

단옥수수와 초당옥수수의 저장조건에 따른 종자 활력변화

이석순*[†] · 윤상희* · 양승규* · 홍승범**

*영남대학교 자연자원대학 생물자원학부, **아시아대학교 한약자원학과

Changes in Seed Vigour of Sweet and Super Sweet Corn Hybrids as Affected by Storage Conditions

Suk Soon Lee*[†], Sang Hee Yun*, Seung Kyu Yang*, and Seung Beom Hong**

*School of Biological Sciences, College of Natural Resources, Yeungnam Univ., Gyeongsan 712-749, Korea

**Dept. of Oriental Medicine Resources, Asia University, Gyeongsan, 712-220, Korea

ABSTRACT An experiment was conducted to characterize the seed vigour of sweet (*su*) and super sweet (*sh2*) corn seeds stored at different temperatures and relative humidities (RH). Hybrid seeds of Early Sunglow × Golden Cross Bantam 70 (*su*) and Xtrasweet 82 × Fortune (*sh2*) were stored at different temperatures (5 and 15°C) and RH (70 and 85%) for 10 months. Results of the experiment show that seed deterioration of super sweet corn was much faster than that of sweet corn under all storage conditions. Germination rate of sweet corn seeds at 25°C and emergence rate in cold test showed similar patterns. Emergence rate of super sweet corn in cold test was significantly lower than the germination rate at 25°C. Germination rate of both sweet and super sweet corns was positively correlated to the emergence rate in cold test, but the correlation coefficient of super sweet corn was much lower compared to the sweet corn. This implies that the viability of super sweet corn seeds should be tested in the cold test to estimate field emergence rate. Seeds of sweet corn could be stored for 5 months under all storage conditions without significant seed deterioration, while those of super sweet corn should be stored at low temperature and RH. The emergence rate of sweet corn in cold test was not correlated to the leakage of total sugars, electrolytes or α -amylase activity, while that of super sweet corn was positively correlated to the α -amylase activity, negatively correlated to the leakage of electrolytes, and was not correlated to the leakage of total sugars.

Keywords : sweet corn, super sweet corn, seed storage, temperature, relative humidity (RH), sugar leakage, electrolyte leakage, α -amylase activity

최근 국민소득의 증가로 식생활이 다양해지면서 식용으로 단옥수수, 초당옥수수, 찰옥수수의 수요가 증가하고 있다. 그 중 단옥수수와 초당옥수수는 종자에 양분의 축적이 적어 종자의 무게가 낮고, 유전적으로 종자의 활력이 낮은 경우가 많으며(Young *et al.*, 1997), 수확시기(Lee *et al.*, 2004), 탈곡방법 및 건조방법(Peterson *et al.*, 1995), 저장조건 등에 따라라도 활력이 저하하기 쉽다. 특히 저장 중 온도와 상대습도가 높으면 종자활력이 크게 떨어지는데(Chang & Sung, 1998) 초당옥수수는 단옥수수보다 저장조건에 더 예민하다.

상업적으로 생산하고 있는 단옥수수와 초당옥수수의 종자는 전량을 주로 미국에서 수입하므로 태평양을 건너는 동안 고온다습한 환경에 처하게 되어 수송 중 종자활력이 떨어지기 쉬우며, 해에 따라서는 파종기에 종자활력이 낮아 농민에게 공급하지 못하는 경우도 있다.

종자활력이 낮을 경우 알맞은 재식밀도를 유지하기 위하여 한 곳에 2~3개의 종자를 파종한 후 2~3엽기에 1개체만 남겨두고 솎아주므로 종자 값과 솎아주는 노동력도 많이 소요되므로 종자활력을 높이는 기술과 종자활력을 유지할 수 있는 저장방법의 연구가 필요하다.

국내에서 단옥수수는 단옥2호와 단옥3호, 초당옥수수는 초당옥1호, 사탕옥1호, 사탕옥2호 등 품종이 개발되었지만(NSMO, 2005) 농민에게 보급된 종자는 적으며, 작물과학원, 경북농업기술원, 경북대, 동국대 등에서 계속 새로운 품종을 육성 중에 있다. 옥수수 종자의 가격은 마치종의 경우 수입종은 국내산보다 2.3배 비싸고, 단옥수수와 초당옥수수는 국내에서 채종하지 않으므로 가격을 비교할 수 없지만 가격이 아주 비싸므로 우수한 품종이 개발되면 채종사업은

[†]Corresponding author: (Phone) +82-53-810-2914
(E-mail) sslee@yu.ac.kr <Received February 1, 2006>

전망이 밝다. 그리고 선진국에서는 단옥수수보다 당 함량이 높고, 수확 후에도 당 함량이 높게 유지되어 기호성이 더 좋은 초당옥수수로 대체되었고, 우리나라에서도 점차 단옥수수가 초당옥수수로 대체되고 있다(NSMO, 2005). 그런데 초당옥수수는 특히 불량한 저장조건에서는 단옥수수보다 종자 활력이 현저히 저하되므로 종자를 국내에서 생산할 경우에 대비하여 채종방법과 저장조건에 관한 연구가 필요하다.

본 연구는 단옥수수와 초당옥수수 종자의 저장방법에 따라서 발아 및 출아율과 당, 전기전도도 누출, α -amylase 활성과의 관계를 구명하여, 이들 종자활력 저하원인과 종자활력을 높일 수 방법을 연구하여 앞으로 우수한 단옥수수와 초당옥수수 품종이 개발될 때 활용할 수 있는 종자 관리기술을 개발하고자 실시하였다.

