

사이폰원리를 이용한 콩나물 자동재배기 개발

김중만 · 최용배 · 양동근
원광대학교 생명자원과학대학

Development of Soybean Sprouter Using Principle of Siphoning

Joong-Man Kim, Yong-Bae Choi and Dong-Kun Yang
College of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University

Abstract

One of the major problems in automation of soybean sprouter is watering method. This study was conducted solve this problem. The soybean sprouter consisted of three parts: water-receiving chamber with siphon, water spraying bowl and sprout cultivating bowl. It functions as automatic-watering without manpower and electric power, and is not noisy and has duration. Watering interval, watering time and amount could be controlled by regulation of dropping times/min from a tap. Chlorine contained in tap water is naturally decreased during its (water) storage in the water receiving chamber. Among three types of sprouter (siphon type, wet paper type and water pump type) the siphon type can be used at 25~30°C that is the optimum temperature for soybean sprout.

Key word: soybean sprout, siphon, watering, soybean sprouter

서 론

우리 식생활에서 널리 식용되어 온 콩나물은 단백질과 비타민 및 무기질의 좋은 급원으로 재배시 토양과 햇빛이 필요 없고 재배기간이 매우 짧으며 입체적 재배가 가능한 것이 다른 채소와 다른점이다. 대두는 발아를 시킴으로써 향과 영양가가 개선되는데 특히 비타민 C와 B군의 증가⁽¹⁾가 두드러진다. 또한 소화율을 증진시키며 flatus causing factor 나 trypsin inhibitor 등의 antinutrient factor 역할을 감소⁽²⁾시키는 등 영양생리적 장점이 밝혀져 있다. 콩나물은 다른 채소에 비하여 채소의 대용적 가치가 큰 우리의 사철 전통 부식이며 다소비 식품으로 콩나물의 질과 재배의 편이성은 국민의 영양 및 보건 위생에 영향을 미치는 바가 크다.

사실 현재의 유통되고 있는 콩나물은 재배기간 단축, 부패방지, 발근억제, 겉보기 품질향상 등을 목적으로 재배 과정에서 여러 가지 방부제나 생장촉진제⁽³⁾ 및 발근억제제 등 화학물질이 쓰이고 있는 것이 자주 발각되어 소비자들은 콩나물에 대한 불신이 높아져 있는 실정이다. 그래서 소비자들은 자가에서 직접 재

배해서 먹는 방법에 관심을 갖게되었고⁽⁴⁾ 이에 부응해서 몇 가지 재배기가 개발 시판되고 있는 실정이다.

시중에 제일 많이 유통되고 있는 콩나물재배기는 수주방식에 따라서 전동 펌프식과 흡습지 접촉방식이 있으나 고장발생, 부패발생등 실제 사용에 문제점이 있다. 이 문제점의 중요한 원인은 바로 수주방법과 밀접한 관계가 있다.

따라서 본 연구에서는 상수도꼭지에서 떨어지는 물방울(滴水)을 사이폰 원리를 이용해서 자동적으로 수주할 수 있는 콩나물자동 재배기를 개발하고 그 실용성이 확인되었기에 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

재배기의 구성

기존 재배기의 급수방식은 크게 나누어 수중펌프를 이용한 것과 습지(濕紙)를 이용한 급수방식으로 사용한 물을 계속 사용하는 공통점이 있어 재배시간이 흐를수록 부패 미생물의 오염도가 계속 증가하게 되어 부패의 위험이 많은데 본 재배기의 급수방식은 사이폰 원리를 이용한 급수방식으로 새로운 물을 일정량 일정시간 간격으로 수주하게 되어 있는데 Fig. 1과 같이 사이폰관이 내설된 급수통, 분수관이 들어있는 재배통으로 구성되었고 조립과 분해가 손쉽게 되어 있

Corresponding author: Joong-Man Kim, College of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University, 344-2 Shinyong-dong, Iksan-si, Cheonbu 570-749, Korea

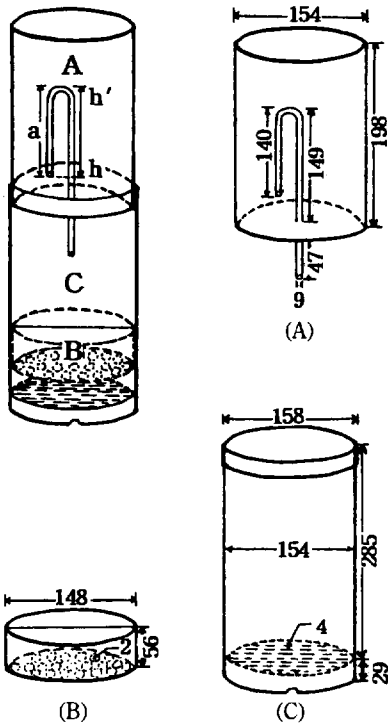


Fig. 1. View of the new soybean sprouter (unit: mm). A: water receiving chamber with siphon. B: water spraying bowl, C: sprout cultivating bowl.

