

각종 전처리 및 건조 방법이 건조 채소류의 품질에 미치는 영향

황금택 · 임종환

목포대학교 식품공학과

Effect of Various Pretreatments and Drying Methods on the Quality of Dried Vegetables

Keum Taek Hwang and Jong Whan Rhim

Department of Food Engineering, Mokpo National University

Abstract

Zucchini slices, sweet potato stems, taro stems, and platycodon treated with various methods such as dipping in citric acid solution, sulfite solution, or sulfur fumigation were dried by the natural sun drying method or the forced air drying method at 50, 70, 90, or 105°C. Mold growth of the dried vegetables and sensory quality of the dried and rehydrated vegetables were investigated. Limiting moisture contents to prevent mold growth over 3 month storage under room temperature were 15, 20, 25, and 15% for zucchini slices, sweet potato stems, taro stems, and platycodon, respectively. The chlorophyll containing vegetables dehydrated by the forced hot air showed better sensory quality than those by the natural sun. Among the pretreatments, dipping in the sulfite solution provided the best sensory quality to the dried vegetables. The sensory quality of dried platycodon was improved to a small extent by sulfur fumigation and sulfite solution treatment. The sensory quality of the dried platycodon was not found to be affected by the drying methods. All the tested vegetables dried at 105°C had the worst sensory quality. Except drying temperature of 105°C, the lower the drying temperature, the better the sensory quality and the rehydration rates were obtained for the tested vegetables except platycodon. The sensory quality of the platycodon was little affected by the drying temperature tested in the range of 50~90°C.

Key words: dried vegetable, sensory quality, mold growth, sulfuring, sulfiting, rehydration

서 론

신선한 채소류는 산출 시기가 제한되어 있고 수분 함량이 높아 저장성에 한계가 있기 때문에 한국에서는 전통적으로 이들 채소류 생산이 많은 시기에 수확한 채소를 천일 건조하여 사용하여 왔다. 근래에는 채소의 재배법이나 저장 방법의 발달로 겨울철에도 신선한 채소를 쉽게 구할 수 있으나, 산채와 같은 것은 생산 시기가 매우 제한되어 있어 채소가 다량으로 생산되는 시기에 잉여 채소를 건조시켜 연중 공급을 가능케 하며, 특히 한국인들이 건조 채소의 특유한 향미와 질감에 익숙해 있다는 점 등으로 아직도 건조 채소에 대한 관심이 높은 실정이다.

우리 나라에서는 전통적으로 채소를 건조하는데 천일 건조법을 주로 사용하여 왔는데, 천일 건조 방법은 대기의 높은 건조 잠재력을 이용한 것으로 특별한 설비가

필요 없고 사용이 간편하며 경제적이란 장점을 갖고 있다. 그러나 천일 건조법은 일기의 영향을 받으며 장기간의 건조 시간이 필요하고 최종 수분 함량의 조절이 용이하지 못한 문제점 뿐만 아니라 건조중 미생물이나 해충에 의해 오염될 확률이 높으며 건조 도중에 산화 반응이나 광화학 반응 등에 의하여 제품의 색깔이 퇴색 또는 변색되거나 영양 성분이 파괴되는 등의 품질 저하 현상이 현저하여, 비위생적인 제품이 되기 쉬우며 경제적인 손실이 큰 점 등이 문제점으로 제기되어 왔다⁽¹⁾.

반면에 열풍 건조 방법은 초기 설비 투자 비용 및 조작비가 다소 높은 문제점은 있으나 신속하고 균일하게 건조가 이루어져 품질이 우수하고 위생적인 제품의 생산이 가능하다. 대부분의 채소들은 수확 후에도 계속 생명 현상을 유지하면서 각종 산화 효소들이 활성을 나타내고 있기 때문에 이들을 아무런 처리 없이 그대로 건조하게 되면 제품의 변색 또는 풍미 저하 현상이 일어나거나 조직이 손상되어 제품의 품질이 떨어지게 된다. 따라서 이를 방지하기 위하여 건조 전에 여러가지 전처리를 하게 되는데, 건조전에 가장 많이 이용하는 전처리 방법은 데치기 방법이다. 이외에도 제품의 산화

Corresponding author: Keum Taek Hwang, Department of Food Engineering, Mokpo National University, Mokpo, Chonnam 534-729, Korea

방지나 변색 방지를 위하여 채소를 건조하기 전에 citric acid⁽²⁾나 ascorbic acid 용액에 침지하거나 아황산 용액 침지법⁽²⁾ 또는 황 훈증법^(3,4) 등이 이용되고 있다.

우리 나라에서는 전통적으로 호박고지, 고구마 줄기, 토란대 및 도라지 등의 채소를 건조하여 서민들 사이에서 즐겨 이용되어 왔으나 이들의 건조 방법이나 품질 향상을 위한 전처리 방법에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 우리나라의 대표적인 건조 채소인 호박 고지, 고구마 줄기, 토란대, 및 도라지를 각기 다른 방법으로 전처리하여 천일 건조법 및 열풍 건조법에 의해 건조한 후 실온에 장기 저장하면서 이들 제품의 품질을 미생물 발생 유무, 복원율, 색깔 등의 측면에서 비교 검토하였다.

재료 및 방법

공시료

본 실험에 사용된 시료는 목포 근교에서 1993년 9월 중순부터 10월 중순에 걸쳐 수확한 신선한 호박, 고구마 줄기, 토란대, 도라지를 목포 시내의 시장에서 구입하여 사용하였다.

우선 신선한 채소를 구입하는 즉시 물로 깨끗이 씻어 흙이나 기타 오염 물질을 제거한 후 종류에 따라 세절하여 건조용 시료로 사용하였다. 즉, 호박은 깨끗이 씻은 후 약 0.3 cm 두께로 썰어 건조용 시료로 사용하였으며, 고구마 줄기는 외피를 벗긴 후 사용하였고 토란대는 약 15 cm 길이로 잘라 외피를 제거한 후 굵기에 따라 2등분 또는 3등분하여 사용하였다. 도라지는 껍질을 벗겨 굵기에 따라 2등분 내지 4등분하고 너무 긴 것은 약 10 cm 길이로 잘라 사용하였다.