재료 및 방법

시험품종

시험에 이용한 종자는 단옥수수의 경우 Early Sunglow × GCB 70 교잡종자와 Sweet Satin이었고, 초당옥수수는 Xtrasweet 82 × Fortune의 교잡종자와 Cambella 90이었다. 교잡종자는 2002년 경북 경산시 영남대학교 자연자원대학 실험농장에서 미국에서 상업적으로 재배되고 있는 품종을 교배하여 자체 생산하였으며, 출사 후 49일에 수확한 이삭을 온실에서 건조한 다음 손으로 탈곡하여 저장시험을 시작할 때까지 -18℃의 냉동고에 저장하였다. Sweet Satin과 Cambella 90은 미국에서 상업적으로 재배되는 품종인데 자

체 생산한 종자의 활력이 낮아 미국에서 생산된 종자를 수입하여 보충 시험하였다.

종자 저장조건

종자는 5℃(RH 70 및 85%), 15℃(RH 70 및 85%) 및 일반창고에서 2002년 12월 24일부터 각각 0, 1, 3, 5, 7, 9, 10개월간 저장하였다. 종자 저장은 가로 × 세로 × 높이가 각각 33×24×7 cm인 플라스틱 상자에 glycerol과 물을 섞어 용액의 비중이 1.17 및 1.11이 되도록 만들어 상자 내의 상대습도를 각각 70 및 85%로 조절하였다(Forney & Brandl, 1992). 그리고 종자가 용액에 닿지 않도록 선반을 설치한 후 그 위에 밑 부분이 망으로 된 가로 × 세로 × 높이가 각각 15×15×3 cm인 작은 플라스틱 상자에 종자 300립을 넣고, 큰 상자의 뚜껑을 덮은 후 stopcock grease로 밀봉하여 상대습도가 변하지 않게 한 후 5 및 15℃ incubator에 저장하였다.

일반창고 저장은 종자 약 500립을 면으로 된 자루에 넣어 저장하였다. 창고 내 최고 및 최저기온과 상대습도 종자를 저장한 인근에 자기식온습도계(Sato Thermohygrograph, 4-speed Select System Model R-704, Sato Keiryoki Mfg. Co. Ltd., Japan) 센서를 설치하여 조사하였고, 10일 간격으로 평균치를 계산하였으며, 그 결과는 Fig. 1과 같다. 저장을 시작한 후 처음 3개월은 최고온도와 최저기온 모두 15℃ 이하이었고, 그 후 3~5개월간은 최고기온은 15℃보다 높았으나 최저기온은 15℃보다 낮았다. 그러나 저장 6~8개월간은 최고기온은 30℃ 정도, 최저기온은 20℃ 정

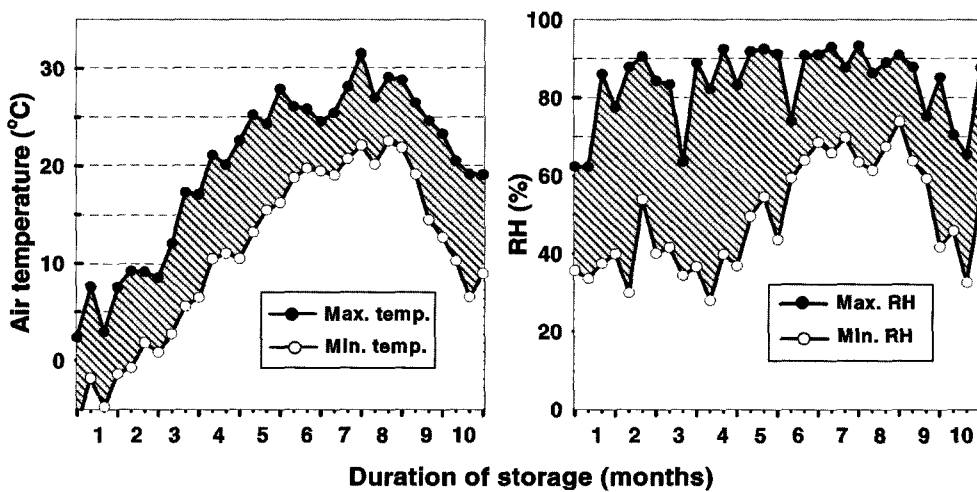


Fig. 1. Changes in daily maximum and minimum air temperatures and daily minimum and maximum relative humidities (RH) in a ware house. Each data point represents 10 days average. Measurement initiated on 24 December, 2002.

도이었고, 저장 9~10개월간은 다시 기온이 내려가 최고온도가 15°C 이하이었다.

최고상대습도는 저장 시작 후 1개월간은 70%이하이었고, 저장 2~9개월간은 70~90%이었다. 최저상대습도는 처음 5개월간은 50% 이하이었으나 저장 6~8개월간은 60% 전후이었고, 저장 9~10개월간은 다시 50% 이하로 낮아졌다. 종자 저장과 관련하여 일반창고의 기온과 상대습도를 함께 고려하면 저장을 시작한지 처음 5개월간(달력 상 12월~이듬해 4월)은 온도와 상대습도를 조절한 시험조건과 비교하여 온도와 상대습도가 모두 낮아 종자저장에 유리한 조건이었다. 그러나 저장 6~9개월간(달력 상 7월~10월)은 기온과 상대습도가 모두 온도와 습도를 조절한 것보다 높아 종자저장에 불리한 조건이었다.

