韓資植誌 Korean J.Plant.Res. 12(2) 152~160(1999)

콩 잎에 서식하는 세균 및 콩나물 부패균의 밀도 변화

최재을, 이은정, 신철우[1)]
충남대학교 농과대학 농학과, 충남농업기술원

Population Density Changes of Bacteria and Soybean Sprout Rotting Bacteria on Soybean Leaves

Jae-Eul Choi, Eun-Jeong Lee, Chul-Woo Shin[1)]
Department of Agronomy, Chungnam National University, Taejeon 305-764
[1)]Chungnam Provincial ATA, Taejeon 305-313, Korea

ABSTRACT

Bacterial population density on soybean leaves was $10^2\sim10^5$CFU/cm^2. Bacterial population density was increased by progress of plant growth stage. Population density of soybean sprout rotting bacteria on soybean leaves was $0\sim10^3$CFU/cm^2. Population density of soybean sprouts rotting bacteria was related to cultivating area, but not related to plant growth stage. Cultivar and population density of soybean sprout rotting bacteria were less corelated, and varied by plant growth stages and plant parts. *Erwina cypripedii, E. carotovora* subsp. *carotovora, Xanthomonas campestris* pv. *glycines, Staphylococcus* sp., and *Micrococcus* sp. were identified as pathogenic bacteria causing soybean sprout rot. In generally population density of *E. cypripedii, E. carotovora* subsp. *carotovora, Micrococcus* sp., and *X. campestris* pv. *glycines* were high.

Key Words: **soybean sprout rotting bacteria, *Erwina cypripedii, E. carotovora* subsp. *carotovora, Xanthomonas campestris* pv. *glycines, Staphylococcus* sp., *Micrococcus* sp.**

서 언

콩나물은 비타민 함유량이 많은 기호성 식품으로 오래전부터 가정에서 애용되고 있으나, 콩나물 재배가 대규모화 되면서 콩나물 부패가 문제시되고 있다. 콩나물 부패는 수량감소는 물론 품질을 저하시켜 재배업자에게 막대한 피해를 주고 있지만, 아직까지 이러한 부패 문제를 근본적으로 해결하기 위한 좋은 방안은 제시되지 않고 있다. 더구나 콩나물 재배업자 중에는 부패방지를 목적으로 인체에 유해한 농약으로 종자소독을 행하는 사례가 있어 사회문제된 경우도 있으며(김 등, 1980; 권과 전, 1982), 농약의 잔류는 국민 건강을 해치기 때문에 콩나물 부패

이 논문의 연구는 1998년 충남농업기술원의 용역에 의해 연구된 결과의 일부임.
Corresponding author: 최재을, 대전광역시 유성구 궁동, 충남대학교 농과대학 농학과, 305-764

의 안정적 방제가 절실히 요구되고 있다.

콩나물 부패병을 일으키는 미생물로는 *Fusarium* spp. *Pseudomonas* spp.(명, 1987), *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*(박 등, 1997), *F. solani, F. oxysporum* (오, 1989), *P. putida* biovar. A(박 등, 1997) 등이 관여하는 것으로 보고되어 있다. 나물콩의 표면에 존재하는 미생물이 콩나물 부패의 주요 요인으로 사료된다.

종자전염성인 병은 탈곡시에 잎이나 깍지의 병반 조직의 미세한 가루가 종자표면에 부착하거나 상처를 통하여 보균상태로 되는 경우가 많으며(後藤, 1980), 콩과작물에는 *P. syringae* pv. *glycines*, *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* 등이 종자전염을 하며, 이 세균들은 비병원성세균과 함께 엽면에 정착하고 잎이 노화할 때까지 일정한 세균수를 유지한다(Fett, 1979).

이와같이 잎의 표면과 콩깍지로부터 분비되는 물질을 이용하여 살아가는 미생물이 많이 존재하며 이들이 콩을 탈곡하는 과정에 콩의 표면에 묻어 생존하는 동안 콩나물의 부패에 관여할 것으로 예상되기 때문에 콩잎에 서식하는 미생물의 종류를 밝히는 것이 콩나물 부패균의 방제를 위한 기초연구에 주요할 것으로 예상된다.

