

강화산 순무의 추출 공정에 따른 알코올 분해 효과

김대호* · 김정화* · 김철희* · 권민철* · 김효성* · 정해곤** · 강하영*** · 이학주*** · 이현용*

*강원대학교 바이오산업공학부, **강화농업기술센터, ***삼립과학연구소

Effects of Alcohol Oxidation of *Brassica rapa* L. Extraction Process in Kang-Hwa

Dae Ho Kim*, Jung Hwa Kim*, Cheol Hee Kim*, Min Chul Kwon*, Hyo Sung Kim*,
Hae Gon Chung**, Ha Young Kang***, Hak Ju Lee***, and Hyeon Yong Lee*†

*School of Biotechnology and Bioengineering, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea.

**Ganghwa Agricultural R&D Center, Korea.

***Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea.

ABSTRACT : Alcohol dehydrogenase (ADH) and Aldehyde dehydrogenase (ALDH) activities of turnip extracts with ultrasonification at 60, 100 °C temperature were investigated. Ultrasonification extracts showed a increase as compared with the normal extracts. ALDH activities were high than ADH activities. So, turnip extracts was shown efficient plants in alcohol oxidation. Appraisers liked powder extracts better than liquid extracts in sensory score.

Key words : Turnip extracts, Alcohol dehydrogenase, Aldehyde dehydrogenase, Sensory score

서 언

순무 (*Brassica rapa* L., *Brassica campestris* L.)는 십자화과에 속하는 채소로 무의 일종이면서 모양은 팽이와 유사하고 껍질 색은 적자색 또는 녹색을 띠며 무보다 순한 맛을 지니나 무와는 다른 독특한 맛을 나타낸다. 원산지는 유럽으로 알려져 있으며 고려 중엽 이규보의 가포육영(家圃六詠)에 최초로 김치 재료로서 기록되어 있다 (Kang, 1991). 강화도 재래 순무는 뿌리의 윗 부분이 자색을 띠고 있으며 이는 안토시아닌 색소에 의한 것으로 알려져 있다 (Park *et al.*, 1999). 한방에 의하면 단 맛이 오장에 이로우며, 이뇨와 소화를 돕고 종기를 치료하며 순무의 씨는 눈과 귀를 밝게 하고 황달을 치료하며 갈증해소작용 등 다양한 용도로 사용되기도 하였다고 한다 (육, 1981).

Yamani (1993)의 연구에 따르면 유산균 발효액의 제조에 순무를 이용하였으며 순무괴클의 제조 및 젖산발효에 의한 이화학적·관능적 특성에 대한 연구 (Morita *et al.*, 1990; Oh *et al.*, 2003; Miyao *et al.*, 1979)가 보고되어 있으며 순무의 식품으로서의 이용을 위한 가용성 및 불용성 식이섬유의 함량에 대한 연구 (Mongey *et al.*, 1993)와 순무뿌리의 가공을 위한 deep-frying법에 대한 연구 (Collins *et al.*, 1978)가 보고되어

있다. 특히 순무의 성분 분석에 대한 연구는 네덜란드에서 재배되는 순무잎의 플라보노이드의 함량 (Hertog *et al.*, 1992)과 순무의 알콜 불용성 고형물에서 검출된 가용성 펙틴 (Kawabata *et al.*, 1973)에 대한 연구와 순무잎에 포함된 휘발성 isothiocyanate 연구 (Itoh *et al.*, 1984), 순무의 glucosinolate 성분의 휘발성 isothiocyanate와 nitrile에 대한 연구 (Ju *et al.*, 1982), 가열 전, 후 순무의 glucosinolate의 함량의 변화 (Sones *et al.*, 1984)와 myrosinase 활성 (Wilkinson *et al.*, 1984)에 대해 보고되어 있다. 특히 Park *et al.* (1999)의 연구에 따르면 순무의 향기는 dimethyl disulfide와 dimethyl trisulfide, 1-hexanal 등의 성분으로 구성되어 있지만 열처리 후 착즙한 순무는 이의 성분들이 9%로 감소하며 methanethiol과 같은 이취가 45%까지 증가하는 것을 보고하였다.