저장이 끝난 종자는 상자에서 꺼내어 -18°C 냉동고에 보관하였다가 모든 저장시험이 끝난 후 동시에 종자활력을 검정하였다.

발아율

Paper towel에서의 발아율은 가로 × 세로 × 높이가 각각 33×24×7 cm인 plastic 상자에 paper towel을 6겹으로 깔고 포수상태가 유지되도록 물을 넣은 후 30립의 종자를 파종하여 25°C 생장상에서 7일 후 발아된 개체를 조사하였다(농촌진흥청, 1997).

저온처리 후 출아율

Cold test에서의 출아율은 발아상자에 수분함량이 70%인 전년에 옥수수를 재배한 토양을 2 cm 깊이로 넣고, 종자 30립을 파종 한 후 같은 토양을 2 cm 깊이로 복토하였다. 그리고 상자의 뚜껑을 덮고, 10°C에서 7일간 저온처리하고 다시 25°C에 옮긴 후 7일째에 출아율을 조사하였다. 출아는 유아장이 2 mm 이상인 개체를 출아한 것으로 조사하였다(AOSA, 1983).

당 누출

종자를 물에 침지하였을 때 누출되는 설탕(total sugars) 함량을 조사하기 위하여 종자 20립과 증류수 20 mL을 50-mL 원심분리기 튜브에 넣고, 25°C에서 24시간 경과한 후 Whatman #42 여지로 여과하였다. 여액 5 mL을 15-mL 원심분리기 튜브(Corning, U.S.A.)에 넣고, 98% 황산에 녹인 0.2% Anthrone 시약 10 mL을 가하여 잘 섞은 후 끓는 물속에서 7.5분간 반응시킨 후 즉시 얼음물에서 냉각시켰

다. 다시 15분간 실온에 방치한 후 분광광도계(UVIKON 922, Kontron, Italy)를 이용하여 630 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 전당 함량은 포도당 상당량으로 계산하였다(Lee *et al.*, 1995).

전해질 누출

종자 침지액의 전기전도도(EC)는 종자를 물에 침지하였을 때 종자에서 누출되는 전해질을 측정하기 위하여 종자 25립의 무게를 측정 후 100-mL 플라스틱 용기에 넣고, 3차 증류수 75 mL를 가하여 20°C에서 24시간 침지한 후 EC meter(MC126 conductivity-meter, Mettler Toledo, Switzerland)로 전기전도도를 측정하였다(농촌진흥청, 1997).

α -amylase 활성

종자의 α -amylase 활성을 측정하기 위하여 옥수수 종자 30립과 증류수 20 mL을 플라스틱 용기에 넣고 25°C에서 7일간 침지하였다. 종자를 mortar에 넣고, 액체질소를 넣어 동결시킨 후 pestle을 이용하여 거칠게 마쇄한 다음 차가운 20 mL의 10 mM citric acid-sodium citrate buffer solution을 조금씩 넣으면서 완전히 마쇄하였다. 그 용액을 원심분리기에서 20,000 g, 4°C 조건으로 20분간 분리하여 crude enzyme solution을 만들었다. 시험관에 2 mL의 soluble starch solution(0.05% starch in 0.05 M citric acid-sodium citrate buffer)을 넣은 후 1 mL의 crude enzyme solution을 넣고 20분간 반응시킨 후 7 mL의 HCl을 넣어 반응을 정지시켰다. 다시 iodine solution 1 mL을 넣어 발색시킨 후 spectrophotometer를 이용하여 580 nm에서 흡광도를 측정하였다. α -amylase활성은 soluble starch solution에 crude enzyme solution을 넣은 즉시 HCl을 넣어 반응을 중지시킨 0 time의 흡광도에서 20분간 반응시킨 용액의 흡광도를 빼고, 그 값을 0 time의 흡광도에 대한 100분율로 나타내었다(Reiss, 1994).

결과 및 고찰

발아율

단옥수수와 초당옥수수 종자를 온도와 RH가 다른 조건에서 10개월간 저장한 후 25°C paper towel에서 발아 시험한 결과를 Fig. 2에서 보면, 모든 저장조건과 저장기간에서 초당옥수수는 단옥수수보다 발아율이 현저히 낮았다.

단옥수수는 어느 저장조건에서나 5개월까지는 발아율이

거의 변하지 않았고, 10개월간 저장하여도 모두 90% 이상 발아하였다. 그러나 9개월 이후에는 RH와 관계없이 15°C에서는 발아율이 다소 낮아지기 시작하였다. Lee *et al.* (1998)도 4°C에서 9개월까지 저장하여도 발아율이 90%이상 되어 본 실험과 비슷한 결과를 보고하였다.