일반 성분

각 시료의 수분, 조단백, 조지방, 회분 및 탄수화물의 함량을 상법에 따라 측정하였다⁽⁵⁾.

시료의 전처리

데치기: 3% 소금물을 끓여 소금물 약 3 liter에 대하여 100 gram 정도의 채소를 일정 시간 침지한 후 즉시 냉수로 냉각하였다. 데치기한 시료를 28% 과산화수소(眞 Chemical)에 침지하여 가스 발생 여부를 시험하여 가스가 발생하지 않는 최소 처리시간을 각 시료에 대한 데치기 시간으로 하였다⁽⁶⁾.

Citric Acid 용액 침지: citric acid(99.5%, Shinyo Chemicals, 일본) 1% 수용액을 사용하여 각 시료를 1분 동안 침지한 후 꺼내어 stainless steel 망 위에 받혀 표면수를 제거한 후 건조용 시료로 사용하였다.

황 훈증(Sulfuring): 황(S: 98%, 三全純藥工業)을 용기 내에서 연소시키면서 시료를 밀폐된 공간에서 1분간 훈증 처리하였다.

아황산염 용액 침지(Sulfiting): $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ (95%, Yakuri Pure Chemicals, 일본) 0.5% 수용액에 각 시료를 1분간 침지한 후 꺼내어 stainless steel 망 위에 받쳐서 표면수를 제거한 후 건조용 시료로 사용하였다.

건조 방법

천일건조: 上記 방법에 따라 전처리한 시료와 아무런 처리를 하지 않은 시료를 옥외에서 충분히 자연 건조시킨 후 이들 시료를 polyethylene(PE) film(두께 50 μm ; 삼진화학)에 밀봉한 후 실온에 보관하였다.

열풍건조: 上記 방법에 따라 전처리된 시료와 무처리 시료를 50°C, 70°C, 90°C, 105°C의 풍속이 1 m/sec인 drying oven(한국비전과학 1202D9)을 사용하여 충분히 건조한 후 천일 건조 시료와 동일한 방법으로 포장하였다.

곰팡이 발생 조사

곰팡이의 발생에 대한 시료의 전처리 방법 및 수분함량의 영향을 조사하기 위하여 각 시료를 上記한 바와 같이 전처리한 후에 호박고지, 고구마줄기와 토란대는 약 15g씩을, 도라지는 약 10g씩을 알루미늄 접시에 취하여 50°C의 drying oven(금화 K1-012)에서 건조시키면서 수분함량의 분포가 큰 시료를 만들기 위해 호박고지, 고구마줄기와 토란대는 무게감소가 65~95%, 도라지는 무게감소가 60~85%의 범위가 되도록 조절하였다. 초기수분함량과 무게감소량으로 부터 건조 후의 수분함량을 계산하였으며, 건조를 마친 시료는 PE film(두께 50 μm)으로 제작한 봉지에 넣어 밀봉한 후 실온에 3개월 이상 보관하면서 곰팡이의 최초 발생 시간을 육안으로 확인하여 측정하였다.

수화복원성(Rehydration Test)

건조방법 및 건조온도에 따른 건조 채소의 복원율을 조사하기 위하여 각기 다른 방법으로 건조된 채소 중 호박고지는 약 3g, 고구마줄기와 토란대는 약 2.5g씩, 도라지는 약 5g을 stainless steel로 된 망에 넣어 30°C의 water bath에 침지한 다음 2시간 후에 꺼내어 시료의 표면수를 제거하고 무게를 측정하였으며 복원율은 다음식에 의하여 계산하였다.

복원율(%) =

$$\frac{\text{복원 후 시료 무게} - \text{복원 전 시료 무게}}{\text{복원 전 시료 무게}} \times 100$$

또한 각 채소의 복원율에 대한 복원온도의 영향을 조사하기 위하여 50°C에서 건조한 채소를 위와 같은 방법으로 20°C, 30°C, 50°C, 70°C로 고정된 water bath에 침지하였다가 일정 시간 간격으로 꺼내어 시료의 표면수를 제거한 후 무게를 측정하여 각 온도에서의 복원율을 조사하였다.

Table 1. Proximate composition of fresh vegetables

(unit: g/100g)

Vegetables	Moisture	Carbohydrate	Protein	Lipid	Ash
Zucchini slice	95.0	1.9	2.0	0.6	0.5
Sweet potato stem	93.4	4.7	0.8	0.3	0.8
Taro stem	94.5	4.1	0.7	0.2	0.5
Platycodon	85.0	12.5	1.8	0.2	0.5

관능 검사

전처리 방법에 따른 품질을 비교하기 위하여 무처리한 채소와 앞서와 같은 방법으로 전처리한 채소를 각각 2 등분하여 일부는 50℃에서 열풍건조를 하고 나머지는 천일건조를 한 후 이들 시료를 대상으로 목포대학교 식품공학과 남녀 재학생으로 구성된 panel을 사용하여 각 건조 채소의 색깔, 외양 및 전체적인 품질을 9 point hedonic scale을 사용하여 관능 검사를 실시하였다. 관능검사의 결과는 SYSTAT 통계 패키지(SYSTAT, Inc.)를 사용하여 Tukey's multiple range test($\alpha=0.05$)에 의한 시료 간의 유의차 검증을 하였다. 열풍건조의 최적 온도를 알아 보기 위하여 아무런 처리를 하지 않은 채소를 50, 70, 90, 105℃로 조절된 drying oven에서 건조하여 上記한 방법으로 관능 검사 및 통계 분석을 하였다. 또한 수화 복원된 건조 채소의 품질도 같은 방법으로 조사하였는데, 건조 온도를 달리 하여 제조한 각 채소를 30℃의 물에서 2시간 동안 수화 복원시켜 上記 방법과 같이 관능검사 및 통계처리를 하였다.

