KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 34, No. 3, pp. 533~535 (2002)

연구노트

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

싸이펀과 두레박을 이용한 콩나물 재배기용 자동 수주 시스템 개발

김중만* · 최용배 · 황호선 · 양대기[1] · 전예정 · 송영애
원광대학교 생물환경과학부, [1]두레박식품

Development of the Automatic Watering System for the Soybean Sprouting Equipment by Siphon and Well Bucket

Joong-Man Kim*, Yong-Bae Choi, Ho-Sun Hwang, Dai-Ki Yang[1], Ye-Jung Jeon and Young-Ae Song
Division of Bio-environmental Science and Agricultural Chemistry, Wonkwang University
[1]Durebak Food Co.

The new watering system for the cabinet type of soybean sprouting equipment was developed. It was made of one siphon (Φ35 mm), one well bucket (13×10×10 cm) that its weight-center is changed by water level, and bottle-neck water tank (bottom: $18.5^W \times 32^L \times 29^H$ cm, top: $14^W \times 14^L \times 25^H$ cm). The watering system can be automatically watered more than 750 mL/sec without electric supply. The soybean sprouting equipment is consisted of the watering system and nine sprouting buckets. In addition siphon phenomena brought about easily by narrowing same as bottle-neck shape top portion of water tank that inserted a siphon. The equipment with the watering system may be produced more than three box a day in the condition of 25±1°C, and 6~7 watering times a day.

Key words: soybean sprouting equipment, siphon, well bucket and bottle-neck type water tank

서 론

콩나물은 재배적[1] 및 영양 생리적 장점[2,3]이 많아 우리의 사철 다소비 부식으로 이용되어 왔지만 최근 상업적 생산과 더불어 유해 콩나물 유통이 빈번히 적발되고 있어 하나의 사회문제로 대두되었다. 이러한 결과로 가정, 대중식당, 학교, 병원, 군대 및 각 직장 등 단체급식소에서는 콩나물을 직접 길러 소비하려는 경향이 나타나고 있다.

이러한 필요에 부응하기 위해 싸이펀 원리를 이용한 가정용 콩나물 자동 재배기를 이미 개발하였고[4] 이것을 바탕으로 복수 싸이펀을 활용 하루에 최대 2통 정도 자동 생산할 수 있는 캐비닛형 무동력 콩나물자동재배기를 개발[5]하였다. 그러나 이 캐비닛형의 콩나물재배기는 싸이펀을 4단계로 수주시스템을 구성할 경우 자동 수주 기능은 좋으나 크기가 다른 싸이펀과 저수조를 각각 4개씩 제작해야 되므로 제작시 비용이 많이 들고 높이의 제한성으로 4단계 싸이펀만으로 수주시스템을 구성할 경우 재배수 공급량이 초당 약 450 mL로 재배통 배치를 최대 2조 3단으로 배치 할 수밖에 없어 재배량이 제한된다. 물론 싸이펀과 저수조수를 증가시켜 구성하면 재배량을 증가시킬 수 있으나 이 경우 제작비가 많이 들고 수주장치 부위의 높이가 높아지는 불편이 따른다.

지금까지 소량 생산용(가정용) 수주시스템으로는 펌프식, 습지식, 단식 싸이펀 방식[4]이 있고 중량 생산용으로는 복수 싸이펀 방식[5]이 있으나 두레박과 싸이펀을 병용한 수주시스템에 대한 연구는 아직 보고되어 있지 않다.

따라서 본 연구에서는 두레박 원리와 단식 싸이펀 원리를 조합한 수주시스템을 개발하여 수주장치의 높이를 낮추고 제작비가 적게 들면서 점적수만 공급되면 무동력, 무인력으로 자동 수주될 할 수 있는 캐비닛형 재배기를 구성하여 그의 실용성을 확인하였다.

재료 및 방법

싸이펀

싸이펀의 재질은 내경이 35 mm인 유리관을 사용하여 제작하였다. 길이는 긴쪽이 37 cm, 짧은 쪽이 23 cm이었다.

저수조

저수조는 두께 5 mm의 아크릴을 사용해서 사각형으로 제작하였는데 상부를 병목형(bottom: $18.5^W \times 32^L \times 29^H$ cm, top:

*Corresponding author : Joong-Man Kim, Division of Bio-environmental Science and Agricultural Chemistry, Wonkwang University, 344-2 Sinyong-dong, Iksan, Jeonbug 570-749, Korea
Tel: 82-63-850-6677
Fax: 82-63-850-6677
E-mail: jmk@wonkwang.ac.kr

$14^{W}\times14^{L}\times25^{H}$ cm)으로 구성하였다.

