

대기식 현미발아시스템의 개발

Development of a rice germinating system of air-exposure type

임기택*	정중훈*	홍지향*
정회원	정회원	정회원
K.T. Lim	J.H. Chung	J.H. Hong

1. 서론

현미발아의 3대 요인으로 온도, 수분 및 산소가 있다. 발아에 적합한 온도와 수분, 그리고 호흡에 필요한 산소가 있어야 한다. 일반적인 현미발아 방법은 침지법으로 수조내의 현미를 침지시켜 발아시킨다. 이 과정에서 일정 간격으로 물을 갈아주어 부유물로 인한 오염을 줄여주나 침지 온도변화가 발생하며 침지 중 산소공급 부족으로 발아율이 저조하고, 발아 시 악취 발생과 부패 문제점이 있다. 또한 현미발아 전 과정이 발아수조 내에서 이루어지므로 세균이나 곰팡이에 의한 오염으로 품질이 저하될 수 있다. 외형적으로 선별된 양호한 품질의 현미를 침지 발아시키나 현미 중 내부조직이 손상된 현미는 침지발아과정에서 부패하여 심한 악취를 발생시키고 손상 정도에 따라서 발아율이 현저하게 저하되거나 발아된 현미 중 썩는 것도 발생된다. 또한 기존의 침지법은 현미를 침지시켜 발아한 후 물에서 건져 낸 후 세척과 건조 과정에서 발아된 싹이 절단되는 문제점과 건조시키기 위한 별도의 설비를 갖춰야 하는 문제점 등이 있다.

본 연구에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 물을 현미에 대기 분사시켜 최소 시간 내에 현미를 발아시키고 건조시키는 대기식 현미발아 시스템을 개발하는 것이다. 또한 대기식 발아실 내에서 음이온을 처리하여 발아와 생육을 촉진할 수 있는 현미발아장치 및 발아방법 개발하고자 한다. 현미 발아 시 산소부족으로 인한 악취가 발생되므로 물을 교체하거나 오존 발생기를 설치하여 악취를 방지하도록 하였다. 이와 같은 대기식 현미발아장치의 개발로 현미의 발아율을 높이고, 싹 성장을 촉진시키며 제조비용과 제조시간을 크게 줄이고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 실험재료

본 실험에 사용된 현미는 2005년에 수확된 동진현미이다. 현미의 초기함수율은 14.3%이고 현미발아시스템에 설치된 음이온 발생장치(EFTR20EX-D, Korea) 전자방사식으로 이온수량은 100만 이상이 발생한다. 또한 음이온 측정기는 공기흡입식 이온 측정기(ITC -201A, INTI Co. Japan)를 사용하였다.

* 서울대학교 바이오시스템·소재학부 바이오시스템공학 전공

량은 100만 이상이 발생한다. 또한 음이온 측정기는 공기흡입식 이온 측정기(ITC -201A, INTI Co. Japan)를 사용하였다.

나. 대기식 현미발아시스템 개발

본 연구에서는 온도, 수분, 산소를 모두 충족시킬 수 있는 설계요인과 현미의 발아를 물에 침지시키지 않고 대기식 분사를 통하여 현미를 발아할 수 있는 대기식 현미발아시스템을 개발하였다. 현미발아시스템은 그림 1과 같으며 챔버 내 습도와 수조 내 물의 온도가 디지털로 표시한다. 현미발아시스템 제어부에서는 현미발아조건에 따라서 온도설정과 물분사 운전 및 타이머 조절, 오존발생장치, 음이온발생장치, 환기팬 작동 등의 실험조건을 설정할 수 있다. 본 실험에서는 상온 25℃, 상대습도 90% 조건에서 10um 필터장치를 거친 물 분사를 20분 ON/OFF 사이클로 48시간동안 작동한다. 48시간이 지난 시점에서는 40℃로 24시간동안 발아현미를 건조한다.



(a) The image of front view

(b) The image of inside view

Fig 1. The picture of developed a rice germinating system of air-exposure type

본 시스템은 기존의 현미 발아방법과 같이 물에 담그는 공정 등을 생략하고 현미발아 장치의 발아실에서 물을 분무함으로써 일정한 온도를 유지함과 동시에 현미가 최단시간에 이루어져 원하는 길이로 싹을 생육시킬 수 있게 됨으로 현미가 부패되는 것을 방지하고 발아율을 최대한 높일 수 있는 효과를 얻는 것이다.

