KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 34, No. 5, pp. 805~810 (2002)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

국내산 키위연육제 제조과정 중 부형제의 첨가가 키위분말의 품질에 미치는 영향

노정해* · 김영붕 · 길복임[1]
한국식품개발연구원, [1]안양대학교 식품영양학과

The Effect of Bulking Agent on Quality of Kiwifruit Powder in the Process of Domestic Kiwifruit Tenderizer

Jeong-Hae Rho*, Young-Boong Kim and Bok-Im Kil[1]
Korea Food Research Institute
[1]Department of Food and Nutrition, Anyang University

Development of tenderizer using domestic fruits was studied. Kiwifruit was dried using various methods, and the quality of kiwifruit powder was observed during 12 week storage. Frozen kiwifruit was prepared in paste, dice, and whole flesh. After drying, paste-type kiwifruit showed 2.0 and 1.3 times higher proteolytic activity than dice and whole flesh kiwifruits, respectively. Nine hour of hot-air drying or 46 h of freeze-drying eliminated more than 90% of water from kiwifruit, during which discoloring of kiwifruit occurred. Freeze-dried powder showed 6.6 times higher yield and proteolytic activity, and resulted in almost no discolorization than those of air-dried powder. Addition of bulking agent affected the quality of hot air-dried kiwifruit powder, except color, resulting in 3.2~3.6 times higher proteolytic activity than that without bulking agent, which is comparable to 60% of the initial freeze-dried powder content. Moisture content of kiwifruit powder with bulking agent sustained consistently during 12 week storage, whereas proteolytic activity decreased for the first 4 weeks. Freeze-drying is a preferable method to produce kiwifruit powder for tenderizer, although hot air-drying with bulking agent treatment is more economical.

Key words: domestic kiwifruit, drying methods, proteolytic activity, bulking agent, meat tenderizer

서 론

우리나라에서 양다래(Kiwifruit: *Actindia deliciosa planch*)로 불리우는 키위는 온대성 낙엽과수로서 1977년 뉴질랜드에서 종자를 도입하여 전라남도, 경상남도 등의 남해안 일대와 제주도에서 생산되고 있으며 그 생산량이 해마다 증가되고 있고[1] 품질은 외국산 키위보다 더 선호되어 있다. 키위는 비타민 C와 섬유소의 함량이 높아 영양학적으로도 우수한 식품이라 할 수 있으며[2] actinidin이라는 단백분해효소가 존재해 육류에 대한 연화효과도 가지고 있다[3]. 한편 키위의 과육이 쉽게 물러져 일정 기간이 지나면 기호가 떨어지는 계절과실이라는 점을 고려해 볼 때 키위내 단백분해효소를 추출하여 이용할 수 있는 방안 등에 대한 연구가 요구되어지고 있다[4-8].

식물성 단백분해효소는 연육제, 소화제, 소염제 또는 맥주의 혼탁방지제 등으로 널리 이용되고 있다. 한편, 고기의 소비는 날로 증가되어지고 있고 이에 따른 고기 연화를 위한 연육제의 사용증가가 기대되고 있으나 현재 우리나라에서는 분말형태의 외국산 연육제만이 시판되고 있어 단백분해효과를 가진 키위 등을 이용한 연육제 개발은 수확 후 키위의 저장성 향상과 더불어 1차가공의 직접적인 연계가능성을 제시하여 농가의 이익증대에 기여할 것으로 사료된다. 그러나 국내에서는 아직까지 국내산 과실의 분말연육제 가공에 대한 연구가 구체적으로 이루어지지 않고 있어 이에 본 연구는 키위 분말연육제 개발에 기초자료를 제공하고자 하였다.

본 연구에서는 국내산 과실을 이용한 연육제 개발 연구의 일환으로 단백분해효과가 있는 국내산 키위를 건조가공하여 한국 실정에 맞는 분말연육제를 개발하고자 하였다. 분말과정은 노 등[9]과 이 등[10]의 결과를 토대로 열풍건조와 동결건조를 실시하였고 키위가 계절과일이므로 냉동된 키위의 전처리 과정에 관한 고찰을 하였다. 또한 키위내 당함량이 높아[11,12] 건조된 키위분말이 저장기간 동안의 빠른 재흡습으로

*Corresponding author: Jeong-Hae Rho, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Seongnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea
Tel: 82-31-780-9060
Fax: 82-31-780-9234
E-mail: drno@kfri.re.kr

인한 caking이 우려되므로 anticaker로 부형제를 첨가하였고 부형제를 첨가한 후 건조가공된 키위분말의 단백분해효과와 이화학적 특성을 비교분석하였으며 12주간의 저장기간에 따른 품질변화를 관찰하여 이를 키위연육제 개발의 기초자료로 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용한 주재료는 국내산 키위(전남 해남)를 가락시장 내 청과시장에서 다량 구입하여 −20°C 냉동고에 보관하면서 사용하였다. 부형제는 노 등[9]과 이 등[10]을 토대로 단백분해활성에 영향을 미치지 않는 것으로 나타난 dextrin ((주)대상)과 cyclodextin((주)삼양)을 선택하여 사용하였다.

