

전처리가 동결건조묵의 재수화 특성에 미치는 영향

윤광섭 · 황정섭

대구가톨릭대학교 식품공학과

Effects of Sucrose Immersion on the Rehydration Characteristics of Freeze Dried Mooks

Kwang-Sup Youn and Jung-Shub Hwang

Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu

The objectives of this study are to establish efficient pretreatment concentration and rehydration process for the production of the high quality of freeze-dried Mook, a traditional gel food in Korea, as an instant food. Effect of immersion in sucrose solution as pretreatment before freeze-drying on the rehydration efficiency and quality characteristics was studied. The rehydration efficiency of non-treated Mook was the highest. The rehydration efficiency increased as the concentration of sucrose increased. The texture of rehydrated Mook treated in sucrose solution was decreased with increase in rehydration temperature. The Mook treated at 60% sucrose solution was somewhat similar to the market selling Mook in the quality and the treatment prevented color and texture degradation.

Key words : pretreatment, freeze-dried Mook, rehydration

서 론

경제성장과 더불어 소비자의 소득이 증가하고 생활수준이 향상됨에 따라 식생활패턴이 점차 서구화, 다양화되고 있어 간단한 조리만으로 섭취가능한 식품 즉, 인스턴트 식품의 수요가 날로 증가하고 있다. 최근 목제품은 상업적으로 대량 생산, 대량 공급됨에 따라 소비자층이 계속 증가하고 있지만, 동결건조를 통한 인스턴트 식품으로의 개발이나 이에 대한 전반적이고 기초적인 연구가 부족한 실정이다. 건조식품의 품질은 조직감(texture), 풍미(flavor), 색택(color)뿐 아니라 원래상태에 근접할 수 있는 재수화능력과도 밀접한 관계가 있으며 이러한 재수화효율(rehydration efficiency)은 건조방법에 의해서 결정되는데 재수화 공정이 단순한 건조의 역반응이 아니므로 다성분계인 식품에 있어서 재수화 후의 식품의 상태는 원형질 단백질의 응축, 수분결합능의 감소, 셀룰로오스(cellulose)나 전분(starch)의 결정화 등 형태 및 조직변화에 따라 큰 차이를 나타내게 된다⁽¹⁾. 동결건조(freeze-drying)는 식품, 의약 그리고 제약 등의 원료를 동결된 상태에서 승화

와 탈수에 의해 물이나 용매류가 증기로 바뀌게 하는 건조 기법으로, 저온과 진공이 사용되고 있다. 동결상태에서 건조가 이루어지므로 건조 후에도 품질의 열화(熱火)현상이 적고, 향기성분의 손실이 적으며, 다공성 구조로 남기 때문에 복원성도 우수하다⁽²⁾. 동결건조 시스템의 도입으로 일부 생산체제가 이루어지고 있지만 동결건조공정이나 동결건조제품의 재수화에 관한 연구는 미비한 실정이다. 다만 일부 곡류의 조리(cooking)시 전처리 공정으로서의 수화공정에 대해 수화속도, 확산도, 무게와 부피의 증가에 관한 논문^(3,4)과 instant rice의 제조방법에 따른 품질변화에 대한 연구^(5,6) 등이 있지만 인스턴트 식품 제조공정의 기본이 되는 연구가 국내에는 거의 없는 실정이다. 국외적으로는 전처리 및 건조방법이 재수화효율에 미치는 영향에 관한 연구로 McIlrath 등⁽⁷⁾이 수확시기를 달리한 근대(chard)잎의 건조정도에 따른 재수화 효율을 rehydration ratio와 rehydration coefficient로 나타내었고 Neumann⁽⁸⁾과 Horn 등⁽⁹⁾은 여러 가지 염 및 가식성 polyhydroxy 화합물의 첨가가 celery와 당근의 재수화에 미치는 영향을 부피변화로 관찰하였다. Shimazu 등⁽¹⁰⁾은 양파의 건조에 따른 재수화정도를 관찰한 결과 건조온도는 영향을 미치지 않고 동결건조가 부피비에 있어 재수화효율이 우수하다고 보고하였다.

