

동결건조한 키위분말을 첨가한 우육의 연육 효과

A study on the Effect of Kiwi fruit powder after Freeze drying on Tenderization of Beef

박종희¹, 김호경^{2*}

Jong-Hee Park¹, Ho-Kyoung Kim^{2*}

〈Abstract〉

The purpose of this study was to investigate the effects of protease in kiwi fruit powder after freeze drying which has the ratio of 0%, 1%, 2%, and 3% on the tenderization of the bovine longissimus dorsi muscle. Beef loin chunks were marinated in distilled water (Control), 1% kiwi powder (K1), 2% kiwi powder (K2), and 3% kiwi powder (K3). As a result, the enzyme activities have shown to have higher activity ($p < 0.001$) as the amount of freeze-dried kiwi powder increased. There are significant difference in pH ($p < 0.01$), color of the beef were slightly different between the C (control) group and the sample groups. The cooking loss showed the highest value of K3 ($p < 0.001$), and water holding capacity showed the highest value of K3. Furthermore, the sample groups exhibited lower shear force values compared with the control ($p < 0.001$).

Keywords : Kiwi powder, The bovine longissimus dorsi muscle, Proteolytic enzymes, Tenderization

1 정회원, 경민대학교 호텔외식조리과

2* 정회원, 교신저자, 동의과학대학교 식품영양조리계열

E-mail: hkkim@dit.ac.kr

1 Dept. of Hotel Culinary Arts Kyungmin University College

2* Corresponding Author, Division of Food Nutrition and

Culinary Art Dong-Eui Institute of Technology(DIT)

1. 서론

최근 국내 소비자들의 육류 소비형태는 기존의 양적인 측면에서 벗어나 현대에는 맛과 품질이 고려된 건강위주의 식단으로 다양하게 변화하고 있다. 또한, 양념육과 신선육의 소비도 육질이 우수한 고급육의 소비수요가 꾸준히 증가하는 추세이다. 식육의 연도는 국내·외 소비자들에게 육질을 평가하는 중요한 관능특성 가운데 하나로 다양한 연구가 진행되고 있다[1, 2, 3]. 연도를 증진시키기 위해 현수방법, 전기자극, 숙성, 온도처리 및 열대과일에서 추출한 단백질분해효소를 이용한 연육제 첨가 방법 등이 연구 개발되었다[4, 5, 6]. 열대과일에 함유한 식물성 단백질분해효소는 안전성과 간편성이 우수하여 식육연육제로 활용도가 매우 우수하다.

키위는 참다래 또는 양다래(Kiwifruit, *Actinidia deliciosa* Planch)라고도 불리는 다래나무과(Actinidiaceae) 다래나무속(Actinidia)에 속하는 온대지역에서 자라는 자웅이주의 덩굴성 낙엽과수로 향산화 활성 및 다양한 생리활성 물질들을 함유하고 있다[7, 8]. 키위는 우리 몸의 콜레스테롤 감소시켜 동맥경화, 고혈압 등의 성인병 예방에 효과가 있으며 면역학적 활성에 기인해 질병예방에 도움을 준다[9]. 뿐만 아니라 최근에는 항암효과[10], 항혈전 효능[11], 변비 개선[12] 등 다양하게 활발히 연구가 진행되고 있다. 특히 키위 과육에 함유한 식물성 단백질 가수분해 효소인 actinidin은 육류의 연육 효과가 우수한 것으로 알려져 있어 이를 보다 효과적으로 사용하기 위해 현재에도 다양한 연구가 진행되고 있다[13]. 따라서 본 연구는 다양한 생리활성 성분 및 단백질분해효소를 함유한 키위를 사용이 용이하도록 동결건조 후 분말화 하여 첨가량에 따른 소고기의 육질에 관

한 연육효과를 비교, 분석하여 식품산업에 활용할 수 있는 연육제 개발 가능성을 평가하고자 하였다.

2. 재료 및 처리방법

2.1 실험재료

키위(국내산-제주)는 신선식품, 쇠고기(호주산-등심근)는 냉장육으로 국내 대형마트에서 구입하여 실험에 사용하였다.

