

고화방지제의 첨가가 참다래 동결건조분말의 물리화학적 특성에 미치는 영향

오현정¹⁾ · 임자훈¹⁾ · 이주연¹⁾ · 오영주²⁾ · 임상빈^{1)¶}

제주대학교 생명과학기술혁신센터¹⁾ · 제주한라대학교 호텔조리과²⁾ · 제주대학교 식품생명공학과[¶]

Effects of Anticaking Agents on the Physicochemical Properties of Freeze-dried Kiwifruit Powders

Hyun-Jeong Oh¹⁾ · Ja-Hun Lim¹⁾ · Ju-Yeon Lee¹⁾ · Young-Ju Oh²⁾ · Sang-Bin Lim^{1)¶}

Biotechnology Regional innovation center, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea¹⁾

Dept. of Hotel Culinary Arts, Cheju Halla University, Jeju 690-708, Korea²⁾

Dept. of Food Bioengineering, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea[¶]

Abstract

Two kinds of anticaking agents (dextrin, polydextrose) were combined with kiwifruit paste at 5% w/w ratio and freeze-dried to prepare a powdered material. The physicochemical characteristics of kiwifruit powders with anticaking agents were compared with those without anticaking agents as the control. The yield was higher in the powders with anticaking agents than the control. Moisture content, acidity, and total phenolics were lower in the powders with anticaking agents than the control. The contents of vitamin C was higher in the powders with anticaking agents than the control, but was no significant difference with different anticaking agent types. There were no significant differences in free sugar content (fructose, glucose, total sugar) and organic acid content (oxalic acid, lactic acid, total) depending on the anticaking agent types. Hunter's L-value was significantly high in the order of the samples with dextrin, the control, and polydextrose, while a-value showed an opposite tendency. Browning index, water solubility, and swelling power didn't show any significant difference. However, the hygroscopicities with elapsed time were lower in the powders with anticaking agents than the control. Therefore, the kiwifruit powder combined with dextrin or polydextrose as an anticaking agent at 5% w/w ratio could be used as a food biomaterial with a good quality in moisture, vitamin C, color value, browning index, water solubility, and hygroscopicity.

Key words: freeze-dried kiwifruit powder, anticaking agent, dextrin, polydextrose, physicochemical characteristics

I. 서 론

참다래는 다래나무과(*Actinidiaceae*) 다래나무속(*Actinidia*)에 속하는 덩굴성 낙엽과수이다. 최근 국내에서 외국 품종의 재배에 따른 로열티 지

불에 대응하기 위하여, 외국산 품종의 수입대책과 국내산 품종의 경쟁력을 높이고자, 순수 우리 품종으로서 황색과육의 한라골드 품종이 육종개발되어(Kim SC et al 2008) 소비시장에서 외국품종들과 경쟁을 하고 있다. 이들 품종은 Hayward

¶ : 임상빈, 064-754-3617, sblim@jejunu.ac.kr, 제주특별자치도 제주시 제주대학교로 102 제주대학교 식품생명공학과

품종과 함께 주로 남해안 일대와 제주도에서 재배되고 있는데 그 생산량은 해마다 증가하고 있는 실정이다(Jeong CH et al 2007).

참다래는 다른 과실에 비해 비타민 C와 E, 카로테노이드, 폴리페놀, 무기질, 식이섬유의 함량이 높아 선호도가 높은 과실 중의 하나이며, 최근 항산화 효과 및 당뇨, 심혈관계질환, 특히 소화기계 암인 위암, 폐암, 간암 등의 성인병 예방과 변비 개선 효과 등 건강 기능성이 알려짐에 따라 소비가 증가되고 있는 추세이다(Du G et al 2009; Park YS et al 2011). 또한 참다래는 actinidin이라는 단백분해효소가 존재하여 육류에 대한 연화효과, 소화 증진 및 laxation 효과(Rush EC et al 2002)가 있어 참다래는 산업적으로 유용한 원료 중의 하나이다.

지금까지 참다래 분말에 관한 연구를 보면 Hong JH 등(1998)은 과숙된 키위로부터 건조키위를 제조하기 위한 삼투건조공정을 최적화하였으며, Youn KS와 Choi YH(1998)는 건조방법에 따른 건조키위의 품질변화를 측정하였으며, Kim HS 등(2003)은 키위분말 첨가가 bakery 제품의 품질에 미치는 영향을 측정하였다. Rho JH 등(2002)이 키위연육제 개발을 위해 키위를 건조가공한 후 건조방법과 고화방지제(固化防止劑, anticaking agent)로써 dextrin과 cyclodextrin의 첨가에 따른 분말의 단백분해활성을 측정하였다.

참다래는 영양성분이 풍부하지만 저장성이 낮기 때문에 과숙과나 비상품과의 이용 증대를 위해서는 건조한 후 분말 제품화하여 비타민C 제품, 냉동식품, 건조식품, 육가공품, 소스 등의 식품소재로 활용함이 바람직하다. 그런데 참다래 과육은 당 함량이 높기 때문에 건조 분말화하면 흡습성이 강하므로 응집되어 저장이 어려운 단점이 있다. 따라서 참다래 과육에 고화방지제를 첨가한 후 건조하여 분말이 응집되는 것을 방지할 필요가 있다.

