

## 콩나물의 품질에 미치는 오존처리 효과

### 2. 콩의 수침중 오존처리의 최적화

김일두† · 박미자 · 조재욱 · 서성수 · 김미경 · 이주백\* · 이상갑\*\* · 김순동  
대구효성가톨릭대학교 식품공학과, \*(주)협성농산, \*\*대구시보건환경연구원

## Effect of Ozone Treatment on the Quality of Soybean Sprouts

### 2. Optimum Conditions of Ozone Treatment during Soaking of Soybean for Quality Enhancement of Soybean Sprouts

Il-Doo Kim · Mee-Ja Park · Jae-Wook Cho · Sung-Soo Soe · Mee-Kyung Kim · Joo-Back  
Lee\* · Sang-Kap Lee · Soon-Dong Kim

*Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu-Hyosung  
\*Hyupsung Nongsan(Co.), \*\*Health and Environmental Research Institute, Taegu City*

#### Abstract

For the purpose of enhancing soybean-sprouts quality, the optimum conditions for ozone treatment of soybean during soaking before cultivation at 18~20°C were evaluated with ozone concentration, treatment time and treatment frequency by response surface methodology. Germination rates of cleaned soybean by ozone water in the conditions of solubilized-ozone concentrations of 0.15 to 0.35ppm, ozone-treatment frequency of 1.5 to 2.3 times and ozone-treatment time of 30 to 36min. increased 18.8 to 24.0% for the control products. And, length of hypocotyl in conditions of 0.12 to 0.33 ppm, 1.7 to 2.7 times and 45 to 90min. were also increased by 69.36 to 79.40%. On the other hand, weight of roots with ozone treatment were decreased in the conditions of solubilized ozone concentrations of 0.1 to 0.2ppm and ozone-treatment time of 30 to 57min. But, ozone-treatment frequency did not affect root growth. Putrefaction rates of the control were 5 to 15%, but those of ozone-treated samples during cultivation did not show. The overall optimum conditions for above 16% germination rates, above 9% hypocotyl yields compared to the control samples and below 98% of the control root weight were solubilized-ozone concentrations of 0.25 to 0.30 ppm, ozone-treatment time of 43 to 49min. and ozone-treatment frequency of one time.

**Key words** : soybean sprouts, ozone water, response surface methodology

## 서 론

콩나물은 콩을 발아시킨 채소의 일종인 두채(豆菜)로서 특히 채소류가 부족한 겨울철에 널리 이용되어 왔으며, 콩에서 보이지 않는 비타민 C가 존재할 뿐만 아니라 저장 단백질은 재배중 흡수되기 쉬운 아미노산

형태로 분해되며, 당질은 식이성 섬유화하는 등 각종 영양성분이 풍부하게 함유되어 있다(1). 또 콩나물에는 asparagine과 aspartic acid 등 숙취해소와 관련이 있는 성분들이 함유되어 있어 특히 술을 즐겨 애용하는 우리민족의 전통적인 건강식품으로 이용되고 있다(2).

콩나물은 고온다습한 환경에서 재배되기 때문에 미생물이 오염되기 쉬운 특성을 지니고 있어 최근 수요의 증가에 따른 공업적 다량생산으로 부패를 막기 위하여 농약을 살포하는 사례들이 있어 위생적인

Corresponding author : Il-Doo Kim and Soon-Dong Kim, Dept. Food Sci. & Technol., Catholic University of Taegu-Hyosung, 330, Kumrak-1-ri, Kyongsan-si, Kyungbuk 712-702, Korea

문제점들을 야기시키고 있다(3). 콩에는 내열성의 아포균이 106정도로 오염되어 있어 온도조건이 맞게 되면 쉽게 번식하고 이로 인하여 부패하게 된다(4). 따라서 콩나물 재배중의 부패의 주된 원인은 콩에 오염된 미생물이며, 발아율이 낮은 콩이나 변질콩이 존재하면 오염균수가 증가되어 더욱 빠르게 부패된다. 또한 여름철이 되면 재배실의 온도가 30℃이상으로 상승하여 더욱 쉽게 부패된다. 그러므로 콩나물의 재배중 부패를 막기 위해서는 발아율이 높은 콩나물 콩의 사용, 재배실의 온도관리 및 환경의 청결이 무엇보다도 중요하다(5). Naito와 Shiga(6)는 콩나물 재배중 부패를 막음과 동시에 품질향상을 꾀하기 위한 방안으로 수침한 콩에 가스상태 오존과 오존수를 병용처리함으로써 콩나물의 생육을 촉진시키고 동시에 미생물의 오염도가 낮은 청정콩나물을 재배할 수 있다고 하였다.

본 연구에서는 콩의 수침중에 오존수로 세척한 콩을 사용하여 오존수를 주수함으로써 재배중 부패를 막음과 동시에 미생물과 잔류농약의 오염도가 적은 청정콩나물의 단시간 재배가 가능한 전보(7)에 이어서 콩의 수침과정중 오존의 처리시 오존농도, 처리시간 및 처리횟수에 대한 최적 조건을 구하기 위하여 중심합성법에 의한 실험설계 및 반응표면 분석(response surface methodology; RSM)에 의한 통계적 분석을 실시하였다.