으며 성능 실험을 위하여 재질은 스텐레스 재질의 재배기를 사용하였다.

염소정량

Mohr의 방법⁶⁾에 의하여 측정하였다. 크롬산칼륨을 지시약으로 하고 질산은 용액을 적하하여 종말점을 이온의 양으로 하였다.

물방울량 측정

수도꼭지에서 떨어진 물방울의 양은 마이크로피펫으로 측정하였다.

재배실험

재배수는 원광대학교 농화학과 식품가공실내의 수돗물을, 재배용 콩은 농촌진흥청 호남농업시험장에서 95년산 은하 품종을 분양받아 재배통의 바닥면적에 대하여 1.5~2층 분량으로 콩을 넣어 온도를 달리하여 재배하면서 부패 발생유무를 조사하였다.

통계처리

얻어진 실험결과치는 SAS series package의 ANO-

VA, Duncan's multiple range test로 유의성을 검정⁶⁾하였다.

결과 및 고찰

재배기의 구조와 크기

재배기의 구조 및 부품별 크기는 각각 Fig. 1과 같다. 재배기의 구조는 저수조(A), 분수통(B), 재배통(C) 3부분으로 구성되어 있다. 저수조(A)는 본 재배기의 중요 특징인 싸이폰관이 내설되어 있다. 저수조의 크기는 154 mm×198 mm이고 싸이폰관의 직경은 9 mm이다. 저수조내의 싸이폰관 길이는 310 mm이고 굽은 길이는 39 mm이며 저수조 밖으로 나간 길이는 47 mm이다. 분수통(B)의 크기는 148 mm×56 mm이며 바닥에는 직경 2.0 mm의 구멍이 99개 있다. 재배통(C)의 크기는 158 mm×285 mm이며 바닥은 콩이 빠지지 않을 정도의 직선형 골을 두어 공기 유통을 좋게하였다.

분수통의 특성

분수통은 저수조에서 떨어진 물이 재배통 내의 콩에 고르게 뿌려지도록 해야 하므로 싸이폰관으로 부터 떨어지는 양과 분수관을 빠져나가는 양과의 균형은 매우 중요하다. 균형을 이루도록 하기 위해서는 싸이폰관의 크기와 분수통내의 구멍수와 크기를 일정하게 조정해야 한다. 즉 싸이폰관에서 나오는 물의양이 분수통을 빠져나가는 물의 양 보다 많아서 분수통 밑 바닥에 퍼져있도록해야한다. 분수통은 재배통 상부에 걸치게 할 수도 있으나 발아 할 때 다소 눌러 주는 것이 콩나물의 품질과 고른 생육결과를 주기 때문에 재배통의 직경보다 작게하여 수확 할때 쉽게 들어 낼 수 있게 하였다.

적수속도가 수주간격에 미치는 영향

콩나물 재배시 수주(물주기)는 발아생리를 원활하게 하고, 발아 중 발생하는 호흡열에 의한 온도 상승을 억제해서 미생물 생육의 억제⁷⁾ 및 과열에 의한 생육억제를 막아주며, 발아 중 발생하는 유해물질을 제거해 주는 효과가 있다. 따라서 일정한 수주량과 수주간격은 성공적인 콩나물 재배의 관건이다.

Table 1에서와 같이 저수통에 모아지는 저수량은 1분당 각각 30, 60, 90방울 떨어질 때 각각 5.70, 12.07, 18.40 mL로 2,420 mL 용량의 저수조에서 싸이폰 현상이 일어나 분수되는데 걸리는 시간을 각각 7.2, 3.3, 2.2시간이 걸려 하루에 수주되는 횟수는 각각 3.4, 7.3,

10.9회로 분당 물방울 수를 증가시킬수록 수주 간격은 좁아져 수주횟수가 증가된다.

