



돈육 지방에 미치는 함초(*Salicornia herbacea* L.)의 항산화 효과

한승관* · 김선민 · 표병식
동신대학교 생물자원산업화지원센터

Antioxidative Effect of Glasswort(*Salicornia herbacea* L.) on the Lipid Oxidation of Pork

Seung-Kwan Han*, Sun-Min Kim and Byung-Sik Pyo
Biotechnology Industrialization Center, Dongshin University

Abstract

Glasswort (*Salicornia herbacea* L.), a halophyte, is a potential functional food resource in Korea. This study was conducted to determine the antioxidant activity of glasswort, as a functional food material, on the lipid oxidation of pork. To compare antioxidant effect of different parts of glasswort, samples such as dried ground leaves, stems, and roots of glasswort were prepared. The antioxidant activity was determined by the TBARS(Thiobarbituric Acid Reactive Substances) method. Freeze-dried leaves of glasswort at 0 day of storage had the lowest TBARS values, suggesting the highest antioxidant effect. But the antioxidative effect of freeze-dried leaves of glasswort was less than that of BHT. At 7 days after storage, however, the values were not different from oven-dried leaves. The oven-dried leaves at 14 days after storing should highest antioxidative activity. In conclusion, antioxidative effect of glasswort was apparently exhibited through measurement of TBARS. Antioxidative effect from ground leaf sample of glasswort harvested in coastal region was the highest, followed by root and stem samples. Glasswort had twice as high antioxidative effect as sea salt and bamboo salt.

Key words : glasswort (*Salicornia herbacea* L.), TBA, antioxidant, functional food

서 론

함초(鹹草, *Salicornia herbacea*, glasswort)는 우리나라 남해안과 서해안 간척지 바닷가의 염습지대에서 자생하는 명아주과에 속하는 일년초 식물로서 우리말로 통통마디라고 부른다. 갯벌식물인 함초는 다량의 염분을 체내에 축적할 뿐 아니라 Mg, Ca, Fe, 그리고 K 등의 천연 미네랄을 다량 함유하고 있는 식물로 고염습 지역에서 생육이 가능하다(Flower et al., 1977).

Levitt(1972)는 해안 염습지는 토양의 낮은 수분퍼텐셜, 이온의 독성, 영양염류의 불균형 및 이들의 상호 복합적인 요인이 작용하여 식물의 성장을 억제한다고 하였다. 이들 요인

에 대한 적응이 필요하기 때문에 염생식물이 생육하기 위해서는 이중에 낮은 삼투퍼텐셜을 유지하는 것이 가장 중요하다(Kramer, 1969; Epstein, 1972). 따라서 염생식물의 대부분은 토양의 염분농도 증감에 따라 삼투조절능력을 갖는 것으로 보고되었다(McNulty, 1985; Flower et al., 1977). Min (1990)은 함초의 특성이 체내에 축적되는 축적형 식물로서 염습수에 있어 다육질 형태가 된다고 하였다. Lee와 Ihm (1988)은 함초의 염농도 처리에 따른 생존율 적용범위가 넓기 때문에 내염율이 높다고 하였다.

이러한 특성을 가진 함초는 일본에서는 천연기념물로 지정되어 있고 유럽에서는 어린 줄기를 샐러드로 만들어 먹기도 하나 우리나라에서는 대중에게 널리 알려지지 않고 일부 지역에서만 식용하고 있다(Greenway와 Munns, 1980). 그래서 함초는 식용재배 및 기능성 식품소재로서 활용할 수 있는 가능성을 가지고 있다. 실험동물을 이용한 실험에서 함초를

*Corresponding author : Seung-Kwan Han, Biotechnology Industrialization Center, Dongshin University, Naju 520-714, Korea. Tel: 82-61-336-3110, Fax: 061-336-3118, E-mail: seungkwan75@hotmail.com

섭취함으로써 체중증가 억제효과와 혈중 콜레스테롤 및 지질함량을 저하시키는 효과가 있다고 보고하였다(조 등, 2002).

따라서, 본 연구에서는 함초가 보유하고 있는 약리적인 효과를 이용하여 기능성 식품소재로 활용하기 위해 우리나라의 서해안에서 채취한 함초의 잎, 줄기 및 뿌리 등의 부위별로 항산화 효과에 대한 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 함초(*Salicornia herbacea* L.)는 전남 무안군 운남면 일대의 해안가에서 채취하였다. 채취한 함초는 각각 흐르는 물로 세척한 후, 부위별(뿌리, 줄기, 잎)로 구별하여 각각 온풍건조(60℃, 24 hr 건조) 및 동결건조(-60℃, 68 hr)(Vacuum Freeze Dryer, SFDSM24L, Korea)시켜 분말 상태로 만들어 실험에 이용하였다.

