

살수방식에 따른 재배용기내 Gas 조성 및 콩나물의 생육 변화

배경근*[†] · 남승우* · 김경남* · 황영현**

*(주)풀무원기술연구소, **경북대학교농업생명과학대학식물생명과학부

Growth of Soybean Sprouts and Concentration of CO₂ Produced in Culture Vessel Affected by Watering Methods

Kyung-Geun Bae*[†], Sung-Woo Nam*, Kyung-Nam Kim*, and Young-Hyun Hwang**

*Pulmuone R&D Center Seodaemun P.O.Box146, Seodaemun-ku, Seoul 120-600, Korea

**Division of Plant Biosciences, College of Agriculture and Life Science, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

ABSTRACT: The growth of soybean sprout was greatly influenced by watering systems: Fixed watering system (water tub was loaded at ceiling upper of culture box and water was showered by bottom holes) was estimated the better than that of reciprocating watering and tub immersing watering because it could cool down the temperature in culture box and wash the organic substances on the body of sprout. The fixed watering system showed good body color and preventing effect of partial rotting of sprout because it could discharge CO₂ gas effectively in culture box and keep the concentration below 5%. The concentration of gases at the bottom (about 30 cm height from basal plate) of culture box in fourth or fifth days was 4-6% for CO₂ and 13-16% for O₂, respectively. The optimum gas concentration in culture box was considered to be over 10% for O₂ and below 5% for CO₂.

Keywords: soybean sprout, watering system, culture box, CO₂ concentration, O₂ concentration.

현재 전 세계적인 각광을 받고 있는 콩[Glycine max(L.) Merr.]은, 그 원산지가 중국 동북에서 화북 지방까지와 남만주를 포함한 동부 또는 동북부 아시아로 추정되어 왔으며(Probat et al., 1973), 원산지에 포함된 한국 및 중국 등지에는 상고시대부터 콩이 재배되어 왔다. 금세기 초만 해도 우리 나라는 만주에 이어 세계 제2의 콩 생산국이었다. 그런데 그때 우리 한테서 열심히 콩 종자를 가져간 미국은 어느 듯 세계 유수의 콩 생산국인 동시에 수출국이 된 것이다.

뿐만 아니라, 남미와 유럽은 물론, 아프리카의 오지와 사우디아라비아의 사막까지 그 재배면적이 넓혀지고 있는 이때, 우리 콩만은 감소를 거듭하여 이제는 전형적인 콩 수입국으로

전락하여 콩의 종주국으로서 체면이 말이 아니다.

최근 국내 콩 소비량은 1965년 16만톤에서 1975년 37만톤으로 2배 증가하였으며, 이후 서서히 증가하여 2000년에는 169만톤으로 매년 평균 26%씩 증가하고 있다. 특히 사료에 대한 콩 소비량은 1965년 1만톤에서 2000년에는 128만톤으로 무려 75.6%가 증가되어 1980년대 이후 사료용 콩의 소비량이 식용 소비량을 추월하여 급격히 증가하였다.

이에 따른 콩나물로 사용되는 원료콩 또한 연간 소비량은 식용콩 총 소비량 42만8천톤 중 나물콩 원료는 14.2%에 해당되는 6만1천톤(2000년도)이 소요되고 있다.

또한, 국내 콩나물 재배업체수는 두채협회 조사에 의하면 약 2,000개소로서 그 중에서 1,054개소가 두채협회에 가입되어 있고, 그 나머지는 비회원으로 되어 있다.

그리고 재배시설 규모는 재배사 면적이 30~50평 정도의 업체수가 80% 이상이고, 원료사용량 규모는 1,000~4,000 kg/월로 평균 2,000 kg/월 정도의 소규모로 나타났다. 콩나물 재배 시설은 비닐하우스 움막형이 전체의 70%이며, 건물 지하실 이용업체수가 전체의 14% 수준이었으며, 재배용 살수장치는 자동살수 타입이 전체의 60%였고, 40%는 아직도 수동살수 방식을 채용하고 있는 실정이다.

