

## 전처리 방법에 따른 채소류의 열풍건조특성

윤광섭\* · 배동호 · 최용희

\*대구효성가톨릭대학교 식품공학과, 경북대학교 식품공학과

### Effect of Pretreatments on the Drying Characteristics of Dried Vegetables

Kwang-Sup Youn\*, Dong-Ho Bae and Yong-Hee Choi

\*Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu-Hyosung  
Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

#### Abstract

In drying process, to minimize the quality degradation by improved drying process and pretreatment methods, carrots, cabbages and radishes were dried and rehydrated. Physico-chemical properties of product were analyzed to determine the optimum pretreatment method and drying models were applied to explain drying mechanisms. Microwave, steam and water were used prior to drying as blanching method. In consideration of physical properties, optimum treatment time was decided that microwave was 1 min, steam and water were each 10 min. Control, steam, water, microwave and osmotic dehydration were treated prior to drying as pretreatment individually, osmotic dehydration was lower than the other treatment in drying efficiency, but carotene content was higher than the others. The effect continued after rehydration. Ten panelists tested dried and rehydrated carrots. After rehydration, the quality of air dried product with osmotic dehydration was superior to freeze dried without treatment. The fitness of drying models were conducted in order to explain the mechanism of drying each process. Quadratic model was most fittable to explain during drying. However, in rehydration process, no fittable model was found.

Key words: pretreatment, vegetable, drying, rehydration

#### 서 론

채소류는 열량원이기보다는 색과 맛을 즐기는 기호성 식품인 동시에 무기질과 비타민, 식이섬유소 등이 기대되는 건강지향성 식품으로서 소득이 증가하고 생활 수준이 향상됨에 따라 식생활 패턴이 점차 서구화, 다양화하고 있어 instant식품의 소비증가와 함께 부재료로 첨가되는 건조 채소류의 품질 개선을 위한 건조 방법 및 건조 전 전처리에 관한 많은 연구가 진행중이다.

건조 공정 중 건조조건에 의하여 많은 물리화학적 변화가 유발되어 품질의 열화가 발생하게 된다. 물리적 변화로는 수축이나 표면경화, 비가역적 변화로 인한 재수화 효율의 감소, 휘발성분의 손실 등이 있을 수 있으며 화학적 변화로는 Maillard 반응이나 지질의 산화, 색소의 산화, 영양성분의 손실 등이 있을 수 있

다<sup>(1)</sup>. 그 중 갈변현상은 maillard, caramelization, ascorbic acid의 산화, phenol 효소에 의한 산화 등으로 구분될 수 있는데, 많은 부분이 공기와의 접촉에 의한 효소적 갈변으로 상처입은 과일이나 야채의 표면에서 쉽게 관찰된다<sup>(2)</sup>. 채소류의 건조는 경제적인 이유로 열풍건조에 의해 이루어지고 있으며 열풍건조가 지니는 단점을 보완하기 위하여 전처리로서 품질을 개선하는 많은 연구가 이루어지고 있는데, 끓는 물이나 steam을 이용한 blanching<sup>(3)</sup>, microwave를 이용하는 blanching<sup>(4)</sup> 등이 있으며 또한 chemical을 처리하는 방법으로 sulfiting agent를 처리하는 방법<sup>(5)</sup> 등이 널리 이용되고 있으나 sulfite의 사용이 FDA의 규제를 받아 ascorbic acid, citric acid 등의 유기산을 이용하여 pH를 낮추거나 항산화제를 이용하여 전처리한 보고가 있다<sup>(2)</sup>. 또 다른 방법으로는 고온으로 단시간 전처리 하는것으로서 다공성구조를 만들어 건조나 재수화 효율을 증대할 수 있었다<sup>(6)</sup>는 보고가 있다.

Blanching 조작은 효소의 불활성화로 많은 잇점이 있지만, 가열로 인하여 세포벽이 약해져 mineral, vi-

Corresponding author: Kwang-Sup Youn, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu-Hyosung, Hayang 713-702, Korea

tamin 등이 손실되므로 60일 이내 소비될 경우에는 일반적으로 처리를 하지 않게 된다<sup>(6)</sup>. Halpin 등<sup>(7)</sup>은 blanching 처리 후 갈변에 영향을 주는 효소인 peroxidase, polyphenoloxidase, lipoxigenase, catalase 등의 효소활성을 assay하는 방법과 그 결과를 보고하였다. Blanching의 효과를 개선하고자 Odland 등<sup>(8)</sup>은 휘발성 유기산에 의해 색소가 파괴된다고 보고 암모니아를 사용하여 중화시킴으로서 색의 변화를 개선하였으며 다른 물리화학적 특성도 우수하다고 보고 하였고, Ponting 등<sup>(9)</sup>은 wax 층을 가진 과일의 건조 효율을 증대하고자 전처리 용매로 여러가지를 사용해 본 결과 ethyl oleate가 가장 효과적임을 보고하였다.

일반적으로 채소류의 건조시 유허훈증을 통하여 살균 및 효소를 실활시켜 blanching의 효과를 얻을 수 있으므로 Zhao 등<sup>(10)</sup>은 황의 처리가 저장중 색과 carotene의 손실을 연장해주었다고 보고하였다. 그러나 천식이 있는 사람이 섭취했을 때 allergy를 일으키거나 기관지염을 유발할 수도 있어 사용이 1986년부터 FDA에서 규제되고 있다. 그러나 황 등<sup>(11)</sup>의 보고에 의하면 여러가지 전처리 방법중 아황산 처리가 우수한 전처리 방법으로서, 사용에 대한 규제보다는 잔존량에 대한 규제로 바뀌어야 한다고 보고하였다.

전처리로 microwave를 이용하게 되면 분자간 마찰로 세포조직이 붕괴되고 빠른 가열로 인하여 산화나 열화가 빠르게 진행될 수 있으며, 또한 표면이나 내부에 상처가 생길 수 있어 가공효율이나 건조나 재수화 효율, 최종제품에 영향을 줄 수도 있지만 vitamin과 색의 보존, 처리시간의 단축, 가열효율이 높은 장점이 있다고 알려져 있다<sup>(12)</sup>. Baldwin 등<sup>(13)</sup>은 microwave 전처리가 다른 전처리 방법과 비교해 볼 때 수율이 우수해 전처리로 사용가능함을 보고하였으며, 효율을 증대시키기 위해서는 밀폐된 용기를 사용하거나 개방된 상태에서는 가열 증기와 병용하는 것이 효과적이고 처리 후 신속한 냉각이 품질의 열화를 막는다고 하였다<sup>(14)</sup>.