분말 제조시 사용되는 고화방지제는 starch, dextrin, lactose, glucose, gelatin, arabic gum,

methyl cellulose 등이 있는데, 이들 중 dextrin은 흡습성이 낮고 용해분산성이 우수하여 분말의 조직감 개선효과가 우수하므로 널리 사용되고 있다(Rhee C & Cho SY 1991). 그리고 polydextrose는 천연에 존재하는 포도당, 솔비톨, 구연산을 89:10:1의 배합으로 혼합하여 고온진공에서 반응시킴으로써 제조할 수 있다(지성규 2007). 또한 다당류로서 안전성과 물에 대한 용해 분산성이 우수하므로 다양한 식품에서 안정제, 증점제, 고화방지제로 사용되고 있다(Zhong J et al 2000). Rho JH 등(2002)이 참다래를 건조하여 분말 연육제의 제품화 연구에서 고화방지제로 dextrin을 사용한 보고가 있지만, polydextrose와 dextrin을 고화방지제로 사용하여 참다래 건조분말의 이화학적 품질특성에 대한 연구는 보고된 바가 없다.

따라서 본 연구에서는 제주도에서 육성된 참다래 품종인 한라골드를 대상으로 참다래 과육에 고화방지제로써 polydextrose와 dextrin을 첨가한 것과 참다래 과육을 고화방지제 첨가 없이 동결 건조하여 분말을 제조한 후 물리화학적 특성을 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료 및 분말 제조

본 연구에 사용한 참다래는 수확후 1°C에서 6개월간 저장한 한라골드(*Actinidia chinensis* var. Halla Gold)를 제주도 제주시 A영농조합에서 구매하여 사용하였다. 참다래 과육의 분말 제조는 참다래의 껍질을 벗긴 후, 마이크로밀(HCM-8500, Micromill, Hansung Pulverizing Machine Co. Ltd., Gyeonggi, Korea)로 습식분쇄 후 고화방지제로써 polydextrose(Samyang co. Ltd., Seoul, Korea)와 dextrin(Samyang co. Ltd., Seoul, Korea)을 5%(wt/wt) 첨가하여 섞은 후 페이스트를 동결 건조하였다. 동결건조물은 믹서기로 분쇄하여 -20°C에 보관하면서 분석시료로 사용하였다.

2. 일반성분 및 식이섬유 분석

참다래 분말의 수율은 평량법으로 계산하였으며, 수분은 105°C 상압건조법(KFDA, 2010)으로 측정하였고, 산도는 0.1 N NaOH로 적정하여 젖산으로 환산하였다. 식이섬유는 AOAC법(2005)에 따라 α -amylase, protease 및 amyloglucosidase를 이용한 효소분해법으로 측정하였다.

3. 비타민 C 분석

시료의 추출은 Rizzolo A 등(1984)의 방법을 변형하여 행하였고, HPLC 분석은 Albrecht JA 등(1990)의 방법에 따라 행하였다. 시료 1 g에 6% meta-phosphoric acid 용액을 50 mL 첨가하고 균질기를 이용하여 분쇄한 후, 6,000×g(4°C)에서 10 분 동안 원심분리하여 상등액을 얻은 후 syringe filter로 여과하고 Sep-Pak C₁₈ cartridge(Waters, MA, USA)를 통과시킨 다음 HPLC로 분석하였다. HPLC 분석 컬럼으로는 μ Bondapak™ NH₂(3.9 × 300 mm, 10 μ m, Waters, Ireland)를 사용하였고, 이동상은 5 mM KH₂PO₄(pH 4.6)와 acetonitrile(30 : 70), 유속은 1 mL/min, 검출기는 UV 254 nm에서 측정하였다.

4. 총페놀 함량 분석

총페놀 함량은 Folin-Ciocalteu법(Zhang Q et al 2006)에 의해 시료를 80% 메탄올로 추출, 농축, 동결건조한 후 10 mg/mL 되게 제조하여 사용하였다. 시료 추출물(1 mg/mL) 200 μ L와 증류수 1.8 mL를 혼합하고, 2 N folin-ciocalteu's phenol reagent(Sigma, St. Louis, MO, USA) 200 μ L를 가하여 잘 섞은 후 상온에서 6분간 반응시켰다. 이 용액에 20% Na₂CO₃ 600 μ L를 넣어 혼합한 후, 증류수를 가하여 4 mL로 조정하였다. 이 용액을 90분간 실온에서 방치한 후 UV 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 총페놀 함량은 표준물질로 tannic acid(Sigma, St. Louis, MO, USA)를 이용하여 얻은 검량곡선으로부터 산출하였다.

