DİPLOİD ÇOK YILLIK ÇAVDAR *(Secale montanum Guss.)*'DA COLCHİCİNİN MEYDANA GETİRDİĞİ VARYASYON

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

Özet: Bu çalışmada, kontrol diploid (2X) bitkiler ile colchicine uygulamasından sonra diploid kalan (C2X) ve tetraploid (C4X) bitkiler bazı tarımsal özellikler yönünden karşılaştırılmıştır. İncelenen özelliklerde colchicinin etkisi pozitif olmuş ve ham protein verimi ile yaprak ve başak uzunluğu yönünden C2X bitkileri, kontrollerine göre istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Kromozom katlanması kardeş sayısı ve tohum tutma oranı hariç incelenen tüm özelliklerde önemli artışlar sağlamıştır.

COLCHICINE INDUCED VARIATION IN DIPLOID PERENNIAL RYE. *(Secale montanum Guss.)*

Abstracts: This research compared some agronomic characters of colchicine treated diploids (C2X) with untreated control diploids (2X) and their derived tetraploids. Effect of colchicine was positive on the characters investigated and crude protein yield, leaf and spike lengths of C2X plants significantly increased compared to control. Chromosomes doubling resulted in significant increases in all the characters, investigated except for tiller number and seed set rate.

Giriş

Doğada yabani olarak yetişen çok yıllık çavdarın, sahip olduğu üstün özelliklerden dolayı (1) alternatif bir yem bitkisi olarak yetiştirilmesinin uygun olacağı düşünülmüş ve kültüre alınması planlanmıştır. Diploid çok yıllık çavdar bitkilerinden daha verimli bitkilerin elde edilmesi için poliploidi ıslahından yararlanılmıştır. Kromozomların katlanmasında colchicine tekniği kullanılmıştır. Bu araştırmada çok yıllık çavdarda colchicine işlemine ve kromozom katlanmasına bağlı olarak meydana gelen varyasyonlar belirlenmeye çalışılmıştır.

Colchicinin genom sayısını katlayarak genetik varyasyon oluşturması yanında, gen mutasyonları yarattığı da bilinmektedir. Nitekim sorgumda colchicinin mutagenik etkisiyle multipli gen mutasyonları oluşturulmuştur (2, 3, 4, 5). Aynı şekilde arpa (6, 7) marul (8), ayçiçeği (9) ve ketende (10) colchicinle mutasyon meydana getirme çalışmaları yapılmıştır. Yine ,colchicinin meydana getirdiği varyasyonun kalıtsal olduğu ve kendilenmiş tohum generasyonları boyunca taşındığı değişik araştırıcılar tarafından belirlenmiştir (11, 12, 13,14).

Bitki ıslahında colchicine tekniği değişik nedenlerden dolayı ıslahçılar için cazip olmuştur (13). Bunlar şöyle sıralanabilir; 1) Konvensiyonel ıslahtan daha hızlı bir şekilde hibridlerden homozigot veya homozigotiye yakın genotipler elde edilebilir. 2) Kromozom kayıpları, yeni düzenlemeler veya gen mutasyonları ile yeni genetik varyasyonlar oluşturulabilir. Bu şekilde ıslahçıların germplazm kaynağı genişletilebilir. 3) Tekniğin basit ve ucuz olması yanında, özel ekipman ya da teknik eleman gerektirmemektedir.

Çok yıllık çim üzerinde yapılan çalışmalarda tetraploid bitkiler elde etmek amacıyla colchicine kullanılmıştır. Bu uygulamadan sonra diploid kalan bitkilerde colchicinin oluşturduğu yapay kalıtsal değişiklikler incelenmiştir. Kardeş sayısı, yeşil ve kuru ot verimi gibi bazı agronomik karakterlerde önemli varyasyonlar belirlenmiştir (15, 11). Yine tek ve çok yıllık çimin 10 farklı hattının kullanıldığı diğer bir çalışmada %0.2'lik colchicine işlemi uygulanmıştır. Araştırmada işleme tabi tutulmamış bitkiler (2X) ile colchicine uygulanmış diploid bitkiler (C2X) bazı tarımsal özellikler yönünden karşılaştırılmıştır. Tek ve çok yıllık çimin birçok hattında C2X bitkilerinin kontrol 2X bitkilerinden daha fazla kardeş sayısı ile yeşil ve kuru ot verimine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, her iki türün birçok hattında C2X bitkileri 2X'den önemli ölçüde daha erken

çiçeklenmiş ve daha fazla generatif kardeş oluşturmuştur. Araştırma sonucunda iki farklı çim türünün diploid hatlarında colchicine işleminin önemli kalıtsal varyasyonlar meydana getirdiği belirlenmiştir (12).

