

재배용수가 콩나물의 생육 및 부패에 미치는 영향

최희돈 · 김성수 · 김성란 · 이부용
한국식품개발연구원

Effect of Irrigating Solutions on Growth and Rot of Soybean Sprouts

Hee-Don Choi, Sung-Soo Kim, Sung-Ran Kim and Boo-Yong Lee
Korea Food Research Institute

Abstract

Cultivation methods for clean soybean sprouts were investigated using irrigating solutions with grapefruit seed extract, chitosan and phosphate buffer. Chitosan and phosphate buffer did not inhibit the growth of soybean sprouts and increased the yield. Especially phosphate buffer was effective in yield increase and rot inhibition. As the times of irrigation with phosphate buffer increased, the yield of soybean sprouts increased up to 12.3% compared to that of the control. The high increase of yield and rot inhibition of soybean sprouts were detected even in 4~8 times irrigation with phosphate buffer.

Key words : clean soybean sprouts, irrigating solution, growth, rot

서 론

콩나물은 양질의 단백질 및 비타민 C, 무기질의 공급원으로서 가정에서 쉽게 재배, 식용되어 온 우리나라 고유의 채소이며 연간 4,000억 정도의 시장을 형성할 정도로 우리 국민의 식단에서 중요한 비중을 차지하고 있다. 그러나 콩나물 재배시 발생하는 부패를 방지하기 위하여 일부 콩나물 공장 및 농가에서 농약을 사용함으로써 소비자 건강에 미치는 위해 등 사회문제를 일으키고 있다. 이에 따라 콩나물 부패를 방지하기 위한 연구가 상당히 이루어져 콩나물 부패원인균의 동정⁽¹⁻³⁾, 전처리 방법^(2,4-6), 재배방법⁽⁷⁻¹⁰⁾ 등 다양한 무공해 청정 콩나물 제조를 위한 연구들이 보고되어 있으며, 콩나물 업체에서도 초음파 처리, 거꾸로 재배하는 방법, 물을 순환시키는 방법, 콩을 봉지에 넣어 제조하는 방법, 오존처리된 용수를 사용하는 방법 등 다양한 재배기술을 개발하여 무공해 콩나물 제조를 위해 노력하고 있다. 본 연구진도 전보⁽⁶⁾에서 항균력을 지닌 물질들을 침지용액으로 나물콩을 여러 가지 조

건에서 처리하여 콩나물의 부패와 생육특성을 조사함으로써 콩나물 생장시 부패를 억제할 수 있는 침지조건을 설정한 바 있다.

콩나물의 부패는 발아율이 낮은 콩, 오염된 용수 및 재배환경, 관수조건 등 여러 가지 요인들에 의해 발생한다. 그 중에서 관수는 콩나물이 생장하는데 필요한 수분과 산소를 공급하고 콩의 발아와 생장시 발생하는 호흡열과 분비된 유기물질을 제거하는 중요한 역할을 하는데 관수조건이 이를 충족시키지 못할 때 콩나물 부패의 주요한 원인이 된다⁽¹⁰⁾. 따라서 앞서 언급한 개발된 재배기술의 대부분이 수분이 골고루 충분히 공급될 수 있도록 고안한 재배방법 또는 골고루 공급되지 않더라도 항균력이 있는 용수를 공급하는 방법 등 관수에 관련한 제조기술들이 주류를 이루고 있다. 그러나 수분이 골고루 공급될 수 있도록 고안한 재배방법은 기존의 설비와는 전혀 다른 새로운 설비를 갖추어야 하며, 항균력이 있는 용수를 공급하는 방법도 초음파 발생장치, 오존발생장치 등 고가의 장비가 추가로 장착되어야 하는 문제점 등이 있다.