묵은 전분의 gel형성 특성을 이용한 우리나라 전통식품으로서 대부분의 연구가 전분의 종류나 구조에 따른 특성을 조사한 보고⁽¹¹⁻¹⁴⁾로 건조나 재수화는 물론 저장성에 관한 보고

Corresponding author : Kwang-Sup Youn, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu, 330 Kumrak 1-ri, Hayang-up, Kyongsan-shi, Kyongbuk 712-702, Korea
Tel: 82-53-850-3209
Fax: 82-53-850-3209
E-mail: ksyoun@cuth.cataegu.ac.kr

는 거의 없다. 따라서 본 연구에서는 동결건조 목의 재수화 특성에 대한 전반적인 연구를 통하여 값싸고 품질이 우수한 건조목을 생산할 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용한 도토리묵은 지역 수피에서 구입한 것으로 2×2×1 cm 크기로 동일하게 절단하여 동결건조한 후 시료로 사용하였다.

전처리

건조목의 전처리는 동일한 크기로 절단한 목을 무처리, 20%, 40% 및 60% sucrose 용액에 10분간 침지하여 전처리한 후 동결건조하였다.

동결건조

동결건조는 동일한 크기로 절단한 목을 deep freezer를 이용하여 -50°C에서 24시간 동안 예비동결시킨 후 동결건조기 (T.D 5070 RR, Ilshin Lab Co., Korea)를 사용하여 10 micronHg에서 48시간동안 건조하였다.

재수화

재수화는 1 L의 비이커를 사용하여 금속망으로 된 용기에 2×2×1 cm 크기의 건조시료를 넣고, 20°C, 70°C, 80°C 및 90°C의 온도에서 15분간 연속적으로 재수화 시킨 후 다시 3분간 상온의 증류수에 재수화하면서 무게를 측정하여 재수화 특성을 조사하였다.

Moisture gain

재수화성 특성은 moisture gain으로 나타내었다. 즉, 일정 시간 재수화 후의 시료 무게에서 건조 후 무게를 뺀 값을 g 당 흡수량으로 환산하여 나타내었다.

수분흡수속도

재수화시 수분흡수속도는 Becker 방정식¹⁵⁾을 이용하여 계산하였다.

$$m - m_0 = k \cdot \sqrt{t}$$

여기서,

m : Moisture gain (g water/g solid)

m_0 : Initial moisture gain (g water/g solid)

k : Moisture gain rate (g water/min^{1/2}).

수분흡수속도와 온도와의 관계

건조목의 수분흡수속도와 확산계수에 미치는 온도의 영향을 알아보기 위하여 Arrhenius 방정식에 적용하였다.

$$k = k_0 \exp\left(\frac{-Ea}{RT}\right)$$

k : Moisture gain rate (g water/min^{1/2})

Ea : Activation energy (cal/mole)

R : Gas constant (1.987 cal/mole °K)

T : Rehydration temperature (°K)

k_0 : Constant

수분함량측정

목의 수분함량은 적외선 수분측정기(HG53, Mettler Toledo, USA)를 이용하여 수분함량을 측정하였다.

색도측정

재수화한 목의 표면색도는 색차계(Chromameter, CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 L(whiteness), a(redness), b(yellowness)값으로 나타내었다.

Texture 측정

재수화한 목의 조직특성은 건조목을 재수화 시킨 후, 2×1×1(cm)의 크기로 절단하여 Sun Rheometer(COMPAC-100, Sun Scientific Co., Japan)을 이용하여 cutting test를 실시한 후 strength, hardness를 측정하였다.

관능검사

재수화한 목의 관능검사는 대구가톨릭대학교 식품공학과 대학원생 5명을 관능요원으로 하여 경도와 탄력성, 색도, 외관 및 기호도에 대하여 5점 채점법으로 평가한 후 유의성 검정은 SPSS 통계 package를 이용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

