

## 환경요인이 콩나물 무름병 발생에 미치는 영향

박종철 · 김경호 · 송완엽\* · 김형무\*  
호남농업시험장, \*전북대학교 농생물학과

### Effects of Environmental Conditions on Incidence of Bacterial Soft Rot in Soybean Sprout

Park, Jong-Cheol · Kim, Kyong-Ho · Song, wan-Yeop\* · Kim, Hyung-Moo\*  
National Honam agricultural Experiment Station, IKSsan 570-080, Korea  
\*Department of Aricultural Biology, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea.

#### Abstract

Incidence of soybean sprout rot by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* was examined under several artificial conditions. Under higher temperatures over 30 °C, disease incidence was increased and the rate of soft rot incidence was 22% at 35°C. Artificial injuries of inner cotyledon and seed coat induced the disease above 70% and inhibited the soybean sprout growth. Relative humidity above 90% increased the soft rot to 33% and inhibited soybean sprout growth. When the leaked water collected from soybean sprout was reused for irrigation, the disease incidence was increased.

주 제 어 : 콩나물, 무름병, 환경 요인, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*  
Key words : soybean sprout, soft rot, environmental conditions, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*.

#### 서 언

콩나물은 고려시대 이전부터 전해 내려온 우리나라 전통 식품이며<sup>2)</sup>, 비타민의 함유량이 많은 기호성 식품<sup>5)</sup>으로 평가되어 최근 그 소비가 증가하는 추세를 보이고 있다. 이에 따른 소비의 급증으로 인하여 콩나물의 재배가 기업화하는 경향을 보이고 있으며, 이와 함께 콩나물 재배시 부패병의 발생도 심각한 문제로 대두되고 있다<sup>3)</sup>. 콩나물 부패의 원인으로서는 이병된 종자의 사용, 콩 종자의 상처 및 재배시 호흡열에 의한 온도의 증가<sup>6)</sup>, 종자 발

아시 분비되는 유기물, 수질등이 중요한 요인으로 작용한다<sup>8)</sup>. 종자에는 많은 병원체가 다양한 방법으로 종자에 부착 또는 서식하고 있다<sup>7)</sup>. 또한 대부분 병의 발생에는 온도나 수분 등의 환경조건이 감염의 유인으로 작용하게 되며 발병과 병원체의 전파 등에 중요한 요인으로 관여하게 된다.<sup>1)</sup> 특히 콩나물 재배시의 환경조건은 콩나물 부패 발생을 증가시킬 수 있는 요인으로 작용한다. 따라서 본 연구는 콩나물 재배 과정에서 발생하는 콩나물 무름병 발병에 영향을 주는 온도, 습도, 콩 종자의 상처, 관수 배출액 등이 병발생에 미치

는 영향을 조사하여 콩나물 무름병의 방제에 기초자료로 이용하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

본 실험에 사용된 나물콩 종자는 호남농업 시험장에서 재배한 익산나물콩 품종을 이용하였으며 접종 균주로는 콩나물의 부패된 병징에서 분리된 세균종 병원성이 가장 강하게 인정된 균주를 Schaad와 Bergey's manual의 방법에 준해 형태적 특징과 생리적 특성을 조사하였다. Biolog program(Biolog Inc., USA)을 이용한 결과로 동정된 *Eruwinia carotovora* subsp. *carotovora*<sup>10)</sup>를 이용하여 온도, 상처, 습도, 관수배출액 등이 콩나물 무름병 발생과 생육에 미치는 영향을 조사하였다. 모든 실험 처리에서 콩나물 재배는 관행 재배 방법에 준하여 외견상 건전한 종자를 70% 알콜에 20초 동안 표면 소독한 후 멸균 증류수로 3회 수세한 후, *E. carotovora* subsp. *carotovora*가  $10^7$ ~ $10^8$ cfu/ml로 조절된 병원균 현탁액에 각 처리별로 6시간 침지 접종하여  $5 \times 8$ cm의 컵에 파종한 후 6일간 콩나물 재배에 이용하였다. 온도별 발병 실험을 제외하고는 25°C의 항온기에서 1일 4회 관수하였으며, 생육은 처리별로 10주를 뽑아 하배축과 뿌리의 전체 길이를 조사하였다. 온도별 발병 실험 조건은 종자 발아 가능 최저 온도인 15°C에서부터 5°C 간격으로 35°C까지 구분하여 온도가 콩나물 무름병 발생과 생육에 미치는 영향을 조사하였다. 종자 상처 처리 실험은 곤충핀을 이용하여 자엽 부위에 약 1mm 깊이로 2곳의 표피 안쪽까지 상처를 낸 처리와 면도날을 이용하여 약 5mm 길이로 종피에만 상처를 낸 것과 대조로 무상처 건전 종자를 이용하였다. 습도별 발병 실험은 재배용 컵( $5 \times 8$ cm)을 플라스틱 용기( $18 \times 25$ cm)에 넣고 뚜껑을 덮지 않은 개방처리(습도 50%), 뚜껑을 막은 밀폐처리(습도 90%), 신문용지 1겹으로 덮은처리(습도 60%), 신문용지 5겹으로 덮은처리(습도 70%)를 하여 실험에 이용하였다. 관수한 배출액의