Ponting 등<sup>(15)</sup>에 의하여 개발된 삼투 건조에 관한 연구로는 Dixon 등<sup>(16)</sup>은 다른 전처리와는 달리 갈변방지제의 사용없이 삼투건조 전처리로서 낮은 수분함량과 고농도의 당을 함유한 사과를 얻을 수 있었다고 보고하여 cereal 구성성분이나 고에너지 스백화의 가능성을 제시하였으며 1년간 저장에도 색이나 flavour, texture 등의 변화가 적어 저장 안정성을 보였다고 보고하였다.

그외에도 이 등<sup>(17)</sup>은 건조당근의 품질을 개선하고자 흡습성이 낮고 조직감을 부여할 수 있는 텍스트린으로 전처리를 하였을 때 흡습성과 조직감이 개선되고

색의 변화를 지연하는 효과를 얻었다고 보고하였다.

따라서 본 연구에서는 건조채소류의 제조시 열풍에 의한 품질손상을 줄이고자 삼투건조와 steam 및 열탕, microwave를 이용한 전처리를 행한 후 열풍건조하여 가장 우수한 전처리 방법을 알아보고 기존의 건조모델에 적합시켜 건조특성을 알아보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

최근 인스탄트식품에 첨가되는 부재료로서 많이 쓰이는 당근과 배추, 무를 이용하였다. 생당근을 수세한 후 박피하여 냉동보관하면서 필요시마다 0°C 이하에서 해동하여 5×0.5 cm의 cylinder 형태로 절단하여 사용하였으며 무는 적당한 크기의 재료를 선택하여 몸통 부분을 2×2×0.5 cm의 slab 형태로, 배추는 푸른 잎 부위를 제거한 줄기부분을 3×3×0.8 cm의 slab 형태로 절단하여 사용하였다.

### Blanching

**Boiling water:** 100°C의 증류수에 시료를 침지하여 5, 10, 15분간 blanching시킨 후 여과지로 표면수를 제거하였다.

**Steam:** 반 밀폐형 수조를 이용하여 100°C에서 발생되는 과포화증기에 5, 10, 15분간 노출시켜 처리한 후 표면수를 제거하였다.

**Microwave:** 2450 MHz의 가정용 전자 렌지(RE-338 BR, 500W, Korea)를 이용하여 30초, 1, 2분간 blanching 하였다.

**삼투건조:** Agent로서 sucrose를 이용하여 각기 그 농도를 76°C, 46°Brix로 조성한 후 시료와 용액의 담금 비율을 1:5 (W/W)로 하여 16분간 전처리한 후 몇 초간 세척하여 시료 표면에 부착된 sucrose를 제거한 후 여과지를 이용하여 표면수분을 제거하였다.

### 열풍건조

본 실험에 사용한 열풍건조기는 송풍부분, 공기가 열부분, 건조실, 제어 및 접속부분, 마이크로컴퓨터 및 주변장치로 구성되어 실험실 규모로 제작하였으며 69°C, 상대습도 33%로 제어하면서 온도와 무게를 건조 초기부터 7시간까지 매 5분 간격으로 계속 수집하였다.

### 재수화

500 mL의 비이커를 사용하여 100°C의 증류수에

10분간 완전히 침지시켜 2분간 drain시킨 후 분석하였다.

#### 분석방법

수분함량: 진공건조기(OVL-570, Gallen Kamp Co., England)를 이용하여 70°C, 70 mmHg 에서 24시간 건조시켜 수분함량으로 결정하였다.

Carotene: 시료를 잘 마쇄한 후 hexane과 acetone 혼합액(6:4)을 가해서 추출을 반복조작한 다음 methanol을 가해 glass filter로 여과하여 색소를 완전히 추출하였다. 증류수를 가해 추출액을 분리한 다음 상등액을 취하여 spectrophotometer (CE393, Cecil Instrument Co., England)를 이용하여 436 nm에서 흡광도를 측정하여  $\beta$ -carotene을 표준물질로 하여 정량하였다<sup>(18)</sup>.

Ascorbic acid: 2,4-dinitrophenol hydrazine법<sup>(19)</sup>을 이용하여 측정하였다. 즉 시료 일정량을 취하여 5% HPO<sub>3</sub> 용액 10 mL를 가한 후 1분 이내에 마쇄를 완료하여 5% HPO<sub>3</sub> 용액으로 정확히 200 mL로 맞춘 후 3,000 rpm에서 약 10분간 원심분리한 용액을 시험용액으로 하여 spectrophotometer (CE393, Cecil Instrument Co., England)를 이용하여 540 nm에서 측정하였다.

갈변도: Hendel 등<sup>(20)</sup>의 방법으로서 건조 후 시료를 분쇄한 후 1.3 g을 취하고 40 mL의 증류수를 가한 다음 10% trichloroacetic acid 용액 10 mL를 첨가하여 실온에서 2시간 동안 방치한 후 여과하여 spectrophotometer (CE393, Cecil Instrument Co., England)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Specific volume: 50 mL 메스 실린더를 이용하여 각 건조한 시료를 일정량 취한 후 좁쌀로 충전하여 부피를 측정하고 그 부피에서 좁쌀의 부피를 뺀 부피를 시료의 부피로 하여 시료의 무게로 나누어서 결정하였다.

색도변화: 색차계(Chromameter, Minolta Co., CR 200, Japan)를 사용하여 L값(whiteness), a값(redness), b값(yellowness)과 전반적인 색차  $\Delta E$ 는 아래 식으로 나타내었다.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

재수화특성 측정: rehydration ratio는 일정시간 재수화 후의 시료무게와 건조시료의 초기무게의 비로서 구하였으며, 수분의 흡수량은 일정시간 재수화 후의 시료 무게에서 건조후 무게를 뺀 값을 g 당 흡수량으로 환산하여 표시하였고, Becker의 확산식<sup>(21)</sup>을 이용하여 재수화시 수분 함량의 변화로부터 수분흡수 속도 상수를 결정하였다.