침지 당농도에 따른 재수화 특성

건조전처리로서 당용액의 침지는 건조시 발생하는 품질변화를 억제하고 재수화시 재수화효율을 증대한다고 알려져 있다¹⁶⁾. 건조전처리방법으로 채택한 당용액 침지가 건조목의 재수화 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 무처리, 20%, 40% 및 60%의 당용액에 10분간 침지한 후, 48시간동안 동결건조하여 20°C, 70°C, 80°C 및 90°C의 온도에서 재수화하면서 수분흡수량의 변화를 알아본 결과를 Table 1에 나타내었다. 재수화시간이 경과됨에 따라 재수화효율은 증가하는 경향을 나타내었으며 20°C의 온도에서는 비교적 빠른 시간에 평형에 도달하였으나 재수화 온도가 증가함에 따라 평형에 도달하는 시간이 길어져 시간의 경과에 따라 지속적인 증가가 이루어졌다. 재수화온도에 의한 영향은 전처리에 관계없이 재수화온도가 높아짐에 따라 재수화율이 증대되는 경향을 보였다. 전처리 당용액의 당농도에 따른 영향을 살펴보면 전반적으로 무처리한 재수화목의 재수화율이 가장 우수하였고 그 다음이 60%, 40%, 20% 순으로 침지 당농도가 낮아질수록 재수화 효율은 낮아지는 것으로 나타났으며 낮은 온도보다는 높은 재수화온도에서 그 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 일반적으로 건조전처리로서 당용액에 침지할 경우 건조효율은 감소하지만 재수화 효율을 증대시킨다는 Neumann 등¹⁸⁾의 보고와는 다른 경향으로 나타났지만 당농도가 증가함에 따라 재수화율이 증가한다는 결과와는 일치하는 경향을 보였다.

Table 1. Changes of moisture gain(g water/g solid) in freeze-dried mooks pretreated by sucrose solution immersion at various rehydration temperature

Sucrose Concentration (%)	Rehydration Time (min)	Rehydration Temperature (°C)			
		20	70	80	90
0	0	-	-	-	-
	2	3.958	2.684	2.370	2.851
	4	4.837	3.966	4.415	4.915
	6	4.980	5.380	5.607	5.790
	8	5.041	5.955	6.886	6.812
	10	5.109	6.462	7.310	7.264
	12	5.118	6.791	7.594	7.688
	15	5.132	7.055	7.859	8.007
	18*	5.167	7.760	8.463	8.773
20	0	-	-	-	-
	2	3.333	2.683	2.161	2.223
	4	3.721	3.296	2.939	3.322
	6	3.812	3.707	3.657	4.195
	8	3.854	3.961	4.221	4.807
	10	3.887	4.274	4.645	5.375
	12	3.897	4.482	5.044	5.745
	15	3.901	4.959	5.486	5.978
	18*	3.928	5.101	5.896	6.185
40	0	-	-	-	-
	2	2.631	3.080	2.437	3.274
	4	3.084	3.892	3.360	3.990
	6	3.423	4.411	4.127	4.592
	8	3.614	4.764	4.654	5.146
	10	3.677	5.063	5.109	5.546
	12	3.706	5.291	5.528	5.869
	15	3.751	5.552	5.934	6.171
	18*	3.843	5.821	6.429	6.769
60	0	-	-	-	-
	2	3.462	2.731	2.908	2.726
	4	3.970	4.309	4.250	4.294
	6	4.112	5.147	5.038	5.418
	8	4.160	5.728	5.564	6.227
	10	4.226	6.169	5.938	6.567
	12	4.239	6.399	6.296	6.860
	15	4.249	6.641	6.644	7.059
	18*	4.317	7.060	7.211	7.545

*Each value is the mean for three replicates

*Cooling in 20°C water for 3 min after rehydration for 15 min at various temperature

침지 당농도에 따른 수분흡수속도

도토리목을 동결건조하기전 당용액에 10분간 침지하여 전처리한 후 재수화할 때 수분흡수속도상수를 Becker 방정식으로부터 계산하여 Table 2에 나타내었다. 재수화 온도가 증가할수록 높은 속도상수값을 보여 높은 온도에서 수분흡수속도가 증가함을 알 수 있었다. 전처리 당농도에 따른 영향을 살펴보면 무처리가 가장 높은 속도상수값을 보였고 그 다음으로 60% 당농도로 전처리한 건조목이었다. 당농도에 따른 영향은 무처리가 당용액에 침지처리한 건조목보다 높은 속도상수값을 보여 재수화효율은 무처리가 우수한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 당으로 건조전처리를 할 경우 재

