

냉동 건조 조건에 따른 이유식용 당근의 품질 특성

김혜경 · 서동순 · 이영춘¹ · 김광옥*

이화여자대학교 식품영양학과, ¹중앙대학교 식품공학과

Quality Attributes of Carrot Pieces for Baby Foods Prepared under Different Freeze Drying Conditions

Hye Kyoung Kim, Dong Soon Suh, Young Chun Lee¹ and Kwang-Ok Kim*

Department of Food and Nutritional Sciences, Ewha Womans University

¹Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University

Optimum conditions of freeze-dried carrots were determined using response surface methodology. Physicochemical and sensory properties of freeze-dried carrot prepared at different plate temperatures and chamber pressures were evaluated. Drying time increased with decreasing plate temperature and chamber pressure. Rehydration ratio decreased inversely with chamber pressure at low plate temperature, but increased proportionally with chamber pressure at high temperature. Density, color, and sensory off-flavor were not affected by the plate temperature and chamber pressure. Sensory color, tenderness, and carrot flavor increased with decreasing plate temperature, but were not affected by chamber pressure. Based on the drying time, rehydration ratio, and sensory attributes, optimum plate temperature and chamber pressure for the preparation of freeze-dried carrot were determined as 43°C and 700 micronHg, respectively.

Key words: freeze drying condition, baby foods, carrot

서 론

유아가 생후 5~6개월이 되면 영양 요구량이 증가하지만, 모유 분비량이 감소되고, 인공 수유를 한다고 하더라도 과다한 수분으로 인해 인공수유만으로는 성장 발육에 필요한 영양소가 충족되지 못한다. 따라서 이 시기에 적절한 이유식을 통해 충분한 영양소를 공급하는 것은 영유아의 신체발육정도는 물론이고, 더 나아가 성인기의 건강이나 체력에도 영향을 주게 되므로 매우 중요하다. 우리나라도 이유식의 중요성에 대한 인식이 점차 증가하여 영유아의 발육 상태 및 영양 섭취에 관한 연구는 많이 이루어지고 있다⁽¹⁻³⁾. 그러나 이유식 제조에 관한 연구가 많지 않은 실정이며, 단지 분말형⁽⁴⁻⁷⁾이나 반고체 이유식⁽⁸⁻¹¹⁾ 또는 고형 이유식⁽¹²⁾에 대한 연구가 몇 편 있을 뿐이다. 외국의 경우 이유식 제조를 위한 재료의 배합비율에 관한 연구⁽¹³⁻¹⁵⁾나 가정에서 만드는 이유식 제조 법^(16,17) 등에 관한 연구가 있지만, 재료 및 방법 면에서 이러한 연구들을 우리나라에 그대로 적용시키기에는 다소 무리가 있다고 본다.

최근 사회적으로 편리성 추구가 보편화되고 있어서 이유식은 가정에서 직접 만들어 공급하기보다는 상업화된 제품을 이용하려는 경향이 증가하고 있다. 그러나 시판 이유식은 분말 형태가 대부분으로 그 형태가 다양하지 못하여 유아가 생후 9~12개월이 되어도 같은 형태의 이유식만을 접하게 되는 문제가 있다. 따라서 분말보다 더 큰 조각 형태의 이유식이 개발 보급된다면 다양한 형태의 이유식에 대한 소비자의 요구에 부응할 수 있다고 본다. 또한 생후 6개월 이상이 되면 영아 자신이 본능적으로 젓 이외의 식품에 대한 생리적 요구를 나타내므로 고형 이유식으로 씹는 연습을 하게 하여 유아의 치근을 자극해 준다면 건강한 유치 발생의 측면에서도 바람직하다^(10,18,19). 그러나, 이러한 이유식의 개발과 관련된 연구는 이유식을 위한 쌀밥의 가공에 관한 연구⁽¹⁸⁾에 국한되어 있을 뿐 채소나 육류제품에 관한 연구는 찾아 볼 수 없다.

냉동 건조 방법은 건조 중 발생될 수 있는 여러 영양소나 구조의 파괴를 최소화 하고 건조 후에도 원형을 유지할 수 있고 조직 내 고형분의 이동을 최소화 할 수 있는 이점이 있다⁽²⁰⁾. 또한 다공성의 조직을 갖게 되어 수화가 빨리 일어나고 완전하게 복원될 수 있으며, 향미 성분이 잘 보존된다는 등의 이점을 가지고 있다^(21,22). 그러나 건조 비용이 높기 때문에 이용에 제한이 따르므로 건조비용을 최소화하면서 고품질의 제품을 생산할 수 있는 냉동 건조 조건을 확립하는 것은 의미가 있다고 본다.