한편, 초당옥수수는 저장 1개월 후에는 모든 저장조건에서 발아율이 떨어졌는데 온도보다 상대습도의 영향이 더 컸다. 즉 RH 70%에서는 온도에 관계없이 발아율이 약 7%정도 떨어졌으나 RH 85%일 때는 5°C 저장에서는 19%, 15°C 저장에서는 36% 저하되었다. 그러나 저장 1개월 이후에는 모든 저장조건에서 발아율이 아주 서서히 감소되었는데 특히 일반창고에서는 저장 7개월부터, 저장조건 15°C, RH 70%에서는 9개월부터 발아율이 더욱 저하하기 시작하였다. Cha *et al.*(1997)은 상온저장 시 발아율이 서서히 감소되다가 4개월 후 부터는 급격히 떨어진다고 하였으나, 본 실험에서는 종자를 수확하여 건조한 후 -18°C에 저장하였다가 저장시험을 12월에 시작하여 창고 내의 기온과 상대습도가 낮았기 때문에(Fig. 1 참조) 저장 6개월까지는 발아율이 떨어지지 않았고, 저장 7개월부터는 기온과 상대습도가 높아졌기 때문에 발아율이 저하하기 시작한 것으로 생각된다.

저장 중 기온과 습도는 종자의 활력에 가장 많은 영향을 주며, 특히 높은 기온과 상대습도가 종자활력을 크게 감소시킨다(Chang & Sung, 1998). Moreno *et al.*(1988)은 수분함량이 12%인 옥수수 종자를 온도 26~27°C, RH 75 및 85%에서 3개월간 저장할 때 RH 75%에서는 종자 수분함량이 14.3%, RH 85%에서는 17.6%가 된다고 하여, 본 실험에서 RH 85%에서는 종자 수분함량이 높아 고온에서 종자 활력이 빨리 저하되는 것 같다.

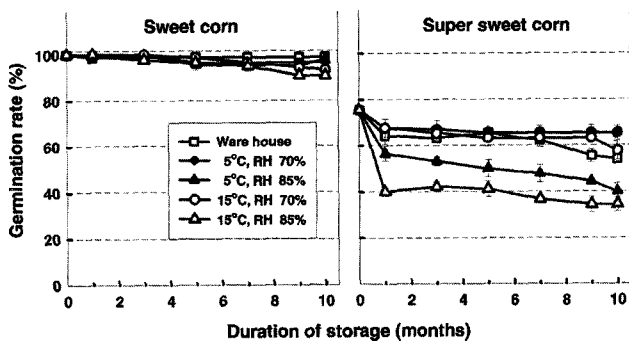


Fig. 2. Changes in germination rate at 25°C of sweet and super sweet corn seeds stored at different temperatures and RH. Vertical line bars indicate standard errors.

저온처리 후 출아율

저장기간과 저장조건이 다른 단옥수수와 초당옥수수 종자의 cold test에서 시험한 출아율을 Fig. 3에서 보면, 단옥수수의 출아율이 초당옥수수보다 현저히 높았으며, 저장조건과 저장기간에 따라 출아율이 저하되는 양상은 다소 달랐다.

단옥수수는 10개월 저장기간 중 대부분의 저장조건에서 출아율이 비슷한 속도로 서서히 감소하여 발아적인인 25°C에서 발아율과 같은 경향이었으나 cold test에서 출아율은 25°C에서 발아율보다 약 10~15% 정도 낮았다. 그런데 저장온도 15°C에서는 상대습도와 관계없이 저장 10개월 후에는 출아율이 약 67%, 5°C에서는 70~73%이었다. 그러나 일반창고에 저장한 종자는 5개월까지는 다른 저장조건과 비슷한 속도로 출아율이 저하하였지만 그 이후에는 거의 변하지 않았다.

초당옥수수는 건조 후 -18°C의 냉동 저장한 종자도 cold test에서 출아율이 20%로 낮았으며, 저장조건에 관계없이 저장 1개월 후에 출아율이 10% 전후로 극히 낮았다. 초당옥수수는 발아적인인 25°C에서는 발아율이 약 35~76%를 유지하였지만 cold test에서는 아주 낮아 단옥수수 종자와 경향이 달랐다. 이것은 본 시험에 사용한 종자는 미국에서 상업적으로 재배되는 F₁ 종자 중 숙기가 비슷한 것을 선택하여 시험 전년에 자체적으로 복교잡 종자를 만들었는데 이 조합은 특히 저온조건에서 종자활력이 낮았기 때문으로 생각된다.

그래서 미국에서 상업적으로 재배되는 F₁ 종자를 수입하여 같은 조건에서 1, 3, 5개월간 저장하여 cold test한 결과를 보면 Fig. 4와 같다. 단옥수수는 어떤 저장조건에서도 5개월간은 출아율이 감소하지 않고 거의 100%를 유지하여

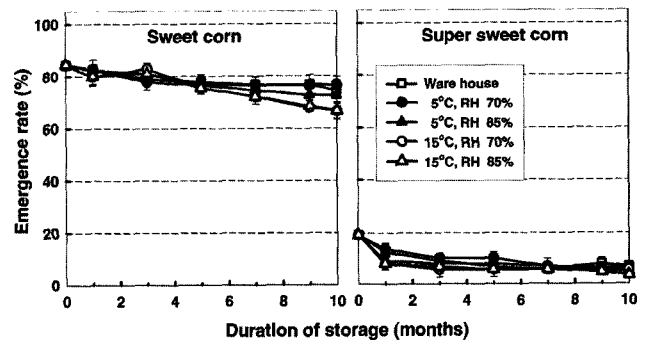


Fig. 3. Changes in emergence rate of sweet and super sweet corn seeds stored at different temperatures and RH when tested in a cold soil (10°C for 7 days followed by 25°C for 7 days). Vertical line bars indicate standard errors.

