Tr. J. of Agriculture and Forestry
23 (1999) Ek Sayı 2, 281-287
@ TÜBİTAK

Farklı Çavdar Genotiplerinde (*S. cereale* L., *S. montanum* Guss) Çiçek Biyolojisi Üzerine Bir Araştırma

İlknur AKGÜN, Metin TOSUN, Sevim SAĞSÖZ
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 19.11.1996

Özet: Bu çalışmada tetraploid kültür çavdarı (*S. cereale* L.) ile çok yıllık çavdarın (*S. montanum* Guss.) diploid ve tetraploid (C_1) bitkilerinde polen çimlenme oranı, polen boyanması, polen boyutları, polen üretimi ve anter uzunluğu incelenmiştir.

Araştırma sonucunda, incelenen çavdar genotiplerinde en yüksek polen çimlenme oranı %30 sakkaroz 5ppm borik asit ve 10 ppm kalsiyum nitrat karışımından elde edilmiştir. Ayrıca çok yıllık diploid çavdarda çiçek tozu çimlenme oranı (%40.48) ve boyanan çiçek tozu oranı (%94.93) en yüksek iken polen boyutları (boy:18.92 µm; en:15.26 µm), polen üretimi (19982 adet/ anter) ve anter uzunluğu (7.39 mm) en düşük bulunmuştur.

A Study of the Flower Biology of Different Rye Genotypes (*S. cereale L., S. montanum Guss.*)

Abstract: In this study, the pollen germination rate, pollen viability, pollen size, pollen production and anther length of rye (*S. cereale* L.) and the diploid and tetraploid of perennial rye (*S. montanum* Guss.) populations were examined.

The highest pollen germination rate was obtained in 30 % sucrose, 5 ppm boric acid and 10 ppm calcium nitrate solution with all specimens. Furthermore, the lowest pollen size (length: 18.92 µm; width: 15.26 µm), pollen production per anther (19982) and anther length (7.39 mm), but the highest pollen germination rate (40.48 %) and pollen viability (94.93 %) were observed in diploid perennial rye.

Giriş

Günümüzde bitkisel üretimde verimliliği arttırmak için kültürel uygulamaların yanında değişik ıslah metotları da kullanılmaktadır. Bu ıslah yöntemlerinden birisi olan poliploidi hem populasyondaki varyasyonun arttırılması hem de diploidlerine göre daha gümrah gelişen bitkilerin elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Poliploid bitkilerin birçok üstün özellikleri yanında bazı önemli sorunları da bulunmaktadır. Bu bitkilerde homolog kromozom sayısındaki artışa bağlı olarak meiosis bölünmede düzensizlikler meydana gelmekte ve bunun sonucunda oluşan gametler büyük ölçüde kısır olmaktadır. Figueiras ve ark. (1), metafaz I'de meydana gelen değişik şekilli quadrivalentlerin dengesiz kromozom sayılı gametleri oluşturduğunu ve bunların da polen çimlenme kabiliyetini düşürdüğünü ileri sürmüşlerdir. Aynı araştırıcılar, polen tüpü gelişmesi ile kromozom yapısı arasında önemli bir ilişkinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Yine polenin genetik yapısının, onun dölleme kabiliyetini etkileyebildiği Pfahler (2) tarafından belirtilmiştir. Bunun yanında Manthriratna ve Hayward (3), dölleme yeteneği bakımından gözlenen varyasyonun, polen tanesindeki fizyolojik farklılıklar, polen tüpü gelişme oranı, çimlenme hızı ya da bunların tamamının etkisiyle meydana gelebileceğini ileri sürmüşlerdir.

Buğdaygil familyasına ait bitkilerde suni ortamda polen çimlenmesinin zor olduğunu ifade eden çok sayıda literatür vardır (3,4,5,6,7,8). Diğer taraftan, yabancı tozlaşan türlerde yapılan polen çimlendirme çalışmalarında kendine tozlaşanlara göre daha başarılı sonuçların alındığı ileri sürülmüş ve kendine tozlaşan buğdaygil bitkilerinde polenlerin çimlendirme ortamındaki değişikliklere daha hassas olduğu belirtilmiştir (6).

