

Beyaz Baş Lahanada Kendine Uyuşmazlığın Kırılması Üzerine Tomurcuk Tozlaması ve Farklı Oranlarda NaCl Uygulamalarının Etkinliğinin Araştırılması

Onur Karaağaç, Hayati Kar, Beyhan Kibar, Aydın Apaydın
Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, SAMSUN

ÖZET

Bu çalışma Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde, 2005–2006 yetiştirme döneminde ısıtmasız plastik serada yürütülmüştür. Denemede materyal olarak ‘Beyaz Baş Lahanada F1 Hibrit Çeşit Islahı’ projesinin gen havuzunda bulunan Y23 hattı kullanılmıştır. Baş lahanalar (*Brassica oleracea* var *capitata* subvar. *alba*) kendine uyumsuzluk özelliği gösterdiği için yüksek oranda yabancı tozlanmaktadır. Bu durum genetik heterojeniteyi arttırmakla beraber lahana ıslah çalışmalarında hatların idame edilmesini de zorlaştırmaktadır. Ayrıca lahana standart çeşit tohumluğunun üretilmesinde verimin artırılması ve F1 hibrit çeşitlerin ebeveynlerinin idame ettirilmesi için kendine uyumsuzluğun kırılması gerekmektedir. Çalışmada tomurcuk tozlaması ile % 3, 5, 8 oranlarındaki NaCl solüsyonlarının kendine uyumsuzluk üzerine giderici etkilerinin olup olmadığı incelenmiştir. NaCl uygulamalarının ucuz ve kolay bir yöntem olması nedeniyle tomurcuk tozlamasına alternatif olma durumları da araştırılmıştır. Uygulamalar sonrası dolgun bakla sayısı, tohum sayısı ve tohum ağırlıkları verileri incelendiğinde en iyi uygulamanın tomurcuk tozlaması olduğu, bu uygulamayı % 5 NaCl uygulaması takip ettiği belirlenmiştir. Tomurcuk tozlaması %72,8 tutum oranı ile kontrole oranla 8,5 kat fazla dolgun bakla elde edilmiştir. Yine tomurcuk tozlaması, 2. sırada bulunan %5 NaCl uygulamasına oranla tohum sayısı yönünden 15 kat daha fazla tohum elde edilmiştir. Uyuşurluk, ekonomiklik ve etkinlik indeksleri de yine beyaz baş lahanada NaCl uygulamalarının tomurcuk tozlamasına alternatif olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: lahana, kendine uyumsuzluk, NaCl, tomurcuk tozlaması

ABSTRACT

This study was carried out in the unheated greenhouse at the Black-Sea Agricultural Research Institute-Samsun-Turkey in the years 2005-2006. Y23 line in the gene pole of the project “white head cabbage F1 cultivar improvement” was used as material in this experiment. Head cabbages (*Brassica oleracea* var. *capitata* subvar. *alba*) have been cross pollinated at a high rate as head cabbages shows self-incompability. This position has increased genetic heterogeneity and has caused difficulties to maintain lines in cabbage improvement. On the other hand it is necessary to break self-incompability to maintain the parents of F1 hybrid cultivars and to increase the yield in the seed production for cabbage standard cultivars. It was examined if bud pollination and NaCl solutions at the dosages of 3%, 5% and 8% have a breaking effect on self-incompability or not in this study. It was studied if NaCl application may be alternative instead of bud pollination as NaCl applications are easy and cheap. After the treatments when pod number with seed, seed number and seed weights were examined it were determined that the best treatment was bud pollination and 5% NaCl application followed it. Bud pollination with 72.8% pod formation rate gave 8.5 fold more pods with seed comparing to control treatments. In addition, bud pollination gave 15 fold more seed comparing to 5% NaCl application which was in the second rank. It was determined that NaCl applications in white head cabbage weren’t alternative to bud pollination in respect to compatibility, economic and effectiveness index.

