KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 32, No. 3, pp. 584~589(2000)

침지처리가 콩나물의 생육 및 부패에 미치는 영향

최희돈 · 김성수 · 김경탁 · 이진열 · 박원목*
한국식품개발연구원, *고려대학교 생명공학원

Effect of Presoaking Treatments on Growth and Rot of Soybean Sprouts

Hee-Don Choi, Sung-Soo Kim, Kyung-Tack Kim, Jin-Yeol Lee and Won-Mock Park*
Korea Food Research Institute,
**Graduate School of Biotechnology, Korea University*

Abstract

In order to inhibit rot of soybean sprouts, presoaking treatments of soybeans with various solutions were studied. Optimal soaking time was 20min and citric acid, chitosan, GFSE(Grapefruit seed extract) were more effective. Most of presoaking treatments decreased the rot ratio of soybeans considerably, and didn't decrease germination ratio of them compared to control. Particularly GFSE, chitosan and phosphate buffer were effective. Presoaking treatments besides ethanol showed increased weight and yield of soybean sprouts compared to control, and particularly chitosan treatment increased yield of 67%, weight of 6.9% and length of 9.5% of soybean sprouts compared to control. Presoaking treatments decreased total microbial count of soybeans and rot of soybean sprouts during cultivation.

Key words : clean soybean sprouts, presoaking treatment, growth, rot

서 론

콩나물은 장소와 계절에 관계없이 단시간내에 재배할 수 있는 두채로서 단백질, 지방, 탄수화물, 섬유소 및 비타민이 골고루 함유되어 있고 특히 양질의 단백질 및 비타민 C의 좋은 공급원으로서 가정에서 쉽게 재배, 식용되어 온 우리나라 고유의 채소이다. 그러나 국민소득이 증가하고 급속한 산업사회로 진입하면서 가정에서 재배하여 공급하기는 힘들어져 공장단위에서 대량생산하게 되면서 콩나물의 부패문제가 발생하게 되었다. 이를 방지하기 위하여 일부 콩나물 공장 및 농가에서 볍씨, 콩 등의 종자소독제인 지오람 수화제와 카벤다짐을 음성적으로 사용함으로써 소비자 건강에 미치는 위해 등 사회문제를 일으키고 있다. 지오람 수화제는 Thiophanatemethyl 50%와 Thioram 30%를 유효성분으로 하며 호마이라는 상품명으로 널리 알려져 있다.

Corresponding author : Hee-Don Choi, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea
Tel : 82-342-780-9068
Fax : 82-342-780-9234
E-mail : chdon@kfri.re.kr

이에 따라 무농약 청정 콩나물을 재배하기 위하여 콩나물 재배시 발생하는 부패를 방지하기 위한 연구도 상당히 이루어져, 박 등[1]은 부패한 콩나물로부터 부패원인균을 분리, 동정하여 *Fusarium*속과 *Pseudomonas*속으로 판명하였으며, *Fusarium*속에 의해 배축과 뿌리에 갈색반점과 수침현상이 일어나고 *Pseudomonas*속에 의해 콩의 발아가 저해되고 배축과 뿌리부위에 붉거나 짙은 갈색 반점이 나타난다고 하였으며, 박과 최[2]도 콩나물 부패균이 *Pseudomonas*속이라고 하였다. 콩나물 부패균의 증식을 억제하기 위하여 0.02~0.2 ppm 오존농도의 공기 및 0.3~0.5 ppm 오존농도의 오존수 처리에 의해 콩나물의 총균수 감소와 콩나물 생장에 크게 영향을 미쳤다는 보고[3]가 있었으며, propionic acid와 acetic acid로 전처리 함으로써 부패균의 증식을 억제할 수 있다고 하였다[2]. 또한 키토산으로 나물콩을 전처리함으로써 생장률 증가와 중량 증가 효과가 나타났다는 보고[4] 등에서 보는 바와 같이 나물콩의 적절한 전처리에 의해 나물콩에 부착된 부패세균을 감소시킴은 물론 생장률 증가 효과도 거둘 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 본 연구에서는 항균력을 지닌 물질들을 침지용액으로 사용하여 여러 가지 조건에서 나물콩을 처리하여 콩나물의 부패 및 생

육특성을 조사함으로써 콩나물 생장시 부패를 억제할 수 있는 침지조건을 설정하고자 하였다.