*Corresponding author : Kwang-Ok Kim, Department of Food and Nutritional Sciences, Ewha Womans University, Daehyun-dong, Seodaemun-gu, Seoul 120-750, Korea
Tel: 82-2-3277-3095
Fax: 82-2-3277-3095
E-mail: kokim@ewha.ac.kr

현재까지의 당근의 냉동건조에 관한 연구⁽²³⁻²⁶⁾는 비교적 큰 조각의 당근을 건조시키는 조건에 국한되어 있으며 유아들에게 섭취 가능한 형태의 작은 조각을 대상으로 한 연구는 찾아볼 수 없다. 따라서 유아들이 섭취할 수 있는 작은 조각 형태의 이유식 재료를 냉동건조하는 조건을 마련하는 것은 의의가 있는 일이라 사료된다.

이 연구의 목적은 생후 9~12개월 된 유아에게 치근과 치아의 발달을 촉진시키도록 수화시킨 후에 작은 조각의 형태로 먹일 수 있는 냉동건조 이유식을 제조하기 위해 이유식의 구성 재료 중 당근의 최적 냉동 건조조건을 결정하는데 있다. 이를 위하여 냉동건조 조건을 달리하면서 당근을 건조시키고 이의 이화학적 및 관능적 특성을 평가한 후 반응표면방법을 이용하여 이유식용 당근의 최적 냉동 건조 조건을 결정하여 우수한 품질의 냉동건조 당근 조각을 제조할 수 있는 조건을 확립하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 당근은 신촌 농협 슈퍼마켓에서 실험 직전에 구입하였다.

이유식용 냉동건조 당근 제조

당근의 전처리: 냉동건조를 위한 당근의 전처리 과정은 다음과 같다. 당근의 겉껍질을 벗긴 후 당근을 $2 \times 2 \times 2 \text{ cm}^3$ 의 크기로 자르고, 이것을 100 g씩 블렌더(HC20, Black & Decker, USA)를 이용하여 20초 동안 작은 조각으로 절단하였다. 알루미늄 냄비에 물 4 L을 넣고 가열하여 끓기 시작할 때 절단한 당근 시료 500 g을 넣고 4분간 데치기 한 후 냉각수에 담가 냉각하였다. 데치기 한 당근을 25 mesh 체에 20분간 방치하여 수분을 제거하고 골고루 섞은 후, 3개의 냉동건조용 알루미늄 용기에 3등분하여 넣었다. 한 시료 당 2회에 걸쳐 준비하여 전체 무게가 1,000 g이 되게 하였다.

냉동건조 조건: 당근의 냉동건조 조건을 결정하기 위하여 냉동건조 시에 투입되는 승화열로서 가열판에서 전도되는 온도(이하 가열판 온도라 함)와 냉동건조 시 작용할 압력(이하 압력이라 함)을 주 요인으로 설정하여 실험하였다. 이 때 가열판 온도의 경우는 20, 40 및 60°C로, 압력은 100, 550 및 1,000 micronHg로 하여 3²-요인 실험(3²-factorial experiment)에 따라 총 9개의 시료를 제조하였다.

냉동건조 전에 냉동을 위하여, 전처리한 당근을 -70°C의 deep freezer(P/H ICF9007, Western Med., USA)에서 4시간 냉동한 후, -20°C의 냉동고(SR-461A, Samsung Electronic Co., Korea)에 옮겨 4시간 동안 보관하였다. 냉동건조기(IIshin Engineering Co., Korea)의 냉각기 온도는 -50°C 이하였고 열전달 형태는 전도(conduction)식 이었다. 건조가 끝난 시료는 높이 23 cm, 부피 1.5 L의 유리병에 실리카겔과 함께 넣어 질소 가스로 충전시킨 후, 평가 전 까지 -20°C의 냉동고에 보관하였다.