수화 효율이 감소한다는 Lenart 등¹⁷⁾의 보고와 일치하였으며 여기서 당용액의 침지가 전분수용액 침지보다 재수화성이 우수하다고 보고하였다. Fig. 1은 수분흡수량이 재수화시간의 제곱근에 비례한다는 Becker 식에 적합시켜 본 결과로서 대체적으로 재수화 온도에 상관없이 수분흡수량은 시간의 제곱근에 비례하는 것으로 나타났다. 수분흡수속도상수에 미치는 온도의 영향을 알아보기 위하여 일반적으로 적용되는 Arrhenius 방정식에 적합시켜 본 결과를 Table 3에 나타내었다. 당용액에 침지하지 않은 무처리의 경우 높은 적합도를 보여 온도에 따른 영향을 Arrhenius 식으로 확인할 수 있었으나 그의 당용액으로 전처리한 경우 온도의 영향을 Arrhenius

Table 2. The moisture gain rate calculated by Becker's equation* in freeze-dried mook immersed at various sucrose concentration

Rehydration Temperature (°C)	Moisture gain rate (k)			
	0%	20%	40%	60%
20	1.1462	1.1490	0.7757	1.0036
70	1.3480	1.1451	1.2600	1.5540
80	1.4903	1.2694	1.0901	1.3937
90	1.5864	1.3777	1.2977	1.3875

* $m - m_0 = k\sqrt{t}$

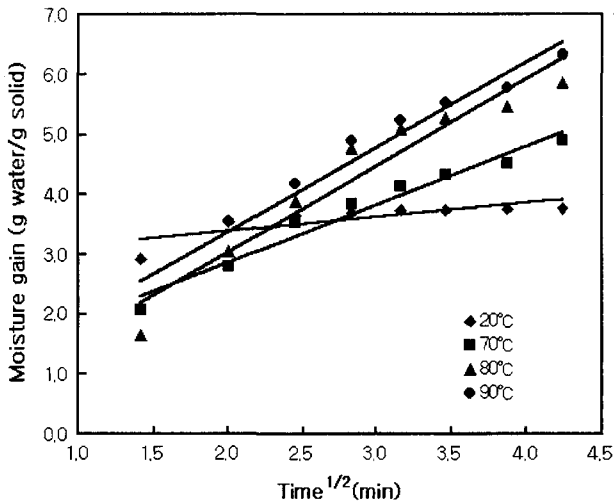


Fig. 1. Comparison between experimental and predicted values of moisture gain by Becker's equation in freeze dried mooks depending on rehydration time at 60% sucrose solution

식에 적합하기에는 다소 무리가 있을 것으로 생각되며 다른 회귀모델식의 개발이 요구된다. Fig. 2는 Arrhenius 식에 적합시켜 본 그림으로서 적합도가 다소 떨어짐을 확인할 수 있다.

재수화목의 품질특성

건조전처리로서 당용액을 달리하여 침지처리한 후 재수화한 동결건조 목의 수분함량을 Table 4에 나타내었다. 재수화 온도가 높아질수록 목의 수분함량은 증가하는 경향이였으며 전처리 농도에 따라서는 전처리를 하지 않은 건조목이 가장 높은 수분함량을 보였고, 그 다음으로 60%, 40%, 20%순의 당농도로 나타나 높은 당농도에 침지한 건조목의 경우 수분 흡수량의 증가에 따라 수분함량도 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 당용액 침지시 사용된 당이 건조목의 표면에 침착됨으로서 재수화를 방해한 것으로 무처리를 제외하고 침지 당농도가 증가할수록 재수화성이 증가한다는 Neumann⁽⁸⁾ 등의 보고와 일치하였다.