결과 및 고찰

일반 성분

본 연구에 사용된 4종의 채소류의 일반 성분은 Table 1과 같았다.

데치기 조건

엽록소나 carotenoids 등과 같은 색소를 함유된 채소류를 건조할 때 이들 천연색소의 변색 또는 퇴색이 천일 건조의 문제점으로 알려져 있다. 채소류를 열처리하지 않는 경우 chlorophyllase, lipoxygenase, peroxidases, oxidases 등과 같은 각종 효소의 작용에 의하여 이들 색소는 탈색되며, 이러한 탈색은 산소 존재하에서 광화학 반응(photobleaching)에 의하여 심화된다⁹⁾. 열처리하지 않은 채소류를 천일 건조시 또 다른 문제점은 polyphenol oxidase와 같은 효소에 의한 갈변현상이라 할 수 있다. 상기한 효소들을 불활성화시키기 위하여 데치기(bleaching) 처리를 한다. 데치기한 채소류를 과산화수수에 침지하여 가스의 발생 여부에 의하여 산화 효소의 활성 여부를 조사한 각 채소의 데치기 시간은 Table 2에 나타난 바와 같다. 데치기에 의하여 산화 효소를 불활성시키는 채소의 특성이나 모양에 따라 차이가 있을 수 있으나 본 실험조건 하에서는 호박이 가장 오래 걸렸

Table 2. Blanching times of vegetables in boiling water

Vegetable	Blanching time
Zucchini slice	300 sec
Sweet potato stem	60 sec
Taro stem	10 sec
Platycodon	20 sec

으며, 도라지, 토란대, 고구마 줄기 순으로 데치기 시간이 감소하였다. 호박의 경우 산화 효소를 완전히 불활성화시킬 정도로 열처리하면 조직이 물러져서 다음 공정인 건조에 부적합한 형태로 되었다. 도라지 역시 1분 정도의 가열에 의해 변색이 일어나고 조직이 다소 물러졌다. 본 연구에 사용한 채소류는 물론이고 대부분의 채소류는 조직이 약하여 데치기 처리를 하는 경우에 쉽게 조직이 물러져 다루기가 어려워지고 상품성이 떨어진다. 또한 데치기 처리한 채소류를 천일 건조하게 되면 갈변 현상은 발견되지 않았으나 탈색이 더 잘 일어남을 알 수 있었다. 따라서 채소류 건조의 전처리로서 데치기를 실시할 때 Table 2의 결과와 같이 산화 효소를 완전히 불활성화시킬 정도로 열처리할 필요는 없는 것으로 판단된다.

곰팡이 발생

천일 건조법을 사용할 경우에는 날씨의 영향을 받아 건조 도중에도 곰팡이가 발생하는 경우가 많아 균일한 제품을 얻을 수 없어 천일 건조 채소류는 미생물 실험에 사용하지 않고 열풍 건조한 채소류만을 대상으로 곰팡이 발생을 조사하였다.

호박고지, 고구마 줄기, 토란대, 도라지 등을 무처리, citric acid 용액에 침지, 황 훈증, 아황산염 용액에 침지 등의 처리를 한 후에 50℃의 oven에서 건조하면서 채소류 시료의 수분 함량을 다르게 조절하여 PE film에 넣은 후 밀봉하여 실온에 보관 저장하면서 3개월 이상 미생물의 발생 여부를 관찰하여 각 제품에 대한 수분 함량과 곰팡이가 발생하는 시간과의 관계를 조사한 결과는 Fig. 1~4에 나타난 바와 같다. 또한 한계 수분함량, 즉 곰팡이가 발생하지 않는 최고 수분 함량과 곰팡이가 발생하는 최저 수분함량은 Table 3에 나타난 바와 같다. 이 결과에 의하면 호박고지는 수분 함량을 15% 이하, 고구마 줄기는 20% 이하, 토란대는 25% 이하, 도라지는 15% 이하로 유지하면 적어도 3개월 이상은 실온에 저

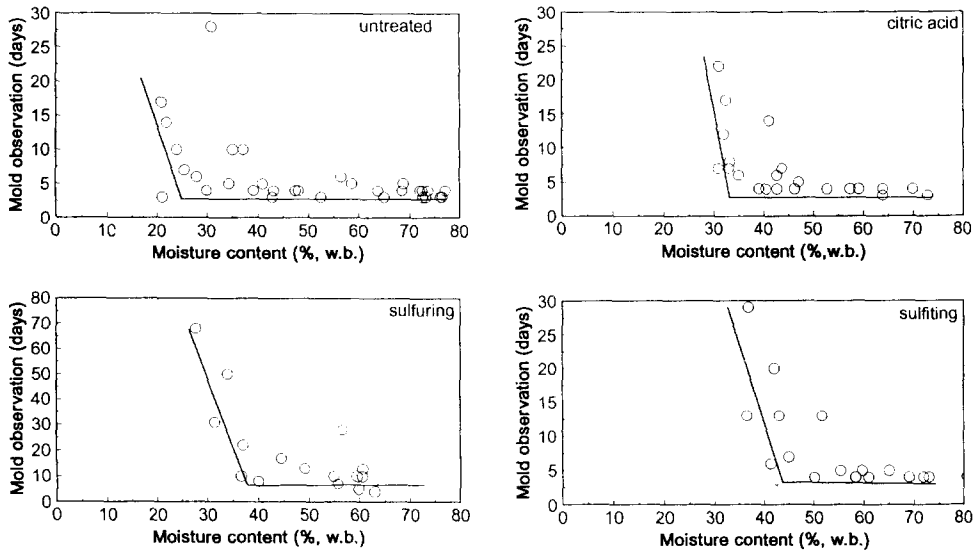


Fig. 1. Effect of pretreatment and moisture content on the mold growth of zucchini slice