앞의 시험결과와 유사한 경향이나 출아율은 더 높았다.

한편 초당옥수수는 cold test의 출아율은 전 시험에서 cold test에서 출아율과는 경향이 아주 달랐지만 25°C에서 발아율과는 아주 유사한 결과이었다. 즉 시험하기 전 종자의 출아율은 약 80%로서 높았으나 저장 1개월 후에는 일반 창고를 제외하고는 모든 저장조건에서 발아율이 현저히 떨어졌는데 온도보다 상대습도의 영향이 더 컸다. 그리고 RH 85%에서 저장한 종자는 70%에 저장한 종자보다 출아율이 낮았으며, 같은 RH에서는 15°C에서 저장한 것의 출아율이 5°C에서 저장한 것보다 낮았다. 저장 중 온도와 RH가 아주 낮았던 일반창고에서는 저장기간 동안 종자활력이 전혀 감소하지 않았다.

저장기간과 저장조건이 다른 단옥수수와 초당옥수수 종자의 25°C에서의 발아율과 cold test에서의 출아율과의 관계를 보면 Fig. 5와 같다. 발아율은 단옥수수가 91.0~100%, 초당옥수수가 34.4~75.5%이며, 저온처리 후 출아율은 단옥수수가 66.7~84.4%, 초당옥수수가 3.3~18.9%로 발아율과 출아율과의 관계를 보면 단옥수수, 초당옥수수 모두 정의 상관성이 있었으나 초당옥수수는 상관계수 값(r)이 0.681로 0.866인 단옥수수보다 다소 관계가 적었다.

이상의 결과를 보면 단옥수수는 25°C의 발아율과 cold test의 출아율의 결과가 비슷하였다. 그러나 초당옥수수 종자는 25°C에서는 발아율이 비교적 좋았지만 cold test에서는 출아율이 현저히 낮으므로 특히 포장에 조기파종할 때 출아율을 예측하기 위하여서는 반드시 cold test의 결과를 참고하는 것이 좋을 것 같다(Lee et al., 2004).

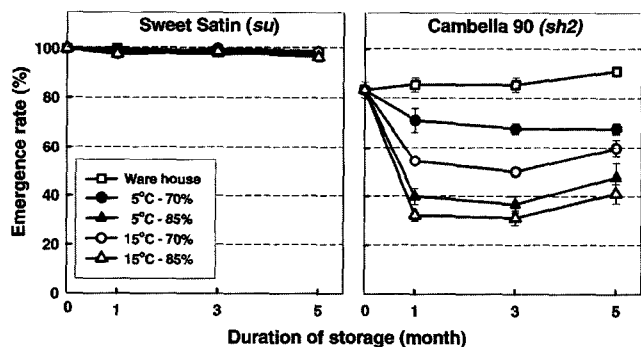


Fig. 4. Changes in emergence rate of sweet and super sweet corn seeds stored at different temperatures and RH when tested in a cold soil (10°C for 7 days followed by 25°C for 7 days). Seeds were F₁ hybrids imported from the United States. Vertical line bars indicate standard errors.

당 누출

저장기간과 저장조건에 따른 종자의 당 누출량은 Fig. 6과 같다. 단옥수수는 초당옥수수보다 당 누출량이 현저히 적었는데 저장 3개월까지는 모든 저장조건에서 당 누출량이 크게 변하지 않았으나 그 이후에는 서서히 당 누출량이 증가하였다.

초당옥수수는 단옥수수 종자보다 당 누출량이 현저히 높았는데 저장 9개월까지는 모든 저장조건에서 당 누출량이 크게 변하지 않았으나 9개월 이후에는 당 누출량이 급격히 증가하였다. 저장조건 간에는 종자활력이 높게 유지되는 저장온도 5°C, RH 70%에서 당 누출량이 가장 적었다. Seo et al.(2003)과 Seo & Lee(2004)도 초당옥수수가 단옥수수보다 당 누출량이 높다고 하여 본 실험과 같은 결과를 보고하였다.

저장기간과 저장조건이 다른 단옥수수와 초당옥수수 종자의 당 누출과 cold test에서의 출아율과의 관계를 보면 Fig. 7과 같다. 단옥수수의 당 누출량은 0.8~2.2 mg/g, 초당옥수수는 3.8~6.8 mg/g으로 초당옥수수가 훨씬 높았으며, 이들과 출아율과는 단옥수수, 초당옥수수 모두 상관성이 없었다.

전해질 누출

저장조건과 저장기간이 다른 종자를 물에 침지하였을 때 누출되는 전해질의 양을 측정한 물의 전기전도도(EC)를 Fig. 8에서 보면, 초당옥수수가 단옥수수보다 현저히 많았고, 저장조건과 저장기간에 따라 변화양상이 달랐다.

단옥수수 종자는 초당옥수수보다 EC가 현저히 낮았고,

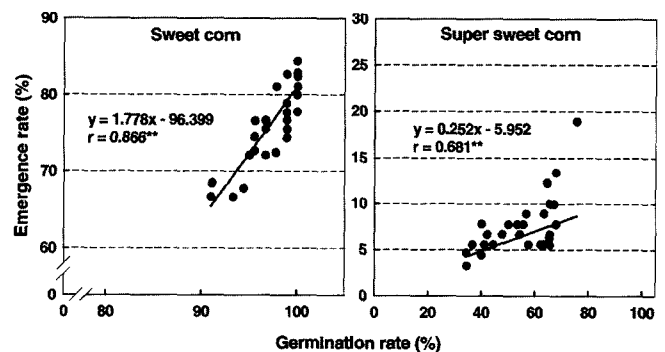


Fig. 5. Relationship between germination rate at 25°C and emergence rate in cold test. Seeds were stored at different temperatures and RHs.