따라서 본 연구에서는 전보⁽⁶⁾에서 콩나물 부패 억제에 효과를 나타낸 자몽씨 추출물(grapefruit seed extract, 이하 GFSE), 키토산 그리고 인산용액(pH 3.0) 등 3종의 물질을 콩나물의 재배용수로 사용하여 고가의 장비 추가없이 콩나물의 부패를 억제하면서 무공

Corresponding author : Hee-Don Choi, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Kyonggi-do 463-420, Korea
Tel : 82-31-780-9068
Fax : 82-31-780-9234
E-mail : chdon@kfri.re.kr

해 콩나물을 재배할 수 있는 기술을 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

콩 품종 및 콩나물 재배

재래품종인 1998년산 준저리(전남 고흥산)를 10°C에서 보관하면서 원료로 사용하였다. 콩나물의 재배용수는 침지조건이 콩나물의 생육과 부패에 미치는 영향을 조사한 전보⁶⁾의 연구에서 콩나물의 부패억제에 효과를 나타낸 0.04% GFSE(한국미생물연구소) 용액, 0.1% 키토산(주)대영] 용액 그리고 0.01 M 인산용액을 사용하였으며, 키토산 용액은 키토산을 0.25% acetic acid 용액에 용해하여, 그리고 인산용액은 KH₂PO₄, K₂HPO₄, H₃PO₄로 pH 3.0으로 조정하여 사용하였다. 이때 GFSE 용액의 pH는 7.4, 키토산 용액의 pH는 3.3이었으며, 대조구는 재배용수로 수돗물을 사용하였고 pH는 7.4이었다.

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. 재배통은 콩나물 공장에서 사용하는 18 L 용량의 불투명 플라스틱통[330 mm (W)×330 mm (D)×300 mm (H)]을 사용하였다.

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

콩나물의 재배수율 및 생장특성 측정

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

콩나물의 미생물검사

재배한 콩나물 10 g을 멸균된 피펫과 가위로 절단하고 멸균수 90 mL에 넣어 20°C에서 200 rpm으로 30분 동안 진탕한 후 이를 희석하여 콩나물의 저장중 총균수 변화를 호기성 세균용 petri-film(3M, USA)을 사용하여 측정하였다⁽¹¹⁾.

콩나물의 압착강도 측정

재배후 콩나물을 배측과 자엽 두 부분으로 나누어 texture analyzer(Stable Micro System, Haslemere, England)를 사용하여 압착시험을 실시하였다. 각 실험값은 20회 반복 측정하여 나타내었으며 실험 조건은 measure and test type: measure force in compression, plunger type: cylindrical type, deformation ratio: 50%, test speed: 0.5 mm/sec이었다.

통계처리

SAS(Statistical Analysis System)를 사용하여 분산분석을 행한 후 Duncan의 다중범위검정으로 각 시료간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

재배용수에 따른 콩나물의 생육특성 변화

GFSE 용액, 키토산 용액, 인산용액을 재배용수로 하여 재배한 콩나물의 10개체당 중량 및 생장특성과 수율 등을 측정하여 수돗물로 재배한 대조구와 비교한 결과는 Table 1과 같다. GFSE 처리 콩나물의 배측길이는 5.1±1.3 cm로 대조구 11.0±2.7 cm의 46.4%에 해당하는 현저히 작은 값을 나타냈으며 수율도 대조구의 570%에 비해 450%로 크게 낮아졌다. 대조구와 기타 처리구의 배측두께가 0.19±0.02-0.20±0.02 cm 범위인 것에 비해 GFSE 처리구는 0.24±0.02 cm로 두꺼웠고, 10 개체당 중량은 2.98±0.40 g으로 대조구의

Table 1. Growth characteristics of soybean sprouts cultivated with various irrigating solutions

Characteristics*	Irrigating solution			
	Control	GFSE(0.04%)	Chitosan(0.1%)	Phosphate buffer(0.01 M)
Wt/10 EA (g)	3.86±0.07 ^{ab}	2.98±0.40 ^b	3.96±0.21 ^{ab}	4.80±0.40 ^a
Length (cm)	11.0±2.7 ^a	5.1±1.3 ^b	11.5±1.4 ^a	11.3±2.0 ^a
Thickness (cm)	0.20±0.02 ^a	0.24±0.02 ^a	0.19±0.02 ^a	0.19±0.02 ^a
Yield** (%)	570±25.3 ^b	450±30.7 ^c	599±17.9 ^{ab}	640±28.2 ^a
Degree of rot***	++	+	+	-

*A hundred of soybean sprouts were randomized and averaged.

**Values are means ± S.D. (n = 3).

***Degree of rot : ++, strong, +, a little, -, weak.

Values with the same letter in the same row are not significantly different (P<0.05).