재사용이 무름병 발생에 미치는 영향을 조사하기 위해 콩나물을 1일, 3일, 6일 동안 재배하면서 누출된 관수 배출액을 각각 수집하여 냉장 보관한 후 관수액으로 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 온도

온도가 콩나물 무름병 발생에 미치는 영향을 조사한 결과 온도가 높아질수록 무름병 발생율이 증가하는 결과를 나타내었다. 온도별로 볼 때 35°C에서 22.2%로 가장 높은 무름병 발병율을 나타내었으며 15°C에서는 무름병 발생이 가장 낮은 11%를 나타냈고 35°C에서는 다른 온도 처리에 비해 7~11% 정도 높게 나타났다고(표 1). 재배일수별 발병율을 보면 재배일수가 길어질수록 무름병 발생율이 증가하는 경향이었으며 특히 2일에서 4일 사이에 급격히 증가하였고 재배 5일에서 6일경 재배 후기에는 더 이상의 증가를 보이지는 않았다. 이 결과는 재배 온도가 높아질수록 발병율이 증가한다는 서등<sup>11)</sup>의 보고와 같았으며 환경조건에 따라 종자 전염성 병해의 발생이 차이가 있다는 보고와도 일치하는 점을 보여 주었다. 온도가 재배 기간중 콩나물 생장에 미치는 영향은 6일후 병원균 접종 처리에서 무처리에 비해 신장이 억제되는 현상을 보였다. 특히 15°C, 30°C, 35°C에서 보다 20°C와 25°C에서 생장억제가 심하여 각각 약 2.1cm, 3.4cm 정도 뿌리의 신장이 억제되었다(표 2).

### 2. 상처

곤충핀과 면도날을 이용한 자엽부위와 종피 외부만의 인위적인 상처에 의한 종자의 발아율과 무름병 발생율을 조사한 결과 자엽 부위와 종피 외부 상처 접종 처리에서 무상처 접종 처리에 비해 높은 병 발생율을 나타내었다. 재배일수별 발병 양상에서는 온도 처리 실험과 같은 경향인 재배 2일~4일 사이에 급격히 증가하는 결과를 나타내었다(표 3). 그

Table 1. Effect of temperatures on the soft rot disease incidence by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* in soybean sprout.

Temperatures (°C)	Disease incidence(%)				
	Day after seeding				
	2	3	4	5	6
15	-(-) <sup>y</sup>	10.4(3.3)	16.7(6.7)	17.0(6.7)	17.7(6.7) <sup>b</sup> <sup>x</sup>
20	-(-)	15.1(3.1)	20.1(6.7)	20.8(7.0)	22.6(7.0) <sup>ab</sup>
25	-(-)	17.6(4.6)	23.4(8.9)	23.7(10.0)	25.5(10.0) <sup>ab</sup>
30	-(-)	17.8(8.2)	25.5(10.3)	25.5(11.1)	26.5(11.1) <sup>ab</sup>
35	-(-)	30.4(12.4)	34.4(13.2)	35.2(15.0)	37.2(15.0) <sup>a</sup>

<sup>x</sup>Soft rot percentage inoculated soybean sprout, and <sup>y</sup>in control.