저장조건에 따른 차이가 없었으며, 저장기간이 길어져도 침지용액의 EC는 크게 변하지 않았다. 한편 초당옥수수는 저장 1개월 후에 EC가 급격히 높아졌으나 그 이후에는 서서히 증가하였다. 저장조건 간에는 저장온도 5°C, RH 70%인 조건에서 저장한 종자의 EC가 가장 낮아 전해질 누출량이 적은 경향이였다.

저장기간과 저장조건이 다른 단옥수수와 초당옥수수 종자의 EC와 cold test에서의 출아율과의 관계를 보면 Fig. 9와 같다. 단옥수수는 EC가 9.5~12.9 $\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$ 으로 출아율과 상관이 없었으나, 초당옥수수는 EC가 43.0~66.8 $\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$ 으로 출아율과는 부의 상관이 있었다.

종자는 노화과정에서 세포막의 기능이 상실되어 물을 흡수할 때 상처를 회복하지 못하여 전해질이 누출되는데, 활력이 좋은 종자는 막의 손상이 빨리 회복되어 전해질 누출이 적다(AOSA, 1983). 본 실험에서는 단옥수수 종자는 온도 및 상대습도와 상관없이 10개월간 저장하여도 발아율이

90% 이상이어서 침지 용액의 전해질 누출양도 약 10 $\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$ 으로 비교적 적고, 저장기간에 따른 EC도 변하지 않은 듯하다.

α -amylase 활성

저장기간과 저장조건에 따른 α -amylase 활성의 변화를 Fig. 10에서 보면, 초당옥수수가 단옥수수보다 높았으며, 저장기간과 저장조건에 따라 α -amylase 활성의 변화양상은 현저히 달랐다.

단옥수수는 저장조건과 저장기간에 관계없이 α -amylase 활성이 비슷하였지만 초당옥수수는 모든 저장조건에서 저장기간이 길어질수록 α -amylase 활성이 거의 직선적으로 감소하였다. 저장온도와 RH가 모두 α -amylase 활성에 영향을 미쳤는데 저장온도와 RH가 높을수록 저장기간이 길어짐에 따라 α -amylase 활성이 더 빨리 감소하였다.

저장기간과 저장조건이 다른 단옥수수와 초당옥수수 종

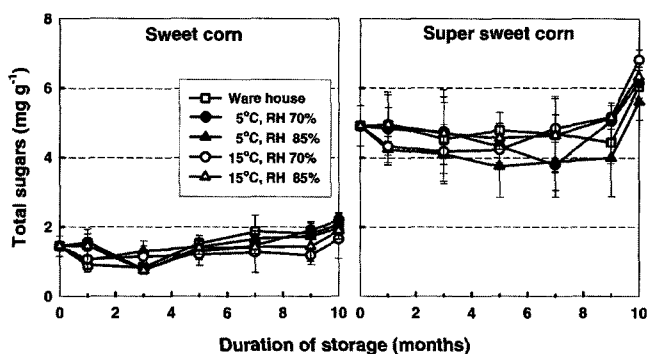


Fig. 6. Changes in leakage of total sugars of sweet and super sweet corn seeds stored at different temperatures and RH. Vertical line bars indicate standard errors.

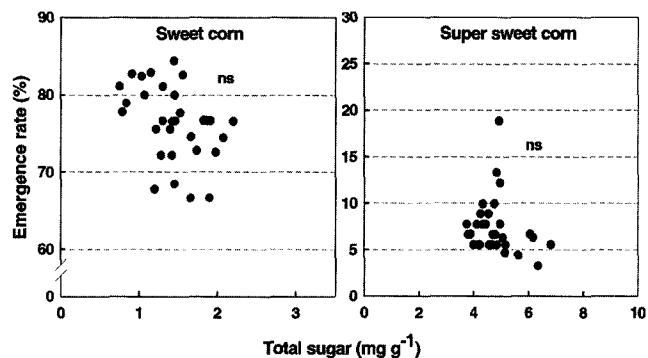


Fig. 7. Relationship between the leakage of total sugars and emergence rate in cold test.

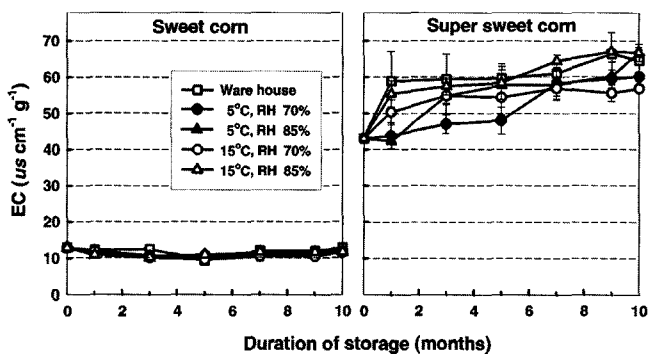


Fig. 8. Changes in leakage of electrolytes of sweet and super sweet corn seeds stored at different temperatures and RHs. Vertical line bars indicate standard errors.