분말연육제의 제조

전처리 방법: 분말연육제 제조를 위하여 냉동시킨 키위를 박피하여 과육 전체를 그대로 사용한 과육형태와 과육을 잘게 자른 dice 형태 그리고 hammer mill을 이용하여 제조한 paste 형태의 세가지 처리구로 준비한 후 각각 동결건조를 실시하여 전처리의 효과를 비교하였다. 각 처리구는 3반복을 실시하였다.

건조방법: 분말연육제 제조를 위하여 건조는 열풍건조와 동결건조 방법을 이용하였고 건조과정 중 2-3시간마다 수분함량과 키위 paste의 색변화를 측정하였다. 열풍건조는 냉동된 키위를 박피한 후, hammer mill을 이용하여 paste 형태로 만든 다음 60°C의 forced air ventilating dry oven에서 건조하였고[13] 건조온도는 배와 노[14]와 최[15]가 키위의 효소활동 최적온도가 60°C 전후라고 밝힌 결과에 따라서 60°C로 설정하여 46시간 동안 건조시켰다. 동결건조분말 연육제는 냉동시킨 키위를 박피하여 paste 형태로 전처리한 후 −35°C에서 재동결시키고 그 후 건조기 안에서 −9.0 torr까지 진공시킨 후 55°C의 가열판에서 10시간 동안 1차 건조한 후 50°C에서 16시간 동안 2차 건조하였다[12].

부형제 첨가: 부형제 첨가 처리구는 건조 전 paste 상태에서 dextrin((주)대상)과 cyclodextin((주)삼양)을 각각 2%와 5%(w/w)씩 첨가하여 섞은 후 건조하였다.

일반성분분석

수분의 함량은 AOAC 방법에 준하여 105°C의 dry oven에서 상압건조법으로 측정하였다[16]. 키위의 건조과정 중과 저장과정 중의 색도측정은 색차계(Chromameter CR200, Minolta, Japan)를 사용하여 Hunter scale에 의해 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값으로 표시하였다[13,17,18].

단백분해효소의 활성 측정

연육제 내에 존재하는 단백분해효소의 효소활성은 Kunitz에 의한 방법[19,20]에 따라 측정하였다. Hammastein casein을 0.1 M sodium phosphate buffer(pH 7.0), 5 mM cysteine, 2 mM EDTA에 1% 농도가 되도록 용해하여 90°C에서 15분간 열처리 후 냉각시켜 기질용액으로 하고 사용할 때에는 37°C water bath에서 가온하여 사용하였다. 시험관에 1% casein 기질 1 mL에 효소액 2 mL를 가하고 40°C에서 20분간 반응시킨 다음 5% TCA 용액 3 mL를 넣고 실온에서 30분 방치하여 Whatman No. 40 여과지로 여과시킨 후 여액의 흡광도를 280 nm에서 측정하였다. 이때 효소액 2 mL는 동결건조분말 0.1 g을 0.1 M sodium phosphate buffer(pH 7.0)에 녹인 후 tyrosine 표준검량곡선에 포함되도록 희석시킨 후 사용하였고 효소의 활성단위는 효소액 1 mL가 1분간에 생성하는 tyrosine의 μM(tyrosine 1 M = 181.19 g/1 L, 1 M HCl)으로 정하였다[6,21].