5. 유리당 및 유기산 분석

유리당 함량(Oh HJ et al 2011)은 분쇄한 시료 1 g에 80% 에탄올 50 mL를 가하여 30분간 초음파 추출(3회) 하였다. 추출물은 분석조건에 알맞도록 희석한 다음 Sep-Pak C₁₈ cartridge(Waters, MA, USA)를 통과시킨 후 0.45 μ m membrane filter(Woongki Science co. Ltd., Seoul, Korea)로 여과한 것을 HPLC(Waters 2695, Waters Associate Inc., Milliford, MA, USA)로 분석하였다. 분석 컬럼은 Prevail™ Carbohydrate ES(4.6×250 mm, 5 μ m, Grace, MA, USA), 검출기는 ELSD, 이동상으로는 acetonitrile과 3차 증류수를 7:3으로 혼합하여 분당 0.8 mL의 속도로 이동시켰다. 유리당 함량은 농도별로 제조한 각각의 표준물질(Sigma, St. Louis, MO, USA)을 HPLC로 분석하여 얻은 표준곡선으로부터 정량하였다.

유기산 분석을 위한 HPLC 조건은 Prevail™ organic acid(4.6 × 150 mm, 3 μ m, Grace, MA, USA) 컬럼을 사용하여 PDA 210 nm에서 검출하였으며, 이동상으로는 pH 2.5로 조정된 25 mM KH₂PO₄ 용액을 분당 1 mL의 속도로 이동시켰다. 분리된 각 피크는 유기산 표준물질과 retention time을 비교하여 동정하고, 표준곡선으로부터 정량하였다(Oh HJ et al 2011).

6. 색도와 갈색도 측정

각 시료의 색도는 색차계(Chroma Meter CR-200b, Minolta, Japan)를 이용하여 Hunter L값(백색도), a값(적색도), b값(황색도)을 각각 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다. 이 때 사용한 표준백판(standard plate)은 L값이 93.56, a값이 0.20, b값이 1.33이었다.

갈색도는 Kim HR 등(2007)의 방법에 따라, 분말시료 0.5 g를 증류수에 현탁시켜 10 mL로 정용하여 5000×g에서 원심분리기(Rotina 35R, Hettich, Germany)로 10분간 원심분리한 후, 상층액을 420 nm에서 흡광도(MQX200 μ Quant, Bio-Tek Instrument, Inc., USA)를 측정하였다.

7. 용해도와 팽윤력 측정

용해도와 팽윤력 측정은 Dubois M 등(1956)과 Leach HW 등(1959)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 분말 0.1 g에 증류수 10 mL를 가하여 균질화한 후 60℃의 water bath에서 30분간 120 rpm으로 진탕하였다. 5분간 냉각 후 5,000×g에서 10분간 원심분리한 후 상등액과 침전물을 분리한 다음 105℃에서 3시간 건조한 후 용해도(%)와 팽윤력(%)을 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Water solubility(\%)} = \{\text{weight of dried supernatant(g)}\} / \{\text{weight of the powder(g)}\} \times 100$$

$$\text{Swelling capacity(g/g)} = [\{\text{weight of precipitate(g)}\} / \{\text{weight of the powder(g)}\}] \times (100 - \text{water solubility}) \times 100$$

8. 흡습성 측정

흡습성은 Chung HS 등(2005)의 방법을 사용하여 측정하였다. 분말 0.5g을 가습된 container에 넣고 20℃ 배양기에서 매시간 마다 무게를 측정하여 7시간까지 측정하였고, 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Hygroscopicity (\%)} = \{(A-B)/B\} \times 100$$

A : 분말의 무게 (g), B : 분말의 초기 무게 (g)

9. 통계분석

실험 결과의 통계처리는 SPSS(version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하여 ANOVA의 Duncan's multiple range test로 수행하였다. 통계분석 결과는 평균과 편차로 표시하였으며, 각 처리구간의 유의적인 차이는 $p < 0.05$ 에서 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 참다래 분말의 수율, 수분, 산도, 식이 섬유, 비타민 C, 총페놀 함량

참다래 과육 분말의 수율은 17.9%, 고화방지제로서 polydextrose와 dextrin을 첨가 시 한라골드는 각각 19.3%와 20.5%를 보여 고화방지제에 따른 수율은 큰 차이를 보이지 않았다(Table 1). Rho JH 등(2002)은 참다래 연육제 건조분말을 제조하기 위하여 참다래 과육에 dextrin과 cyclodextrin을 각각 5% 첨가하여 동결건조한 분말의 수율은 각각 18.3%와 18.5%라고 보고하여 본 연구에서 참다래 과육 분말의 수율이 19.3~20.5%로 유사한 경향을 나타내었다. Rho JH 등(2002)은 분말제품의 가공수율은 고화방지제 함량에 따른 차이가 아니라 건조방법에 의한다고 보고하였는데, 본 연구에서도 고화방지제에 따른 가공수율은 큰 차

<Table 1> Yield, acidity, dietary fiber, vitamin C, and total phenolic content of kiwifruit powders with different anticaking agents

Component	Combination Ratios(w/w)		
	Control ¹⁾	kiwifruit paste 95%+ Polydextrose 5%	kiwifruit paste 95%+ Dextrin 5%
Yield (%)	17.9±0.2 ^{2)a}	19.3±0.3 ^b	20.5±0.6 ^b
Moisture (%)	22.59±0.02 ^c	19.70±0.01 ^b	17.54±0.09 ^a
Acidity (%)	12.75±0.08 ^c	11.12±0.11 ^b	10.35±0.04 ^a
Dietary fiber (g/100 g)	10.55±0.43 ^a	10.04±0.01 ^a	11.16±0.37 ^a
Vitamin C (mg/100 g)	279.4±7.64 ^a	339.9±9.55 ^b	353.5±1.83 ^b
Total phenolics (mg/g)	5.98±0.03 ^c	3.53±0.01 ^a	4.72±0.01 ^b