재료 및 방법

콩품종 및 콩의 침지처리

재래품종인 1998년산 준저리(전남 고흥산)을 10°C에서 보관하면서 원료로 사용하였다. 콩의 침지용액은 종자소독에 사용하고 있는 지오람 수화제((주)미성)와 항균물질 5종의 용액, 즉 0.02%와 0.04%의 자몽씨 추출물(Grapefruit seed extract, 이하 GFSE, 한국미생물연구소) 용액, 0.1%와 1.0%의 chitosan((주)대영) 용액, 10%와 20%의 ethanol 용액, 1%와 5%의 citric acid 용액, 0.01 M과 0.1 M의 인산용액(phosphate buffer, pH 3)을 사용하였다. 이때 지오람 수화제는 0.025%로 조정하였고 인산용액은 KH_2PO_4, K_2HPO_4, H_3PO_4를 사용하여 pH 3으로 조정하였으며, chitosan 용액은 chitosan을 0.25% acetic acid에 용해하여 사용하였다. 침지용액 100 mL에 세척한 콩종자 10 g을 넣고 20°C에서 일정시간 침지시킨 후 생육 실험에 사용하였다.

콩의 발아율 및 부패율 측정

각각 다른 용액으로 침지처리한 콩종자 50개를 여과지를 깐 페트리디쉬에 치상하여 25°C에 방치하였으며 매일 증류수를 공급하여 마르지 않게 유지하면서 3일동안 관찰하였다. 발아된 부분이 2 mm 이상 되는 것을 발아립으로 보았고 발아율은 총 치상립수에 대한 누적 발아립의 비율로 나타내었다. 부패율은 침지처리 후 3일째 페트리디쉬 내에서 발견되는 부패립의 비율로 나타내었으며, 부패립은 자엽 및 배축이 부패세균의 작용에 의해 부패한 종자로 판단하였다.

콩나물 재배

선별된 콩 2 kg을 세척한 후 25°C로 유지되는 콩나물 재배장치(1200 mm(W)×900 mm(D)×2100 mm(H), (주)도성과학) 내에서 3시간마다 3분간 수주하며 4일간 재배하였다. 재배용수는 수돗물이었으며 재배통은 콩나물 공장에서 사용하는 18 L 용량의 불투명 플라스틱통(330 mm(W)×330 mm(D)×300 mm(H))을 사용하였다.

콩나물 재배장치는 내부에 온도조절장치와 솔레노이드 밸브가 부착된 용수저장통과 펌프, 재배상으로 구성되어 있으며 재배상 내부는 25°C, 용수저장통 내 용수는 18°C로 유지시켰다.

콩 및 콩나물의 미생물검사

콩 및 콩나물 10 g을 멸균수 90 mL에 넣어 20°C에서 200 rpm으로 30분 동안 진탕한 후 이를 희석하여 사용하였다. 이때 콩나물은 멸균된 피펫과 가위로 절단하고 콩은 멸균된 도구로 으깬 후 각각 멸균수에 넣었다. 침지처리 전후의 콩종자와 콩나물의 저장중 총균수와 대장균수를 측정하였으며, 총균은 호기성 세균용 petri-film(3M, USA)을, 대장균은 *Coli* form용 petri-film(3M, USA)을 사용하였다[5].