Polenlerin in vitro ortamında çimlendirilmesinde başlangıç problemi doğru besin kombinasyonlarının ve güçlendirici olarak kullanılan inorganik maddelerin belirlenmesidir. Polen çimlenmesi için besin gereksinimleri türden türe değişmektedir. Nitekim Wallace ve Karbassi (6), taze toplanmış yulaf polenlerini 13 g sakkaroz, 1.7 g

rafinose, 20 mg borik asit, 25 mg kalsiyum nitrat ve 3 g bacto-agar ile 85 ml saf sudan oluşan ortamda petri kapları içerisinde çimlendirmişlerdir. Araştırıcılar, ortama konulan polenlerde polen tüpü gelişmesinin 5-6 dakika içerisinde maksimuma (125-150 Mikron) ulaştığını ve bu sürenin sonunda polenlerin patlayarak içeriklerini boşalttığını bildirmişlerdir. Denemede kullanılan Victorgrain yulaf varyetesinde ortalama polen çimlenmesi %50.1, mutant hatta ise %49.2 olmuştur. Yine bu konuda yapılan diğer bir araştırmada kalsiyum nitrat, borik asit ve sakkarozun farklı konsantrasyonlarını (%9, 13 ve 16) içeren yapay ortamların *Poa pratensis*'in polen çimlenmesi üzerine etkileri incelenmiştir. En yüksek çimlenme oranı (%43.3) %13 sakkaroz, %0.75 agar, 10 ppm kalsiyum nitrat ve 5 ppm borik asit karışımından oluşan ortamda gerçekleşmiştir. (7). Kendine ve yabancı tozlaştırılan 4 farklı *Lolium* türü üzerinde yapılan başka bir çalışmada 9 değişik kültür ortamı kullanılmıştır. Araştırmada sakkarozun düşük konsantrasyonlarında ozmotik dengesizliğe bağlı olarak patlamış polen tanesi oranının arttığı, sakkaroz oranı %40'a çıkarıldığında ise polen çimlenmesi olmadığı belirlenmiştir. Denemede, çimlenen çiçek tozu oranının %2.7-16 arasında değiştiği saptanmıştır (3). Adi otlak ayrığına (*A. cristatum* L. Gaertn) ait çiçek tozları değişik agar, şeker ve borik asit konsantrasyonlarında çimlendirme ortamına alınmıştır. Çimlendirme denemesinde asılı damla yöntemi kullanılmış ve çimlenme oranının %1.71-39.73 arasında değiştiği kaydedilmiştir (8).

Çavdar üzerinde yapılan bir çalışmada homozigot ve heterozigot bitkiler kullanılmış ve bu bitkilerde polenler 100 ml saf suya 3.5 g bacto-agar, 30 g sakkaroz ve 20 mg borik asitin ilavesiyle oluşturulan ortamda çimlendirilmeye alınmıştır. Değerlendirmelerde her bitkiden 100 polen tanesi incelenmiş ve ortalama polen çimlenme oranı heterozigot bitkilerde %67.5 iken, homozigotlarda %74.5 olarak belirlenmiş ancak, bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (1).

Poliploid bitkilerde üretilen polen tozu miktarı fazla (9) olmasına rağmen, tohum tutma oranı önemli ölçüde düşüktür (10,11). Tohum tutmadaki bu azalmanın döllek çiçeklerin yüzdesindeki azalmayla ilişkili olduğu bildirilmiştir (12). İlk generasyonlarda ortaya çıkan sözkonusu olumsuzluğun generasyonlar ilerledikçe ortadan kalkabileceği ve diploidlerine eşdeğer oranda tohum tutmanın meydana gelebileceği ortaya konulmuştur. (13,14).

Sapra ve Hughes (15) tarafından yapılan bir çalışmada çavdarda anter uzunluğu 8.15-1.63 mm, anter genişliği 0.98 mm, anter başına polen üretimi 42320 adet, polen canlılığı %85.7, polen büyüklüğü ise 62.5 µm olarak kaydedilmiştir. Ayrıca, anter başına polen tanesi ile polen büyüklüğü arasında negatif; tohum tutma oranı ile anter uzunluğu, polen canlılığı ve tane ağırlığı arasında ise pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Yine Bitzer ve Patterson (16), tohum tutma ile üretilen polen miktarı arasında doğrusal bir ilişkinin bulunduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada doğal olarak yetişen diploid çok yıllık çavdar ve bunun yapay tetraploidleri (C_1) ile uzun yıllardır üretimi yapılan tetraploid kültür çavdarına ait bitkiler polen çimlenmesi, polen boyanması, polen boyutları, polen üretimi ve anter uzunluğu yönünden karşılaştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırmada çok yıllık çavdarın (*Secale montanum* Guss.) diploid ve tetraploidleri (C_1 generasyonu) ile tetraploid kültür çavdarı (*Secale cereale* L.) kullanılmıştır.

Metot

Üç farklı çavdar genotipinde çiçeğin bazı biyolojik özellikleri incelenmiş ve bu amaç için 15 bitkiden çiçeklenme döneminden önce alınan anterler ile çiçeklenme döneminde toplanan polenler karıştırılarak kullanılmıştır.

