

돌산갓 전처리 중의 산도, 항균성 및 색도 변화

박석규 · 서권일* · 이상원** · 조영수*** · 손미혜****

순천대학교 식품영양학과, *동국전문대학 전통발효식품과, **진주산업대학교 미생물공학과,

동아대학교 농화학과, *경상대학교 식품영양학과

Changes of Acidity, Antimicrobial Activity and Colors during Pretreatment of Leaf Mustard Dolsan (*Brassica juncea*)

Seok-Kyu Park, Kwon-Il Seo*, Sang-Won Lee**, Young-Su Cho*** and Mi-Hye Shon****

Dept. of Food and Nutrition, Sunchon National University, Suncheon 540-742, Korea

**Dept. of Traditional Fermented Food, Tongkuk Junior College, Chilkok 718-850, Korea*

***Dept. of Microbiological Engineering, Chinju National University, Chinju 660-758, Korea*

****Dept. of Agricultural Chemistry, Dong-A University, Pusan 604-714, Korea*

*****Dept. of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Chinju 660-758, Korea*

ABSTRACT

In order to use leaf mustard Dolsan food preservative ingredient, acidity, antimicrobial activity and colors were investigated during pretreatment of leaf mustard Dolsan.

pH was remarkably decreased after 8 hours to pretreatment(extracted on shaking) of leaf mustard Dolsan, and no changes were observed after that time. pH of leaf part was higher than stalk after 8 hours storage. Titratable acidity was opposite tendency to the pH. pH was gradually decreased than initial stage during pretreatment of leaf mustard Dolsan at 30, 40 and 50°C. After 16 hours pretreatment, the higher pretreatment temperature was, the higher pH was, but after pretreatment for 48 hours, pH of sample pretreated at 50°C was lower than that of sample pretreated at 40°C. Antimicrobial activity of leaf mustard Dolsan extract pretreated at 30°C was the strongest of the samples pretreated at 30, 40 and 50°C, and that of stalk part was stronger than that of leaf part. L and b value in colors was gradually decreased, and a value was increased with the passage of pretreatment time. L and b value was higher in the order of samples pretreated at 40, 50 and 30°C, and the lower pretreatment temperature was, the higher a value was. L value of stalk part was higher than that of leaf part, but a and b value of of leaf part was higher than that of stalk part.

Key words: Leaf mustard, Pretreatment, Acidity, Antimicrobial activity, Colors

본 연구는 1996년도 한국과학재단 연구비지원(961-0605-048-1)에 의한 결과임.

I. 서 론

과거부터 광범위하게 사용되고 있는 합성 보존료들은 잔류독성, 돌연변이 유발성 등의 안전성 문제로 소비자들이 이들의 사용을 기피함으로 인하여, 오랫동안 식용해온 천연 식품재료로부터 인체에 해가 없거나 적은 대체보존료를 개발하기 위하여 많은 연구가 활발히 진행되고 있으며¹⁻³⁾, 최근 국내에서도 고추, 양파 등의 향신료의 정유성분, 생약제의 향진균성 성분, 썩과 녹차 등을 포함한 식용식물의 추출물 등에 대한 연구가 보고되고 있다^{4,5)}. 특히 본 연구자들은 전라남도의 지역특산품으로 지정되어 있고, 매년 생산량이 증가되고 있는 돌산갓의 이화학적 특성 및 항균성에 대해서 이미 조사한 바 있다⁶⁻⁸⁾. 갓(mustard leaf)은 겨자(mustard seed)의 잎으로 김치로 식용하며, 그 씨는 신미성 향신료로 사용되고 있는데, 갓에는 수종의 glucosinolate를 함유하고 있어 이들이 효소 myrosinase에 의하여 분해되어 항균성을 갖는 독특한 매운맛의 isothiocyanate류를 생성한다고 알려져 있다⁹⁾. 그런데 이전의 연구⁶⁾에서 돌산갓을 식용식물의 일반적인 추출방식인 건조하거나 생체 그대로 추출하는 것보다는 마쇄하여 적당한 온도로 진탕추출하면 갓의 펙틴을 포함한 탄수화물, sinigrin, 각종 유기산, 지질, 색소 등 갓에 함유된 식품성분의 자가 효소적 분해와 용출로 인하여 항균활성이 상당히 높아짐을 알 수 있었으나, 구체적인 전처리 방법에 따른 항균력 증진에 대한 연구 결과는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 오래 전부터 민간에서 김치의 부재료 및 갓김치의 주재료로 사용되어 안전성이 확보된 돌산갓을 배추김치 등의 보존료로 이용하기 위한 기초적인 자료를 얻기 위하여 기존의 연구 결과를 토대로하여 돌산갓의 전처리추출온도, 시간 및 부위에 따른 산도, 항균성 및 색도의 변화에 대하여 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