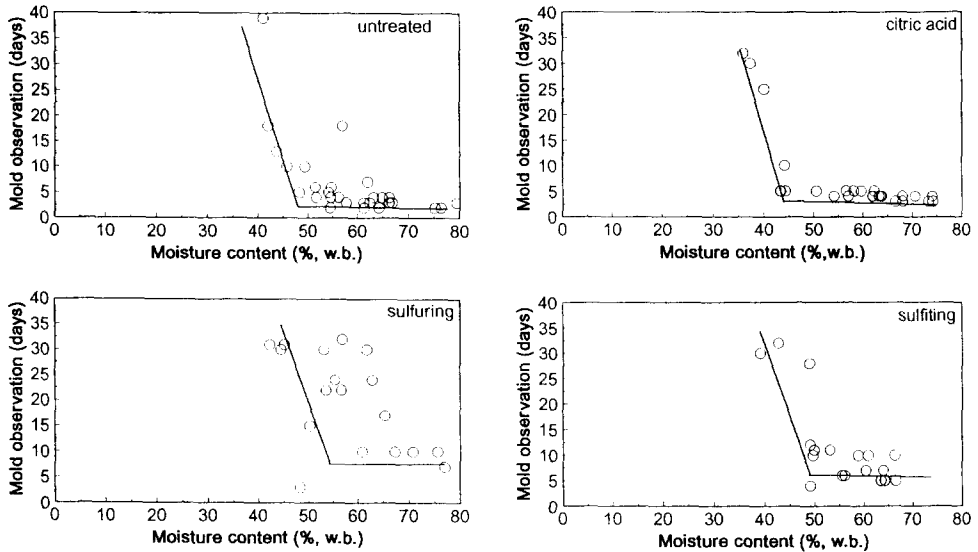


Fig. 2. Effect of pretreatment and moisture content on the mold growth of sweet potato stem

장해도 곰팡이가 번식하지 않음을 알 수 있다.

호박고지의 경우에는 황 훈증을 하거나 아황산염 용액에 침지하여 건조한 채소 시료가 아무런 처리를 하지 않았거나 citric acid에 침지한 후에 건조한 채소 시료보다 곰팡이 번식이 지연되었다. 고구마 줄기와 토란대의 경우에는 황 훈증 처리한 제품이 무처리나 citric acid 침지한 제품에 비하여 곰팡이 발생이 다소 지연되었고 아황산 침지 효과는 현저하지는 않았으나 곰팡이 발생이 약간 저지됨을 알 수 있었다. 도라지의 경우도 황 훈증 처리시 곰팡이의 발생이 저지되었으나 아황산염 용액

침지법은 그 효과가 미미하였다. 곰팡이 번식이 황 훈증한 건조 채소 시료와 아황산염 용액에 침지한 시료 간에 차이를 보이는 것은 시료에 잔류하는 이산화황(SO₂)의 차이에서 온다고 볼 수 있는데, 황 훈증의 경우가 저농도(0.5%)의 아황산염 용액에 처리한 경우보다 열풍 건조한 후에 곰팡이의 번식을 저지하는 효과가 크게 나타났다. 전반적으로 citric acid 용액에 침지한 경우는 다른 경우보다 수분 함량이 낮은 건조 채소에서도 곰팡이가 발생함이 관찰되었는데, 이는 citric acid 용액에 침지하는 방법이 곰팡이의 발생을 억제하는 데에는 아

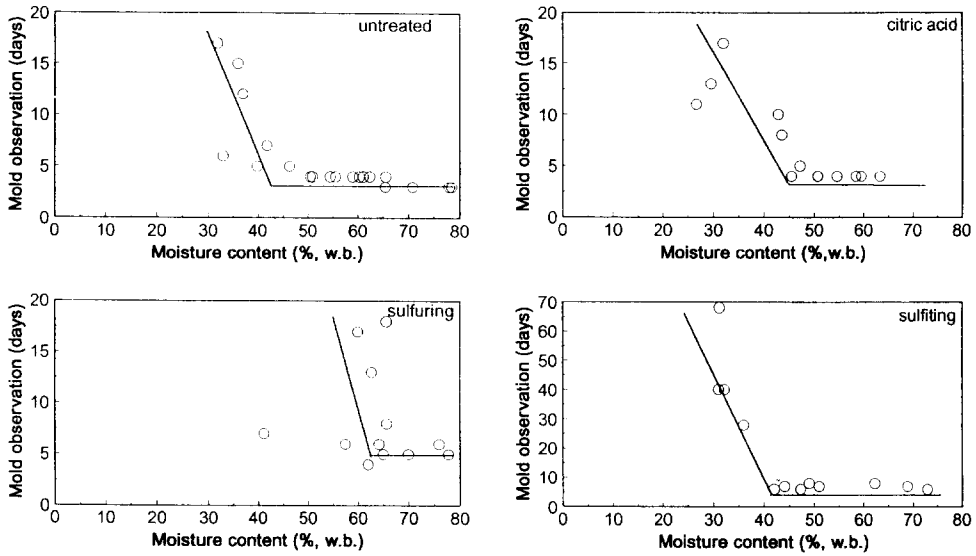


Fig. 3. Effect of pretreatment and moisture content on the mold growth of taro stem

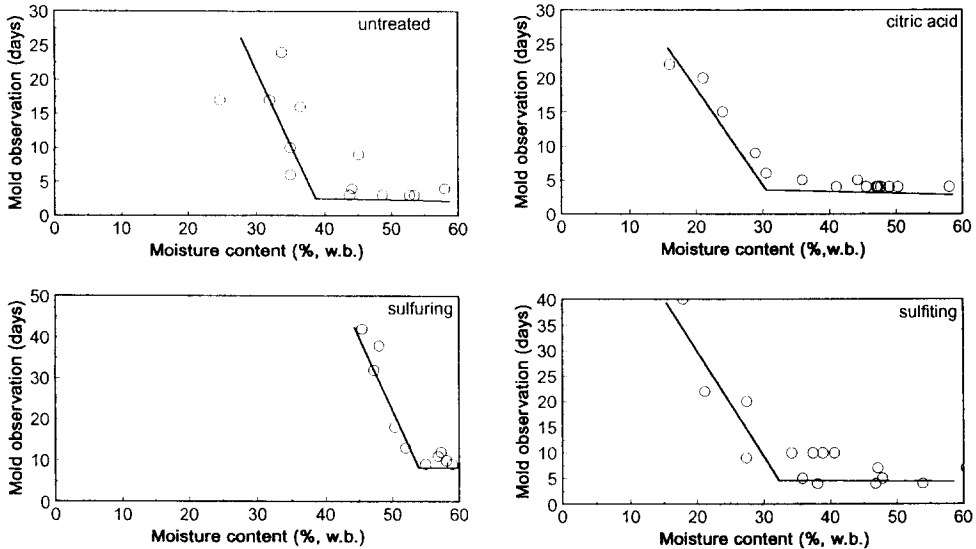


Fig. 4. Effect of pretreatment and moisture content on the mold growth of platycodon