결과 및 고찰

전처리에 따른 이화학적 특성

분말연육제 개발 연구의 일환으로 국내산 키위를 가공하는 과정 중, 건조 전 전처리를 달리한 경우 야기되는 이화학적 변화를 관찰하고자, 건조 전 국내산 키위를 냉동시켜 박피한 후 과육 형태, dice 형태, paste 형태로 전처리 하였고 이 처리구들을 동일하게 동결건조한 후 비교분석하였다. 그 결과 Table 1에서 보여주듯이, 전처리를 달리하여 동결건조된 키위의 건조분말 수율과 수분함량은 전처리 형태에 의한 차이가 관찰되지 않았다. 한편 전처리를 달리하였을 경우 동결건조를 거친 키위 내에 잔존하는 단백분해효소 활성을 비교하기위해 다른 기질에 비해 가장 높은 기질특이성을 보여준 casein을 기질로 하여 측정하였고[6,22] 이 때 효소활성은 효소에 의해 생성되는 tyrosine의 양으로 나타내었다. 냉동된 키위를 paste 형태로 전처리 한 경우가 dice 형태로 전처리한 처리구보다 2.0배, 일반 과육 형태보다는 1.3배 높은 효소활성 값을 나타내어 paste 형태로 전처리한 키위가 동결건조 후 다른 전처리 조건에 비해 건조 후에도 과실분말 내에 많은 단백분해효소를 함유하고 있음이 확인되었다. 이는 paste 처리가 강한 가공공정이기는 하나 paste 처리가 dice로 자르는 시간에 비해 비교적 짧은 시간에 이루어지므로 시료의 상온 노출시간이 적고 과육 형태의 시료에 비해 건조시간이 짧아 효소활성이 더 높게 유지된 것으로 생각되었다. 따라서 냉동저장된 키위를 paste 형태로 전처리를 하는 것이 더 효율적임이 입증되어, 키위 분말연육제의 단백분해효과와 품질변화를 살펴보기 위해 키위를 paste 형태로 전처리하여 부형제를 넣은 후 열풍건조와 동결건조를 실시하였다.

Table 1. Total yields of freeze dried kiwifruit by pretreatment type

	Yield (%)	Moisture content (%)	Total enzyme activity / flesh 1 g (μM)	Total enzyme activity / powder 1 g (mM), DM
whole flesh	19.0±0.2	6.1±0.2	84,793±558	475.3±3.1
dice type	18.8±0.3	10.1±0.5	52,622±1,212	298.1±7.2
paste type	18.4±0.7	7.5±0.0	107,793±3,542	623.9±20.8

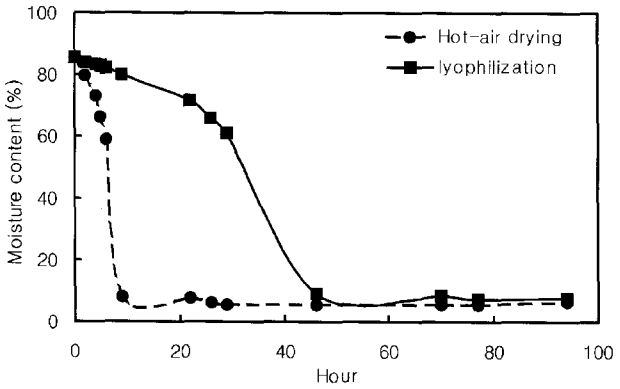

Fig. 1. Moisture content change of kiwifruit paste during various drying methods.

건조방법에 따른 키위분말의 품질

키위의 분말화를 위하여 열풍건조와 동결건조 방법을 선택해 건조과정 중 일어나는 시료내 이화학적 특성을 살펴 건조과정 중 일어날 수 있는 문제점을 예측하고자 하였으며 건조 후 변화된 이화학적 특성을 통해 건조방법에 따른 키위분말의 품질을 비교분석하였다.

수분: 열풍건조는 건조중의 온도가 일반적으로 높아 과실류의 건조에서는 기피되고 있기는 하나 가공비용이 저렴하고 키위효소의 열안정성이 비교적 높아[14,15] 경제성 측면에서 분말연육제의 가공에 고려해 볼 수 있는 가공방법이라 여겨졌다. 건조과정 중 수분함량은 Fig. 1에서 보여주듯이 열풍건조 처리구의 경우 건조를 시작해서 9시간 동안 초기수분함량의 90.8%가 급격히 소실되었고 9시간 경과 후에는 수분의 이동은 거의 이루어지지 않았다. 반면 동결건조 처리구는 동결건조를 시작해서 46시간까지 완만한 감소곡선을 나타내어 초기 수분함량의 89.5%가 제거되었고 그 이후부터 수분이동은 거의 관찰되지 않았다. 따라서 열풍건조 중 초기 9시간과 동결건조 중 초기 46시간 동안 약 90% 이상 수분이 제거되는 점을 고려할 때 이 시간들은 분말연육제를 가공하기 위한 키위 건조과정 중 건조시간을 조절하는데 지표로 이용할 수 있다고 사료된다.

