

재수화용액의 염농도에 따른 동결건조 도토리 묵의 재수화 특성

윤광섭 · 황정섭 · 정현식* · 양경미**

대구가톨릭대학교 식품공학과, *경북대학교 농산물가공저장유통기술연구소, **경산대학교 생명자원공학부

Effects of Salt Concentration on the Rehydration Characteristics of Freeze Dried Mook

Kwang-Sup Youn, Jung-Shub Hwang, Hun-Sik Chung* and Kyung-Mi Yang**

Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu, Kyungsan 712-702, Korea

*Postharvest Technology Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

**Faculty of Life Resources Engineering, Kyungsan University, Kyungsan 712-715, Korea

Abstract

In order to produce the high quality rehydrated acorn Mook(Korean tradition gel food) that enhance acceptability, the optimum condition was investigated for the rehydration process of dried Mook as salt concentration(0, 1, 2%), temperature(20, 70, 80, 90°C) and time. The estimation of moisture gain, rehydration efficiency was analyzed statistically. The surface color and sensory evaluation were undertaken to evaluate the rehydrated Mook quality. The optimum rehydration time was decided to 15 minutes and it takes 3 minutes for the cooling time. The moisture gain increased as the rehydration temperature increased. And the moisture gain and moisture gain rate were higher at 1% salt solution than other concentration. As the rehydration efficiency, surface color and sensory properties of rehydrated Mook, 1% salt treatment was superior.

Key words : Mook, rehydration, salt, quality

서 론

묵은 조전분을 물과 함께 가열하여 호화시킨 후 냉각하여 만드는 반고체 형태(gel상)의 식품이며, 이중 도토리 묵은 우리나라 전국의 산야에서 자생하고 있는 도토리로부터 전분을 추출하여 제조한 것으로 시중에 많이 유통되고 있어 손쉽게 접할 수가 있다. 그러나 묵은 이용도가 높은데 비하여 생산이나 포장, 유통이 원시적

상태를 벗어나지 못하고 있으며 또한 수분함량이 높아 저장성이 약한 문제점이 있다. 묵에 관한 연구는 대부분이 전분의 종류나 구조에 따른 특성을 조사한 보고(1-3)이며, 묵의 건조나 재수화는 물론 저장성에 관한 보고는 거의 없다.

건조식품의 경우 물이나 열수를 가하면 흡수하여 본래의 상태로 환원되는 성질이 있는데 이러한 현상을 재수화라고 한다. 이때 본래의 중량으로 되돌아가는 것만으로는 불충분하며 경도나 먹을 때의 촉감 등도 건조 전과 동일한 수준이 요구된다. 이러한 재수화성은 일반적으로 건조식품의 texture에 많은 영향을 받으며 단백질의 변성에 따른 수화 및 포수력 등과도 밀접한 관계가

Corresponding author : Kwang-Sup Youn, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu, Kyungsan, 712-702, Korea
E-mail : ksyoun@cuth.cataegu.ac.kr

있는 것으로 알려져 있다(4). 식품산업에서 동결건조 시스템의 도입으로 일부 생산체제가 이루어지고 있지만 동결건조공정이나 동결건조제품의 재수화에 관한 연구는 미미한 실정이다. 다만 일부 곡류의 조리(cooking)시 전처리 공정으로서의 수화공정에 대해 수화속도, 확산도, 무게와 부피의 증가에 관한 연구(5,6), instant rice의 제조방법에 따른 품질변화에 대한 연구(7,8) 그리고 건조동결한 감자의 복원성에 미치는 열풍건조에 관한 연구(9) 등이 있지만 인스턴트 목 제조공정의 기본이 되는 연구뿐만 아니라 재수화시 용액의 염농도가 재수화 효율에 미치는 영향에 대한 연구도 거의 없는 실정이다.