따라서 본 연구는 충남지방의 평야지, 중간지 및 산간지에서 재배한 나물콩의 잎에서 미생물의 총량과 콩나물 부패세균의 밀도를 시기별로 조사하고 콩나물 부패에 관여하는 세균을 동정하여 콩나물의 부패병 방제를 위한 기초자료를 얻기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 콩 잎의 수집 및 세균 분리

1998년 7~10월에 걸쳐 충남의 공주, 논산, 부여, 서산, 청양, 태안, 대전에서 나물 콩의 상위엽을 수집하였다. 수집된 콩 잎을 멸균된 칼로 1cm×1cm 크기로 잘라낸 다음 4 조각으로 잘라 멸균된 시험관에 넣고 마쇄한 후 멸균수를 1*ml*를 넣어 희석하였다. 이 용액에 멸균수를 가하여 10^1~10^6배로 희석하고 King's B agar (KB)배지 (Bacto peptone 20g, $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ 1.5g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 1.5g, agar 15g, glycerol 15.0*ml*, D.W 1 *l*)가 들어 있는 petri-dish에 100*μl*씩을 접종하여 표면에 골고루 도말한 다음, 28℃의 항온기에서 암상태로 2~4일간 배양한 후 colony 수를 측정하고 순수분리하였다.

2. 콩나물 부패 검정

KB배지에서 2~4일 배양된 세균을 KB배지에 획선배양하여 순수분리한 다음에 한천이 포함되지 않은 KB배지에 2일간 진탕 배양한 후, 10^8cells/*ml*의 농도로 희석하여 접종원으로 사용하였다. 건전한 콩나물에 상처를 주어 세균을 접종 한 다음 습실처리한 플라스틱 통에 넣고, 28℃에서 2~3일간 보관 후에 부패 유무를 조사하였다.

3. 콩나물 부패세균의 동정

콩나물을 부패시키는 세균 동정을 위한 세균학적 특성검정은 Schaad(1988) 및 Bergy's Manual (1984, Vol. 1)의 방법에 의해 실시하였다. 식물병원세균의 속 동정은 그람염색, 세포형태, 혐기 조건에서의 생장유무, yeast dextrose calcium carbonate(YDC) 배지에서의 노란색 색소 형성 유무, KB배지에서 형광물질 생성 등을 조사하였다. 비식물병원세균인 경우는 내생포자 형성, 운동성, catalase, oxidase 활성 등을 추가하여 조사하였다.

Erwinia 속 세균의 종 동정은 pectin 분해, gelatin 액화, acetoin 생성, indole 생성, phosphatase 활성, 당으로부터 산의 생성 유무 등을 조사하였고, *Xanthomonas* 속 세균들은 GYCA배지에서 점성 증식, 35℃에서의 증식, gelatin 액화, urease 생성 및 당으로부터 산 생성 유무 등의 특성을 비교하여 종을 동정하였다.

결과 및 고찰

1. 콩 잎에서 서식하는 세균 및 콩나물 부패균의 밀도 변화

1) 콩 잎에 서식하는 세균상 변화

1998년 7월～10월에 걸쳐 충남지방으로부터 수집한 콩 잎으로부터 세균상을 조사한 결과 생육단계에 따라 서식하는 세균의 종류가 다양하였다. 유묘기의 잎에 서식하고 있는 세균을 KB 배지에 배양시킨 결과 2일째에는 직경이 2.5㎜이고 습윤상의 담황색 colony와 직경이 1㎜이고 유백색의 반투명한 colony가 나타났다. 3일째에는 직경이 1㎜이고 약간 투명한 진황색의 원형 colony, 직경이 1～2㎜이고 원형의 주황색 colony와 직경이 1㎜의 엷은 분홍색의 colony가 나타났다.

그러나 나물콩의 개화기 및 성숙기에 채집된 잎에서 배양된 세균들은 유묘기에서 나타난 colony 분포와는 약간의 차이를 보였다. 특히 3일째 나타나는 분홍색의 colony의 수가 점차로 감소하는 대신에 2일째 나타나는 2.5㎜ 크기의 습윤상 담황색 colony가 증가되었고, 성숙기에는 오직 담황색 colony만이 증식하는 경우도 있었다. 그리고 몇몇의 잎에서는 진균류도 약간 분리되었으나 그 밀도는 매우 낮았다.