갓(mustard leaf, *Brassica juncea*)는 전남 여천군 돌산지방에서 수확한 것을 곧바로 구입하여 사용하였다.

2. 시료의 조제

돌산갓 1kg에 물 2.5ℓ를 첨가하는 한편, 돌산갓의 잎과 줄기부위를 각각 전체량으로 100g 취하여 증류수 2.5ℓ를 첨가하였다. 그 후 이들 시료를 Waring blender로 갈아 앞의 생체시료는 30, 40 및 50℃, 뒤의 부위별 전체시료는 30℃의 온도에서 전처리(incubator상에서 진탕)하면서 추출 시간별로 pH, 적정산도, 색도 및 항균성을 측정하였다.

3. 사용균주 및 배지

항균시험용으로 사용된 균주는 *Escherichia coli* (ATCC 15489), *Bacillus subtilis* (ATCC 9372), *Staphylococcus aureus* (ATCC 13301), *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028)을 한국중균협회 및 유전자 은행에서 분양받아 사용하였으며, 각종 미생물의 배양에 사용된 배지는 세균은 nutrient broth와 agar를 사용하였다.

4. pH 및 적정산도 측정

pH는 pH meter를 사용하여 측정하였으며, 총산은 0.1N NaOH로 적정하여 젖산으로 환산하였다.

5. 색 도

색도는 색차계(Minolta, model 310A, Japan)를 사용하여 L(백색도), a(적색도) 및 b(황색도)를 측정하였다.

6. 항균력 측정

항균력 측정은 Farag 등의 방법¹⁰⁾을 변형하여 실험하였다. 즉, agar 1.5%가 함유되어 있는 생육배지를 petri dish의 밑면에 얇게 펴고, 그위에 다시 0.6%의 agar가 함유된 생육배지를 부어 2중의 평판배지를 만들었다. 만들어진 평판배지에 각 균주를 도포한 다음, 직경 0.8cm 여지 disc에 겨자 물추출물 일정량을 가한 다음 균주가 도포된 평판생육배지 위에 올려놓고 각 균주의 최적온도 및 시간으로 배

양하여 생성되는 생육저해환을 측정하여 항균력을 검토하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 돌산갓의 전처리중 온도에 따른 pH 및 적정산도의 변화

돌산갓의 전처리중 온도에 따른 pH를 측정한 결과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 처음에 5.90이었던 것이 전처리 8시간 때에는 30, 40, 50℃에서 각각 4.80, 4.25 및 5.50으로 처음에 비하여 낮게 나타났으며, 온도별로는 40, 30 및 50℃의 순으로 낮게 나타났다. 전처리 16시간 때에는 30, 40, 50℃에서 3.75, 3.90 및 5.50으로써 전처리 8시간때보다 낮게 나타났고, 온도별로는 30, 40 및 50℃의 순으로 나타났다. 이후 24시간 때까지는 큰 변화가 있었으나 전처리 32시간 때에는 3.75, 4.60 및 4.95로써 40℃ 전처리 시료에서 높게 증가하였다. 전처리 48시간 때에는 3.75, 4.45 및 4.90으로써 50℃ 전처리시료가 크게 감소하였으며, 온도별로는 30, 50 및 40℃순으로 낮게 나타났고, 그 이후 전처리 72시간까지는 큰 변화가 없었다.