돼지고기 시료의 조제

실험에 사용된 돈육은 도살 후 4℃ 냉장고에 저장된 랜드 레이스의 대퇴부 육을 사용하였다. TBA 실험을 위해 해안에서 채취한 부위별 함초, 천일염(sea salt), 죽염(bamboo salt) 및 BHT를 각각 1%씩 첨가하고 75℃에서 1시간 동안 온탕가열 후, 5℃ 온도에서 14일간 저장하면서 실험에 사용하였다.

일반성분 분석

수분은 105℃ 상압가열건조법 (Moisture analyzer, MB45, OHAUS, USA), 조단백질은 micro-Kjeldahl법 (Kjeldahl/Nitrogen analyzer, K-424/B-324, BUCHI, Switzerland), 조지방은 Soxhlet 추출법 (Universal extraction system, B-811, BUCHI, Switzerland), 조회분은 550℃ 직접회화법으로, 조섬유소는 H₂SO₄-NaOH법 (Fibercap system, 2022, Foss Tecator, USA)으로 AOAC(1984) 표준법에 따라 분석하였다.

Thiobarbituric acid(TBA)가 측정

Witte 등(1970)의 방법에 의해 돈육 10 g을 homogenizer에서 20% trichloroacetic acid용액 25 ml를 첨가하여 2분간 14,000 rpm으로 균질화하였다. 이 현탁액을 메스플라스크에 넣어 증류수로 100 ml가 되게 희석하여 교반한 다음, Whatman No.1 filter paper로 여과하였다. 여과한 액 중 5 ml를 취해서 2-TBA시약(0.005M, in water) 5 ml와 혼합하여 실온 냉암소에서 15시간 동안 방치한 후, UV-VIS Spectrophotometer (UV 1650, Shimadzu, Tokyo, Japan)에서 530 nm의 파장으로 흡광도를 측정하여 계산하였다. 계산방법은 다음과 같았다.

$$TBA(MDA \text{ mg}/1000 \text{ g}) = \text{흡광도} \times 5.2$$

통계처리

본 실험의 측정결과는 SAS package(1996)를 이용하여 통계처리하였으며, Duncan's multiple range test에 의하여 분석하였고 유의성 검정은 $\alpha=0.05$ 에서 시행하였다.

결과 및 고찰

일반성분 함량

함초의 부위별 및 건조방법에 따른 일반성분 함량은 Table 1과 같다. 함초의 수분 함량은 잎을 온풍 건조시킨 것(OLC)이 7.10%로 가장 높게 나타났으며, 줄기보다는 잎의 수분 함량이 높은 것으로 나타났다. 건조방법에 따른 수분 함량은 잎과 줄기 모두 온풍 건조한 것이 동결 건조한 것보다 높게 나타났다. 김 등(2001)이 보고한 초피와 민피의 수분 함량이 줄기보다 잎에서 더 높게 나타났다는 결과와 일치하였다. 조단백질 함량은 온풍 건조시킨 잎(OLC)이 1.99%로 가장 높았으며, 조지방 함량은 동결 건조시킨 잎(FLC)이 1.83%로 가장 높았고 조섬유 함량은 동결 건조시킨 줄기(FSC)가 74.11%로 가장 높았으며, 조회분 함량은 동결 건조시킨 잎(FLC)이 27.71%로 다른 부위보다 높게 나타났다. 특히 온풍

Table 1. Proximate composition of glasswort(*Salicornia herbacea* L.)

Samples	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude lipid (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)
OL ¹⁾	7.10±0.61 ^{1)bc}	1.99±0.03 ^b	1.77±0.07 ^b	73.31±0.13 ^a	25.77±0.60 ^c
OS ²⁾	5.51±0.34 ^a	1.22±0.02 ^{ab}	0.85±0.09 ^a	73.43±0.04 ^a	16.69±0.22 ^b
OR ³⁾	6.51±0.38 ^b	0.68±0.01 ^a	0.74±0.04 ^a	73.61±0.38 ^a	7.46±0.09 ^a
FL ⁴⁾	6.24±0.34 ^b	1.93±0.02 ^b	1.83±0.10 ^b	74.06±0.14 ^{ab}	27.71±0.19 ^c
FS ⁵⁾	5.19±0.21 ^a	0.95±0.02 ^a	0.63±0.03 ^a	74.11±0.08 ^{ab}	14.49±0.17 ^b

¹⁾ OL; oven-dried glasswort leaves, ²⁾ OS; oven-dried glasswort stems, ³⁾ OR; oven-dried glasswort roots, ⁴⁾ FL; freeze-dried glasswort leaves, ⁵⁾ FS; freeze-dried glasswort stems, ⁶⁾ Means±SD(n=3).

건조한 뿌리(ORC)보다 동결 건조한 뿌리(FRC)에서 2배 정도의 조희분 함량을 나타냈다.