다. 실험방법

본 연구에서는 현미를 대기식으로 발아시키기 위한 것으로 현미발아시스템 내부에 현미를 보관할 수 있도록 된 다수의 채반과 채반에 보관된 현미를 발아시킬 수 있도록 본체의 우측

내벽에 파이프라인의 분사노즐을 통해 물을 분무시켜 현미를 발아시킬 수 있도록 구성하였다. 그림 2는 본 연구에서 개발한 대기식 현미발아시스템 내부의 실험 사진이다. 실험방법으로는 실험군 500g, 높이 0.5cm와 실험군 1000g, 높이 1cm로 각각 비교 실험하였다. 현미발아율과 싹길이 측정은 48시간동안 12시간 간격으로 조사하였다. 현미발아장치에서 현미 발아방법을 공정별로 설명하면 다음과 같다. ① 세척 및 선별과정 : 깨끗한 물에 현미를 조심스럽게 세척한다. 세척시 배아가 파손되지 않도록 하고 깨끗한 찬물로 반복하여 세척한다. 세척공정을 마친 후에는 선별작업을 통하여 우량한 현미만을 선택한다. 이때의 선별공정은 현미의 발아율을 높이기 위한 것이다. ② 발아실 보관공정 : 세척 및 선별공정 후에는 현미를 깨끗하게 살균된 채반에 균일하게 펼친 상태로 현미발아시스템 내의 가이드레일을 이용하여 채반을 끼워 보관한다. ③ 발아공정 : 채반에 담긴 현미가 발아될 수 있도록 발아실의 온도를 25℃ 지속적으로 실시한다. 오존발생기를 작동하여 현미에서 발생하는 발아시의 악취를 제거하는 효과를 갖는다. 물을 지속적으로 분무시켜 채반에 보관된 현미에 약 24시간 동안 공급하면 현미의 배아에서 발아되어 싹이 트기 시작한다. 이때 현미의 싹길이가 0.1~0.6mm인 것으로 나타났다. ④ 생육공정 : 상기 현미를 발아시킨 후 1일 더 물 분무시키면 현미싹이 1.5~3mm로 생육된다. 발아실 내부에 설치된 음이온발생장치를 이용하여 음이온이 현미의 발아를 촉진하도록 하였다. ⑤ 건조공정 : 현미발아시스템의 제어부는 48시간동안 프로그램이 완료되면 물 분무를 중단하고 40℃의 열풍을 24시간동안 작동하여 발아현미를 건조한다.

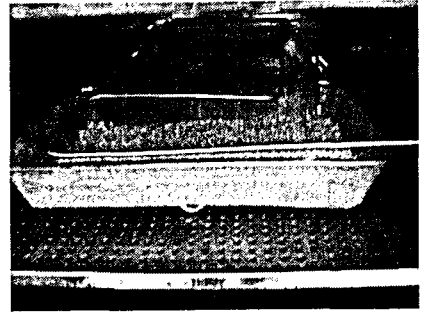


Fig 2. The picture of an experimental device

3. 결과 및 고찰

가. 현미 발아율

현미발아시스템에서 생산한 현미의 발아율과 침지상태에서 발아한 현미의 대조군 결과는 그림 3과 같다. 대조군은 6시간동안 침지시킨 후 25℃, 90%조건에서 48시간동안 실험한 결과이고 실험군은 침지시간 없이 대기식 현미발아시스템에서 48시간 실험한 결과이다. 실험군과 대조군은 20℃에서 48시간까지 12시간 간격으로 현미의 발아율을 3반복 측정하였다.

대기식 현미발아시스템에서 생산한 발아현미의 발아율은 대조군에 비해 약 40% 이상의 높은 발아율 촉진효과를 나타내었다. 그림 4는 현미발아시스템에서 음이온 자극을 적용한 실험군과 음이온을 적용하지 않은 대조군과의 실험결과이다. 실험양으로는 채반에 현미 500g, 높이 0.5cm로 정량화하였다. 실험 결과 음이온을 적용한 실험군이 무처리군에 비해 약 발아율이 5~10% 향상되었음을 보여주었다. 또한, 현미 1000g, 높이 1 cm로 실험하였을 때 시료의 양 500g인 경우와 마찬가지로 음이온이 발아율을 약 5~10% 증가시켰으며,

이 때 현미의 양과 발아율의 관계는 유의적인 차이가 없었다.