Francis ve ark.,(16) tarafından çok yıllık çim üzerinde yapılan bir çalışmada C2X ve 2X bitkilerinde yaprak mezofil hücre büyüklüğü ve hücredeki kloroplast sayısı gibi hücre karakterleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda C2X bitkilerinde incelenen hücre özellikleri yönünden kalıtsal varyasyonların bulunduğu belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Hassan ve ark., (17) tarafından tek ve çok yıllık çimin farklı hatlarında tespit edilmiştir.

Materyal ve Metot

Akgün (18) tarafından yapılan çalışmada, autotetraploid bitkiler elde etmek amacıyla diploid çok yıllık çavdarın (2x=14) bir haftalık çimlenmiş tohumlarına farklı sıcaklık (24 ve 27 ^{o}C) ve yoğunlukta (%0.1 ve %0.2) colchicine işlemi uygulanmıştır. Araştırmada diploid ve poliploid bitkiler sitolojik incelemelerle ayrılmış, işlemden sonra diploid kalan bitkiler C2X olarak isimlendirilmiştir. Bu bitkiler herhangi bir işlem uygulanmadan sera koşullarında vejetatif olarak 3 yıl yetiştirilmiştir.

Araştırma 1993-95 yılları arasında sera şartlarında iki ayrı deneme halinde ve toplam 60 saksıda yürütülmüştür. 1993 yılında Ekim ayının ilk haftasında aynı yaşta olan diploid (2X) ve C2X bitkileri ile autotetraploid (C4X, C_1 generasyonu) bitkilerin her birinden 10'ar adet (toplam 30 saksı) klon yapılmıştır. Bu klon bitkilerde (birinci deneme) yeşil ve kuru ot verimi ile ham protein oranı ve verimi belirlenmiştir. İkinci denemede ise klonların yapıldığı anaç bitkiler kullanılmış bitki boyu, kardeş sayısı, yaprak uzunluğu ve genişliği, başak uzunluğu, başakçık sayısı ve tohum tutma özellikleri incelenmiştir. Anaç bitkilerin klonların yapıldığı dönemde toprakları değiştirilmiş ve aynı harç toprağı kullanılmıştır. Denemede büyütme ortamı olarak kum, yanmış sığır gübresi ve tınlı tarla toprağından (1:1:1) hazırlanmış harç toprağı ile büyük boy saksılar kullanılmıştır. Bitkilere 2 g P_2O_5 /saksı ve 4 g N/saksı hesabıyla triple süper fosfat ve amonyum sülfat gübreleri uygulanmıştır. Her iki yılda fosforlu gübrenin tamamı ve azotlu gübrenin yarısı 15 Mart tarihinde, azotun diğer yarısı birinci denemede 1. biçimden sonra, ikinci denemede ise bitkilerin sapa kalktığı dönemde verilmiştir. Araştırma sonuçları iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirilmiş ve gruplar arasındaki ortalamaların karşılaştırılması "t" testi ile yapılmıştır.