한편 건조 후 수분함량(Table 2)을 관찰한 결과 열풍건조 처리구에서는 수분함량이 6.4%로 나왔고 동결건조 처리구에서는 7.5%로 나와 두 건조방법에 따른 수분함량의 차이는 거의 나타나지 않았고, 건조시간의 지표로 판단되었던 9시간(열풍건조, 7.9%)과 46시간(동결건조, 9.0%)의 수분함량과 건조 직후 최종수분함량 값의 차이 또한 작아 건조 시 건조시간 조절로 인한 분말연육제 생산비용의 절감이 예측되었다. 열풍건조 시 동결건조보다 현격하게 짧은 시간만이 요구되고, 열풍건조의 생산비용이 동결건조보다 훨씬 낮다는 것을 고려할 때 열풍건조에 의한 생산비용의 감축효과는 배가될 수 있다. 그러나 연육제의 생산은 생산비용뿐 아니라 잔존단백분해 활성과 함께 고려하여야 할 것이다.

수율: 건조 후 건조분말의 수율은 Table 2에서 나타나듯이 열풍건조한 경우 13.6%로 18.4%의 동결건조 처리구에 비해 낮은 회수율을 보여주었다. 이는 건조 후 잔존되는 수분함량의 차이에 의한 것이라 사료되었다.

단백분해활성: 분말연육제의 가장 중요한 특성인 단백분해효소 활성의 정도를 비교한 결과는 Table 2와 같다. 열풍건조한 키위분말은 효소활동 최적온도인 60°C 전후에서 건조하였음에도 불구하고 장시간 열에 직접적으로 노출됨으로서 177,240 μM(1,353 mM, DM)로부터 16,388 μM(128 mM, DM)로 현저한 효소활성의 저하를 나타내어 건조 후 키위내 단백분해효소가 많이 줄어든 것으로 관찰되었다. 반면 동결건조의 경우는 건조과정을 통해 177,240 μM이던 효소활성이 107,793 μM(633 mM, DM)으로 단백분해활성 변화가 비교적 적게 나타났고 이러한 동결건조한 분말연육제의 단백분해효과는 배와 노[14] 그리고 노 등[10]에 의해서 보고된 바와 유사하였으며, 동결건조한 분말내 잔존하는 단백분해효소의 활성이 열풍건조한 처리구보다 약 6.6배 정도 더 남아있는 것으로 보고되었다. 따라서 분말연육제 내에 연육효과를 야기시키는 단백분해효소의 잔존량을 극대화하기 위해서는 동결건조를 하는 가공방법이 열풍건조보다 더 효율적인 것으로 확인되었다. 그러므로 위에서의 생산비용 절감을 고려하더라도 첨가제가 없는 건조 시에는 동결건조가 더 경제적인 방법이 될 것이다.

색: 건조과정 중 색의 변화는 열풍건조의 경우는 열에 대한 직접적인 노출로 인해 적색도(a)와 황색도(b)가 증가되었고 급격한 수분의 제거로 인해 발생한 밝기(L)와 황색도(b)의 변화만이 관찰된 반면 동결건조 처리구는 서서히 발생된 수분제거 과정으로 인해 색의 변화가 거의 나타나지 않았다. 건조 후 키위분말의 색은 Table 2에 제시된 바와 같이 열풍건조한 키위분말은 열의 직접적인 접촉으로 인해 적색도가 −10.70에서 −1.19으로, 황색도는 24.29에서 19.81로 변화되어 키위 고유의 색을 상실하였으나 동결건조 키위분말은 건조전 키위 고유의 색과 차이를 나타내지 않고 오히려 밝기는 51.96에서 65.12로 증가되어 자체내 수분의 제거로 인한 색의 변화만을 보여주어 키위 고유의 색을 간직하는 것으로 판단되었다. 따라서 키위 고유의 색을 유지하는 연육제 개발시 동결건조가 더 적합한 것으로 판단되었다.

이에 분말연육제를 가공하는 데 있어 건조방법에 의한 품질의 변화를 비교한 결과, 건조 중의 수분함량 변화와 수분의 이동과 건조방법에 따른 색변화 그리고 건조 후 잔존해

Table 2. Quality of kiwifruit powder produced by various drying methods

	Total enzyme activity /flesh 1 g (μM)	Yield (%)	Moisture content (%)	Optimal drying time (h)	Color		
					L	a	b
Before drying	177,240±246	-	86.9±0.1	-	52.0±1.3	-10.7±0.3	24.3±0.7
Hot-air drying	16,388±580	13.6±0.3	6.4±0.1	9	57.1±2.0	-1.2±0.1	19.8±0.3
Lyophilization	107,793±3,542	18.4±0.7	7.5±0.0	46	65.1±0.9	-10.2±0.2	26.3±0.4