콩나물의 재배수율 및 생장특성 측정

재배수율은 콩의 중량에 대한 콩나물 중량의 비율을 백분율로 표시하였고 생장정도는 배축과 자엽으로 나누어 각 부분의 길이와 두께를 버니아 캘리퍼스(Mitutoyo Co., Japan)로 20회 반복 측정한 평균값으로 나타내었다.

통계처리

SAS(Statistical Analysis System)를 사용하여 분산분석을 행한 후 Duncan's Multiple Range Test로 각 시료간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

침지조건에 따른 나물콩의 미생물 변화

나물콩의 세척 전후의 총균수 및 대장균수 측정 결과는 Table 1과 같으며, 나물콩을 각 침지용액에서 20분, 60분 그리고 900분간 10°C로 유지하며 침지시킨 후 침지용액 및 침지시간 등의 침지조건에 따른 나물콩의 총균수 및 대장균수 변화를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 이때 대조구는 증류수를 침지용액으로 하였다.

나물콩 자체의 총균수는 4.6×10^4 CFU/g, 대장균수는 1.4×10^4 CFU/g이었으며 흐르는 물에서 5분간의 단순한 세척만으로도 총균수 및 대장균수를 각각 1.4×10^4 CFU/g, 1.5×10^1 CFU/g으로 감소시킬 수 있었다. 증류수를 침지용액으로 사용한 대조구는 침지시간이 20분, 60분 그리고 900분으로 증가됨에 따라 총균수가 각각 2.3×10^3 CFU/g에서 1.4×10^4 CFU/g, 1.3×10^5 CFU/g으로 급격히 증가되었고 세척전후의 총균수를 비

Table 1. Effect of washing* on the viable cell count of soybeans

	Aerobic count ($\times10^4$ CFU/g)	*Coli* form count ($\times10^1$ CFU/g)
Before washing	4.6	1420.0
After washing	1.4	1.5

*Soybeans were washed with running tap water for 5 min.

Table 2. Effect of presoaking treatment on the viable cell count of soybeans

Soaking condition		Aerobic count ($\times 10^3$ CFU/g)			*Coli* form count ($\times 10^2$ CFU/g)
		Soaking time (min)			
		20	60	900	20
Control		2.3	14.0	125.0	7.7
GFSE	0.02%	0.2	0.4	5.8	-*
	0.04%	0.1	0.6	118.0	0.0
Chitosan	0.1%	0.8	0.9	0.8	0.5
	1%	0.1	0.3	0.3	-
EtOH	10%	1.4	1.5	1.7	7.5
	20%	2.0	4.2	0.1	-
Citric acid	1%	0.1	0.4	0.5	1.4
	5%	0.3	0.3	0.3	-
Phosphate buffer(pH 3)	0.1M	0.6	0.7	1.3	0.4
	0.01M	0.6	1.3	1.1	-
Thioram	0.025%	0.6	-	-	0.5

*Not experimented.

교해 볼 때 단순한 세척보다는 20분간의 침지에 의해 총균수는 더욱 감소되었으며 더 긴 시간의 침지는 오히려 총균수의 증가를 가져왔다. 이러한 결과는 대부분의 침지용액에서 유사한 경향을 나타냈으며 특히 GFSE 처리구의 경우 20분 침지시보다 900분 침지의 경우 30배 정도 증가된 총균수가 관찰되어 그 정도가 더욱 심하였다. 따라서 초기균수의 감소를 목적으로 행하는 침지의 경우 적정시간은 20분 정도의 침지만으로도 충분하였으며, citric acid, chitosan, GFSE 등의 효과가 우수한 것으로 판단되었다. 박 등[6]은 *Staphylococcus epidermis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas syringae*, *Candida albicans* 및 *Corynebacterium xerosis*를 변패가 심하게 진행된 콩나물에서 분리하였으며 이들의 생장억제를 위해서 천연항균제인 GFSE와 ascorbic acid 혼합용액의 침지처리가 효과 있음을 보고한 바 있다.

