

침지조건이 브로콜리 발아에 미치는 영향

¹박 주 영 · ¹유 창 훈 · ¹이 인 화 · ²홍 승 호 · † ²차 진 명
¹조선대학교 환경공학부 BK21 바이오가스기반 수소생산 전문인력양성팀, ²비앤이테크(주)
(접수 : 2008. 3. 31., 게재승인 : 2008. 11. 10.)

Effect of broccoli sprouts germination by soaking water condition

Ju-Young Park¹, Chang Hoon Yoo¹, In-Hwa Lee¹, Seung-Ho Hong², and Jin-Myeong Cha^{2†}

¹Department of Environmental Engineering, BK21 Team for Biohydrogen Production, Chosun University,
Gwangju 501-759, Korea, ²B&E Tech Co., Ltd., Junnam, 458, korea

(Received : 2008. 3. 31., Accepted : 2008. 11. 10.)

In order to optimization germination condition of broccoli, we carried out germination ratio experiment under soaking time, soaking temperature, oxygen concentration. The germination ratio results 98.5% following as soaking water having 10 ppm DO (demanded oxygen) during 4 hr at 20~30°C. The result of provide the dissolved oxygen water, when the concentration of oxygen water were 7, 12 ppm, germination ratio were observed about 76%, 92%. Also, we showed the growth rate of 2 times in 12 ppm compared with 7 ppm. Consequently, germination ratio of broccoli increased cultivation condition at soaking water having high concentration oxygen more than supply to oxygen water of high concentration.

Key Words : *broccoli, soaking water condition, germination ratio, growth rate, oxygen water*

서 론

십자화과 (Brassica)속은 350속의 약 3,000종이 있으며, 주로 북반구의 온대에서 난대에 분포하고 있고, 그 중에서도 서아시아에서 지중해 연안지방에 특히 종류가 많다. 우리나라에 많이 재배되고 있는 십자화과 채소류로는 양배추, 배추, 케일, 브로콜리, 무우, 열무, 유채, 냉이, 갓등이 있는 것으로 알려져 있다. 브로콜리등 십자화과에 속하는 채소들에 주로 함유된 함유 phytochemicals는 대부분 glucosinolates의 효소적 가수분해산물인 isothiocyanates, nitriles 및 sulfides 등의 화합물들에 기인된다(1).

Sulforaphane은 국내산 십자화과 채소들 등에서 브로콜리에 가장 많이 함유되어 있다고 알려져 있다(2). 이러한 Sulforaphane은 선택적으로 phase II 효소들 (glutathione transferase와 quinone reductase 등)을 유도함으로써 발암 (carcinogenesis)에 대해서 방어 작용을 나타낸다(3). 또한 브로콜리는 여러 종류의 십자화과 채소 추출물을 투여한 임상실험에서 쥐 간 cytosol 중 glutathione S-transferase 유도효과가 가장 높다는 보고가 있다(4). 이에 많은 연구자들이 브로콜리의 효능을 검증하기 위한 연구가 수행 중

에 있다(5-7).

종자의 파종 시 발아율을 증진시키기 위해서는 파종 전 휴면을 적절히 타파하여 발아율을 높이는 다양한 방법들이 적용되고 있다. 그 중 식물생장조절제를 처리하면 발아율을 증대시키고 처리비용이 상대적으로 낮기 때문에 많이 이용된다. 그러나 식물생장조절제는 작물에 선택적으로 작용하며, 처리농도 또는 침지 시간에 따라 그 효과가 변한다고 알려져 있다(3, 4, 8). 그러므로 십자화과 채소의 재배를 위해서는 우선 발아율을 증대시킬 수 있는 재배조건을 규명하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 식물생장조절제를 대신하여 산소수를 이용하여 침지시간, 침지온도, 침지 시 산소농도에 따른 브로콜리의 발아 시 최적조건을 확인하여 대량 생산 시 기초 자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

재료 및 실험장치

브로콜리는 아시아종묘에서 구입하여 암실의 실온에서 보관하면서 사용하였다. 침지조건에 따른 브로콜리 새싹의 발아율의 최적조건을 찾아내기 위하여 Fig. 1의 (a)의 정체식 재배 장치를 이용하였다. 산소 농도가 발아율에 미치는 영향은 (b)의 순환식 재배장치를 사용하였다. 산소수 공급을 위한 순환식 재배