Table 3. Yields and properties of kiwfruit powder tenderizer with bulking agent

		Yield (%)	Moisture content (%)	Total enzyme activity /flesh 1 g (μM)	Total enzyme activity /powder 1 g (mM), DM
Hot-air drying	control	13.6±0.3	6.4±0.1	16,388±580	128.7±4.6
	dextrin 2%	15.3±0.5	11.0±0.1	61,391±1,125	450.8±8.3
	dextrin 5%	15.4±0.3	9.9±0.0	60,188±845	433.8±6.1
	cyclodextrin 2%	13.3±0.1	12.4±0.0	55,583±1,742	477.1±15.0
	cyclodextrin 5%	13.3±0.2	10.4±0.1	51,981±962	436.2±8.1
Lyophilization	control	18.4±0.7	7.5±0.0	107,793±3,542	633.2±20.8
	dextrin 2%	17.3±0.3	6.2±0.0	107,837±2,875	664.5±17.7
	dextrin 5%	18.3±0.2	5.4±0.0	108,733±1,832	628.1±10.6
	cyclodextrin 2%	17.5±0.4	11.5±0.1	96,688±7,658	624.3±49.4
	cyclodextrin 5%	18.5±0.2	9.9±0.0	100,671±5,106	604.6±30.6

있는 단백분해효소의 양을 고려할 때 열풍건조보다는 동결건조로 가공하는 경우가 키위 본래의 특성을 유지하면서 높은 연화효과를 가질 수 있는 분말연육제를 생성할 수 있는 것으로 예상되었다.

부형제를 첨가한 키위 분말연육제의 품질

키위 분말연육제의 개발 가능성을 예측하기 위해 paste 상태로 전처리 한 키위에 부형제를 첨가한 후 열풍·동결건조를 하여 키위분말을 제조하였고 가공된 키위분말 연육제는 건조와 부형제 첨가에 의한 변화를 살피기 위해 단백분해효과와 이화학적 특성변화를 관찰하였고 이를 통해 최적의 가공조건을 설정하고자 하였다. 키위내 당함량이 높아 건조된 키위분말이 저장기간 동안의 caking이 우려되므로 anticaker로 부형제를 첨가하였으나 실제로는 첨가된 부형제가 anti-caking의 효과뿐만 아니라 과실의 건조과정 자체를 용이하게 하여 건조 동안의 효소의 활성저하를 줄이고 분말화를 쉽게 하였다[23,24].

열풍건조시에 수분함량은 Table 3에서 보여주듯이 건조 전에 부형제를 첨가하여 제조한 처리구의 경우 부형제를 첨가하지 않은 처리구보다 많은 양의 수분을 함유하고 있는 경향을 나타내었다. 부형제 첨가량이 2%에서 5%로 증가될 때 최종수분함량은 감소되었고 dextrin 처리구가 cyclodextrin 처리구보다 낮은 수분함량을 나타내었다. 한편 동결건조에서는 dextrin 처리구의 경우 약간의 수분감소가 나타났으나 cyclo-dextrin 처리구에서는 수분의 증가가 나타났고 열풍건조시와 마찬가지로 부형제 첨가량이 2%에서 5%로 증가될 때 최종 수분함량이 감소되는 경향이 보여졌다. 분말을 제조하기 위한 가공과정 중 적당한 부형제 즉 dextrin을 5% 첨가하고 건조한 처리구는 부형제를 넣지 않고 열풍·동결건조한 대조군과의 수분함량과 거의 차이가 나지 않았고 이를 통해 부형제 첨가로 인해 분말의 수분보유함량이 변화되지 않음을 확인하였다.

부형제에 의한 건조분말의 수율 변화를 보면 열풍건조에서는 cyclodextrin 처리구는 수율의 변화를 가져오지 않고 dextrin 처리구에서만 수율이 상승되는 것을 볼 수 있었다. 한편 동결건조에서는 dextrin과 cyclodextrin 부형제 첨가에 의한 수율 차이는 적었고 dextrin과 cyclodextrin에서 5% 첨가 처리구가 2% 첨가 처리구보다 수율이 더 높아 부형제 양에 따른 변화만이 관찰되었다. 따라서 분말연육제의 가공수율은 부형제보다는 건조방법에 의해 좌우됨이 확인되었고 부형제를 넣어 동결건조하는 가공방법이 효율적일 것으로 판단되었다.