일반적으로 유묘기에는 3일째 나타나는 1㎜ 크기의 분홍 colony의 수가 대략 1.4×10^3～2.1×10^3CFU/cm^2개에 달하였으나 개화기, 성숙기에 접어들면서는 그 수가 감소되는 반면 2일째 배양된 2.5㎜ 크기의 담황색 colony와 유백색 colony가 2×10^4～8×10^4CFU/cm^2 정도로 우세하게 나타났다.

2) 잎에 서식하는 세균의 밀도 변화

충남지방에서 수집한 콩잎에 서식하는 총세균을 측정한 결과 표 1과 같다. 공주에서 수집한 콩잎에서 분리된 총세균수는 콩의 생육단계와 관계없이 10^5 CFU/cm^2 이상의 밀도로 분리되었다. 논산, 서산, 청양에서 수집한 콩잎에서는 1.00×10^4-9.00×10^5CFU/cm^2, 부여에서 수집한 콩잎에서는 4.00×10^2-2.00×10^5CFU/cm^2, 태안에서 수집한 콩잎에서는 3.00×10^3-2.00×10^5CFU/cm^2의 밀도로 분리되었다. 이상과 같이 총세균수의 밀도는 재배지역과 채집시기에 따라 차이가 있었으며, 유묘기보다 성숙기에서 총세균수가 많은 경향이었다.

Table 1. Population of bacteria and soybean sprout rotting bacteria on soybean leaves

Region		Sampling days					
		7/8-7/13		8/21-8/25		10/7-10/12	
		PB[a]	PSB[b]	PB[a]	PSB[b]	PB[a]	PSB[b]
Kongju	A (olialtekong)	3.00×10^5	7.00×10^2	3.30×10^5	2.00×10^3	2.02×10^5	0
	B (myungjunamulkong)	1.30×10^5	0	2.62×10^5	5.00×10^3	0	0
Nonsan	myungjunamulkong	6.00×10^4	7.00×10^2	1.14×10^5	4.00×10^2	3.00×10^5	2.00×10^2
Buyeo	suribangkong	4.60×10^2	0	3.49×10^3	2.00×10^2	2.22×10^5	1.35×10^3
Seosan	A (myungjunamulkong)	1.50×10^4	1.40×10^2	4.21×10^4	1.00×10^2	1.26×10^5	1.00×10^2
	B (olialtekong)	1.00×10^4	7.00×10^1	2.82×10^5	0	1.50×10^5	0
	C (myungjunamulkong)	7.80×10^4	0	1.97×10^5	2.30×10^3	9.10×10^5	1.00×10^3
Cheong yang	myungjunamulkong	1.70×10^4	0	1.49×10^5	0	1.66×10^5	0
Taean	A (myungjunamulkong)	1.20×10^4	7.00×10^1	3.94×10^4	1.00×10^2	1.13×10^5	0
	B (myungjunamulkong)	3.20×10^3	7.00×10^1	3.14×10^4	2.00×10^2	2.30×10^5	0

[a]populations of bacteria(CFU/cm^2).
[b]populations of soybean sprout rotting bacteria(CFU/cm^2).

3. 콩나물 부패세균의 밀도 변화

콩잎으로부터 분리한 세균을 콩나물에 침접종하여 콩나물의 부패유무를 조사한 결과는 표 1과 같다. 공주에서 수집한 콩잎에서는 유묘기의 A 농가가 7.00×10^2CFU/cm²의 밀도로 콩나물 부패균이 분리되었으나 B 농가에서 수집한 콩잎에서는 검출되지 않았다. 개화기-결협기에서는 두 농가 모두 10^3CFU/cm² 이상의 높은 밀도로 분리되었으며, 성숙기에는 검출되지 않았다. 논산에서 수집한 콩잎에서는 생육단계와 관계없이 1.00×10^2CFU/cm²이상의 밀도로 분리되었다. 부여에서 수집한 콩잎에서는 유묘기에는 콩나물 부패균이 분리되지 않았으나, 성숙기에는 1.00×10^3CFU/cm²의 밀도로 증가하였다. 서산에서 수집한 콩잎에서는 유묘기에 0-1.00×10^2CFU/cm²의 밀도로 분리되었으며, 개화기-결협기, 성숙기에는 0-2.30×10^3CFU/cm²의 밀도로 농가별, 조사시기에 따라 심한 차이가 있었다. 태안에서 수집한 콩잎에서는 유묘기와 개화기에 콩나물 부패균이 7.00×10^1-2.00×10^2CFU/cm²의 밀도로 분리되었으나 성숙기에는 검출되지 않았다. 그러나 청양에서 수집한 콩잎에서는 조사시기와 관계없이 콩나물 부패균이 전혀 검출되지 않았다.