¹⁾ Control: kiwifruit paste 100%

²⁾ Mean±SD (n=3)

^{a-c)} Superscripts with different letters in the row are significantly different at $p < 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

<Table 2> Free sugar content of kiwifruit powders with different anticaking agents

(unit: g/100 g, dry basis)

Free sugar	Control ¹⁾	Combination Ratios(w/w)	
		kiwifruit paste 95%+ Polydextrose 5%	kiwifruit paste 95%+ Dextrin 5%
Fructose	25.88±0.30 ^{2)b}	21.24±0.21 ^a	21.71±1.23 ^a
Glucose	24.60±0.27 ^a	24.78±0.40 ^a	26.11±1.68 ^a
Sucrose	3.25±0.06 ^c	2.46±0.01 ^b	1.85±0.24 ^a
Total	53.72±0.52 ^b	48.48±0.61 ^a	51.33±2.86 ^a

¹⁾ Control: kiwifruit paste 100%²⁾ Mean±SD (n=3)^{a-c)} Superscripts with different letters in the row are significantly different at $p<0.05$ according to Duncan's multiple range test.

이를 보이지 않았다.

참다래 과육의 동결건조분말 및 과육에 고화방지제 첨가한 동결건조 분말의 수분, 산도, 식이섬유, 비타민 C, 총폐놀 함량은 <Table 1>에 제시한 바와 같다. 텍스트린을 첨가한 참다래 과육 분말의 수분 함량은 17.54%로 다른 과육분말 보다 낮은 수분함량을 보였다. 이는 첨가된 고화방지제가 anticaking의 효과뿐만 아니라 과실의 건조과정 자체를 용이하게 하여 분말화를 쉽게한 것으로 보이며 Rho JH 등(2002)의 결과와 일치하였다.

고화방지제 첨가 분말의 산도는 10.35~11.12%이었고, 고화방지제 무첨가 과육의 산도가 12.75%로 높았는데, 이는 고화방지제 첨가에 의한 희석효과로 보이며, 고형방지제별로는 텍스트린 첨가 분말의 산도가 낮았다. 또한 Oh HJ 등(2011)은 한라골드의 산도는 0.72%로 제시스위트(0.65%)보다 높다고 보고하여, 산 함량의 차이는 참다래 품종의 산도 차이에 의한 것으로 보여진다. 식이섬유 함량은 과육 분말이 10.04~11.16 g/100 g이었으며, 고화방지제별로는 유의적으로 차이를 보이지 않았다. 비타민 C 함량은 279.4~353.5 mg/100g이었으며, 고화방지제별로는 dextrin 첨가 분말이 높았다. 이는 고화방지제의 분말 시스템 내의 블랜딩 즉, 5% 수준에서의 dextrin 또는 polydextrose의 분말 내 첨가에 의해 비타민 C의 화학적 분해 반응을 저해함으로써 화학적 안정성(chemical stability)을 높인 것으로 판단된다.

총폐놀 함량은 3.53~5.98 mg/g으로 고화방지

제 무첨가군이 5.98 mg/g, dextrin 첨가군 4.72 mg/g, polydextrose 첨가군 3.53 mg/g의 순으로 낮았다. Park YS 등(2011)도 해남과 대흥 품종에서 총폐놀 함량이 4.00~4.86 mg/g라고 보고하였는데, 이는 본 연구결과 참다래 과육 분말의 3.53~5.98 mg/g와 유사한 경향을 보였다. 위의 결과로부터 과육 분말의 품질 특성에서는 고화방지제별로 식이섬유, 비타민 C 함량은 큰 차이를 보이지 않아 고화방지제로서의 가능성을 보여주었다.

2. 참다래 분말의 유리당과 유기산 함량

유리당은 아미노산과 같이 참다래 분말의 감미를 나타내는 중요한 요소인 바, 고화방지제 첨가에 따른 참다래 과육 분말의 유리당 함량을 분석하였다(Table 2). 동결건조한 참다래 분말에서 3종류의 유리당(fructose, glucose, sucrose)이 검출되었으며 fructose와 glucose가 주를 이루고 있었는데, MacRae EA 등(1989)과 Oh HJ 등(2011)도 참다래 품종별 유리당 함량 분석 결과 fructose와 glucose가 주로 검출되었다고 보고하여 본 연구결과와 유사하였다. Rho JH 등(2000)은 참다래 과육의 총당 함량은 동결건조 후에 45.3%이었다고 보고하였는데, 본 연구결과 동결건조 후 과육 분말의 총당 함량은 53.72%로 높았고, 고화방지제별로 polydextrose 첨가군은 48.48%, dextrin 첨가군은 51.33%로 무첨가군의 총당 함량과는 유의적인 차이를 보였으나, 고화방지제별로는 큰 차이를 보이지 않았다.