Key words: cabbage, self-incompatibility, NaCl, bud pollination

GİRİŞ

Beyaz baş lahanası (*Brassica oleracea* var *capitata* subvar. *alba*), besleyici değeri yüksek olan, ve değişik şekillerde değerlendirilebilen bir sebze türüdür. Ülkemiz 701.000 ton üretim ile dünyada önemli

lahana üreticisi ülkeler arasında yer almakta olup bu üretimin büyük bölümü Karadeniz Bölgesi'nde yapılmaktadır (Anonymous, 2006). Karadeniz bölgesinde de Samsun ili, toplam üretimin % 21,3'ünü (150,000 ton) karşılayarak 1. sırada yer almaktadır (Anonymous, 2003).

Cruciferae familyasına ait sebze türlerinde, standart ve F1 hibrit çeşitlerin tohumluklarının üretilmesi diğer türlere oranla daha zordur. Lahanalar, sporofitik kendine uyuşmazlık özelliği göstermektedir. Bu uyuşmazlık sisteminde polen tozunun fonksiyon kabiliyetini, meydana geldiği bitkinin genotipi tayin etmektedir. Sporofitik uyuşmazlık tek lokusta bulunan çoklu allel gen serisi tarafından idare edilmektedir (Goring, 2000). Sporofitik kendine uyuşmazlık ilk defa 1955 yılında Bateman tarafından ortaya konulmuştur (Bian, 2001). Baş lahanalarda ise S lokusunda bulunan allel sayısının 50'den fazla olduğu bildirilmiştir (Wallace, 1979; Brace vd., 1994). Erkek ve dişi gametler aynı S allellerine sahip olduğu zaman stigmada bulunan papillar hücreler, salgıladığı glikoproteinler yardımıyla polen tüpünün gelişimini engelleyerek uyuşmazlığa neden olmaktadır (Nasrallah vd., 1988). Doğu ve Yanmaz (2003), beyaz başlananalarda farklı çiçeklenme dönemlerinde kendine uyuşmazlık mekanizmasının aktif halde bulunduğunu saptamışlardır.

Kendine uyuşmazlık, standart çeşitlerde tohumluk üretimini olumsuz yönde etkileyerek üretim miktarının düşmesine neden olmaktadır. Ayrıca son yıllarda diğer sebze türlerinde olduğu gibi lahanagillerde de F₁ hibrit çeşitlerin kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Heterosis ıslahının meydana getirdiği avantajlar, uygun ve etkili bir metotla F1 hibrit tohumluğu üretiminin gerçekleştirilmesiyle önem kazanmaktadır. F1 lahana hibrit çeşitlerinin tohumluklarının üretilmesi için ebeveynlerinin homozigot özelliklerini kaybetmeden kendilenmesi gerekmektedir. Fakat lahanaların uyuşmazlık sebebiyle yüksek oranda yabancı tozlanma özelliği göstermesi, kendileme işlemlerini zorlaştırmaktadır. Bu durum özellikle lahana ıslahı çalışmalarında hatların devamının sağlanmasında da olumsuz etki yapmaktadır. Bu nedenle lahana ebeveynlerinin kendine uyuşmazlıklarının kırılarak yeterli miktarda tohumluğun üretilmesi gerekmektedir. Bu nedenle uyuşmazlığı engelleyici etkin polinasyon kontrol yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Brown vd., 1990).