이상과 같이 부여지역에 수집한 콩잎에서는 콩이 성숙됨에 따라 콩나물 부패세균의 밀도가 증가하는 경향이었으나, 공주에서 수집한 성숙기의 콩잎에서는 콩나물 부패세균의 밀도가 감소하였다. 청양의 콩잎에서 콩나물부패균이 분리되지 않은 것은 산간지인 청양의 기후와 관련이 있을 것으로 사료되며, 이러한 지역에서 생산된 콩을 콩나물 재배의 재료로 사용한다면 콩나물의 부패 감소에 기여 할 것으로 예상되므로 정밀한 실험이 필요하다고 생각된다.

2. 콩 품종이 세균 및 콩나물 부패병균의 밀도에 미치는 영향

1) 콩잎에 서식하는 세균의 밀도 변화

충남농업기술원 포장에서 재배중인 콩 잎을 수집하여 총세균수를 조사한 결과는 표 2와 같다. 유묘기에는 소백나물콩잎에서 1.00×10^5CFU/cm²의 세균이 분리되어 밀도가 가장 높았고, 개화기-결협기에는 1.00×10^4-1.00×10^5CFU/cm² 밀도로 분리되어 품종간에 약간의 차이가 있었다. 성숙기에 수집한 푸른콩, 단백콩, 익산나물콩, 은하콩, 광안콩, 잎에서 분

Table 2. Population density of bacteria and soybean sprout rotting bacteria on soybean leaves

Variety	Sampling days						Maturing day
	7/24		9/4		10/8		
	PB[a]	PSB[b]	PB[a]	PSB[b]	PB[a]	PSB[b]	
Myungju namulkong	5.40×10^4	0	1.37×10^5	1.00×10^3	9.90×10^4	0	9.29
Purunkong	3.80×10^4	0	7.60×10^4	0	1.32×10^5	1.00×10^3	10.4
Pungsan namulkong	1.30×10^4	0	3.50×10^4	2.00×10^2	8.30×10^4	1.00×10^3	10.9
Danbakkong	5.70×10^3	0	1.61×10^4	2.00×10^2	1.12×10^5	1.00×10^2	10.11
Dawonkong	1.10×10^4	0	4.10×10^4	0	0	0	9.26
Eunhakong	8.40×10^2	0	3.00×10^4	4.00×10^2	1.00×10^5	0	10.1
Iksan namulkong	1.10×10^4	0	1.61×10^5	0	1.04×10^5	1.00×10^2	10.8
Sobak namulkong	1.20×10^5	0	4.60×10^4	0	0	0	10.5
Kwangankong	8.30×10^3	0	1.16×10^4	5.00×10^2	1.02×10^5	0	10.6
Hannamkong	8.80×10^3	0	1.55×10^5	2.00×10^3	0	0	9.19

[a]populations of bacteria(CFU/cm²),
[b]populations of soybean sprouts decaying bacteria(CFU/cm²).

리된 세균이 1.00×10^5CFU/cm^2의 밀도로 검출되었으며, 성숙기가 빠른 다원콩, 한남콩 등에서는 세균이 분리되지 않았다(표 2).

2) 콩나물 부패균의 밀도 변화

콩나물을 부패시키는 세균은 유묘기의 잎에서는 모든 품종에서 나타나지 않았으나 개화기-결협기에는 0-2.00×10^3CFU/cm^2의 밀도로 품종에 따라 변이가 컸다. 성숙기에 접어들면서 명주나물콩, 다원콩, 은하콩, 소백나물콩, 한남콩, 광안콩은 콩나물 부패세균이 분리되지 않았으며, 푸른콩, 익산나물콩 및 풍산나물콩에서는 콩나물부패균이 증가하는 경향이었다. 특히, 다원콩, 소백나물콩은 전 생육기간에 걸쳐 부패병원세균이 분리되지 않는 특징이 있었다(표 2).