두레박

재질은 아크릴, 크기는 13 cm(W)×10 cm(L)×10 cm(H)이고 좌우 양면의 기하학적 중심점보다 약간 밑에서 안쪽지점에 봉상축을 형성하고 전면하단 벽면에 복원성을 갖도록 추를 붙여 제작하였다.

재배통과 분수판

9개의 재배통을 3조 3단으로 조합해서 사용했다. 재배통의 크기는 26 cm(W)×26 cm(L)×30 cm(H)이다. 분수판은 2 mm 구멍이 156개가 뚫인 것으로 크기는 25.5 cm(W)×25.2 cm(L)×5 cm(H)이다.

재배기 구성

전보[5]의 재배기내의 수주 시스템 부분만을 본 연구에서 개발한 두레박과 싸이펀으로 구성한 수주 시스템으로 대치하여 사용했다.

수량 측정

배수량은 messcylinder로 측정하였다.

원료 콩

원료콩은 2000년산 은하콩, 재배수는 수돗물, 1통당 치상량은 원료콩 700 g, 재배온도는 30℃, 1일 수주 횟수는 6~7회이었다.

결과 및 고찰

싸이펀과 저수조의 구조 및 크기

수주시스템에 사용된 싸이펀과 저수조의 모양과 크기는 Fig. 1과 같다. 싸이펀은 길이가 다른 역U자관으로 긴 다리는 배출구(E)가 되고 흡입구(S)는 언제나 짧은 다리가 된다. 싸이펀 제작 시 중요한 것은 싸이펀의 직경과 저수조 내에서의 흡입구의 높이를 결정하는 것이다.

싸이펀 내경의 크기에 따라서 단위 시간당 재배수 공급량이 결정되기 때문에 재배통을 3조로 구성해서 재배 시 필요한 수주량은 초당 약 750 mL가 배출되어야하는데 이에 합당한 싸이펀 크기는 35 mm이다.

싸이펀 흡입관(S)의 길이는 1회 수주량을 결정하는데 싸이펀의 흡입구가 길면 배출 후기에는 수압이 낮아 450 mL/sec 이하로 배출되어 3조의 재배통에 고른 수주가 이루어지지 않게 된다. 그러므로 싸이펀 흡입구(S) 높이는 저수조 바닥에서 10 cm 높이에 유지시키는 것이 이상적이다

한편 저수조의 크기에서 높이와 넓이는 일회 수주량에 영향을 주어 넓이가 넓을수록 수주량은 증가되나 싸이펀 현상이 일어나는데 불리하다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 병목이 시작되는 밑에서만 용적을 크게 형성시켰다.

싸이펀의 기능은 두레박에서 공급되는 물로 싸이펀이 내설된 저수조의 물이 H 수위에서 H' 수위를 거쳐 H" 수위에 도달하면 싸이펀 현상이 자동으로 일어나 분수관을 통하여 재배수가 일정량씩 재배통 상단에 놓인 분수판에 공급되면 재배통걸이에 걸린 재배통에 재배수가 공급되게 하는 무동력 수주기능이 발현된다. 이때 저수조 구조에서 저수조의 상부를 a → b → c로 좁혀 주어 병목 모양을 함으로서 싸이펀 현상이 쉽게 발현되도록 하였다. 즉, 이와 같은 병목화는 적은 양의 물로 수위가 H' 수위에서 H" 수위로 빨리 상승되어 싸이펀 현상이 일어나게 한다.

이상의 관점을 고려한 저수조의 크기에서 병목 상부 크기는 14^{W} cm×14^{L} cm×25^{H} cm, 병목 하부의 크기는 18.5^{W} cm×32^{L} cm×29^{H} cm로 저수량은 60,375 mL이고, 1회 수주량은 약 10,000 mL이다.

두레박의 구조와 크기

수주시스템 구성에 사용된 두레박의 모양은 Fig. 2와 같다.

두레박은 상면이 열린 직사각형의 통이고 한 면의 상부중앙에는 받침을 두었으며 바닥에는 추를 설치하고 양측면에는 각각 봉축을 설치하였다.