2.2 시료제조 및 처리조건

2.2.1 시료제조

키위는 껍질을 제거하고 과육만을 사용하여 0.3mm로 얇게 저며 동결건조(Model FD-5518, Ilshin Lab Co., Korea) 시켜 수분을 제거하였다. 이후 건조된 시료는 분쇄(Food mixer, Hanil Co., Korea)하여 분말로 만들어서 pH 및 온도변화에 영향을 미치는 효소활성도의 변화를 방지하기 위해서 -21℃에서 냉동 보관하여 시료로 사용하였다.

2.2.2 처리 조건

동결건조 한 키위분말 1%, 2%, 3%를 냉장우육(3×3×3cm³)에 각각 증류수와 함께 공기가 통하지 않는 polyethylene bag에 수침하였다. 시료는 4℃에서 48시간 수침한 후 키위에 함유된 식물성 단백질분해효소에 따른 우육의 육질변화를 분석하였다.

Table 1. Formula for the preparation of the bovine *longissimus dorsi* muscle treated with kiwi powder

Sam- ples ¹⁾	Ingredients		
	D.W (mL)	kiwi powder(g)	The bovine <i>longissimus dorsi</i> muscle(g×pcs)
C	100	0	30
K1	100	1	30
K2	100	2	30
K3	100	3	30

¹⁾C: Control was the bovine *longissimus dorsi* muscle treated only D.W.

K1: K1 was the bovine *longissimus dorsi* muscle treated by 1 g freeze drying kiwi powder.

K2: K2 was the bovine *longissimus dorsi* muscle treated by 2 g freeze drying kiwi powder.

K3: K3 was the bovine *longissimus dorsi* muscle treated by 3 g freeze drying kiwi powder.

3. 실험 방법

쇠고기의 기본적인 육질변이를 확인하기 위해서 pH, 육색, 보수력, 가열감량을 실험하였다. 또한 우육의 연육효과와 상관관계가 가장 깊은 키위분말에 함유한 단백질분해효소의 활성도와 이에 따른 시료들의 전단력을 실시하였다.

3.1 조효소 추출 및 단백질분해효소의 활성

동결건조 후 얻어진 키위분말은 증류수 20 mL에 키위분말 각각 1%(w/v), 2%(w/v), 3%(w/v)를 [14]와 [15]의 방법으로 조효소를 추출하여 효소 활성도를 측정하였다.

3.2 pH 측정

증류수 20 ml에 침지된 우육의 시료 5 g을 취하여 혼합한 후 균질하고 5분간 정치한 후 portable pH meter(Model 290A, Orion Research Inc., USA)로 pH를 측정하였다.

3.3 육색 측정

우육의 색도는 색차 색도계(Chroma meter CR-200 Minolta, Japan)를 이용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다.

3.4 보수력 측정

침전이 끝난 우육의 시료 10 g을 Daunce homogenizer(7727-40, Pyrex, USA)를 이용하여 분쇄 후 1분간 균질을 시키고 이후 4°C에서 15분간 방치한 후 다시 균질을 시켰다. 이후 원심분리(3,000×g, 4°C, 25 min)하여 상등액의 부피를 측정하였다.

3.5 가열감량 측정

시료는 polypropylene bag에 넣고 83°C의 water bath에서 심부온도가 71°C가 될 때까지 가열한 후 시료를 water bath에서 꺼내서 ice slurry에서 식힌다(4°C). 이후 Polypropylene bag에서 우육의 시료를 꺼내어 표면의 수분을 압지로 빨아들이고 무게를 각각의 시료를 측정 후, 가열을 통해 최초 무게에서 손실된 함량을 %로 표시하였다.

3.6 전단력 측정

우육의 시료는 각 처리구당 근섬유 방향과 평행하게 하여 직경 1.27 cm의 원기둥 모양으로 각각의 시료를 만들어 texture analyser(TA-plus, Lloyd Instruments Ltd. England)에 Warner-Bratzler shear 장치를 장착하여 6회 반복 측정하였다.

3.7 통계처리

각 실험에서 얻은 결과는 SPSS 19.0 프로그램을 사용하여 통계처리 하였다. 분산분석(ANOVA)과 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan의 다중범위검정으로 통계적 유의성을 검증하였다.