기존 건조 모델과의 적합도: 채소류 건조에 적합한

기존의 건조모델을 얻고자 기존의 여러 모델<sup>(22)</sup>중에서 많이 이용되는 유사 지수함수모델, Page 모델 그리고 quadratic 모델을 선정하여 적합시켜 보고, 또한 재수화 공정에서의 응용가능성을 알아보고자 Singh이 제안한 모델을 함께 적용시켜 보았다.

유사지수함수 모델:  $MR=B \text{ (Exp(-At))}$

Page 모델:  $MR=\text{Exp}(-At^n)$

Quadratic 모델:  $MR=1 + At+Bt^2$

여기서, MR: Moisture ratio (M-Me)/(Mo-Me)

관능검사: 10 명의 관능검사 요원을 선발하여 전처리와 건조방법을 달리한 시료에 대해 건조 및 재수화 후의 외관과 색도 및 acceptability에 대해 대단히 싫다는 1점, 대단히 좋다는 5점으로하는 5점 채점법으로 실시하였다.

유의성 검정: 전처리 방법 및 건조 방법에 따른 건조 및 재수화 후의 외관과 색도 및 acceptability에 대한 관능 검사를 실시하여 시료의 전처리 방법 및 건조 방법간의 유의성 검정을 SPSS/ANOVA procedure로 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 전처리 조건의 결정

Microwave, steam 그리고 boiling water를 이용하여 각각 전처리하고 최적 전처리 시간을 결정하고자 처리시간에 따른 물리적 특성을 Table 1에 나타내었다. Microwave의 경우 30초나 1분간 처리시에는 수분함량의 변화가 크지 않았으나 2분 처리시에는 급격하게 낮아지는 반면 그 이상의 시간 처리시에는 부분적으로 검게 변하여 처리시간에서 제외하였다. Steam이나 열탕 처리는 중량감소가 많으면서도 수분 함량이 높은 것으로 나타났는데 이는 blanching동안 가용성 성분이 용출된 것으로 생각되며 시간에 따른 수분함량의 변화는 큰 차이가 없었다. Carotene 함량은 처리시간이 길어짐에 따라 감소하였으며 그 정도는 열탕처리한 경우가 가장 높았고 그다음이 steam, microwave 처리 순으로 낮은 값을 나타내었다. 전반적인 색차는 열탕처리시 가장 큰 값을 보였고, 갈변도와 carotene 함량 그외의 물리적 특성을 고려하여 전처리 시간을 microwave는 1분, steam은 10분, hot water에서 10분간 처리 하는 것을 최적 전처리 시간으로 결정하였다. 일반적으로 최적 blanching 처리 시간을 결정하기 위한 간단한 방법으로 과산화수소수를 떨어뜨려 효소의 불활성화 여부를 판단할 수 있다<sup>(6)</sup>.

전처리에 따른 건조특성

전처리 방법을 각각 달리 했을 경우, 열풍건조 특성을 알아보기 위하여 전처리 방법별로 최적 시간으로 설정한 조건에 따라 전처리를 행한 후 열풍건조의 조건<sup>(23)</sup>인 69°C, 상대습도 33%에서 7시간까지 건조를 행하였다. 삼투건조에 의한 전처리는 76°C, 46°Brix에서 16분간 처리하였고(OD), 10분간 열탕에서 처리 한것(WATER), steam으로 10분간 처리한것(STEAM), 그리고 1분간 microwave로 전처리(MICRO)한 당근을 각각 열풍 건조시켜 전처리를 하지 않은 무처리구(CON)와 전처리에 따른 건조특성을 비교하였다.

전처리한 당근을 열풍 건조시킨 후의 물리적 특성을 Table 2에 나타내었다. 삼투건조가 비교적 건조시간이 길었는데 이것은 삼투건조 중 용질이 당근 내부로 침투하여 수분의 이동이 원활하게 이루어지지 않았기 때문으로 생각되며<sup>(24)</sup>, 반면 carotene 함량은 타 처리구에 비해 높게 나타나고 있다. 무처리구의 경우에도 다른 전처리보다 건조시간이 다소 길게 나타났

는데 이는 전처리를 하지 않아 조직이 치밀해서 수분의 이동이 늦은 것으로 생각된다. MICRO와 STEAM은 비슷한 건조속도를 보였고 WATER는 가장 빠른 건조양상을 보였는데 이것은 전처리로 인한 조직의 붕괴로 수분이동이 용이하였기 때문이라는 Quenzer<sup>(12)</sup>의 보고와 유사하였다. Carotene 함량은 무처리구가 가장 낮아 적절한 전처리를 요함을 알 수 있으며, 삼투건조의 경우 색차와 갈변이 적어 전처리의 효과가 우수함을 알 수 있었다. 갈변은 무처리구에서 가장 심하고 그 다음이 WATER, MICRO, STEAM처리의 순이었으며 색차는 WATER와 MICRO가 높게 나타나 변색이 심했음을 알 수 있는데 갈변도와 유사한 경향이였다. Specific volume은 무처리구와 삼투건조에서 낮게 나타나 다른 전처리에 비해 수축을 억제함을 알 수 있었는데 이는 삼투처리가 갈변과 수축을 억제한다는 이 등<sup>(25)</sup>보고와 유사하였다. 여러가지 건조특성을 비교해 본 결과 삼투처리가 건조효율은 다소 낮지만 품질적인 면에서 우수하였으며 기타 전처리는 건조

Table 1. Physico-chemical properties of carrots prepared by various pretreatments

	TIME (min)	M.C. <sup>1)</sup>	W.R. <sup>2)</sup>	C.C. <sup>3)</sup>	B.D. <sup>4)</sup>	S.V. <sup>5)</sup>	L	a	b	ΔE
Untreated	-	92.46	-	1508.96	0.002	0.9542	57.05	22.50	46.23	-
Microwave	0.5	92.33	22.55	996.70	0.019	1.0597	55.80	28.40	53.06	8.26
	1	91.16	32.65	651.88	0.025	0.9955	53.13	31.71	49.55	9.59
	2	86.69	42.57	312.55	0.068	0.9914	53.55	33.84	50.19	1.51
Steam	5	92.95	37.20	1271.71	0.057	0.9932	53.81	24.61	48.24	3.83
	10	92.66	42.49	1190.81	0.069	1.0586	52.72	25.61	49.87	5.86
	15	91.99	42.96	964.04	0.078	1.3014	53.14	24.83	48.42	4.54
Water	5	95.33	25.10	1419.82	0.049	0.9765	53.90	24.62	53.19	7.45
	10	95.67	40.00	1413.08	0.060	1.0277	56.32	22.68	57.05	0.58
	15	95.15	40.15	903.78	0.074	1.0122	59.05	20.28	51.26	6.06

<sup>1)</sup>M.C.: moisture content (%).