냉동건조 당근의 냉동건조시간, 비중, 복원율 및 색도 측정

이유식의 냉동건조 시간은 냉동건조기의 기록계에 나타난

그래프에서 냉동건조기의 가열판 온도와 시료 온도가 일정한 온도를 유지하기 시작하는 지점으로 하였다. 비중은 시료의 무게와 부피를 측정하여 그 비(g/mL)로 나타내었다. 이 때 부피는 이 등⁽²⁷⁾의 방법을 사용하여 측정하였다. 즉, 200 mL 메스실린더에 건조 시료를 가득 채운 후 그 무게를 측정하고 그 무게를 부피로 나누어 나타내었다. 이때 가능한 한 담는 방법에 따른 차이를 줄이기 위하여 건조된 당근 시료를 cylinder 10 cm 위에서 쏟아 붓는 방식을 취하였다. 이유식의 복원율은 Boeh-Ocansey⁽²³⁾의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 당근 시료 2 g에 80°C의 증류수 100 mL를 넣고 3분간 방치한 후 25 mesh 체로 거르고, 10분간 방치한 후 수분을 제거하고 체에 묻은 나머지 수분을 부직포로 닦아 내었다. 복원시킨 후의 시료 무게를 측정하여 건조 시료 1 g에 대한 복원 후의 수분의 무게로 계산한 값(g/g)을 복원율로 나타내었다. 냉동건조 시료와 복원시킨 시료의 색은 색차계(Color Difference Meter, CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 L, a 및 b 값을 측정하였다. 복원된 시료의 색도는 먼저 냉동건조 시료 2 g에 80°C의 물 30 mL를 첨가하고 3분간 방치하여 시료가 충분히 수화되면 골고루 저은 후에 측정하였다. 색도 측정 시에 사용한 백색판의 L, a 및 b값은 각각 L = 97.71, a = -0.45 및 b = +1.95이었다. 밀도, 복원율 및 색도는 각 실험군 별로 3회 반복 측정하였다.

냉동건조 당근의 관능검사

실험 설계 및 통계 분석: 가열판 온도 및 압력을 달리하여 냉동 건조시킨 9종류의 당근 시료를 한번에 검사할 때 발생할 수 있는 둔화현상의 문제를 해결하기 위하여 블록교락 반복 실험계획(replicated block confounding scheme)⁽²⁸⁾을 사용하였다. 즉 두 요인간의 이차 교호효과 중 일부를 블록과 교락시켜 실험을 실시하였다. 8명의 관능검사원에게 실험계획에 따라 각각 무작위로 추출된 3개의 시료를 제시하였으며, 3회에 걸친 관능검사를 통해 관능검사원들이 모든 시료를 1회씩 평가하도록 하였으며 결과적으로 각 시료는 8번 평가되었다.

시료의 준비 및 제시: 냉동 건조한 당근 시료 1.0 g씩을 유리 용기(직경 7.5 cm, 높이 3 cm)에 담아 칸막이가 되어있는 개인 검사대 위에 임의의 순서로 제시하였다. 시료를 재수화하기 위하여 사용한 증류수는 15 mL씩 뚜껑이 있는 vial에 담아 80°C의 항온수조에 넣어두고, 물이 식지 않도록 각 시료를 평가할 때마다 하나씩 제시하였다. 시료에는 난수표를 사용하여 선택한 세자리 숫자를 기입하였으며, 시료의 평가 사이사이에는 입을 헹글 수 있도록 증류수를 제공하였다.

평가 방법 및 내용: 관능검사패널은 관능검사에 경험과 관심이 있는 식품학 전공 대학원생 8명을 선정하여 구성하였다. 이들은 여러 번의 훈련과정을 통하여 평가특성의 개념과 강도에 대한 안정된 판단기준이 확립되어 평가결과의 재현성이 나타났을 때 본 실험에 임하도록 하였다. 관능검사원들은 먼저 주어진 시료에 물을 부은 후 3분 동안 방치하여 시료를 충분히 수화시키고 잘 저은 후에, 당근 색(carrot color), 당근 향미(carrot flavor), 이취(off-flavor) 및 연한 정도(tenderness)를 평가하였다. 모든 특성은 9점 척도를 이용하여 평가되었으며, 1점으로 갈수록 특성의 강도가 약해지고 9점으로

갈수록 특성의 강도가 강해지는 것을 나타내도록 하였다.

통계 분석

모든 실험 결과에 대하여는 SAS/STAT⁽²⁹⁾를 이용하여 분산 분석 및 Tukey test를 수행하였다. 또한 이유식용 냉동건조 당근 제조 시 최적의 가열판 온도와 압력을 결정하기 위하여 당근의 냉동건조 시간과 냉동 건조 당근의 품질과 밀접한 관계가 있다고 나타난 당근 색, 연한 정도 및 당근 향미에 대한 관능검사 결과에 대해서 반응표면분석을 수행하였다.