† Corresponding Author : B&E Tech Co., Ltd., R&D Center, Jennam, 458, korea

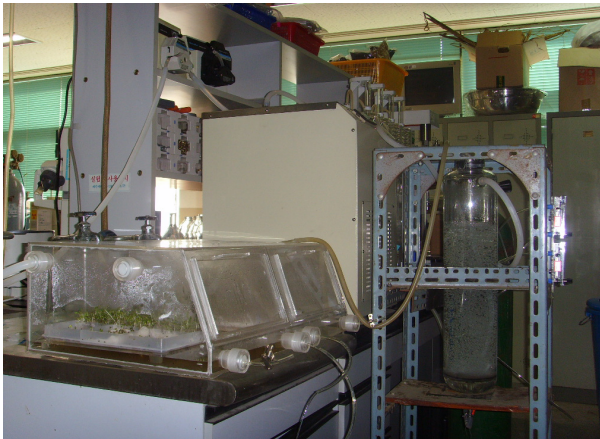
Tel : +82-61-373-9092, Fax : +82-61-373-9091

E-mail : padori@daum.net

장치는 밀폐된 공간이 내부에 두개 존재하는 아크릴 반응기로 제작하였다.



(a)



(b)

Figure 1. The schematic diagram of experimental apparatus; (a) pool system, (b) flow system.

실험방법

침지 시간에 따른 조건별 발아율 실험은 침지 여부에 따른 새싹종자의 발아력을 알아보기 위하여 브로콜리 종자를 침지와 무침지 상태로 처리하였다. 침지시간은 종자의 건조상태를 감안하여 2, 4, 10시간으로 처리한 뒤 7일 동안 24시간마다 발아상을 관찰하였다.

침지 온도 조건에 따른 발아율 실험은 항온조에서 순환 온도를 15, 20, 25, 30, 40 (±1)℃로 설정하여 브로콜리 종자를 각 온도조건으로 4 시간 침지한 후 정체시스템 재배 반응기에 파종하여 암상 20℃에서 7일 동안 24시간마다 발아상을 관찰하였다.

고농도 산소조건에서의 발아율 실험은 침지 중 용존산소 감소로 인한 발아 양상과 고농도 산소수에서의 발아상을 파악하기 위하여 브로콜리 종자를 20℃에서 4시간 침지하였다. 그 후 재배수의 용존산소를 1.5, 7, 12 ± 2 ppm으로 공급하여 발아상을 관찰하였다.

모든 실험은 브로콜리 5 g씩을 치상하고, 각 처리구당 3번 반복하여 암상태로 발아시켰다. 발아상은 치상 후 24시간 간격으로 종자의 유근이 1 mm 정도 신장한 것을 발아한 것으로 간주하여 조사하였다.

결과 및 고찰

침지시간에 따른 영향

Fig. 2는 침지 시간에 따른 브로콜리 발아율을 나타낸 결과이다. 브로콜리 종자의 건조상태를 감안하여 0, 2, 4, 10시간 조건구로 나누어 발아상을 7일 동안 24시간 마다 관찰하였다. 치상 1일이 경과하면서 발아가 시작되었는데, 무침지구가 침지구에 비해 초기 발아율이 낮았으며, 특히 4시간, 10시간 침지구의 1일째 발아율이 각각 17%, 10%로 무침지구에 비해 12%이상 증가하였다. 치상 후 3~4일째 부터 대부분의 종피가 갈라져 유근이 보이기 시작하였고, 시간이 지나도 더 이상 자라지 않고 유근이 2 mm를 유지하였다. 또한 발아율의 증가는 치상 3~4일째가 가장 컸으며, 치상 5일 이후로는 큰 변화가 없었다. 브로콜리 종자는 파종 4시간 이상 침지를 할 경우 컬의 종피의 색이 진갈색에서 연갈색이나 밤색으로 연해지고 종피가 터지는 현상이 관찰되었으며, 발아율은 약 20% 증가하였다.