<sup>2)</sup>W.R.: weight reduction (%).

<sup>3)</sup>C.C.: carotene content (µg/g dry solid).

<sup>4)</sup>B.D.: browning degree (O.D.).

<sup>5)</sup>S.V.: specific volume.

Table 2. Physico-chemical properties of carrots prepared by various pretreatments prior to air drying

	M.C. <sup>1)</sup>	C.C. <sup>2)</sup>	B.D. <sup>3)</sup>	S.V. <sup>4)</sup>	L	a	b	ΔE
CON	0.1283	171.39	0.124	3.4748	53.20	24.22	37.80	12.26
OD	0.1662	373.55	0.073	3.7736	50.69	25.81	39.18	10.60
STEAM	0.0597	235.94	0.088	4.4183	56.67	20.41	40.70	12.09
WATER	0.0589	275.78	0.099	4.3550	46.71	23.32	32.14	18.54
MICRO	0.0578	196.11	0.105	4.0896	47.47	31.08	34.75	16.12

<sup>1)</sup>M.C.: moisture content (%).

<sup>2)</sup>C.C.: carotene content (µg/g dry solid).

<sup>3)</sup>S.V.: specific volume.

<sup>4)</sup>B.D.: browning degree (O.D.).

특성에서는 큰 차이가 없었으므로 재수화 특성을 고려하여 우수한 전처리를 찾자 하였다.

재수화 후의 물리적 특성을 살펴보기 위하여 각각의 방법으로 전처리를 행한 후 열풍건조한 당근을 100°C에서 10분간 재수화하여 그 특성을 Table 3에 나타내었다. 재수화 후의 복원성을 나타내는 rehydration ratio나 흡수량, 흡수속도상수는 STEAM과 MICRO에서 높아 복원성이 우수하였는데 이는 Quenzer 등<sup>12)</sup>의 보고와 유사하였다. 무처리구의 흡수량이 다른 처리구보다 다소 낮았으나 삼투처리보다는 흡수량이 우수하였는데 이는 용질의 증가가 건조 뿐만 아니라 재수화 효율에도 방해가 된다는 것을 보여준다고 할 수 있다. 그러나 무처리구의 경우는 품질열화가 심해 적절한 전처리를 요함을 알 수 있으며, carotene 함량에 있어서는 삼투처리가 가장 우수한 것으로 나타났고 그 다음으로 STEAM으로 전처리한 방법이 건조 후를 고려하여 전반적으로 우수한 전처리 방법인 것으로 나타났다.

Fig. 1은 전처리 방법에 따른 건조 특성을 살펴본 것으로 무처리구와 삼투건조처리가 비슷한 양상으로 건조 5시간 후부터 수분함량의 감소가 둔화되었다. STEAM과 MICRO의 전처리방법은 건조 후 4시간 정도에서 건조속도가 낮아졌고, WATER 처리구가 건조 초기에 빠른 수분함량의 감소를 보이고 있는데 이는 전처리로 인한 조직의 붕괴가 그 이유가 될 수 있다.

배추를 당근의 열풍건조공정의 최적조건에서 각각

전처리 및 건조시켜 전처리간의 차이를 알아 본 결과를 Table 4와 5에 나타내었다. 배추와 무의 경우 boiling water를 이용한 전처리는 조직의 붕괴가 심해 전처리 방법에서 제외하였다.

건조시간은 STEAM 처리와 MICRO처리가 비교적 짧고 삼투처리가 가장 늦었는데 이는 당의 흡수로 건조가 지연된 것으로 생각된다. Ascorbic acid 함량은 삼투처리와 MICRO처리가 비슷하였으며, 갈변도는 무처리구와 MICRO처리가 열손상으로 높은 값을 보였고 specific volume 또한 높은 값을 가져 건조가 많이 이루어졌음을 알 수 있었다. 전반적인 색차는 삼투

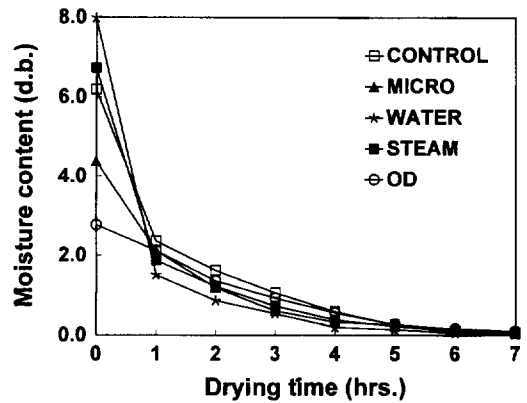


Fig. 1. Changes of moisture content of carrots prepared by various pretreatments during hot air drying.

Table 3. Physico-chemical properties of rehydrated<sup>1)</sup> carrots pretreated in various method prior to air dring

	R.R. <sup>2)</sup>	M.G. <sup>3)</sup>	MGrate <sup>4)</sup>	C.C. <sup>5)</sup>	L	a	b	ΔE
CON	2.9149	2.390	0.7588	75.96	52.51	25.46	43.75	6.15
OD	3.0436	2.148	0.6793	187.93	50.51	31.29	45.30	6.45
STEAM	3.9036	3.084	0.9752	131.40	57.51	24.19	58.34	10.96
WATER	3.5377	2.776	0.8778	151.57	52.53	28.75	50.81	2.38
MICRO	3.8275	2.991	0.9458	117.25	49.28	33.04	42.53	9.84

<sup>1)</sup>The temperature and time of rehydration processing were 100°C and 10 min., respectively.

<sup>2)</sup>R.R.: rehydration ratio.

<sup>3)</sup>M.G.: moisture gain (g water/g solid).

<sup>4)</sup>MGrate: moisture gain rate by Becker's eq.

<sup>5)</sup>C.C.: carotene content (μg/g wet solid).