결과 및 고찰

냉동건조 당근의 냉동건조 시간, 비중 및 복원율

냉동 건조기의 가열판 온도와 압력에 따른 당근의 냉동 건조 시간, 비중 및 복원율을 측정된 결과는 Table 1에 나타내었다. 냉동건조 시간은 예측한 바와 같이 가열판 온도가 높을수록 감소하고, 압력이 낮을수록 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 비교적 큰 조각의 당근을 냉동건조시킨 연구⁽²⁵⁾에서와 일치하였다.

당근의 밀도는 가열판 온도와 압력에 따른 유의적인 차이를 보이지 않아, 냉동건조 당근의 밀도는 이 실험에서 사용된 범위의 가열판 온도와 압력의 조건에서는 영향을 받지 않

음을 알 수 있었다. 또한 다른 연구들^(25,26)과 비교해 볼 때 밀도가 현저히 낮게 나타났는데 이는 밀도 측정 시 사용된 방법의 차이에 기인한다고 본다.

복원율은 조건에 따라 유의적인 차이를 보였으나 가열판 온도와 압력 조건의 수준에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다. 가열판 온도 20°C에서는 압력이 높아짐에 따라 복원율이 증가하였으나, 40°C와 60°C에서는 압력이 높아짐에 따라 감소하다가 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 압력에 따른 복원율의 변화를 살펴보면, 복원율은 100 micronHg일 때 온도가 높아짐에 따라 증가하다가 약간 감소하였고, 550 micronHg일 때는 점차 감소하였으며, 1000 micronHg에서는 감소하다가 다시 약간 증가하였다. 다른 연구들⁽²³⁻²⁶⁾과 비교해 볼 때, 복원율 값이 높게 나타난 것은 이들 연구에 비해 본 연구에서 취급한 시료 조각들의 크기가 작아 표면적이 커져서 시료가 더 많은 양의 물을 흡수하였기 때문으로 생각된다. 또한 전처리 시 충분히 호화되지 않았던 당근 내부의 전분이 높은 온도의 물로 복원시키는 과정에서 호화가 일어나 수분을 많이 흡수함으로써 영향을 미쳤을 것으로 추측된다.

냉동건조 당근의 색도

가열판 온도와 압력에 따른 냉동건조 당근의 건조 시료와 수화 후 시료의 색도 측정에 대한 결과는 Table 2에 나타내

Table 1. Drying time, density¹⁾ and rehydration ratio²⁾ of freeze dried carrot

PT ³⁾ (°C)	CP ⁴⁾ (micronHg)	Drying time (h: min)	Density (g/mL)	Rehydration ratio (g/g)
20	100	12 : 30	0.030 ± 0.000	16.55 ± 0.11 ^e
	550	11 : 30	0.027 ± 0.003	17.94 ± 0.29 ^d
	1000	11 : 00	0.030 ± 0.000	19.50 ± 0.34 ^{ab}
40	100	10 : 00	0.030 ± 0.000	20.44 ± 0.09 ^a
	550	9 : 30	0.030 ± 0.000	17.66 ± 0.19 ^d
	1000	9 : 00	0.030 ± 0.000	18.23 ± 0.19 ^{cd}
60	100	9 : 00	0.030 ± 0.000	19.14 ± 0.13 ^{bc}
	550	8 : 30	0.030 ± 0.000	17.55 ± 0.13 ^{de}
	1000	8 : 30	0.030 ± 0.000	18.50 ± 0.32 ^{bcd}

^{1),2)}N=3; Mean ± SE; Means sharing a superscript letter in the same column are not significantly different (p>0.05, Tukey test). Density did not show significant difference among the treatments.

³⁾Plate temperature.

⁴⁾Chamber pressure.