Araştırma Sonuçları

Yeşil Ot Verimi: Çok yıllık çavdarın 2X, C2X ve C4X bitkilerinin iki yıllık ortalamalarına ait toplam yeşil ot verimleri Çizelge 1'de bunların istatistiksel karşılaştırılması ise Çizelge 2'de verilmiştir. Tüm gruplarda bitki başına yeşil ot verimini belirlemek için bitkiler sapa kalkma başlangıcında biçilmiş ve yıl içerisinde 2 biçim yapılmıştır. Klonların birinci yılda büyüme mevsimi içerisindeki (1 Mart-1 Ekim) toplam verimleri, ikinci yıla göre daha düşük olmuştur. İki yıllık ortalamalara göre 2X, C2X ve C4X gruplarındaki yeşil ot verimi sırasıyla 218.79, 245.37 ve 328.71 g/bitki olarak belirlenmiş ve ortalamaların ikili karşılaştırılmasında sadece diploid (2X) ve tetraploid bitkiler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.01$)

Kuru Ot Verimi: Yeşil materyalin birkaç gün serada daha sonra 78 °C fırında 24 saat bekletilmesinden sonra kuru ot verimi belirlenmiştir. En yüksek kuru ot verimi tetraploid bitkilerden (7l.98 g/bitki) elde edilmiş, bunu işleme tabi tutulmuş diploidler (63.29 g/bitki) ve normal diploidler (61.18 g/bitki) izlemiştir (Çizelge 1). Ortalamaların istatistiksel karşılaştırılmasında yine diploid ve tetraploidler arasındaki fark önemli bulunmuştur (Çizelge 2; $P<0.05$).

Çizelge 1. Çok yıllık Çavdarın Diploid C2X ve C4X Bitkilerinde Yeşil ve Kuru Ot Verimleri ile Ham Protein Oranı ve Verimlerine Ait İki Yıllık Ortalama Değerler.

İncelenen Özellikler	2X		C2X		C4X	
	Ortala.	Min - Mak.	Ortala.	Min - Mak.	Ortala.	Min - Mak.
Yeşil ot ver.(g/bit.)	218.79	182.13-227.73	245.37	211.13-287.17	328.71	259.23-393.12
Kuru ot ver.(g/bit.)	61.18	47.92-65.77	63.26	54.18-74.04	71.98	55.76-83.09
Ham pro. oranı (%)	20.30	18.89-22.0	21.21	19.17-22.70	23.17	21.19-24.84
Ham pro. ver.(g/bit.)	12.42	9.75-13.15	14.05	10.84-15.80	16.68	13.26-17.28

Çizelge 2. Çok yıllık Çavdarın Diploid, C2X ve C4X Bitkilerinde İncelenen Özelliklere Ait İki Yıllık Ortalamaların İstatistiksel Karşılaştırması.

Karşılaştı.	İncelenen Özellikler											
Gruplar	Y.O.V	K.O.V	H.P.O	H.P.V	B.B.	Sap.K	Yap.U	Yap.G	Kar.S.	Baş.U	Bşç. S.	To.Tu.
2X/C2X	**ö.d.**[1/]	**ö.d.**	**ö.d.**	*	**ö.d.**	**ö.d.**	*	**ö.d.**	**ö.d.**	*	**ö.d.**	**ö.d.**
2X/C4X	**	*	*	*	*	*	**	**	*	**	**	**
C2X/C4X	*	**ö.d.**	**ö.d.**	*	*	*	*	**ö.d.**	*	**ö.d.**	*	**

1/.ö.d. önemli değil, * ve ** işaretleri sırasıyla %5 ve %1 seviyesinde önemlidir

Ham Protein Oranı ve Verimi: Ham protein oranı Kacar (19) tarafından belirtilen esaslara göre, Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Kuru ot verimi belirlendikten sonra örnekler öğütülerek karıştırılmış ve 4 tekerrürlü olarak analiz edilmiştir. Bitkiler sapa kalkma başlangıcında biçildiği için, ham protein oranı tüm gruplarda yüksek bulunmuş ve ploidi seviyelerine göre (2X, C2X, C4X) ham protein oranları sırasıyla %20.30, 21.21 ve 23.17 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Colchicine uygulamasına bağlı olarak ham protein oranı artmış, sadece 2X ve C4X arasındaki fark önemli olmuştur (Çizelge 2, $P<0.05$).

Kuru ot verimi ile ham protein oranının çarpımından elde edilen ham protein verimi yönünden karşılaştırılan tüm gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$). En yüksek ham protein verimi tetraploid bitkilerden elde edilmiş (16.68 g/bitki) bunu C2X (14.04 g/bitki) ve 2X (12.42 g/bitki) bitkileri izlemiştir (Çizelge 1 ve 2).