Brassicae familyasındaki türlerde kendileme için kullanılan tomurcuk tozlaması yöntemi, daha fazla işgücü ve zaman gerektirmesine rağmen günümüzde hala en çok kullanılan yöntemdir (Fu ve ark., 1992). Antesisten 2-3 önce henüz açmamış olan tomurcuklarda uyuşmazlığı determine eden alleler henüz aktif değildir. Bu durum stigmanın kendi bitkisine ait poleni kabul etmesine olanak sağlamaktadır. Tomurcuk tozlamasının yerine CO₂ uygulaması (Taylor, 1982), elektrikli polinasyon (Roggen ve Dijk, 1973), ısı şoklama (Roggen ve Dijk, 1976), NaCl uygulaması, okadaic asit uygulaması (Scutt vd., 1993) gibi farklı alternatif yöntemler geliştirilmiştir. Fakat bu yöntemlerin, standart bir prosedür olarak geniş bir genotipik dağılımdaki etkinlikleri henüz tam olarak belirlenememiştir (Zur vd., 2003). Söz konusu yöntemlerden biri olan NaCl uygulanmasının; geniş alanlarda kolaylıkla uygulanabilme özelliği, diğer yöntemlere kıyasla oldukça ucuz olması gibi avantajları bulunmaktadır. Bu çalışmada beyaz baş lahanada tohumluk üretiminde verimi arttırmak için kendine uyuşmazlığın kırılmasına yönelik tomurcuk tozlaması ve farklı oranlardaki NaCl solüsyonlarının etkisi incelenmiştir. Yine NaCl uygulaması ile tomurcuk

tozlamasından elde edilen sonuçlar kıyaslanarak bu işlemlerin ticari anlamda kullanılabilirliği araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Farklı dozlardaki NaCl solüsyonları ile tomurcuk tozlaması uygulamasını karşılaştırmak amacıyla Y23 hattı kullanılmıştır. Y23 hattı “Türkiye F1 Hibrit sebze Çeşitlerinin Geliştirilmesi ve Tohumluk Üretiminde Kamu-Özel Sektör İşbirliği Projesi” içerisinde yürütülen “Beyaz Baş Lahanada F1 Hibrit Çeşit Islahı” Alt projesi kapsamında yapılan karakterizasyon ve seleksiyon çalışmaları sonucunda elde edilmiştir. Y23 hattının standart çeşit olarak kayıt altına alınması için tescil işlemlerine başlanmıştır.

Deneme, ısıtmasız serada beş tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuştur. Çalışmada, hiçbir uygulamanın yapılmadığı ve tek bitki izolasyonuna tabi tutulan kontrol uygulamasının yanında tuz solüsyonunun %3–5–8’lik oranları ile tomurcuk tozlaması olmak üzere toplam beş uygulama yapılmıştır. Lahana tohumları 20.09.2005 tarihinde viyollere ekilmiş ve fide dikimleri 11.10.2005 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Çiçek sürgünlerinin daha rahat ve kuvvetli bir şekilde çıkabilmelerini sağlamak için terminal tomurcuklara zarar vermemek kaydıyla başın üst kısmı bıçak yardımıyla çarpı şekilde yarılmıştır (Bayraktar ve Boztok, 1977). Şubat ayının son haftasında bitkiler sapa kalkmaya başlamıştır. Çiçeklenme döneminde sera dışından gelebilecek yabancı tozlama yapması olasılığı bulunan böceklerle karşı havalandırma kısımlarına ince gözenekli örtü malzemesi monte edilmiştir.

Her uygulama için yetiştirilen bitkilerden beş adet bitki seçilerek işaretlenmiştir. Her bitkide 25 adet tomurcuk veya çiçek uygulamaya alınmıştır (Möhring vd., 1999). Tomurcuk tozlaması uygulaması, iki gün sonra açması muhtemel gelişme aşamasındaki tomurcuklara uygulanmıştır (Yin vd., 1981). Bu safhayı belirlemek için farklı gelişme aşamalarındaki tomurcuklar işaretlenerek çiçeklenmeye kadar geçen süreleri hesaplanmıştır. Çiçeklenmeye iki gün sonra başlayacak olan tomurcukların taç yapraklarının henüz görülmediği ve çanak yapraklarında renginin açık yeşile dönüştüğü aşama, tozlama için en uygun aşama olarak tespit edilmiştir. Öncelikle tomurcuğu kaplayan minyatür çanak yapraklar pens yardımıyla dikkatlice açılarak dişi ve erkek organlar ortaya çıkarılmıştır. Ardından tomurcuk tozlamasının etkinliğini artırmak amacıyla %1,5 oranındaki tuz solüsyonu uygulanmıştır (Rahman, 2005). Stigmaya pamuk bir fırça yardımıyla solüsyon sürülerek S allellerinin aktivitelerinin azaltılmasına çalışılmıştır. Stigmanın kuruması için 15 dakika beklendikten sonra aynı bitkinin reseptil çiçeğinden alınan dolgun polenler, ince uçlu fırça yardımıyla stigmaya sürülerek tozlama işlemi tamamlanmıştır. Tomurcuk tozlaması yapılan sürgünde tozlama yapılan tomurcuklar dışında geriye kalan diğer çiçekler ve tomurcuklar kopartılmıştır. Yine sürgünün uzayıp yeni tomurcuklar oluşturmasını engellemek amacıyla üst kısmı kesilmiştir.