4. 결과 및 고찰

4.1 키위분말의 효소 활성도

동결건조를 통해 얻어진 키위분말을 1%, 2%, 3%의 효소활성도 측정 결과 키위분말 1% 첨가군 19 unit, 2% 첨가군 37 unit, 3% 첨가군은 52 unit로 키위분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높게 나타났으며($p < 0.001$), 키위분말 3% > 2% > 1%의 첨가량 순으로 나타났다. 이러한 결과는 능이버섯 가루의 첨가량이 증가하면 증가할수록 단백질분해효소의 활성도가 크게 나타난 결과와도 일치한다[16].

Table 2. Enzyme activity after freeze-drying of kiwi powder(unit/mL) $\times 10^{-3}$

kiwi powder(w/v)	Enzyme activity(Unit/mL)
1%	19 \pm 2.1 ^{a1)}
2%	37 \pm 3.2 ^b
3%	52 \pm 4.52 ^c
Levels of significance	***

¹⁾ Mean \pm S.D. *** $p < 0.001$.

^{a-c} Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test.

4.2. pH 측정

우육의 pH 측정 결과는 Table 3과 같다. 증류수에 수침한 대조군 우육의 pH는 6.09으로 가장 높은 값을 나타냈으며 키위분말 1%, 2%, 3% 첨가한 시료의 pH는 각각 5.72, 5.48, 5.24로 첨가량이 증가할수록 낮게 나타내 대조군)1% > 2% > 3% 순으로 대조군과 키위분말 처리한 시료들 사이에 유의적인 차이를 보였다($p < 0.001$). 이러한 결과는 본 실험에 사용한 키위의 pH 값이 3.85로 키위의 첨가량에 따라 시료의 pH 변화에 영향을 미친 것으로 판단된다.

Table 3. pH of the bovine *longissimus dorsi* muscle

Samples ¹⁾	pH
C	6.09 \pm 0.2 ^{a2)}
K1	5.72 \pm 0.12 ^b
K2	5.48 \pm 0.12 ^c
K3	5.24 \pm 0.16 ^d
Levels of significance	***

¹⁾ Refer to the legend of Table 1.

²⁾ Mean \pm S.D. *** $p < 0.001$.

^{a-d} Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test.

4.3 육색 측정

우육의 색도 측정 결과는 Table 4와 같다. 명도(L)는 대조군과 키위분말 첨가한 시료 1%, 2%, 3%의 값이 각각 60.24, 59.01, 57.90, 57.41로 첨가량이 증가할수록 다소 낮은 값을 나타냈지만 모든 시료들 간의 유의적인 차이는 없었다. 육의 적색도(a)의 경우, 다른 시료들에 비하여 대조군이 13.07로 가장 높은 값을 나타냈으며 키위분말 처리군 1%, 2%, 3% 값이 각각 11.74, 10.71, 8.82로 첨가량이 증가할수록 낮은 값을 보였다($p<0.001$). 황색도(b)의 경우에는 대조군 값이 8.42 가장 낮은 값을 나타냈으며 키위분말 1%, 2%, 3% 처리군 값이 각각 8.65, 9.12, 9.22로 첨가량이 증가할수록 높은 값을 보였다($p<0.01$).

Table 4. Color value of the bovine *longissimus dorsi* muscle

Samples ¹⁾	Hunter's color value		
	L	a	b
C	60.24±0.6 ^{NS1)}	13.07±0.65 ^a	8.42±1.22 ^a
K1	59.01±0.72 ^{NS}	11.74±1.08 ^{ab}	8.65±1.34 ^{ab}
K2	57.90±1.55 ^{NS}	10.71±1.06 ^b	9.12±0.33 ^b
K3	57.41±1.49 ^{NS}	8.82±0.42 ^c	9.22±1.61 ^c
Levels of significance	NS	***	**

¹⁾ Refer to the legend of Table 1.

²⁾ Mean±S.D. ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

^{a-c} Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test.

4.4 가열감량 및 보수력 측정

가열감량 및 보수력 측정결과는 Table 5와 같다. 가열감량은 우육의 시료를 가열한 후 방냉한 후 측정하였다. 우육의 가열감량은 대조군이 28.22, 키위분말 1%, 2%, 3%의 처리군이 각각 31.58,

33.34, 36.52로 대조군이 키위분말 처리군에 비해 유의적으로 낮게 나타났으며($p<0.001$) 키위분말 1%, 2%, 3% 처리한 시료들 간의 유의적인 차이는 없었다.