사이폰관 내경의 크기는 적은 물량으로 사이폰현상이 일어나게 하는데 결정적인 영향을 준다. 즉 사이폰관이 클수록 낙수량이 많아져 수주시간 간격이 짧아져 물의 낭비가 따르게 된다. 그러므로 적은 물로 사이폰 현상이 일어나게 하려는는 직경이 작을수록 유리하다. 또한 일회 수주량은 사이폰관(A-a) 길이에 의해서 좌우되는데 길이가 길수록 증가하여 같은 시간에 같은 양의 물방울을 떨어뜨려도 급수간격과 급수시간이 늘어난다. 같은 재배통의 크기에 사이폰관의 높이가 같은 구조이면 물방울 떨어뜨리는 속도가 빠를수록 수주간격은 짧아지게 된다.

재배기의 전체적인 기능성

본 재배기 Fig. 1 의 1수주 사이클 과정을 설명하면 우선 저수조(Fig. 1의 A)에 수돗물이나 기타의 급수원에서 물방울(滴水)이 일정속도로 떨어져 모이도록 한다. 시간이 지남에 따라서 저수조 내의 최초 수위(h)는 점점 상승하여 일정 시간 후에 사이폰관 최상부위(h')

에 도달하게 되면 물이 사이폰관을 통해서 재배기로 떨어지게 된다. 이처럼 저수조내의 물이 사이폰관을 통해서 떨어지기 시작한 물줄기의 유하현상은 저수조 수위가 저수조의 하부에 위치한 사이폰관 흡수구(h)에 다다를 때까지 계속되다가 중단된다. 저수조로 부터 떨어진 물은 재배통 내의 분수판에 의해서 분수되어 재배통 내의 공을 적셔주고 공층을 통과한 물은 재배기 밑바닥에 있는 배수구를 통해서 빠져나간다. 이러한 일련의 과정으로 이루어진 한 사이클의 자동적 수주기능은 수돗물이 떨어져 내리는 한 계속되어 콩나물공을 재배통에 넣은 후 전혀 인력의 투입 없이 콩나물 재배가 가능하다.

콩나물을 재배하는데 소요되는 시간은 실온에 따라서 다르지만 먹기 좋고 맛있는 크기로 기르는데 걸리는 시간은 3(여름철)-5일(겨울철 실내) 정도이다. 본 재배기로 콩나물을 재배할 경우 하루에 사용되는 물 양은 5-6회 물이 주어지도록 할 때 12,100~14,520 mL 가 소비된다.

저수되는 동안 염소의 제거효과

수돗물에는 수처리 과정에서 사용되는 염소가 다량 들어 있어서 수돗물을 받아 바로 사용할 경우 발아에 나쁜 영향⁽⁶⁾을 주게 된다. 그래서 본 재배기에서 수돗물을 사용할 수 있는지를 알아보기 위해서 수돗물을 받아 온도별, 시간별 잔류염소를 조사한 결과는 Table 2와 같다.

수돗물의 최초 염소량은 0.2 ppm으로 시간이 지남에 따라 온도가 높은 조건에서 보다 많이 휘발되었다. 이처럼 수도꼭지로부터 떨어지는 물이 저수조에 모아

Table 1. Relation in dropping number/min, watering interval (hr) and watering times/day

Dropping number/min	Amount of dropping water (mL/min)	Watering interval (hr/day)	Watering times/day
30 drops	5.70	7.1	3.4
60 drops	12.07	3.3	7.3
90 drops	18.40	2.2	10.9

Water receiving tank capacity: 2,420 mL, one drop is 0.105 mL.

Table 2. Chlorine residue in tap water at the various temperature and time (unit: ppm)

Temp. (°C)	Culturing time (hr)					
	0	1	2	3	4	5
10	0.2±0.000 ^{aA}	0.184±0.002 ^{bB}	0.176±0.002 ^{bB}	0.162±0.002 ^{bC}	0.156±0.002 ^{bD}	0.156±0.002 ^{bD}
20	0.2±0.000 ^{aA}	0.175±0.001 ^{bB}	0.154±0.001 ^{bC}	0.146±0.001 ^{bD}	0.146±0.001 ^{bD}	0.146±0.001 ^{bD}
30	0.2±0.000 ^{aA}	0.161±0.002 ^{bB}	0.146±0.001 ^{bC}	0.146±0.001 ^{bC}	0.146±0.001 ^{bC}	0.146±0.001 ^{bC}

Mean ± standard deviation of triplicate measurement.

Table 3. Comparison in characteristic between the soybean sprouter (I) and others (II and III)

Type	Electric power	Noise	Durability	Water supply	opt. temp. for culturing
I	not required	silent	durable	automatic	25~30°C
II	required	noisy	nondurable	manual	below 20°C
III	not required	silent	durable	by wet paper	below 20°C

I: watering by siphon.
 II: watering by pump.
 III: watering by wet paper.

