

退化處理에 따른 참깨, 파, 상추 種子의 糖, 아미노산, 蛋白質 漏出*

李錫淳** · 洪承範**

Leakage of Sugars, Amino Acids and Protein from Differently-Aged Seeds of Sesame, Welsh Onion and Lettuce*

Suk Soon Lee** and Seung Beom Hong**

ABSTRACT: Experiments were conducted to obtain information on separation of nonviable seeds from seed lots by the nondestructive ways. Seeds of sesame, welsh onion and lettuce were artificially aged at 90% relative humidity and 45°C to get different seed qualities. The relationships between seed quality and leakage of total sugars, amino acids, and proteins into soaking water were determined to know a possibility of grading seeds.

Dead seeds of lettuce leaked significant amounts of total sugars, amino acids, and proteins, while high quality seeds leaked negligible amounts of total sugars and some of amino acids and proteins. Dead seeds of welsh onion leaked significant amounts of amino acids and some total sugars and proteins, while high quality seeds leaked negligible amounts of these compounds. Sesame seeds leaked little total sugars, amino acids, and proteins regardless of seed quality.

Key words: Nondestructive ways, Artificial aging, Sugars, Amino acids, Proteins

종자를 기계로 파종하기 위해서는 알맞은 파종기의 개발과 그 기계에 알맞은 모양과 크기로 종자가 선별되어야 한다. 그러나 크기가 작고, 가벼우며, 모양이 불규칙한 종자는 알맞은 栽植距離에 알맞은 數의 종자를 기계로 파종하기 어려우므로 불활성 물질을 첨가하여 종자를 일정한 크기의 둥근 모양으로 만드는 종자 pelleting 기술이 필요하다. Pellet 종자는 값이 비싸고, 1株1粒씩 파종할 경우 缺株가 생기면 收量 減少는 물론 品質이 고르지 않으므로 현재 국제사회에서는 발아율이 95% 이상인 優秀種子를 요구하며¹⁰⁾, 이를 위하여 파종하기 전에 죽은 종자나 活力이 낮은 종자를 선별해 내는 기술이 필요하다.

풍구, 키, 체, 鹽水選 등을 이용하면 比重이나

크기에 따라 未熟種子나 크기가 다른 종자를 선별할 수 있지만 충실한 종자가 불량한 저장조건에서 죽었거나 活力이 떨어진 종자를 非破壞的으로 선별해 낼 수는 없다. 또 발아시험을 하면 종자의 活力을 추정할 수는 있지만³⁾ 종자를 파괴하므로 다시 종자로 이용할 수는 없다.

非破壞的으로 죽은 종자와 活力이 낮은 종자를 선별해 낼 수 있는 방법은 최근에 연구를 시작하였는데¹³⁾, 현재 sinapine을 함유하고 있는 양배추, broccoli, cauliflower 등 Brassica 屬 종자에 대해서는 실용화 단계에 있으나 대부분의 종자에는 연구가 진행 중에 있다. 종자가 물을 흡수하면 약 100MPa의 압력으로 물을 흡수하므로 細胞膜이 상처(imbibition injury)를 입으므로 죽은 종

* 이 연구는 1993년도 韓國科學財團 研究費支援(931-0600-028-2)에 의한 결과임.

** 嶺南大學校 自然資源大學 農學科(Dept. of Agronomy, Coll. of Natural Resources, Yeungnam Univ., Kyongsan 712-749, Korea).

자나 活力이 낮은 종자에서는 糖, 아미노산, 단백질, 무기성분 등 가용성 물질이 많이 확산되어 나오지만 살아있는 종자는 세포막의 상처를 곧 회복하여 가용성 물질이 많이 나오지 않으며, 종자에서 나오는 물질은 작물의 종류, 종자의 활력, 침지 시간 등에 따라 현저히 다르다.

