

건조방법에 따른 함초 분말의 이화학적 품질 특성

김희정 · 이준호*
대구대학교 식품공학과

Physicochemical Properties of *Salicornia herbacea* Powder as Influenced by Drying Methods

Hui Jeong Kim and Jun Ho Lee*

Department of Food Science and Engineering, Daegu University

Abstract

The effects of drying methods on the physicochemical properties of *Salicornia herbacea* powder were investigated. Samples prepared by freeze drying showed a significantly higher L^* -value but lower a^* -value as compared with those prepared by hot-air drying and vacuum drying ($p < 0.05$). Scanning electron micrograph revealed that freeze drying produced more orderly and denser samples than did vacuum and hot-air drying. Water solubility of the freeze-dried sample was significantly higher than those of the other methods while swelling ratio of the same sample was significantly lower than those of others ($p < 0.05$). Freeze-dried *Salicornia herbacea* powder contained significantly higher amounts of total sugar and reducing sugar as compared to the other samples ($p < 0.05$).

Key words: *Salicornia herbacea*, powder, physicochemical properties, drying methods

서 론

함초(*Salicornia herbacea* L.)는 서해안, 남해안이나 제주도, 울릉도 및 백령도 등 섬지방의 바닷물이 닿는 해안, 갯벌 그리고 염전 주위에 무리지어 자생하는 내염성 식물로 높이는 10-40 cm, 줄기는 마디가 많고 두드러지며 가지는 2-3번 갈라져서 마주나며 다육질로 비대하고 원추형을 이루고 있는 1년생 초본식물이다(Kim et al., 2001; Lee & An, 2002; Min et al., 2002).

통통하고 마디마다 튀어나온 풀이라 하여 우리말로 ‘통통마디’라고도 불리우며, 일본 가이바라의 “대화본초(大和本草)”에는 염초(鹽草), 복초(福草) 및 삼지(三枝) 등의 이름으로 불로장수하게 하는 풀이라고 적혀 있다. 중국의 옛 의약서인 “신농본초경”에서는 맛이 몹시 짜다하여 함초(鹹草) 또는 염초(鹽草)라고 하였고, 몹시 희귀하고 신령스러운 풀이라 하여 신초(神草)라고도 하였다(Choi, 2002).

함초는 특유의 맛과 향기를 지녀 식품의 조리 및 가공

중 중요한 향신 조미료 소재로써 이용이 가능하다. 우리나라에서는 아직 대중에게 널리 알려져 있지 않아 일부 지역에서만 식용하고 있으나 함초가 가지고 있는 화학성분의 특성 때문에 기능성 식품소재로서의 이용 가치가 매우 높다(Kim et al., 2007). 예를 들어 함초는 항균, 항암, 항산화 및 중금속 제거 효과 등 다양한 생리활성을 가지는 것으로 알려져 있으며 심혈관계 질환예방, 항혈전, 혈압강하 작용 등의 여러 대사장애 조절기능을 가지고 있는 것으로 보고되고 있다(Lee & An, 2002; Han & Kim, 2003; Cha et al., 2004; Lee et al., 2005; Park et al., 2006; Song et al., 2007; Lee et al., 2007).

최근 함초에 대한 관심이 높아지면서 함초에 대한 연구가 일부 진행되어 함초의 생리활성기능 탐색(Bang et al., 2002), 동물 지방 산화에 미치는 함초의 항산화 효과(Han et al., 2003), 함초로부터 베타인 정량(Lee et al., 2004), 유산발효유 제조 및 품질특성에 미치는 함초 추출물 첨가의 영향(Jeong et al., 2004), 콜레스테롤 투여 흰쥐에서 함초 요구르트의 콜레스테롤 저하효과(Cha et al., 2004), 함초가 당뇨 유발 흰쥐의 혈당 및 지질대사물에 미치는 영향(Kim, 2007), 염생식물의 기능-통통마디의 항산화능(Kim et al., 2007), 빨간 함초의 항산화 활성(Song et al., 2007), 함초 분말 첨가가 식빵의 품질 특성에 미치는 영향(Bae et al., 2008) 등이 보고된 바 있다.