재료 및 방법

재료

실험재료로 사용한 콩은 경북청도에서 생산된 준저리(Glycin Max.)를 사용하였다.

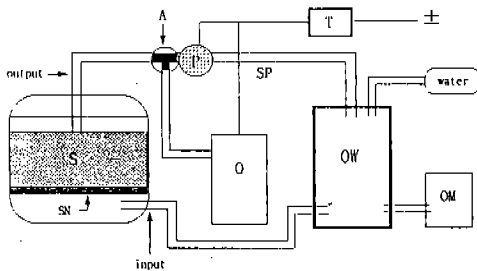


Fig. 1. Washing process of soybean by ozone water.

Abbreviations :

- S ; sample (soybean), SN ; stainless steel net,
- I ; injection hole of gaseous ozone by aspirator style,
- P ; pump, T ; timer, SP ; screw pipe,
- O ; ozone generator, OW ; tank of ozone water,
- OM ; ozone monitor

오존처리와 콩나물 재배

오존처리는 Fig. 1의 세척장치를 이용하여 오존을 처리한 후 원료콩량으로 1kg씩 플라스틱 시루(직경 31cm×높이 29cm)에 담아 주수횟수 1일 9회, 1회 주수량은 시루당 6.5 l로 18~20℃에서 5일간 재배하였다. 오존발생장치는 콩나물 재배용(우성 HI-TECH Co., SP-100)을 사용하였으며, 용존오존농도 측정은 오존모니터(Titsugyo Co., LTD PL-320, Japan)를 사용하였다.

오존처리에 의한 콩나물 재배실험의 설계

예비실험 결과인 X1, X2, X3값(Table 1)을 이용하여 실험하였다. 콩과 수돗물(20℃)의 비율을 1 : 3 (w/v)으로 하여 8시간 동안 수침하면서 오존농도, 처리시간, 처리횟수를 각각의 독립변수로 설정하고 statgraphics 프로그램내의 중심합성 계획법(central composite design)을 이용하여 오존처리 콩나물 재배에 대한 부분실험 계획법(fraction factorial block)을 설정하였다(Table 2).

Table 1. Ozone treatment conditions during soaking of soybean

	CodeA	Levels		
		-1	0	+1
Ozone concentration(ppm), C	X1	0.1	0.3	0.5
Treatment times(min), H	X2	30	60	90
Treatment frequency, F	X3	1	2	3

AX1 = (C-0.3)/0.2 ; X2 = H-60 ; X3 = (F-2)/1

Table 2. Experimental conditions for the central composite design

Exp. No	Experimental factor values					
	RealA			Coded		
	C	H	F	X1	X2	X3
1	0.1	30	1	-1	-1	-1
2	0.5	30	1	1	-1	-1
3	0.1	90	1	-1	1	-1
4	0.5	90	1	1	1	-1
5	0.1	30	3	-1	-1	1
6	0.5	30	3	1	-1	1
7	0.1	90	3	-1	1	1
8	0.5	90	3	1	1	1
9	0.1	60	2	-1	0	0
10	0.5	60	2	1	0	0
11	0.3	30	2	0	-1	0
12	0.3	90	2	0	1	0
13	0.3	60	1	0	0	-1
14	0.3	60	3	0	0	1
15	0.3	60	2	0	0	0
16	0.3	60	2	0	0	0

AC in ppm, H in minutes and F in frequency of ozone treatment.

Table 3. Quality of soybean sprouts by ozone treatments for central composite design

Exp.No	Germination rate(%)	Yield(%)	Hypocotyl weight(g)	Hypocotyl length(cm)	Root weight(g)	(% of control)
						Putrification rate(%)
1	105.7	110.0	118.6	119.4	95.4	0
2	112.8	117.2	126.7	92.6	175.3	0
3	99.1	106.9	113.2	118.0	69.7	0
4	111.2	113.5	119.2	95.4	145.5	0
5	114.9	104.6	118.6	103.4	69.5	0
6	107.5	100.8	93.2	79.0	145.4	0
7	105.3	111.8	125.2	118.5	95.5	0
8	103.3	109.8	104.9	92.1	204.1	0
9	108.7	104.7	116.2	119.2	58.3	0
10	104.9	112.4	113.8	96.7	162.2	0
11	123.4	108.3	117.2	189.0	133.0	0
12	112.1	107.2	107.6	166.2	142.4	0
13	111.0	101.1	98.6	170.1	127.1	0
14	114.0	111.6	118.5	178.0	123.0	0
15	119.5	116.3	129.8	189.4	142.9	0
16	118.0	114.0	114.2	166.4	202.7	0

즉 수중 오존농도는 용존농도로서 0.1, 0.3 및 0.5ppm, 처리시간은 30, 60 및 90분, 처리횟수는 1, 2, 3회로 하였다. Central composite design은 윤(8)의 방법에 준하여 설계하였다.