그래서 본 시험에서는 참깨, 파, 상추 종자의 活力을 다르게 만든 후⁷⁾ 種子活力이 다른 종자를 물에 침지하였을 때 나오는 物質의 種類, 量, 速度 등을 조사하여 장차 작물마다 비파괴적으로 활력이 낮은 종자를 선별해 낼 수 있는 방법의 기초를 확립하고자 한다.

材料 및 方法

공시작물(품종)은 1993년 서울종묘산업에서 생산한 참깨(*Sesamum indicum* L., 안산깨), 파(*Allium fistulosum* L., 백진주파), 상추(*Lactuca sativa* L., 청치마상추)이었으며, 종자를 -10℃에 보관하였다가 시험에 사용하였다.

종자의 인위적 퇴화(artificial aging)는 相對濕度 90%(glycerol과 물을 섞어 比重 1.089이 되도록 조절하여 밀폐된 상자에 넣음)⁷⁾, 온도 45℃에서 퇴화처리하여 작물마다 발아율이 약 50%인 활력이 중인 종자, 0%인 죽은 종자를 만들었으며, 건전종자는 퇴화처리하지 않았다.

활력이 다른 종자를 물에 침지하였을 때 분비되는 당, 아미노산, 단백질을 측정하기 위하여 종자 1.0g과 10ml의 蒸溜水를 50ml 용기에 넣고, 25℃에서 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24시간 침지시킨 후 여과하여(Whatman #42) 濾過液이 10ml가 되도록 증류수를 보충하였다. 용액의 성분 변화를 막기 위하여 시료가 담긴 용기를 100℃ 물에 5분간 담구어 酵素를 불활성시킨 후 -10℃에 冷凍保管하였다가 실온에서 녹인 후 분석에 사용하였다. 또 종피나 세포막이 종자내의 당, 아미노산, 단백질 분비를 억제할 수 있으므로 종자를 Wiley mill (General Electric, USA)로 분쇄하여 20mesh 체를 통과시킨 시료를 25℃에서 24시간 침지한 후 濾液을 분석하여 종자내의 이들 성분함량을 분

석하였다. 全糖은 phenol-sulfuric법⁶⁾, 아미노산은 Ninhydrin법¹¹⁾, 단백질은 Lowry법¹²⁾으로 분석하여 정량하였다.

結果 및 考察

1. 全糖(total sugars)

활력이 다른 종자를 물에 침지하였을 때 침지시간에 따라 전당의 분비량을 보면 그림 1과 같다. 참깨는 종자활력과 상관없이 침지용액 중 거의 전당을 함유하지 않으며 파 종자는 침지한지 16시간까지는 종자활력과 관계없이 전당을 거의 분비하지 않았으나 그 이후에는 죽은 종자가 건전종자나 활력이 중인 종자보다 더 많은 전당을 분비하였다. 한편 상추의 죽은 종자는 침지시간이 경과할수록 전당의 분비량이 계속해서 증가하였지만 건전종자는 크게 증가하지 않거나 오히려 다소 감소하는 경향을 보여 침지 4~8시간 이후에는 죽은 종자와 건전종자간에 전당의 분비량은 비슷하여 작물마다 전당을 분비하는 양상이 현저히 달랐다. 건전종자의 전당 분비량이 시간이 경과할수록 감소한 것은 종자가 분비한 당을 다시 흡수하여 대사에 이용하기 때문으로 보인다¹⁾.

종자를 물에 침지하였을 때 활력이 낮은 종자가 건전한 종자보다 전당을 더 많이 분비하는 것은 벼²⁾, 옥수수⁴⁾, 배추⁹⁾, 무⁹⁾, 유채⁹⁾ 등에서 보고되었으며, 참깨가 종자의 활력에 관계없이 전당을 거의 분비하지 않은 것은 보리¹⁾, crimson clover⁵⁾, 양파⁹⁾, 담배⁹⁾, 토마토⁹⁾, 오이⁹⁾, 참외⁹⁾, 당근⁹⁾ 등에서 보고된 바와 같은 경향이였다.