Table 2. L, a and b values¹⁾ of freeze dried carrot

PT ²⁾ (°C)	CP ³⁾ (micronHg)	Dried			Rehydrated		
		L	a	b	L	a	b
20	100	63.5 ± 1.4	21.3 ± 1.0	38.4 ± 1.1	60.8 ± 0.7	23.6 ± 0.3	46.0 ± 0.7
	550	63.0 ± 2.0	23.3 ± 2.5	40.9 ± 1.3	59.0 ± 0.9	25.7 ± 2.2	47.1 ± 1.3
	1000	63.2 ± 1.0	24.2 ± 0.5	38.8 ± 1.4	58.7 ± 0.2	27.9 ± 1.1	48.9 ± 1.5
40	100	65.1 ± 0.8	21.1 ± 0.6	40.2 ± 1.5	59.6 ± 0.1	25.0 ± 1.0	46.6 ± 0.6
	550	65.2 ± 1.7	19.0 ± 1.8	40.0 ± 0.4	59.1 ± 0.8	22.9 ± 1.1	47.3 ± 2.1
	1000	66.0 ± 1.3	21.7 ± 0.9	41.0 ± 2.1	60.1 ± 1.0	24.4 ± 1.0	45.8 ± 0.4
60	100	66.1 ± 0.8	22.5 ± 0.4	36.0 ± 0.6	60.6 ± 0.8	26.8 ± 0.4	43.6 ± 0.6
	550	66.3 ± 0.8	20.5 ± 0.7	36.2 ± 1.7	59.8 ± 0.9	23.1 ± 2.3	43.9 ± 3.8
	1000	65.0 ± 0.9	20.2 ± 1.5	41.8 ± 1.3	60.5 ± 0.9	23.1 ± 0.8	49.0 ± 0.9

¹⁾N=3; Mean ± SE; All color values were not significantly different.

²⁾Plate temperature.

³⁾Chamber pressure.

Table 3. Sensory characteristics¹⁾ of freeze dried carrot

PT ²⁾ (°C)	CP ³⁾ (micronHg)	Carrot color	Tenderness	Carrot flavor	Off-flavor
20	100	5.50 ± 0.33 ^{abc}	6.00 ± 0.33 ^{ab}	5.50 ± 0.46 ^{abc}	1.63 ± 0.18
	500	6.13 ± 0.30 ^a	5.88 ± 0.35 ^{ab}	6.38 ± 0.38 ^a	2.00 ± 0.38
	1000	6.00 ± 0.33 ^{ab}	7.13 ± 0.23 ^a	5.75 ± 0.25 ^{ab}	2.13 ± 0.30
40	100	4.25 ± 0.45 ^{abc}	4.75 ± 0.41 ^{bc}	4.63 ± 0.57 ^{abc}	2.00 ± 0.33
	500	4.88 ± 0.52 ^{abc}	6.00 ± 0.38 ^{ab}	5.63 ± 0.60 ^{abc}	1.88 ± 0.40
	1000	4.25 ± 0.62 ^{abc}	5.13 ± 0.58 ^{bc}	4.75 ± 0.75 ^{abc}	2.00 ± 0.27
60	100	3.88 ± 0.30 ^c	3.63 ± 0.38 ^c	3.50 ± 0.33 ^{bc}	2.13 ± 0.23
	500	4.75 ± 0.53 ^{abc}	3.88 ± 0.48 ^c	3.38 ± 0.50 ^c	2.75 ± 0.41
	1000	4.13 ± 0.35 ^{bc}	3.63 ± 0.42 ^c	4.13 ± 0.48 ^{abc}	2.13 ± 0.30

¹⁾N=8; Mean ± SE; Means sharing a superscript letter in the same column are not significantly different (p>0.05, Tukey test). Off-flavor did not show significant difference.

1=trace, 9=extreme.

²⁾Plate temperature.

³⁾Chamber pressure.

Table 4. Regression coefficients of the second degree polynomials¹⁾ for sensory attributes of freeze drying of carrot

Coefficients	Drying time	Rehydration ratio	Carrot color	Tenderness	Carrot flavor
β_0	9.3306	18.0898	4.8686	5.4613	5.3017
β_1	-1.4908	0.1672	-0.8151	-1.3235	-1.0999
β_2	-0.5000	0.0150	0.1250	0.2500	0.1667
β_{11}	0.6667	-0.5794	0.6042	-0.2708	-0.2292
β_{22}	0.2250	1.0249	-0.6047	-0.2391	-0.4406
β_{12}	0.2490	-0.8719	-0.0692	-0.2974	0.1153
% variability explained	98.29	92.60	67.52	70.94	71.20

¹⁾ $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2$

X_1, X_2 ; coded levels of plate temperature and chamber pressure (-1, 0, 1).

었다. 건조 당근 시료의 L값(lightness)은 가열온도가 증가함에 따라 유의적인 차이는 없었으나 그 값이 약간 증가하는 경향을 보였으며, 이러한 결과는 가열판의 온도가 높았을 때 당근의 색소가 일부 파괴된 것에서 기인된 것으로 생각된다. 가열 온도에 따른 색의 변화는 높은 온도에서 건조되는 경우 cranberry 색의 변화가 크게 나타났다는 연구 결과⁽³⁰⁾ 하 고도 관련이 있을 것으로 본다. 또한 L값은 압력의 변화에 따라서도 유의적인 차이를 보이지 않았다.