당용액으로 전처리하여 재수화시킨 동결건조목의 표면색도를 측정한 결과를 Table 4에 나타내었다. 본 실험에서 동결 건조 후 재수화한 목의 색도는 시판목보다 L값이 높아 동결 건조로 인한 백색도의 증가가 재수화후에도 지속됨을 알 수 있으며 a, b값 또한 모두 높게 나타나 선명한 색상을 유지하였다. 재수화 온도가 높아질수록 L값이 감소하고 a값과 b값

Table 3. The calculated values a1, a2 and R-squares in prediction model of the moisture gain rate at various sucrose concentration using Arrhenius equation*

	Sucrose Concentration(%)			
	0	20	40	60
a1	-0.4605	-0.2085	-0.7423	-0.5622
a2	1.6956	0.8296	2.2922	1.9508
R ²	0.9276	0.4863	0.8708	0.7787

* $k = k_0 \exp(-Ea/RT)$

*Each value is the mean for three replicates.

*Cooling in 20°C water for 3 min after rehydration for 15 min at various temperature

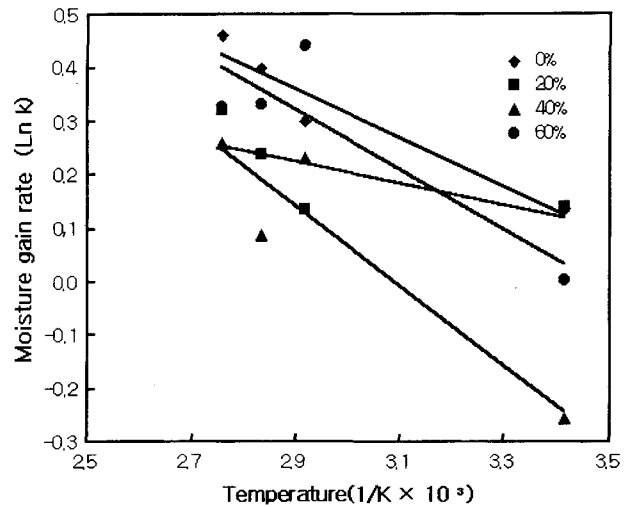


Fig. 2. Effects of temperature on moisture gain rate using Arrhenius equation freeze dried mook immersed in sucrose solution as pretreatment

이 모두 낮아져 높은 온도에서의 재수화로 인하여 동결건조의 특성인 백색도 증가가 다소 약해지는 것으로 나타나 이는 Kim 등⁽¹⁸⁾의 결과와 유사하였다. 침지 당용액의 농도에 따라서는 큰 차이를 보이지 않았으나 전반적으로 당용액에 침지한 건조목의 색상이 무처리한 목보다 낮게 나타났으며 40% 당농도에서의 처리가 무처리와 유사한 색상을 보이는 것으로 나타났다. 그러나 60% 처리구가 시판목과 유사한 색상을 갖는 것으로 나타나 고농도에서의 당침지가 색상의 보화에 효과적임을 알 수 있었다.

당용액에서의 침지처리가 재수화한 목의 조직감에 미치는 영향을 알아보기 위하여 cutting test를 실시하여 얻은 결과를 Table 5에 나타내었다. 재수화 온도가 높아질수록 낮은 경도를 나타내어 고온에서 재수화로 인하여 조직이 붕괴됨을 나타낸다고 할 수 있다. 당농도에 따른 영향을 살펴보면 무처리한 목의 경도가 높은 것으로 나타났으며 이는 celery의 재수화에 있어 60% 당용액의 침지시 조직을 연화한다는 보고⁽⁹⁾와 같은 결과를 보였다. 60% 당용액에서 전처리한 경우 조직이 가장 약한 것으로 나타났는데 이는 시판목과 가장 유사하여 표면색도에서도 같이 목의 품질을 유지하는데 있어 가장 효과적인 것으로 나타났다. 그외 당용액에서의 침지는 큰차이가 없었으나 40% 당농도에서의 처리는 온도의 영향

Table 4. Changes of moisture content and color properties of rehydrated mooks at various sucrose concentration of immersion solution as pretreatment

Sucrose Concentration (%)	Rehydration Temperature (°C)	Moisture Content (%)	Color Properties		
			L	a	b
0	20	81.10	45.51	5.24	18.31
	70	87.99	46.08	4.40	17.30
	80	88.31	46.76	4.00	16.85
	90	88.70	44.56	3.06	15.32
20	20	76.75	46.95	4.65	18.51
	70	87.12	46.74	3.28	15.86
	80	87.43	42.57	3.28	14.35
	90	87.50	43.10	2.95	14.41
40	20	76.86	46.43	5.14	19.59
	70	87.46	46.72	4.10	16.74
	80	87.77	44.06	3.06	14.71
	90	87.52	42.50	3.15	14.38
60	20	80.91	45.85	4.69	17.37
	70	87.69	45.30	3.81	15.39
	80	87.98	44.65	3.00	13.55
	90	88.39	41.54	2.99	13.73
Market-selling		79.82	37.43	3.98	12.61

*Each value is the mean for three replicates

*Cooling in 20°C water for 3 min after rehydration for 15 min at various temperature

이 크게 작용하는 것으로 나타났다.