Table 4. Physico-chemical properties of cabbages prepared by various pretreatments prior to air drying

	M.C. <sup>1)</sup>	A.A. <sup>2)</sup>	B.D. <sup>3)</sup>	S.V. <sup>4)</sup>	L	a	b	ΔE
CON	0.0973	0.154	0.060	3.8606	85.10	-1.30	3.97	7.72
OD	0.1135	0.286	0.016	3.4701	78.38	-1.85	5.02	2.72
STEAM	0.0682	0.247	0.023	4.0150	75.85	-4.18	11.68	9.77
MICRO	0.0802	0.280	0.057	3.4384	78.28	-4.37	12.38	10.38

<sup>1)</sup>M.C.: moisture content (d.b.).

<sup>2)</sup>A.A.: ascorbic acid (O.D. at 540 nm).

<sup>3)</sup>B.D.: browning degree (OD).

<sup>4)</sup>S.V.: specific volume.

처리가 가장 적어 색의 변화를 억제하는 가장 적절한 전처리 방법임을 확인할 수 있었다.

재수화 특성을 살펴보면 무처리구와 MICRO가 낮은 재수화율을 보여 열손상이 심할 경우 재수화능이 감소한다는 황 등<sup>(1)</sup>의 보고와 유사한 결과를 보였다. 당근의 경우와는 달리 삼투처리가 오히려 좀더 높은 것으로 나타났으며 ascorbic acid와 색차를 비교해 볼 때 다른 전처리에 비해 무처리구가 낮은 함량을 보여 적절한 전처리를 요함을 알 수 있다. 이것으로 배추의 경우에도 전처리가 건조전 공정으로 필요하다는 것을 알 수 있으며, ascorbic acid의 함량의 잔존율은 삼투건조가 가장 우수하여 채소류 건조시 적절한 전처리 공정으로서 삼투건조를 채택할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 6과 7은 전처리에 따른 무의 건조로 STEAM

과 MICRO처리가 건조가 빠르게 이루어졌으며 삼투처리가 건조시간이 길었다. Ascorbic acid의 함량은 삼투처리가 높았고 무처리구가 낮은 함량을 보여 많은 손실이 있음을 알 수 있었고 배추의 경우와 같이 무처리구와 MICRO처리가 열손상으로 높은 갈변도를 보였다. STEAM처리가 많은 수축이 이루어지고 삼투처리가 수축을 완와하는것으로 나타났으며 색차는 전반적으로 큰 차이는 보이지 않았다. 재수화 특성을 살펴보면 전처리간의 큰 차이는 없으나 배추의 경우와 같이 무처리구는 낮은 복원율을 보이고 전처리 중에서 MICRO가 낮은 복원성을 보였다. Ascorbic acid 함량이나 색차의 변화로 볼 때 삼투처리와 STEAM으로 전처리하는 방법이 유사한 정도의 효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

**Table 5. Physico-chemical properties of rehydrated<sup>1)</sup>cabbages pretreated in various method prior to air dring**

	R.R. <sup>2)</sup>	M.G. <sup>3)</sup>	MGrate <sup>4)</sup>	A.A. <sup>5)</sup>	L	a	b	ΔE
CON	2.4221	1.560	0.4933	0.112	59.37	-2.66	3.76	18.26
OD	2.5618	1.730	0.4789	0.213	67.02	-4.11	6.49	11.63
STEAM	2.5543	1.664	0.5262	0.187	69.34	-5.02	9.42	11.40
MICRO	2.1121	1.207	0.3517	0.192	67.35	-3.89	7.72	11.75

<sup>1)</sup>The temperature and time of rehydration processing were 100°C and 10 min, respectively.

<sup>2)</sup>R.R.: rehydration ratio.

<sup>3)</sup>M.G.: moisture gain (g water/g solid).

<sup>4)</sup>MGrate: moisture gain rate by becker's eq.

<sup>5)</sup>A.A.: ascorbic acid (O.D. at 540 nm).

**Table 6. Physico-chemical properties of radishes prepared by various pretreatments prior to air drying**

	M.C. <sup>1)</sup>	A.A. <sup>2)</sup>	B.D. <sup>3)</sup>	S.V. <sup>4)</sup>	L	a	b	ΔE
CON	0.0818	0.129	0.052	3.2216	69.60	1.18	19.94	16.95
OD	0.1032	0.196	0.032	3.0010	54.61	1.68	17.82	17.10
STEAM	0.0573	0.161	0.024	3.9920	61.79	-1.61	19.46	15.72
MICRO	0.0598	0.164	0.053	3.4382	57.46	1.87	25.23	22.51

<sup>1)</sup>M.C.: moisture content (d.b.).

<sup>2)</sup>A.A.: ascorbic acid (O.D. at 540 nm).

<sup>3)</sup>B.D.: browning degree (OD).

<sup>4)</sup>S.V.: specific volume.

**Table 7. Physico-chemical properties of rehydrated<sup>1)</sup> radishes pretreated in various method prior to air dring**

	R.R. <sup>1)</sup>	M.G. <sup>2)</sup>	MGrate <sup>3)</sup>	A.A. <sup>4)</sup>	L	a	b	ΔE
CON	2.3337	1.443	0.3995	0.079	66.20	-0.50	13.58	9.81
OD	2.8576	2.047	0.5667	0.098	61.93	-0.60	10.53	6.99
STEAM	2.9963	2.102	0.6647	0.094	68.99	-3.08	7.72	6.41
MICRO	2.8496	1.962	0.5431	0.092	68.54	-1.11	12.42	9.46

<sup>1)</sup>The temperature and time of rehydration processing were 100°C and 10 min., respectively.

<sup>2)</sup>R.R.: rehydration ratio.

<sup>3)</sup>M.G.: moisture gain (g water/g solid).

<sup>4)</sup>MGrate: moisture gain rate by becker's eq.

<sup>5)</sup>A.A.: ascorbic acid (O.D. at 540 nm).

Fig. 2와 3은 배추와 무의 전처리 방법에 따른 건조 특성을 나타낸 것으로서 배추의 경우 STEAM과 MICRO의 전처리방법은 초기 수분량이 많아 건조 후 5시간 정도에서 건조속도가 낮아졌고 무처리구와 삼투처리는 유사한 건조양상을 보였다. 무의 경우는 오

히려 STEAM과 MICRO의 전처리방법이 낮은 수분함량을 보였으며 무처리구의 건조에 많은 시간이 걸린 것으로 나타나 적절한 전처리가 필요함을 알 수 있다.