분말연육제의 가장 중요한 특징인 단백분해활성은 가공과정 중 건조 전 부형제 첨가에 의해 영향 받을 것으로 예측되었고 실제로 단백분해효소활성의 잔존여부를 비교한 결과는 Table 3과 같다. 열풍건조의 경우는 건조전 부형제 첨가여부에 따라 큰 차이를 보여주고 있는데 부형제를 넣고 건조한 처리구의 경우는 부형제 무처리구보다 약 3.2~3.6배 더 높은 효소역가를 보여주어 부형제 첨가가 열풍건조 중 가해지는 물리적인 위해로부터 과실내 단백분해효소를 보호하고 있음이 확인되었다. 반면 동결건조의 경우는 건조전 부형제 첨가여부에 거의 영향을 받지 않고 일정 비율의 단백분해효소가 잔존해 있음을 과육 1 g당 효소활성값을 통해 확인할 수 있었다. 따라서 건조 후 분말연육제 내에 연육효과를 야기시키는 단백분해효소의 잔존량을 증가시키기 위해서는 건조하기 이전에 부형제를 첨가하는 가공과정이 필요할 것으로 사료되었다. 또한 열풍건조라 할지라도 부형제를 적절히 처리해 준다면 단백분해활성이 동결건조 결과물에 비해 60% 정도로 잔존하는 것으로 나타나 경제성 측면을 고려해 볼 때 가공비용이 높은 동결건조 방법에 대한 대안으로 여겨질 수 있었다.

열풍·동결건조된 모든 처리구는 건조 전 첨가된 부형제에 의해 색의 차이를 나타나지 않았고 건조방법에 의한 색의 변화만이 관찰되었으며, 이를 통해 건조 전 키위 paste에 첨가된 부형제는 건조 후 분말의 색에 전혀 영향을 미치지 않음이 확인되었다. 건조하기 이전 키위 paste에 부형제를 첨가한 후 건조하여 제조한 분말연육제는 부형제를 첨가하는 경우 부형제를 첨가하지 않은 처리구보다 더 안정적인 이화학적 특성과 높은 단백분해효소 잔존량을 보여주었다. 이는 열풍건조와 동결건조 모두에서 공통적으로 관찰된 결과이며 높은 연화효과를 기대할 수 있는 분말연육제를 개발하기 위해서는 dextrin 5%를 첨가한 후 건조를 시행하는 방법이 효율적인 것으로 사료되었다.

저장기간에 따른 키위 분말연육제의 품질변화

가공된 분말연육제를 12주 동안 일반상온에서 저장보관하면서 저장기간 중 품질변화를 비교분석하여 이를 키위 분말연육제 유효기간 설정시 기초자료로 제공하고자 하였다. 12

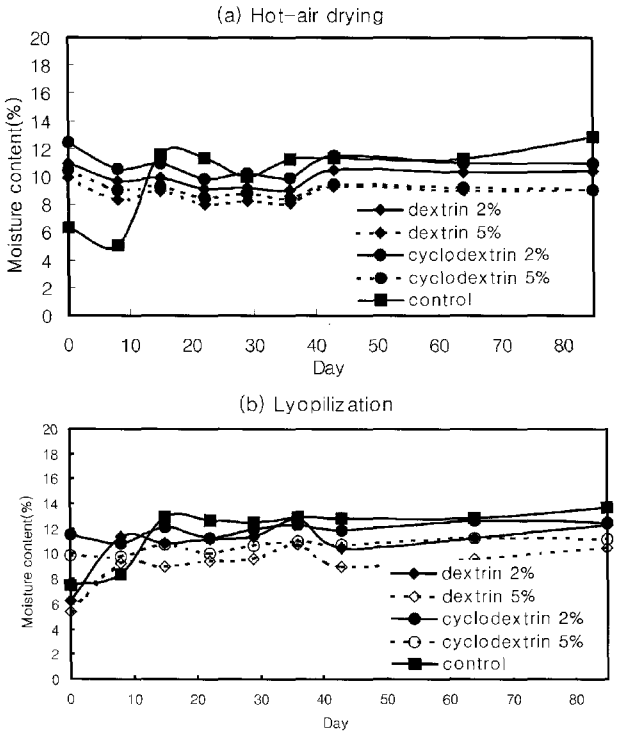

Fig. 2. Moisture content of kiwifruit powder during 12 week storage.