Corresponding author: Jun Ho Lee, Department of Food Science and Engineering, School of Engineering, Daegu University, 15 Naeri-ri, Jil-lyang-eup, Gyeongsan-si, Gyeongbuk 712-714, Korea
Tel: +82-53-850-6535; Fax: +82-53-850-6539
E-mail: leejun@daegu.ac.kr
Received February 25, 2009; revised April 6, 2009; accepted April 7, 2009

한편 함초는 수분함량이 높아 저장성이 매우 낮으며, 저장기간 중 중량감소 및 부패 등에 의해 상품가치가 저하될 우려가 있다. 함초의 저장성을 향상시키고 이를 기능성 부재료로 활용하기 위해서는 함초 자체보다는 건조 후 분말의 형태로 이용하는 것이 바람직함에도 함초 분말의 물리화학적 품질특성에 관하여 보고된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 함초를 열풍건조, 진공건조 및 동결건조 등 건조방법을 달리하여 분말을 제조한 후 각 시료의 물리화학적 분말특성을 비교 검토하여 함초 분말을 이용한 새로운 종류의 기능성 식품 등의 개발 시 필요한 기초실험자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 분말의 제조

본 실험에 사용된 함초는 전라남도 신안에서 자란 것으로 (주)다사랑, 함초코리아(전남, 신안군)에서 구입하여, 4°C 냉장고에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 먼저 함초를 수세한 후 야채 탈수기를 이용하여 함초 표면의 수분을 제거하고 다음의 세 가지 건조방법 즉, 동결건조법, 진공건조법, 열풍건조 법을 이용하여 건조를 행하였다. 건조온도는 식품의 건조 시 주로 사용되는 온도영역 중 한 조건을 선정하였고, 예비실험을 통해 각 시료의 최종수분함량이 유사하게 되도록 각 건조방법별 건조시간을 선정하였다.

동결건조는 -40°C의 심온냉동고(VLT 1450-3-D-14, Thermo Electron Corp., Asheville, NC, USA)에서 48시간 시료를 냉동한 후 동결건조기(Eyela FDU-1100, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 8.5 Pa 진공도에서 48시간 동안 행하였고, 진공건조는 진공건조기(Eyela VOS-301SD, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 0.1 MPa 진공도, 60±1°C에서 11시간 동안 실시하였다. 열풍건조는 열풍건조기(DMC 122SP, Daeil Engr. Co., Seoul, Korea)를 이용하여 60±1°C에서 16시간 동안 행하였다.

건조된 함초는 분쇄기(M20, IKA, Staufen, Germany)로 분쇄하여 250 µm의 체를 통과시켜 입자를 선별하였다. 완성된 분말은 초기수분함량을 일정하게 조절하고자 포화 염용액(LiBr)으로 포화시킨 밀폐된 용기(7% RH)에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

수분함량 및 pH 측정

각 시료의 수분함량은 함초 분말 5g을 105°C 열풍건조기를 이용하여 상압가열건조법(AOAC, 1990)으로 측정하였으며, pH는 함초 분말 5g을 증류수 45 mL와 섞어 균질시킨 뒤 pH meter(PHM210, Radiometer Analytical SAS, Lyon, France)를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균값을 계산하였다.

색도 측정

색도는 색차계(Model CM-600d, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 CIE(Commission International de l'Eclairage)에 의한 L^* , a^* , b^* 값으로 나타내었다.

미세구조 관찰

건조방법별로 제조한 시료의 미세구조를 관찰하기 위하여 시료 약 1g을 ion sputter(E-1030, Hitachi Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 6.5 nm/min 두께로 90초간 납/백금 코팅한 후 주사전자현미경(Hitachi S-4300, Hitachi Ltd., Tokyo, Japan)으로 15.0 kV의 가속전압하에서 2000배율로 관찰하였다.

용해도 및 팽윤력 측정

용해도와 팽윤력은 Dubois et al.(1956) 및 Leach et al.(1959)의 방법을 일부 수정하여 사용하였다. 함초 분말 0.5g에 전체가 40 mL가 되도록 증류수를 가하여 잘 분산시킨 후 60°C에서 30분간 120 rpm의 속도로 진탕한 다음, 얼음물을 이용하여 3분간 급속하게 냉각하고 2000×g의 속도로 4°C에서 30분간 원심 분리하였다. 상등액과 침전물을 분리한 다음 상등액은 105°C에서 항량에 도달할 때까지 건조 후 무게를 측정하고, 원심분리 튜브에 남아있는 침전물의 무게를 측정하여 다음의 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{Water solubility (\%)} = \frac{\text{Dry supernatant weight}}{\text{Dry sample weight}} \times 100$$

$$\text{Swelling power (g/g)} = \frac{\text{Weight of sediment}}{\text{Dry sample weight} \times (100\% - \% \text{ Water solubility})} \times 100$$