3.86±0.07 g에 비해 현저히 낮아지는 것으로 나타나 GFSE 처리는 콩나물의 성장을 억제하고 배축을 비대하게 함을 알 수 있었다. 따라서 GFSE는 콩나물 재배시 부패를 억제하는 효과는 우수하지만 생육을 억제하기 때문에 재배용수로서는 적합하지 않음을 알 수 있었다. 또한 GFSE는 배축부위의 갈변을 일으키는 것으로 나타났는데 이는 박 등^(12,13)이 콩나물의 총균수를 줄이기 위하여 콩나물에 대해 GFSE를 처리하고 저장한 결과 GFSE를 처리하지 않은 대조구에 비해 갈변이 심해졌다고 보고한 결과와 일치하였다. 키토산 처리구의 수율과 10 개체당 중량은 각각 599%, 3.96±0.21 g으로 대조구(570%, 3.86±0.07 g)에 비해 수율과 10 개체당 중량 증가가 크게 나타나 이 등⁽⁴⁾의 연구결과와 일치하였다. 인산용액 처리구는 수율이 640%로 대조구보다 12.3% 증가된 수율을 나타내었고 10 개체당 중량도 4.80±0.40 cm로 크게 증가되었다. 특히 콩나물 재배통 내부의 부패정도를 비교해 보았을 때 인산용액 처리가 콩나물의 부패방지에 매우 우수한 효과를 나타냄을 알 수 있었다. 박 등⁽¹⁰⁾은 용수를 pH 3.0~9.0 범위로 조정하여 재배한 결과 pH 3.0의 관수액에서 가장 낮은 세균밀도가 발견되었으며 미발아 종자수가 가장 적고 수확량이 증가되었음을 보고하였다.

재배용수에 따른 콩나물의 저장 중 총균수 및 압착강도 변화

재배한 콩나물을 세척한 후 100±10 g 단위로 포장하여 4°C와 25°C의 두가지 저장온도에서 저장하며 저장 4, 7, 10 일째의 총균수 변화와 배축 및 자엽의 압착강도를 측정하였다. 각 저장온도에서 저장기간별 총균수의 변화를 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 초기 총균수는 인산용액 처리구의 경우 5.3×10⁶ CFU/g으로 가장 낮았고 대조구 및 기타 처리구는 1.2×10⁷~2.4×10⁷ CFU/g의 수준을 나타내었다. 4°C 저장시 저장 10 일째에는 4.2×10⁷~3.2×10⁸ CFU/g으로 다소 증가되었으나 외관상 갈변이나 물러짐 현상은 발견되지 않았고 GFSE 처리구는 초기의 갈변상태를 유지하였다. 반면 25°C에서는 저장 4일 이내에 총균수가 10⁸~10⁹ CFU/g 수준으로 급격히 증가하였으며 특히 저장 5일부터 GFSE 처리구는 급격한 갈변이, 키토산 처리구는 급격한 물러짐 현상이 발생한 반면 인산용액 처리구는 저장 7일후야 6.9×10⁹ CFU/g으로 10⁹ CFU/g 수준에 이르렀고 갈변이나 물러짐 현상이 거의 발생하지 않았다. Patrik 등⁽⁴⁾은 콩나물의 저장시 주된 문제점은 초기균수가 많은 것이라 지적하면서 세척 후 대

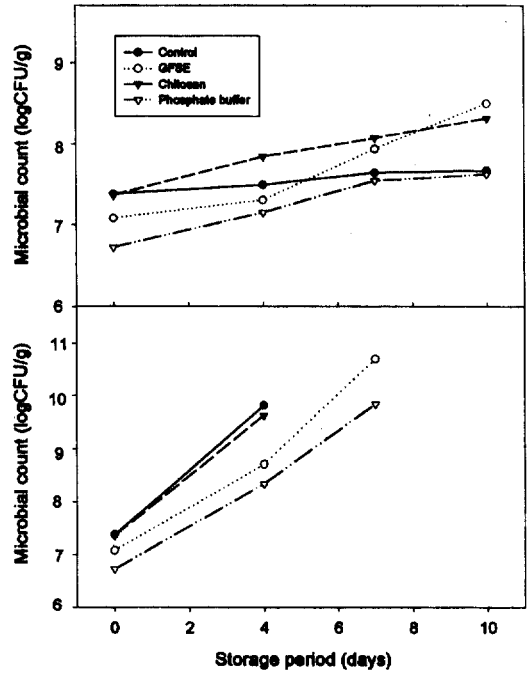


Fig. 1. Changes in total aerobic cell counts of soybean sprouts cultivated with various irrigating solutions during storage at 4°C(upper) and 25°C(lower).