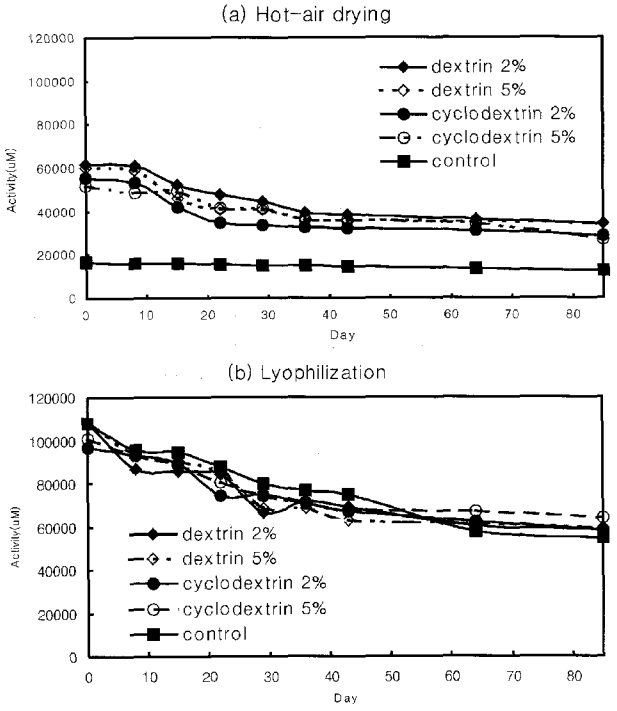

Fig. 3. Proteolytic activity of kiwifruit powder during 12 week storage.

주 저장하는 동안 변화된 수분함량은 Fig. 2에서 보여주듯이, 모든 처리구에서 부형제를 첨가하지 않은 대조구는 저장 2주 동안 급격한 수분흡수를 보인 이후 안정화되는 양상을 나타내었다. 그러나 부형제를 첨가한 분말연육제는 초기 수분함량은 대체로 높으나 저장기간 내내 안정된 경향의 수분보유력을 보여주었다. 따라서 분말연육제를 장기간 저장하는 경우 부형제의 첨가는 주위환경으로부터의 수분흡수를 방지하고 잔존해있는 높은 당함량에 의한 고형화(caking)를 방지할 수 있을 것[9,10]으로 사료되었다.

단백분해효소 활성은 12주 저장하는 동안 대부분 감소하는 양상을 보여주었는데 Fig. 3에 제시된 바와 같다. 열풍건조의 경우 건조전 부형제를 첨가한 처리구는 저장 4주까지 효소활성의 감소를 보이다가 안정화되었고 12주 당시의 단백분해활성도는 부형제를 첨가하지 않고 열풍건조한 대조구의 효소역가보다도 더 높게 관찰되었다. 반면 동결건조한 키위분말은 건조전 부형제의 첨가에 관련없이 모두 동일한 경향으로 감소되었으나 동결건조 분말의 12주 당시의 최종단백분해활성은 건조직후의 열풍건조 처리구보다 높은 활성도를 보여주었다. 따라서 열풍건조된 분말연육제를 장기간 저장하는 경우 보여준 단백분해활성의 변화를 통해서 건조전 첨가된 부형제가 분말연육제 내 잔존하는 단백분해효소의 활성을 유지시키고 있음이 보여졌으나 부형제 종류에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다.

요 약

본 연구는 키위연육제 개발의 기초자료로 제공하기 위해 단백분해효과가 있는 국내산 키위를 건조가공한 후 건조방법과 부형제 첨가에 따른 이화학적 특성을 비교분석하였고 12주 동안 저장하면서 품질변화를 관찰하였다. 건조 이전 전처리를 달리한 경우 paste 형태로 전처리를 한 경우가 dice 전처리 처리구보다 2.0배, 일반 과육형태보다는 1.3배 높은 단백분해활성을 나타내었다. 건조과정 중 변화를 보면 열풍건조는 9시간 동안 동결건조는 46시간 동안 키위 paste의 수분감소가 90% 이상 진행되었으며 이 시간 동안 색의 변화가 주로 관찰되었다. 건조분말은 열풍건조한 경우 동결건조 처리구에 비해 수율이 낮았으나 수분함량은 거의 차이가 나지 않았다. 열풍건조한 처리구의 경우 현저한 단백분해효소 활성의 저하를 나타내었고 동결건조한 처리구는 열풍건조보다 약 6.6배정도 많은 단백분해효과를 나타내었다. 키위 고유의 색은 동결건조를 하는 경우 유지되었다. 건조전 부형제를 첨가한 것에 의한 효과를 보면 동결건조에서는 부형제에 의한 차이가 적으나 열풍건조에서는 dextrin 5%를 첨가한 키위분말이 높은 건조분말수율과 낮은 수분함량을 보여주었다. 단백분해활성은 부형제를 넣고 열풍건조한 처리구의 경우 부형제 무처리구보다 약 3.2~3.6배 더 높은 효소역가를 보여주었고 이 역가는 동결건조 결과물에 비해 60% 정도 잔존하는 것으로 나타났다. 부형제에 의한 색의 차이는 관찰되지 않았다. 12주 저장하는 동안 모든 처리구에서 건조 전 부형제를 첨가한 분말연육제의 수분함량은 저장 내내 안정된 경향의 수분보유력을 보여주었다. 단백분해효소 활성은 열풍건조의 경우 건조전 부형제를 첨가한 처리구는 저장 4주까지 단백분해효소의 활성 감소를 보이다가 안정화되었다. 따라서 키위 고유의 색을 유지하고 가공 후 분말내 단백분해효소 잔존량을 높이기 위해서는 동결건조가 효율적이나 부형제를 적

절히 처리한 후 열풍건조를 하는 방법도 경제성 측면에서 좋은 대안이 될 수 있음을 보여주었다.