기존모델과의 적합도

전처리 방법을 각기 달리하여 당근과 배추, 무를 열풍건조를 하였을 때 수분의 이동을 시간의 함수로 표현하기 위해 가장 적합한 모델을 선정하고자 기존의 여러 건조 모델 중 유사지수함수 모델, Page 모델 그리고 quadratic 모델을 선정하여 각각의 R<sup>2</sup>값과 그 계수값을 구해서 적합도를 알아 본 결과를 Table 8, 9, 10에 나타내었다. 세 시료 모두 다른 모델에 비하여 quadratic 모델이 가장 높은 결정 계수를 가져 건조 과정동안의 수분이동을 나타낼 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 quadratic 모델을 채소류의 건조시 전처리 방법에 관계없이 범용적으로 건조모델로 사용할 수 있으며, 아울러 주어진 계수값들을 활용함으로써 임의의 시간에서의 수분함량도 예측할 수 있을 것으로 생각된다.

재수화 공정시 수분의 이동을 나타내기 위하여 100°C에서 20분간 연속적으로 재수화시키면서 건조 공정에서 적용했던 기존 건조모델과 Singh<sup>(22)</sup>이 제안한 모델을 적용시켜 본 결과 각 모델의 R<sup>2</sup>이 높지 않아 큰 적합성을 보이지는 않았다. 따라서 재수화 공정에서는 새로운 예측 모델이 수립되어야 할 것으로 생각된다.

관능 검사

전처리 방법을 달리하여 최적 처리조건에서 전처리를 행한 후 24시간 동결건조한 당근과 열풍건조한 당근을 다시 100°C에서 10분간 재수화하였다. 10명의 관능 검사 요원을 선발하여 각 건조방법에 따라 건조한 당근과 재수화시킨 당근의 외관과 색도 그리고 종합적인 기호도에 대해 5점 채점법으로 관능 검사를 실

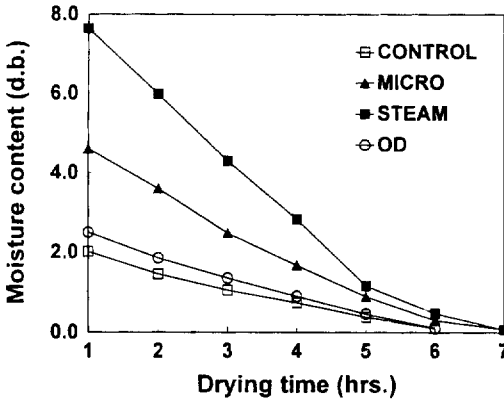


Fig. 2. Changes of moisture content of cabbages prepared by various pretreatments during hot air drying.

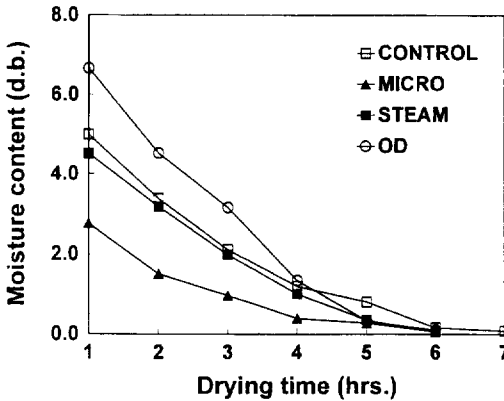


Fig. 3. Changes of moisture content of radishes prepared by various pretreatments during hot air drying.

Table 8. Regression analysis using different models in carrots prepared by various pretreatments during hot air drying

	MODEL 1 <sup>1)</sup>			MODEL 2 <sup>2)</sup>			MODEL 3 <sup>3)</sup>		
	R <sup>2</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	a <sup>1</sup>	a <sup>2</sup>
CON	0.9749	0.8508	1.0693	0.9934	-0.8951	1.5134	0.9996	-0.4188	0.0440
OD	0.9634	0.6062	0.7090	0.9931	-1.1040	1.3288	0.9999	-0.3264	0.0274
STEAM	0.9442	0.7066	0.7428	0.9888	-1.3076	1.4803	0.9997	-0.2935	0.0198
WATER	0.9448	0.4852	0.8277	0.9801	-0.7393	1.2557	0.9992	-0.4215	0.0467
MICRO	0.9304	0.7908	0.7441	0.9810	-1.2481	1.3933	1.0000	-0.2960	0.0220

<sup>1)</sup>MODEL 1: MR=B(Exp(-At)). Approximation of diffusion model. a<sub>1</sub> and a<sub>2</sub> are the slope and the intercept of the curve of ln(MR) vs t.

<sup>2)</sup>MODEL 2: MR=Exp(-At<sup>a</sup>). Page model. a<sub>1</sub> and a<sub>2</sub> are the slope and the intercept of the curve of ln(-ln(MR)) vs ln(t).

<sup>3)</sup>MODEL 3: MR=1+a<sub>1</sub>t+a<sub>2</sub>t<sup>2</sup>. Quadratic model.

**Table 9. Regression analysis using different models in cabbages prepared by various pretreatments during hot air drying**

	MODEL 1 <sup>1)</sup>			MODEL 2 <sup>2)</sup>			MODEL 3 <sup>3)</sup>		
	R <sup>2</sup>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	R <sup>2</sup>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	R <sup>2</sup>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>
CON	0.9597	0.3225	0.4546	0.9926	-1.4628	1.3152	0.9997	-0.2372	0.0124
OD	0.9464	0.3163	0.4549	0.9767	-1.3420	1.2165	0.9995	-0.2369	0.0123
STEAM	0.9084	0.5887	0.6217	0.9679	-1.3568	1.3708	0.9999	-0.2500	0.0124
MICRO	0.9105	0.6410	0.5681	0.9738	-1.5785	1.4101	0.9999	-0.2201	0.0099

<sup>1)</sup>MODEL 1: MR=B(Exp(-At)). Approximation of diffusion model. a<sub>1</sub> and a<sub>2</sub> are the slope and the intercept of the curve of ln (MR) vs t.