Bitki Boyu: Bitki boyu çiçeklenme döneminde her saksıdan en uzun üç sapın toprak seviyesinden başağın kılçıklar hariç en üst başakçığının ucuna kadar olan uzunluk ölçülerek belirlenmiştir. Bitki gruplarına göre (2X, C2X ve C4X) bitki boyu sırasıyla 102.80, 97.25 ve 124.90 cm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Bitki boyunda colchicine uygulamasından sonra diploid kalan bitkilerde kontrol diploidlerine göre bir kısalma meydana gelmiş, ancak bu fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yalnız C2X ile C4X bitkileri arasındaki fark önemli olmuştur (Çizelge 2; $P<0.05$)

Sap Kalınlığı: Boy ölçümünün yapıldığı saplarda birinci boğumun üzerinden sap kalınlığı hassas kompas yardımı ile ölçülmüştür. Sap kalınlığı en fazla tetraploid bitkilerde belirlenmiş (3.24 mm), bununla diğer gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Bunun yanında kontrol diploidler (2.01 mm) ile C2X bitkilerinden (2.15mm) elde edilen değerler birbirine yakın olmuştur (Çizelge 2 ve 3).

Yaprak Uzunluğu ve Genişliği: Her saksıdan şansa bağlı olarak seçilen 10 yaprağın uzunluk ve genişliği belirlenmiş ve daha sonra bitki başına ortalama değer hesaplanmıştır. Uzunluk ölçümünde milimetrik cetvel kullanılmıştır. Yaprak genişliği, yaprak ayasının kına bağlandığı yerden itibaren yaprak boyunun 1/3'luk bölümünde hassas kompas yardımı ile ölçülmüştür.

Çizelge 3. Çok yıllık Çavdarın Diploid C2X ve C4X Bitkilerinde İncelenen Bazı Morfolojik Özelliklere Ait İki Yıllık Ortalama Değerler.

İncelenen Özellikler	2X		C2X		C4X	
	Ortala.	Min - Mak.	Ortala.	Min - Mak.	Ortala .	Min - Mak.
Bitki boyu (cm)	102.80	92-118	97.25	85-105	124.9	110-134
Sap kalınlığı (mm)	2.01	1.90-2.11	2.15	2.03-2.59	3.24	3.10-3.34
Yaprak uzunlu.(cm)	14.40	13.48-15.07	16.09	13.20-18.70	21.82	16.74-22.25
Yaprak genişli.(mm)	4.55	3.33-5.89	6.21	5.31-6.56	7.04	6.73-7.86
Kardeş sayısı (adet)	97.78	93.0-107.0	103.21	90.0-121.0	79.18	67.0-89.0

İncelenen bitki gruplarındaki ortalama yaprak uzunluğu ve genişliği Çizelge 3'de ortalamaların istatistiksel karşılaştırılmaları ise Çizelge 2'de verilmiştir. İlgili Çizelgeden görüleceği gibi diploid çok yıllık çavdar bitkilerinde colchicine uygulaması ve ploidi seviyesinin artması hem yaprak uzunluğunu hem de genişliğini arttırmıştır. Nitekim 2X, C2X ve C4X bitkilerinde ortalama yaprak uzunluğunun sırasıyla 14.40, 16.09 ve 21.82 cm; yaprak genişliğinin ise aynı sıra ile 4.55 6.21 ve 7.04 mm olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Yaprak uzunluğu yönünden tüm gruplar arasındaki fark önemli bulunurken, yaprak genişliği sadece kromozom katlanmasına bağlı olarak önemli artış göstermiştir (Çizelge 2; $P<0.01$).

Kardeş Sayısı: Çiçeklenme döneminde yapılan kardeş sayımı, generatif ve vejetatif kardeşlerin tümünü içermektedir. Colchicine uygulamasına bağlı olarak kardeş sayısı artmış (2X= 97.78, C2X=103.21 adet), fakat bu artış önemli bulunmamıştır. Buna karşın kromozom sayısının artması kardeş sayısını önemli ölçüde azaltmış (C4X= 79.18 adet) ve tetraploidler ile diğer gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur (Çizelge 3 ve 2; $P<0.05$).