Çiçek Tozu Çimlenme Oranı

Polenlerin çimlenme oranlarının belirlenmesi amacıyla "Asılı Damla" yöntemi kullanılmış (8,17) ve besin ortamı olarak Maun ve ark. (7)'nın metodu modifiye edilmiştir. Besin ortamı, sakkarozun %25, 30 ve 35'lik konsantrasyonu ile standart olarak kullanılan 5 ppm borik asit ve 10 ppm kalsiyum nitrat çözeltisinden oluşmuştur. Polenler çimlenme ortamına konulduktan sonra etüvde 20°C'de tutulmuş ve yarım saat içerisinde sayımları yapılmıştır. İncelenen çavdar populasyonlarında her ortama ait 6 paralelli örnek hazırlanmış ve her bir örnekteki tüm alan incelenmiştir.

Çiçek Tozu Canlılığı

Polenlerin boyanmasında safranin-gliserin sulu çözeltisi kullanılmış ve Elçi (17) tarafından belirtilen esaslara göre polenlerin boyanması sağlanmıştır. Boyama

işleminden sonra her populasyondan 4'er adet preparat hazırlanmış ve her preparattan şansa bağlı olarak 10 alanda boyanan ve boyanmayan polenler sayılarak ortalamalar elde edilmiş ve istatistiksel değerlendirmeler 100'er polen üzerinden yapılmıştır.

Çiçek Tozu Boyutları

Çiçek tozlarının boy ve enlerinin ölçmek için polen canlılığının belirlenmesinde hazırlanan preparatlardan yararlanılmıştır. Bu amaçla her bir preparatta 25'er adet olmak üzere her üç çavdar populasyonunda 100'er adet çiçek tozunun boy ve enleri oküler mikrometre yardımı ile mikroskobun 40X büyütmeli objektifi kullanılarak mikrometre (µm) cinsinden ölçülmüştür.

Polen Üretimi ve Anter Uzunluğu

Anterlerde üretilen çiçek tozu miktarının tespit edilmesinde hemasitometrik lamdan yararlanılmıştır (18,19). Çiçek tozlarının elde edilmesi ve sayıma hazırlanmasında Eti (19) tarafından belirtilen yöntem kullanılmıştır. Bu amaç için kullanılan başakların ortasındaki başakçıkların ilk iki çiçeğinden herhangi birisi alınmış (diğeri anter uzunluğu ölçümünde kullanılmıştır) ve her bir çavdar populasyonu için 20'şer adet çiçek kullanılmıştır. Bunlar eşit olarak iki gruba ayrılmış ve her bir çiçekte bulunan 3'er anter çıkarılarak (3x10 = 30 anter) küçük cam şişelere konulmuştur. Bu şişeler güneş alan bir odada 1-2 gün süreyle bırakılarak anterlerin çatlaması sağlanmıştır. Daha sonra şişeler içerisine 2'şer ml saf su ile çiçek tozlarının homojen dağılması için küçük bir damla sıvı deterjan ilave edilmiştir. Ayrıca anterlerin tam olarak parçalanmasını sağlamak için cam çubukla anterler ezilerek süspansiyon iyice karıştırılmıştır. Sayım yapmak üzere süspansiyondan bir pipet yardımı ile bir miktar alınmış ve hemasitometrik lam üzerinde bulunan 2 sayma odacığının her birine birer damla damlatılarak üzerine lamel kapatılmıştır. Lam üzerindeki 4'er büyük karede bulunan polenler sayılarak hesaplamalar yapılmıştır.

Bir büyük kare ile lamel arasında 0.2 mm^3 hacim mevcuttur. Buradan süspansiyonun toplam hacminde bulunan (2 ml= 2000 mm^3) 30 antere (10 çiçek) ait çiçek tozu miktarı belirlenmiş ve bu değer 30'a bölünerek anter başına polen üretim miktarı hesaplanmıştır.

On Çiçekteki (30 anter) Polen Sayısı

$$= \frac{\text{Her bir büyük karedeki toplam polen sayısı x 2000}}{0.2}$$

Anter Uzunluğu, 0,05 mm hassasiyetli kompas yardımıyla mm olarak ölçülmüştür. Her bir genotipten toplam 30 anterde ölçüm yapılmıştır.