두레박 제작에서 중요한 것은 수위가 H'에 근접되었을 때 한 번 기울어지는 물량으로 싸이펀 현상이 일어나기에 충분한 용량이 공급되도록 두레박의 크기를 약 1,250 mL(13×10×10 cm)로 하였다. 이때 두레박의 배수량은 약 1,150 mL이었다. 물 공급은 급수 꼭지로부터 지속적으로 물이 떨어져 두레박 내의 수위가 점진적으로 상승하다가 벽이 낮은 한쪽 즉 받침이 붙은 반대쪽으로 물이 넘치는 순간 무게 중심이 물이 넘치는 쪽으로 이동되어 담겨진 물이 순간에 쏟아진다. 물이 다 쏟아지고 나면 빈 두레박은 무게 중심이 복원되어 다시 물을 받을 수 있는 상태로 환원 될 수 있도록 즉, 수위에 따라서 무게 중심이 가변성 있게 구성하였다.

저수조의 병목 부위에 연결된 두레박의 양 축은 봉상이고, 그 양 축은 두레박 양 측면의 기하학적 중심점에서 받침 쪽으로 약간 치우친 위치에 부착하고 한쪽 밑면에 가로로 무

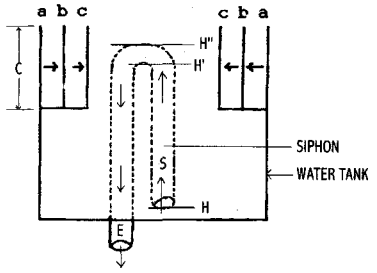

Fig. 1. Structure of siphon, water tank and it's bottle-neck.
S: Suction hole E: Exhausting hole.

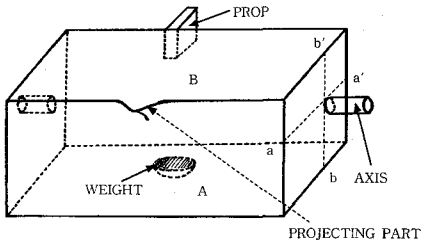

Fig. 2. Structure of well-bucket.

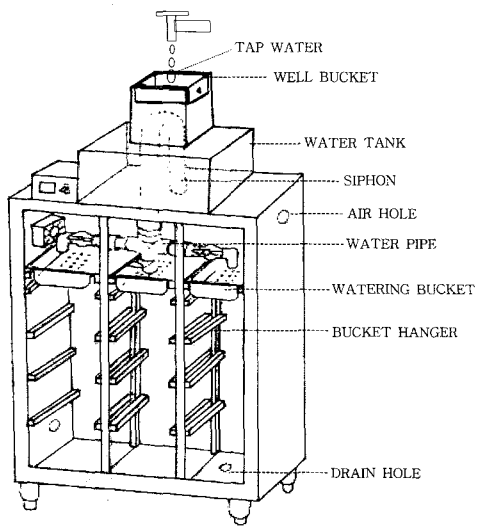

Fig. 3. Perspective of the soybean sprouting equipment.

게 중심을 변화시킬 추를 부착하였으며 그쪽 상단 중앙벽에 폭 30 mm의 받침을 가로로 두어 저수조 벽에 닿아 두레박이 비었을 때 받침대 반대쪽으로 두레박을 약 15° 정도 기울어져 있게 하고 두레박 내에서 물이 점점 불어 수위가 높아지면 두레박이 기울어진 쪽으로 약간 한쪽으로 치우친 곳에 물이 흘러내리는 순간 무게 중심이 추와 받침이 붙어 있는 반대방향으로 기울어져 두레박에 들어 있던 물이 다 쏟아져 병목부위(c)의 수위가 H 로부터 H 로 상승되어 싸이펀 현상이 일어나고 빈 두레박은 원위치로 복원되어 다시 공급수가 모아질 수 있도록 하였다.