따라서 본 실험은 콩나물 재배에서 가장 중요한 물주기 방법에 의한 발아력 향상과 품온저하, 재배통 내 호흡향상을 위한 gas억제 등을 표준화하여 콩나물의 부패발생 억제와 건강한 콩나물을 생산하기 위한 방법을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구는 (주)풀무원 콩나물 생산공장에서 수행하였으며, 공시재료로는 (주)풀무원이 계약 재배하여 사용하는 원료콩인 준저리를 사용하였고, 살수방식으로는 기존 살수방식인 왕복형 살수, 고정살수방식인 샤워형 살수, 용기담수방식인 완전담

[†]Corresponding author: (Phone) +82-2-3277-8577 (E-mail) kgbae@pulmuone.co.kr

<Received March 10, 2004>

수형으로 구분하여 실시하였으며, 콩나물 재배시 적용되는 용수온도 조건으로는 $18.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 로 동일수온을 적용하였다. 살수횟수는 일일 8회, 살수간격은 3시간으로 설정하여 실시하였으며, 콩나물 생육기간별 최적의 온도조건을 수립하고자 하였다. 수온제조는 보일러에 의한 온수제조와 열교환기를 이용한 온도 control제어 방식을 적용하였다. 재배통은 (주)풀무원 콩나물 생산 공장에서 사용중인 대형 재배통(1200×750×1040 mm)을 사용하였다. 원료투입량은 50-55 kg/통씩 투입 후 일차별 재배통 상측 10 cm정도 부위의 반제품을 채취하고, 다시 임의로 10개체씩을 sampling하여 성장(배축길이, 배축두께)을 측정하였다. 두께는 calipers를 이용하여 측정하였고, 각 측정값은 3반복 실시하여 평균값을 사용하였다.

또한, 살수방식에 따른 재배통 내부의 gas 분포와 그에 따른 콩나물의 생육 및 수율향상을 살펴보았으며, 현재 콩나물 재배방법이 상업화 대형화되면서 재배통의 크기도 대형화되어 가고 있는 추세이며, 이로 인한 콩나물 재배중 재배통내의 gas 농도에 따른 콩나물의 성장에 장애를 받게되는 경우가 발생되고 있다. 이에 재배통 내부의 산소(O_2), 이산화탄소(CO_2)의 분포를 측정하기 위하여 재배통 내부에 나일론 튜브(6×4mm, 상용압력 30 kgf/cm²)를 바닥으로부터 25 cm 간격으로 5구간 설치후 일 2회씩(오전 10:00, 오후 16:00) 수주전과 수주후에 gas를 채취하여 O_2 와 CO_2 Analyser 측정기(Model 1637-5, 오스트리아 산)를 이용하여 측정하였다.

본 실험에 사용된 재배통은 대형이며, 바닥이 밀폐되어 배수구가 1개(size 40Φ)이고, 바닥에는 별도의 깔판(SUS)으로 구성되어 배수부위와 깔판간의 공간이 약 20 cm정도 형성된 재배통을 사용하였다.

결과 및 고찰

살수방식에 따른 생육효과

콩나물 재배시 살수방식에 따른 콩나물의 외형 및 중량, 수율을 비교해본 결과 Table 1과 같으며, 총길이의 경우 하부급수 방식인 용기담수형(완전담수)이 15.9 cm로 가장 길었으며, 고정살수형(샤워식 살수) 방식의 경우는 13.3 cm로 총길이는 가장 짧았으나, 몸통두께는 2.19 mm로 왕복살수형 2.04 mm 및 용기담수형 1.95 mm보다 두껍게 나타나 재배완료 후 수율에 있어서도 535%로 가장 양호하게 나타났다. 이들 간의