Verilerin İstatistiksel Analizi

Araştırma sonucunda elde edilen değerler bilgisayarda Mstatc programında analiz edilmiştir. Polen çimlenmesi tam şansa bağlı deneme planına göre faktöriyel düzenlemede 6 tekerrürlü olarak analiz edilmiş ve önemli farklılıklar için Duncan karşılaştırma testi uygulanmıştır. Diğer özelliklere ait ortalamalar ise T testi ile karşılaştırılmıştır. Her genotipten çiçek tozu canlılığı ve boyutlarının belirlenmesinde 100 polen, anter uzunluğunda 30 anter, polen üretiminde ise 4 tekerrür (her tekerrürde 10 sayım odacığı) esas alınarak istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çiçek Tozu Çimlenmesi

Farklı şeker konsantrasyonlarında çavdar genotiplerinin polen çimlenme oranı Tablo 1'de gösterilmiştir. İlgili tablonun incelenmesinden anlaşılacağı gibi şeker konsantrasyonları ve genotipler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. Ortalama en yüksek çimlenme oranı çok yıllık diploid çavdarda (%40.48) belirlenmiş, bunu kültür çavdarı (%37.32) ve tetraploid çok yıllık çavdar (%28.58) izlemiştir. Şeker konsantrasyonlarına göre (%25, 30 ve 35) ortalama polen çimlenme oranları sırasıyla %37.55, 50.60 ve 18.23 olarak saptanmıştır. Şeker oranının %30'a kadar artması polen çimlenme oranını arttırmış ve en düşük çimlenme oranı %35'lik konsantrasyonda elde edilmiştir.

Tablo 1. Farklı Çavdar Genotiplerinde Sakkarozun Değişik Konsantrasyonlarına Göre Çiçek Tozu Çimlenme Oranları.

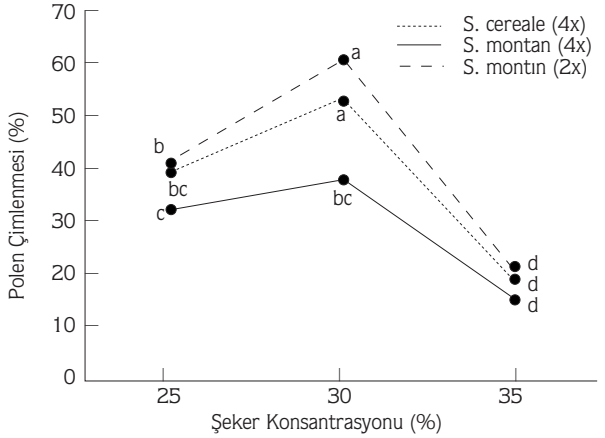
İncelenen	Şeker Konsantrasyonu (%)			
Genotipler	25	30	35	Ortalama
S. cereale (4x)	39.72	53.39	18.85	37.32 **a**
S. montanum (4x)	32.04	38.04	15.33	28.58 **b**
S. montanum (2x)	40.89	60.04	20.50	40.48 a
Ortalama	37.55 **b**	50.60 **a**	18.23 **c**	35.46

F Değerleri A Genotip = 13.97** B Şeker Kons. = 97.57** AxB = 2.41*

* ve ** işaretli F değerleri sırasıyla %5 ve % 1 seviyesinde önemlidir.

Denemede incelenen çavdar genotiplerinin hepsinde sakkarozun %30'a kadar artması çimlenme oranını da arttırmıştır. Sakkarozun %25, 30 ve 35 konsantrasyonlarına göre polen çimlenme oranları sırasıyla kültür çavdarında %39.72, 53.39 ve 18.85, tetraploid çok yıllık çavdarda %32.04, 38.04 ve 15.33, diploid çavdarda ise %40.89, 60.04 ve 20.50 olarak belirlenmiştir.

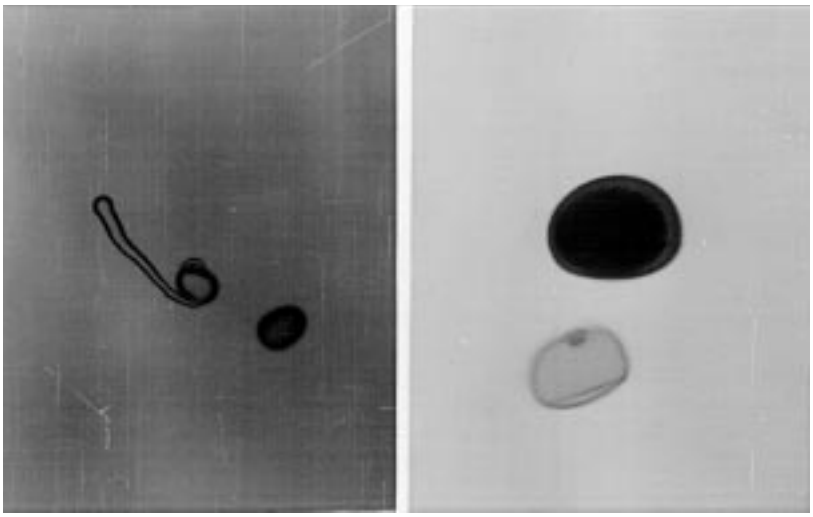
Genotiplerin şeker konsantrasyonlarına tepkisi farklı olduğundan şeker ve genotip arasındaki interaksiyon önemli bulunmuş ve bununla ilgili çoklu karşılaştırma testi değerleri Şekil 1'de verilmiştir. Tüm şeker konsantrasyonlarında en yüksek çimlenme oranı diploid çok yıllık çavdarda elde edilmiştir (Şekil 2). Tetraploid kültür çavdarında polen çimlenme oranı diploid çok yıllık çavdardan düşük olmuş ancak, bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



Şekil 1. Farklı şeker konsantrasyonlarında çavdar genotiplerinin çimlenme yüzdesi.