개 10⁷ CFU/g 수준을 나타낸다고 하였다. 또한 신선한 콩나물로 볼 수 있는 수준을 총균수 ×10⁹ CFU/g, 대장균수 ×10⁶ CFU/g 수준이라 하였으며 20°C에서는 2일 이내, 1°C에서는 9일 이내를 유통기한으로 산정하였다.

각 저장온도에서 저장기간별 배축과 자엽의 압착강도 변화를 측정된 결과 25°C에서는 저장 4일 이후 심한 변패와 물러짐이 발생하여 이후의 압착강도 측정이 불가능하였다. 재배직후의 콩나물의 배축과 자엽의 압착강도는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 각각 942±338~1057±141 g, 5525±1335~5720±497 g의 범위로 처리구간 차이를 보이지 않았지만 4°C에서 10일간 저장하였을 때는 배축과 자엽의 압착강도가 각각 905±237~1012±205 g, 3956±874~5974±955 g의 범위를 나타내어 압착강도가 다소 감소하는 것으로 나타났다. 한편 25°C에서는 배축의 물러짐 현상이 급격히 일어나 4일간 저장하였을 때 배축과 자엽의 압착강도가 각각 681±198~1123±364 g, 2577±536~6092±1102 g으로 상당히 작은 값을 나타내었으며 특히 키토산 처리구의 저장 중 감소가 컸다.

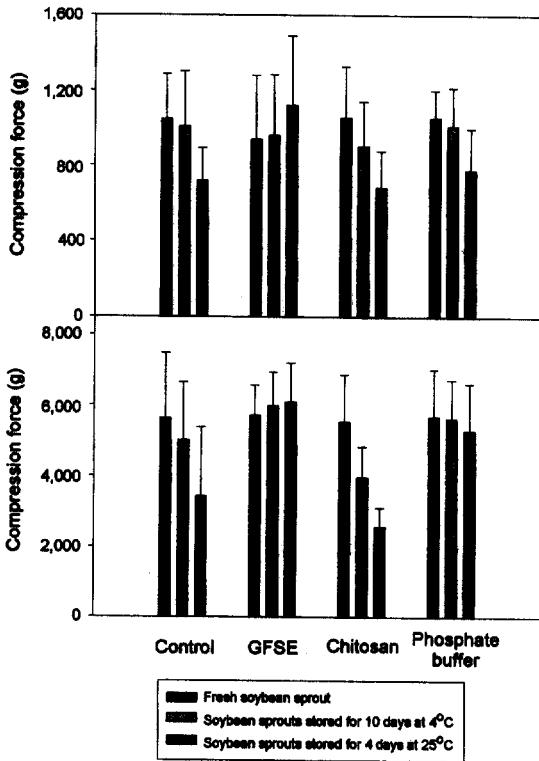


Fig. 2. Comparison of the maximum compression force of hypocotyl(upper) and cotyledon(lower) of fresh and stored soybean sprouts for 10 days at 4°C and for 4 days at 25°C.

인산용액의 관수회수에 따른 콩나물의 생장 특성 및 저장중 총균수 변화

앞의 결과에서 재배용수로서 가장 우수한 효과를 나타낸 인산용액을 이용한 재배의 효율성을 조사하기 위하여 인산용액의 관수회수를 조절하여 콩나물의 생장 특성과 저장 중 총균수 변화를 조사하였다. 인산용액은 3시간 마다 1회씩 관수하였으며, 회수는 4, 8, 16, 32회로 조절하였고 각 처리후 수돗물을 관수하며 총

4일동안 재배하였다. 32회 관수는 수돗물을 사용하지 않고 인산용액 만으로 4일동안 콩나물을 재배하였음을 의미한다. 이때 대조구는 인산용액의 관수를 받지 않고 수돗물로만 재배한 콩나물로 하였다.