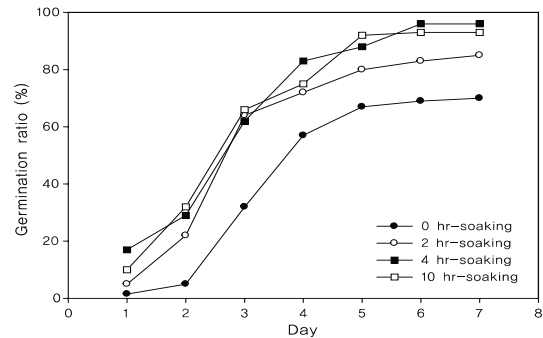


Figure 2. The germination ratio of broccoli seeds as pre-soaking treatment times for 7 days.

침지수 온도에 따른 영향

침지수의 온도에 따른 발아율을 확인한 결과가 Fig. 3에 나타내었다. 침지수의 온도를 10, 20, 30, 40℃으로 유지한 상태에서 4시간 침지시킨 후 7일 동안 각 종자의 발아율을 관찰하였다. 그 결과 10에서 40℃ 사이에서 전체적으로 비교적 발아율이 좋았으나, 10℃의 7일째 최종발아율은 67%로 20, 30, 40℃의 최종 발아율의 80, 96, 93%에 비하여 다소 낮은 양상을 보였다. 또한 30℃와 40℃에서 침지한 처리구간의 차이는 없었으나 20℃의 처리구 보다는 30℃ 이상일 경우 최종발아율이 약 15% 이상 증가하는 것으로 나타났다.

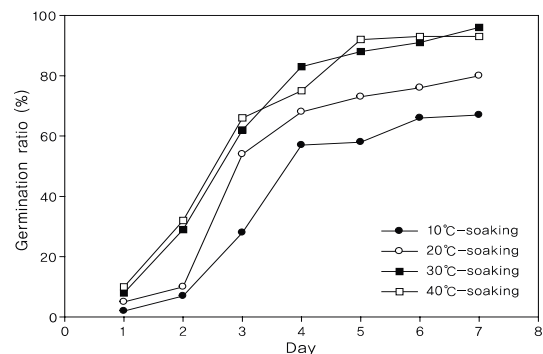


Figure 3. The germination ratio of broccoli seeds as pre-soaking treatment temperature of soaking water for 7 days.

침지 중 용존산소 공급에 따른 브로콜리 종의 발아율

Fig. 4는 침지 중 용존산소 공급에 따른 영향을 나타낸 결과이다. 침지 중 용존산소 감소로 인하여 발아 양상을 관찰하기 위하여 침지수 온도 20℃에서 4시간 침지하는 동안 정체식 재배 장치를 이용하여 용존산소를 10 ppm이상 유지한 처리구와 대조구의 발아양상을 비교하였다. 휴면중인 종자에서는 호흡이 극히 미미하지만, 종자가 일단 발아하기 시작하면 호흡이 매우 빨라진다. 따라서 종자가 정상적으로 발아하기 위해서는 다량의 산소가 공급되지 않으면 안된다.

그 결과 침지 중 용존산소를 공급하여 준 처리구와 대조구의 발아율인 치상 후 1일째 각각 12, 8%로 처리구가 대조구에 비해 약 4 % 높게 나타났다. 그리고 3~4일부터는 대조구에 비해 처리구가 약 7% 발아율이 증가하는 것으로 나타났다.

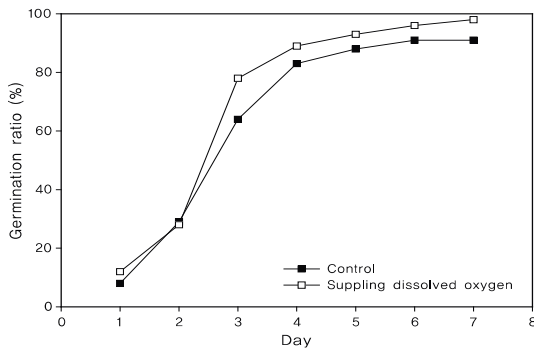


Figure 4. The germination ratio of broccoli sprouts as suppling dissolved oxygen treatment of soaking water.