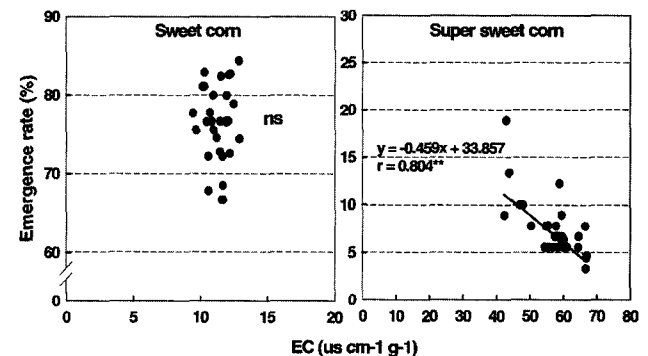


Fig. 9. Relationship between the leakage of electrolytes (EC) and emergence rate in cold test.

자의 α -amylase 활성과 cold test에서의 출아율과의 관계를 보면 Fig. 11과 같다. 단옥수수의 전분 손실율로 나타난 α -amylase 활성은 21.2~25.9%로 출아율과는 상관없이 없었고, 초당옥수수의 α -amylase 활성은 23.5~55.2%로 분포하여 출아율과 정의 상관이 있었다.

저장조건에 따른 단옥수수와 초당옥수수의 종자 활력에 미치는 영향을 종합해 보면, cold test에서 단옥수수의 출아율은 25°C에서 발아율과 양상이 비슷하였고, 출아율은 비교적 높게 유지되었지만 초당옥수수는 종자의 저장조건과 저장기간에 관계없이 출아율이 20% 이하로 극히 낮아(Fig. 3) 초당옥수수는 단옥수수보다 저장할 때 활력이 빨리 저하되었다.

저장 중인 초당옥수수 종자의 활력저하는 α -amylase 활성 저하(Fig. 10)와 발아할 때 당과 전해질의 누출량이 증가하여(Fig. 6 및 8) 병원균의 생장이 촉진되기 때문으로 생각된다. 특히 저온, 과습 등은 옥수수에는 불량환경이지만 *Pythium*, *Fusarium*, *Gibberella* 등 저온에서 발생하는 부패균에는 좋은 환경이 되어 종자가 부패하기 때문으로 생각된다(Wilson & Mohan, 1994). 단옥수수와 초당옥수수는 4월 중에 파종하여 7~8월에 종자를 수확하여 고온, 과습 조건인 일반창고에 저장하면 종자활력이 떨어지기 쉽다. 단옥수수의 저장은 15°C, RH 85%에서도 5개월간은 안전하게 저장할 수 있었으나 저장 중 활력이 빨리 저하되는 초당옥수수는 5°C, RH 70%에서 안전저장이 가능하였다(Fig. 2 및 4). 이 시험에서 일반창고에서 종자의 활력이 높게 유지되었던 것은 수확, 건조 후 종자를 -18°C에서 저장하였다가 12월 24일에 일반창고에 저장하였고, 12월~3월 중에는 저온, 건조한 조건으로 경과하였기 때문이었다(Fig. 1).

RH 70%에 수분평형을 이루는 곡물수분은 약 13%인데

(서 등, 1999), 곡물수분을 1% 낮추면 종자수명은 약 2배 연장된다. 그래서 특히 초당옥수수와 같이 저장 중 종자활력이 빨리 저하하는 종자는 곡물수분을 10~12%로 건조하고, 밀봉 포장하여 수분흡수를 방제하면 장기간 저장이 가능할 것으로 생각된다. 또 저장온도를 5°C 낮추면 종자수명을 2배로 연장할 수 있지만 저온 저장시설의 건설과 유지비가 많이 소요됨으로 경제적인 저장방법이 연구되어야 할 것으로 생각된다.

적 요

단옥수수와 초당옥수수 종자의 활력을 높일 수 있는 저장방법을 알기 위하여 단옥수수(Early Sunglow × Golden Cross Bantam 70)와 초당옥수수(Xtrasweet 82 × Fortune) 종자를 온도(5 및 15°C)와 상대습도(70 및 85%)가 다른 조건에서 10개월간 저장한 후 종자 특성의 변화를 보면 다음과 같다.

1. 종자활력은 초당옥수수가 단옥수수보다 더 빨리 저하되었으며, 초당옥수수가 단옥수수보다 더 낮은 저장온도와 상대습도가 요구되었다.
2. 단옥수수는 저장조건과 저장기간에 따른 cold test에서 출아율이 25°C에서 발아율보다 약간 낮았으나 경향은 같았고, 초당옥수수는 cold test에서 출아율이 25°C에서 발아율보다 현저히 낮았다.
3. 단옥수수와 초당옥수수 모두 발아율과 저온처리 후 출아율과는 정의 상관이 있었으나 초당옥수수는 관계가 적었다. 그래서 초당옥수수의 포장 출아율을 추정하기 위하여 반드시 저온처리 후 출아율 검정이 필요하였다.
4. 단옥수수는 모든 저장조건에서 5개월간은 종자활력이

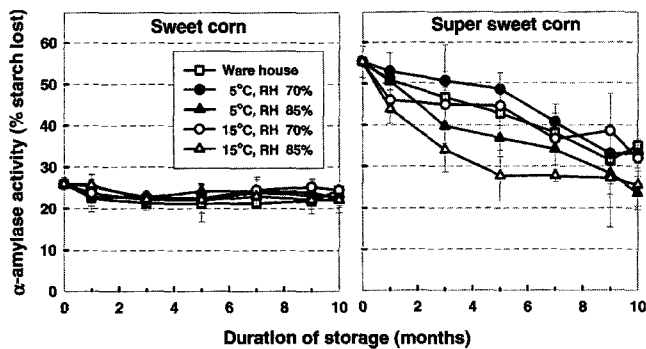


Fig. 10. Changes in α -amylase activity of sweet and super sweet corn seeds stored at different temperatures and RHs. Vertical line bars indicate standard errors.