Poliploid bitkilerin önemli sorunlarından birisi de başlangıç generasyonlarında tohum tutma oranının düşük olmasıdır (10,11). Bu bitkilerde homolog kromozom sayısındaki artışa bağlı olarak meiosis bölünmede düzensizlikler meydana gelmekte ve bunun sonucunda gametler büyük ölçüde kısır olmaktadır. Figures ve ark. (1), metafaz I'de meydana gelen değişik şekilli quadrivalentlerin dengesiz kromozom sayılı gametleri oluşturduğunu ve bunların da polenlerin çimlenme kabiliyetini düşürdüğünü ileri sürmüşlerdir. Araştırıcılar, polen tüp gelişmesi ile kromozom yapısı arasında önemli bir ilişkinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Yine, polen canlılığının genetik olarak kontrol edildiği ve bunun dölleme kabiliyetini etkilediği saptanmıştır (2,20). İlk generasyonlarda ortaya çıkan bu olumsuzluğun generasyonlar ilerledikçe ortadan kalkabileceği kaydedilmiştir (13,14). Nitekim bu çalışmada, tohum tutmada önemli bir kriter olan polenlerin çimlenme yeteneği tetraploid çok yıllık çavdarda diploidlerine göre önemli ölçüde düşük, uzun yıllardan beri yetiştirilmekte olan tetraploid kültür çavdarında ise diploidlere oldukça yakın bulunmuştur

Farklı besin kombinasyonları kullanılarak yapılan çalışmalarda ortalama polen çimlenme oranları heterozigot ve homozigot çavdar bitkilerinde sırasıyla %67.5 ve %74.5 (1), A. cristatum türlerinde %2.7-16 (3), Victorgrain yulaf varyetesinde %50.1, mutant yulaf hattında %49.2 (6), A. cristatum'de %43.3 (7), adi otlak ayrığında %1.71-39.73 (8) ve farklı domuz ayrığı populasyonlarında ise %2.67-37.32 arasında değiştiği belirlenmiştir (21).



Şekil 2. Çavdarda, solda çimlenen ve çimlenmeyen (10X), sağda boyanan ve boyanmayan çiçek tozlarının (40X) genel görünüşü.

Bu çalışmada şeker konsantrasyonu %35'e çıkarıldığında polenlerde patlamalar olduğu ve içeriklerinin dışarı çıktığı saptanmıştır. *Lolium* türleri üzerinde yapılan bir araştırmada sakkarozun hem düşük hem de yüksek konsantrasyonlarında ozmotik dengesizlik sonucu polen tanelerinin patladığı, hatta yüksek konsantrasyonda (%40) çimlenmenin olmadığı tespit edilmiştir (3).

Çiçek Tozu Canlılığı

Denemede ele alınan çavdar genotiplerine ait bitkilerde canlı çiçek tozu oranını belirlemek için her genotipten 15'er bitkiden toplanan polenler karıştırılarak hazırlanan preparatlarda çok sayıda polen incelenmiş ve bunlardan ortalamalar elde edilerek değerlendirmeler 100'er polen üzerinden hesaplanmıştır. İşlem uygulanmış polenlerden boyananlar canlı, boyanmayanlar cansız olarak kabul edilmiştir. En yüksek boyanan çiçek tozu oranı diploid çok yıllık çavdarda elde edilmiş (%94.93), bunu kültür çavdarı (%92.89) ve tetraploid çok yıllık çavdar (%88.72) izlemiştir (Tablo 2). Çavdar genotipleri birbirleri ile karşılaştırıldıklarında kültür çavdarı ile diploid çok yıllık çavdar arasındaki fark önemsiz iken (t=1.9581), diğerleri arasındaki fark çok önemli olmuştur (*S. cereale* / S. montanum (4x) t=4.1984**; S. montanum (2x) / S. montanum (4x) t=9.8689**).

Tablo 2. Farklı Çavdar Genotiplerinde Çiçek Tozu Canlılığına Ait Veriler.