복원된 냉동 건조 당근의 L, a 및 b값을 측정된 결과 냉동 건조 조건에 따라 시료간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 건조 시료와 비교해 볼 때, 수화 시료는 흡수된 수분에 의해 빛의 반사와 흡수가 달라져 L값은 감소하고, a값과 b값은 증가하여 건조 시료보다 짙은 색이 된 것을 알 수 있다.

냉동건조 당근의 관능적 특성

냉동건조기의 가열판 온도와 압력을 변화시킨 9개의 당근 시료의 4가지 특성에 대한 결과는 Table 3에 나타나 있다. 당근의 색은 가열판 온도가 증가함에 따라 강도가 감소하였으나 압력에 따라서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 앞에서 언급했던 색도 측정 결과와 비교해 볼 때 관능 검사 결과에서 나타난 시료간의 색 차이는 L값의 차이와 관련이 있는 것으로 생각된다. 텍스처 특성인 연한 정도는 가열판 온도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였는데, 이는 온도가 높아졌을 때 시료가 수축되어 더 질겨진 데서 기인한 것으로 생

각된다. 또한 연한 정도는 압력에는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

당근 향미는 가열판 온도가 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타났으며, 압력조건에 따라서는 큰 변화를 나타내지 않음을 알 수 있었다. 가열판 온도가 높았을 때 당근의 향미가 감소되는 것으로 보아 높은 온도로 열처리 시 당근의 성분 변화가 나타나는 것으로 생각된다. 이취는 가열판 온도가 높아짐에 따라 약간 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었고, 압력의 변화에 따라서도 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 냉동건조 당근에서 이취는 대부분의 시료에서 접수가 작고 그 차이가 상당히 적은 것으로 볼 때, 본 연구에서 사용된 냉동건조 조건에서는 큰 영향을 받지 않음을 알 수 있었다.

당근 냉동건조의 최적조건 결정

당근의 최적조건을 결정하기 위하여 품질에 많은 영향을 미친다고 사료되는 냉동건조시간과 복원율 및 분산분석을 통하여 유의성이 나타나지 않은 이취를 제외한 나머지 3가지 관능적 특성을 고려하였다. 반응표면방법을 사용하여 얻은 다중회귀식(Table 4)을 적용하여 그린 반응표면도(Fig. 1)를 살펴보면, 앞에서도 설명한 바와 같이 냉동건조시간, 당근의 색, 연한 정도 및 당근의 향미는 가열판 온도가 증가함에 따라 감소하여, 이 중 어떠한 변수도 반응의 최대값이 처리변수의 최고와 최저수준 사이에 존재하지 않음을 알 수 있었