<Table 3> Organic acid content of kiwifruit powders with different anticaking agents (unit: mg/g, dry basis)

Organic acid	Combination Ratios(w/w)		
	Control ¹⁾	kiwifruit paste 95%+ Polydextrose 5%	kiwifruit paste 95%+ Dextrin 5%
Oxalic acid	0.27±0.02 ^{2)b}	0.21±0.03 ^a	0.24±0.01 ^{ab}
Tartaric acid	15.01±0.07 ^c	10.81±0.74 ^b	9.97±0.20 ^a
Malic acid	15.66±0.36 ^b	13.45±1.63 ^b	11.72±0.38 ^a
Lactic acid	83.66±1.14 ^b	78.23±3.86 ^a	75.54±1.49 ^a
Citric acid	8.07±0.36 ^b	7.32±1.41 ^b	5.48±0.30 ^a
Total	122.68±1.14 ^b	110.01±7.13 ^a	102.95±2.14 ^a

¹⁾ Control: kiwifruit paste 100%

²⁾ Mean±SD (n=3)

^{a-c)} Superscripts with different letters in the row are significantly different at $p<0.05$ according to Duncan's multiple range test..

참다래 분말의 유기산 함량을 분석한 결과는 <Table 3>과 같다. 참다래 과육분말의 주요 유기산은 lactic acid, tartaric acid, malic acid, citric acid로, Oh HJ 등(2011)이 품종별 완숙과 참다래의 주요 유기산은 lactic acid와 malic acid이고, 소량의 citric acid가 검출되었다고 보고한 것과 유사한 경향을 나타내었다. 주요 유기산 중 tartaric acid는 참다래 미숙과 품종에서 0.31~0.73 mg/g을 보였고, 본 연구결과 동결건조 후 참다래 과육 분말에서는 9.97~15.01 mg/g로 높았는데, 이는 참다래 산지별, 품종에 따른 차이로 보여진다. Jeong CH 등(2007)은 한국산 골드키위의 주요 유기산은 quinic acid가 6.65 mg/g, citric acid가 4.82 mg/g, malic acid가 1.62 mg/g으로 보고하여 본 결과와 차이를 보였다. 이는 참다래의 재배지, 저장기간 및 조건, 가공 방법 등의 영향요인으로 사료된다. 유기산 중 tartaric acid, malic acid, citric acid는 과육 분말에서 dextrin 첨가군이 각각 9.97

mg/g, 11.72 mg/g, 5.48 mg/g로 polydextrose 첨가군보다 낮은 경향을 나타내었는데, 이는 총산함량 결과와 일치하였다. 총유기산 함량에 있어서는 고화방지제 무첨가군이 첨가군에 비해 높게 나타났으나, 고화방지제별로는 차이를 보이지 않았다.

3. 참다래 분말의 색도와 갈색도

동결건조 참다래 분말의 색도를 분석한 결과는 <Table 4>와 같다. 전반적으로 모든 시험군에서 높은 L값과 낮은 a값을 나타내어 동결건조 분말이 갈변되지 않았음을 보여주고 있는데, 이는 동결건조 분말이 열풍건조 분말에 비하여 온도의 영향을 크게 받지 않아 갈변현상이 일어나지 않았기 때문이다(Kim HS et al 2003). 고화방지제 첨가 과육분말의 L값이 무첨가 과육분말보다 높은 것은 고화방지제 첨가로 인하여 밝기가 높은 것으로 보인다. 참다래 과육 분말의 색도는 품종

<Table 4> Hunter's color value and browning index of kiwifruit powders with different anticaking agents

Color	Combination Ratios(w/w)		
	Control ¹⁾	kiwifruit paste 95%+ Polydextrose 5%	kiwifruit paste 95%+ Dextrin 5%
L	79.35±0.04 ^{2)b}	77.77±0.84 ^a	84.05±0.25 ^c
a	-3.71±0.03 ^b	-3.53±0.09 ^c	-3.99±0.02 ^a
b	38.86±0.05 ^c	27.74±0.30 ^a	28.19±0.07 ^b
Browning index	0.17±0.01 ^a	0.16±0.01 ^a	0.13±0.02 ^a

¹⁾ Control: kiwifruit paste 100%

²⁾ Mean±SD (n=3).

^{a-c)} Superscripts with different letters in the row are significantly different at $p<0.05$ according to Duncan's multiple range test.

과 고화방지제별로 약간의 차이를 나타내었다.

참다래 분말의 색도는 유리당 조성과 maillard 반응에 의해서 영향을 받는데, Kim HS 등(2003)은 과숙된 참다래 분말을 빵에 첨가하였을 때 L 값과 b 값이 증가하였는데, 이는 과숙된 참다래의 높은 당 함량으로 카라멜 반응이 진행되었거나, 키위의 단백질 분해효소에 의해 gluten이 분해되어 생성된 아미노산과 키위의 당이 서로 Maillard 반응을 일으켰기 때문이라고 보고하였다.