Başak Özellikleri: Başak özellikleri her saksıdan 3 başak örneğinde belirlenmiştir. İncelenen diğer morfolojik özelliklerin genelinde olduğu gibi başak uzunluğu ve başakçık sayısı uygulanan işleme bağlı olarak artış göstermiştir. Başak uzunluğu 2X, C2X ve C4X bitkilerinde sırasıyla 7.66, 10.41 11.00cm başakçık sayısı ise aynı sıra ile 30.40, 33.60, 39.63 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Gruplar arasında ortalamaların karşılaştırılmasında başak uzunluğu yönünden C2X ile C4X arasında önemsiz, diğerleri önemli (2X/C2X $P<0.05$; 2X/C4X $P<0.01$), başakçık sayısında ise 2X/C4X ve C2X/C4X arasında önemli farklılık bulunmuştur (Çizelge 2; $P<0.01$).

Tohum Tutma Oranı: Başak özelliklerinin incelendiği aynı örneklerde, tohum tutma oranı da belirlenmiş ve elde edilen ortalama veriler Çizelge 4'de sunulmuştur. Tohum tutma oranı tetraploid bitkilerde diğer guruplara göre önemli seviyede azalmıştır ($P<0.01$). Tohum tutma oranları 2X, C2X veC4X bitkilerinde sırasıyla %72.13, 71.88 ve 25.98 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. Çok yıllık Çavdarın Diploid, C2X ve C4X Bitkilerinde İncelenen Bazı Başak Özellikleri ve Tohum Tutma Oranına Ait İki Yıllık Ortalama Değerler.

İncelenen Özellikler	2X		C2X		C4X	
	Ortala.	Min - Mak.	Ortala.	Min - Mak.	Ortala.	Min - Mak.
Başak uzunlu. (cm)	7.66	7.00-8.25	10.41	9.70-10.90	11.00	10.10-11.60
Başakçık sayı. (adet)	30.40	27.6-33.75	33.60	31.40-35.30	39.63	38.20-41.29
Tohum tut. oranı (%)	72.13	61.42-83.33	71.88	62.12-78.35	25.98	20.67-35.29

Tartışma

Çok yıllık çavdarın çimlenmiş tohumlarına uygulanan colchicine işlemi kantitatif karakterlerde geniş bir varyasyon yaratmıştır. Genel olarak incelenen karakterlerin çoğunda colchicinin etkisi pozitif olmuştur. Üzerinde durulan özelliklerde 2X/C2X karşılaştırması aynı ploidi

seviyesinde colchicine işleminin, C2X/C4X ise kromozom katlanmasının etkisini göstermektedir. Colchicine uygulamasına bağlı olarak meydana gelen artışlar (C2X bitkilerinde) kontrol diploidlerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak sadece ham protein verimi yaprak uzunluğu ve başak uzunluğunda önemli bulunmuştur. Kromozom katlanması kardeş sayısı ve tohum tutma oranı hariç incelenen tüm özelliklerde olumlu etki yapmış ve C2X bitkilerine göre önemli artışlar sağlanmıştır.

Yeşil ot verimi üzerine hem colchicine uygulaması hem de ploidi seviyesinin artması olumlu etki yapmış ve kontrol diploidlere göre önemli farklar belirlenmiştir. Kuru ot veriminde ise ploidi seviyesi ve colchicinin müşterek etkisi önemli olmuştur. Özellikle tetraploid bitkilerde kuru madde içeriği daha düşük olup, su muhtevası daha yüksektir. Nitekim diploidlerde yeşil otun %27.96'sı, C2X bitkilerinde %25.78'i ve C4X bitkilerinde ise %21.90'ı kuru ot olarak gerçekleşmiştir. Yine, ham protein oranında colchicine ve kromozom katlanmasına bağlı olarak önemli bir artış belirlenmiştir.