유의적인 차이를 살펴보면 고정살수형 방식은 두께와 수율에서 차이를 나타내었고. 또한, 살수방식을 달리하여 콩나물의 수율을 비교해본 결과 왕복살수형 방식(일반수주방식)으로 재배한 경우는 503%인데 비해, 용기담수형 방식은 511%, 고정살수형 방식은 535%로 수율이 가장 양호하게 나타났다. 그리고 재배완료 후 몸통길이 및 100개체 중량에서도 왕복살수형 방식은 15.2 cm, 76.7 g에 비해 용기담수형(하부급수)은 15.9 cm, 74.8 g, 고정살수형 방식의 경우 13.3 cm, 71.7 g으로 생장에서는 용기담수형법이 가장 빠르고 몸통길이도 가장 길어 상호간의 유의적인 차이를 나타내었으나, 용기담수형 방식의 경우 용수를 채울 수 있는 용기와 콩나물 재배통이 별도로 갖춰져야 하고, 살수시 용수 tank에 용수를 채워 재배통내로 용수가 스며들어가게 함으로서 용수가 하부에서 상부로 급수되어 콩나물 전체에 고르게 흡수되어 생육이 빠르다는 장점은 있으나, 품은 또는 내부 gas가 콩나물 상부로 이동되고 담수 배출 후 상부로 이동된 온도 및 gas가 콩나물에 잔류되어 품은 상승과 부패, 뿌리 색택이 불량하게 나타나는 단점이 있다. 그러나 고정살수형 방식의 경우 살수방식에 있어 용수량이 한꺼번에 샤워형태로 일시에 살수되므로 재배통내의 품온저하 및 내부 gas 배출, 콩나물 생육시에 발생하는 유기물의 제거 또는 부분담수 효과로 인한 재배통내의 수로(물길)방지 등 콩나물 생육시 건강한 생육조건을 유지시켜 주는 가장 좋은 특징을 갖추고 있어 향후 콩나물 재배시 표준 살수형 모델로 가장 적합하나, 설비비가 과다하게 투자되고, 샤워형 고정수조 설치면적에 따른 투입량과 생산량이 한정되며, 투입량에 의한 용수를 적절하게 구분절약 할 수 없는 단점이 있다. 상기 내용에 대한 설비는 Fig. 1과 같다.

또한 콩나물 재배시 필요한 용수량의 관계를 1회 살수시 적용되는 살수량으로 나타내어 실시해본 결과 Table 2와 같으며, 200~300 L/회 구간에서 몸통두께와 수율간의 유의차를 나타내었다. 따라서 콩나물 재배시 적절한 살수량은 1회 살수량이 250~300 L/통(원료콩 50 kg 기준)가 양호한 것으로 나타났다.

Kim et al.(2000), Song et al.(2000)의 보고에 의하면 콩나물의 수율은 관수 횟수가 증가할수록 콩나물의 수율이 증가된다고 하였고, 관수간격은 관수량에 비하여 콩나물의 전장이나 배축장에 영향을 미치는 정도가 컸으나 관수 횟수가 증가될수록 배축장 비율이 감소되었던 결과로 볼 때 관수간격이 짧을수록 콩나물은 뿌리 부분의 신장이 더 증대되는 것으로 판

Table 1. Comparison of three watering methods for growth and yield of soybean sprouts.

Watering method	Total length (cm)	Body length (cm)	Thickness (mm)	100 ea weight (g)	Yield (%)
Reciprocating watering	15.2a	8.0b	2.04ab	76.7a	503b
Showering watering	13.3b	7.6b	2.20a	71.7a	535a
Bottom watering	15.9a	8.6a	1.96b	74.8a	511b
LSD (0.05)	0.88	0.56	0.18	5.00	14.2