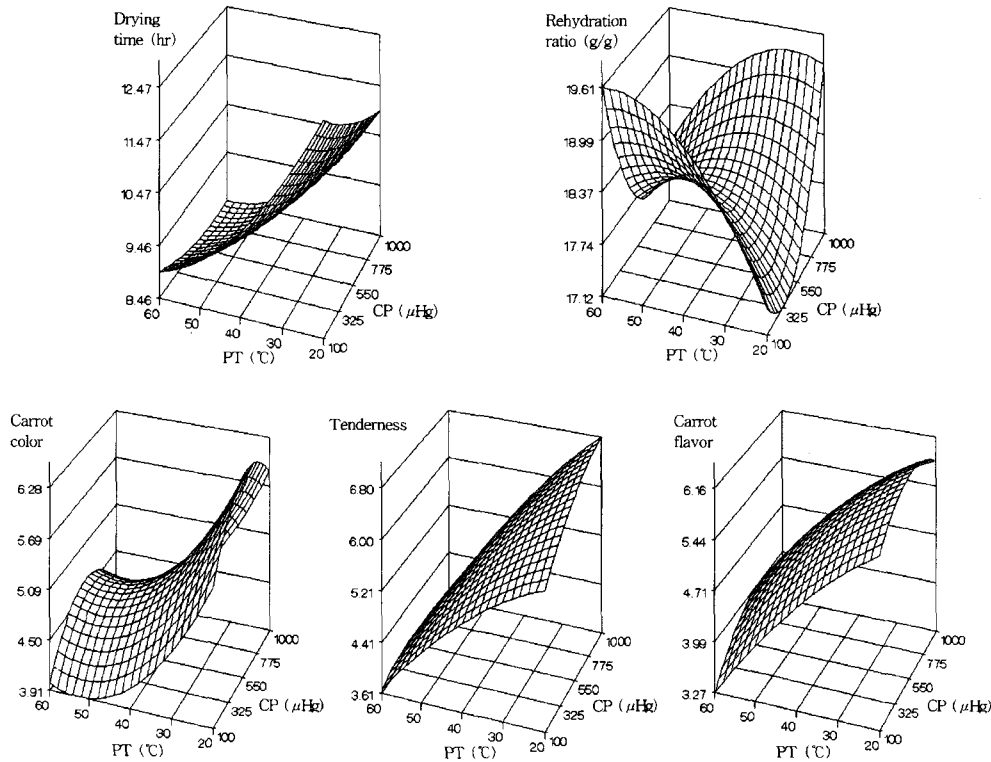


Fig. 1. Spline interpolation of response surface for freeze dried carrot as a function of plate temperature (PT) and chamber pressure (CP).

다. 냉동건조 당근의 제조 시 냉동건조시간은 짧을수록 경비 절감의 효과가 있고, 복원율, 당근의 색, 연한 정도 및 당근 향미는 반응값이 클수록 바람직하다. 그러나 이유식용 냉동 건조 당근의 바람직한 특성들을 모두 최대로 하면서 냉동 건조 시간을 최소로 할 수 있는 처리요인의 최적 수준이 3차원의 공간에서 일치하지 않았기 때문에 다중회귀식을 사용하여 얻은 기대값을 살펴보고 처리 요인에 대한 제한수준을 설정하였다. 즉, 건조시간은 9시간 이하, 복원율을 18 g/g 이상, 연한 정도와 당근의 향미는 5점 이상인 제한된 범위에서 당근의 색이 최대가 되는 가열판 온도와 압력을 요인들의 최적수준으로 결정하였다. 이 제한에 따라 위의 다중회귀식을 사용하여 여러 수준으로 독립변수를 달리하여 계산된 각 특성의 기대값을 살펴본 결과, 가열판 온도는 43°C, 압력은 700 micronHg를 이유식용 당근의 최적 냉동건조 조건으로 결정하였다. 이 수준에서 각각의 특성에 대한 기대값은 냉동건조 시간 9시간, 복원율은 18.2 g/g, 당근의 색은 4.73점, 연한 정도는 5.30점 및 당근 향미는 5.14점이었다.

요 약

본 연구에서는 생후 9-12개월 된 영아에게 재 수화시킨 후 숟가락으로 떠서 먹일 수 있는 비교적 입자가 큰 알갱이 형태의 이유식용 냉동건조 당근의 최적 건조조건을 결정하였다. 이를 위하여 가열판 온도와 압력을 달리하면서 당근을 냉동 건조시킨 후, 냉동건조시간과 물리적 특성 및 관능적 특성을 측정하였다. 냉동건조시간은 가열판 온도가 높고 압력이 높을수록 감소하였다. 관능적 특성 중 당근의 색, 연한

정도 및 당근의 향미는 가열판 온도가 감소함에 따라 증가하였다. 또한 압력은 냉동 건조 당근의 관능적 특성에 큰 영향을 주지 않았다. 이유식용 냉동 건조 당근의 제조 시 바람직한 특성을 가능한 한 최대로 하면서 건조시간은 가능한 한 최소로 할 수 있는 최적조건은 가열판 온도는 43°C, 압력은 700 micronHg로 결정되었다.

감사의 글

이 연구는 파스퇴르 분유 주식회사의 모유보급회의 지원을 받아 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Shon, K.H., Yoon, S., Lee, Y.M. and Yeon, J.H. The study of infant feeding in weaning period. J. Korean Soc. Food Sci. 8: 107-115 (1992)
2. Bae, K.S. and Moon, S.J. Nutrition education program for weaning infants (I). J. Korean Home Eco. Assoc. 22: 63-71 (1984)
3. Nash, A.H. and Shin, S.Y. Priorities in the formulation of weaning food for Korea. Food Nutr. 2: 32-43 (1981)
4. Cheigh, H.S. and Kwon, T.W. Development of protein-rich food mixtures for infants and growing children in Korea. Korean J. Food Sci. Technol. 2: 96-120 (1970)
5. Ho, J.H. and Kim, S.K. The protein rich food mixtures for Korean infants. Korean J. Nutr. 3: 95-99 (1970)
6. Lee, S.R. Preparation of dried weaning food based on sweet potato and soy bean. Korean J. Food Sci. Technol. 2: 1-7 (1970)
7. Ahn, K.M., Moon, S.J., Choi, H.S. and Kwak, T.K. Development and evaluation of the supplementary foods for Korean infants and children. Korean J. Nutr. 18: 259-271 (1985)