#### 콩나물의 품질분석

콩나물의 품질분석을 위하여 수율, 배축의 중량과 평균길이, 뿌리의 중량, 발아율 및 부패율을 측정하였다. 수율의 측정은 원료콩 1kg으로 5일간 재배한 후 콩나물의 총중량으로 하였으며, 배축의 중량과 평균길이 및 뿌리의 중량을 측정하기 위하여는 콩나물 시루당 콩나물 450-500개체를 무작위로 취하여 자엽과 배축 및 뿌리부로 나눈 다음 중량과 평균길이를 측정하였다. 발아율은 원료콩 1kg에 대한 평균 갯수를 미리 산출한 후 5일간 재배하였을 때 얻어진 전체 콩 갯수에 대하여 미발아된 콩의 갯수를 제한 콩나물 수의 백분율로 나타내었다. 또, 부패율의 측정은 5반복 실험구에 대한 부패구의 백분율로 나타내었는데 5명의 관능요원에 의하여 부패취가 있다고 인정된 것을 부패로 판정하였다. 부패율을 제외한 모든 실험 데이터는 무처리(오존 처리없이 수돗물에 8시간 수침한 것)에 대한 %로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 1. 콩의 수침중 오존처리가 콩나물의 성장에 미치는 영향

#### 발아율 수율

콩의 발아력은 콩의 생명력으로 생체내 호르몬대사를 비롯한 각종 대사의 활성화와 밀접한 관련이

있는 것으로 알려져 있다(9). 그러므로 저장조건이 불량하거나 오래된 콩에서 발아력이 떨어지게 된다. 또한 발아시에는 수분의 공급이 필수적이므로 수침공정이 요구된다. 콩은 수침중에도 호흡과 대사작용을 계속하고 있으며 이러한 대사작용은 온도나 공기조성 등 주변 환경조건에 따라서 달라질 수 있다(10). 콩의 수침중 오존처리가 콩의 발아력에 미치는 영향을 조사한 결과 오존처리구(오존농도 0.1~0.3ppm, 처리시간 30~90분, 처리횟수 1~3회)가 대조구에 비하여 전반적으로 높은 발아력을 나타내었다(Table 3). 발아율의 증진은 콩나물의 수율과 밀접한 관계가 있을 뿐만 아니라 재배시 부패를 줄일 수 있는 하나의 요인이 될 수 있는데 발아가 지연되거나 미발아 콩이 공존할 경우는 미생물이 쉽게 번식하여 콩나물의 생육에 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 콩의 수침중 오존처리가 콩나물의 수율에 미치는 영향은 조사한 결과 역시 무처리에 비하여 1~17%가 높았다. 이러한 결과는 발아율의 증진에도 그 원인이 있겠으나 오존처리에 의하여 성장이 촉진되기 때문이라 판단된다.

#### 배축과 뿌리의 성장

콩의 수침중 오존처리가 콩나물 배축의 무게와 길이 및 뿌리의 성장에 미치는 영향을 조사한 결과(Table 3) 배축의 중량은 No. 6과 13 실험구를 제외하고는 대조구에 비하여 4.9~29.8% 범위의 높은값을 나타내었으며 배축의 평균길이는 No. 2, 4, 6, 8 및 10을 제외하고는 대조구에 비하여 3.4~89.4%가 길었다. 한편 뿌리의 무게는 No. 1, 3, 5, 7, 9 실험구는 대조구의 58.3~95.5%로 적었으나 나머지 실험구에서는 대조구보다 높은값을 나타내었으며 특히, 오존농도와 처리시간에 따른 영향을 받는 것으로 나타났다.

Table 4. Taylor second equations calculated by response surface method program

Response	Taylor second equation	R2	Significance
Germination rate (% of control)	$y=89.38+155.81X_1-0.09X_2-8.63X_3-553.58X_1^2 + 0.22X_2^2X_1+0.002X_2^2-17.88X_3^2X_1-0.023X_3^2-2.97X_3^2$	0.9193	0.0114
Hypocotyl weight (% of control)	$y=104.66+77.67X_1-0.35X_2-20.58X_3-260.78X_1^2 + 0.38X_2^2X_1+0.002X_2^2-5.06X_3^2X_1-0.02X_3^2-5.48X_3^2$	0.8829	0.0313
Hypocotyl length (% of control)	$y=33.61+996.61X_1-0.09X_2-9.00X_3-1764.27X_1^2 + 0.05X_2^2X_1+0.001X_2^2-0.88X_3^2X_1-0.11X_3^2-4.47X_3^2$	0.9671	0.0009
Root weight (% of control)	$y=100.29+482.45X_1-1.93X_2-8.63X_3-553.58X_1^2 + 0.60X_2^2X_1+0.005X_2^2-18.00X_3^2X_1-0.58X_3^2-7.34X_3^2$	0.8381	0.0727