그러나 공시된 나물콩의 개화기, 성숙기 및 노화과정 등의 차이가 있기 때문에 이러한 특성과 연결하여 검토되어야 품종간의 차이를 정확히 알 수 있을 것으로 사료된다.

3. 콩나물 부패세균의 동정

1) 속의 동정

콩잎에서 분리한 콩나물 부패 세균중에서 콩나물 부패가 심한 15균주를 선발하여 세균학적 특성을 조사한 결과 표 3과 같이 4 종류의 그룹으로 나눌 수 있었다. Group I은 gram 음성이고 혐기적으로 증식하는 세균으로, KB배지에 2일간(28℃) 배양한 결과 담황색의 습광성 colony를 형성하였고, 형광색소를 생성하지 않았다. 유묘기에 태안과 청양에서 수집된 CNSB98001, CNSB98006 와 개화기-결협기에 공주와 부여에서 수집한 CNSB98010 와 CNSB98008-3 균주들이 속하였다.

Group II는 KB배지에서 형광색소를 생산하지 않으나, YDC에서 노란색의 colony를 형성하는 세균으로 유묘기에 태안에서 수집된 CNSB98002-1, 개화기에 대전에서 수집한 CNSB98005와 CNSB98020 균주들이 속하였다. Group III은 gram 양성이면서 혐기적으로 증식하는 세균으로 개화기에 부여에서 수집된 CNSB98008-2 균주와 성숙기에 대전(단백콩)에서 수집된 CNSB98015 균주가 속하였다.

Group IV는 gram 양성이면서 혐기적으로 증식하지 않는 세균으로 유묘기에 부여에서 수집된 CNSB98008-1, 개화기에 태안과 대전(한남콩)에서 수집된 CNSB98002-2, CNSB98021 및 성숙기에 논산과 대전(풍산나물콩)에서 수집된 CNSB98009, CNSB98014 균주들이 속하였다. 4종류의 group의 특성을 Schaad(1988, 2nd edition) 및 Bergy' s Manual (1984, Vol. 1)에 분류한 방법과 속의 특성을 비교한

Table 3. Identification of soybean sprout rotting bacteria isolated from soybean leaves

Character	I	II	III	IV	*Er.*	*Ps.*	*Xa.*	*Ag.*[a]
Gram stain reaction	-[b]	-	+	+	-	-	-	-
Fluorescent pigment on KB	-	-	-	-	-	+	-	-
Anaerobic growth	+	-	+	-	+	-	-	-
Aerobic growth	+	+	+	+	-	+	+	+
Yellow or orange colonies on YDC	-	+	-	-	-	-	+	-
Growth on D-1 agar	-	-	-	-	-	-	-	+
Isolates(CNSB)	98001 98006 98008-3 98010	98002-1 98005 98020	98008-2 98015	98008-1 98002-2 98021 98009 98014				

[a]Data from Schaad(1988).
Er.: Erwinia, Ps.: Pseudomonas, Xa.: Xanthomonas, Ag : Agrobacterium.
[b] +: positive reaction, -: negative reaction.

Table 4. Comparison of characteristics of soybean sprout rotting bacteria isolated from soybean leaves with *Staphylococcus* sp.

Character	CNSB 98008-2	CNSB 98015	*Staphylococcus* sp.[a]
Shape	S[b]	S	S
Acid fast	-	-	-
Spores	-	-	-
Motility	-	-	-
Growth anaerobically	+	+	+
Growth in air	+	+	+
Catalase	+	+	+
Oxidase	-	-	-
Glucose(acid)	+	+	+
OF	F	F	F

[a]Data from Cowan and Steel(1974).
[b]+: positive reaction, -: negative reaction, s: spherical shape, OF: oxidation and fermentation.

결과 group I은 *Erwinia* 속으로, group II는 *Xanthomonas* 속으로 동정하였으나, group III와 group IV는 식물병원세균의 분류방법으로 속 동정이 불가능하였다.