총당 및 환원당 측정

총당은 Phenol-H₂SO₄법(Sohn et al., 2002)에 준하여 10배 희석한 함초 분말에 5% phenol 1 mL와 H₂SO₄ 5 mL를 가한 다음 상온에서 반응 냉각 후 480 nm에서 3회 반복하여 측정하였다. 환원당은 DNS 방법으로 측정하였는데, 즉 100배 희석한 시료 1 mL에 DNS 시약 3 mL를 가하고 5분간 끓인 다음 냉각하여 증류수를 25 mL를 가한 후 557 nm에서 흡광도를 측정하였다(Cho et al., 2001).

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복하여 평균과 표준편차를 계산한 후 그 결과를 비교하였다. 또한 분산분석을 실시하여 유의적인 차이가 발견된 경우 Duncan's multiple range test에 의해 평균값에 대한 유의성을 검증하였다(SAS, 2000).

Table 1. Effects of drying methods on color and browning index of *Salicornia herbacea* powder

Drying method	<i>L*</i> -value	<i>a*</i> -value	<i>b*</i> -value
Hot-air drying	53.69±0.19 ^{c1)}	-3.52±0.13 ^a	15.23±0.12 ^c
Vacuum drying	59.93±0.38 ^b	-11.40±0.12 ^b	20.36±0.12 ^a
Freeze drying	66.46±0.24 ^a	-11.81±0.11 ^c	19.28±0.22 ^b

¹⁾Means with different letters in the same column are significantly different according to Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

결과 및 고찰

수분함량 및 pH

열풍건조, 진공건조 및 동결건조하여 제조한 함초 분말의 수분함량을 비교해 보면, 열풍건조하여 제조한 시료의 수분함량이 3.16±0.06%로 가장 낮았으며, 다음 진공건조 분말 3.42±0.04%, 동결건조 분말 3.80±0.07%로 나타났다. 한편 열풍건조한 시료의 pH는 6.27±0.02, 진공건조 분말 6.21±0.02, 동결건조 분말 6.12±0.01로 시료간 pH이 차이는 미미한 것으로 나타났다.

색도

건조방법에 따른 함초 분말의 색도 측정 결과는 Table 1에 나타난 바와 같이, 밝기를 나타내는 *L**값의 경우, 동결건조 분말이 가장 높았으며 상대적으로 고온에서 직접접촉에 의한 열풍에 의해 건조되는 열풍건조 분말이 가장 낮게 나타났다 ($p<0.05$). 한편 적색도를 나타내는 *a**값은 *L**값의 경우와는 반대로 열풍건조한 분말이 가장 높게 나타났으며 동결건조한 분말이 가장 낮게 나타났다($p<0.05$). 이러한 결과는 동결건조에 의해 제조된 시료가 열풍건조나 진공건조 방법에 의해 제조된 시료에 비해 온도의 영향을 적게 받아 갈변현상이 크게 나타나지 않았으므로 밝기는 가장 높고, 적색도는 낮게 나타난 것으로 사료된다. 건조방법에 따른 차가버섯 분말의 실험에서도 유사한 결과가 보고된 바 있다(Lee et al., 2007). 반면 황색도를 나타내는 *b**값의 경우, *L** 및 *a** 값과는 다소 다른 경향을 나타내었는데 진공건조 분말의 *b**값이 가장 높고, 다음으로 동결건조, 열풍건조 순으로 나타났다.

함초 분말의 미세구조

건조방법을 달리하여 제조한 함초 분말의 2000배율의 주사전자현미경 사진은 Fig. 1과 같다. 각각의 사진으로부터 입자크기, 공극률 및 구조 등을 비교할 수 있는데, 이들 모두 건조방법에 영향을 받는 것으로 나타났다. 동결건조된 시료의 입자가 보다 규칙적이고 치밀하게 배열된 것으로 관찰되었으나, 마늘 분말(Jung & Choi, 1990), 생강 분말(Shin et al., 2003) 및 차가버섯 분말(Lee et al., 2007)에서 관찰되었던 다공성구조는 관찰되지 않았다. 한편 열풍 또는 진공건조된 시료에서도 다공성구조는 발견되지 않았으나 입자간의 공간이 다소 증가한 것으로 관찰되었으며 이는 차가버섯 분말의 실험결과와 유사하였다(Lee et al., 2007).