지방산패도(TBARS)

해안에서 자란 함초의 지방 산패 억제효과를 알아보기 위해 TBA 방법으로 함초의 잎, 줄기 및 뿌리 등의 부위별에 따른 항산화 활성 차이를 비교하였다. Fig. 1에 나타낸 바와 같이 모든 시료가 저장기간이 길어질수록 TBARS치가 증가하였다. 함초는 잎이 줄기보다 모든 저장 기간 동안 지방 산패 억제효과가 더 우수하게 나타났다. 저장 0일째에는 동결 건조한 잎(FLC)의 TBARS치가 가장 낮아 지방 산패 억제효과가 제일 좋았으나, 저장 7일째에는 온풍 건조한 잎(OLC)과 거의 비슷한 효과를 보였으며, 저장 14일에서는 온풍 건조한 잎(OLC)이 가장 효과적으로 지방 산패를 억제하였다. 5℃에서 14일간 저장하는 동안 함초 중에서 잎을 온풍 건조시킨 것(OLC)이 가장 항산화 효과가 좋았다. 대조구의 TBARS치가 0.48 MDA mg/kg 보다 4배 이상 항산화 효과가 좋은 0.1 MDA mg/kg을 나타냈다. 각 함초의 부위별 식육에 미치는

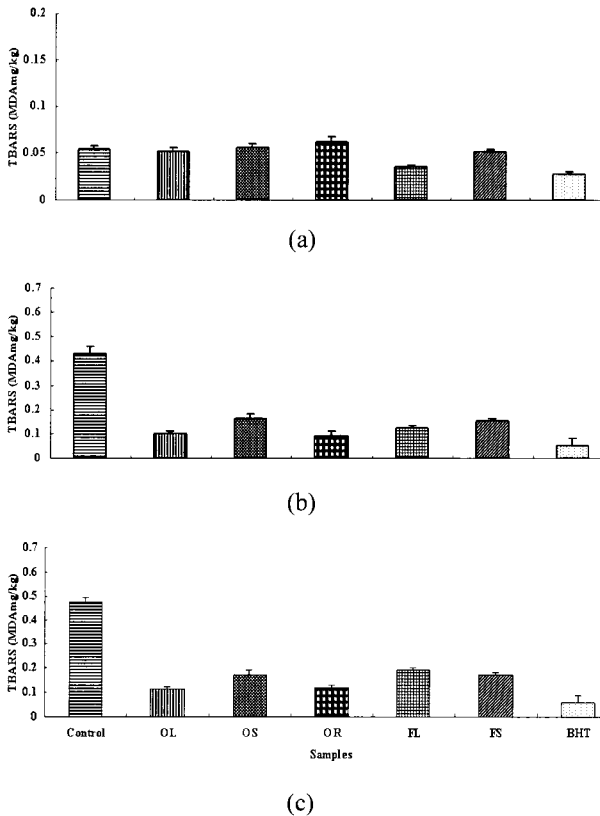


Fig. 1. Changes in TBARS values of pork treated with lasswort(*Salicornia herbacea* L.) during storage periods, 0(A), 7(B), and 14(C) days. OL; oven-dried glasswort leaves, OS; oven-dried glasswort stems, OR; oven-dried glasswort roots, FL; freeze-dried glasswort leaves, FS; freeze-dried glasswort stems.

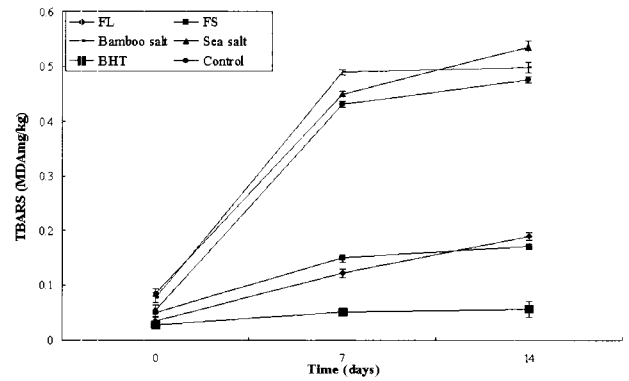


Fig. 2. Changes in TBARS values of pork treated with glasswort(*Salicornia herbacea* L.) and various salts over 14 days. FL; freeze-dried glasswort leaves, FS; freeze-dried glasswort stems.

항산화 효과를 살펴보면, 저장 초기에는 잎 > 줄기 > 뿌리 순으로 TBARS치가 낮게 나타났으나 저장 14일 후에는 잎 > 뿌리 > 줄기 순으로 TBARS치가 낮게 나타났다.

이상의 결과를 통해 함초는 돈육의 산화를 억제하는 효과를 나타냈다. 함초의 부위별 지방산패에 영향을 미치는 요인으로 무기질 함량을 생각할 수 있다. 그 중에서도 산화와 직접 관련된 Fe 함량과 관련이 있을 것으로 사료된다.