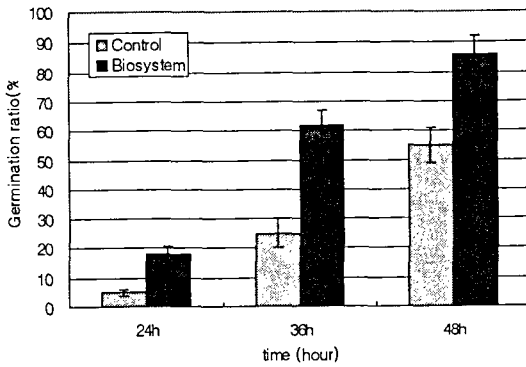


Fig.3 Comparison of germination ratio between the air-exposure germination with the developed biosystem and a water-soaking method(control)

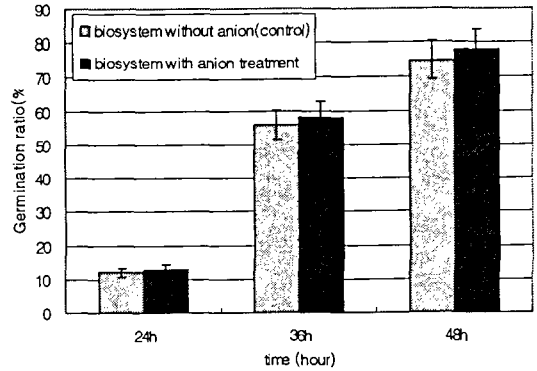


Fig.4 Comparison of germination ratio between the developed biosystem with anion treatment and the biosystem without anion(control)

나. 현미씩 성장길이

상기에 나타난 실험조건에서 현미씩 성장길이를 측정한 결과는 그림 5와 같다. 실험 결과 현미발아시스템에서 생산한 발아현미의 싹 성장길이가 대조군에 비해 약 40% 이상의 높은 싹 성장촉진 효과를 나타내었다. 그림 6은 음이온 자극에 따른 현미 싹 성장촉진 결과로서 음이온을 적용한 실험군이 무처리군에 비해 약 발아율이 5~10% 향상되었음을 보여주었다. 또한, 채반에 현미 1000g, 높이 1 cm로 실험하였을 때 시료의 양 500g인 경우와 마찬가지로 음이온이 현미 싹 성장촉진효과를 약 5~10% 증가시켰으며, 이 때 현미의 양과 현미 싹 성장촉진과의 관계는 유의적인 차이가 없었다.

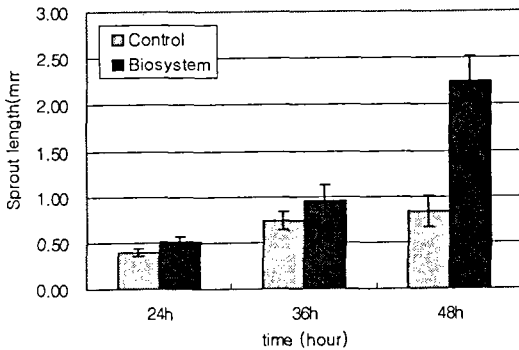


Fig.5 Comparison of sprout length between the air-exposure germination with the developed biosystem and a water-soaking method(control)

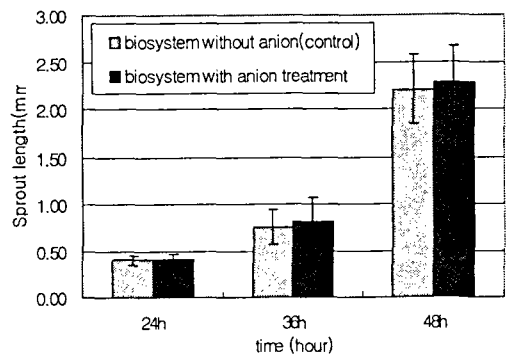


Fig.6 Comparison of sprout length between the developed biosystem with anion treatment and the biosystem without anion(control)

다. GABA분석 결과

본 연구에 사용된 감마아미노부티르산(γ -aminobutyric acid, GABA) 분석방법으로는 HPLC(AccQ Tag Amino Acid Analysis System)법으로 분석하였다. GABA함량은 표준 GABA를 100nmol/ml과 200nmol/ml로 흘려준 후 면적을 기준하여 계산한 뒤 그 표준 GABA의 면적과 샘플의 면적과 대비하여 분석결과를 비교 산출한다. 단위는 nmole/g으로 혹은 이를 환산하여 mg/g으로 GABA농도를 표시한다.