당용액으로 침지하여 전처리한 후 동결건조하여 재수화한 목의 견고성과 탄력성, 색도, 외관 그리고 종합적인 기호도

Table 5. Textural properties of rehydrated mooks at various sucrose concentration of immersion solution as pretreatment

Sucrose concentration (%)	Temp. (°C)	Strength (Dyne/cm ²)	Hardness (Dyne/cm ²)
0	20	41188	35113
	70	35304	33149
	80	29420	29100
	90	28439	24060
20	20	38246	32275
	70	37265	32150
	80	37265	31688
	90	31381	26482
40	20	48053	40551
	70	42169	35495
	80	37265	31447
	90	22555	19034
60	20	44130	68418
	70	25497	21905
	80	24517	21449
	90	26478	22515
Market-selling		11768	19104

*Each value is the mean for three replicates

*Cooling in 20°C water for 3 min after rehydration for 15 min at various temperature

에 대하여 관능검사한 결과를 Table 6에 나타내었다. 견고성은 무처리가 가장 단단하여 당으로 전처리할 경우 단단함이 저하되어 통계적으로 차이가 있는 것으로 나타났다. 탄력성은 60%처리가 좋은 것으로 나타났지만 처리구간의 유의적인 차이는 없었으며 색상 또한 유의적인 차는 없었지만 무처리와 60%처리가 다소 높은 점수로 평가받았다. 외관과 종합적인 기호도 또한 무처리구와 60%처리가 높은 점수를 얻어 타처리구와 차이가 있는 것으로 나타났다. 당용액에 침지하여 전처리를 할 경우 관능검사결과 무처리에 비하여 품질이 떨어지는 것으로 평가되었지만 60% 농도에서 처리한 구가 품질특성은 시판목과 유사한 것으로 나타나 품질 보존에는 효과적인 것으로 나타났다. 하지만 재수화효율과 관능검사 결과를 종합해볼 때 당이 건조목의 표면에 침착되어 재수화 효율을 저하시킬뿐만 아니라 기대했던 만큼의 품질을 얻기가 어려운 것으로 나타났다.

요 약

동결건조목을 인스탄트화 하기 위하여 당용액으로 전처리한 것과 무처리 한 것을 동결건조하여 건조물의 재수화특성과 품질특성을 비교해 보았다. 당용액(sucrose)에 침지하여 전처리한 목의 재수화 효율은 무처리가 가장 높았고 당침지의 경우는 60%, 40%, 20% 순으로 낮아졌으며 온도의 영향은 당용액의 농도와는 관계없이 90°C에서 가장 우수하였다. 수분흡수속도상수 또한 온도가 증가할수록 높은 값을 보였으며 무처리가 가장 높은 값을 나타내었다. 당용액으로 전처리한 목의 표면색도는 전처리에 따라 큰 차이가 없었으나 조직특성은 재수화온도가 높을수록 낮은 값을 보였으며 당용

Table 6. Effects of sucrose concentration of immersion solution as pretreatment on the sensory evaluation of rehydrated mooks at 90°C of rehydration temperature

Sucrose concentration (%)	Hardness	Springiness	Color	Appearance	Acceptability
0	4.4 ± 0.55 ^{*c}	3.2 ± 1.64 ^{a1)}	3.8 ± 1.30 ^a	4.6 ± 0.55 ^b	4.2 ± 1.10 ^b
20	3.4 ± 1.10 ^{bc}	3.0 ± 1.00 ^a	2.6 ± 0.55 ^a	2.8 ± 0.44 ^a	2.8 ± 0.84 ^a
40	1.8 ± 0.84 ^a	2.4 ± 0.89 ^a	2.6 ± 0.89 ^a	2.6 ± 1.14 ^a	2.3 ± 0.97 ^a
60	2.4 ± 0.89 ^{ab}	3.4 ± 0.89 ^a	3.6 ± 0.89 ^a	3.8 ± 0.84 ^{ab}	3.5 ± 1.00 ^{ab}