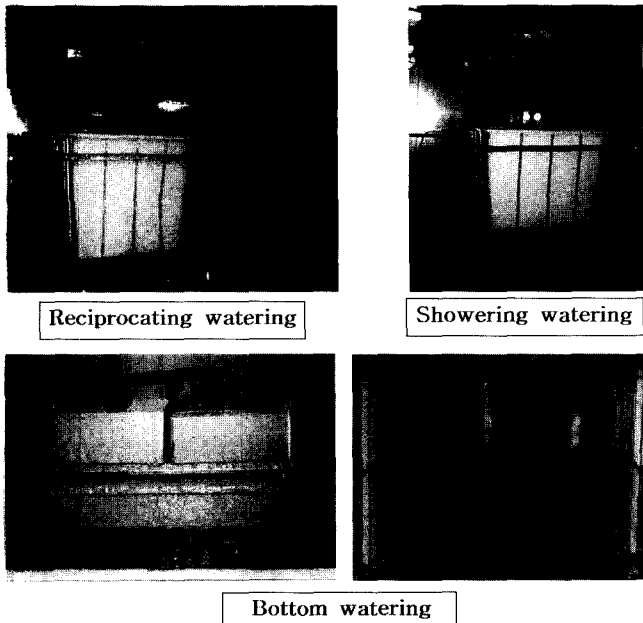


Fig. 1. Three watering methods.

되었다고 한 내용과 비슷하였으며, 콩나물의 생육특성(Kim, 1981; Korea Bean Sprout Association, 1997)에 대한 보고에서도 콩나물의 생육에는 용수와 온도와의 관계를 보고하였는데, 여기에서도 특히 용수량과 온도는 콩나물의 배축 신장에 중요한 요인이라고 보고한 만큼 콩나물의 외관품질(색택, 부패 억제)은 주수횟수 보다는 1회 살수량에 의해 좌우됨을 알 수 있겠다.

살수방식에 따른 재배통내 gas 분포

콩나물 재배에 있어 재배통은 중요한 설비중의 하나이며, 콩나물이 직접 용기에 담겨져 밀폐상태에서 자라게 되므로 이에 따른 내부의 많은 요인으로 인하여 콩나물 품질에 많은 영향을 미치게 된다. 따라서 콩나물 품질에 미치는 요인들 중 재배통 내부 gas의 변화에 대한 결과를 Fig. 2 and 3과 같이 나타내었으며, Fig. 2는 재배통 내부의 부위별 CO₂와 O₂의

Table 2. Effect of watering volume on the growth and yield of soybean sprouts.

Watering [‡] volume	Body length (cm)	Thickness (mm)	Sprout yield (%)
200 L	9.9a	1.85b	486b
300 L	9.2ab	2.09a	515a
400 L	8.8b	2.07a	498b
500 L	8.4b	2.14a	488b
LSD (0.05)	0.83	0.13	12.8

[‡]Watering volume per time for 50 kg culture box.

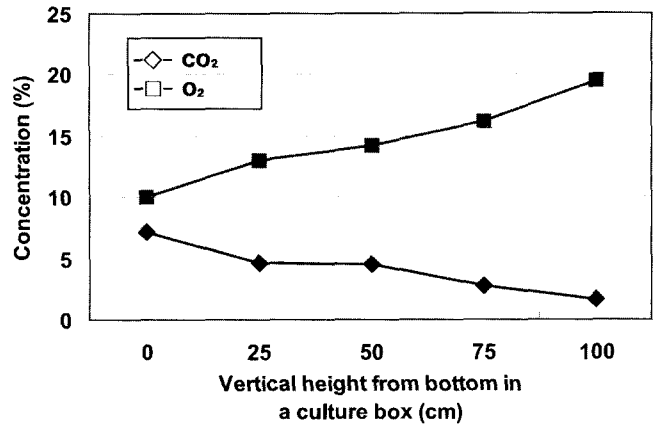


Fig. 2. Change in O₂ and CO₂ concentration at different vertical heights in culture box before watering at 6 days after initiation of soybean sprouts culture.