Group Ⅲ에 속한 CNSB98008-2와 CNSB98015 균주는 세균형태가 구형이고, 혐기성 세균으로 내생포자 형성, 운동성, oxidase 활성에서는 음성반응을 나타냈으나 혐기적 증식, catalase 활성, glucose로부터 산생성에서는 양성반응을 나타냈다(표 4). 이와 같은 성질은 Cowan and Steel(1974)이 보고한 *Staphylococcus* sp.와 세균학적 성질이 잘 일치하므로 *Staphylococcus* sp.로 동정하였다.

Group Ⅳ에 속하는 5균주는 구형이고, 호기성 세균으로 내생포자 형성, 운동성, 혐기적 증식, oxidase에서는 음성반응을 나타냈고 호기적 증식, catalase에서는 양성반응을 나타냈다. glucose로부터 산생성은 균주에 따라 차이를 보였다(표 5). 이러한 결과는 Cowan and Steel(1974)이 보고한 *Micrococcus* sp.와 세균학적 성질이 잘 일치하므로 *Micrococcus* sp.로 동정하였다.

2) 종의 동정

Erwinia 속으로 동정된 CNSB98008-3와 CNSB 98010균주는 KB배지에 담황색의 습광성 colony를 형성하였고, pectin분해, indole 생산, sucrose에서의 환원물질 생성에서는 음성반응을 나타냈다. gelatin 액화, 당 이용성에 있어서는 균주간 차이가 있었다(표 6). 이러한 세균학적 특성은 Lelliott와 Dickey (1984) 그리고 Dickey와 Kelman (1988)이 보고한 E. cypripedii의 특성과 CNSB98008-3은 methyl α-d glucoside에서의 산생성, CNSB98010은 gelatin 액화,

Table 5. Comparison of characteristics of soybean sprout rotting bacteria isolated from soybean leaves with *Micrococcus* sp.

Character	CNSB 98008-1	CNSB 98002-2	CNSB 98021	CNSB 98009	CNSB 98014	*Micrococcus* sp.[a]
Shape	S[b]	S	S	S	S	S
Acid fast	-	-	-	-	-	-
Spores	-	-	-	-	-	-
Motility	-	-	-	-	-	-
Growth anaerobically	-	-	-	-	-	-
Growth in air	+	+	+	+	+	+
Catalase	+	+	+	+	+	+
Oxidase	-	-	-	-	-	-
Acid from glucose	-	-	+	+	-	v
OF	O	O	O	O	O	O

[a]Data from Cowan and Steel(1974).
[b]+: positive reaction, -: negative reaction, s: spherical, v: variable, OF: oxidation and fermentation.

melibiose, cellobiose의 산생성을 제외한 모든 특성이 일치하였으므로 E. cypripedii로 동정되었다.

CNSB98001, CNSB98006 균주는 pectin 분해, gelatin 액화, acetoin 생성에서는 양성반응을 나타냈으나 sucrose에서의 환원물질 생성에서는 음성반응을 나타냈다. 당 이용성에 있어서는 모두 음성반응을 나타냈다(표 7). 이러한 결과는 Dickey와 Kelman (1988) 그리고 Lelliott와 Dickey(1984)가 보고한 *E. carotovora* subsp. *carotovora*의 특성과 비교한 결과 당의 이용성에 있어서 약간의 차이가 있을 뿐이고 다른 세균학적 성질은 대부분이 잘 일치하므로 *E. carotovora* subsp. *carotovora*로 동정하였다.

Table 6. Comparison of characteristics of soybean sprout rotting bacteria isolated from soybean leaves with E. cypripedii

Character	CNSB 98008-3	CNSB 98010	*E. cypripedii*[a]
Pectate degradation	-[b]	-	-
Gelatin liquefaction	-	+	-
Sensitivity to erythromycin	+	+	+
Phosphatase	+	+	v
Indole	-	-	-
Reducing substances from sucrose	-	-	-
Acid production from			
D-Lactose	-	-	-
Maltose	-	+	v
Methyl α- d glucoside	+	-	-
Melibiose	+	-	+
Glucose	+	+	
Cellobiose	+	-	+

[a]Data from Lelliott and Dickey (1984). [b]+: positive reaction, -: negative reaction, v: variable.