Table. 1에서 Type A는 발아현미(대기발아), Type B는 발아현미(침지발아) Type C는 찰발아(침지발아) Type D는 발아흑미(침지발아) Type F는 일반현미(미발아)이다.

Table. 1 The analysis result of GABA concentration

Species of brown rice	GABA concentration	remark
Type A	36.49(\pm 0.01) mg/100g	2 replication
Type B	40.78(\pm 5.2) mg/100g	2 replication
Type C	39.48(\pm 4.3) mg/100g	2 replication
Type D	43.33(\pm 5.5) mg/100g	2 replication
Type F	4.7 mg/100g	-

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 현미의 발아를 물에 침지시키지 않고 대기식 분사를 통하여 현미의 발아를 2일 이내에 발아시킬 수 있는 대기식 현미발아시스템을 개발하였다. 본 시스템은 현미발아율과 현미 싹 성장촉진율을 크게 향상시킬 수 있는 기술로 나타났다. 기존의 현미발아방법에서 물에 담그는 공정 등을 생략하고 현미발아장치의 발아실에서 물 분사를 20분 주기로 분무하여 일정한 온도를 유지함과 동시에 현미가 최단시간에 발아함으로써 싹을 생육시킬 수 있게 하였다. 또한 발아실 내에서 오존과 음이온을 처리하여 발아현미가 부패되는 것을 방지하고 발아와 생육을 촉진할 수 있었다. 본 연구에서 개발한 대기식 현미발아시스템을 이용해 현미발아를 처리한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 대기식 현미발아시스템에서 생산한 현미의 발아율과 싹 성장길이는 침지 발아한 현미 대조군에 비해 약 40% 이상 발아율이 향상되었고 싹 성장길이 촉진효과도 대조군에 비해 약 40-50%이상 향상되는 것으로 나타났다.
2. 현미발아시스템 내에서 음이온을 적용한 결과 현미의 음이온자극 군이 무처리군에 비해 발아율과 싹성장 촉진 효과에 약 5~10% 향상되는 것으로 나타났다.
3. 현미의 GABA함량 분석 결과 일반현미는 4.6 mg/100g에 비해 대기식 현미발아시스템에서 생산한 GABA함량은 36.49(\pm 0.01) mg/100g로 약 9배 높은 GABA함량을 나타냈다.
4. 대기식 현미발아시스템에서 채반에 실험군 500g, 높이 0.5cm와 실험군 1000g, 높이 1cm

로 각각 실험한 결과 현미의 양에 따른 현미 발아율 및 현미 싹 성장속진과 관계는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉, 현미의 양에 관계없이 음이온이 발아율과 싹 성장에 영향을 미침을 알 수 있었다.

5. 참고문헌

1. 김명한. 2001. 현미 발아방법 및 현미 발아장치. 국내공개특허 제 10-2001-0023887
2. 최희돈 외. 2004. 전처리 조건이 현미 및 발아현미의 γ -aminobutyric acid 함량에 미치는 영향. 한국식품과학회지. 35(5):761-764
3. 김경탁 외. 2003. 고전압 펄스 전기장 처리에 의한 감귤주스의 저장중 품질변화. 한국식품과학회지. 35(4):635-641
3. 권오진 외. 1995. 식품산업에서의 미생물 제어를 위한 오존처리 효과. 농산물저장유통학회지 3(2):149-154
4. G.Fischer. 2004. Effects of Weak $16\frac{2}{3}$ Hz Magnetic Fields on Growth Parameters of Young Sunflower and Wheat Seedlings. Bioelectromagnetics 25:638-641
5. Masanori Kobayashi. 2004. Effects of Combined DC and AC Magnetic Fields on Germination of Hornwort Seeds. Bioelectromagnetics 25:552-559