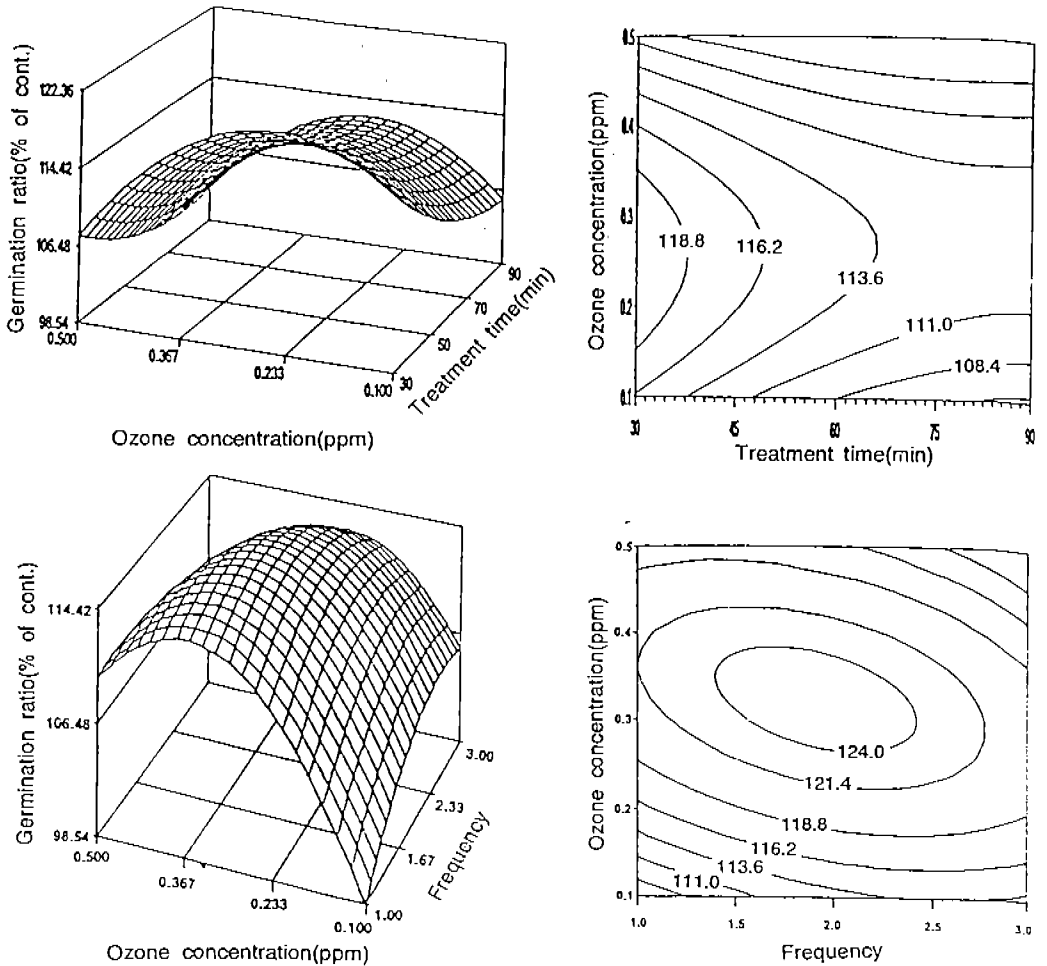


Fig. 2. Contour lines of response surface of germination rate for ozone concentration, treatment time and treatment frequency during soaking of soybean. Number of contour lines indicate germination rate(% of control).