국내의 경우 순무를 대상으로 발표된 연구 자료는 순무의 성분 분석 및 가공 공정에 대한 것으로 제한되어 있고, 순무의 식품으로서의 소비형태 또한 대부분이 김치류의 제조에 이용되고 있어 소비형태가 제한되어 있는 것으로 알려져 있다. 이에 반해 순무의 추출물을 이용한 기능성 제품의 생산에 대한 연구는 보고되어 있지 않다. 이에 본 연구에서는 김치류 제조에 국한 되어온 순무의 가공 공정외에 새로운 방법을 제시하기 위해 저온 및 고온의 열수 추출과 초음파 병행 추출

†Corresponding author: (Phone) +82-33-250-6455 (E-mail) hyeonl@kangwon.ac.kr

Received November 23, 2005/Accepted January 20, 2006

을 이용한 병행 추출에 의한 이취의 변화를 관능평가를 통해 알아보았으며 또한 이들 추출물의 알코올 분해 효과 실험을 통해 순무의 열수 추출물의 이용 가치를 살펴보았다.

재료 및 방법

1. 시료의 추출

본 실험에 사용한 재료인 순무는 2005년 강화도에서 수확된 것으로 강화군 농업기술센터에서 제공받았으며 수직 환류 냉각기가 부착된 추출 flask에 시료중량에 대하여 각각 10배의 증류수를 추출용매로 사용하여 60, 100°C에서 12시간 동안 2회 반복 추출한 것과 이를 다시 초음파 추출기 (Asia industry. Kor.)를 이용하여 60, 100°C에서 40 KHz의 초음파로 30분간 초음파 추출을 병행한 두 가지 방법을 이용하여 추출하였다. 얻어진 각각의 추출물들은 감압 여과장치로 여과하여 농축 후 동결건조 한 뒤에 각각의 수율을 계산하였다.

2. 순무 추출물의 ADH (Alcohol Dehydrogenase) 활성 측정

순무의 ADH 활성은 Kim *et al.* (1992)과 Pares *et al.* (1993) 등의 방법에 따라 Spectrophotometer (Unicom, USA)를 이용하여 340 nm에서 형성되는 NADH의 흡광도를 측정함으로써 나타내었다. 시험관에 alcohol 0.2 ml, NAD 0.4 ml 와 0.2~1.0 g/l 농도의 순무 추출물을 넣고 총부피가 3 ml가 되도록 0.05 M Tris buffer를 넣었다. 대조구는 ADH 대신에 0.05 M Tris buffer 0.04 ml를 넣는 것 외에는 실험구와 같다. 준비된 시험관을 25°C의 water bath (vision)에서 10분간 방치한 후 ADH를 0.04 ml를 넣어 35분간 반응시켰다. 반응이 끝나면 즉시 시험관을 얼음에 옮긴 후 위의 spectrophotometer를 이용해 340 nm에서 ADH의 활성을 측정하였다 (Kang *et al.*, 2002).

3. 순무 추출물의 ALDH 활성 측정

순무의 ALDH 활성은 Choi *et al.* (1993)의 방법으로 Spectrophotometer를 이용하여 340 nm의 흡광도에서 측정하였다. 시험관에 총 부피 3 ml가 되도록 50 mM sodium pyrophosphate buffer (pH 8.8), 1 mM NAD⁺, 2 mM Pyrazole, 10 mM acetaldehyde, ADH 활성 실험과 동일 농도의 순무 추출물과 ALDH 넣었다. 대조구는 ALDH 대신에 0.05 M Tris buffer를 동량 넣는 것 외에는 실험구와 같다. 25~30°C를 유지하여 1분 간격으로 흡광도를 측정하였다 (Choi *et al.*, 1993).

4. 추출물의 관능검사

사용된 시료는 순무의 착즙액과 60, 100°C 열수 추출액과 각 온도의 초음파 병행 추출액과 농축 후 동결건조 분말을 음용수에 희석하여 이용하였으며 5단계의 평점법 (매우 좋지 않다(1), 좋지 않다(2), 보통이다(3), 좋다(4), 매우 좋다(5))을 이

Table 1. The extraction yields of water extract from Turnip.