무런 효과가 없음을 알 수 있다. 실제로 채소류를 citric acid에 침지하는 주 목적이 세균의 번식⁽¹⁰⁾과 제품의 건조나 저장중에 발생할 수 있는 갈변의 방지^(1,2)에 있으므로 이에 대한 효과는 별도로 검토해 보아야 할 것이다.

전처리 및 건조방법의 영향

전처리 및 건조 방법이 건조 채소류의 관능적 품질에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 4에 나타낸 바와 같다. 전반적으로 열풍건조한 채소류의 품질이 천일건

조한 제품에 비해 우수한 것으로 나타났으며 전처리 방법에 따른 차이는 제품에 따라 다소 다른 경향을 나타내었다. 우선 호박고지에 대하여 그 품질을 비교해 보면 대체적으로 50°C 에서 열풍 건조한 제품이 천일 건조한 것보다 품질이 우수한 것으로 나타났다. 특히 아무런 처리를 하지 않거나 0.5% 아황산염 용액에 침지한 후 오븐에 건조한 제품의 품질이 가장 좋은 것으로 나타났다. 호박을 천일 건조하였을 때 호박표면의 열록소가 대부분 파괴되어 푸른 색이 퇴색되고 호박의 내부도

Table 3. Limiting moisture content to prevent mold growth

(unit: %)

Vegetables	Untreated	Citric acid	Sulfuring	Sulfiting
Zucchini slice	18.8/21.0(17)	16.8/30.9(7)	25.8/27.8(68)	26.2/36.5(13)
Sweet potato stem	37.8/41.1(68)	20.0/36.0(32)	34.9/42.3(31)	37.6/39.2(30)
Taro stem	25.8/32.9(6)	26.4/26.8(11)	39.1/41.2(7)	25.9/31.0(40)
Platy-codon	22.9/24.7(17)	15.9/16.1(22)	41.8/45.5(42)	17.9/17.9(40)

the highest moisture content at which mold did not appear/the lowest moisture content at which mold appeared (storage days on which mold appeared at the latter moisture content)

Table 4. Sensory evaluation of dried vegetables with different pretreatments and drying methods

		Forced hot air drying				Natural sun drying			
		Untreated	Citric acid	Sulfuring	Sulfiting	Untreated	Citric acid	Sulfuring	Sulfiting
Zucchini Slice	Color	7.5 ^a	6.2 ^b	3.6 ^c	7.3 ^{ab}	4.2	3.9 ^c	1.9 ^d	4.5 ^e
	Appearance	7.2 ^a	5.5 ^b	3.7 ^d	6.8 ^a	4.3 ^{cd}	4.0 ^{cd}	2.2 ^e	5.0 ^{bc}
	Overall acceptability	7.3 ^a	5.6 ^b	3.5 ^{de}	7.0 ^a	4.3 ^{cd}	4.0 ^{cd,e}	2.0 ^f	4.9 ^{bc}
Sweet Potato Stem	Color	5.8 ^{ab}	5.2 ^{bc}	5.0 ^{bc}	6.9 ^a	4.5 ^c	4.6 ^{bc}	4.5 ^c	3.8 ^d
	Appearance	5.7 ^{ab}	5.2 ^b	5.5 ^{ab}	6.4 ^a	4.6 ^{bc}	4.9 ^{bc}	5.4 ^{ab}	3.8 ^c
	Overall acceptability	5.6 ^{ab}	5.1 ^b	5.2 ^b	6.5 ^a	4.6 ^{bc}	4.7 ^{bc}	5.0 ^b	3.7 ^{cd}
Taro Stem	Color	5.7 ^{bc}	6.8 ^a	5.5 ^{bc}	6.5 ^{ab}	4.6 ^{cd}	4.2 ^d	2.8 ^e	3.8 ^{de}
	Appearance	5.7 ^{ab}	6.2 ^a	5.2 ^{abc}	5.9 ^{ab}	4.8 ^{bc,d}	4.1 ^{cd,e}	3.4 ^e	3.9 ^{de}
	Overall acceptability	5.6 ^{ab}	6.5 ^a	5.4 ^{abc}	6.2 ^a	4.9 ^{bc,d}	4.4 ^{cd}	3.2 ^e	4.1 ^{de}
Platy-codon	Color	4.8 ^{bc}	4.9 ^{bc}	6.6 ^a	6.1 ^a	4.5 ^{bc}	4.3 ^{cd}	6.3 ^b	5.6 ^{ab}
	Appearance	4.7 ^{bc}	4.7 ^{bc}	6.6 ^a	6.0 ^a	4.4 ^c	4.1 ^c	5.9 ^b	5.7 ^{ab}
	Overall acceptability	4.8 ^{cd}	4.8 ^{bcd}	6.5 ^a	6.0 ^{ab}	4.4 ^{cd}	4.1 ^d	6.3 ^b	5.5 ^{abc}

31 panelists; 1-9 point hedonic scales; ^a 'same letters in a row denote no significant difference by Tukey's multiple range test at $\alpha=0.05$.

백색으로 탈색되었으며, 황으로 훈증시에는 그 정도가 더욱 심하여 품질이 가장 뒤떨어졌다.