따라서 전통식품으로서 새로운 수요를 창출할 수 있는 인스턴트 건조목을 제조하고자, 동결건조의 방법으로 건조목을 제조하여 재수화 공정연구의 일환으로 재수화 용매의 염농도에 따른 목의 재수화 특성을 조사하여 재수화성과 조직특성을 최대화 할 수 있는 재수화조건을 얻고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

실험에 사용한 도토리목은 경북 하양에서 구입한 것으로 2×2×1 cm 크기로 동일하게 절단하여 동결건조한 후 시료로 사용하였다.

동결건조

동결건조는 동일한 크기로 절단한 목을 deep freezer를 이용하여 -50℃에서 24시간 동안 예비동결 시킨 후 동결건조기(TD 5070 RR, Ilshin Lab Co., Korea)를 이용하여 48시간 동안 실시하였다.

재수화

재수화는 1,000 mL의 비이커를 사용하여 급속탕으로 된 용기에 건조시료를 넣고, 20℃, 70℃, 80℃ 및 90℃의 온도에서 15분간 연속적으로 재수화 시킨 후 다시 3분간 상온의 증류수에 재수화하면서 무게를 측정하여 재수화 특성을 조사하였다. 염처리의 효과를 보고자 재수화용액의 식염농도를 무처리, 1% 및 2%로 조성한 후 재수화를 실시하였다.

재수화성 측정

재수화 특성은 moisture gain으로 나타내었다. 즉, 일정시간 재수화 후의 시료 무게에서 건조 후 무게를 뺀 값을 g당 흡수량으로 환산하여 나타내었다.

수분흡수속도

재수화시 수분흡수속도는 Becker 방정식(10)을 이용하여 계산하였다.

$$m - m_o = k\sqrt{t}$$

Where, m : 수분 흡수량 (g water/g solid)

m_o : 초기수분 함량 (g water/g solid)

k : 수분흡수속도 상수 (min^{1/2})

수분흡수속도와 온도와의 관계

건조목의 수분흡수 속도와 확산계수에 미치는 온도의 영향을 알아보기 위하여 Arrhenius 방정식에 적용하였다.

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

Where, k : 수분흡수속도 상수 (g water/min^{1/2})

Ea : 활성화 에너지(cal/mole)

R : 기체상수(1.987 cal/mole K)

T : 재수화 온도(K)

k_o : 빈도상수

수분함량

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

색도측정

목의 표면색도는 색차계(CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 L, a 및 b값을 측정하였다.

관능검사

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

결과 및 고찰

재수화 시간의 결정

동결건조목의 재수화에 필요한 재수화 시간을 결정하고자 20분간 2분 간격으로 무게의 변화를 측정하여 평형에 도달하는 재수화 시간을 알아보았다. Fig. 1에서 보면 20℃와 70℃의 재수화온도에서 20분간 수분흡수량을 측정한 결과, 대체적으로 재수화 15분 이후에는 변화가 거의 없는 것으로 나타나 재수화 시간을 15분으로 결정할 수 있었다. 따라서 일반적으로 재수화시간은 15분이면 충분할 것으로 생각되며 이와 같은 결과는 Kim 등(11)이 당근의 재수화에 있어서 동결건조 시간에 따라 약간의 차이는 있으나 8~10분이 경과하면 평형상태

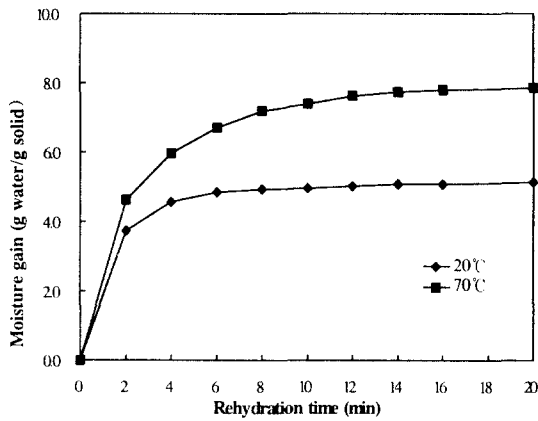


Fig. 1. Changes of moisture gain in freeze-dried Mook depending on rehydration time.