육의 보수력 함량은 대조군은 3.12로 유의적으로 가장 낮은 값을 보였다($p<0.01$), 키위 1%, 2%, 3% 처리군은 각각 3.42, 3.58, 3.82로 키위 3% 첨가한 시료가 유의적으로 가장 높은 보수력을 나타냈다($p<0.01$).

Table 5. Cooking loss and WHC of the bovine *longissimus dorsi* muscle

Samples ¹⁾	Cooking loss(%)	WHC ³⁾
C	28.28±1.11 ^a	3.12±0.53 ^a
K1	31.58±1.08 ^b	3.42±0.32 ^b
K2	33.34±2.31 ^b	3.58±0.40 ^{bc}
K3	36.52±1.52 ^b	3.82±0.32 ^c
Levels of significance	***	**

¹⁾ Refer to the legend of Table 1.

²⁾ Mean±S.D. ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

^{a-c} Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test.

³⁾ WHC : water holding capacity.

4.5 전단력 측정

전단력은 단백질분해효소의 활성도에 따른 육의 연화와 관련해서 상관관계가 매우 높은 것으로 알려져 있는데 동결건조 한 키위분말의 첨가량에 따른 우육의 전단력 측정의 결과는 Table 6과 같다. 대조군 값이 48.62로 키위분말 첨가군에 비하여 유의적으로 가장 높은 값을 나타냈다($p<0.001$). 키위분말 1%, 2%, 3% 첨가군 시료들의 값이 각각 43.62, 37.41, 30.83으로 키위분말 함량이 증가할수록 유의적으로 우육의 전단력 수치가 낮게 나타났으며 대조군 > 1% > 2% > 3% 순이었다

($p < 0.001$). 이러한 결과는 능이버섯과 키위를 이용한 혼합연육제의 우육 연도 증진 효과의 연구결과와 관련해 단백분해효소를 함유한 버섯과 키위의 효소활성도가 높을수록 전단력 수치가 낮게 나타난 결과와 일치한다[17].

Table 6. Shear force of the bovine longissimus dorsi muscle

Samples ¹⁾	Shear force(N)
C	48.62 ± 1.80 ^a
K1	43.62 ± 1.00 ^b
K2	37.41 ± 1.02 ^c
K3	32.83 ± 2.23 ^d
Levels of significance	****

¹⁾ Refer to the legend of Table 1.

²⁾ Mean ± S.D. **** $p < 0.001$.

^{a-d} Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test.

5. 결론

본 연구에서는 생리활성 성분 및 단백질분해효소를 함유한 키위를 사용 및 보관이 용이하도록 동결건조 후 분말로 만들어 사용했다. 키위분말 1%, 2%, 3% 첨가량에 따른 우육의 육질 변이와 연육효과를 비교 분석했다. 단백질분해효소 활성도 측정결과, 키위분말 1% > 2% > 3% 순으로 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높은 활성을 나타냈다($p < 0.001$). 키위분말 처리군 우육의 pH는 대조군(Control)에 비하여 첨가량이 증가할수록 유의적으로 차이가 나타났다($p < 0.01$). 육색의 경우, 황색도(b)는 키위분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높은 값을 나타냈다($p < 0.001$). 또한 적색도(a)는 대조군에 비하여 키위분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮은 값을 보였다($p < 0.001$).

가열감량(Cooking loss)은 대조군에 비하여 3% 키위 분말 첨가군이 가장 높은 값을 나타냈다. 보수력은 대조군이 키위분말 처리군에 비하여 유의적으로 가장 낮은 값을 나타냈으며($p < 0.01$), 키위 첨가량이 증가할수록 보수력이 좋게 나타났다. 키위분말의 단백질분해효소 활성에 따른 우육의 연육효과와 상관관계가 높은 전단력(Shear force) 측정결과, 키위분말 첨가량이 증가할수록 우육의 전단력 수치가 낮게 나타나($p < 0.001$) 키위분말의 첨가량이 증가할수록 연육효과가 크게 나타났다.