Steril su ile hazırlanan %3–5–8’lik (w/v) NaCl solüsyonları, spreyleme şişelerine aktarılmıştır. Tuz solüsyonlarının uygulanması için her bitkiden bir adet sürgün işaretlenmiştir. Önceden hazırlanan %3–5–8’lik NaCl solüsyonları, her gün sabah erken saatlerde yeni açmış çiçeklerde işaretlenen sürgüne sprey edilmiştir. Uygulama, sürgündeki tüm çiçeklerin aktivitelerini kaybedinceye kadar devam etmiştir. Tomurcuk tozlamasında olduğu gibi sürgünlerin üst kısmı koparılmıştır. Tutan baklalar olgunlaşp hasat zamanına gelinceye kadar gerekli bakım işlemleri yerine getirilmiştir. Böylelikle stres koşullarından

dolayı kurumaların önüne geçilmeye çalışılmıştır. Hasat sırasında uygulama yapılan bakla sayısı, dolgun bakla sayısı, bakladaki tohum sayısı ve 100 adet tohum ağırlığı verileri alınmıştır. Etkinlik indeksinin belirlenebilmesi için gerek tomurcuk tozlaması ve gerekse NaCl uygulamaları esnasında harcanan zaman dakika olarak kaydedilmiştir. Yine uyşurluk indeksi ve ekonomiklik indeksleri de hesaplanmıştır (Friesen, 1999).

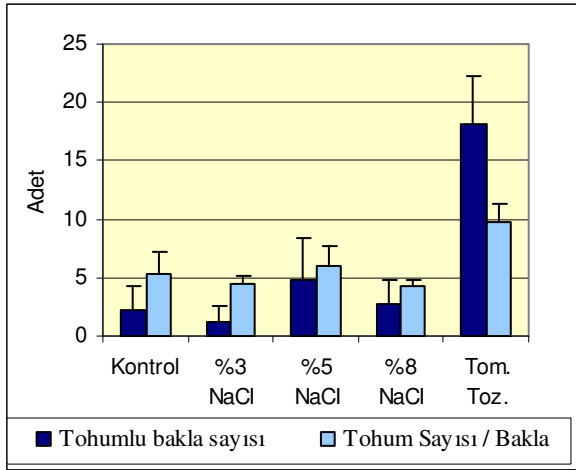
Etkinlik İndeksi: Tutan Tohum Sayısı / İşlem Süresi

Uyşurluk İndeksi: Tutan Tohum Sayısı / Tozlama Yapılan Çiçek Sayısı

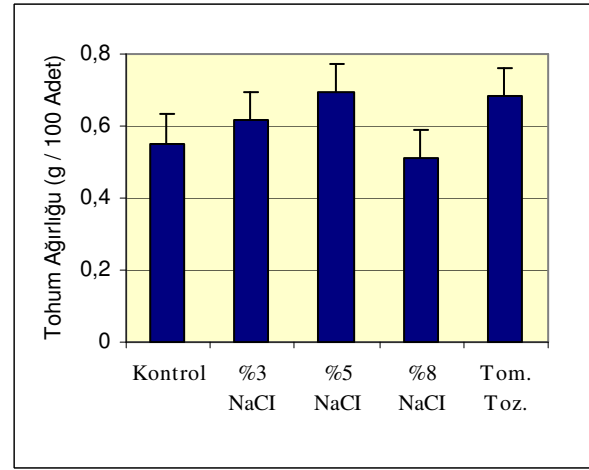
Ekonomiklik İndeksi: NaCl Uygulaması Başına Tohum Sayısı / Tom. Başına Tohum Sayısı