Bitki boyunda diğer özelliklerden farklı bir durum ortaya çıkmıştır.C2X bitkilerinde önemsiz bir boy kısalması belirlenmiştir. Buna karşın genom sayısının artması, bitki boyu, sap kalınlığı, yaprak genişliği ve başakçık sayısı üzerinde önemli derecede artışlar meydana getirmiştir. Yaprak ve başak uzunluğu üzerine ise hem ploidi seviyesinin hem de colchicinin olumlu ve önemli etkisi tespit edilmiştir. Diğer taraftan kromozom sayısının artması kardeş sayısı ve tohum tutmayı önemli oranda azaltırken, colchicine işlemi kardeş sayısında önemli olmayan bir artış sağlamıştır. Yine tohum tutma üzerine de colchicine uygulamasının olumsuz etkisinin olmadığı söylenebilir. Çünkü tohum tutma oranı C2X bitkilerinde kontrol diploidlere yakın bulunmuştur.

Bu araştırmada colchicine bağlı olarak meydana gelen varyasyon ile kromozom katlanmasının etkisi belirlenmeye çalışılmış, fakat diğer çalışmalarda olduğu gibi genetik temeli ve ortaya çıkış şekli tam olarak açıklanamamıştır. Meydana gelen bu değişikliklerin mekanizmasının anlaşılabilmesi için moleküler düzeyde çalışmaların yapılması gerekmektedir. Colchicinin oluşturduğu varyasyon ya DNA dizilişindeki reorganizasyon ya da gelişimsel işlevler esnasında genetik faktörlerin interaksiyonu (epigenetik) veya DNA zinciri boyunca genlerin yeniden programlanması sonucunda meydana geldiği söylenebilir . Nitekim colchicinin kromozom kırılmalarına neden olduğu değişik çalışmalarda belirlenmiştir. Soğanda colchicine işlemi sonunda transversiyonel mutasyonun (bir pürin-pirimidin çifti yerine pirimidin-pürin baz çiftinin geçmesi) meydana geldiği.(20) ve yine C*ollinsia heterophylla*'da colchicinin neden olduğu resiprokal translokasyonlar (21) belirlenmiştir. Keten üzerinde yapılan benzer bir çalışmada colchicine işleminin DNA zincirinin belirli bir kısmında artış sağlayarak genomun yeniden şekillendiği ileri sürülmüştür (10). Bu konuda heksaploid buğday üzerinde yapılan diğer bir çalışmada da colchicinin DNA dizilişinde değişiklikler meydana getirdiği bildirilmiştir (14).

Bu denemede elde edilen sonuçlar, diğer çalışmalardaki verilere benzer olmuştur. Hague ve Jones, (15) tarafından çok yıllık çim üzerinde yapılan çalışmada, %0.2'lik colchicine çimlenmiş tohumlara uygulanmış ve 2X, C2X ve C4X bitkileri bazı tarımsal özellikler yönünden karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda 5. yaprak alanının başaklanma tarihinin, çiçeklenen başakların sayısının ve çiçek sayısının esas olarak ploidiye, başak uzunluğunun ise colchicine bağlı bir respons gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca kardeş sayısı, yeşil ve kuru ot verimi ile başakçık sayısının hem colchicinden hem de kromozom katlanmasından etkilendiği ortaya konulmuştur. Araştırıcılar, colchicinin şansa bağlı mutasyonlardan ziyade belirli yönde suni değişiklikler meydana getirdiğini ve tohum generasyonu boyunca taşındığını ileri sürmüşlerdir. Yine tek ve çok yıllık çim üzerinde yapılan diğer bir çalışmalarda, C2X bitkilerinde kardeş sayısı ile yeşil ve kuru ot veriminin 2X bitkilerinden daha fazla olduğu belirlenmiştir (11, 12).Tetraploid pamuk ve heksaploid buğday üzerinde yapılan araştırmalarda ekonomik yönden önemli ölçülebilir karakterlerde colchicinin dikkate değer kalıtsal varyasyon meydana getirdiği tespit edilmiştir (13, 14).