돌산갓의 전처리중 온도에 따른 적정산도는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 처음에 0.07이었던 것이 전처리 8시간 때에는 30, 40 및 50℃의 시료에서 0.

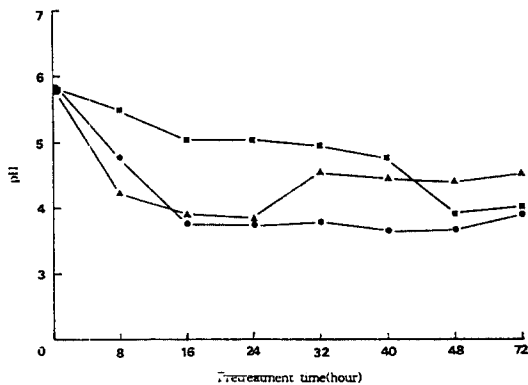


Fig. 1. Changes in pH of leaf mustard Dolsan during pretreatment at 30, 40 and 50°C.

● : 30°C, ▲ : 40°C, ■ : 50°C

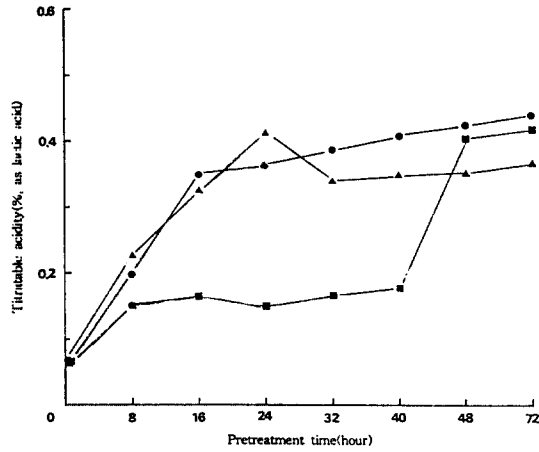


Fig. 2. Changes titratable acidity of leaf mustard Dolsan during pretreatment at 30, 40 and 50°C.

Refer to the footnote in Fig. 1.

20, 0.23 및 0.15%로 나타났고, 이후 30℃ 전처리시료는 16시간 쯤까지는 크게 증가하여 0.35%를 나타내었으며, 그 이후에는 완만하게 증가하는 경향을 나타내었다. 40℃ 전처리시료는 전처리 24시간까지 크게 증가하여 0.42%를 나타내었으나 전처리 32시간 때에는 0.33%로 오히려 감소하였다가 그 이후에는 거의 비슷하였다. 50℃에서의 전처리시료는 전처리 8시간 때에는 0.49%로 크게 증가하였으며, 그 이후 전처리 48시간때까지 거의 비슷하였으나 48시간때에 0.41%로 크게 증가하였고, 그 이후에는 변화가 거의 없었다.

서 등¹¹⁾은 겨자에 물을 첨가한 후 37℃에 방치하였을 때 36시간까지 산도가 급격하게 증가하였다고 보고하였고, 박 등⁶⁾은 돌산갓을 30℃에서 진탕추출하였을 때 각종 유기산이 생성된다고 보고하였는데, 본 결과와 이상의 보고 등을 종합하여 볼 때 돌산갓의 전처리중 pectin, glucosinolate류 및 기타 물질의 분해에 의하여 산이 생성되어 적정산도가 올라간 것으로 생각되며, 30℃ 전처리중에 생성되는 산이 가장 많은 것으로 생각된다.

2. 돌산갓의 부위에 따른 pH 및 적정산도의 변화

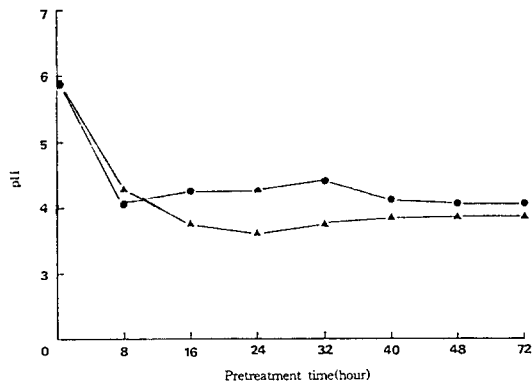


Fig. 3. Changes in pH of stalk and leaf part in leaf mustard Dolsan during pretreatment at 30°C.