<sup>2)</sup>MODEL 2: MR=Exp (-At<sup>b</sup>). Page model. a<sub>1</sub> and a<sub>2</sub> are the slope and the intercept of the curve of ln (-ln(MR)) vs ln (t).

<sup>3)</sup>MODEL 3: MR=1+a<sub>1</sub>t+a<sub>2</sub>t<sup>2</sup>. Quadratic model.

**Table 10. Regression analysis using different models in radishes prepared by various pretreatments during hot air drying**

	MODEL 1 <sup>1)</sup>			MODEL 2 <sup>2)</sup>			MODEL 3 <sup>3)</sup>		
	R <sup>2</sup>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	R <sup>2</sup>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	R <sup>2</sup>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>
CON	0.9229	0.9670	0.7852	0.9906	-1.5877	1.6139	0.9988	-0.2674	0.0167
OD	0.8933	0.8691	0.7979	0.9648	-1.3598	1.5022	0.9995	-0.2693	0.0149
STEAM	0.9448	0.5806	0.6641	0.9819	-1.2457	1.3724	1.0000	-0.2862	0.0191
MICRO	0.9836	0.2085	0.6495	0.9927	-0.7435	1.1599	0.9992	-0.4071	0.0438

<sup>1)</sup>MODEL 1: MR=B(Exp(-At)). Approximation of diffusion model. a<sub>1</sub> and a<sub>2</sub> are the slope and the intercept of the curve of ln (MR) vs t.

<sup>2)</sup>MODEL 2: MR=Exp (-At<sup>b</sup>). Page model. a<sub>1</sub> and a<sub>2</sub> are the slope and the intercept of the curve of ln (-ln(MR)) vs ln(t).

<sup>3)</sup>MODEL 3: MR=1+a<sub>1</sub>t+a<sub>2</sub>t<sup>2</sup>. Quadratic model.

**Table 11. Sensory scores<sup>1)</sup> of dried and rehydrated carrots using various blanching and drying methods**

			Appearance	Color	Acceptability
Drying	H.A.	CON	2.1 <sup>b</sup>	2.5 <sup>b</sup>	2.3 <sup>b</sup>
		OD	3.2 <sup>c</sup>	3.4 <sup>c</sup>	3.3 <sup>c</sup>
		WATER	1.0 <sup>f</sup>	1.2 <sup>e</sup>	1.1 <sup>e</sup>
		STEAM	1.9 <sup>b</sup>	1.9 <sup>b</sup>	1.8 <sup>b</sup>
		MICRO	3.7 <sup>c</sup>	4.1 <sup>d</sup>	4.1 <sup>d</sup>
	F.D.	CON	2.7 <sup>ab</sup>	2.7 <sup>ab</sup>	2.7 <sup>b</sup>
		OD	3.6 <sup>c</sup>	3.1 <sup>b</sup>	3.6 <sup>cd</sup>
		WATER	2.0 <sup>f</sup>	2.0 <sup>e</sup>	2.0 <sup>e</sup>
		STEAM	3.3 <sup>bc</sup>	2.6 <sup>ab</sup>	3.1 <sup>bc</sup>
		MICRO	3.8 <sup>c</sup>	4.1 <sup>c</sup>	4.1 <sup>d</sup>
Rehydration	H.A.	CON	2.4 <sup>ab</sup>	2.7 <sup>ab</sup>	2.4 <sup>bc</sup>
		OD	3.9 <sup>c</sup>	4.3 <sup>c</sup>	3.7 <sup>c</sup>
		WATER	1.4 <sup>d</sup>	2.2 <sup>a</sup>	1.7 <sup>d</sup>
		STEAM	2.8 <sup>b</sup>	2.9 <sup>ab</sup>	1.7 <sup>b</sup>
		MICRO	3.3 <sup>bc</sup>	3.2 <sup>b</sup>	3.2 <sup>bc</sup>
	F.D.	CON	3.4 <sup>b</sup>	3.3 <sup>b</sup>	3.4 <sup>b</sup>
		OD	3.6 <sup>b</sup>	4.5 <sup>c</sup>	4.0 <sup>b</sup>
		WATER	2.2 <sup>d</sup>	2.3 <sup>a</sup>	2.0 <sup>d</sup>
		STEAM	3.6 <sup>b</sup>	3.6 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>
		MICRO	3.8 <sup>b</sup>	3.7 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Each values represents the mean of the rating by 10 judges using 5-point scale (1=dislike extremely, 5=like extremely).

<sup>a,b,c</sup>Means in a column followed by the same letter are not significantly different ( P < 0.05 ) by Duncan's test.

시한 후 건조방법과 전처리 방법간의 차이를 관능검사 결과를 통하여 5% 유의수준 범위내에서 Duncan's multiple range test를 통해 사후검정하였다.

각 전처리 방법에 따른 열풍건조와 동결건조, 열풍 건조후 재수화, 동결건조후 재수화에 대한 유의성 검정을 각 block 별로 실시한 결과를 Table 11에 나타내



었다. 외관에 있어서 열풍건조보다 동결건조가 높은 점수를 얻었으며, MICRO나 OD가 좋은 점수를 얻어 형태의 유지가 우수함을 보였고 열풍건조에 있어서 STEAM이나 WATER전처리는 무처리구보다 낮은 점수를 얻어 외관에 많은 손상이 있었음을 알 수 있었다. 재수화 후의 외관도 건조와 유사한 경향으로 나타나 OD와 MICRO, STEAM이 우수한 것으로 나타났다. 색도 또한 건조방법에 관계없이 MICRO나 OD가 우수한 전처리방법이었으며 STEAM이나 WATER는 무처리구보다 낮은 점수를 보였다. 재수화 후에는 열풍건조의 경우 OD가 가장 좋았으며, 동결건조에서는 OD, STEAM, MICRO 순이었고 WATER처리가 가장 낮은 점수를 보였다. 종합적인 기호도는 건조방법에 관계없이 MICRO가 가장 좋았는데 이는 형태를 적절하게 유지하면서도 많은 건조가 이루어졌기 때문으로 생각된다. 재수화 후의 종합적인 기호도는 건조방법에 관계없이 OD가 높은 점수를 얻었으며 그 다음으로 MICRO, STEAM의 순이었다. 따라서 관능검사 결과 삼투건조가 높은 점수를 얻어 우수한 전처리 방법임을 알 수 있었으며 MICRO도 비교적 높은 점수를 얻어 우수한 전처리로서 활용가능함을 보여 주었다. 각 관능 특성 간의 상관 관계를 알아본 결과 외관과 색도를 모두 당근의 품질에 평가하는데 큰 상관관계를 가지고 있음을 알 수 있었다.