İncelenen Genotipler	İncelenen Bitki Say.	İncelenen Top Polen Sayısı	Boyanan Polenler Sayı	Boyanan Polenler %
S. cereale (4x)	15	2291	2128	92.89 + 0.81
S. montanum (4x)	15	1950	1730	88.72 + 0.65
S. montanum (2x)	15	2109	2002	94.93 + 0.53
Toplam/Ortalama	45	6350	5860	92.18

Denemede canlı olduğu kabul edilen boyanan çiçek tozu oranlarının genotiplere göre dağılışı polen çimlenme oranlarına paralellik göstermektedir. Buna göre, çiçek tozlarının çimlenme ve dölleme güçlerinin saptanmasında polen boyanabilirliğinin bir ölçü olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Sapra ve Hughes (15), tohum tutma ile polen canlılığı arasında pozitif bir ilişkinin bulunduğunu kaydetmişler ve çavdarda polen canlılığını %85.7 olarak saptamışlardır. Ayrıca araştırıcılar, her boyanan çiçek tozunun mutlaka çimlenme ve dölleme yapacak güçte olmadığını bildirilmişlerdir. Bunun yanında iki farklı materyal birbirleriyle karşılaştırılırken çiçek tozları boyanma oranı yüksek olanın, tohum tutma oranı yönünden üstün olduğu ileri sürülmüştür (17).

Çok yıllık çavdarın tetraploid Co bitkilerinde polen boyanma oranının (%83) diploidlerine (%96) göre önemli ölçüde düşük olduğu belirlenmiş ve bu durumun tetraploid bitkilerde görülen meiotik düzensizliklerle ilişkili olduğu ileri sürülmüştür (22). Yine domuz ayrığı üzerinde yapılan çalışmada boyanan çiçek tozu oranının yabani bitkilerde %97.82, kültür bitkilerinde ise %91.30 olduğu tespit edilmiştir (21). Nathawat ve Gandhi (20) polen canlılığının genetik olarak kontrol edildiğini ileri sürmüşlerdir.

Çiçek Tozu Boyutları

Farklı çavdar populasyonlarına ait bitkilerden toplam 100'er adet çiçek tozunun boy ve enleri ölçülmüş ve her iki özellik yönünden çavdar genotipleri arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. Kültür çavdarı ile tetraploid ve diploid çok yıllık çavdarda oküler mikrometre ile ölçülen (40X büyütmede) polen boyları sırasıyla 30.14, 22.11 ve 18.92 µm, polen eni ise aynı sıra ile 23.30 18.38 ve 15.26, µm olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

Kültür çavdarında polen boyutları yabani çok yıllık çavdarın her iki ploidi seviyesindeki polen tanelerinden daha büyük olduğu belirlenmiştir (Polen boyu: *S. cereale*

Tablo 3. Farklı Çavdar Genotiplerinde Polen Boyutları (µm), Anter Başına Polen Üretimi (adet/anter) ve Anter Uzunluğuna (mm) Ait Veriler.

İncelenen Genotipler	Ortalama Polen Boyutları Boy	En	Polen Üretimi	Anter Uzunluğu
S. cereale (4x)	30.14 + 0.17	23.30 + 0.22	32150 + 2060	10.81 + 0.14
S. montanum (4x)	22.11 + 0.14	18.38 + 0.15	35667 + 1959	10.60 + 0.14
S. montanum (2x)	18.92 + 0.16	15.26 + 0.16	19982 + 1606	7.39 + 0.08
Ortalama	23.73	18.99	29266	9.60

/ *S. montanum* (4x) t=37.297**, *S. cereale* / *S. montanum* (2x) t=52.67**; Polen eni: *S. cereale* / *S. montanum* (4x) t=17.51**, *S. cereale* / *S. montanum* (2x) t=28.89**). Bu durum yabani bitkilerin genel özelliği olarak değerlendirilebilir. Yine, çok yıllık çavdarın diploid ve tetraploidleri polen boyu (t= 15.006**) ve eni (t=15.55**) yönünden önemli derecede farklı bulunmuştur. Buna göre polen büyüklüğünün poliploid bitkileri diploidlerinden ayırmada kriter olarak kullanılabileceğini söylemek mümkündür. Aynı şekilde Sağsöz (23), L. perenne'de polenlerin tetraploid bitkilerde (56 µm) diploidlerinden (41µm) daha büyük olduğunu bildirmiştir.

Sapra ve Huhes (15), tetraploid kültür çavdarında polen büyüklüğünün 100X büyütmede 62.5 µm olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada kültür çavdarında elde edilen sonucun (30.14 µm) Sapra ve Huhes (15)'in bulgularından farklı olması çeşit farklılığı yanında, daha çok ölçümlerin değişik büyütmelerde objektifler kullanılarak yapılmasından kaynaklanmaktadır.