종자 퇴화처리 정도에 따라 분쇄한 종자와 분쇄하지 않은 종자를 24시간 동은 침지했을 때 침지용액의 전당 함량을 보면 표 1과 같다. 상추와 파의 활력이 중인 종자를 분쇄한 것을 물에 침지하였을 때 전당 함량이 건전종자나 죽은 종자보다 적었지만 대체로 종자의 활력이 낮을수록 전당 함량이 낮은 경향이였다. 분쇄하지 않은 종자를 물에 침지하였을 때 분비되는 당의 비율(분쇄하지 않은 종자 침지용액의 당 함량/분쇄한 종자 침지용액의 당 함량)은 3작물 모두 종자활력이 떨어질

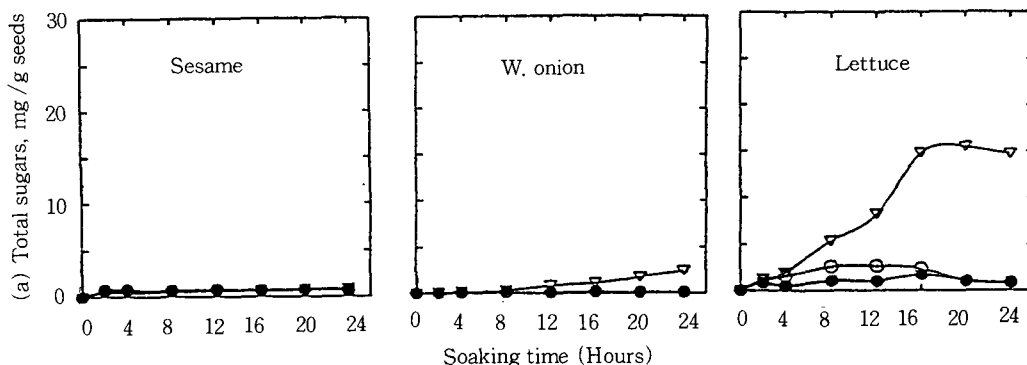


Fig. 1. Total sugars in the leachates of differently aged seeds of sesame, welsh onion and lettuce (○ High quality, ● Medium quality, ▽ Dead seed).

Table 1. Total sugars leaked from crushed and intact seeds into water 24 hours after soaking

Crop	Sesame			Welsh onion			Lettuce		
	Crushed (A)	Intact (B)	B/A (%)	Crushed (A)	Intact (B)	B/A (%)	Crushed (A)	Intact (B)	B/A (%)
High	13.3 a ^{1/}	0.8 ab	6.0 b	24.5 a	0.1 b	0.4 c	29.2 a	1.0 b	3.4 b
Medium	10.2 b	0.6 b	5.9 b	9.1 c	0.1 b	1.1 b	15.2 b	0.8 b	5.3 b
Dead	6.7 c	0.9 a	13.4 a	16.4 b	2.4 a	14.6 a	27.3 a	14.7 a	53.8 a

^{1/} : Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT).

수륙 증가하였다. 특히 상추의 죽은 종자는 53.8%의 당을 분비하였지만 파와 참깨는 죽은 종자도 각각 14.6 및 13.4%의 당을 분비하여 작물마다 당의 분비율이 달랐다.

2. 아미노산(Total amino acids)

활력이 다른 종자 침지용액의 아미노산 함량의 변화를 보면 그림 2와 같다. 상추의 죽은 종자는 시간이 경과할수록 많은 양의 아미노산을 분비하였고 건전종자와 불량종자도 죽은 종자의 약 반에 해당되는 아미노산을 분비하여 죽은 종자와 건전종자를 구분하는 지표로 삼기에는 부적당한 것으로 생각된다. 그러나 파에서는 건전종자와 활력이 중인 종자는 침지 후 24시간까지 아미노산을 분비하지 않았고, 죽은 종자는 8시간까지는 아미노산을 거의 분비하지 않았으나, 그 이후에는 아미노산을 분비하여 활력이 높은 종자와 차이가 현저하여 종자별로 아미노산을 감지할 수 있는 방법이

개발되면 불량종자를 선별할 수 있는 지표로 삼을 수 있을 것으로 보인다. 활력이 없거나 낮은 종자가 건전종보다 아미노산을 더 많이 분비하는 것은 crimson clover⁵⁾, 해바라기⁸⁾, 배추⁹⁾, 무⁹⁾, 유채⁹⁾, 부추⁹⁾ 등에서 보고되었다. 한편 참깨 종자는 활력과 관계없이 아미노산을 거의 함유하지 않았으며, 양파, 담배, 토마토, 오이, 참외, 당근 등에서도 비슷한 경향을 보고하였다⁹⁾.