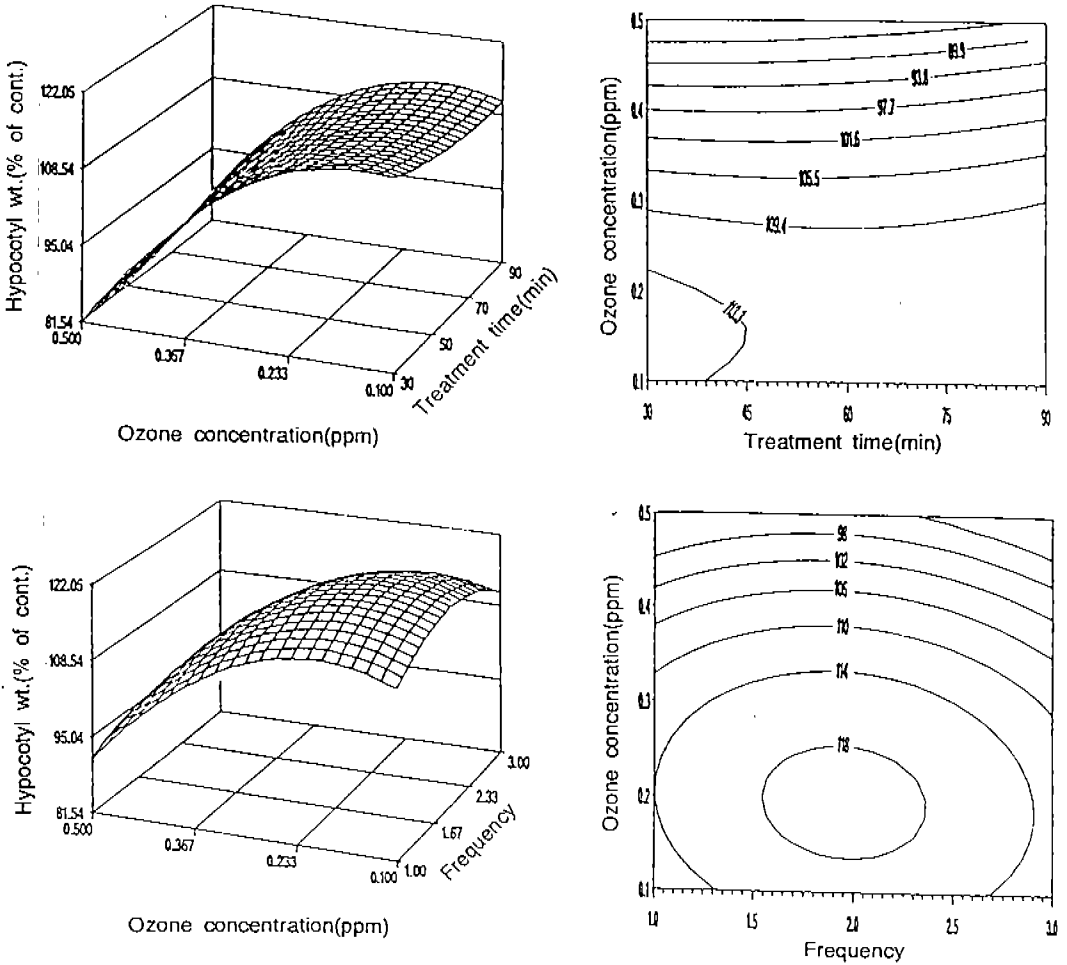


Fig. 3. Contour lines of response surface of root weight for ozone concentration, treatment time and treatment frequency during soaking of soybean. Number of contour lines indicate root weight(% of control).

Naito와 Shiga(6)은 콩나물 재배시에 가스상의 오존과 오존수를 병행처리한 결과 무처리에 비하여 배축의 길이가 크게 신장되었다고 하였으며, 이러한 현상은 오존을 처리함으로써 peroxidase 및 superoxide dismutase의 활성이 증가하여 체내 독성물질의 제거 메카니즘이 가동되는 때문이라 설명하였다. 콩나물 재배시 배축의 수율과 뿌리의 성장정도는 콩나물의 품질을 평가하는데 중요한 지표가 되며, 콩나물은 채소의 하나로서 이용되고 있음을 고려할 때 자엽부의 영양이 배축부위로 가급적 많이 옮겨지는 것이 좋으며 아울러 배축부의 수율을 증대시키는 것이 필요하다. 그러므로 수침중의 오존처리된 콩에 오염된 미생

물의 수를 감소시켜 재배중에 부패되는 현상을 감소시킬 뿐만 아니라 배축을 신장시키고 수율을 증대시킬 수 있는 좋은 방법이 될 수 있을 것으로 생각된다.

**부패율**

콩나물 재배중에 부패되는 원인은 콩에 오염되어 있는 미생물에 기인한다. 콩에 오염된 미생물로는 *Fusarium sp*와 *Pseudomonas sp* 및 *Bacillus sp*등이 알려져 있으며(11), 이들 미생물은 콩나물 재배중에 공급되는 수분과 콩으로부터 용출되는 충분한 영양으로 쉽게 번식하며 25℃이상의 온도가 되면 기하급수적으로 특히 미발아 콩을 중심으로 번식하게 된다.