본 연구의 결과를 종합하면 키위를 연육제로 사용하기 위해서 보다 간편하게 사용할 수 있도록 동결건조 후 분말로 제조하였으며 키위에 함유한 단백질분해효소는 우육의 연육에 크게 효과적인 것을 확인할 수 있었다. 이에 본 연구는 다양한 생리활성 물질과 단백질분해효소를 함유한 키위를 식품산업의 연육제 개발에 필요한 기초자료로 활용하는데 도움이 될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] I. H. Hwang, C. E. Devine and D. L. Hopkins, The biochemical and physical effects of electrical stimulation on beef and sheep meat tenderness, *Meat Science*, vol. 65, no. 2, pp. 677-691, (2003).
- [2] M. Koohmaraie, Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat, *Meat Science*, vol. 43, no. 1, pp. 193-201, (1996).
- [3] M. K. Koohmaraie, M. P. Shackelford, S. D. Veiseth and T. L. Wheeler, Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship?, *Meat Science*, vol. 62, no. 3, pp. 345-352, (2002).
- [4] N. Douglas, D. N. Hodes and E. Dransfield, Effect of pre-slaughter injections of papain on

- toughness in lamb muscle induced by rapid chillings, *Journal of Science and Food Agriculture*, vol. 24, no. 12, pp. 1583-1587, (1973).
- [5] M. H. Kim, J. H. Rho and M. J. Kim, Proteolytic effect of fruit flesh and crude enzyme extract from fruits on myofibrillar protein, *Korean Journal of Food Cook Science*, vol. 26, no. 3, pp. 323-329, (2010).
- [6] U. Olsson, C. Hertzman and E. Tomberg, The influence of low temperature, type of muscle and electrical stimulation on the course of rigor ageing and tenderness of beef muscles, *Meat Science*, vol. 37, no. 1, pp. 115-131, (1994).
- [7] S. E. Lee, D. M. Kim and C. Rhee, Several physico-chemical characteristics of kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch) depend on cultivars and ripening stages, *Korean J Food Sci Technol*, pp. 863-868, (1989).
- [8] J. H. Oh, K. E. Lee, J. M. Kim and S. C. Lee, Preparation and characteristics of whelk internal organ jeotgal with the addition of fruit juice, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*, pp. 436-439, (2001).
- [9] R. E. Conrad, Induction and collection of peritoneal exudates macrophage, pp. 5-11, (1981).
- [10] B. Page, M. Page and C. Noel, A new fluorometric assay for cytotoxicity Measurements in vitro, *Int J Oncol*, pp. 473-476, (1993).
- [11] N. Motohashi, Y. Shirataki, M. Kawase S, Tani, H. Sakagami, K. Satoh, T. Kurihara, H. Nakashima, I. Music, A. Vaega and J. Molnar, Cancer prevention and therapy with kiwifruit Chinese folklore medicine: a study of kiwifruit extracts, *J Ethnopharmacol*, pp. 357-364, (2002).
- [12] M. Montefiori T. K. McGhie, G. Costa and A. R. Ferguson, Pigments of in the fruit of red-fleshed kiwifruit(*Actinidia chinensis* and *Actinidia deliciosa*), *J Agric Food Chem*, pp. 9526-9530, (2005).
- [13] M. H. Kim, M. J. Kim and J. H Rho, Effects of Seasonings and Flavor Spices on Tenderizing Activity of Fig and Kiwifruit Sauce for Meat Cooking, *Korean J Soc Food Cookery Sci*, vol. 26, no. 5, pp. 530-536, (2010).
- [14] S. J. Cho, S. H. Chung, H. C. Yang, H. J. Suh, H. Lee and H. Kang, Purification and characterization of a protease actinidin isolated from Cheju kiwifruit, *Korean Journal of Food Nutrition*, vol. 7, no. 2, pp. 87-94, (1994).
- [15] M. H. Kim, J. H. Rho and M. J. Kim, Proteolytic effect of fruit flesh and crude enzyme extract from fruits on myofibrillar protein. *Korean Journal of Food Cook Science*, vol. 26, no. 3, pp. 323-329, (2010).
- [16] H. G. Shin, Y. M. Choi, H. K. Kim, Y. C. Ryu, S. H. Lee and B. C. Kim, Tenderization and fragmentation of myofibrillar proteins in bovine longissimus dorsi muscle using proteolytic extract from *Sarcodon aspratus*, *Food Science and Technology*, vol. 41, no. 8, pp. 1389-1395, (2008).
- [17] H. K. Kim, Effect of mixed tenderizer using *sarcodon aspratus* and kiwi on beef(Doctoral dissertation), *Sejong university*, Seoul, (2013).

(접수: 2019.06.03. 수정: 2019.08.30. 게재확정: 2019.09.06.)