고구마 줄기의 경우도 대체적으로 50°C 에서 열풍 건조한 것이 천일 건조한 것보다 우수했다. 그 중에서도 0.5% 아황산염 용액에 침지하거나 아무런 처리를 하지 않고서 열풍 건조하였을 때 가장 좋은 결과를 얻었다. 반면에 아황산염 용액에 침지한 후에 천일 건조한 제품은 다른 방법으로 처리된 제품에 비해 그 품질이 뒤떨어졌다.

토란대의 경우도 50°C 의 오븐에서 건조한 것이 천일 건조한 것 보다 대체적으로 우수한 제품을 얻을 수 있었다. 그 중에서도 1% citric acid 용액에 침지하거나 0.5% 아황산염 용액에 침지한 후에 열풍 건조하였을 때에 가장 좋은 건조 제품을 얻을 수 있었다. 천일 건조한 토란대는 호박 고지와 마찬가지로 심한 표백 현상을 일으켜 외관상의 품질 저하를 초래했으며, 특히 황으로 훈증 처리한 후에 천일 건조한 토란대는 여러 제품 중에서 가장 낮은 품질을 나타냈다.

도라지의 경우는 염록소를 함유한 제품들과는 다른 양상을 보였다. 황으로 훈증 처리하거나 0.5% 아황산염 용액에 침지한 후에 열풍 또는 천일 건조한 제품들의 품질이 대체적으로 좋은 반면, 1% citric acid 용액에 침지하거나 아무런 처리를 하지 않은 채 천일 건조한 제품의 품질은 낮은 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하면 염록소를 함유한 채소류를 건조할 때, 천일 건조보다는 열풍 건조시킬 때 염록소를 그대로 유지하면서 좋은 품질의 건조 채소를 얻을 수 있었으며 황 훈증 처리를 제외한 전처리 방법 사이에는 현저한 차이는 없었으나 아황산염 용액에 침지한 후 열풍 건조할 경우에 건조 채소의 품질이 대체적으로 좋음을 알 수 있었다. 도라지의 경우는 황 훈증이나 아황산염 침지가 건조 후의 제품의 품질에 다소 좋은 영향을 보였으나 건조방법은 품질에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

이상에서 대체적으로 좋은 결과를 보인 아황산염 처리는 오래 전부터 식품에 응용되어 왔다. 황 훈증이나

Table 5. Sensory evaluation of vegetables dried at different drying temperatures

		50℃	70℃	90℃	105℃
Zucchini slice	Color	7.0 ^a	5.6 ^b	3.1 ^c	1.5 ^d
	Appearance	6.2 ^a	5.7 ^a	3.2 ^b	1.7 ^c
	Overall acceptability	6.5 ^a	5.5 ^b	3.0 ^c	1.5 ^d
Sweet potato stem	Color	6.4 ^a	5.9 ^a	5.3 ^{ab}	3.9 ^b
	Appearance	6.2 ^a	6.0 ^a	5.1 ^a	3.7 ^b
	Overall acceptability	6.3 ^a	6.0 ^a	5.0 ^{ab}	3.8 ^b
Taro Stem	Color	6.4 ^a	6.0 ^{ab}	4.8 ^b	2.7 ^c
	Appearance	5.7 ^a	5.8 ^a	4.6 ^{ab}	3.7 ^b
	Overall acceptability	6.1 ^a	5.9 ^{ab}	4.7 ^b	3.0 ^c
Platy-codon	Color	5.9 ^b	6.1 ^b	7.4 ^a	3.3 ^c
	Appearance	5.7 ^b	6.1 ^b	7.3 ^a	3.3 ^c
	Overall acceptability	5.5 ^b	6.0 ^b	7.3 ^a	3.4 ^c

23 panelists; 1-9 point hedonic scales; ^{a-d}same letters in a row denote no significant difference by Tukey's multiple range test at $\alpha=0.05$

메타중아황산나트륨(또는 칼륨) 처리 등을 통하여 아황산염의 효과를 얻어왔다. 아황산염은 식품성분의 항산화제로서 식품의 관능적 품질을 유지할 뿐만 아니라 채소의 색소 성분을 유지하고 영양분의 파괴를 막는 역할을 하며, 효소의 활성을 저해하여 식품의 효소적 갈변을 방지하고 비효소적 갈변 반응도 저해하며, 또한 여러가지 기작을 통하여 미생물의 생육을 저해하는 효과가 있음이 알려져 있다⁽¹¹⁾. 아황산염은 허용 기준치 이내에서 사용할 경우 아무런 해가 없는 것으로 알려져 왔다⁽¹²⁾. 건채류의 경우에 SO₂ 기준으로 250~2500 mg/kg(ppm)으로 써⁽¹¹⁾ 다른 식품의 경우에 비해 더 많은 양을 사용하고 있는데, 이는 건조 과정 중에 대부분 제거되므로 염려할 필요는 없을 것으로 생각된다. 특히 열풍 건조를 하게 되면 그 잔류량은 매우 미미하여 아무런 해가 없다고 볼 수 있다. 그리고 포유 동물은 간에 존재하는 sulphite oxidase에 의해 아황산염을 해독하는 기능을 갖고 있어서 인간의 경우에 하루에 그램 단위의 아황산염을 해독할 수 있어, 현재 채종 kg당 0.7mg을 하루의 안전한 섭취량으로 보고 있다⁽¹³⁾. 국내에서 채소류 및 그 단순가공품에 대하여는 아황산염의 사용을 금지하고 있는데⁽¹⁴⁾, 이와 같이 사용 여부를 규제하기 보다는 이들 제품에 대해서도 사용 후 잔존량에 의한 규제를 하는 것이 타당할 것으로 생각된다.