<sup>x</sup>In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

\*soybean seeds were soaked in strilized distilled water during 6hrs., then was cultivated with 4 times irrigation a day.

Table 2. Effect of temperatures on growth of whole length between inoculated and uninoculated soybean sprout(cm).

Temperatures (°C)	Days after seeding				
	2	3	4	5	6
15	0.4 <sup>y</sup> (0.5) <sup>y</sup>	0.8(0.8)	1.0(1.3)	1.5(1.8)	1.6(2.4) <sup>b</sup> <sup>x</sup>
20	0.7(1.3)	2.1(2.5)	2.8(3.7)	3.7(5.8)	4.8(6.9) <sup>a</sup>
25	1.2(1.4)	2.7(3.3)	3.2(4.5)	4.4(6.4)	5.4(8.8) <sup>a</sup>
30	1.3(1.8)	3.0(3.5)	4.4(4.7)	5.2(5.6)	5.5(6.8) <sup>a</sup>
35	1.4(1.5)	3.4(3.5)	4.1(4.7)	4.6(5.4)	5.0(6.1) <sup>a</sup>

<sup>x</sup>Whole length inoculated soybean sprout, and <sup>y</sup>in control.

<sup>x</sup>In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

\*soybean seeds were soaked in strilized distilled water during 6hrs.,then was cultivated with 4 times irrigation a day.

리고 자엽부위와 종피 외부의 상처 모두 70% 이상의 발병율을 보였는데 이 결과는 세균의 침입과 감염이 상처에 크게 의존한다는 사실과도 일치하였다<sup>3)</sup>. 표피 안쪽의 상처가 발아 초기부터 발병율의 증가를 가져오는 것으로 보아 병원체의 감염과 증식이 주로 종자 내부에서 이루어지는 것으로 생각된다. 또한 콩나물의 신장에 미치는 영향은 무상처, 종피 외

부상처 접종, 자엽부위 상처 접종 순으로 생육이 좋았으며 병원균 접종시 무처리에 비해 약 1.7cm~2.9cm 콩나물 생장이 억제되는 결과를 나타내었다 (표 4).

### 3. 습도

각각 약 50%, 60%, 70%, 90%로 습도를

박·김·송·김 : 환경요인이 콩나물 무름병 발생에 미치는 영향

Table 3. Effect of artificial injury on the soft rot disease incidence by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*.

Injury	Disease incidence(%)				
	Days after seeding				
	2	3	4	5	6
Inner cotyledon	-(-) <sup>y</sup>	77.6(13.8)	94.4(17.2)	94.4(18.7)	94.4(18.7)a <sup>w</sup>
Seed coat	-(-)	62.1(10.7)	84.3(15.6)	90.6(20.0)	94.4(20.0)a
Health <sup>x</sup>	-(-)	16.8(2.0)	18.9(3.3)	21.2(5.5)	21.2(5.5)b

<sup>x</sup>Soft rot percentage in inoculated soybean sprout with artificial injury, and <sup>w</sup>in controlb). <sup>x</sup> Health seed inoculated treatment.

<sup>w</sup>In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

\*soybean seeds were soaked in strilized distilled water during 6hrs.,then was cultivated with 4 times irrigation a day.

Table 4. Effect of artificial injury on growth of whole length between inoculated and uninoculated soybean sprout(cm).

Injury	Days after seeding				
	2	3	4	5	6
Inner cotyledon	0.3	0.6	0.9	1.4	1.8c <sup>x</sup>
Seed coat	0.4	1.3	2.0	2.3	2.5c
Health <sup>y</sup>	1.0	1.9	2.6	3.8	4.9b
Control <sup>y</sup>	1.5	2.6	3.4	5.1	6.6a

<sup>y</sup>Inoculation on uninjury seed. <sup>x</sup>Uninjury and uninoculation treatment.

<sup>w</sup>In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

\* soybean seeds were soaked in strilized distilled water during 6hrs., then was cultivated with 4 times irrigation a day.