급속 동결시킨 동결건조분말은 다른 건조방법과 달리 승화현상에 의해 수분이 건조되므로 입자표면의 손상이 적을 뿐만 아니라, 공극률 또한 작은 것으로 사료된다. 반면 상대적으로 높은 온도에서 건조되는 진공건조 및 열풍건조 분말은 건조과정 중 외부 손상을 받아 동결건조에 비해 표면의 손상이 크며 또한 상대적으로 불규칙적인 구조를 형성하는 것으로 사료된다.

용해도 및 팽윤력

건조방법은 함초 분말의 용해도 및 팽윤력에 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타났다($p<0.05$)(Table 2). 특히 동결건조된 함초 분말은 가장 높은 용해도값과 가장 낮은 팽윤력을 나타내었는데 이는 주사현미경 관찰에서도 확인된 바와 같이 동결건조 시료에서 특징적으로 나타난 미세구조의 수분접근 용이성에 기인하는 것으로 추측된다(Lee et al., 2007). 한편 유사한 실험결과가 마늘 분말(Jung & Choi, 1990), 생강 분말(Shin et al., 2003) 및 차가버섯 분말(Lee et al., 2007)에서도 보고된 바 있다.

진공건조 또는 열풍건조된 시료의 팽윤력은 동결건조 시료에 비해 유의적으로 높았는데($p<0.05$), 이는 건조과정 중 높은 온도에 노출되어 분자 간 상호작용이 약화되어 팽윤력을 증가시키는 것으로 사료된다(Lorenz & Hinze, 1976). 이러한 건조온도에 대한 영향은 은행분말의 건조에서도 보고된 바 있다(Kim et al., 2003).

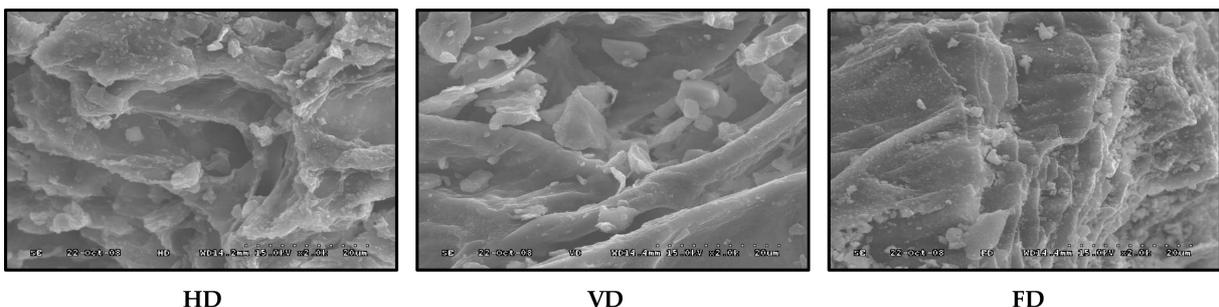


Fig. 1. Scanning electron microscope photographs (15.0 kV×2000) of *Salicornia herbacea* powder prepared by different drying methods: HD - Hot-air drying, VD - Vacuum drying, FD - Freeze drying.

Table 2. Effects of drying methods on water solubility and swelling power of *Salicornia herbacea* powder

Drying method	Solubility (%)	Swelling power (g/g)
Hot-air drying	54.17±0.76 ^{b1)}	14.46±0.39 ^a
Vacuum drying	57.83±0.46 ^a	15.74±0.10 ^a
Freeze drying	58.49±0.34 ^a	12.29±1.47 ^b

¹⁾Means with different letters in the same column are significantly different according to Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

Table 3. Effects of drying methods on total sugar and reducing sugar contents of *Salicornia herbacea* powder

Drying method	Total sugar(%)	Reducing sugar(%)
Hot-air drying	191.53±1.70 ^{c1)}	8.37±0.45 ^b
Vacuum drying	253.70±0.87 ^b	10.93±0.40 ^a
Freeze drying	266.70±0.85 ^a	11.60±0.20 ^a

¹⁾Means with different letters in the same column are significantly different according to Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