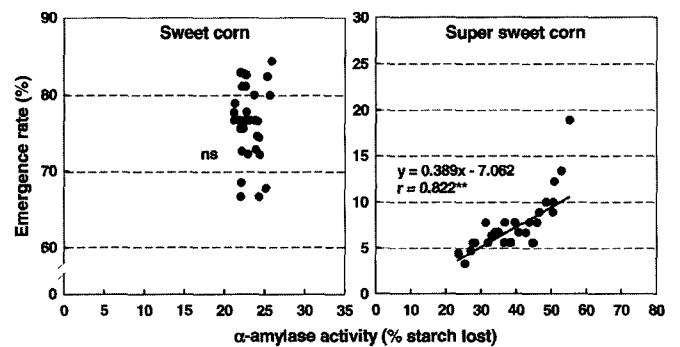


Fig. 11. Relationship between the α -amylase activity and emergence rate in cold test.

저하되지 않았으나, 초당옥수수는 5°C, RH 70%에서 활력이 유지되었다.

5. 단옥수수에서는 종자활력과 침종시 종자의 당 누출, 전해질 누출 및 α -amylase 활성과는 상관이 없었다. 반면 초당옥수수에서는 종자활력과 α -amylase 활성과는 정의 상관이, 침종 시 종자의 전해질 누출과는 부의 상관이 있었으나 당 누출과는 상관이 없었다.

사 사

본 연구는 농림부 농림기술관리센터의 연구비 지원에 의한 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

인용문헌

- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed vigor testing handbook. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. pp. 56-62.
- Cha, S. W., T. W. Jung, H. G. Moon, S. D. Kim, S. I. Park, and S. K. Jeng. 1997. Changes of germination percentage during the grain filling and storage period in super sweet corn. Korean J. Breed. 29 (Suppl. 1) : 102-103.
- Chang, S. M. and J. M. Sung. 1998. Deteriorative changes in primed sweet corn seeds during storage. Seed Sci. & Technol. 26 : 613-626.
- Forney, C. F. and D. G. Brandl. 1992. Control of humidity in small controlled-environment chambers using glycerol-water solutions. HortTechnology 2(1) : 52-54.
- Lee, S. S., A. G. Taylor, M. M. Bersniewicz, and D. H. Paine. 1995. Sugar leakage from aged leek, onion, and cabbage. Plant Varieties and Seeds. 8 : 81-86.
- Lee, S. S., S. H. Yun, and J. M. Seo. 2004. Optimum harvest time for high quality seed production of sweet and super sweet corn hybrids. Korean J. Crop Sci. 49(5) : 373-380.
- Lee, S. S., E. H. Park, B. R. Jeong, and T. G. Min. 1998. Improvement of stand establishment of major crops by seed priming under unfavorable environments. Report of Ministry of Agriculture & Forestry (MAF). pp. 103-133.
- Moreno, E., C. Benavides, and J. Ramirez. 1988. The influence of hermetic storage on the behaviour of maize seed germination. Seed Sci. & Technol. 16 : 427-434.
- National Seed Management Office (NSMO). 2005. <http://www.seed.go.kr>
- Peterson, J. M., J. A. Perdomo, and J. S. Burris. 1995. Influence of kernel position, mechanical damage and controlled deterioration on estimates of hybrid maize seed quality. Seed Sci. & Technol. 23 : 647-657.
- 농촌진흥청(RDA). 1997. 작물재배생리의 이론과 실험. pp. 47-49, pp. 69-71.
- Reiss, C. 1994. Amylase: Enzyme assay. In Experiment in Plant Physiol. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA. pp. 9-13.
- 서기호, 이정명, 김광호. 1999. 종자생산의 이론과 실제. 청록문화사. p. 282.
- Seo, J. M. and S. S. Lee. 2004. Effect of seed priming on quality improvement of maize seeds in different genotypes. Korean J. Crop Sci. 49(5) : 381-388.
- Seo, J. M., S. H. Yun, M. J. Lee, and S. S. Lee. 2003. Germinability and physiological properties of maize seeds affected by matricconditioning. Korean J. Crop Sci. 48(3) : 267-275.
- Wilson, D. O. and S. K. Mohan. 1992. Effect of seed moisturization and fungicide treatment on final stand of low vigor *shrunken-2* sweet corn inbreds. J. Prod. Agri. 5(4) : 510.
- Young, T. E., D. R. Gallie, and D. A. DeMason. 1997. Ethylene-mediated programmed cell death during maize endosperm development of wild-type and *shrunken2* genotypes. Plant Physiol. 115 : 737-751.