저 저장되는 동안 4시간을 기준으로 볼 때 시간이 경과 함에 따라 각각 12.5, 23.0, 27.5% 감소하여 수돗물을 이용하는데 생기는 염소의 해를 줄이는 유의적인 효과도 있다($p < 0.05$).

타재배기와의 특성 비교

본 재배기와 타 재배기의 몇가지 특성 및 재배시 온도 제한성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 재배시 전력은 본 재배기(I형)와 습지형재배기(III형)에서는 필요가 없고 수증펌프형(II형)에서만 필요하다. 재배중 소음은 II형은 소음이 발생 하나 I형과 III형에서는 소음이 발생하지 않으며, 내구성면에서 I형과 III형은 고장이 없는 장점이 있으나 II형은 고장이 잦은 결점이 있다.

재배수 공급방식에 있어서 본 재배기는 수도에 한번 연결하여 적수 속도만 조정하여 놓으면 자동으로 급수가 가능하나 III형의 경우에는 재배수를 한 번 물 탱크에 넣어 재배할 수 있지만 부패가 발생하기 쉽기 때문에 물을 갈아주는 것이 좋고 콩나물 재배시 최적 온도(25~30°C)에서는 부패하기 쉽기 때문에 보다 부패발생 위험을 낮추기 위해서 재배온도를 20°C 이하로 낮추어야 하고 그 결과 재배기간이 연장되게 된다. 그리고 II형의 경우에는 온도가 낮은 조건에서도 하루에 2-3회 환수가 필요하며 온도가 높은 하절기에는 부패가 일어나 사용이 전혀 불가능하다. 결국 재배수의 지속적인 사용은 재배수에 부패 미생물 오염밀도가 높아져 부패가 일어나기 쉽고 특히 온도가 높은 조건에서는 더욱 부패로 인한 재배가 불가능하게 된다.

이상의 결과에서 볼 때 온도 조절이 어려운 II형과 III형의 경우 온도가 높은 하절기에는 사용이 거의 불가능하지만 본 재배기는 여름철에도 건전한 재배가 가능하다.

요 약

콩나물 재배시 수주방식은 콩나물 재배기 자동화에 중요한 관건이다. 본 재배기는 기존 콩나물 재배기의

단점을 획기적으로 개선한 재배기로 싸이폰이 내설된 저수조와 분수통 및 재배통으로 구성되어 구조가 간단하면서도 완전 자동으로 수주가 가능하고 고장이 없는 내구성 콩나물 재배기이다. 수주방법은 적수(滴水)를 모아 일정시간 간격으로 자동 수주가 이루어 지는데 수주간격은 분당 떨어지는 적수량을 조절하여 쉽게 조절할 수 있다. 이 재배기는 사용할 때 경제적이며 사용중 고장이 없고 소음이 발생하지 않고, 특히 염소 가스로 살균된 수돗물을 이용하여 건전하게 콩나물을 재배할 수 있다. 더욱이 중요한 것은 본재배기는 콩나물 숙성재배 적온인 25~30°C에서 건전한 재배가 가능하였으나 다른 재배기는 20°C 이하에서만 재배가 가능하였다.

감사의 글

이 논문은 1996년도 원광대학교 교내 연구비 지원 을 받아 연구되었으며 연구지원에 감사드립니다.

문 헌

1. 渡邊篤二, 齋尾恭子, 橋詰和宗 : 大豆とその加工, 建帛社, p.219 (1985)
2. Aminah A., Ruth E.B., Marison F. and Arthur L.K.: Sensory attributes and safe aspects of germinated small-seeded soybeans and mungbeans. *J. Food Prot.*, **47**, 34 (1984)
3. 박무현, 김동천, 김병삼, 남궁배 : 청정콩나물생산 및 유통방법 개선에 관한 연구, 한국식품개발 연구원보고서 (1992)
4. 강호윤 : UR과 GR에 대처하는 산학연농의 협동작품 1호, 한국 콩 연구회, 제92호, 3 (1994)
5. 정동효, 장현기 : 식품분석, 진로연구사, p.214 (1992)
6. SAS: *SAS Series Package*, SAS Institute Inc, Cary, NC (1987)
7. 김길환 : 콩·두부와 콩나물의 과학, 한국식품기술원, p. 191 (1982)
8. 호남온실작물연구소 : 양액재배에서 사용하는 수돗물의 위험성, 온실산업, p.28 (1994)

(1996년 7월 11일 접수)