Sonuç

Diğer bitki türlerinde olduğu gibi çok yıllık çavdarda da colchicine uygulamasının etkisi incelenen özelliklerin çoğunda pozitif yönde olmuş ve bazı tarımsal özelliklerde önemli varyasyonlar meydana getirmiştir. Poliploid bitkilerde görülen düşük tohum tutma probleminin C2X bitkilerinde ortaya çıkmaması sitolojik dengenin bozulmadığını göstermektedir. Bu durumun çok yıllık çavdar ıslahında meydana gelen varyasyonun değerlendirilmesinde önemli bir avantaj oluşturacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

1.Akgün, İ., S. Sağsöz, M. Tosun, 1996. Alternatif bir yem bitkisi çok yıllık. Tarım-Çevre İlişkileri Sempoz.. 'Doğal kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı'. 13-15 Mayıs 1996, Mersin, 909-918.

2.Foster, A.E, Ross J.G., Franzke C.J., 1961. Proximity of mutated genes in colchicine-induced mutants of sorghum. Crop Sci., 1, 72-75.

3.Sanders, M.E., Franzke C.J., Ross J.G., 1962. Genetic studies of nontrue- breeding mutants of sorghum obtained after colchicine treatment Crop Sci., 2, 387-390.

4.Sanders, M.E., Franzke C.J., 1976. Effect of temperature on origin of colchicine colchicine-induced complex mutants in sorghum. J. Hered, 67, 19-29.

5.Sanders, M.E., Franzke C.J., 1980. Effect of light on origin of colchicine-induced complex mutants in sorghum. J. Hered, 71,83-92.

6.Gilbert, S.K., Patterson, 1965. Colchicine-induced mutants in Decatur barley. Crop Sci., 5, 44-47.

7.Finch, R.A., Bennet M.D., 1979. Meiotic stability in control and newly colchicine induced dihaploid barley. Can. J. Genet. Cytol. 21, 33-35.

8.Eenink, A.H., Groenwold R., 1981. Increase of genetic variation in some lettuce cultivars by induction of mutations: A technical note. Euphytica, 30, 735-737.

9.Downes, R.W., Marshall D.R., 1983. Colchicine-induced mutants in sunflower. Euphytica 32, 757-766.

10.Walbot V., Cullis, C.A., 1985. Rapid genomic change in higher plants. Ann. Rev. Plant Physiol.,36,317-396.

11.Francis, A., Jones R. N., 1989. Heritable nature of colchicine induced variation in diploid *Lolium perenne*. Heredity, 62, 407-410.

12.Hassan, L., Jones R.N., Posselt U.K., 1989. A novel source of genetic variation in ryegrasses *(L. multiflorum, L. perenne).* Heredity, 63, 339-342.

13.Luckett, D.J., 1989. Colchicine mutagenesis is associated with substantial heritable variation in cotton. Euphytica, 42, 177-182.

14.Hassan, L., 1996. Heritable nature of colchicine induced variation in wheat. Conference Abst. June 10-14 1996, Ankara Turkey, s. 358.

15.Hague, L. M., Jones R.N, 1987. Cytogenetics of *Lolium perenne*. 4. Colchicine induced variation in diploids. Theor. Appl. Genet.,74, 233-241.

16.Francis, A., Jones R.N., Parker J.S., Posselt U.K., 1990. Colchicine-induced heritable variation in cell size and chloroplast numbers in the leaf mesophyll cells of diploid ryegrasses. Euphytica, 49, 49-55.

17.Hassan, L., Jones R.N., Parker J.S., Posselt U.K., 1991. Colchicine- induced heritable variation in cell size and chloroplast number in the leaf cells of inbred ryegrasses *(L. perenne, L. multiflorum*). Euphytica, 52, 39-45.

18.Akgün İ., 1997. Çok yıllık çadarda poliploid bitki elde etme olanakları üzerine bir araþtırma. Atatürk Üni. Zir. Fak Derg. (Basımda).

19.Kacar, B.,1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizler. II. Bitki Analizleri. Ankara Üni. Zir. Fak. Yay. 453, Ankara, s.50-72.

20.Kapechenko, G. D,1940. On the transverse division of chromosomes as a result of colchicine treatment. Acad Sci. 29, 405-406.

21.Sorino, J. D. 1957. The genus Collinsia. IV. The cytogenetics of colchicine-induced reciprocal translocations in *C. heterophylla.* Bot. Gaz., 118,139-145.