● : stalk part in leaf mustard Dolsan
▲ : leaf part in leaf mustard Dolsan

상기의 결과를 근거로하여 30°C의 온도에서 전처리중 돌산갓의 부위에 따른 pH 및 적정산도를 측정 한 결과는 Fig. 3과 4에서 보는 바와 같다. 돌산갓의 전처리중 pH는 줄기 및 잎에서 각각 5.96 및 5.90이었던 것이 전처리 8시간 후에는 4.3 및 4.1로써 크게 감소하였고, 전처리 16시간 때에는 3.8 및 4.3으로 오히려 줄기보다는 잎쪽이 더 높았으며, 그 이후의 시간에는 변화가 거의 없었다(Fig. 3). 적정산도는 줄기, 잎 모두 처음에 0.14%이었던 것이 전처리 8시간 때에는 0.13 및 0.22%로 각각 증가하였으며, 전처리 16시간 때에는 줄기는 0.28%로 증가하였으나, 잎은 0.15%로 감소하였다. 이후 72시간까지는 줄기 잎 모두 큰 변화가 없었다(Fig. 4).

조 등⁸⁾은 돌산갓의 잎과 줄기중 잎의 산도가 더 높고 유기산 함량도 많다고 보고하였는데, 본 결과에서 돌산갓의 전처리중 줄기부분이 잎보다 산도가 높게 나타난 것은 줄기중에 다량 함유하고 있는 pectin이 분해되어 다량의 galacturonic acid를 비롯한 기타 산들이 생성되기 때문인 것으로 생각된다.

3. 돌산갓의 전처리중 온도에 따른 항균성 측정

돌산갓을 30, 40 및 50°C에서 전처리하면서 항균

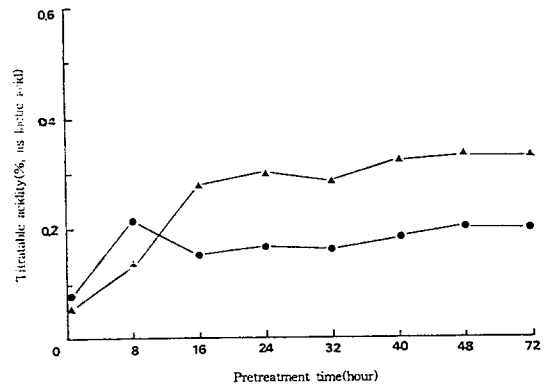


Fig. 4. Changes in titratable acidity of stalk and leaf part in leaf mustard Dolsan during pretreatment at 30°C.

Refer to the footnote in Fig. 3.

력을 측정 한 결과 Table 1에서 보는 바와 같이 30°C에서는 *S. aureus* 균주에서만 전처리 8시간후 항균력이 나타났고, 나머지 시험균주들은 16시간 이후에 항균력이 나타났으며, 전처리 15시간후 다른 시험균주에 비하여 *S. typhimurium* 균주에서 항균력이 가장 크게 나타났다. 40°C에서는 *B. subtilis*와 *S. typhimurium* 균주에서는 전처리 16시간 *E. coli*와 *S. aureus* 균주에서는 전처리 24시간 이후부터 항균력이 나타났으며, 각 균주에 대하여는 비교적 항균력이 비슷하게 나타났다. 50°C에서는 *S. aureus* 균주에 대해서만 전처리 16시간 때에 항균활성이 나타났고, 나머지 실험균주에서는 24시간 이후에 항균활성이 나타났으며, 대체로 *B. subtilis* 균주에 대하여 항균력이 크게 나타났다. 이상의 결과에서 대체로 돌산갓을 30°C에서 전처리하였을 때 다른 시험온도보다 항균력이 더 크게 증진됨을 알 수 있었으며, 각 균주에 대한 항균력은 거의 비슷하였다.