침지후 나물콩의 발아율 및 부패율

나물콩을 각 침지용액으로 20분간 침지한 후 패트리디쉬에서 수분을 공급하며 3일간 조사한 발아율과 부패율은 Table 3과 같다. 대조구는 증류수를 침지액으로 하였으며 이때 90%의 높은 발아율을 나타냈으나 동시에 부패율도 25%로 높았다. Ethanol 10%, 20% 용액과 citric acid 5% 용액에 침지후 조사한 발아율은 63%, 59% 그리고 31%로 낮게 측정되었으며 그 외 모든 침지용액 처리구는 80% 이상의 비교적 높은 발아율을 나타내어 침지용액에 의한 생장저해작용은 크지

Table 3. Comparison of germination and rot ratios of soybeans treated with various solutions (%)

Soaking condition		Germination days			Rot ratio*
		1st	2nd	3rd	
Control		11	89	90	25
GFSE	0.02%	10	75	80	14
	0.04%	12	90	95	8
Chitosan	0.1%	11	94	99	5
	1%	1	53	87	10
EtOH	10%	0	2	63	8
	20%	1	3.5	59	5
Citric acid	1%	7	72	89	12
	5%	0	7	31	48
Phosphate buffer(pH 3)	0.1 M	1	84	93	8
	0.01 M	16	95	99	0
Thioram	0.025%	13	95	97	2

*3rd generation day.

않거나 없는 것으로 생각되었다. 또한 부패율에서는 대조구의 높은 수치(25%)와 비교해 볼 때 탁월한 감소효과를 나타내어 특히 GFSE, chitosan, 인산용액 등으로 침지처리한 경우 발아율은 대조구(90%)와 비슷한 수준이었고 부패율은 0~10%로 감소되어 침지처리 효과가 매우 컸다. 반면 ethanol은 총균수 및 부패율의 감소와 동시에 발아율도 59%, 63%로 낮게 나타나 침지용액으로서는 적합하지 못하였으며 citric acid 5% 용액은 침지직후 총균수가 2.5×10^2 CFU/g으로 그 감소가 현저하였으나 3일후 대조구보다 오히려 높은 48%의 부패율을 나타내었는데 이는 높은 이온강도에 의해 발아에 관련된 효소가 변성을 일으켰거나 또는 구연산의 충분한 공급에 의해 발아에 관련된 TCA회로에서 feedback inhibition을 일으켜 발아를 억제하는 역할을 하였기 때문인 것으로 추정되었다.

침지용액을 달리하여 재배한 콩나물의 생장특성 비교

앞의 결과에서 나타난 침지처리 후의 미생물 수와 발아율 및 부패율을 고려하여 효과적이라 판단되는 각 용액의 한가지 농도 즉, GFSE 0.04%, chitosan 0.1%, ethanol 10%, citric acid 1%, 인산용액 0.01 M을 선택하여 20분간 침지처리를 한 후 상법으로 재배하였다. 이후 콩나물의 재배수율과 생장정도 등을 비교하였고 10°C와 20°C에서의 저장중 총균 및 대장균수를 조사하였으며 이때 대조구는 증류수에 침지한 후 재배한 콩나물이었다.

침지처리후 재배한 콩나물의 10개체의 중량 및 크기, 수율 등의 생장특성을 비교한 결과는 Table 4와 같

Table 4. Growth characteristcs of soybean sprouts cultivated after presoaking treatment