8. Yoon, S.K. and Lee, Y.C. Studies on semisolid infant food: I. Formulation and their nutritive values. *Korean J. Nutr.* 18: 46-54 (1985)
9. Yoon, S.K. and Lee, Y.C. Studies on semisolid infant food: II. Storage stability of the home-prepared infant foods. *Korean J. Nutr.* 18: 55-62 (1985)
10. Min, S.H., Shon, K.H. and Yoon, S. Development of supplementary foods for infants using Korean foods: I. Development and analysis of nutrients of the supplementary foods. *Korean J. Soc. Food Sci.* 9: 99-104 (1993)
11. Lee, G.G., Kim, J.Y. and Lee, C.H. Studies on the effects of amylase addition to rice extrusion on the rheological properties of the extrudate for weaning food base. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26: 670-678 (1994)
12. Kim, K.O. and Choi, H.J. Optimization of the preparation of rice-based infant foods using freeze drying process. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 680-689 (1995)
13. Tomson, W.A.B. Infant formulas and the use of vegetable protein. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 56: 386-388 (1979)
14. Jansen, G.R., O'Deen, L., Tribelhorn, R.E. and Harper, J.M. The caloric densities of gruel made from extruded corn-soy blends. *Food and Nutr. Bulletin* 3: 39-44 (1981)
15. Ekpenyong, T.E., Fetuga, B.L. and Oyenuga, V.A. Fortification of maize flour based diet with blends of cashewnut meal. African locust bean meal and sesame oil meal. *J. Sci. Food Agr.* 28: 710-716 (1977)
16. Tontisirin, K., Moaleekoonpairoj, B. and Dhanamitta, S. Formulation of supplementary infant foods at the home and village level in Thailand. *Food Nutr. Bulletin* 3: 37-40 (1981)
17. Desikacjar, H.S.R. Development of weaning foods with high caloric density and low hot-paste viscosity using traditional technologies. *Food Nutr. Bulletin* 2: 21-23 (1980)
18. Kim, K.O., Kim, H.Y. and Lee, Y.C. Optimization of freeze dried rice production for infant foods. *Foods and Biotech.* 5: 14-20 (1996)
19. Lee, K.Y. Approach to breast feeding promotion and proper weaning practice. *Food Nutr.* 2: 27-31 (1981)
20. Lee, Y.C. Freeze drying technology of food. *Food Sci.* 20: 38-41 (1987)
21. Moon, J.W. Development of freeze drying technology and application in food industry. *Food Sci.* 20: 38-43 (1987)
22. Dalglish, J.M.C.N. *Freeze Drying for the Food Industries.* pp. 57-59. Elsevier Applied Science, London, UK (1990)
23. Boeh-Ocansey, O. Effect of vacuum and atmospheric freeze-drying on quality of shrimp, turkey flesh, and carrot samples. *J. Food Sci.* 49: 1457-1461 (1984)
24. Mudahar, G.S., Toledo, R.T., Floros, J.D. and Jen, J.J. Optimization of carrot dehydration process using response surface methodology. *J. Food Sci.* 54: 714-719 (1989)
25. Litvin, S., Mannheim, C.H. and Miltz, J. Dehydration of carrots by a combination of freeze drying, microwave heating and air or vacuum drying. *J. Food Eng.* 36: 103-111 (1998)
26. Lin, T.M., Durance, T.D. Scaman, C.H. Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices. *Food Res. Int.* 31: 111-117
27. Lee, B.W., Shin, G.J., Kim, M.H. and Choi, C.U. Effect of pre-treatment before air drying on the quality of carrot flake. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21: 430-434 (1989)
28. Cochran, W.G. and Cox, G.M. *Experimental Design.* John Wiley & Sons Inc., New York, USA (1957)
29. SAS Institute, Inc., *SAS User's Guide, Statistics, 5th ed.* SAS Institute Inc., Cary, NC, USA (1985)
30. Yongsawatdigul, J. and Gunasekaran, S. Microwave vacuum drying of cranberries: Part II: Quality evaluation. *J. Food Proc. Preserv.* 20: 145-156.

(2001년 11월 27일 접수; 2002년 8월 27일 채택)