Sample	Yields (%)	
	I	II
Turnip extracts at 60°C	12.1	21.3
Turnip extracts at 100°C	21.85	25.4

I : none ultrasonification extract, II : ultrasonification extract.

Table 2. Sensory score of water extracts and juices from Turnip.

Sample	Sensory score		
	Taste	Flavor	Color
Turnip juices	3.86	4.21	4.37
Liquid of turnip extracts at 60°C*	2.76	1.94	3.22
Powder of turnip extracts at 60°C*	3.21	3.75	3.97
Liquid of turnip extracts at 100°C*	1.84	1.59	3.57
Powder of turnip extracts at 100°C*	2.23	3.18	3.86
Liquid of turnip extracts at 60°C**	2.84	1.92	3.43
Powder of turnip extracts at 60°C**	3.42	3.98	3.37
Liquid of turnip extracts at 100°C**	1.86	1.62	3.75
Powder of turnip extracts at 100°C**	2.76	3.36	3.62

*: none ultrasonification extract, **: ultrasonification extract.

용하여 2회 반복 실시하였고 색상, 향, 맛의 전반적인 기호도를 평가하였다.

결과 및 고찰

1. 순무의 추출 수율

60, 100°C 온도에서 순무의 일반 물 추출과 초음파 병행 추출물에 대한 추출 수율을 Table 1에 나타내었다.

고온 추출 온도인 100°C에서의 추출물은 60°C의 추출물보다 최고 9%의 높은 추출 수율을 보이고 있는데 반하여 초음파 병행 추출 시에는 수율의 차이에 있어서 약 4% 정도로 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 초음파의 공명현상에 의한 추출 수율의 증가로 생각되어 진다.

2. 순무의 ADH 활성 결과

체내의 알코올은 간이나 몸의 다른 기관과 부위로 운반되고 간으로 운반된 알코올은 Alcohol dehydrogenase (ADH)와

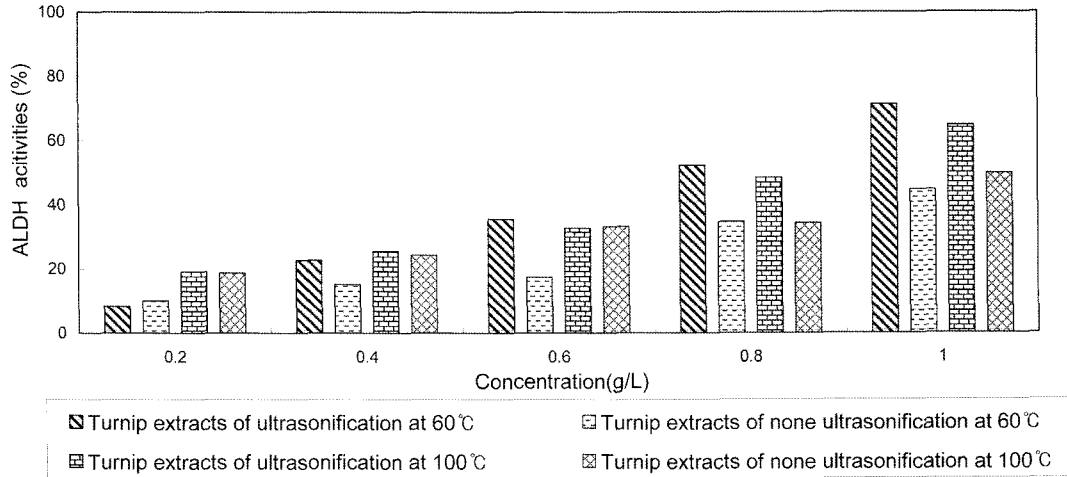


Fig. 1. The level of ALDH activities of Turnip extracts at 60°C and 100°C temperature.