Attributes*	Soaking solution						
	Control	GFSE (0.04%)	Chitosan (0.1%)	EtOH (10%)	Citric acid (1.0%)	Phosphate buffer (0.01M)	Thioram (0.025%)
Wt/10 EA(g)	3.86±0.07^{b}	3.88±0.20^{b}	4.13±0.19^{a}	3.65±0.35^{b}	4.11±0.27^{a}	4.08±0.33^{b}	4.19±0.02^{a}
Whole length(cm)	11.5±1.46^{c}	13.1±1.86^{bc}	12.6±1.78^{bc}	11.8±2.08^{c}	14.0±2.01^{b}	13.1±1.06^{bc}	15.3±1.81^{a}
Thickness(cm)	0.20±0.02^{a}	0.21±0.02^{a}	0.17±0.01^{b}	0.21±0.02^{a}	0.21±0.02^{a}	0.21±0.02^{a}	0.21±0.04^{a}
Yield**(%)	627±28.1^{bc}	610±89.3^{bc}	694±9.2^{a}	587±5.0^{c}	670±4.5^{ab}	637±4.9^{b}	643±5.0^{b}

*A hundred of soybean sprouts were randomized and averaged.
**Values are means±S.D.(n=3).
Values with the same letter in the same row are not signigicantly different($P<0.05$).

다. 10개체당 중량은 3.65±0.35~4.19±0.02 g의 범위로 GFSE, chitosan, 인산용액, 지오람수화제 등으로 침지처리한 처리구가 대조구에 비해 각각 0.5%, 6.9%, 5.6%, 8.5%의 중량증가 효과를 보였다. 3.86±0.07 g인 대조구와 비교해 볼 때 ethanol 침지처리구만이 작은 값인 3.65±0.35 g으로 측정되었으며 전체 길이에 있어서도 모든 처리구에서 대조구 11.5±1.46 cm에 비해 큰 값이었으나 ethanol 처리구만이 11.8±2.08 cm로 비교적 짧았다. 이러한 생장정도의 차이로 ethanol 처리구의 수율이 587±5.0%로 낮게 나타나 ethanol 침지처리는 발아율의 감소 및 콩나물 생장에 저해를 일으키는 것으로 나타났다. Chitosan 처리구는 10개체당 중량이 4.13±0.19 g, 길이 12.6±1.78 cm, 수율 694±9.2%로 나타나 대조구에 비해 67% 높은 수율을 보였고 개체중량은 6.9%, 전체길이는 9.5% 증가된 결과로 보아 chitosan의 침지처리가 부패균의 생육 억제 작용 뿐만 아니라 콩나물의 생장 촉진 작용도 큰 것으로 생각되었다. 이 등[4]은 chitosan 1% 용액에 콩을 1시간 동안 수침시킨 후 재배한 콩나물이 chitosan 처리를 거치지 않은 콩나물보다 25.4% 높은 성장율을 보였고 중량도 8.5% 증가되었으며 배축도 약 4.5% 더 두꺼워졌다고 보고한 바 있다.

재배한 콩나물을 세척한 후 100±10 g 단위로 포장하여 10°C와 20°C에서 저장하면서 나타나는 총균수와 대장균수의 변화는 Fig. 1, 2와 같다. 대조구의 초기 총균수는 2.9×10^{6} CFU/g이었고 침지처리를 거쳐서 재배된 콩나물의 초기 총균수는 $0.8\sim1.5\times10^{6}$ CFU/g 범위로 대조구에 비해 크게 감소된 수준은 아니었다. 그러나 10°C에서 저장 10일째의 콩나물의 총균수는 2.2×10^{9} CFU/g인 대조구에 비해 ethanol 처리구는 7.3×10^{7} CFU/g, 인산용액 처리구는 8.6×10^{7} CFU/g으로 현저한 감소를 나타냈는데 이는 초기 총균수의 차이 때문이라 생각되었다. 이러한 이유로 채소류의 저장기간을 연장하기 위해 초기균수를 줄이고자 하는 연구가 진행되어 박 등[6,7]은 콩나물을 세척전 GFSE용액과 ascorbic acid 용액에 침지처리하는 방법을 연구하였으며, 박 등[8]은 콩나물의 최소가공처리과정에 약한 열처리나 이중세척 공정의 포함 여부를 검토하였다. Patrik 등[9]은 콩나물의 저장시 주된 문제점은 초기균수가 많은 것(high initial microbial load)이라 지적하면서 세척 후 대개 10^{7} CFU/g 수준을 나타내며 때로는 10^{8} CFU/g 수준으로 총균이 존재하기도 한다고 하였다. 또한 신선한 콩나물로 볼 수 있는 수준을 총균수의 경우×