건조온도 영향

건조온도가 건조 채소류의 관능적 품질에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 5에 나타낸 바와 같다. 호박

Table 6. Moisture contents and rehydration rates of vegetables dried at different temperatures

Vegetables	Drying temperature	Moisture contents of dried products (% w.b.)	Moisture Rehydration rates (%)
Zucchini slice	50C	14.20	361
	70C	10.12	311
	90C	12.05	245
	105C	6.78	162
Sweet potato stem	50C	9.10	339
	70C	9.71	311
	90C	7.25	308
	105C	6.27	222
Taro stem	50C	7.39	565
	70C	6.71	447
	90C	6.62	416
	105C	4.03	353
Platycodon	50C	7.30	241
	70C	6.78	253
	90C	12.39	218
	105C	5.87	242

Table 7. Moisture content and rehydration rate of natural sun dried vegetables

Vegetable	Moisture content(% w.b.)	Rehydration rate(%)
Zucchini slice	14.65	415
Sweet potato stem	13.14	310
Taro stem	10.62	530
Platycodon	9.39	268

고지는 건조 온도가 낮을수록 품질이 좋았으며 건조 온도가 다른 제품 간에 현저한 품질 차이를 보였다. 고구마 줄기는 온도가 낮을수록 다소 품질이 좋았으나, 50, 70, 90℃에서 건조 처리한 제품들 간에 현저한 품질 차이는 보이지 않았다. 토란대의 경우도 건조 온도가 낮을수록 그 품질이 다소 좋았으나, 105℃에서 건조한 제품을 제외하고는 각 제품 간에 현저한 품질 차이가 없었다. 도라지의 경우는 90℃에서 건조한 도라지가 다른 건조 온도에서 건조한 것에 비해 품질이 현저하게 우수한 결과를 보여 다른 염록소를 함유한 채소류와는 다른 양상을 보였다. 그러나 다른 채소에서와 마찬가지로 105℃에서 건조한 도라지도 다른 건조 온도에서 처리한 도라지 제품에 비해 품질이 현저히 떨어졌다.

건조 실험에 사용된 온도범위(50, 70, 90 및 105℃) 내에서는 전반적으로 건조 온도가 낮을수록 좋은 품질의 건조채소를 얻을 수 있었는데 이는 건조온도에 따라 채소의 조직 변화나 갈변 정도 등이 다르기 때문이다. 건조 온도가 너무 높으면 비효소적 갈변 반응에 의하여

건조 채소의 품질이 저하되었다. 건조 온도가 낮을수록 건조채소 제품의 수분함량이 높고 관능 평점을 높게 받은 것으로 보아 적당한 수분함량을 갖도록 건조하는 것이 소비자들의 기호에 좋은 영향을 줄 것으로 기대된다. 그러나 미생물은 수분함량과 절대적인 관계가 있고 이 또한 건조 제품의 품질에 막대한 영향을 미치므로 앞에서 서술한 바 있는 한계 수분 함량 이하로 수분을 유지하는 것이 장기 저장을 위해 필수적이라 하겠다.

건조채소의 수화복원율

건조 채소의 복원성은 건조 채소의 중요한 품질 특성 중의 하나이다. 건조식품의 재수화에 의한 복원은 단순히 건조의 역반응은 아니다. 그 이유는 건조에 의해서 어떤 변화는 비가역적으로 일어날 수 있으며, 특히 손상된 조직들은 원상태로 복구될 수 없으며 조직 내의 용질들이 용출되어 나가기 때문이다. 따라서 건조 채소의 수화복원율은 건조 방법이나 건조 온도에 영향을 받게 된다.

건조방법과 건조온도에 따른 건조채소의 수화복원율을 측정한 결과는 Table 6, 7에 나타낸 바와 같다. 대체적으로 열풍건조한 채소가 천일 건조한 채소에 비해 수분 함량이 낮았으며, 열풍건조한 채소들 간에는 대체적으로 건조 온도가 높을수록 수분 함량이 낮았다. 물에 건조 채소를 침지하여 복원시켰을 때 천일 건조한 제품의 복원율이 열풍 건조한 것보다 높았으며, 열풍 건조한 시료들 중에서는 낮은 온도에서 건조한 채소의 복원율이 높았다. 따라서 채소를 건조할 때 열에 의한 손상을 덜 받는 방법을 적용하는 것이 높은 수화복원율을 나타낼 수 있다.

수화복원시킨 채소의 관능적 품질

건조채소는 일반적으로 사용하기 전에 일정시간 동안 물에 침지하여 수화복원시킨 후에 조리를 하므로 수화복원된 채소의 관능적 품질을 조사하였으며, 그 결과는 Table 8과 같다. 호박 고지의 복원 실험 결과 낮은 온도에서 건조한 채소 제품일수록 복원 후에 좋은 품질을 유지하였으며, 건조 처리한 온도가 각기 다른 제품 간에 유의차가 있었다. 고구마 줄기의 경우에 50, 70, 90°C에서 건조한 제품은 복원시켰을 때 낮은 온도에서 건조한 것일수록 다소 높은 품질 평가를 받았으나 이들의 품질 간에는 유의적 차이는 보이지 않았으며, 105°C에서 건조한 고구마 줄기는 복원시켰을 때 다른 온도에서 건조한 제품에 비해 그 품질이 현저히 떨어졌다. 토란대의 복원율도 호박 고지와 마찬가지로 낮은 온도에서 건조한 제품일수록 복원 후에 좋은 품질 평가를 받았으며, 건조 처리한 온도가 다른 제품 간에 유의차가 있었다. 건조 온도를 달리 하여 건조한 도라지를 복원시켰을 때 낮은 온도에서 처리한 것일수록 품질이 좋았으나, 50, 70, 90°C에서 처리한 제품을 복원한 것들 사이에는 유의차를 보이지 않았고 105°C에서 건조한 도라지를 복원시킨 것만 다른 온도에서 건조하여 복원시킨 것들에 비해

Table 8. Sensory evaluation of rehydrated vegetables previously dried at different drying temperatures