Aldehyde dehydrogenase (ALDH)에 의해 산화되어 acetic acid로 되고 일부는 NO 와 CO_2 로 배설되어 체내 알코올의 농도를 낮추는 역할을 한다.

순무의 추출물을 이용한 ADH의 활성 실험의 결과는 Table 2에 나타내었다. 일반 물 추출물과 초음파를 병행한 추출물의 ADH 활성은 순무의 농도가 증가함에 따라 활성도 또한 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 특히 초음파의 병행 추출물은 일반 물 추출물보다 약 5%의 이상의 활성 증진을 보이는 것을 확인하였다. 그러나 이의 결과는 초음파 병행 추출물이 일반 물 추출물보다 ADH에 의해 Aldehyde를 더 많이 증가시키고 있어 초음파의 활성의 검증에 있어선 ALDH의 활성 증가율을 확인해 보아야 할 것으로 생각된다.

3. 순무의 ALDH 활성 결과

순무의 ALDH의 활성 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 앞선 ADH이 결과와 유사하게 초음파를 병행 추출한 추출물이 일반 물 추출물에 비해 활성이 높은 것을 확인하였고 추출물의 농도의 증가에 따라 활성이 증가함을 알 수 있었다. 또한 추출물의 0.6 g/L 이상의 농도에서 60°C의 초음파 병행 추출물이 100°C 초음파 병행 추출물보다 높은 활성을 나타내었고 ALDH의 활성이 ADH의 활성보다 높게 나타나는 것을 확인하였는데 이는 ADH에 의해 생성된 Aldehyde를 ALDH의 활성을 순무의 추출물들이 증가시킴으로서 알코올 분해의 최종 사물인 Acetic acid나 CO_2 로의 반응을 촉진시킬 수 있음을 확인하였다.

4. 추출물의 관능검사 결과

순무 착즙은 대체적으로 무와 유사한 인삼 맛과 거자 향을 지니고 있는 것으로 평가되었으며 특히 순무는 배추의 뿌리와 유사한 맛을 나타낸다고 평가하였다. 각 평가항목은 맛과 향, 색에 있어서 3.8점 이상으로 관능평가가 이루어졌다. 그리고

Table 3. The level of ADH activities of Turnip extracts at 60°C and 100°C temperature.

Sample	concentration	ADH activities (%)	
		I	II
Turnip extracts at 60°C	0.2	7.5	12.4
	0.4	11.6	24.6
	0.6	26.8	32.4
	0.8	32.1	39.2
	1.0	39.4	51.9
Turnip extracts at 100°C	0.2	14.6	16.2
	0.4	23.1	27.4
	0.6	30.8	30.7
	0.8	41.5	47.3
	1.0	53.1	58.1

I : none ultrasonification extracts, II : ultrasonification extracts.

열수 추출물들은 Park *et al.* (1999)의 연구에서 열처리 착즙의 이취의 원인인 methanethiol의 검출에 대한 보고와 유사하게 특유의 구린향에 대해 평가하였으며 이로 인해 착즙에 비해 관능평가 점수가 매우 낮게 나타났다. 그러나 감압 농축 후 동결건조 분말의 희석액은 구린향이 대부분 제거되어 3점 이상으로 평가되어 관능이 향상되었다. 이는 Park *et al.* (1999)의 연구에서 발표된 바와 같이 이취의 원인인 methanethiol이 감압 농축으로 인해 대부분이 제거 되어진 것으로 생각되며 추후 열수 추출액의 이용에 있어 유용한 방법으로 생각되어진다.

적 요

순무는 초음파 병행 추출을 통하여 60, 100°C에서 모두 추출 수율을 증가시킬 수 있음을 확인하였다.

알코올 분해 효소인 ADH와 Aldehyde 분해 효소인 ALDH의 분해 활성 측정 실험을 통해 순무의 추출물들은 물 일반 추출물보다 초음파 병해 추출물들이 높은 활성을 나타내는 것을 확인하였고 특히 ADH의 활성을 보다 ALDH의 활성이 높게 나타나 알코올 분해 과정의 최종 목적지인 acetic acid와 이산화탄소로의 분해에 순무의 추출물들이 유의적인 활성을 나타내고 있음을 확인할 수 있었다.