서 등¹¹⁾은 겨자를 37°C에서 24시간 가수분해시켰을 때 최대 항균력을 나타내었고, allyl isothiocyanate를 비롯한 기타 항균물질들이 많이 생성되었다고 보고하였으며, 박 등⁶⁾도 돌산갓을 30°C에서 진탕 추출하였을 때 21시간 후부터 항균활성이 나타났으며, 전처리하지 않은 것보다 1.2~1.4배 항균활성

Table 1. Antimicrobial activities of leaf mustard Dolsan extracts pretreated at 30, 40 and 50°C

Temp. (°C)	Strains	Storage time (hour)							
		0	8	16	24	32	40	48	72
30	<i>Escherichia coli</i>	—	—	12	13	13	12	12	12
	<i>Bacillus subtilis</i>	—	—	11	11	12	12	11	11
	<i>Staphylococcus aureus</i>	—	9	10	11	11	13	12	11
	<i>Salmonella typhimurium</i>	—	—	—	10	15	13	14	13
40	<i>Escherichia coli</i>	—	—	—	11	11	10	12	12
	<i>Bacillus subtilis</i>	—	—	10	11	9	9	9	9
	<i>Staphylococcus aureus</i>	—	—	—	9	10	9	9	9
	<i>Salmonella typhimurium</i>	—	—	10	11	12	12	11	11
50	<i>Escherichia coli</i>	—	—	—	—	11	12	12	12
	<i>Bacillus subtilis</i>	—	—	10	11	11	12	11	13
	<i>Staphylococcus aureus</i>	—	—	9	9	10	9	10	10
	<i>Salmonella typhimurium</i>	—	—	—	9	9	9	9	10

Table 2. Antimicrobial activities of stalk and leaf part extract in leaf mustard Dolsan during pretreatment at 30°C

Sample	Strains	Storage time (hour)							
		0	8	16	24	32	40	48	72
Stalk	<i>Escherichia coli</i>	—	—	11	12	11	11	10	10
	<i>Bacillus subtilis</i>	—	—	12	13	12	11	10	10
	<i>Staphylococcus aureus</i>	—	—	—	9	10	10	10	10
	<i>Salmonella typhimurium</i>	—	—	—	10	10	11	10	10
Leaf	<i>Escherichia coli</i>	—	—	—	—	—	—	10	10
	<i>Bacillus subtilis</i>	—	—	—	—	—	9	10	10
	<i>Staphylococcus aureus</i>	—	—	—	—	10	10	9	9
	<i>Salmonella typhimurium</i>	—	—	—	—	—	9	9	10

이 증가되었다고 보고하였다. 본 결과와 이상의 보고들을 종합하여 볼 때 돌산갓의 항균성을 증가시키기 위하여는 생갓보다는 30°C에서 24시간 정도 진탕하는 것이 바람직하다고 생각된다.

4. 돌산갓의 부위에 따른 항균성

돌산갓을 30°C에서 전처리하면서 항균성을 측정한 결과 Table 2에서 보는 바와 같이 줄기의 경우 *E. coli*와 *B. subtilis* 균주에 대하여는 전처리 16시간 후부터, *S. aureus* 및 *S. typhimurium* 균주에 대하여는 전처리 24시간후부터 항균활성이 나타났고,

다른 시험균주에 비하여 *B. subtilis* 균주에 대하여 항균활성이 더 높게 나타났다. 잎의 경우는 *S. aureus* 균주만이 전처리 32시간 후에 항균활성을 나타내었으며, 다른 시험균주들은 전처리 40시간 이후에 항균활성이 나타났고, 항균력은 대부분 시험균주에 대해 비슷하였다. 이상의 결과로 보아 돌산갓의 잎보다는 줄기부분이 대체로 모든 시험균주에 대하여 항균력이 뛰어난 것으로 나타났다.