*Cooling in 20°C water for 3 min after rehydration for 15 min at various temperature. *Each value represents the mean of the rating by 5 judges using 5-point scale(1: very poor, 5: very good)

¹⁾Means in a column followed by the same letter are not significantly different at P<0.05 level by Duncan's multiple test

액에 전처리했을 경우 60%처리구가 시판묵과 비슷한 품질 특성을 보여 품질손상을 억제하였다. 관능검사결과도 60%처리구와 무처리구가 높게 평가되었으나 재수화 효율면에서는 무처리가 우수한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 1999학년도 대구가톨릭대학교 연구비 지원에 의한 것으로 감사드립니다.

문 헌

- Luh, B.S. and Woodroof, J.G. Commercial vegetable processing, 2nd Ed., AVI Publishing Co., pp. 414-418 (1988)
- Park, N.H., Kim, B.S. and Bae, S.C. Prediction of sublimation drying time for carrot in freeze-drying. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 313-320 (1993)
- Kim, K.J., Pyun, Y.R., Cho, E.K., Lee, S.K. and Kim, S.K. Kinetic studies on hydration of akibare and milyang 23 brown rice. Korean J. Food Sci. Technol. 16: 297-302 (1984)
- Kim, W.J., Shin, E.S., Kim, C.K. and Yang, C.B. Factors affecting hydration rate of black soybeans. Korean J. Food Sci. Technol. 17: 41-44 (1985)
- Kim, J.S., Lee, H.Y., Kim, Y.M. and Shin, D.H. Effect of cooking methods on the qualities of quick cooking rice. Korean J. Food Sci. Technol. 19: 480-485 (1987)
- Lee, Y.C. and Lee, D.W. Effects of processing methods on the quality of the dehydrated instant rice. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 294-299 (1989)
- McIlrath, W.J., Pires, E.G. and Dekazos, E.D. Correlation of percentage dry matter in leaves with their capacity to rehydrate. Food Technol. 18: 137-138 (1964)
- Neumann, H.J. Dehydrated celery: Effects of predrying treatments and procedures on reconstitution. J. Fd. Technol. 37: 437-441 (1972)
- Horn, G. R. and Sterling, C. Studies on the rehydration of carrots. J. Sci. Food Agric. 33: 1035-1041 (1982)
- Shimazu, F., Sterling, C. and York, G. K. Rehydration in onion as a function of dehydration regime. J. Food Sci. 30: 742-746 (1965)
- Bae, K.S., Sohn, K.H. and Moon, S.J. Structure and textural property. Korean J. Food Sci. Technol. 16: 185-191 (1984)
- Kim, Y.A. and Rhee, H.S. Texture profile analysis of acorn flour gels. Korean J. Food Sci. Technol. 17: 345-349 (1985)
- Park, O.J. and Kim, K.O. Effects of added corn starches and hydrocolloids on the characteristics of mungbean starch and the mook (starch gel). Korean J. Food Sci. Technol. 20: 618-624 (1988)
- Chung, K.M. Molecular structure and lipid in starches for mook. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 633-641 (1991)
- Becker, H.A. On the absorption of liquid water by the wheat kernel, Cereal Chem. 37: 309-323 (1960)
- Youn, K.S. Utilization of osmotic dehydration as pretreatment prior to drying. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 5: 305-314 (1998)
- Lenart, A. and Iwanink, B. Diffusivity of water and solubles during rehydration of osmo-convection dried plant tissue. Developments in food engineering. Toshimaya, Yano. ed., Blackie Academic & Professional, pp. 409-411 (1994)
- Kim, M.S. and Choi, Y.H. Characteristics of physical properties affecting on the rehydration of freeze dried carrot. Foods and Biotechnology. 1: 133-140 (1992)

(2001년 1월 11일 접수)