참다래 분말의 갈변도는 <Table 4>와 같다. 참다래 과육 분말의 갈변도는 0.13~0.17이었으며, 고화방지제 종류에 따른 갈변도의 차이는 나타나지 않았다. 식품의 갈변은 수분 함량과 온도에 따라 영향을 받는 것으로 알려져 있는데(Kim HS et al 2003), 동결건조 공정으로 제조한 분말은 낮은 온도로 인하여 갈변도에 영향을 미치지 않는 것으로 추정되었다(Kim HR et al 2007; Kang NS et al 2007).

4. 참다래 분말의 용해도, 팽윤력, 흡습성

참다래 분말의 용해도와 팽윤력을 측정한 결과는 <Table 5>와 같다. 물에 대한 용해도는 과육 분말에서는 59.57~64.84%로 과육분말간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. Kim HR 등(2007)은 동결건조와 열풍건조한 양과 분말의 용해도는 각각 66.2와 55.7%라고 보고하였는데, 이와 비교하여 볼 때 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다. Chung HS 등(2005)은 아가리쿠스 버섯 과립차를 제조시 고화방지제로서 dextrin과 β -cyclodextrin을 첨가하였을 때 과립의 용해도가 증가하였는데

고형차의 용해도는 분말의 중요한 품질 특성이며 용해도가 클수록 고품질로 간주된다고 보고하였다. 그러나 본 실험에서는 고화방지제 첨가 과육 분말 간의 용해도 차이는 없었다. 또한 분말의 팽윤력은 용매를 흡수하여 팽윤하는 현상을 나타내는 지표인데, 참다래 과육 분말의 고화방지제별로는 유의적인 차이가 없었다.

참다래 분말의 흡습성을 측정한 결과는 <Table 6>과 같다. 과육 분말과 착즙박 분말은 시간이 증가함에 따라 흡습성은 경시적으로 증가하였으며, 고화방지제 첨가 분말이 고화방지제 무첨가 분말에 비하여 흡습성이 낮음을 보였다. 고화방지제 무첨가 과육분말의 수분 흡습성이 50%에 도달하는 시간은 2시간, 고화방지제 첨가 과육분말은 6시간~7시간이었다. 고화방지제 무첨가 과육분말의 당성분이 높아 수분을 쉽게 흡수하는 것으로 보여지며(Kim DW et al 1996), 고화방지제 첨가 분말이 다른 무첨가 동결건조분말에 비하여 낮은 흡습성을 보이는 것은 고화방지제에 의한 영향으로 보여진다. 분말의 흡습성은 저장 안정성과 밀접한 관계가 있어 흡습성이 크면 caking 현상이 발생하여 저장 안정성이 낮으므로 (Chung HS et al 2005) 고화방지제 첨가 분말은 흡습성이 낮아 저장 안정성이 고화방지제 무첨가분말에 비하여 있는 것으로 보여진다. 그러나 향후 고형방지제의 첨가에 의한 흡습성 저해효과를 세밀하게 규명하기 위해서는 다양한 수준의 상대습도의 환경 조건 하에서 흡습저해 효과가 어느 정도인지 규명되어야 할 것으로 사료된다. 한편 고화방지제 무첨가 분말의 경우, 저장 안정성을 높이기 위해

<Table 5> Water solubility and swelling power of kiwifruit powders with different anticaking agents

Property	Combination Ratios(w/w)		
	Control ¹⁾	kiwifruit paste 95%+ Polydextrose 5%	kiwifruit paste 95%+ Dextrin 5%
Water solubility(%)	59.57±1.71 ^{2)a}	61.57±1.57 ^a	64.84±5.22 ^a
Swelling power(g/g)	0.83±0.18 ^a	0.92±0.01 ^a	1.01±0.05 ^a

¹⁾ Control: kiwifruit paste 100%

²⁾ Mean±SD (n=3)

^{a-c)} Superscripts with different letters in the row are significantly different at $p<0.05$ according to Duncan's multiple range test.

〈Table 6〉 Hygroscopicity of kiwifruit powders with different anticaking agents during storage (unit: %)

Time	Combination Ratios(w/w)		
	Control ¹⁾	kiwifruit paste 95%+ Polydextrose 5%	kiwifruit paste 95%+ Dextrin 5%
1 hr	32.66±4.98 ^{2)b}	20.71±1.41 ^a	20.76±7.57 ^a
2 hr	47.62±3.66 ^c	37.81±4.69 ^a	30.53±4.90 ^a
3 hr	58.49±3.48 ^c	42.25±5.49 ^a	37.67±4.53 ^a
4 hr	67.29±4.00 ^c	45.59±6.58 ^a	40.05±4.80 ^a
5 hr	71.38±2.30 ^b	48.29±3.15 ^a	43.59±5.08 ^a
6 hr	75.09±4.21 ^b	50.79±2.06 ^a	47.50±5.40 ^a
7 hr	78.10±4.85 ^b	51.80±0.95 ^a	48.96±4.34 ^a

¹⁾ Control: kiwifruit paste 100%

²⁾ Mean±SD (n=3)

^{a-c)} Superscripts with different letters in the row are significantly different at $p<0.05$ according to Duncan's multiple range test.