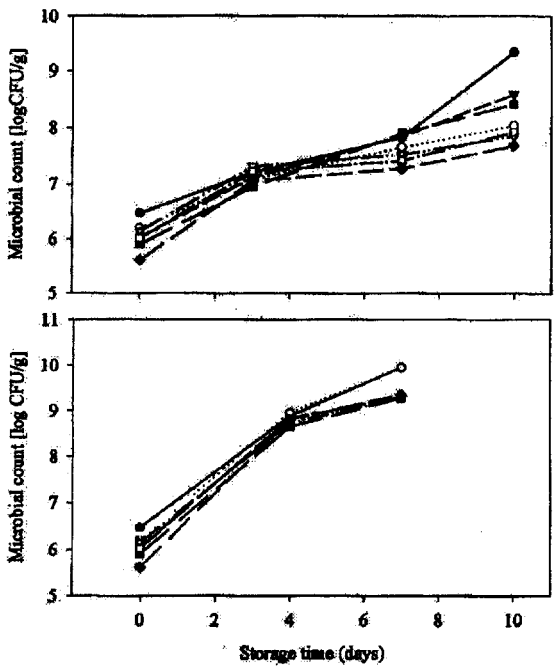

Fig. 1. Changes in total aerobic cell counts of soybean sprouts cultivated after presoaking treatments during storage at 10°C(upper) and 20°C(lower).
● : Control, ○ : GFSE(0.04%), ▼ : Chitosan(0.1%), ▽ : EtOH(10%), ■ : Citric acid(1%), □ : Phosphate buffer(0.01M), ◆ : Thioram(0.025%).

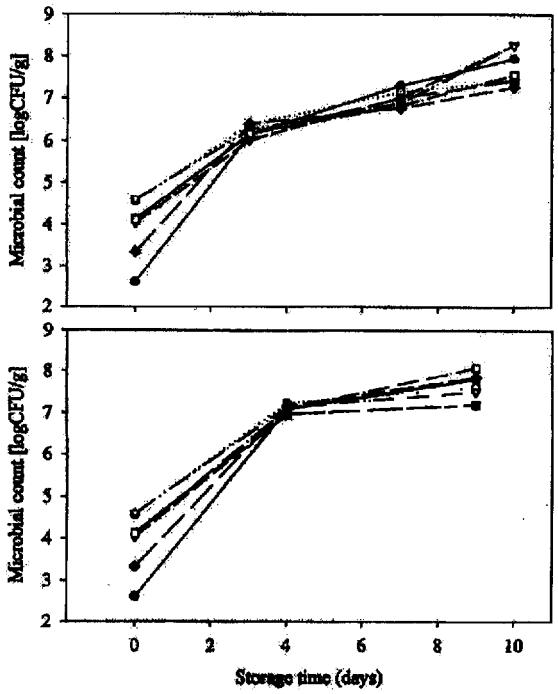

Fig. 2. Changes in microbial count of Coli form in soybean sprouts cultivated after presoaking treatments during storage at 10°C(upper) and 20°C(lower).
● : Control, ○ : GFSE(0.04%), ▼ : Chitosan(0.1%), ▽ : EtOH(10%), ■ : Citric acid(1%), □ : Phosphate buffer(0.01M), ◆ : Thioram(0.025%).