조절하여 콩나물 재배시 무름병 발생과 콩나물 성장을 조사한 결과 무름병 발생에서 뚜렷한 병징 발현은 3일 후 부터 나타났으며 90% 이상의 습도를 유지하기 위하여 완전 밀폐시킨 처리에서 6일 후 약 26%의 발병율로 가장 높게 나타났다. 한편 약 50%의 개방처리에서는 13.3%, 60%, 70%에서는 약 20% 정도의 발병율을 보였다(표 5). 그러나 습도의 차이도 무름병 발생에 상당한 차이를 가져 왔는데 이는 대부분 높은 습도가 병 발생에 중요한

환경요인으로 작용한다는<sup>1)</sup> 것과 같은 결과를 나타내었다. 한편 콩나물의 근장은 재배 6일 후에 병원균 무접종 처리에 비해 접종시 50%에서 약 4cm, 90%에서 약 1.6cm, 60%와 70%에서는 약 2.6cm의 근장 신장이 억제되는 결과를 나타내었다(표 6).

#### 4. 관수 배출액

1일, 3일, 6일 동안 콩나물을 재배 하면서

Table 5. Effect of humidity on the soft rot disease incidence by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*.

Humidity (%)	Disease incidence(%)				
	Days after seeding				
	2	3	4	5	6
50	- <sup>z</sup> (-) <sup>y</sup>	16.3(3.3)	25.5(7.9)	30.5(10.3)	30.5(10.3) <sup>b</sup> <sup>x</sup>
60	-(-)	17.8(3.1)	30.5(8.3)	40.0(17.8)	40.0(17.8) <sup>a</sup>
70	-(-)	17.8(4.6)	29.8(9.8)	41.2(18.2)	41.2(18.2) <sup>a</sup>
90	-(-)	25.6(5.7)	44.0(11.0)	49.3(24.0)	50.8(24.8) <sup>a</sup>

<sup>z</sup>Soft rot percentage in inoculated soybean sprout, and <sup>y</sup>uninoculated treatment.

<sup>x</sup>In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

\*soybean seeds were soaked in strilized distilled water during 6hrs.,then was cultivated with 4 times irrigation a day.

Table 6. Effect of humidity on growth of whole length between inoculated and uninoculated soybean sprout.

Humidity (%)	Days after seeding				
	(unit:cm)				
	2	3	4	5	6
90	2.5 <sup>z</sup> (2.9) <sup>y</sup>	3.4(3.4)	4.1(5.0)	5.4(6.7)	6.6(8.2) <sup>b</sup> <sup>c</sup>
70	2.3(3.2)	3.2(3.8)	3.6(4.5)	4.4(6.2)	5.1(7.7) <sup>b</sup>
60	2.2(3.1)	2.8(3.6)	3.2(4.1)	3.8(5.6)	4.3(6.9) <sup>ab</sup>
50	1.5(2.3)	2.7(3.3)	3.2(4.2)	3.8(5.7)	4.1(7.0) <sup>b</sup>

<sup>z</sup>Whole length, hypocotyl and root length, in inoculated soybean sprout, <sup>c</sup>uninoculated treatment.

<sup>x</sup>In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

\*soybean seeds were soaked in strilized distilled water during 6hrs.,then was cultivated with 4 times irrigation a day.

관수 배출된 물을 수집하여 관수액으로 재 사용시 무름병 발생 및 콩나물 성장에 미치는 영향은 6일 재배 관수배출액을 이용하였을 때 재배 6일후 약 33%의 가장 높은 무름병 발생을 나타내었으며 재배 일수가 증가할수록 무름병 발생이 높아졌으나 재배 5-6일 경에서는 더 이상의 증가를 보이지 않았다(표 7). 관수 배출액의 무름병 발생 양상 결과는 재배

6일간 배출된 관수액 중에는 여러 가지 유해 함유물의 농도가 1일 및 3일째 관수 배출액의 것보다 높아 병원체의 증식과 전반을 조장한 것으로 생각된다. 이러한 결과는 콩나물 재배 시 수질이 부패와 밀접한 관련이 있다는 보고와도 일치하였다<sup>8)</sup>. 콩나물 성장을 비교한 결과는 접종구와 대조구의 콩나물 근장이 차이를 보이지 않았는 데(표 8) 이는 본실험에서

박·김·송·김 : 환경요인이 콩나물 무름병 발생에 미치는 영향

Table 7. Effect of irrigated water on the soft rot disease incidence by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*.