종자의 퇴화처리 정도에 따라 분쇄한 종자와 분쇄하지 않은 종자를 24시간 동안 침지했을 때 이들이 분비하는 아미노산을 보면 표 2와 같다. 분쇄한 종자를 물에 침지하였을 때 상추와 파 종자는 퇴화처리가 많이 될수록 아미노산 함량이 증가하였다. 그러나 참깨는 건전종자보다는 활력이 중인 종자가 아미노산을 더 많이 분비하였으나 죽은 종자는 활력이 중인 종자보다 아미노산 함량이 다소 낮아 퇴화처리 중에 아미노산이 증가하는 양상이 작물에 따라 달랐다. 분쇄하지 않은 종자를 물

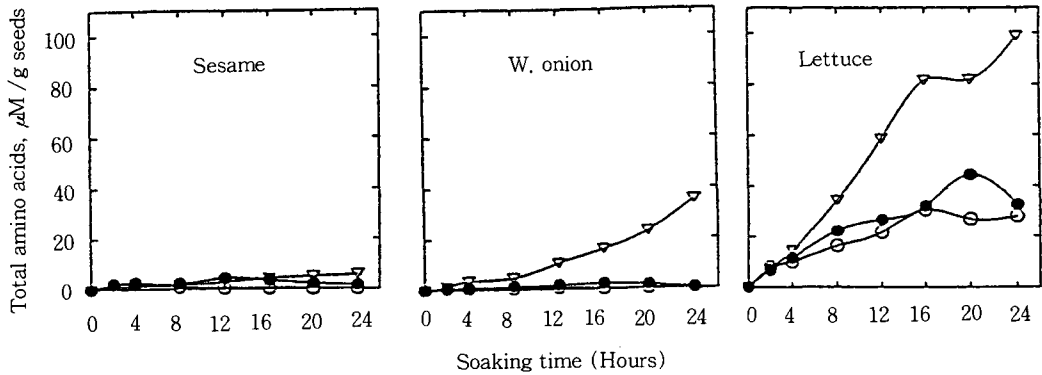


Fig. 2. Total amino acids in the leachates of differently aged seeds of sesame, welsh onion and lettuce (○ High quality, ● Medium quality, ▽ Dead seed).

Table 2. Total amino acids leaked from crushed and intact seeds into water 24 hours after soaking

(Unit : µM / g seeds)

Crop	Sesame			Welsh onion			Lettuce		
	Crushed (A)	Intact (B)	B / A (%)	Crushed (A)	Intact (B)	B / A (%)	Crushed (A)	Intact (B)	B / A (%)
High	56.5 b ^{1/}	0.2 c	0.4 b	46.2 b	0.4 b	0.9 b	134.7 b	27.9 b	20.7 b
Medium	112.8 a	1.6 b	1.4 b	94.4 ab	0.7 b	0.7 b	154.4 b	32.7 b	21.2 b
Dead	87.2 ab	5.9 a	6.8 a	115.2 a	35.4 a	30.7 a	193.9 a	98.9 a	51.0 a

^{1/} : Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DNMR T.