문 헌

1. Hong, J.H., Youn, K.S. and Choi, Y.H. Optimization for the process of osmotic dehydration for the manufacturing of dried kiwifruit. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 348-355 (1998)
2. Luh, B.S. and Wang, Z. Kiwifruit. Adv. Food Res. 29: 279-308 (1984)
3. Lweis, D.A. and Luh, B.S. Application of actinidin from kiwifruit to meat tenderization and characterization of beef muscle protein hydrolysis. J. Food Biochem. 12: 147-158 (1988)
4. Kim, B.J. Purification and characterization of kiwifruit protease. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 569-574 (1989)
5. Yoon, S., Choi, H.J. and Lee, J.S. Modification of functional properties of casein by kiwifruit protease. Korean J. Soc. Food Sci. 7: 93-101 (1991)
6. Cho, S.J., Chung, S.H., Suh, H.J., Lee, H., Kang, D.H. and Yang, H.C. Purification and characterization of a protease actinidin isolated from cheju kiwifruit. Korean J. Food Nutr. 7: 87-94 (1994)
7. Baker, E.N. Structure of actinidin : Details of the polypeptide chain conformation and active site from an electron density map at 2.8 Å resolution. J. Mol. Biol. 115: 263-277 (1977)
8. Bai, Y.H. and Rho, J.H. Application of proteolytic enzymes in fruits for meat tenderization. Korean J. Soc. Food Sci. 16: 367-371 (2000)
9. Rho, J.H., Lee, S.H. and Kwon, H.K. The quality of freeze-dried powder of domestic fig with bulking agent. Abstract No. 3-3 presented at the autumn join symposium (2000)
10. Lee, S.H., Rho, J.H. and Kwon, H.K. The quality of freeze-dried powder of domestic kiwi with bulking agent. Abstract No. 3-4 presented at the autumn join symposium (2000)
11. Korean Nutrition Society. Recommended Dietary Allowances for Koreans. 6th ed. pp. 260-261. Korean Nutrition Society, Seoul (1995)
12. Rho, J.H., Lee, S.H. and Kwon, H.K. The quality change of fruits containing proteolytic activity during storage and lyophilization. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29: 1057-1061 (2000)
13. Lee, B.Y. and Kim, H.K. Quality properties of korean yam by various drying methods. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 877-882 (1998)
14. Bai, Y.H. and Rho, J.H. The properties of proteolytic enzymes in fruits(pear, kiwifruit, fig, pineapple and papaya). Korean J. Soc. Food Sci. 16: 363-366 (2000)
15. Choi, H.J. Effects of proteolytic enzyme of kiwifruit on function in casein. M.S. thesis, Yonsei Univ., Seoul (1990)
16. AOAC. Official Method of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1995)
17. Kang, M.Y., Chung, Y.M. and Eun, J.B. Manufacturing and physical and chemical characteristics of fruit leathers using flesh and pomace of Japanese apricots. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1536-1541 (1999)
18. Dubois, M., Gilles, K., Hemilon, J.K., Robers, P.A. and Smith, F. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Anal. Chem. 28: 350-354 (1956)
19. Murachi, T. and Neurath, H. Fractionation and specificity studies on stem bromelain. J. Biol. Chem. 35: 563-565 (1970)
20. Suh, H.J., Chung, S.H., Choi, Y.M. and Cho, W.D. Protease activities in tenderizing effect of vegetables used as cooking material. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 883-887 (1988)
21. Kim, J.P., Suh, J.S. and Kim, J.S. Isolation and purification of ficin from fig latex. Korean J. Food Sci. Technol. 18: 270-277 (1986)
22. Choi, J., Son, K.M., Cho, Y.J., Cheon, S.S., Yim, S.Y. and Seok, Y.R. Purification and characterization of bromelain isolated from korean pineapple. J. Korean Agric. Chem. Soc. 35: 23-29 (1992)
23. Kennedy, M.J. Apple pomace and kiwifruit:Processing options. Aust. Biotechnol. 4: 43-49 (1994)
24. Dreyer, J.J. and Van der Walt, W.H. Evaluation of apple pomace as a bulking agent. South African J. Sci. 75: 124-126 (1979)

(2001년 12월 24일 접수; 2002년 9월 12일 채택)