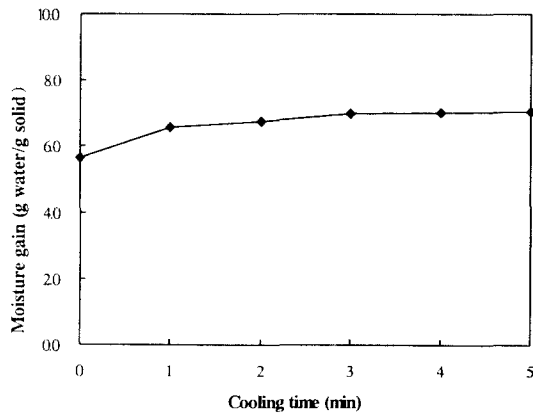


Fig. 2. Changes of moisture gain in freeze-dried Mook depending on cooling time after rehydration at 80℃.

에 도달하였다고 한 보고와 유사하였다. 재수화 효율과 품질을 높이기 위한 수단으로 재수화 후 상온에서 냉각 (cooling)을 실시하게 되면 열에 의한 손상을 감소시킨다고 알려져 있는데(12) 예비실험을 통해본 결과 재수화 후 냉수에서 cooling이 효과적인 것으로 나타났다. 적절한 cooling 시간을 결정하고자 건조목을 80℃의 온도에서 15분간 재수화한 후, 20℃에서 5분 동안 매분간격으로 측정된 수분흡수량의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 침지 3분 이후부터는 수분흡수량의 변화가 거의 없어 최적 cooling 시간은 3분으로 결정하였다.

염농도에 따른 재수화 특성

재수화 용액의 염농도가 재수화 효율에 미치는 영향을 알아보하고자 재수화 용액을 무처리, 1% 및 2%의 식염농도로 조성하여 20, 70, 80 및 90℃의 온도에서 각각 15분간 재수화한 후 3분간 cooling하였다. 재수화시 수분흡수량의 증가 정도를 Table 1에 나타내었다. 전반적으로 재수화 시간이 증가함에 따라 흡수량이 증가하였으며 재수화 온도가 높을 수록 증가하는 경향으로 Neubert 등(13)이 celery의 재수화시 교반과 온도증가에 따라 재수화율이 증대하였다는 보고와 유사하였다. 염농도에 따른 영향을 살펴보면 20℃의 재수화 온도에서 재수화 초기에는 염을 첨가하지 않은 용액에서 재수화율이 높았으나 재수화가 진행됨에 따라 염처리한 재수화 용액에서 높은 재수화율을 보여 처리유무에 따른 큰 차이는 보이지 않았다. 70, 80 및 90℃의 재수화 온도에서는 염처리에 따라 재수화 효율은 전반적으로 증가하는 경향을 나타내었으며, 재수화 온도가 증가함에 따라 그 차이는 증대되어 90℃의 온도에서 염처리의 효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 한편 염처리를 하지 않은 재수화 용액의 경우 수분흡수량이 온도가 높을 수록 증가하는 경향을 보여 90℃에서 가장 높았으며, 이는 고온에서 재수화효율이 증대한다는 일반적인 보고와 일치하였다. 염농도 1%의 경우도 90℃가 가장 재수화율이 높았으며, 다음이 80℃, 70℃, 20℃ 순으로 나타났으며, 무처리와는 달리 각 온도별 뚜렷한 차이를 확인할 수 있었다. 2%의 염농도의 재수화 용액에서의 재수화 결과도 고온에서의 재수화시 수분흡수량이 증가하는 것으로 나타났다.