총당 및 환원당

건조방법을 달리한 함초 분말의 총당 및 환원당 측정결과는 Table 3에 나타나 있다. 동결건조한 시료의 총당이 266.70±0.85 mg%로 가장 높았으며 다음 진공건조 분말(253.70±0.87 mg%), 열풍건조 분말(191.53±1.70 mg%) 순으로 나타났다. 한편 인삼 다당체 추출액의 총당 함량에 관한 연구에서도 동결건조 방법으로 제조한 시료의 총당 함량이 가장 높게 나타났으며, 또한 동결건조 방법이 다른 건조방법에 비해 총당 함유율, 고유의 색택 및 회수율이 높게 유지될 수 있었으며 반면에 열풍건조 방법은 가열처리에 의한 카라멜화 현상으로 총당 함유율이 저하된 것으로 사료된다고 보고하였다(Jang & Moon, 2005).

함초 분말의 환원당 또한 동결건조한 분말이 11.60±0.20 mg%로 가장 높았으며 진공건조 분말 10.93±0.40 mg%, 열풍건조 분말 8.37±0.45 mg% 순으로 나타났다. 환원당 함량 또한 상대적으로 높은 온도에서 공정을 거친 진공 및 열풍건조 분말이 열에 의한 카라멜화 현상으로 인하여 동결건조 분말보다 그 함량이 낮게 나타난 것으로 추측된다. 한편 본 연구의 결과는 창포뿌리 건조분말의 함량(0.65-7.67 mg%) 보다 높게 나타났으며(Kim et al., 2002), 불량 홍삼의 함량(15.57-18.78 mg%) 보다는 다소 낮게 나타났다(Do et al., 1985).

요 약

함초의 저장성을 향상시키고 이를 기능성 부재료로 활용하기 위한 기초실험자료를 제공하고자 함초를 열풍건조, 진공건조 및 동결건조 등 건조방법을 달리하여 분말을 제조한 후 각 시료의 물리화학적 분말특성을 비교 검토하였다. 열풍건조하여 제조한 시료의 수분함량이 3.16%로 가장 낮았으며, 진공건조 분말이 3.42%, 동결건조 분말이 3.80%로 나타났으며 시료의 pH는 6.12-6.27의 범위값을

나타내었다. 동결건조한 시료의 명도는 다른 시료들과 비교하여 가장 높았고 적색도는 가장 낮게 나타났다($p<0.05$). 주사전자현미경을 이용한 미세구조 관찰결과 동결건조된 시료의 입자가 보다 규칙적이고 치밀하게 배열된 것으로 관찰되었으나, 다공성구조는 관측되지 않았다. 또한 동결건조된 시료의 수분 용해도는 다른 시료들과 비교하여 가장 높은 반면 팽윤력은 가장 낮은 것으로 나타났다($p<0.05$). 한편 총당 및 환원당의 함량은 동결건조한 시료가 가장 많은 것으로 나타났다($p<0.05$).

참고문헌

- Bae JY, Park LY, Lee SH. 2008. Effect of *Salicornia herbacea* L. powder on the quality characteristics of bread. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 37: 1196-1201.
- Bang MA, Kim HA, Cho YJ. 2002. Hypoglycemic and antioxidant effect of dietary hamcho powder in streptozotocin - induced diabetic rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31: 840-846.
- Cha JY, Jeon BS, Park JW, Kim BK, Jeong CY, Ryu JS, Choi CK, Cho YS. 2004. Hypocholesterolemic effect of yogurt supplemented *Salicornia herbacea* extracts in cholesterol-fed rats. J. Life Sci. 14: 747-751.
- Cho HK, Park SH, Jo JS, Jung CS. 2001. Effect of the garlic on the fermentation and quality of *Kimchi*. Korean J. Food Cult. 16: 470-477.
- Choi JK. 2002. A edible Korean medicinal herbs. J. Korean Soc. Plants People Environ. 5: 7-19.
- Do JH, Kim SD, Sung HS. 1985. Biochemical and histological characteristics of inferior Red Ginseng. J. Ginseng Res. 9: 256-263.
- Dubois M, Giles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28: 350-356.
- Han SK, Kim SM. 2003. Antioxidative effect of *Salicornia herbacea* L. grown in closed sea beach. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 207-210.
- Han SK, Kim SM, Pyo BS. 2003. Antioxidative effect of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) on the lipid oxidation of pork. Korean J. Food Sci. Animal Resour. 23: 46-49.
- Jang SA, Moon SK. 2005. Analysis of total sugar by extraction condition and material to develop the extraction process of ginseng polysaccharide. Korean J. Food Preserv. 12: 367-371.
- Jeong CY, Ryu JS, Choi CK, Jeon BS, Park JW, Shin GG, Kim BK, Bae DW, Cha JY. 2004. Supplemented effect of *Salicornia herbacea* extract powder on preparation and quality characteristics of fermented milk product. J. Life Sci. 14: 788-793.
- Jung SK, Choi JU. 1990. The effects of drying methods on the quality of the garlic powder. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 44-49.
- Kim JB, Choe SN, Choe KH, Lim SH, Chai SJ. 2007. Functional components of holophyte-Antioxidant substances in *Salicornia herbacea* L. J. Fish. Marine Sci. Edu. 19: 197-205.
- Kim JH, Koo GH, Moon KD. 2002. Food nutritional composition in dried powder of root of *Acorus calamus* L. (1) Proximate