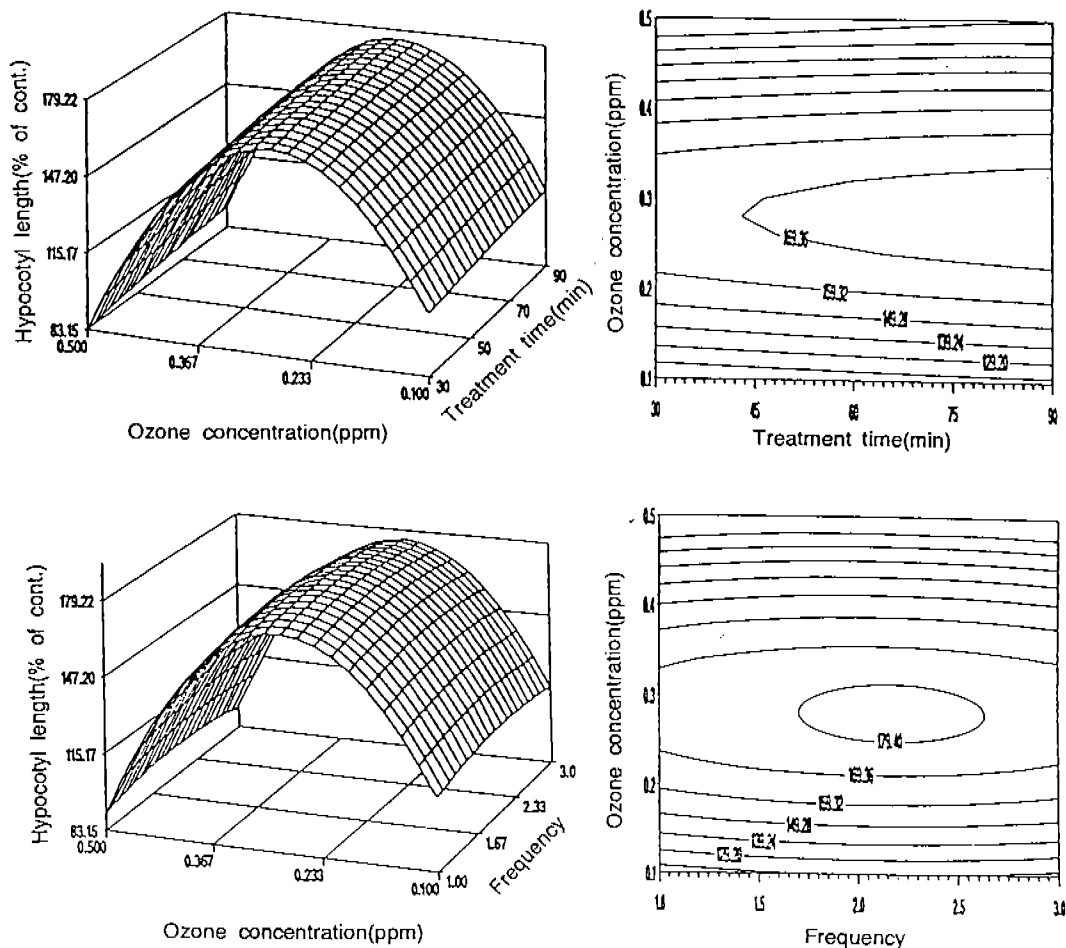


Fig. 4. Contour lines of response surface of hypocotyl length for ozone concentration, treatment time and treatment frequency during soaking of soybean.

Number of contour lines indicate hypocotyl length(% of control).

또 이때 생성된 열로 인하여 부패는 더욱 빠르게 진행된다. 온도가 높은 여름철에는 재배실의 온도가 20-30℃ 정도가 되어 농약을 사용하지 않고서는 부패를 막기 어려운 상태에까지 이르게 된다. 따라서 부패를 막기 위한 가장 기본적인 방안은 콩에 오염된 미생물의 수를 줄이는 것과 재배실의 적정온도를 유지하는 것이다. 미생물의 수를 줄이는 문제는 적당한 방법이 개발되어 있지 못한 상황이며 온도관리도 콩나물 재배업자들의 영세성으로 인하여 시설 투자가 미흡한 실정이다. 콩나물 재배실의 적정온도는 18-20℃로 알려져 있으며, 재배실의 온도를 15℃이하로 하면 콩나물의 재배기간이 길어지며 25℃으로 하면

도장하기 쉬운 뿐만 아니라 미생물의 번식으로 부패가 촉진되기 쉽다. 그러므로 종합적인 부패 방지책은 기본적으로 온도관리를 철저히 하면서, 발아율을 증진시켜 오염미생물의 번식에 의한 부패 유발 이전에 성장을 유도하는 것과 오염미생물수를 근원적으로 줄이는 방법의 3자를 병행처리 하는 것이다. 오존은 물 속에 오염된 미생물을 사멸시킴으로서 콩나물 재배시에 미생물의 번식을 줄이는데 효과가 있으며 또한, 물과 반응하여 살균력이 높은 OH-을 생성함으로써 콩에 오염된 미생물의 수를 줄일 수 있다. 본 실험에서는 18~20℃에서 콩나물을 재배한 결과 오존을 처리하지 않은 실험구에서는 15.6%의 시루에서