10^9 CFU/g, 대장균수의 경우 $\times 10^6$ CFU/g 수준이라 하였으며 20°C에서는 2일 이내, 1°C에서는 9일 이내를 shelf-life로 산정하였다. 본 실험에서는 초기균수가 10^6 CFU/g 수준으로 다소 낮았기 때문에 10^9 CFU/g 수준에 도달하는 기간이 20°C에서는 3일, 10°C에서는 7일 전후로 다소 길게 나타난 것이라 생각된다. 초기 대장균수는 GFSE 처리구에서 3.8×10^4 CFU/g, chitosan 처리구에서 1.1×10^4 CFU/g, 인산용액 처리구에서 1.3×10^4 CFU/g으로 대조구의 4.1×10^2 CFU/g보다 큰 값이었으나 10°C 저장 3일째와 20°C 저장 4일째의 대장균수를 비교하여 보면 각각 $1.0\sim4.3\times10^6$ CFU/g, $0.9\sim1.7\times10^7$ CFU/g으로 처리구간 차이를 나타내지 않았다.

이상에서 보는 바와 같이 항균물질을 침지용액으로 하여 나물콩을 처리한 후 콩나물의 부패 및 생육 특성을 조사한 결과 침지처리에 의해 나물콩에 부착된 미생물의 수를 감소시킴으로써 재배중 발생하는 콩나물 부패를 감소시켜 수율이 증가할 뿐만 아니라 일부 항균물질의 경우 콩나물 생장을 촉진시키는 작용이 있음을 확인할 수 있었다.

요 약

항균물질을 사용하여 나물콩을 침지처리함으로써 콩나물 부패를 억제할 수 있는 침지조건을 검토하였다. 적정 침지시간은 20분이었으며 citric acid, chitosan 등의 효과가 우수하였다. 대부분의 처리구에서 대조구에 비해 발아율 감소가 일어나지 않은 반면 상당한 부패율 감소가 나타났으며, 특히 GFSE, chitosan, 인산용액의 침지 효과가 컸다. Ethanol 침지처리를 제외한 처리구가 대조구에 비해 중량 및 수율증가의 효과를 나타내었으며, 특히 chitosan 처리구는 대조구에 비해 수율 67%, 개체중량 6.9% 및 전체길이 9.5%의 증가가 나타나 그 효과가 월등하였다. 침지처리에 의해 나물콩에 부착된 미생물의 수를 감소시킴으로써 재배중 콩나물의 부패를 감소시킬 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 보건복지부에서 시행한 보건의료기술연구개발사업의 지원으로 수행한 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Park, W.M., Myung, I.S. and Lee, Y.S. Biological control against rot of soybean sprouts. Korea Soybean Digest. 3: 4-9 (1986)
2. Park, E.H. and Choi, Y.S. Selection of useful chemicals reducing soybean sprouts rot. Korean J. Crop Sci. 40: 487-493 (1995)
3. Shigezo, N. and Ichizo, S. Effect of ozone treatment on elongation of hypocotyl and microbial counts of bean sprouts. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 36: 181-188 (1989)
4. Lee, Y.S., Park, R.D. and Rhee, C.O. Effect of chitosan treatment on growing characteristics of soybean sprouts. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 153-157 (1999)
5. Official Book of Foods. Experimental Methods. Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea. p. 94 (1997)
6. Park, W.P., Cho, S.H. and Lee, D.S. Effect of grapefruit seed extract and ascorbic acid on the spoilage microorganisms and keeping quality of soybean sprouts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 1086-1093 (1998)
7. Park, W.P., Lee, D.S. and Cho, S.H. Effect of grapefruit seed extract and antibrowning agents on the keeping quality of minimally processed vegetables. Proceedings on the 7th ISHS symposium on vegetables quality p. 169 (1997)

8. Park, W.P., Cho, S.H. and Lee, D.S. Effect of minimal processing operations on the quality of garlic, green onion, soybean sprouts and watercress. J. Sci. Food Agric. 77: 282-286 (1998)
9. Patrick, V., Guy, A., Christophe, N.T. and Francoise, V. Modified atmosphere packaging of fresh beansprouts. J. Sci. Food Agric. 70: 224-230 (1996)

(1999년 8월 30일 접수)