조 등¹²⁾은 돌산갓 중에 수종의 isothiocyanate가 존재한다고 보고하였으며, 강 등¹³⁾은 갓추출물이 수종의 미생물에 대하여 항균활성을 갖는다고 보고하

Table 3. Changes in colors during pretreatment of leaf mustard Dolsan at 30, 40 and 50°C

Temp. (°C)	Colors	Incubation time (hour)							
		0	8	16	24	32	40	48	72
30	L	21.42	21.00	19.77	19.53	19.02	17.95	17.29	16.72
	a	-9.52	-8.25	-6.21	-3.91	-1.92	-1.05	-0.81	-0.45
	b	+11.15	+9.20	+6.53	+5.27	+4.08	+2.62	+2.16	+1.91
40	L	21.42	21.40	21.40	21.39	21.39	21.29	20.88	20.81
	a	-9.52	-6.53	-4.86	-3.70	-1.82	-1.96	-1.55	-1.53
	b	+11.15	+9.28	+7.99	+6.81	+5.53	+6.16	+4.67	+3.96
50	L	21.42	21.42	21.33	21.25	21.17	21.09	20.12	17.84
	a	-9.52	-6.27	-4.85	-3.55	-2.08	-2.06	-1.96	1.69
	b	+11.15	+8.51	+7.20	+6.39	+5.57	+6.09	+3.14	+3.14

Table 4. Changes in colors of stalk and leaf part in leaf mustard Dolsan during pretreatment at 30°C

Sample	Colors	Incubation time (hour)							
		0	8	16	24	32	40	48	72
Stalk	L	22.42	22.12	21.93	21.53	21.01	19.50	18.34	17.96
	a	-6.29	-5.88	-4.08	-2.82	-1.54	-0.88	-0.47	-0.44
	b	+7.19	+6.27	+4.85	+3.91	+2.70	+2.02	+1.98	+1.43
Leaf	L	19.25	19.08	18.87	18.65	18.46	17.53	16.81	14.62
	a	-6.91	-5.53	-3.90	-2.82	-1.29	-0.75	-0.31	+0.90
	b	+8.14	+6.82	+6.20	+4.71	+3.62	+2.98	+2.55	+1.29

였다. 이상의 결과로 보아 돌산갓의 전처리중 항균성이 증가하는 것은 isothiocyanate류를 비롯한 기타 항균물질의 생성 때문이며, 줄기부분이 잎보다 항균력이 뛰어난 것은 줄기부분의 풍부한 pectin의 분해에 의한 galacturonic acid의 생성때문인 것으로 생각된다.

5. 돌산갓의 전처리중 온도에 따른 색도의 변화

돌산갓을 30, 40 및 50°C에서 전처리하면서 이들의 각각의 색도 변화를 조사한 결과 Table 3에서 보는 바와 같이 전처리시간이 지남에 따라 각 시료 모두에서 L 및 b값은 감소하였으며, a값은 증가하였다. 또한 변화의 폭은 온도가 낮은 시료에서 더 크게 나타나는 경향이였다.

6. 돌산갓의 부위에 따른 색도의 변화

돌산갓을 30°C에서 전처리하면서 부위에 따른 색도의 변화를 관찰한 결과, Table 4에서 보는 바와 같이 줄기의 경우 백색도인 L값은 처음에 22.42이

있던 것이 전처리시간이 지남에 따라 점차 감소하여 24 및 72시간 경과시는 21.53 및 17.86으로 나타났다. 적색도인 a값은 시간이 지남에 따라 점차 증가하여 처음에 -6.29이었던 것이 24 및 72시간 경과시는 -2.82 및 -0.44로 나타났다. 황색도인 b값은 L값과 마찬가지로 시간이 지남에 따라 점차 감소하여 처음에 +7.19이었던 것이 24 및 72시간때에는 +3.91 및 +1.43으로 나타났다. 잎의 경우는 줄기의 경우와 마찬가지로 L 및 a값은 전처리시간이 지남에 따라 점차 감소하여 처음에 각각 19.25 및 +8.14이었던 것이 전처리 72시간때에는 각각 14.62 및 +1.29로 나타났다. 또한 줄기가 잎보다 L, a 및 b값이 모두 크게 나타났다. 본 결과와 상기의 결과들을 종합하여 볼 때 생갓을 그냥 김치에 첨가하는 것보다 30°C에서 24시간 진탕 추출한 돌산갓을 첨가하는 것이 항균성의 증진뿐만 아니라 색깔면에서도 김치의 붉은 색과 잘 어울릴 것으로 생각된다.