Table 1. Changes of moisture gain in freeze-dried Mook for salt concentration of rehydration medium at various rehydration temperature

Salt concentration (%)	Rehydration time (min)	Moisture gain (g water/g solid)			
		Rehydration temperature (°C)			
		20	70	80	90
0	0	-	-	-	-
	2	3.859	3.741	3.936	3.298
	4	4.532	4.934	5.159	4.588
	6	4.737	5.711	5.904	5.457
	8	4.839	6.291	6.475	6.192
	10	4.881	6.652	6.800	6.773
	12	4.941	6.917	7.108	7.121
	15	4.977	7.149	7.371	7.386
	18*	4.912	7.497	7.729	7.866
1	0	-	-	-	-
	2	3.693	3.109	3.380	4.035
	4	4.352	4.810	5.060	5.426
	6	4.689	5.629	6.208	6.344
	8	4.838	6.150	6.764	7.051
	10	4.974	6.522	7.086	7.403
	12	5.025	6.853	7.281	7.730
	15	5.084	7.199	7.759	7.925
	18*	5.180	7.839	8.318	8.624
2	0	-	-	-	-
	2	3.618	3.789	3.885	4.197
	4	4.288	4.823	5.282	5.683
	6	4.490	5.489	5.984	6.487
	8	4.745	6.097	6.542	7.189
	10	4.979	6.658	6.913	7.470
	12	5.157	6.961	7.169	7.758
	15	5.076	7.166	7.453	7.907
	18*	5.180	7.612	8.215	8.557

*Rehydration in cooling water at 20°C for 3 min. after rehydration for 15 min. at various temperature.

염농도에 따른 수분흡수속도

동결건조목의 재수화시 수분흡수속도를 구하기 위하여 수분흡수량이 재수화 시간의 제곱근에 비례한다는 Becker의 방정식을 이용하여 수분흡수속도 상수를 구하였다. 재수화용액의 염농도에 따른 수분흡수속도 상수는 Table 2에 나타난 것과 같이 재수화 온도가 증가할수록 높은 상수값을 나타내어 수분흡수가 활발하게 이루어짐을 알 수 있으며 이와 같은 결과는 당근의 재수화시 온도가 높을수록 수분흡수속도가 증가한다는 Kim 등(11)의 보고와 일치하는 경향이였다. 염농도에 따른 영향을 살펴보면 낮은 온도에서는(20, 70°C) 염을 넣지 않은 재수화 용액에서 높은 속도상수값을 가졌으나 80°C와 90°C에서는 염을 첨가한 재수화 용액에서 높은 속도상수를 나타내어 수분흡수가 활발하였으며 특히,

1%의 염농도에서 빠른 재수화성을 나타내었다. 이와 같은 결과는 재수화시 탄산나트륨(Na₂CO₃)의 첨가는 celery의 재수화에 있어 밝은 녹색과 부드러운 조직뿐만 아니라 재수화 무게를 증가시킨다는 보고(14)와 유사하였으나 음이온의 첨가가 재수화율을 억제한다는 Horn 등(15)의 보고와는 다른 결과를 보였다. Fig. 3은 재수화 시간에 따른 수분흡수량의 변화를 Becker 식에 적합시켜 본 결과로서 각 온도에서 모두 높은 적합도를 보임을 알 수 있다. 수분흡수속도 상수에 미치는 온도의 영향을 알아보기 위하여 Arrhenius 식에 적용시켜 본 결과를 Table 3과 Fig. 4에 나타내었다. 일반적으로 온도의 존성은 활성화에너지의 크기로 나타낼 수 있는데 활성화에너지가 클수록 온도변화에 민감하다고 할 수 있다(16). 각 염농도에서 대체적으로 높은 결정계수값을 가져 온도의 영향을 Arrhenius 식으로 예측가능함을 알 수 있으며 이때 활성화에너지는 1%의 염농도에서의 처리가 2% 농도의 염용액에서 처리보다 2배 이상의 값을 나타내어 온도의 영향이 훨씬 더 민감함을 확인할 수 있었다. Fig. 4는 수분흡수속도상수의 온도의존성을 Arrhenius 식에 적합시켜 본 그림으로 1%의 염농도가 온도의 영향이 가장 크다는 것을 알 수 있었다.