동결 건조시킨 함초와 식염이 돈육의 지방 산패 억제에 미치는 효과를 비교한 것은 Fig. 2와 같다. 함초를 온풍 건조한 것은 잎, 줄기 및 뿌리 부위를 사용하였고 동결 건조한 함초는 잎과 줄기 부위를 사용하였다. 저장기간이 지남에 따라 TBARS치가 유의적으로 상승하는 것을 볼 수 있다. 특히, 저장기간이 길어질수록 천일염과 죽염이 돈육의 지방 산패를 촉진하였으나, 합성항산화제인 BHT는 가장 낮은 TBARS치를 나타냈다. 동결 건조한 잎(FLC)과 줄기(FSC)는 저장초기부터 저장 기간 14일 동안 돈육의 지방 산패를 효과적으로 억제하였다. 주목할만한 것은 천일염과 죽염보다 2배 이상의 항산화 효과를 보였다. 천연식물자원인 함초는 저장중인 돈육 지방의 산패를 억제하는 효과가 매우 우수하였다. 이상의 결과를 통해 염생식물인 함초가 돈육의 지방질의 산화를 억제하여 기능성 식품소재로 이용될 수 있는 가능성을 시사하였다고 사료된다.

요 약

염생식물인 함초는 우리나라에서 가능성 있는 기능성 식품소재로 알려져 있다. 본 연구는 돈육 지방에 대한 기능성 식품소재로서의 가능성을 알아보기 위해 실험을 수행하였다. 해안에서 채취한 함초를 부분적으로 잎, 줄기, 뿌리로 구분하여 항산화 효과를 비교하였다. 시료에 대한 항산화 효과는

TBA 방법을 사용하여 살펴보았다. 해안 함초의 경우 동결 건조한 잎(FLC)이 0일째에 BHT 다음으로 낮은 TBARS치를 나타내어 가장 항산화 효과가 좋았다. 그러나 저장 7일에는 온풍 건조한 잎(OLC)과 TBARS치가 큰 차이가 없었다. 저장 14일에는 온풍 건조한 잎(OLC)이 BHT 다음으로 높은 항산화 효과를 나타냈다. 결론적으로 해안에서 채취한 함초는 항산화 효과를 보였으며, 온풍 건조시킨 시료에서 잎 > 뿌리 > 줄기 순으로 돈육의 지방에 대한 항산화 효과를 나타냈다. 특히, 함초는 천일염(sea salt)과 죽염(bamboo salt)보다 2배 이상의 항산화 효과를 보였다.

참고문헌

1. AOAC (1984) Official Methods of Analysis. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
2. Epstein, E. (1972) Mineral nutrition of plant: principles and perspectives. John Wiley and Sons, New York.
3. Flowers, T. J., Troke, P. F., and Yeo. A. R. (1997) The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **28**, 89-121.
4. Greenway, H. and Munns. R. (1980) Mechanism of salt tolerance in nonhalophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **31**, 149-190.
5. Kajimoto, G., Nakamura, M., and Yamaguchi, M. (1995) Changes in organic acid components volatile degradation products during oxidation of oil, and effects of organic acid on increased conductivity determined by the rancimat method. *J. Japanese Nutrition & Food* **50**, 223-227.
6. Kramer, P. J. (1969) Plants and soil water relationships, A modern synthesis. McGraw · Hill Book Company, New York, pp. 207-214.
7. Laubli, M. W. and Brutel, P. A. (1986) Determination of the oxidative stability of fats and oils; Comparison between the active oxygen method(AOCS Cd 12-57) and the rancimat method. *JAOCS* **63**, 792-796.
8. Lee, J. S. and Ihm. B. S. (1988) Studies on the vegetation of the salt marsh in the southwestern coast of Korea. *Korean J. Ecology* **11**, 175-192.
9. Levitt, S. (1972) Responses of plant to environmental stresses. Academic Press, New York.
10. McNulty, I. D. (1985) Rapid osmotic adjustment by a succulent halophytes to saline shock. *Plant Physiol.* **78**, 100-103.
11. Min, B. M. (1990) On the accumulation of minerals with the plant species in a reclaimed land. *Korean J. Ecology* **13**, 9-18.
12. SAS (1996) SAS User' s Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA.
13. Witte, V. C., Krause. G. F., and M. E. Bailey. (1970) A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* **35**, 582-587.
14. 김용두, 강성구, 최옥자, 정현숙, 장미정, 서재신, 고무석 (2001) 초피 품종과 수확시기에 따른 화학성분의 변화. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 199-203.
15. 조영철, 안종훈, 진송미, 이경식, 배태진, 강동수 (2002) 통통마디의 약리효과에 관한 연구. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **10**, 93-99.

(2003. 2. 20 접수 ; 2003. 3. 10 채택)