인산용액의 관수회수에 따른 콩나물의 생장특성은 Table 2와 같다. 10 개체당 중량은 32회 처리구가 4.80 ± 0.40 g으로 가장 컸으며 대조구 3.86 ± 0.07 g의 124%에 해당되는 값이었고 모든 처리구가 4.67 ± 0.29~4.80 ± 0.40 g의 범위로 대조구보다 높은 값을 나타내었다. 특히 재배수율은 인산용액 관수회수가 증가할수록 대조구 570%에서 32회 처리시 640% 까지 크게 증가하여 인산용액이 수율 증가에 큰 영향을 미침을 알 수 있었다. 그리고 관수회수에 따른 콩나물 재배통 내부의 부패정도를 비교하였을 때 대조구에서 부분적인 부패 현상이 발견된 반면 인산용액 처리구에서는 관수회수에 따른 차이없이 이러한 현상이 발견되지 않았다.

재배한 콩나물을 4°C와 25°C에서 저장하며 4일, 7일, 10일째의 총균수 변화를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 콩나물의 초기 총균수는 대조구의 2.4 × 10⁷ CFU/g에서 인산용액 처리에 의해 5.3 × 10⁶~7.9 × 10⁶ CFU/g으로 낮아졌고 4°C에서 10일간 저장했을 때는 4.2 × 10⁷~6.0 × 10⁷ CFU/g으로 처리기간 큰 차이를 나타내지 않았다. 한편 25°C 저장시에는 대조구가 저장 4일만에 6.5 × 10⁹ CFU/g으로 크게 증가한 반면 인산용액 처리구에서는 저장 7일째에 6.9 × 10⁹~1.8 × 10¹⁰ CFU/g으로 증가하여 다소 차이를 나타내었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 전보(6)에서 콩나물의 부패방지에 효과가 있는 것으로 나타난 GFSE, 키토산, 인산용액을 재배용수로 사용하여 수돗물로만 재배한 대조구와 비교한 결과 GFSE 이외의 처리구, 즉 키토산과 인산용액은 콩나물의 생장에 특별한 저해를 일으키지 않으면서 재배수율을 증가시키는 효과가 있었다. 특히 인산용액은 콩나물의 재배수율을 크게 향상시키며 저장 중 콩나물의 물려짐을 일으키지 않으면

Table 2. Effect of irrigation times with phosphate buffer on growth of soybean sprouts

Characteristics*	Irrigation times with phosphate buffer				
	0	4	8	16	32
Wt/10 EA (g)	3.86 ± 0.07 ^b	4.71 ± 0.36 ^a	4.69 ± 0.48 ^a	4.67 ± 0.29 ^a	4.80 ± 0.40 ^a
Length (cm)	11.0 ± 2.7 ^a	10.7 ± 2.3 ^a	10.9 ± 1.7 ^a	11.1 ± 2.0 ^a	11.3 ± 2.0 ^a
Thickness (cm)	0.20 ± 0.02 ^a	0.19 ± 0.02 ^a	0.21 ± 0.02 ^a	0.20 ± 0.02 ^a	0.19 ± 0.02 ^a
Yield** (%)	570 ± 25.3 ^b	627 ± 47.2 ^a	622 ± 30.8 ^a	646 ± 20.6 ^a	640 ± 28.2 ^a
Degree of rot***	++	-	-	-	-

*A hundred of soybean sprouts were randomized and averaged.

**Values are means ± S.D. (n = 3).

***Degree of rot : ++, strong, +, a little, -, weak.

Values with the same letter in the same row are not significantly different (P<0.05).

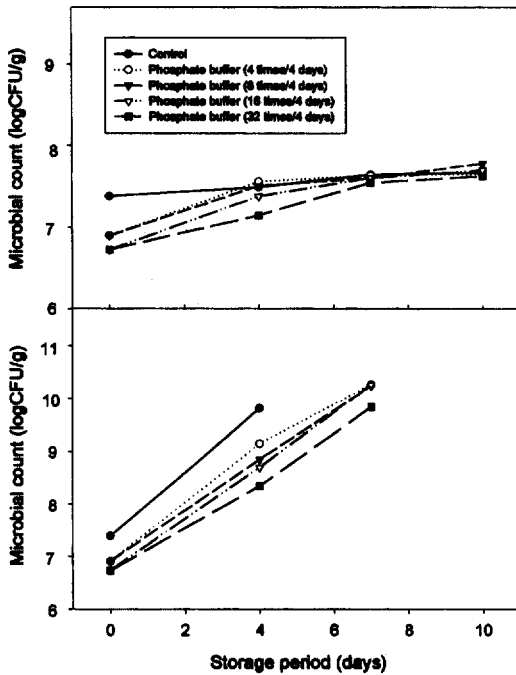


Fig. 3. Changes in total aerobic cell counts of soybean sprouts cultivated with different irrigation times with phosphate buffer during storage at 4°C(upper) and 25°C(lower).