에 침지하였을 때 분비하는 아미노산의 비율을 보면 어느 작물에서나 활력이 떨어질수록 종자내의 아미노산을 분비하는 비율이 증가하였으나 그 정도는 작물과 퇴화 정도에 따라 달랐다. 상추는 죽은 종자가 약 51.0%의 아미노산을 분비하였지만 건전종자도 20.7%의 아미노산을 분비하였고, 파의 건전종자는 아미노산이 종자에 존재하여도 0.9%만 분비하였지만 죽은 종자는 30.7%를 분비하였고, 참깨 종자는 종자의 활력과 관계없이 아미노산 분비율이 6.8%이하이었다.

3. 蛋白質(Protein)

활력이 다른 종자를 침지하였을 때 분비하는 단백질의 변화를 보면 그림 3과 같다. 상추 종자는 활력과 관계없이 침지시간이 경과할수록 단백질 분비량이 증가하였지만 죽은 종자가 건전종자나

활력이 중인 종자보다 분비량이 더 많았다. 한편 파 종자는 상추 종자보다 양은 적었지만 죽은 종자가 건전종자보다 침지 16시간 이후부터 단백질 분비량이 다소 많았고, 참깨는 종자의 활력과 관계없이 모든 종자가 비슷한 양의 단백질을 분비하여 종자의 활력을 결정할 수 있는 지표가 되기는 어려울 것으로 생각된다. 한편 홍⁹⁾은 배추, 무, 유채 종자의 건전종자는 단백질을 분비하지 않지만 죽은 종자는 단백질을 많이 분비하여 종자활력을 판별할 수 있는 기준이 된다고 하여 본 실험과 다른 결과를 보고하였지만 crimson clover⁵⁾, 해바라기⁶⁾, 고추⁷⁾, 당근⁸⁾, 참외⁹⁾, 양파⁹⁾, 담배⁹⁾, 토마토⁹⁾, 오이⁹⁾는 종자활력과 단백질 분비와는 관계가 없다하여 본 실험과 비슷한 경향을 보고하였다.

퇴화처리 정도가 다른 분쇄한 종자와 분쇄하지

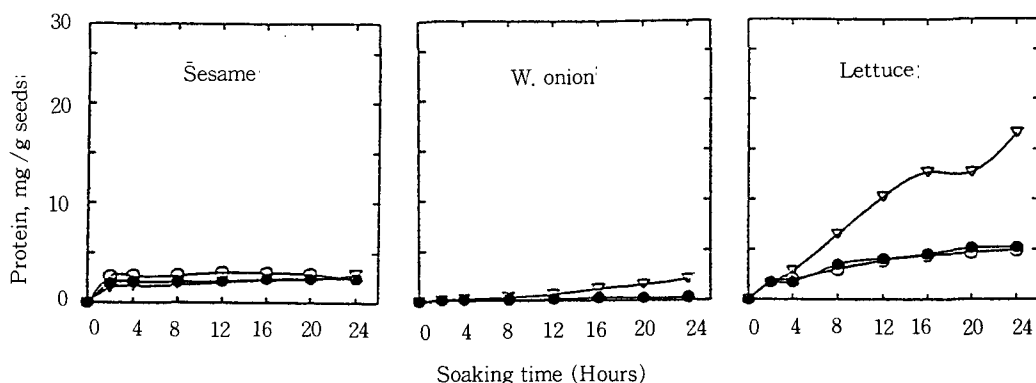


Fig. 3. Protein in the leachates of differently aged seeds of sesame, welsh onion and lettuce (○ High quality, ● Medium quality, ∇ Dead seed).

Table 3. Protein leaked from crushed and intact seeds into water 24 hours after soaking (Unit : mg / g seeds)

Crop	Sesame			Welsh onion			Lettuce		
	Crushed (A)	Intact (B)	B/A (%)	Crushed (A)	Intact (B)	B/A (%)	Crushed (A)	Intact (B)	B/A (%)
High	17.1 ns	2.4 ns	14.0 ns	9.3 ns	0.3 b	3.2 b	45.2 b ^{1/}	4.9 b	10.8 b
Medium	18.0	2.5	13.9	8.9	0.4 b	4.5 b	60.6 ab	5.2 b	8.6 b
Dead	18.4	2.9	15.8	9.4	2.1 a	22.3 a	76.2 a	16.6 a	21.8 a

^{1/} : Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DNMRT.