순환식 재배 장치에서 용존산소 공급에 따른 영향

침지 시 10 ppm 용존산소 조건에서 발아율이 증가한다는 결과를 토대로 순환식 재배 장치에서 용존산소 변화에 따른 발아율 및 성장률을 확인하기 위한 실험을 수행하였다. 일반수는 20~30℃에서 약 DO가 7~8 ppm이다. 침지수 온도 20℃에서 4시간 침지시킨 후 순환식 재배 장치에서 산소의 농도를 7.0, 12.0 ppm으로 일정하게 유지시키면서 7일 동안 발아율과 성장률을 관찰하였다. 용존산소 공급에 따른 결과가 Fig. 5에 나타내었다. Fig. 5의 (a)에서 보는 바와 같이 7 ppm에서 76% 발아율을 보였으며, 12 ppm의 용존산소에서는 92%의 발아율을 보였다. 그러나 성장률의 경우 3일째까지는 용존산소의 농도에 영향을 받지 않았으나 4일째부터 현저한 차이가 보였다. 실험 7일째 비교하였을 때 12 ppm 농도로 산소수를 공급조건이 7 ppm에 비해 2배 이상의 성장률이 증가함을 확인할 수 있었다.

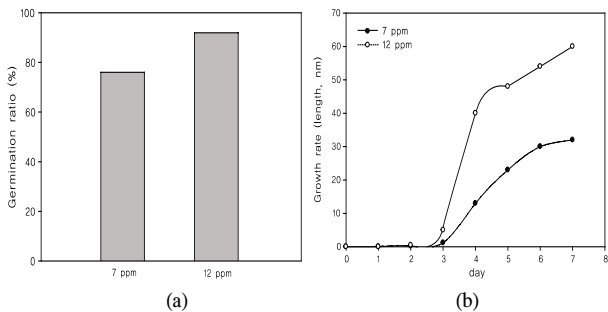


Figure 5. The effect of broccoli sprouts as a function of various dissolved oxygen at flow system; (a) germination ratio, (b) growth rate.

요 약

본 연구에서는 다양한 침지조건에서의 브로콜리 최적 발아조건을 찾기 위한 실험을 수행하였다. 그 결과 4시간동안 20~30℃에서 10 ppm 이상의 용존산소를 공급하면서 침지하였을 경우 약 98.5%의 발아율을 보였다. 산소수의 영향을 관찰한 결과 7, 12 ppm에서 각각 76%, 92%의 발아율을 보였으며, 12 ppm 산소수 공급조건에서 7 ppm에 비해 2배 이상의 성장률을 확인할 수 있었다. 결과적으로 브로콜리의 발아율은 재배 시 산소수의 공급보다 침지 시 산소수를 공급할 경우 증가하는 것으로 판단된다.

감 사

이 논문은 2008년도 한국산업기술재단 지역혁신 석박사 인력양성 사업에 의해 지원받아 연구되었으므로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

1. S. M. Lee, S. H. Rhee, and K. Y. Park (1997), Antimutagenic Effect of Various Cruciferous Vegetables in Salmonella Assaying system, *J. Fd Hyg. Safety* **12**(4), 312.
2. M. R. Kim, K. J. Lee, J. H. Kim, and D. E. Sok DE (1997), Determination of sulfuraphane in cruciferous vegetables by SIM, *Korean J Food Sci Technol*, **29**, 882.
3. Y. Zhang, P. Talalay, C. G. Cho, and G. H. Posner (1992), A major inducer of anticarcinogenic protective enzymes from broccoli : Isolation and elucidation of structure, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **80**, 399.
4. M. R. Kim, K. J. Lee, J. H. Kim, and D. E. Sok DE (1997), Inductgion of hepatic glutatione S-Transferase activity in mice admistred with various vegetable extracts, *J Food Sci Nutr.* **2**, 207.
5. G. Nelson, and R. B. Jose (2003), Characterisation of Three ACC Synthase Gene Family Members during Post=Harvest-Induced Sensesence in Broccoli, *Journal of Plant Biology* **46**(4), 223.
6. J. H. Kim, and J. R. Botella (2002), Callus Induction and Plant Regeneration from Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) for Transformation, *Journal of Plant Biology* **45**(3), 177.
7. D. J. Kim, H. K. Kim, M. G Kim, and J. S Lee (2007), Analysis of Oxalic Acid of Various Vegetables Consumed in Korea, *Food Sci. Biotechnol.* **16**(4), 650.
8. Bewley, J. D. (1997). *Dormancy and Control of Germination*, 2nd ed., pp192-271, Plenum press, New York, USA.