## 요 약

건조채소류의 제조시 품질손상을 줄이고자 삼투건조와 steam 및 boiling water, microwave를 이용하여 전처리를 행한 후 열풍건조하여 적절한 전처리 방법을 알아보려고 건조와 재수화 공정을 행하여 각 공정의 물리적인 특성을 조사하였으며, 기존의 건조 모델을 적용하여 수분이동 메커니즘을 설명하고, 건조당근의 관능적 특성을 조사하였다. 전처리는 처리시간이 길수록 수분과 carotene 함량이 낮아졌으나 물리적인 특성을 고려하여 최적 처리 시간을 STEAM과 WATER는 각 10분, MICRO는 1분으로 결정하였다. 최적 조건에서 전처리를 행한 후 69°C, 상대습도 33%의 열풍건조 조건에서 건조를 행한 후 열탕에서 10분간 재수화 하여 carotene 및 수분함량, 색도와 복원율 등을 알아본 결과, 건조 효율은 타처리구가 삼투처리보다 우수하였으나 carotene 함량은 삼투건조가 높은 값을 보였고 그 효과는 재수화 후에도 지속하였다. 전처리를 각기 달리한 당근의 품질에 대하여 관능검사를 실시한 결과, 외관과 색도 그리고 종합적인 기호면

에서 건조 후의 품질은 삼투처리한 열풍건조의 경우가 전처리 하지 않은 동결건조 처리구 보다 건조 및 재수화 후 높은 점수를 나타내었다. 건조공정을 기존의 건조모델로 표현하고자 적합성 여부를 조사해 본 결과 전처리방법에 관계없이 quadratic 모델이 가장 높은 적합도를 보여 수분의 이동을 시간의 함수로 나타낼 수 있었다. 재수화 공정에의 적용성은 기존의 건조 및 흡습모델로 표현하기는 미흡한 것으로 나타났다.

## 문 헌

1. 김명환 : Effects of pretreatment prior to conventional dehydration on dried product quality. *생물화공*, 4(4), 30 (1990)
2. Langdon, T.T.: Preventing of browning in fresh prepared potatoes without the use of sulfiting agents. *Food Technol.*, 41(5), 64 (1987)
3. Poulsen, R.L.: Optimization of vegetable blanching. *Food Technol.*, 40(6), 122 (1986)
4. Decareau, R.V.: *Microwaves in the Food Processing Industry*. Academic Press Inc., p.152 (1985)
5. Labele, R.L. and Moyer, J.C.: Dehydrofreezing red tart cherries. *Food Technol.*, 20, 1345 (1966)
6. Luh, B.S. and Woodroof, J.G.: *Commercial Vegetable Processing*. 2nd ed., AVI Publishing Co., p.180 (1988)
7. Halpin, B.E. and Lee, C.Y.: Effect of blanching on enzyme activity and quality changes in green peas. *J. Food Sci.*, 52, 1002 (1987)
8. Odland, D. and Eheart, M.S.: Ascorbic acid, mineral and quality retention in frozen broccoli blanched in water, steam and ammonia steam. *J. Food Sci.*, 40, 1004 (1975)
9. Ponting, J.D. and McBean, D.M.: Temperature and dipping treatment effects on drying rates and drying times of grapes, prunes and other waxy fruits. *Food Technol.*, 24, 1403 (1970)
10. Zhao, Y.P. and Chang, K.C.: Sulfite and starch affect color and carotenoids of dehydrated carrots during storage. *J. Food Sci.*, 60, 324 (1995)
11. 황금택, 임종환 : 각종 전처리 및 건조방법이 건조채소류의 품질에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, 26, 805 (1994)
12. Quenzer, N.M. and Burns, E.E.: Effects of microwave, steam and water blanching on freeze-dried spinach. *J. Food Sci.*, 46, 410 (1981)
13. Baldwin, D.R., Anantheswaran, R.C., Sastry, S.K. and Beelman, R.B.: Effect of microwave blanching on the yield and quality of canned mushrooms. *J. Food Sci.*, 51, 965 (1986)
14. 김영해 : *공업용 마이크로파 응용기술*. 기전출판사, p. 62 (1996)
15. Ponting, J.D., Watters, G.G., Ferry, R.R., Jacson, R. and Stanley W.L.: Osmotic dehydration of fruits. *Food Technol.*, 20, 1365 (1966)
16. Dixon, G.M., Jen, J.J. and Paynter, V.A.: Tasty apple slices results from combined osmotic-dehydration and

- vaccum-drying process. *Food Prod. Dev.*, **10**(7), 60 (1976)
17. 이철, 조승용 : 감압유탕건조당근의 흡습특성 및 품질에 미치는 덱스트린의 영향. *한국식품과학회지*, **23**, 241 (1991)
  18. A.O.A.C.: *Official Method of Analysis*. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists Inc., p.1048 (1990)
  19. A.O.A.C.: *Official Method of Analysis*. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists Inc., p.1058 (1990)
  20. Hendel, C. E., Bailey, G. F. and Taylor, D. H.: Measurement of non-enzymatic browning of dehydrated vegetable during storage. *Food Technol.*, **14**, 344 (1950)
  21. Becker, H.A.: On the absorption of liquid water by the wheat kernel. *Cereal Chem.*, **37**, 309 (1960)
  22. Singh, B. P.: Model for absorption of liquid water by grains. *Trans. of ASAE.*, **32**(6), 2067 (1989)
  23. 윤광섭 : 반응표면분석법에 의한 당근의 삼투 및 열풍건조공정의 최적화. *경북대학교 박사학위논문* (1995)
  24. Kim, M.H. and Toledo, R.T.: Effect of osmotic dehydration and high temperature fluidized bed drying on properties of dehydrated rabbiteye blueberries. *J. Food Sci.*, **52**, 980 (1987)
  25. 이병우, 신건진, 김명환, 최춘언 : 열풍건조전 전처리 방법이 당근 후레이크의 품질에 미치는 영향. *한국식품과학회*, **21**, 43 (1989)
- 
- (1997년 1월 13일 접수)