Irrigation water (days)	Disease incidence(%)				
	Days after seeding				
	2	3	4	5	6
1 <sup>a</sup>	—	16.7	20.0	26.0	26.0b <sup>a</sup>
3	—	20.0	25.6	27.6	27.6b
6	—	33.3	40.6	45.5	45.5a
Control <sup>b</sup>	—	10.0	12.2	12.2	12.2c

<sup>a</sup>Irrigation water collected during soybean sprout cultivation after 1,3,6days respectively.

<sup>b</sup>Distilled water used for soybean sprout cultivation.

<sup>c</sup>In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

\*soybean seeds were soaked in strilized distilled water during 6hrs. before cultivation.

Table 8. Effect of irrigation water on growth of root length between inoculated and uninoculated soybean sprout.

Irrigation water (days)	Days after seeding				
	(unit:cm)				
	2	3	4	5	6
1 <sup>a</sup>	1.5	2.1	2.5	4.1	5.5a <sup>a</sup>
3	1.4	2.6	3.4	4.9	6.1a
6	1.2	2.3	3.2	4.8	6.1a
control <sup>b</sup>	1.7	2.3	3.2	4.7	5.9a

<sup>a</sup>Irrigation water collected during soybean sprout cultivation after 1,3,6days respectively.

<sup>b</sup>Distilled water used for soybean sprout cultivation.

<sup>c</sup>In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

\*soybean seeds were soaked in strilized distilled water during 6hrs. before cultivation.

는 배출 관수액의 이용량이 적고 관수 기간이 길지 않았던 이유로 보이며 콩나물 재배시 배출된 관수액의 재이용은 콩나물의 무름병 발생과 콩나물 생장에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

적 요

*Erwinia carotovora* subsp *carotovora*에 의한

콩나물 무름병 발생을 인위적인 조건하에서 조사하였다. 콩나물의 재배 온도가 콩나물 무름병 발생과 생장에 미치는 영향은 30℃ 이상의 고온에서 무름병 발생율이 높아졌으며 35℃에서는 약 22%의 발병율을 나타내었다. 종피와 자엽 부위에 인위적인 상처를 낸 경우 70%이상의 발병율을 보였으며 콩나물의 신장을 억제하였다. 습도는 90%이상 유지시 33%의 발병율을 보였으며 콩나물의 성장을 억제시켰다. 콩나물 재배 배출액을 관수액으로 재

이용하였을 때 무름병의 발병율이 증가하였다.

## 인용문헌

1. Agrios Gorge N. 1988. Plant Pathology. pp. 240-247. Academic press Inc. San Diago, California.
2. 장지현. 1992. 우리나라 콩나물 문화. 한국콩연구회 발표 논문 초록집 : 50-54.
3. Gail L. Schmann. 1991. Plant diseases; Their biology and social impact. pp. 76-80. The American Phytopathological Soc. St. Paul, Minnesota, USA.
4. 강창식. 1990. 종자 전염성 병해의 중요성과 방제법. 농진청 심포지엄 6 : 36-51.
5. 이홍석 박사 회갑기념 책 발간 추진 위원회. 1992. 콩-유전 육종 및 재배 생리. pp. 21-26.
6. 명인식. 1987. 콩나물 부패의 원인과 방제. 고려대학교 석사 학위 논문 37pp.
7. Neergard Paul. 1977. Seed pathology. pp. 1187. The Macmillan Press. London.
8. 오병준. 1989. 철분 및 염분이 콩나물 생육과 부패에 미치는 영향 및 콩나물 부패 병균. 고려대 석사 학위 논문.
9. 박원목, 명인식, 이용세. 1986. 콩나물 무름병의 생물학적 방제. 한국콩연구회지 3 (2) : 4-9.
10. 박종철, 송완엽, 김형무. 1997. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 콩나물 무름병 발생. 한국식물병리학회지 13 (1) : 13-17.
11. 서석기, 김학신, 조상균, 오영진, 김수동, 장영선. 1995. 재배 조건에 따른 나물콩 품종별 콩나물 생육 특성. 한국콩연구회지 12(1) : 75-84.