Table 7. Comparison of characteristics of soybean sprout rotting bacteria isolated from soybean leaves with E. c subsp. carotovora

Character	CNSB 98001	CNSB 98006	*E. c subsp. carotovora*[a]
Pectate degradation	+b	+	+
Gelatin liquefaction	+	+	+
Indole	-	+	-
Potato soft rot	+	+	+
Acetoin production	+	+	+
Growth at 36℃	+	+	+
Reducing substances from sucrose	-	-	-
Acid production from			
D-Lactose	-	-	+
Maltose	-	-	v
Methyl α- d glucoside	-	-	-
Melibiose	-	-	+
Glucose		-	+
Cellobiose	-	-	+
Trehalose	-	-	+
Palatinose	-	-	-

[a]Data from Dickey and Kelman (1988).
[b]+: positive reaction, -: negative reaction, v: variable.

Xanthomonas 속으로 동정된 CNSB98005균주는 mucoid growth, 36℃에서 증식, gelatin 분해, protein 분해, catalase, urease 생성, starch hydrolysis에서는 양성 반응이었고, tweeen 80 hydrolysis 질산환원, indole 생산에서는 음성반응을 나타냈다. arabinose, glucose, mannose, galactose, lactose, mannitol, melibiose에서는 산을 생성하였으나, cellobiose, maltose, salicin에서는 산을 생성하지 못하였다(표 8). 이러한 특성은 Jainkittivong 등(1989)이 보고한 *X. campestris* pv. *glycines*와 tweeen 80 hydrolysis의 반응과 lactose, maltose로부터 산생성 반응을 제외하면 일치하므로 *X. campeteris* pv. *glycines*로 동정하였다.

본 실험에서는 *E. cypripedii, E. carotovora* subsp. *carotovora, X. campestris* pv. *glycines, Staphylococcus* sp., *Micrococcus* sp.이 콩나물 부패세균으로 분리되었다. 국내에서 이미 보고된 콩나물 부패 미생물로는 *Fusarium* spp. *Pseudomonas* spp.(명, 1987), *F. solani, F. oxysporum*(오, 1989), *P. putida* biovar. A(박 등, 1997), *E. carotovora* subsp. *carotovora*(박 등,1997)이라고 하였다. 그러나 본 연구에서는 국내에서 보고되지 않은 *E. cypripedii, X. campestris* pv. *glycines, Staphylococcus* sp., *Micrococcus* sp.가 새로운 콩나물 부패균으로 분리되었다.

일본에서 콩나물 원료콩으로부터는 *Micrococcus*와 *Bacillus* 등이 주요 균이고, 콩나물에서는 *Pseudomonas*, Enterobacteriaceae가 많이 분리되고 그 밖에 *Xanthomonas* 등도 분리되며(宮尾 등, 1987), 숙주나물에서는 *F. solani, Macrophomia phaseoli, Colletotrichum* sp., *E. carotovora* subsp. *carotovora, P. fluorescens biotype* Ⅱ 등이 보고되어(靑木과 沼田, 1986), 앞으로 새로운 콩나물 부패균이 발견될 것으로 예상된다.

콩잎이나 꼬투리에 서식하고 있는 미생물은 콩을 수확하는 과정에 콩표면에 부착하여 콩의 발아를 저해시키거나 병을 일으키는 경우가 보고되었다. 또한 종자전염에는 깍지가 감염발병하고 탈곡시에 잎이나 깍지의 병반조직의 미세한 가루가 종자표면에 부착하거나 상처를 통하여 보균상태로 되는 경우가 많다(後藤, 1980). 따라서 본 시험에서 분리된 콩나물 부패 세균은 콩나물 재배중에 콩나물을 부패시킬 것으로 예상되나 앞으로 이 세균들의 콩 감염과정과 생존기간 등에 연구가 필요하다고 생각된다.

Table 8. Comparison of characteristics of soybean sprout rotting bacteria isolated from soybean leaves with *X. campestris* pv. *glycines*

Character	CNSB 98005	*X. campestris* pv. *glycines*[a]
Mucoid growth	+[b]	+
Milk proteolysis	+	+
Hydrolysis of		
Starch	+	+
Gelatin	+	+
Growth at 36℃	+	+
Nitrate reduction	-	-
Indole production	-	-
Catalase	+	+
Hydrolysis of Tween 80	-	+
Acid production from		
Arabinose	+	+
Glucose	+	+
Mannose	+	+
Galactose	+	+
D-cellobiose	-	v
Lactose	+	-
Maltose	-	+
D-melibiose	+	v
Mannitol	+	v
Salicin	-	-

[a]Data from Anong Jainkittivong etc.(1989).
[b]+: positive reaction, -: negative reaction, v: variable.