BULGULAR ve TARTIŞMA

Beş baş lahanalarda kendine uyşmazlığın kırılmasına yönelik tomurcuk tozlaması ve farklı oranlardaki NaCl solüsyonu uygulamalarının bakla sayısı, bakla başına tohum sayısı ve tohum ağırlığını etkilediği belirlenmiştir. Denemede kullanılan Y23 hattına ait bakla sayısı, bakla başına tohum sayısı ve tohum ağırlığı değerleri Şekil 1 ve 2’de verilmektedir.



Şekil 1. Uygulamalara ait tohumlu bakla sayısı ve bakladaki tohum sayısı



Şekil 2. Uygulamalara ait 100 tane ağırlığı

Dolgun bakla sayısı verileri incelendiğinde en yüksek değerler tomurcuk tozlaması uygulamasından elde edilmiş olup 25 çiçekten 18,2 tanesinin tohumlu bakla oluşturduğu belirlenmiştir. Tomurcuk tozlaması %72,8 tutum oranı ile kontrole oranla 8,5 kat fazla dolgun bakla elde edilmiştir. Kontrol ve tuz (% 3, 5, 8) uygulamalarında ise tomurcuk tozlamasından daha düşük değerler elde edilmiştir. Tuz uygulamaları içerisinde %5’lik (4,83 adet) tuz uygulamasından, % 3 (1,16 adet) ve % 8’lik (2,8 adet) uygulamalara göre daha iyi sonuçlar alınmıştır (Şekil 1). Dolgun bakla sayısı, lahana tohumluğu üretiminde verimi arttıran en önemli unsurlardan birisidir. Bu nedenle bitkideki mevcut çiçeklerin dolgun baklaya dönüşme yüzdesinin yüksek olması gereklidir. Veriler incelendiğinde tomurcuk tozlaması bu bakımdan diğer uygulamalardan çok daha iyi bir performans sergilemiştir.

Bakla başına tohum sayısı bakımından en yüksek değerler dolgun bakla sayısında olduğu gibi tomurcuk tozlamasından (9,75 adet/bakla) elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 6,0 adet ile %5’lik NaCl uygulaması ve kontrol uygulaması (5,25 adet/bakla) takip etmiştir. Tomurcuk tozlamasında, 2. sırada bulunan %5 NaCl uygulamasına oranla tohum sayısı yönünden 15 kat daha fazla tohum elde edilmiştir.

Bakladaki tohum sayısı bakımından en düşük değerler ise sırasıyla %8 (4,3 adet/bakla) ve % 3'lik (4,5 adet/bakla) NaCl uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 1).

100 dane ağırlığı yönünden denemede ele alınan tüm uygulamalardan birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek 100 dane ağırlığı %5'lik (0.69 gr) tuz uygulamasından elde edilirken bunu tomurcuk tozlaması (0,68) takip etmiştir (Şekil 2). En düşük 100 tane ağırlığı değerleri ise 0,51 gr ile % 8 NaCl uygulaması, 0,55 gr ile kontrol ve 0.61 gr ile % 3'lük tuz uygulamasından elde edilmiştir. Tomurcuk tozlaması ve % 5 NaCl uygulamasından elde edilen 100 dane tohum ağırlık değerleri, beyaz baş lahanada normal kabul edilen ağırlığın üzerine çıkmıştır. Uyuşmazlık allellerinin aktivasyonunun azaltılmasıyla birlikte polen tüpünün zorlanmadan gelişmesi ve normal şartlar altında döllenmenin sağlanması sonucu daha dolgun tohumlarının oluşması, 100 dane ağırlığını artırıcı bir neden olabilir.