Table 2. The calculated values of the moisture gain rate by Becker's equation* in freeze-dried Mook at various salt concentration

Rehydration temperature (°C)	Moisture gain rate (k)		
	Salt concentration (%)		
	0	1	2
20	1.2120	1.0267	1.3875
70	1.6935	1.5761	1.5537
80	1.7290	1.7876	1.7664
90	1.7209	1.8983	1.8504

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

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

	Salt concentration (%)		
	0	1	2
a1	-0.5750	-0.9323	-0.4054
a2	2.1654	3.2030	1.6960
R2	0.9652	0.9943	0.8545

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

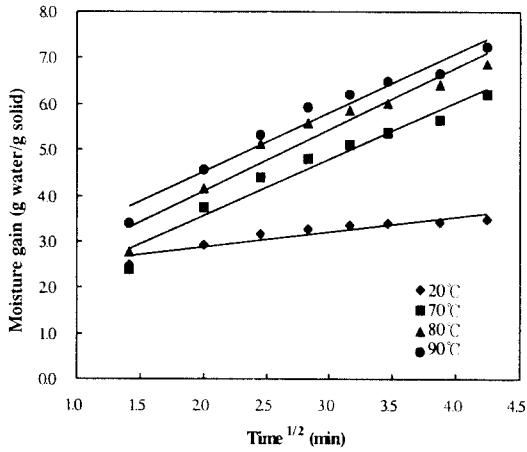


Fig. 3. Comparison between experimental and predicted values of moisture gain by Becker's equation in freeze dried Mook depending on rehydration time at 1% salt concentration of rehydration medium.

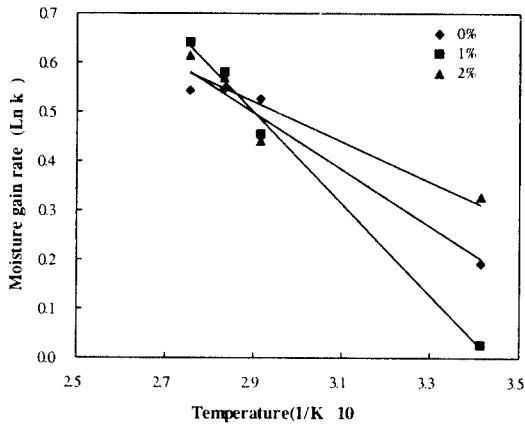


Fig. 4. Effects of temperature on moisture gain rate using Arrhenius equation in freeze dried Mook at various salt concentration of rehydration medium.

재수화 목의 품질 특성

재수화 용액의 식염농도 및 온도를 달리하여 재수화한 동결건조목의 수분함량을 Fig. 5에 나타내었다. 높은 온도에서 재수화한 목일 수록 수분함량이 높았으나 염농도에 따라서는 염농도가 증가할 수록 낮은 수분함량을 나타내었다. 이와 같은 결과는 음이온의 첨가에 따라 당근 조직내의 재수화율이 저하되었다는 보고(15)와 유사하였다. 일반 생목과 비교해 볼 때 전반적으로 재수화한 목의 수분함량이 모두 높은 것으로 나타나 재수화 목의 수분흡수는 충분히 이루어진 것으로 판단된다.

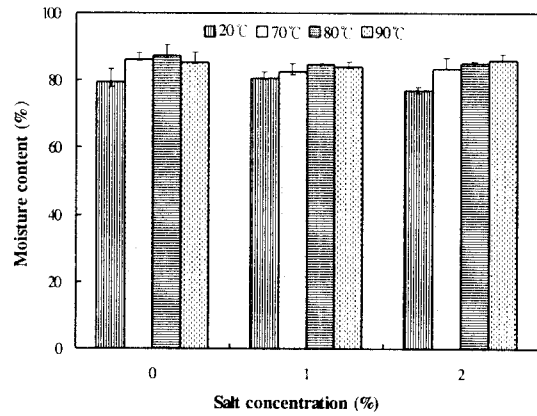


Fig. 5. Changes of moisture content in rehydrated Mook at various salt concentration of rehydration medium.