여 방습 및 수분 흡수제를 이용한 포장에 필요할 것으로 사료된다.

고화방지제 첨가 과육분말은 무첨가 과육분말에 비하여 수분, 비타민C, 색도, 갈변도, 용해성 측면에서 우수함을 보였고, 참다래 과육 분말의 유리당과 유기산 함량은 고화방지제 무첨가군이 첨가군에 비하여 유의적으로 높은 경향을 보였으나, 고화방지제별로는 차이를 보이지 않아 분말의 기호도에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 추정된다. 따라서, 5% 수준의 고화방지제(dextrin, polydextrose) 첨가는 참다래 건조 분말제품에서 비타민 C 안정성(stability)의 유지, 흡습성(hygroscopicity) 저해에 의한 적정 수분함량 유지, 갈변반응(Maillard reaction)에 의한 변색 방지 등 품질유지 효과가 기대되는 한편, 고화방지제 첨가군 간에 식이섬유·유리당·유기산 등 식품성분에도 큰 영향을 끼치지 않았기 때문에 고화방지제 첨가 참다래 분말은 제과·제빵·떡류·제면·소스·비타민C 제품 등의 첨가용 소재로써 효과적으로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 제주도에서 육성된 참다래 품종인 한라골드를 대상으로 과육 페이스트에 고화방지제로써 polydextrose와 dextrin을 각각 5% 수준

에서 첨가한 시료와 대조구로 고화방지제 무첨가 시료를 동결 건조하여 분말을 제조한 후 품질특성을 분석하였다. 참다래 분말시료의 수분 함량은 17.54~22.59%로 텍스트린을 첨가한 참다래 과육 분말의 경우 수분 함량은 17.54%로 다른 시료보다 낮은 함량을 보였다. 고화방지제 첨가 분말의 산도는 10.35~11.12%로 고화방지제 무첨가 과육의 산도가 12.75%로 높게 나타났는데, 이는 고화방지제 첨가에 의한 산도의 감소로 보여진다. 식이섬유 함량은 10.04~11.16 g/100 g으로 고화방지제별로는 유의적으로 차이를 보이지 않았다. 과육 분말의 비타민 C 함량은 279.4~353.5 mg/100 g이며, 고화방지제별로는 dextrin 첨가 분말이 높았다. 총페놀 함량은 3.53~5.98 mg/g의 범위이며, 대조구>dextrin 첨가구>polydextrose 첨가구의 순으로 높았다. Hunter's color value의 경우 전반적으로 모든 시험군에서 높은 L값과 낮은 a값을 나타내어 밝은 색을 보였으며, 갈변도의 경우 고화방지제 종류 및 대조구간에 차이는 나타나지 않은 것은 동결건조의 효과에 의한 것으로 보인다. 과육 분말의 용해도는 59.57~64.84%로 과육분말간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 시간의 경과에 따른 흡습성은 고화방지제 첨가구가 무첨가 분말에 비하여 흡습성이 유의적으로 낮음을 보였다. 이상의 결과로부터 참다래 건조 분말제품에서 5% 수준의 고화방지제

(dextrin, polydextrose) 첨가는 비타민 C 안정성(stability), 흡습성(hygroscopicity) 저해에 의한 적정 수분함량 유지, 갈변반응(Maillard reaction)에 의한 변색 방지 등 품질유지 효과가 기대되며, 고화방지제 첨가군 간에 식이섬유·유리당·유기산 등 식품성분에도 큰 영향을 끼치지 않았기 때문에 고화방지제 첨가 참다래 분말은 제과·제빵·떡류·제면·소스·비타민C 제품 등의 첨가용 소재로써 효과적으로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

한글 초록

제주에서 육성된 참다래(한라골드)의 식품 소재화를 위한 방안으로 과육에 고화방지제를 첨가한 분말형 시제품을 제조하였다. 즉, 참다래 과육 페이스트 100%(대조구), 참다래 과육 페이스트 95%+polydextrose 5%, 참다래 과육 페이스트 95%+dextrin 5% 등 3개 시료를 제조한 다음, 동결건조 후 분말화한 각 시제품에 대하여 품질특성을 조사하였다. 참다래 분말 수율은 고화방지제 첨가구가 대조구에 비해 유의적으로 높았다. 수분함량, 산도, 총페놀 함량은 고화방지제 첨가구가 대조구에 비해 유의적으로 낮았다. 비타민 C 함량은 고화방지제 첨가구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 반면, 고화방지제 첨가구 간에는 차이가 없었다. 유리당(fructose, glucose, total sugar) 및 유기산(oxalic acid, lactic acid, total organic acid)의 함량은 고화방지제 첨가구간에 차이가 없었다. 전반적으로 색도는 모든 시험군에서 높은 L값과 낮은 a값을 나타내었으며, 고화방지제 종류에 따른 갈변도의 차이는 나타나지 않았다. 과육 분말의 용해도(59.57~64.84%) 및 팽윤력은 시료간에 유의적인 차이가 없었으나, 시간에 따른 흡습성은 고화방지제 첨가구가 대조구에 비하여 유의적으로 낮음을 보였다. 위의 결과로부터 고화방지제 첨가(5% 수준) 과육 분말은 무첨가 과육분말에 비하여 비타민 C의 유지율이 높고, 수분함량이 낮고, 시간에 따른 흡습성이 낮아