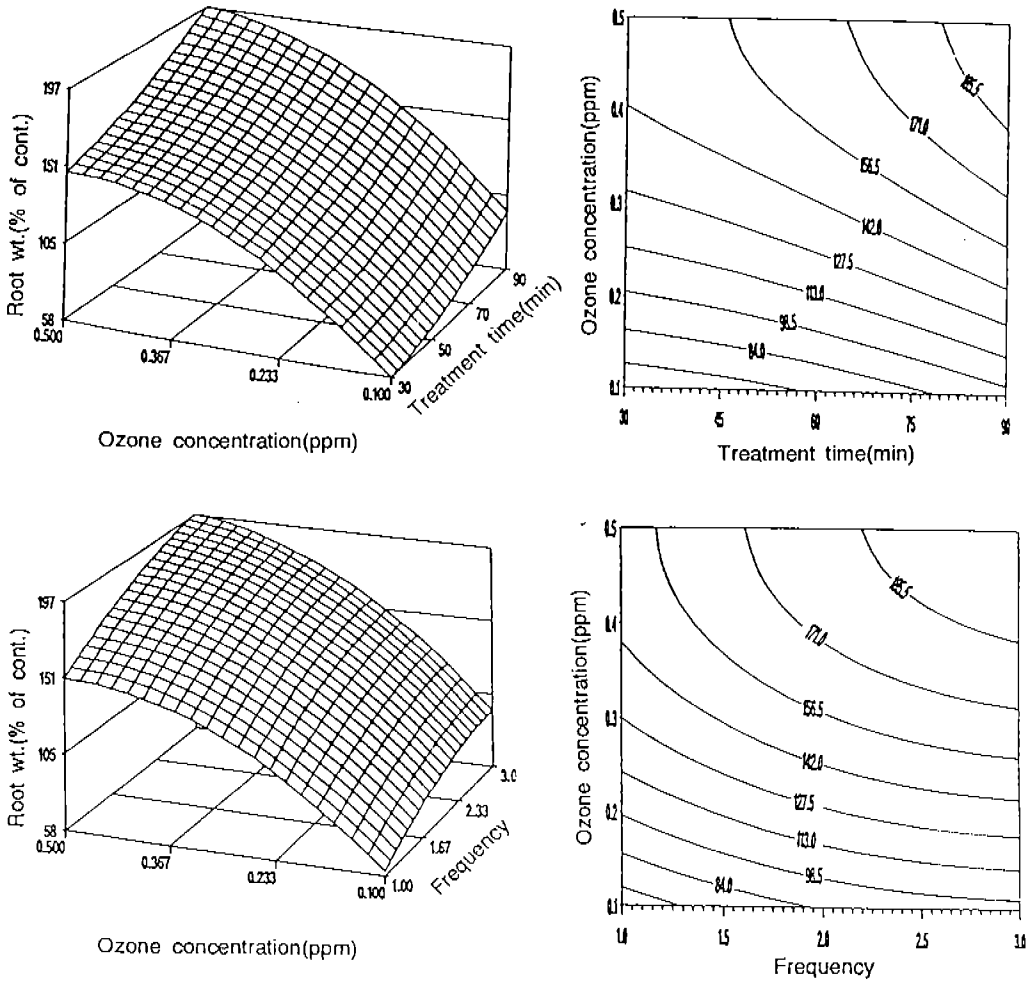


Fig. 5. Contour lines of response surface of root weight for ozone concentration, treatment time and treatment frequency during soaking of soybean. Number of contour lines indicate root weight(% of control).

부패현상이 나타났으나 콩의 수침시 오존을 처리한 후 재배한 콩나물에서는 Table 3에서 보는 바와 같이 부패현상이 일어나지 않았다.

2. 콩나물 생장에 대한 오존처리의 최적화

상기에 언급한 바와 같이 콩의 수침시 오존의 처리는 발아의 촉진은 물론 배축의 신장과 수율증대 및 재배중에 부패를 억제하는 효과가 인정되었다. 오존처리농도, 처리시간 및 처리횟수를 central surface method에 의하여 설계하여 처리한 후 콩나물을 재배하여 얻어진 결과를 반응표면 분석한 수율과 발아율, 배축의 신장속도 및 뿌리의 중량 등에 대한 최적 오

존처리 조건을 조사한 결과는 Fig. 2~5에서와 같으며, 이들 결과를 종합한 종합적 품질향상을 위한 최적 오존처리 조건은 Fig. 6과 같다. 또, 오존처리가 발아율, 수율, 배축의 중량 및 길이, 뿌리의 중량에 미치는 효과에 대한 관계식은 Table 4에서와 같으며 상관계수가 0.8381~0.9671로 매우 높게 나타났으며 F 검정 결과 5% 수준에서 유의성이 인정되었다.

각각의 결과에서 보면 발아율(Fig 2)에서는 오존농도 0.15~0.35ppm, 처리시간 30~36분, 처리횟수는 1.5~2.3회에서 대조구에 비하여 18.8~24.0%가 증가되었다. 배축의 중량은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 오존농도는 0.10~0.22ppm, 처리시간은 30~44분, 처리횟

수는 1.6~2.3회에서 대조구에 비하여 13.3~18.0%가 증가되었으며, 배측의 길이는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 오존농도 0.12~0.33ppm, 처리시간은 45~90분, 처리횟수는 1.7~2.7회에서 대조구에 비하여 69.36~79.40%가 신장되었다. 한편 뿌리의 중량(Fig. 5)은 오존농도 0.1~0.2ppm, 처리시간 30~90분에서 대조구보다 낮은값을 보였으며 처리횟수는 뚜렷한 영향을 미치지 않았다. 이상의 각각의 결과를 종합하여 발아율을 향상시키며, 배측의 중량과 신장도를 높이는 동시에 뿌리의 중량을 감소시킬 수 있는 최적조건은 Fig. 6의 사선친부분에서 보는바와 같이 처리 오존의 농도는 0.25~0.30ppm, 처리시간은 43~49분에서 대조구보다 뿌리의 발생을 적게하면서 발아율과 배측의 신장율 및 수율을 10~20% 향상시킬 수 있었다. 처리횟수는 큰 영향을 미치지 않아 1회처리가 적당하였다.