Polen Üretimi ve Anter Uzunluğu

Farklı çavdar genotiplerinde polen üretim miktarı Tablo 3'de sunulmuştur. İlgili tablodan görüleceği gibi en fazla polen üretimi tetraploid çok yıllık çavdardan (35667 adet/anter) elde edilmiş, bunu kültür çavdarı (32150 adet/anter) ve diploid çok yıllık çavdar (19982 adet/anter) izlemiştir. Çavdar genotipleri arasındaki istatistiksel karşılaştırmalarda iki tetraploid populasyon arasındaki farklılık önemli bulunmaz iken (t=1.13004), diğerleri arasındaki farklılık çok önemli olmuştur (*S. cereale* / *S. montanum* (2x) t=4.017**, *S. montanum* (4x) / *S. montanum* (2x) t=3.9916**).

Farklı çavdar populasyonlarında anter uzunluğu yönünden elde edilen değerlerin istatistiksel karşılaştırılması polen üretim sonuçlarına benzer olup, iki tetraploid populasyon arasındaki fark önemsiz (t=1.1250), diğerleri arasındaki fark ise çok önemli bulunmuştur (*S. cereale* / *S. montanum* (2x) t=19.7617**, *S. montanum* (4x) / *S. montanum* (2x) t=18.3927**). Genotiplere göre anter uzunluğu sırasıyla 10.81, 10.60, ve 7.39 mm olmuştur.

Tohum tutma ile üretilen polen miktarı arasında direkt bir ilişkinin bulunduğu Bitzer ve Patterson (16) tarafından bildirilmiştir. Yine Milnonic ve Jost (24), anter başına polen sayısı ile anter genişliği; vejetasyon uzunluğu ile anter uzunluğu arasında pozitif ve önemli bir korelasyon bulunduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, araştırıcılar daha büyük anterli genotipler yönünden yapılacak seleksiyonun, polen tanesi üretimini artırabileceğini ileri sürmüşlerdir. Tablo 3 incelendiğinde, iki tetraploid populasyonda anter uzunluğu değerlerinin birbirine yakın, diploid çok yıllık çavdardan ise daha büyük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla her iki tetraploid populasyonda anter uzunluğundaki artış polen üretimini de arttırmıştır. Polen üretimi yönünden iki tetraploid genotip arasındaki farklılık önemli olmasa da, yabani çok yıllık çavdarda daha yüksek olduğu görülmektedir. Diğer taraftan kültür çavdarı tetraploid çok yıllık çavdara göre önemsiz de olsa daha büyük anterlere sahip olmasına rağmen, anter başına polen üretimi daha az olmuştur. Bu durumun kültür çavdarında polen boy ve eninin diğerine göre büyük olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Sapra ve Hughes (15), anter başına polen sayısı ile polen büyüklüğü arasında negatif bir ilişki olduğunu, buna karşın polen canlılığı ile diğer herhangi bir anter karakteri arasında ilişki bulunmadığını bildirmişlerdir. Bunun yanında tohum tutma ile anter uzunluğu arasında pozitif, fakat önemli olmayan bir ilişki belirlemişlerdir. Denemede, çavdarda anter uzunluğunun 8.15 mm ve anter başına polen üretiminin 42320 olduğu tespit edilmiştir. Yine 3 heksaploid triticale hattı ve bir buğday çeşidi kullanılarak yapılan diğer bir araştırmada, triticalenin buğdaya göre anter uzunluğunun ve anter başına polen tanesi üretiminin daha fazla olduğu ortaya konulmuştur. Triticalede anter başına polen üretiminin 15.000-21.000 arasında değiştiği tespit edilmiştir (25).

Sonuç

Her üç populasyonda en yüksek polen çimlenme oranı %30 sakkaroz konsantrasyonunda elde edilmiştir. Sakkaroz oranının %35'e çıkarılması polen çimlenme oranını önemli derecede düşürmüş ve polenlerin patlamasına sebep olmuştur. Ayrıca boyanan ve çimlenen çiçek tozu oranı yönünden çok yıllık diploid çavdar ilk sırada iken, polen boyutları, polen üretimi ve anter uzunluğu bakımından son sırada yer almıştır.