Fu ve ark., (1992), Brassicae familyasında bulunan ve baş lahanada bulunan akraba olan kolza bitkisinde yaptıkları çalışmada % 2-10 arası oranlarda tuz solüsyonları kullanmışlardır. Kendine uyuşmazlığı kırmada en uygun dozun % 5 NaCl solüsyonu olduğunu tespit etmişler ve bu solüsyonun çiçeklenme dönemi boyunca kullanılması gerektirdiğini bildirmişlerdir. Roka bitkisinde ise % 1-15 arası oranlarda uygulanan NaCl solüsyonlarının hiçbirinin uyuşmazlığı kırmada kontrole göre etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Sun ve ark., 2005). Friesen, (1997), şalgam bitkisinde yaptığı çalışmada uyuşmazlığın kırılması yönünde %3 ve %5 NaCl solüsyonları ile tomurcuk tozlaması arasında istatistik açıdan bir fark bulunmadığını bildirmiştir. Sporofitik uyuşmazlık çoklu allelli tek S geni ile determine edilmesine rağmen NaCl solüsyonu uygulamalarının değişik türlerde uyuşmazlığın kırılmasına etkisi oldukça farklı olabilmektedir. Beyaz baş lahanada yapılan bu çalışmada bakla sayısı ve tohum sayısı yönünden NaCl uygulamaları, tomurcuk tozlamasından daha düşük bir performans sergilemiştir. Zur ve ark., (2003), beyaz baş lahanada kendine uyuşmazlığın genotipik varyasyon ve çevre faktörleri karşısındaki durumunu incelemişlerdir. Çalışmada ortamın sıcaklık ve nem değerleri yanında genotiplerin farklılığının da kendileme oranını etkilediğini belirtmişlerdir.

Tablo 1. Tomurcuk Tozlaması ve farklı NaCl solüsyonu uygulamaları sonucu etkinlik, uyuşurluk ve ekonomiklik indeksleri

Uygulamalar	Etkinlik İndeksi	Uyuşurluk İndeksi	Ekonomiklik İndeksi	Tohum Sayısı / Uygulama
%3 NaCl	1,75	0,21	0,028	5,25
%5 NaCl	9,67	1,16	0,163	29,00
%8 NaCl	4,01	0,48	0,068	12,04
Tomurcuk Tozlaması	5,92	7,09	1,000	177,45

Uygulamaların etkinlik indeksi incelendiğinde % 5 NaCl uygulamasının zaman ve işgücü bakımından en pratik uygulama olduğu görülmektedir (Tablo 1). Fakat uyuşurluk-ekonomiklik indeksi ve elde edilen tohum sayısı değerleri dikkate alındığında her ne kadar % 5 NaCl uygulaması diğer oranlardan daha yüksek değerlere sahip olsa da, tomurcuk tozlaması uygulaması diğer NaCl uygulamalarından daha iyi sonuçlar vermiştir.

Sporofitik kendine uyuşmazlık sadece genetik değil çevre şartlarından ve stres faktörlerinden kolayca etkilenen komplike bir sistemdir. Çalışmanın sera şartları altında yapılmış olması, bitki