- compositions, sugars, free sugars and amino acids. Korean J. Food Preserv. 9: 375-379.
- Kim JM, Lee YC, Kim KO. 2003. Effects of convection oven dehydration conditions on the physicochemical and sensory properties of ginkgo nut powder. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 393-398.
- Kim MH. 2007. Effects of *Salicornia herbacea* L. supplementation on blood glucose and lipid metabolites in streptozotocin-induced diabetic rats. J. Food Sci. Nutr. 1: 5-13.
- Kim YS, Huh MR, Park JC. 2001. Effects of culture media and seawater on growth and mineral concentrations in glasswort (*Salicornia herbacea*). Korean J. Hort. Sci. Technol. 19: 342-347.
- Leach HW, McCowen LD, Schoh T. 1959. Structure of starch granule 1. Swelling and solubility patterns of various starches. Cereal Chem. 36: 534-544.
- Lee CH, Kim IH, Kim YE, Oh SW and Lee HJ. 2004. Determination of betaine from *Salicornia herbacea* L. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 9: 1584-1587.
- Lee JT, An BJ. 2002. Detection of physical activity of *Salicornia herbacea*. Korean J. Herbol. 17: 61-69.
- Lee MJ, Seog EJ, Lee JH. 2007. Physicochemical properties of *chaga* (*Inonotus obliquus*) mushroom powder as influenced by drying methods. J. Food Sci. Nutr. 12: 40-45.
- Lee WM, Sung HJ, Song JC, Cho JY, Park HJ, Kim S, Rhee MH. 2007. Effects of solvent-extracted fractions from *Salicornia herbacea* on anti-oxidative activity and lipopolysaccharide-induced NO production in murine macrophage RAW264.7 cells. J. Exp. Biomed. Sci. 13: 161-168.
- Lee, YS, Lee S, Lee HS, Kim BK, Ohuchi K, Shin KH. 2005. Inhibitory effects of isorhamnetin-3-O--D-glucoside from *Salicornia herbacea* on rat lens aldose reductase and sorbitol accumulation in streptozotocin-induced diabetic rat tissues. Biol. Pharm. Bull. 28: 916-918.
- Lorenz K, Hinze G. 1976. Functional characteristics of starches from proso and foxtail millets. J. Agric. Food Chem. 24: 911-914.
- Min JG, Lee DS, Kim TJ, Park JH, Cho TY, Park DI. 2002. Chemical composition of *Salicornia herbacea* L. J. Food Sci. Nutr. 7: 105-107.
- Park SH, Ko SK, Choi JG, Chung SH. 2006. *Salicornia herbacea* prevents high fat diet-induced hyperglycemia and hyperlipidemia in ICR mice. Arch. Pharm. Res. 29: 256-264.
- SAS. 2000. Statistical Analysis System. SAS User's Guide, version 6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Shin HK, Hwang SH, Yoon KS. 2003. Absorption characteristics and prediction model of ginger powder by different drying methods. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 211-216.
- Sohn KS, Lee JH, HA YS. 2002. Clarification of mixed fruits and vegetable juices using enzyme treatment. Food Eng. Prog. 6: 241-247.
- Song HS, Kim DP, Jung YH, Lee MK. 2007. Antioxidant activities of red hamcho (*Salicornia herbacea* L.) against lipid peroxidation and the formation of radicals. Korean J. Food Nutr. 20: 150-157.