재수화용액의 염농도가 재수화목의 표면색도에 미치는 영향을 알아본 결과를 Table 4에 나타내었다. 전반적으로 재수화 온도가 증가할수록 L값과 a, b값 모두 낮아지는 것으로 나타나는데 이와 같은 결과는 Kim 등(11)의 보고와 유사하였으며 특히 90°C 이상의 온도에서 색상이 현저히 감소하는 경향을 보여 재수화 온도가 표면색도에 영향을 미침을 확인할 수 있었다. 처리 염농도에 따라서는 전반적으로 볼 때 1% 염용액으로 처리한 재수화목의 a값과 b값이 높은 값을 나타내어 색상이 가장 뚜렷한 것으로 나타났으며 재수화한 목의 L값이 생목보다 높은 값을 가져 동결건조에 의하여 탈색이 되고 재수화 후에도 그 영향이 남는 것으로 판단된다.

Table 4. Changes of surface color in rehydrated Mook for salt concentration of rehydration medium at various rehydration temperature

Salt concentration(%)	Rehydration temperature (°C)	Color properties		
		L	a	b
0	20	50.32	+5.60	+22.83
	70	44.65	+4.09	+18.24
	80	44.19	+3.03	+14.78
	90	42.63	+3.33	+14.52
1	20	47.42	+4.92	+19.75
	70	44.81	+4.01	+17.34
	80	46.82	+4.21	+17.81
	90	41.40	+4.62	+15.52
2	20	46.39	+4.67	+18.23
	70	46.65	+4.10	+17.41
	80	45.58	+2.87	+13.89
	90	42.30	+3.11	+13.74
Control*		37.43	+3.98	+12.61

*Fresh Mook.

재수화 용액의 염농도를 달리하여 재수화한 동결건조 목의 견고성, 탄력성, 색도, 외관, 짠맛 그리고 종합적인 기호도에 대하여 관능검사한 결과를 Table 5에 나타내었다. 재수화한 목의 단단함은 염용액으로 재수화한 목이 염을 첨가하지 않고 재수화한 목에 비하여 단단하였으며 5% 유의수준에서 차이가 있었다. 탄력성은 2% 농도로 염을 첨가하여 재수화한 목이 낮은 값을 보였으나 처리구 간의 차이는 없었다. 재수화한 목의 색도는 무 처리구와 1% 염농도 처리구 간에는 유의적인 차이가 없이 높은 점수를 받았고 외관은 1% 처리구가 가장 높은 점수를 보였다. 짠맛은 처리농도간에 유의적인 차이가 있어 특히, 2% 처리구는 짠맛이 아주 심한 것으로 나타나고 1% 처리구 또한 짠맛을 느끼는 것으로 나타났다. 일반적으로 1% 정도의 염농도를 재수화 용매로 사용하는데 본 실험에서 짠맛을 느끼는 이유는 목의 제조과정에 있어 기호성을 높이기 위해 사용된 소금의 양에 기인하는 것으로 생각된다. 염을 처리하지 않은 무 처리구 기호성이 좋은 것으로 평가되었으나 재수화 효율은 1%의 염농도로 재수화한 목이 우수하였다.

Table 5. Effects of salt concentrations of rehydration medium on the sensory evaluation of rehydrated Mook at 90°C

Salt concentration(%)	Sensory properties*					
	Hardness	Springiness	Color	Appearance	Salt taste	Acceptability
0	3.0±1.00 ^a	3.4±1.34 ^a	4.0±1.00 ^b	2.6±0.89 ^b	1.2±0.45 ^a	3.4±0.89 ^b
1	4.0±0.71 ^b	3.0±1.22 ^a	3.8±0.84 ^b	4.4±0.55 ^b	3.8±0.45 ^b	2.8±0.84 ^b
2	4.2±0.45 ^b	2.2±1.30 ^a	2.4±0.89 ^b	2.2±1.30 ^a	4.8±0.45 ^c	1.8±0.84 ^a

*Each values represents the mean of the rating by 5 judges using 5-point scale(1 : very poor, 5 : very good). Means in a column followed by the same letter are not significantly different at P<0.05 level by Duncan's multiple test.