Naito와 Shiga(6)은 콩의 수침중에는 오존을 처리하지 않은채 재배중에 0.02~0.20ppm의 가스상 오존과 0.3~0.5ppm의 오존수를 1일 1회 병행처리하면서 7일 동안 재배한 결과 배측의 신장도는 대조구보다 42%가 높았다고 하여 오존처리에 의한 콩나물 품질향상 효과가 있음이 확인되었다.

## 요 약

콩나물 재배시 오존처리에 의한 품질향상과 부패방지를 목적으로 콩의 수침과정중에 오존을 처리한 후 일반 수돗물로 18~20℃에서 재배하였으며 반응 표면분석법에 의하여 처리오존농도, 처리시간 및 처리횟수에 대한 최적화 조건에 구하였다. 발아율은 오존농도 0.15~0.35ppm 범위, 처리시간 30~36분, 처리횟수는 1.5~2.3회에서 무처리보다 18.8~24.0%가 증가되었다. 배측의 중량은 오존농도 0.10~0.13ppm, 처리시간 30~48분, 처리횟수는 1.6~2.3회에서 무처리보다 13.3~18.0% 증가되었으며, 배측의 길이는 오존농도 0.12~0.33ppm, 처리시간 45~90분, 처리횟수는 1.7~2.7회에서 무처리보다 69.36~79.40%가 신장되었다. 한편 뿌리의 중량은 오존농도 0.1~0.2ppm, 처리시간 30~57분에서 무처리보다 낮은값을 보였으며, 처리횟수는 뚜렷한 영향을 미치지 않았다. 부패율은 무처리의 경우는 5~15%였으나, 오존처리구에서는 부패되지 않았다.

이상의 결과, 대조구에 비하여 발아율을 16% 이상 향상시키며, 배측의 중량과 신장도를 각각 9% 및 69% 이상으로 높이는 동시에 뿌리의 생장을 대조구

의 98%이하로 감소시킬 수 있는 최적 조건은 오존농도 0.25~0.30ppm, 처리시간 40~49분 이었으며, 처리횟수는 큰 영향을 미치지 않아 1회 처리가 적당하였다.

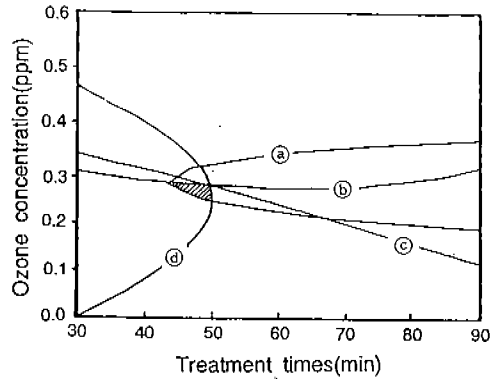


Fig. 6. Synthetic contour lines of response surface of hypocotyl length(a), weight of hypocotyl(b), weight of root(c) and germination rate(d) for ozone concentration and treatment time.

The zone(ozone concentrations of 0.25 to 0.30 ppm, ozone-treatment time of 43 to 49min.) in the figure represents the optimum conditions for above 16% germination rate, above 9% hypocotyl yields compared to the control samples and below 98% of the control root weight.

## 참고문헌

1. 김상옥 (1983) 콩나물 성장과 vitamin C의 생합성에 대한 성장조절제의 영향. 한국영양식품과학회지, 17, 2
2. 김석동, 김수희, 홍은희 (1993) 콩나물의 성분과 그 영양학적 의미. 한국콩연구회지, 10(1), 1
3. 박무현, 김동철, 김병삼, 남궁배 (1995) 청정콩나물 생산 및 유통방법 개선에 관한 연구. 한국콩연구회지, 12(1), 51
4. 薮下 祐良 (1995) 食品とオゾン. 東京, 食品化学新聞社, p.32
5. 최연식, 박의호 (1996) 식품첨가제 처리가 콩나물 부패방지와 생육에 미치는 영향. 한국콩연구회지, 13(1), 1
6. Naito S. and Shiga I. (1989) Effect of ozone treatment on elongation of hypocotyl and microbial counts of bean sprouts. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 36(3), 181



7. 김순동, 김일두, 김미경, 이상갑, 민경섭 (1997) 오존수 처리가 콩나물의 부패 및 생육에 미치는 영향. 식품과학지, 9, 181
8. 윤광섭 (1994) 반응표면분석법에 의한 당근의 삼투 및 열풍건조공정의 최적화. 경북대학교 박사학위논문집.
9. 김동희, 최희숙, 김우정 (1990) 콩품종에 따른 발아속도와 익힘속도의 비교, 한국식품과학회지, 22, 9498
10. 김철재, 박진숙, 김상용, 오덕근 (1996) 발아 및 성장중에 일어나는 콩나물의 품종간 변화. 한국콩연구회지, 13(1), 55
11. 박원목, 명인식, 이용세 (1986) 콩나물 부패병의 생물학적 방제. 한국콩연구회지, 3(2), 4

---

(1998년 4월 30일 접수)