재배기의 구성과 기능

새로 개발한 수주시스템으로 구성된 재배기 투시도는 Fig. 3과 같다. 본 재배기의 수주 메카니즘은 수도꼭지에서 물이 흘러 두레박에 떨어지면 저수조 내의 수위가 H에서 H'로 상승하여 두레박 받침 반대쪽으로 물이 흘러내리는 순간 무게 중심이 기울어져 물이 순간적으로 저수조로 쏟아진다. 이렇게 저수조에 물이 약 15번 가량 쏟아지면 저수조 내의 수위는 병목 상부까지 올라오게 된다. 이때 다시 한 번 물이 쏟아지면 수위가 높아지면서 수압에 의해서 싸이펀 현상이 일어나 배출구를 빠져 나온 물은 1회에 10,000 mL로 3개의 분수관을 통해서 각 조의 상단에 놓인 분수그릇에 3,300 mL가 공급됨으로 3단 재배시 충분한 수주를 위한 물의 양은 초당 750 mL가 되어야 한다는 결론을 얻고 이미 싸이펀과 저수조의 구조 및 크기를 설계하였다. 한편 재배통을 3단으로 쌓아 재배할 경우 밑단 재배통으로 갈수록 수주가 불충분한 문제가 발생되는데 이것은 상층 재배통의 배출구의 크기와 수를 축소시켜 줌으로써 물 부족현상을 방지하여 균일한 수주를 할 수 있다. 이렇게 공급된 물은 각 조의 재배통의 콩나물층을 통과하여 배수구로 배출되는 일련의 수분공급이 전력의 사용 없이 일정하게 이루어진다.

콩나물 재배기 구성과 콩나물 재배 가능량

Fig. 1, 2로 구성된 수주시스템을 활용하여 제작한 케비닛형 콩나물재배기 구조는 Fig. 3과 같다. 이상의 케비닛형 재배기를 이용해서 콩나물을 재배할 수 있는 재배량은 싸이펀 배출관에서 초당 750 mL 이상 배출되어 3개의 분수관에서 각각 250 mL 이상 재배수가 배출되므로 3조 1단 재배 시 3통, 3조 2단 재배 시 6통, 3조 3단 재배 시 최대 9통을 동시에 재배할 수 있다.

따라서 재배 온도를 25±1°C로 하고 생장 길이를 10~13 cm로 할 경우 하루씩 시차를 두어 불린 콩을 1조씩 차상하면 하루에 3통을 재배할 수 있다.

요 약

본 재배기의 개발 목적은 대중 음식점, 각급 학교나 각종 직장의 단체 급식소에서 콩나물을 직접 재배해서 소비할 수 있는 캐비넷형 무동력 자동재배기를 개발하는데 있다. 이 재배기의 수주시스템은 무게 중심이 수위에 따라 가변적으로 변화되어 자동 급수와 싸이펀 현상이 자동적이면서 주기적으로 일어나도록 하는 구조의 1개의 두레박과 두레박의 물 공급에 의해 저수조의 물을 일정량씩 주기적으로 배출해서 재배통에 자동으로 재배수를 공급하는 1개의 싸이펀이 내설된 1개의 저수조로 구성된 수주 방식이다. 이때 사용된 싸이펀의 직경은 35 mm로 초당 750 mL 이상이 배출되어 일반 크기의 재배통을 3조 3단으로 입체적으로 배치하여 재배할 수 있다. 두레박의 크기는 13×10×10 cm, 저수조는 상부를 병목으로 좁혀 적은 공급수로도 싸이펀 현상이 쉽게 일어나도록 하였다. 본 재배기는 25±1°C 재배 시 1일 3통(약 30~40 kg) 재배가 가능하였고 일정수량의 물이 두레박에 공급되면 무동력으로 수주되어 콩나물 자동 재배가 가능하다.

문 헌

1. Park, W.M. and Kim, S.H. Effects of Watering on Yield of Soybean Sprout. Korea Soybean Digest 15: 46-57 (1998)
2. Stephen Barnes, Helen Kim, T. Greg Peterson, Junxu, Isoflavones and Cancer-the Estrogen Paradox. Korea Soybean Digest 15: 82-93 (1998)
3. Bae, K.G., Yeo, I.H. and Ryou, B.H. Effect of Ethylene Application on Growth Characteristics of Soybean Sprout during Culture. Korea Soybean Digest 15: 31-38 (1998)
4. Kim, J.M., Choi, Y.B. and Yang, D.K. Development of Soybean Sprouter using Principle of siphoning. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 460-463 (1997)
5. Kim, J.M., Baek, S.H., Choi, Y.B. and Kim, H.U. Development of automatical soybean sprouting equipment for medium amount production by using multiple siphons. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 886-889 (1999)

(2002년 2월 7일 접수)