서 재배 중 부패를 억제하는데 매우 효과적이었다. 그리고 인산용액의 용수로서의 이용성을 조사하기 위하여 인산용액의 관수회수를 4~32회로 조절하여 콩나물의 성장 특성을 조사한 결과 4~8회의 관수회수 만으로도 재배수율이 크게 증가하고 콩나물 부패현상이 일어나지 않음을 확인할 수 있었다. 키토산 용액과 인산용액의 pH는 3.0~3.3의 범위로서 키토산과 인산용액 처리구에서 나타나는 콩나물의 부패억제 효과는 낮은 pH에 의한 부패균의 생육 억제에 기인하는 것으로 사료된다. 또한 인산용액 처리구가 키토산 용액 처리구보다 상당히 증가된 수율을 나타내는 것으로 보아 인산용액 처리시 단순한 pH 저하 효과 뿐만 아니라 인산이 식물생장에 필요한 인(P) 성분의 공급원으로서의 역할도 함께 수행하는 것으로 추정된다. 또한 인산용액을 이용한 콩나물 재배시 초기 4~8회의 관수에 의해서도 총재배기간 동안 인산용액을 관수한 처리구와 비슷한 효과를 나타내므로써 재배용수로서의 이용 가능성이 높을 뿐만 아니라 기존의 콩나물 재배공장에서 고가의 부가설비 장착 없이도 무공해 콩나물을 제조할 수 있어 본 연구에서 개발한 재배방법의 효용성이 높을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 보건복지부에서 시행한 보건의료기술연구 개발사업의 지원으로 수행한 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

요 약

자몽씨 추출물, 키토산, 인산용액을 콩나물 재배용수로 사용하여 콩나물 부패를 억제할 수 있는 재배방법을 검토하였다. 키토산과 인산용액은 콩나물의 성장에 특별한 저해를 일으키지 않으면서 재배수율을 증가시켰으며 특히 인산용액의 수율 증가와 부패억제 효과가 우수하였다. 인산용액의 관수회수가 증가함에 따라 대조구에 비해 12.3% 까지 수율이 증가하였으며 4~8회의 적은 관수회수에서도 높은 수율 증가와 뚜렷한 부패억제 효과를 확인하였다.

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. Oh, B.J. and Park, W.M. Histopathological observation and identification of *Fusarium* spp. causing soybean sprout rot. Korean J. Plant Pathol. 12: 471-475 (1996)
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. Lee, Y.S. and Rhee, C.O. Changes of free sugars, lipoxygenase activity and effects of chitosan treatment during cultivation of soybean sprouts. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 115-121 (1999)
6. Choi, H.D., Kim, S.S., Kim, K.T., Lee, J.Y. and Park, W.M. Effect of presoaking treatments on growth and rot of soybean sprouts. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 584-589 (2000)
7. 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)
8. Kim, J.M., Choi, Y.B. and Yang, D.K. Development of soybean sprouter using principle of siphoning. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 460-463 (1997)
9. Shin, D.H. and Choi, W. Comparison of growth characteristics of soybean sprouts cultivated by three methods. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 240-245 (1996)
10. Park, W.M. and Lim, J.H. Effects of watering on yield of soybean sprout. Korea Soybean Digest. 15: 46-57

- (1998)
11. Ministry of Health and Welfare. Official Book of Foods. Experimental Methods. Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea. pp. 94 (1997)
 12. 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)
 13. 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)
 14. Patrick, V., Guy, A., Christophe, N.T. and Francoise, V. Modified atmosphere packaging of fresh beansprouts. J. Sci. Food Agric. 70: 224-230 (1996)
-
- (2000년 7월 30일 접수)