돌산갓을 식품보존제로 이용하기 위하여, 돌산갓의 전처리중 산도, 항균성 및 색도에 관하여 조사하였다. 돌산갓의 pH는 처음에 비하여 전처리 8시간까지는 크게 감소하였으며, 그 이후에는 변화가 거의 없었고, 전처리 8시간 이후부터는 오히려 줄기보다 높게 나타났으며, 적정산도의 경우는 pH와 반대의 경향이였다. 30, 40 및 50℃에서 돌산갓의 전처리중 pH는 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향이었고, 전처리 16시간 이후 부터는 온도가 높을수록 pH는 높았으나, 전처리 48시간때에는 오히려 50℃에서의 전처리구가 40℃에서의 전처리구보다 낮게 나타났으며, 적정산도의 경우는 pH와 반대경향으로 나타났다. 돌산갓을 30, 40 및 50℃에서 전처리 하였을 때 대체로 30℃에서 전처리시 항균력이 가장 강하게 증진되었으며, 줄기부분이 잎보다 항균력이 높게 나타났다. 돌산갓의 색도는 전처리시간이 지남에 따라 L과 b값은 점차 감소하였고, a값은 증가하였다. 온도에 따라서는 L과 b값은 40, 50 및 30℃의 전처리구순으로 높게 나타났으며, a값은 전처리온도가 낮을수록 높게 나타나는 경향이였다. 부위에 따라서는 L값은 줄기부분이 잎보다 높았으며, a와 b값은 잎부분이 높게 나타났다.

V. 참고문헌

1. Kanemaru, K. and Miyamoto. T. : Inhibitory effects growth of several bacteria by brown mustard and allyl isothiocyanate. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 37:823, 1990.
2. Kishima, I, Shibata, Y. and Ina, K. : Volatile components of japanese horseradish and black mustard, 日本食品工業學會誌. 17 (8):361, 1970.
3. 이병완, 신동화 : 식품 부패 미생물의 증식을 억제하는 천연 항균성 물질의 검색. 한국식품과학회지, 23:200, 1991.
4. 박석규, 박종철, 박미연 : 식용식물 추출물과 분획물의 항균활성. 순천대학교 기초과학연구지. 5:111, 1994.
5. 박석규, 박종철 : 쑥의 추출물 및 coumaric acid의 항균활성. 한국생물공학회지, 5:506, 1994.
6. 박석규, 박정로, 이상원, 서권일, 강성구, 심기환 : 돌산갓 전처리 추출물의 항균활성 및 열안정성. 한국영양식량학회지. 24(5):707, 1995.
7. 조영숙, 박석규, 전순실, 문주석, 하봉석 : 돌산갓의 일반성분, 당 및 아미노산 조성. 한국영양식량학회지. 22:48, 1993.
8. 박석규, 조영숙, 박정로, 전순실, 문주석 : 돌산갓의 비휘발성 유기산, 무기질, 지방산 및 섬유소 조성. 한국영양식량학회지. 22:53, 1993.
9. Tookey, H.L., Van Etten, C.H. and Daxenbichler, M.E. : Toxic constituents of plant food stuffs. 2nd ed., New York, p.103, 1980.
10. Farag, R.S., Daw, L.Y., Hewedi, F.M. and El-Baroty, G.S.A. : Antimicrobial activity of some Eypatian spice essential oils. J. Food Prot., 52:665, 1989.
11. 서권일, 박석규, 박정로, 김홍출, 최진상, 심기환 : 겨자 가수분해물의 항균성 변화. 한국영양식량학회지, 25(1):129, 1996.
12. 조영숙, 박석규, 전순실, 박정로 : 돌산갓의 isothiocyanate류의 분석. 한국식문화학회지, 8:147, 1993.
13. 강성구, 성낙계, 김용두, 신수철, 서재신, 최갑성, 박석규 : 갓(*Brassica juncea*)추출물의 항균활성 검색. 한국영양식량학회지, 23:1008, 1994.