농도를 재배 6일째 살수전에 측정해본 결과로 O₂와 CO₂의 농도가 서로 상반된 그래프를 나타내었다. CO₂ 농도의 경우 재배통 맨 하부에서는 약 7.0%, 상부 100 cm부위에서는 약 1.6%정도로 나타내었으며, 특히 하부의 경우 바닥 깔판으로부터 약 25 cm 부위에서 CO₂ 농도가 5%를 넘지 않도록 해야 콩나물이 재배중 gas 피해를 받지 않아 생육이 양호하며, 반대로 콩나물에 접촉되는 O₂의 농도가 10% 미만이 되지 않도록 유지하여야 호흡이 양호하여 생육에 좋다. 따라서 이를 위한 관리방법으로 살수량과 살수방식이 중요한 요인이 되는데, 재배일차별 재배통 부위별 CO₂ 분포를 살수직전/후 비교하여 조사해본결과 왕복살수형 방식에서는 48시간 경과 재배통 25 cm 부위의 CO₂ 농도가 살수직전 6.8%, 살수직후 4.1%, 용기담수형 방식에서는 살수직전 7.5%, 살수직후 5.0%와 고정수주형(샤워식)방식에서는 살수직전 6.5%, 살수직후 3.5%로 나타나 용기담수형(하부급수)방식(Fig. 3)은 살수직후 CO₂ 농도가 낮아지지 않고, 특히 72시간이후 상층부(75 cm 이상에서) CO₂ 농도가 높아짐을 알 수가 있었다. 이는 하부 급수시 하부의 품온이나 CO₂ gas가 물과 함께 상부로 밀려 올라가기 때문으로 판단되어지며, 고정살수(샤워식)방식의 경우(Fig 3)는 반대 현상으로 재배통 내부의 품온이나 CO₂ gas 분포가 낮아져 하부로 용수와 함께 배출되어 gas 분포 상태가 양호함을 알 수가 있었다.

박(1992)은 완전담수 방식에서 콩나물의 부패억제 및 수율향상을 보고하였으며, 이는 본 실험결과와 다소의 차이를 나타내었으며, 콩나물재배에 있어 사용재배통과 살수방식에 따른 CO₂의 분포는 콩나물의 부패 및 생육에 커다란 영향을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

살수방식에 따른 재배통내의 품온변화

살수방식에 따른 재배일차별 품온변화를 살펴본 결과 Fig.

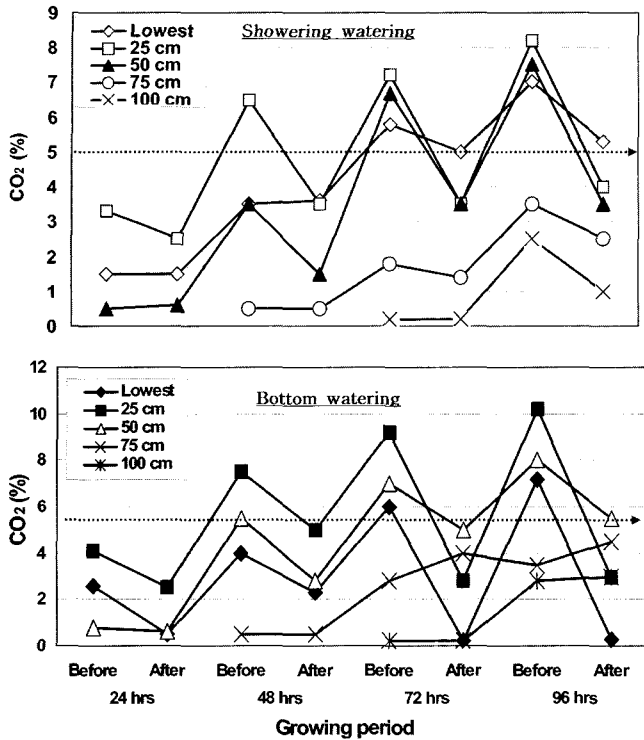


Fig. 3. Changes of CO₂ concentration at different vertical heights in culture box before and after watering for two different watering methods.