우수한 분말 품질 특성을 보였다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ0066862012)의 지원에 의해 제주대학교 생명과학기술혁신센터에서 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 지성규 (2007). 최신 식품첨가물, (주)식품저널, 134-135, 서울
- Albrecht JA, Schaffer HW, Zottola EA (1990). Relationship of total sulphur to initial and retained ascorbic acid in selected cruciferous and non-cruciferous vegetables. *J Food Sci* 55(1):181-183.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Whashington DC, USA.
- Chung HS, Hong JH, Youn KS (2005). Quality characteristics of granules prepared by protein-bound polysaccharide isolated from *Agaricus Blazeiand* selected forming agents. *Korean J Food Preserv* 12(3):247-251.
- Du G, Li M, Ma F, Liang D (2009). Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in *Actinidia* fruits. *Food Chem* 113(2):557-562.
- Dubois M, Giles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith F (1956). Colorimetric method for determination of sugars and relative substances. *Anal Chem* 28(3): 350-356.
- Hong JH, Youn KS, Choi YH (1998). Optimization for the process of osmotic dehydration for the manufacturing of dried kiwifruit. *Korean J Food Sci Technol*

- 30(2):348-355.
- Jeong CH, Lee WJ, Bae SH, Choi SG (2007). Chemical components and antioxidant activity of Korean gold kiwifruit. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36(7):859-865.
- Kang NS, Kim JH, Kim JK (2007). Modification of quality characteristics of onion powder by hot-air, vacuum and freeze drying methods. *Korean J Food Preserv* 14(1):61-66.
- Food Code. 2010. Korea Food and Drug Association, Seoul, Korea.
- Kim DW, Chang KS, Lee UH, Kim SS (1996). Moisture sorption characteristics of model food powders. *Korean J Food Sci Technol* 28(6):1146-1150.
- Kim HS, Kim BY, Kim MH (2003). Utility of post-mature kiwi fruit powder in bakery products. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(4):581-585.
- Kim HR, Seog EJ, Lee JH, Rhim JW (2007). Physicochemical properties of onion powder as influenced by drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36(3):342-347.
- Kim SC, Jang KC, Song EY, Ro NY, Kim M, Moon DY (2008). New kiwifruit cultivar, 'Halla Gold' early harvesting with yellow flesh. *Kor J Hort Sci Technol* 26(1):395.
- Leach HW, McCowen LD, Schoh T (1959). Structure of starch granules 1. Swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal Chem* 36:534-544.
- MacRae EA, Lallu N, Searle A.N., Bowen JH (1989). Changes in the softening and composition of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) affected by maturity at harvest and postharvest treatments. *J Sci Food Agric* 49(4):413-430.
- Oh HJ, Jeon SB, Kang HY, Yang YJ, Kim SC, Lim SB (2011). Chemical composition and antioxidant activity of kiwifruit in different cultivars and maturity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(3):343-349.
- Park YS, Leontowicz H, Leontowicz M, Namiesnik J, Suhaj M, Cvikrova M, Martincova O, Weisz M, Gorinstein S (2011). Comparison of the contents of bioactive compounds and the level of antioxidant activity in different kiwifruit cultivars. *J Food compos anal* 24:963-970.
- Rhee C, Cho SY (1991). Effect of dextrin on sorption characteristics and quality of vacuum frying dried carrot. *Korean J Food Sci Technol* 23(2):241-247.
- Rho JH, Kim YB, Kil BI (2002). The effect of bulking agent on quality of kiwifruit powder in the process of domestic kiwifruit tenderizer. *Korean J Food Sci Technol* 34(5):805-810.
- Rho JH, Lee SH, Kwon HK (2000). The quality change of fruits containing proteolytic activity during storage and lyophilization. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(6):1057-1061.
- Rizzolo A, Formi E, Polesello A (1984) HPLC assay of ascorbic acid in fresh and processed fruit and vegetables. *Food Chem* 14(3):189-199.
- Rush EC, Patel M, Plank LD, Ferguson LR (2002). Kiwifruit promotes laxation in the elderly. *Asia Pac J Clin Nutr* 11(2):164-168.
- Youn KS, Choi YH (1998). The quality characteristics of dried kiwifruit using different drying methods. *Food Eng Prog* 2(1):49-54.
- Zhang Q, Zhang J, Shen J, Skiva A, Dennis AD, Barrow CJ (2006). A simple 96-well microplate method for estimation of total polyphenol content in seaweeds. *J Appl Phycol* 18(3):445-450.
- Zhong J, Luo BY, Xiang MJ, Liu HW, Zhai ZK,

Wang TS, Stuart AS (2000). Studies on the effects of polydextrose intake on physiologic functions in Chinese people. *Am J Clin Nutr* 72:1503-1509.

2013년 11월 15일 접수
2013년 12월 15일 1차 논문수정
2013년 12월 30일 2차 논문수정
2014년 01월 15일 3차 논문수정
2014년 01월 30일 논문게재확정