60°C 열수 추출물은 100°C 열수 추출물과 비교하여 관능평가가 시 높은 점수를 얻었으며 이의 추출물들은 감압농축을 통해 이취의 제거가 이루어져 열수추출 시 유용한 방법으로 평가되었다.

사 사

본 연구논문은 강화군 농업기술센터의 지원에 의해 얻은 결과이므로 이에 감사드립니다.

LITERATURE CITED

- Choi JY, Joo CN** (1993) Probable Reaction Mechanism of Rat Liver Cytosolic ALDH. *Korean Biochem. J.* 26:26-33.
- Collins J** (1978) Flavor preference of selected food products from vegetables. *J. Agric. Food chem.* 26:1012-1015.
- Hertog MGL, Hollman PCH, Katan MB** (1992) Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J. Agric. Food Chem.* 40:2379-2383.
- Itoh H, Yoshida R, Mizuno T, Kudo M, Nikuni S, Karki T** (1984) Study on the contents of volatile isothiocyanate of cultivars of Brassica vegetables. Report of the National Food Research Institute 45:33-41.
- Ju H, Chong C, Mullin W, Bilble B** (1982) Volatile isothiocyanates and nitriles from glucosinolates in rutabaga and turnip. *J. Am. Soc. Horticultural Sci.* 107:1050-1054.
- Kang BK, Jung ST, Kim SJ** (2002) Effects of Vegetable Extracts by Solvent Separation on Alcohol Dehydrogenase Activity from *Saccharomyces cerevisiae*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34:244-248.
- Kang IH** (1991) History of Culture in Korea (II). Samyoungsa. Seoul. Korea. p. 197.
- Kawabata A, Sawayama S** (1973) A study on the content of pectic substances in vegetables. *J. Japan Nutr.* 31:32-36.
- Kim BH, Zeikus JG** (1992) Specificity of alcohol dehydrogenase from *Clostridium acetobutylicum* ATCC4259. *J. Microbiol. Biotechnol.* 4:268-272.
- Miyao S, Aoki M** (1979) Quality and behaviour of microorganisms in pickles. II. Lactic acid fermentation of turnips. *J. Japan. Food Sci. Tech.* 26:444-446.
- Mongeau R, Brassard R** (1993) Enzymatic-gravimetric determination in foods of dietary fiber as sum of insoluble and soluble fiber fractions: summary of collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 76:923-925.
- Morita M, Miyamoto T, Mori K, Kataoka K, Izumimoto M** (1990) Isolation and identification of lactic acid bacteria from pickles. *J. Japan Dairy and Food Sci.* 39:A183-A193.
- Oh SH, Oh YK, Park HH, Kim MR** (2003) Physicochemical and Sensory Characteristics of Turnip Pickle Prepared with Different Pickling Spices During Storage. *Korean Journal of Food Preservation* 10(4):347-353.
- Pares X, Farres XPJ, Moreno A, Saubi N, Boleda MD, Cederlund E, Hoog JO, Jornvall H** (1993) Class alcohol dehydrogenase: structure and function. In: *Enzymology and Molecular Biology of Carbonyl Metabolism* 4. Plenum Press. New York. USA. p. 475-481.
- Park YK, Kim HM, Park MW, Kim SR, Choi IW** (1999) Physicochemical and functional properties of turnip. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28:333-341.
- Sones K, Heaney R, Fenwick G** (1984) An estimate of the mean daily intake of glucosinolates from cruciferous vegetables in the UK. *J. Sci. Food Agric.* 35:712-720.
- Wilkinson A, Rhodes M, Fenwick R** (1984) Myrosinase activity of cruciferous vegetables. *J. Sci. Food Agric.* 35:543-552.
- Yamani M** (1993) Fermentation of brined turnip roots using *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc mesenteroides* starter cultures. *World J. Micro. and Biotech.* 9:176-179.
- 육창수** (1981) 한국약품식물자원도감 진명출판사 p. 120.