적 요

1. 콩잎의 세균밀도는 4.60×10^2～9.10×10^5CFU/cm^{2}으로, 생육단계가 진전됨에 따라 세균밀도가 증가하는 경향이었다.
2. 콩나물 부패세균의 밀도는 콩잎에서 0～5.00×10^3CFU/cm^{2}으로, 부패세균의 밀도는 생육단계에 관련이 없었으나 재배지역과는 관련이 있었다.
3. 나물 콩 품종과 콩나물 부패세균의 밀도는 품종과 관련이 적었으며 생육단계와 작물의 부위에 따라 변이가 심하였다.

4. 콩잎에서 분리된 콩나물 부패세균은 *Erwinia cypripedii*, *E. carotovora* subsp. *carotovora*, *Xanthomonas campestris* pv. *glycines*, *Staphylococcus* sp., *Micrococcus* sp.이며, *E. carotovora* subsp. *carotovora*, *X. campestris* pv. *glycines*가 밀도가 높았다.

인용문헌

青木陸夫, 沼田邦雄. 1986. もやし製造技術に關する研究. 東京農業試驗場研究報告 19 : 103-109.

Cowan, S. T. and K. J. Steel. 1974. Manual for the identification of medical bacteria, 2nd ed., Cambridge University Press, London.

Dickey, R. S. and A. Kelman. 1988. Genus Erwinia, In: *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic bacteria*. Ed. N. W. Schaad, pp.44-58, Bacterial. Commit Amer. Phytopath. soc., St. Paul. Minnesota.

Fett, W. F. 1979. Survival of *Pseudomonas glycinea* and *Xanthomonas phaseoli* var. *sojensis* in leaf debris and soybean seed in Brazil. Plant Dis. Reptr. 63:79-83.

Jainkittivong. A., K. Tsuchiya, N. Matsuyama. 1989. Difference of *Xanthomonas campestris* strains isolated from soybean, cowpea and mung bean in pathogenicity and bacteriological properties. J. Fac. Agr., Kyushu Univ., 33 : 305-314.

김박영, 원풍경, 이달수, 김오한, 송 철, 1980. 콩나물 중의 수은 함량에 대한 조사연 구, 국립보건연구원보 17 : 523-527.

권옥현, 전형일, 1982. 콩나물중의 총수은 함량에 대한 조사. 서울특별시 종합기술연 구소보 18 :9-32.

後藤正夫. 1980. 新植物細菌病學. ソフトサイエンス社

宮尾茂雄, 沼田邦雄, 佐藤區. 1987. 調味大豆もやし加工品の變敗および防止對策について. 東京農業試驗場研究報告 20 : 45-40

Lelliott, R. A. and R. S. Dickey. 1984. Genus *Erwinis* In : *Bergey's Mannual of Systematic Bacteriology* Vol. 1. Ed. Krieg, N. R. and Holt, T. G. pp.469-476, Williams and Wilkius. Co., Baltimore. London.

明寅植. 1987. 콩나물 腐敗의 原因과 防除. 고려대학교 석사학위 논문.

오병춘. 1989. 鐵分 및 鹽分이 콩나물 生育과 腐敗에 미치는 影響 및 콩나물 腐敗病 菌. 고려대학교 석사학위 논문.

박종철, 송완엽, 김형무. 1997. *E. carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 콩나물 무름 병 발병. 한국식물병리학회지 13: 13-17.

박원목, 편철우, 김정환. 1997. 부생 세균 *Pseudomonas putida* biovar. A에 의한 콩 나물 세균성 부패병 발생 및 관수 산도에 의한 방제. 한국식물병리학회지. Vol 13:304-310.

Schaad, N. W. 1988. Initial identification of common genera In : *Laboratory Guide* for *Identification of* Plant *Pathogenic bacteria*. Ed. N. W. Schadd, pp.1-15, Bacterial, Commit Amer. Phytopath. Soc., St. Paul, Minnesota.

(접수일:1999.4.5)

(수리일:1999.5.31)