4와 같이 나타났다. 용기담수형 방식에서는 품온변화가 4일차 이후 품온이 22°C 이상 급격하게 상승되었으며, 고정살수형 방식에서는 재배 완료때까지 품온이 20°C를 넘지않고 고른 분포를 나타내었다. 따라서 콩나물 재배시 살수방법에 따른 품온변화와 그에 따른 콩나물 품질에 영향을 미치는 품온은 기존 왕복살수형의 경우 일정 간격으로 새로운 물로 살수함에 따라 품온 상승이 급격하게 발생되지 않으나, 용기담수형(완전담수) 방식의 경우에는 품온 상승으로 인한 부패발생이 심하게 나타난다. 특히 용기담수방식의 경우 재활용수 횟수를 3회 이상 사용할 경우 품온이 30°C 이상 상승하므로 콩나물의 품질에 악영향을 미친다. 따라서 용기담수형 방식을 적용할 경우 용수의 재사용량이나 재사용 용수의 수온을 저하시키는 별도의 방법을 사용해야 할 것으로 판단되어 진다. 반면에 고정살수형(샤워식) 방식의 경우 품온이 22°C 내외를 유지하여 콩나물의 생육기간중 적정조건을 유지함으로써 선도 및 유통중의 shelf-life도 양호하였으며, 이에 따른 콩나물 재배시 재배통 내부의 품온유지(22-24°C)가 콩나물의 생육향상 및 부패 등을 방지하여 건강한 콩나물을 생산할 수 있는 중요한 요인으로 판단되어 진다.

이는 Kim et al.(2000)의 보고에서와 같이 콩나물의 품온은 5일차에 가장 높았고 그 이후에는 감소되었다고 하였으며, 콩나물 품온은 22°C정도이고 최대 29.5°C까지 상승한다고 하였

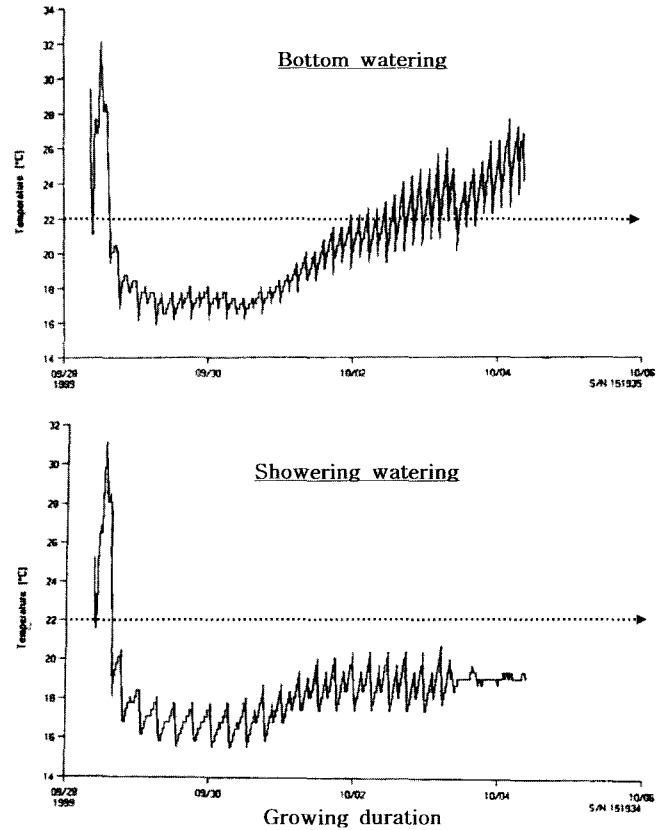


Fig. 4. Change of temperature of culture box in two different watering methods.

