatment, d: vacuum-dried with blanching treatment, e: vacuum-dried with non treatment, f: freeze-dried with blanching treatment, g: freeze-dried with non treatment .

할 수 있었으므로 데치기에 의해 당근 세포구조의 파괴가 완 화됨을 알 수 있었다.

요 약

대표적 근채류인 당근을 이용하여 데치기 및 열풍, 감압

및 동결 건조방법에 따른 저장 중 품질변화를 관찰하였다. 열풍 및 감압에서의 건조율 비교 시 데치기한 당근(BC)는 데치기를 하지 않은 당근(RC)보다 빠르게 건조되었으며, 재 수화에 의한 복원률은 모든 건조방법에서 RC가 BC보다 높 았다. Carotene은 열풍과 감압건조 후 상온 저장 시 BC가 RC보다 잘 유지되었다. 갈변은 모든 건조방법에서 BC가 RC 보다 낮게 나타나 데치기에 의해 억제됨을 알 수 있었으며, 동결건조 당근이 가장 덜 갈변되었다. 당근의 경도는 건조 후에 크게 감소하였으나, 열풍건조와 감압건조 당근은 유사 한 값을 보였으며 동결건조 당근에 비해 높은 값을 나타내 었다. BC와 RC의 경도 비교의 경우에는 모든 건조방법에서 BC가 RC보다 현저히 높게 나타났으며 저장 중 거의 일정하 게 유지되었다. 또한 모든 건조당근에서 BC가 세포구조 및 미세구조가 더욱 안정하며 일정하여 데치기의 효과를 확인 할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비 지원에 의해 수행된 과제의 일부로 이에 감사를 드립니다.

문 헌

1. Youn, K.S. and Choi, Y.H. Drying characteristics of osmotically pre-treated carrots. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 1126-1134 (1996)
2. Fuchigami, M., Miyazaki, K. and Hyakumoto, N. Frozen carrots texture and pectic components as affected by low-temperature-blanching and quick freezing. *J. Food Sci.* 60: 132-136 (1995)
3. Fuchigami, M., Hyakumoto, N. and Miyazaki, K. Programmed freezing affects texture, pectic composition and electron microscopic structures of carrots. *J. Food Sci.* 60: 137-141 (1995)
4. Stanley, D.W., Bourne, M.C., Stone, A.P. and Wismer, W.V. Low temperature blanching effects on chemistry, firmness and structure of canned green beans and carrots. *J. Food Sci.* 60: 327-333 (1995)
5. Lee, C.Y., Bourne, M.C. and Van Buren, J.P. Effect of blanching treatments on the firmness of carrots. *J. Food Sci.* 44: 615-616 (1979)
6. Ramos, A.Q., Bourne, M.C. and Morales, A.A. Texture and rehydration of dehydrated carrots as affected by low temperature blanching. *J. Food Sci.* 57: 1127-1129 (1992)
7. Verlinden, B.E. and Baerdemaeker, J.D. Modeling low temperature blanched carrot firmness based on heat induced processes and enzyme activity. *J. Food Sci.* 62: 213-229 (1997)
8. Williams, D.C., Lim, M.H., Chen, A.O., Pangborn, R.M. and Whitaker, J.R. Blanching of vegetables for freezing which indicator enzyme to choose. *Food Technol.* 40: 130-140 (1986)
9. Mazza, G. Dehydration of carrots. *J. Food Technol.* 18: 113-123 (1983)
10. Hwang, K.T. and Rhim, J.W. Effect of various pretreatments and drying methods on the quality of dried vegetables. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26: 805-813 (1994)
11. Zhao, Y.P. and Chang, K.C. Sulfite and starch affect color and carotenoids of dehydrated carrots (*Daucus carota*) during storage. *J. Food Sci.* 60: 324-326, 347 (1995)
12. Poulsen, K.P. Optimization of vegetable blanching. *Food Technol.* 40: 122-129 (1986)
13. Park, Y.W. Effect of freezing, thawing, drying, and cooking on carotene retention in carrots, broccoli and spinach. *J. Food Sci.* 52: 1022-1025 (1987)

14. Ko, J.W., Lee, W.Y., Lee, J.H., Ha, Y.S. and Choi, Y.H. Absorption characteristics of dried shiitake mushroom powder using different drying methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 128-137 (1999)
15. Lee, J.E., Lee, H.G. and Yang, C.B. Quality properties of green onion by various drying methods. *J. Korean Living Sci. Res.* 20: 149-156 (2002)
16. Lee, B.Y. and Kim, H.K. Quality properties of Korean yam by various drying methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 877-882 (1998)
17. Prestamo, G., Fuster, C. and Risueno, M.C. Effects of blanching and freezing on the structure of carrots cells and their implications for food processing. *J. Sci. Food Agric.* 77: 223-229 (1998)

(2003년 7월 17일 접수; 2003년 11월 4일 채택)