Kaynaklar

1. Figueras, A.M., Candela M., Lacadena J.R., Pollen germination and tube growth in rye (*S. cereale* L.) homozygous and heterozygous for reciprocal translocations. Theor. Appl. Genet., 69, 659-663, 1985.
2. Pfahler, P.L., In vitro germination and pollen tube growth of maize (Zea mays L.) pollen. I. Calcium and boron effects. Canad. J. Bot., 45, 839-845, 1967.
3. Manthriratna, M.A.P.P., Hayward M.D., Pollen development and variation inthe Genus *Lolium*. 2. Pollen stainability, low temparature storage and in vitro germination. Z. Pflanzenzüchtg, 69, 210-220, 1973.
4. Vasil, I.K., Pollen germination in some Gramineae, Pennisetum typhoideum. Nature, 187, 1134- 1135, 1960.
5. Brewbaker, J.L., The distribution and phylogenetic significance of bi-nucleat and tri-nucleat pollen grains in the Angiosperms. Amer. J. Bot., 54, 1069-1083, 1967.
6. Wallace, A.T., Karbassi P., Germination of oat (Avena byzantina L. Koch) pollen on artificial media. Crop. Sci., 8, 506-507, 1968.
7. Maun, M.A., Teare I.O., Canode C.L., In vitro germination of Kentucky bluegrass pollen (*Poa pratensis* L. Newport). Crop. Sci., 9, 389-390, 1969.
8. Açıkgöz, E., Adi otlak ayrığında (*A. cristatum* L. Gaertn) bazı morfolojik ve tarımsal özellikler ile çiçek biyolojisi üzerinde araştırmalar. A. Üni. Zir. Fak. Yay. No:802, Bilimsel Araş. ve İnc. 475, Ankara, s 62, 1982.
9. Şehirali, S., Özgen, M., Bitki Islahı. A. Üni. Zir. Fak. Yay. No:1059, Ders kitabı No: 310, Ankara, 261, 1988.
10. Sağsöz, S., Diploid ve tetraploid İngiliz çimi (*L. perenne* L.)'nin ot verimleri ve tohum tutma oranları üzerine mukayeseli bir araştırma. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Der. 13, 33-46, 1982.
11. Özer, İ., Sağsöz S., Çok yıllık diploid çavdar (*S. montanum* Guss.) bitkilerinden yapay tetraploidlerinin elde edilmesi ve bunların bazı sitolojik ve morfolojik özelliklerinin karşılaştırılması. Türkiye 2. Çayır-Mer'a ve Yembitkikeri Kong., İzmir, s 594-602, 1991.
12. Aastveit, K., Variation and selection for seed set in tetraploid rye. Hereditas, 60, 294-316, 1967.
13. Bremer, G., Bremer-Reinder, D.E., Breeding of tetraploid rye in the Netherlands. I. Methods and cytological investigations. Euphytica, 3, 49-63, 1954.
14. Vitvitskii, M.A., Fertility of winter rye in the northern regions of the Ukraine. Plant Breed. Abstr.,6(52), 1982
15. Sapra, V.T., Hughes J.L., Pollen production in hexaploid Triticale. Euphytica, 24, 237-243, 1975.
16. Bitzer, J., Patterson F., Pollen dispersal and cross pollination of soft red winter wheat. Crop.Sci.,7,482-484, 1967.
17. Elçi, Ş., Sitogenetikte Araştırma Yöntemleri ve Gözlemler. 100. Yıl Üni. Yay. No:18, Van, 171-191, 1994.
18. De Vries, A.P.H., Some aspects of cross pollination in wheat (T. aestivum L.) 3. Anther lenght and number of pollen grains anther. Euphytica, 23,11-19, 1974.
19. Eti, S., Çiçek tozu miktarını belirlemede kullanılan pratik bir yöntem. Çukurova Üni. Zir.Fak.Der.,5(4),49-58, 1990.
20. Nathawat, K.S., Gandhi S.M., Pollen grain studies of weat hybrids. J. Indian Bot. Soc., 45, 85-91, 1966.
21. Tosun, M., Sağsöz, S., Akgün İ., Domuz ayrığı (Dactylis glomerata L.) bitkilerinde çiçek biyolojisi üzerine bir araştırma. Türkiye 3. Çayır-Mer'a ve Yembitkileri Kong., Erzurum, 544-550, 1996.
22. Sağsöz, S., Akgün İ., Çok yılık çavdar ve yapay tetraploidlerinin bazı sitolojik özellikleri. Tarla Bit. Kong. Cilt II. Bitki Islahı Bil., İzmir, 214-218, 1994.
23. Sağsöz, S., İngiliz çiminde (L. perenne L.) polen tanesi büyüklüğünün, stoma uzunluğu ve frekansının ploidi seviyesi ile ilişkisi üzerinde bir araştırma. Atatürk Üni. Yay. No:276, Erzurum, s 43, 1982.
24. Milhonic, J., Jost M., Pollen production and anther extrusion of wheat (*T. aestivum*). Acta Agron. Acad. Sci., 19, 17-23, 1970.
25. Yeung, K.C., Larter E.N., Pollen production and disseminating properties of triticale relative to wheat. Can. J. Pl. Sci., 52, 569-574, 1972.