다. 또한 콩나물 재배에는 20°C가 적절하다고 하였고, 재배수온 및 재배온도가 지나치게 낮거나(17°C 이하) 높을(25°C 이상) 경우 콩나물의 생육이 오히려 억제된다고 한 내용과 비슷한 경향을 나타내었다.

적 요

콩나물 재배에서의 살수방법과 그에 따른 콩나물 생육형태와 수율변화를 비교해본 결과 다음과 같다.

1. 살수방법에 따른 콩나물의 생육에 큰 차이를 나타내었으며, 왕복살수형, 용기담수형, 고정살수형 중 고정살수형 방식(재배통 상부에 하부타공된 고정형 물통설치에 의해 샤워형태로 살수)은 살수시 일시에 물을 샤워형식으로 쏟아내려 재배통 내부의 품온저하(22°C 유지), 내부 gas 배출, 유기물 제거 등의 효과가 탁월하여 콩나물 생육에 있어 몸통길이 13.3 cm로 다른 형식(15.2 cm, 15.9 cm)에 비해 짧았으나, 몸통두께(2.19 mm), 수율(535%)은 높게 나타나, 외관이 양호하고 부패가 억제되어 선도가 가장 잘 유지되었으며, 또한, 콩나물 재배시 필요한 용수량의 경우는 1회 살수량이 250~300 L/통(원료콩 투입량 50 kg/통 기준)가 가장 양호한 것으로 나타났다.
2. 고정살수형 방식은 내부 gas(CO₂ 5% 이하)배출이 탁월

하여 재배완료 후 콩나물의 선택향상 및 부분부패 방지효과 등을 나타내는 장점이 있었으며, 재배 6일차에 재배통 하부(바닥깔판으로부터 약 30 cm 이내)의 CO₂ 농도는 4-6%, O₂ 농도는 13-14%이었다. 따라서 재배시 재배통내 적정 gas조건은 O₂농도 10% 이상, CO₂농도 5% 이하로 유지되어야 할 것으로 판단되었다.

3. 살수방식에 따른 재배통내의 품온 변화에서도 고정살수형 방식(4일차, 20°C)이 용기담수형 방식(4일차, 22°C)보다 품온 억제가 양호하여 콩나물의 생육향상 및 부패 등을 방지하도록 건강한 콩나물 생산의 중요한 요인임을 알 수 있었다.

인용문헌

- 박원목. 1992. 콩나물 생성과정에 있어서의 문제점과 대책. 콩나물에 대한 대토론회 발표 논문 초록집. 한국콩연구회. pp27-32.
- Kim, S. L., J. J. Hwang, Y. K. Son, J. Song, K. Y. Park, and K. S. Choi. 2000. Culture methods for the production of clean soybean sprouts, I. Effect on growth of soybean sprouts under the temperature control of culture and water supply. Korea Soybean Digest. 17(1): 69-75.
- Kim, S. L., J. Song, J. C. Song, J. J. Hwang, and H. S. Hur. 2000. Culture methods for the production of clean soybean sprouts, II. Effect on growth of soybean sprouts according to interval and quality of water supply. Korea Soybean Digest. 17(1): 76-83.
- Kim, K. H. 1981. Studies on growing characteristics of soybean sprout. Kor. J. Food Sci. Technol. 13(3): 247-252
- Korea Bean Sprout Association. 1997. Researches of cultural condition on soybean sprouts, 1: 8-17
- Song, J., S. L. Kim, J. J. Hwang, Y. K. Son, J. C. Song, and H. S. Hur. 2000. Physicochemical properties of soybean sprouts according to culture period. Korea Soybean Digest. 17(1): 84-89
- Probat, A. H. and R. W. Judd. 1973. Origin. U. S. history and development and world distribution. In Sobeans Improvement, Production, and Uses Agronomy, 16: 1-15.