많은 종자를 24시간 동안 침지했을 때 분비하는 단백질 함량을 보면 표 3과 같다. 상추는 퇴화처리가 많이 될수록 단백질 함량이 증가하는 경향이었고, 파, 참깨는 퇴화처리 정도와 관계없이 단백질 함량이 비슷하였다. 그리고 분쇄하지 않은 종자를 물에 침지하였을 때 단백질의 분비율은 상추와 파는 죽은 종자가 건전종자와 활력이 중인 종자보다 단백질 분비율이 더 높았으나 분비량은 차이가 크지 않았다. 그러나 참깨 종자는 종자활력과 관계없이 단백질 분비율과 분비량이 비슷하였다.

摘 要

비파괴적인 방법으로 활력이 높은 종자를 선별하는 방법을 개발하기 위하여, 참깨, 파, 상추 종자를 상대습도 90%, 온도 45°C에서 인위적으로 퇴화시켜 활력이 다른 종자를 물에 침지하였을 때 종자가 분비하는 당, 아미노산, 단백질의 량과 속도 등을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 참깨 종자는 활력과 침지시간에 관계없이 당, 아미노산, 단백질을 거의 분비하지 않았다.
2. 파의 죽은 종자는 건전종자나 활력이 중인 종자보다 아미노산을 더 많이 분비하였으나 전당과 단백질 분비량은 크지 않았다.
3. 상추의 죽은 종자는 당, 아미노산, 단백질을 모두 많이 분비하였다. 건전종자와 활력이 중인 종자는 당은 거의 분비하지 않았으나 아미노산과 단백질은 다소 많이 분비하였다.

引用文獻

1. Abdul-Baki, A.A. and J.D. Anderson. 1970. Viability and leaching of sugars from germinating barley. *Crop Sci.* 10: 31-34.
2. Agrawal, P.K. 1977. Germination, fat acidity and leaching of sugars from five cultivars of paddy(*Oryza sativa*) seeds during storage. *Seed Sci. & Technol.* 5: 489-498.
3. Association of Official Seed Analysts. 1990. Rules for testing seeds. *J. Seed Technol.* 12(3):1-122.
4. Chen, Y. 1990. Membrane stabilization and desiccation tolerance during seed corn(*Zea mays* L.) drying. Iowa State Univ. Ph. D. Thesis p. 1-95.
5. Ching, T.M. 1972. Aging stresses on physiological and biochemical activities of crimson clover(*Trifolium incarnatum* L. var. Dixie) seeds. *Crop Sci.* 12:415-418.
6. Dubois, M., K.A. Gillers, J.K. Hamilton, P.A. Robers, and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analy. Chem.* 28(3):350-356.
7. Forney, C.F., and D.G. Bandle. 1992. Control of humidity in small controlled-environment chambers using glycerol-water solutions. *HortTechnology* 2:52-54.
8. Halder, S., and K. Gupta. 1980. Effect of storage of sunflower seeds in high and low relative humidity on solute leaching and internal biochemical changes. *Seed Sci. & Technol.* 8:317-321.
9. 洪承範. 1995. 非破壞的方法에 의한 種子活力 檢定. 嶺南大學校 大學院 博士學位論文
10. Kaufman, G. 1991. Seed coating : A tool for stand establishment; a stimulus to seed quality. *HortTechnology* Oct. /Dec. : 99-102.
11. Rosen, H. 1957. A modified ninhydrin colorimetric analysis for amino acids. *Arch. Biochem. Biophys.* 67:10-15.
12. Ross, C.W. 1974. *Plant Physiology Laboratory Manual. Protein analysis by the Lowry method(Folin-ciocalteau Reagent)* :71-73.
13. Taylor, A.G., D.B. Churchill, S.S. Lee, D.M. Bilsland, and T.M. Cooper. 1993. Color sorting of coated *Brassica* seeds by fluorescent sinapine leakage to improve germination. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(4):551-556.