izolasyonunu sağlama yönünden avantaj oluşturmuştur. Fakat çalışmanın yapıldığı zaman aralığında sera sıcaklığının optimum değerlerin üzerine çıkmasının, tohum tutumuna olumsuz etki yaptığı düşünülmektedir. Ayrıca yapılan tohum tutum analizinde Y23 hattının çok yüksek oranda kendine uyumsuz bir genotip olduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışmanın genişletilerek, yüksek sıcaklık ve nem stresinden uzak açık tarla şartlarında ve genetik açıdan farklı yapıda olan genotiplerin ele alındığı bir çalışmanın yapılarak, konunun daha detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 2003. Samsun Tarım İl müdürlüğü İstatistik Kayıtları
- Anonymous, 2006. FAOSTAD Statistical Databases. www.fao.org
- Bayraktar, K., Boztok., 1977. Lahanalarda muhtelif tohum alma metotları üzerinde araştırmalar. A.Ü. Ziraat Fak. Dergisi. 13(2) 149–161.
- Bian, X., 2001. A self-incompatible grass species. Ph. D. Thesis, The University of Adelaide. 20p.
- Brace, J., Rydes, C. D., Ockendon, D. J. 1994. Identification of S-alleles in *Brassica oleracea*. Euphytica 80: 229-234.
- Brown, A., Brown, J., Dyer, A.F., 1990. Optimal pollination conditions for seed set after a self-pollination, an intraspecific cross and an interspecific cross of marrow-stem kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*). Euphytica. 51(3) 207–214.
- Doğu, K., Yanmaz, R., 2003. Beyaz Baş Lahanada (*Brassica oleracea* var. *capitata* sub. var. *alba* cv. Yalova 1) Kendine Uyuşmazlık Mekanizmasının İncelenmesi. Master Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. s. 26
- Friesen, H., 1997. The Application of Doubled Haploid Plants to Population Improvement in *Brassica rapa*. Department of Plant Science University of Manitoba Master Thesis
- Fu, T., Si, P., Yang, X., Yang, G., 1992. Overcoming Self-Incompatibility of *Brassica napus* by Salt (NaCl) Spray. Plant Breeding 109 (3), 255–258.
- Goring, D.R., 2000. The Search for Components of the Self-incompatibility Signalling Pathway(s) in *Brassica napus*. Annals of Botany 85 (Supplement A): 171-179.
- Möhring, S., Esch, E., Wricke G., 1999. Breeding hybrid varieties in winter rapeseed using recessive self-incompatibility. 10 th Rapeseed Congress. Canberra Australia
- Nasrallah, J.B., Yu, S.D., Nasrallah, M. E., 1988. Self-incompatibility genes of *Brassica oleracea*: expression, isolation and structure. Proc Natl. Acad. Sci. USA. 85:5551–5555.
- Rahman, 2005. Resynthesis of *Brassica napus* L. for self-incompatibility: self-incompatibility reaction, inheritance and breeding potential. Plant Breeding 124, 13–19.
- Roggen, R., Van Dijk, A. J., 1973. Electric aided and bud pollination: which method to use for self-seed production in cole crops (*Brassica oleracea* L.). Euphytica. 22(2) 260–263
- Roggen, R., Van Dijk, A. J., 1976. ‘Thermally aided pollination’: A new method of breaking self-incompatibility in *Brassica oleracea* L. Euphytica. 25(1) 643–646.
- Scutt, C., Fordhamskelton, A., Croy, R., 1993. Okadaic acid causes breakdown of self-incompatibility in *Brassica oleracea* – evidence for the involvement of protein phosphatases in the incompatible response. Sexual Plant Reproduction 6: 282–285.
- Sun, W., Pan, Q., Liu, Z., Meng, Y., Zhang, T., Wang, H., Zeng, X., 2005. Overcoming self-incompatibility in *Eruca sativa* by chemical treatment of stigmas. Plant Genetic Resources 3(1); 13–18
- Taylor, J. P., 1982. Carbon dioxide treatment as an effective aid to the production of selfed seed in kale and Brussels sprouts. Euphytica. 31(3) 957–964.
- Yin, Y., Baggett, J. R., Rowe, K.E., 1981. The effects of bud self-pollination and open flower self-pollination on the field characteristics of broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*). Euphytica. 30(3) 841–845.
- Wallace, J.H., 1979. Procedure for identifying S-allele genotypes of Brassica. Theor Appl Genet 54: 249–265
- Zur, I., Klein, M., Dubert, F., Samek, L., Walligorska, H., Zuradzka, I., Zawislak, E., 2003. Environmental factors and genotypic variation of self-incompatibility in *Brassica oleracea* var. *capitata*. Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica 45/1: 49–52.