		50°C	70°C	90°C	105°C
Zucchini slice	Color	7.7 ^a	5.0 ^b	3.9 ^c	1.7 ^d
	Appearance	7.2 ^a	5.6 ^b	3.8 ^c	1.9 ^d
	Overall acceptability	7.3 ^a	5.3 ^b	4.0 ^c	1.7 ^d
Sweet potato stem	Color	6.8 ^a	5.8 ^{ab}	5.3 ^b	3.6 ^c
	Appearance	5.9 ^a	5.8 ^a	5.6 ^a	3.5 ^b
	Overall acceptability	6.3 ^a	5.6 ^a	5.3 ^a	3.5 ^b
Taro stem	Color	7.1 ^a	5.3 ^b	4.3 ^c	2.4 ^d
	Appearance	6.3 ^a	5.1 ^b	4.5 ^b	2.5 ^c
	Overall acceptability	6.5 ^a	5.2 ^b	4.1 ^c	2.3 ^d
Platy-codon	Color	7.5 ^a	7.2 ^a	6.9 ^a	3.8 ^b
	Appearance	7.5 ^a	7.1 ^a	6.8 ^a	3.7 ^b
	Overall acceptability	7.4 ^a	7.0 ^a	6.6 ^a	3.4 ^b

24 panelists; 1-9 point hedonic scales; ^{a-d} same letters in a row denote no significant difference by Tukey's multiple range test at $\alpha=0.05$

현저한 차이로 품질이 낮은 것으로 나타났다. 복원 도라지에 대한 이러한 관능 검사 결과는 건조 상태의 도라지를 대상으로 조사했을 때 90°C에서 건조한 제품이 가장 좋은 품질을 갖고 있다는 결과(Table 5)와는 다르게 나타났다.

건조 채소의 수화 복원율은 낮은 온도에서 건조하여 수분 함량이 높은 건조 채소가 복원율이 높고 건조 상태 및 복원 상태의 관능적 품질에서도 높은 평점을 나타낸 것으로 보아 건조 채소의 수분 함량이 소비자들의 기호에 영향을 미침을 알 수 있다.

요 약

호박 고지, 고구마 줄기, 토란대, 및 도라지를 citric acid 용액 침지, 아황산염 용액 침지, 또는 황 훈증 등의 전처리를 하여 천일 건조하거나 서로 다른 온도(50, 70, 90, 105°C)에서 열풍 건조한 후에, 실온 저장 중에 곰팡이 발생, 건조 상태 및 수화 복원 상태에서의 관능적 품질을 조사하였다. 호박 고지는 수분 함량이 15% 이하, 고구마 줄기는 20% 이하, 토란대는 25% 이하, 도라지는 15% 이하로 건조하여 PE film에 포장하여 실온에 저장했을 때 3 개월여 동안 곰팡이가 발생하지 않았다. 전처리 방법으로는 채소를 건조 전에 아황산염에 침지하거나 황 훈증 처리했을 때 곰팡이 발생이 저지되었다. 염록소를 함유한 채소는 전반적으로 열풍 건조한 경우가 천일 건조한 경우에 비하여 현저히 관능적 품질이 우수했으며, 아황산염 용액에 침지하여 oven에 건조할 경우에 다른

처리 제품보다 관능적 품질이 대체적으로 좋았다. 도라지의 경우는 황 훈증이나 아황산 용액 침지가 건조 후의 제품의 품질에 다소 좋은 영향을 보였으나 건조방법은 관능적 품질에 큰 영향을 미치지 않았다. 건조온도는 도라지를 제외하고는 대체적으로 건조 실험에 사용한 온도 중에서 가장 낮은 50℃에서 가장 좋은 품질의 건조 채소 제품을 얻을 수 있었으며, 모든 품목에 대하여 105℃에서 건조한 제품은 관능적 품질이 매우 떨어졌다. 채소를 낮은 온도에서 건조할 때 채소의 복원율이 높았으며 복원 후의 관능적 품질도 채소의 건조 온도가 낮을수록 좋았다.

감사의 말씀

본 연구는 1993년도 전라남도청의 농어업 기술개발 연구사업비에 의하여 수행된 연구 결과의 일부이며, 연구비를 지원하여 준 전라남도청에 깊은 감사를 드립니다.

문헌

- Somogyi, L.P. and Luh, B.S.: 1986. Vegetable dehydration. In *Commercial Vegetable Processing*, 2nd ed. Luh, B.S. and Woodroof, J.G.(ed.). AVI Publishing Co., Westport, CT (1988)
- Nolan, A.L.: The sulfite controversy. *Food Eng.* 55 (10), 84-90(1983)
- Salunkhe, D.K., Do., J.Y. and Bolin, H.R.: Developments in technology and nutritive value of dehydrated fruits, vegetables, and their products. In *Storage, Processing and Nutritional Quality of Fruits and Vegetables*. Salunkhe, D.K. (ed.). CRC Press, Cleveland, OH (1974)
- Dahlenberg, A.P.: Sulfuring of tree fruits for drying. *Food Technol. (Australia)*, 27(5), 168(1976)
- AOAC: *Official Method of Analysis*. 13th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. (1980)
- Poulsen, P.K.: Optimization of vegetable blanching. *Food Technol.* 40(6), 122-129(1986)
- 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(6), 130-140(1986)
- Woodroof, J.G.: Preparing vegetables for processing. In *Commercial Vegetable Processing*. 2nd ed. Luh, B.S. and Woodroof, J.G. (ed.). Van Nostrand Reinhold, New York (1988)
- Gross, J.: *Pigments in Vegetables*. AVI, New York (1991)
- Beelman, R.B., Witowski, M.E., Doores, S., Kilara, A. and Kuhn, G.D.: *J. Food Prot.* 52, 178(1989)
- Gould, G.W. and Russell, N.J.: Sulphite. In *Food Preservatives*. Russell, N.J. and Gould, G.W.(ed). Blackie and Son Ltd. London, UK (1991)
- Pintauro, S.J., Talor, S.L. and Chichester, C.O.: A review of the safety of sulfites as food additives. In *Nutrition Foundation Status Rep.* The Nutrition Foundation Inc., Washington, D.C. (1983)
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA): Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants, pp.173-219. WHO Food Additives Series: 21. Cambridge University Press, Cambridge, UK (1987)
- 한국식품공업협회: 아황산나트륨. 식품첨가물공전 pp. 357-356.(1994)

(1994년 11월 1일 접수)