요 약

도토리 목을 인스턴트화 하기 위하여 생목을 동결건조하여 재수화 시간, 재수화 용액의 염농도(0, 1, 2%) 및 온도(20, 70, 80, 90°C)에 따른 재수화 특성과 품질특성을 비교하였다. 동결건조목의 최적 재수화 시간은 15분으로, cooling 시간은 3분으로 각각 결정되었다. 재수화 효율은 재수화 용액의 염농도가 1%에서 가장 우수하였으며 재수화 온도가 높을수록 좋았다. 수분흡수속도상수도 재수화 온도가 증가할수록 높았으며 1%의 염

농도에서의 재수화가 온도변화에 따라 가장 높은 활성화에너지를 가졌다. 동결건조목의 재수화 후 표면색도와 재수화성 등을 고려해 볼 때 1% 염농도에서의 재수화가 목의 품질에 우수한 것으로 평가되었다.

참고문헌

1. Bae, K.S., Sohn, K.H. and Moon, S.J. (1984) Structure and textural property of Mook. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 185-191
2. Kim, Y.A. and Rhee, H.S. (1985) Texture profile analysis of acorn flour gels. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **17**, 345-349
3. Chung, K.M. (1991) Molecular structure and lipid in starches for mook. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 633-641
4. Luh, B.S. and Woodroof, J.G. (1988) Commercial Vegetable Processing, 2nd Ed., AVI Publishing Co., p.414-418
5. Kim, K.J., Pyun, Y.R., Cho, E.K., Lee, S.K. and Kim, S.K. (1984) Kinetic studies on hydration of akibare and milyang 23 brown rice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 297-302
6. Kim, W.J., Shin, E.S., Kim, C.K. and Yang, C.B. (1985) Factors affecting hydration rate of black soybeans. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **17**, 41-44
7. Kim, J.S., Lee, H.Y., Kim, Y.M. and Shin, D.H. (1987) Effect of cooking methods on the qualities of quick cooking rice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **19**, 480-485
8. Lee, Y.C. and Lee, D.W. (1989) Effects of processing methods on the quality of the dehydrated instant rice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 294-299
9. Kim, J.S., Oh, S.L., Shin, D.H. and Min, B.Y. (1986) Drying conditions for the rehydration properties of dehydrofrozen potatoes. *Agric. Chem. Biotechnol.*, **29**, 352-358
10. Becker, H.A. (1960) On the absorption of liquid water by the wheat kernel, *Cereal Chem.*, **37**, 309-323
11. Kim, M.S. and Choi, Y.H. (1992) Characteristics of

- physical properties affecting on the rehydration of freeze dried carrot. *Foods and Biotechnology*, 1, 133-140
12. Nury, F.S., Bolin, H.R. and Brekke, J.E. (1963) Rapid hydration of dried fruits. *Food Technol.*, 17, 334-335
13. Neubert, A. M., Wilson, C. W. and Miller, W. H. (1968) Studies on celery rehydration. *Food Technol.*, 22, 94-99
14. Neumann, H.J. (1972) Dehydrated celery: Effects of predrying treatments and procedures on reconstitution. *J. Food Technol.*, 37, 437-441
15. Horn, G. R. and Sterling, C. (1982) Studies on the rehydration of carrots. *J. Sci. Food Agric.*, 33, 1035-1041
16. Pyun, Y.R., Kwon, Y.J., Kim M.H., Kim, B.K., Park, J.Y., Lee, D.S., Lee, S.Y., Lee, J.H., Lee, H.Y., Reem, J.H., Cho, H.Y., Choi, Y.H. and Hwang, J.K. (1996) *Food Engineering*. Jigu publisher. Korea, p.56-72

(접수 2001년 5월 18일)