

## Yerli Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Hatlarında Karyotip Analizi

Nilgün YENİCE<sup>1</sup>,Nilgün BAYRAKTAR<sup>2</sup>

Geliş Tarihi : 11.06.1996

**Özet:** Bu çalışmada, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde yerli ve yabancı orijinli Aspir çeşitlerinden geliştirilmiş çeşide aday 01.-A-95, 308-A-95 ve N-10-A-95 hatları ile Yerli- 8 çeşidinin 1995 yılı materyalleri kullanılmıştır. Bu materyallere ait tohumlar 1996 yılında Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Bölümü Genetik laboratuvarında çimlendirilmiş ve kök uçlarında ezme metoduyla kromozomlar incelenmiştir. İncelenen hatların ve çeşidin kromozom sayısının  $2n=24$  olduğu tespit edilmiştir. Kromozom kol indeksleri, oransal boyları, sentromer indeksleri hesaplanarak kromozomlar isimlendirilmiş ve idiogram yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Aspir, *Carthamus tinctorius* L., sitogenetik, karyotip analizi, kromozom sayısı

### Karyotype Analysis of Native Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Lines

**Abstract:** 01.-A-95, 308-A-95 and N-10A-95 lines with Native-8 variety as being candidates for the variety developed from native and foreign safflower varieties which were grown in Field Plants Department of Faculty of Agriculture of Ankara University in 1995 were used in this investigation. The seeds belonging to these materials were germinated in Genetics Laboratory of Department of Biology of Gazi University Educational Faculty and chromosomes were investigated by root tips squash method. The chromosome number of the investigated lines and variety was found as  $2n=24$  chromosomes were named and idiogram was made by calculating the arm-indexes, proportional heights and centromer indexes of chromosomes.

**Key Words:** Safflower, *Carthamus tinctorius* L., cytogenetics, karyotype analysis, chromosome number

### Giriş

Compositae familyasına ait olan Aspir, (*Carthamus tinctorius* L.) tohumundan yemeklik yağ, çiçeklerinden boya elde edilen ekonomik değeri yüksek bir bitkidir. Yüzyıllardır Yakınoğu, Kuzey Afrika, Hindistan, Çin Japonya, kısmen Avrupa ve Kanada'da tarımı yapılmaktadır. (Khıldır ve Knowles 1970 a). Ülkemizde de 1950'li yıllardan sonra kırsal kesimde tarımı yapılmakta olup özellikle 1993 yılından itibaren Tarım Bakanlığının programına girerek resmi kayıtlarda önemli bir yer almaya başlamıştır.

Aspir bitkisinin geniş bir kullanımı vardır. Yağ, ilaç, yem, boya ve kozmetik sanayinde önemli bir yer oluşturur. Özellikle tohumunun içeriğinde bulunan (%35-40) yağı, yağ asitleri bileşimi bakımından zeytin yağına çok benzerlik gösterir (Claus 1960). Aspirin kurutulmuş çiçekleri çay şeklinde içilerek sarılık, romatizma, ateş düşürücü ve sindirim organlarını yumuşatıcı, kan yapıcı ve terletici olarak ilaç bitkisi şeklinde tüketilir (Watt ve Maria 1962).

Değişik araştırmacılar aspirin orijin merkezlerinin Afganistan, Arabistan, Akdeniz, Habeşistan, Hindistan, Mısır, Sudan olabileceğini vurgulamakta ancak en uygun en merkezinin Orta Doğu olabileceğini belirtmektedir (Khıldır ve Knowles 1970 a, Ashri 1973). Yurdumuza Orta Asyadan göç eden Türkler tarafından getirildiği bildirilmektedir (Dinçer 1964). İlk islah çalışmaları 1929-30 yıllarında Eskişehir Sazova Tohum İslah İstasyonunda başlamıştır. Türkiye'de yabancı formların bulunduğu ifade

edilmiştir. Kültür bitkilerinin islahında özellikle hastalık ve zararlılara dayanıklılık ve çeşit geliştirmede yabancı türlerle birlikte anatomik ve sitotaksonomik çalışmaların önemi aspir islahında da geçerlidir (Aydem 1979).

Türkiye'de genel olarak sitogenetik üzerinde pek çok çalışma olmakla beraber, Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisi ile ilgili detaylı bir sitolojik çalışma yapılmamıştır. Bu konuda yabancı kaynaklarda yer alan araştırmalarda karyotip açısından birbirlerinden farklı bulunan sonuçlar, bu türün incelenmesinde teşvik edici bir faktör olmuştur.

Ekonomik öneme sahip bir yağ bitkisi olan *Carthamus tinctorius* L. 'da çalışmalar daha çok verim (Bayraktar 1984), morfolojik (Toğan ve ark. 1979), kimyasal yapı ve mayotik çalışmalara (Prasad ve ark. 1990, 1991) yönelik olmuştur. Kromozomlar ile ilgili çalışma yapan Darlington ve ark. (1961), *Carthamus* L.'nin temel kromozom sayısının  $x=8-12$  arasında bulunduğunu, diploid *C. tinctorius* L. 'nin  $2n=24$  kromozoma sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ashri (1957), 19 *Carthamus* L. türünde yaptığı sitogenetik araştırmalarında  $2n=20, 24, 44, 64$  kromozom tespit etmiştir. *Carthamus tinctorius* L. 'da yaptığı çalışmalarda kromozom sayısını  $2n=24$  bulan Knowles (1958) kromozomların büyüklükçe çok farklı olmadığını ve median sentromerli olduğunu bildirmiştir. Khıldır ve Knowles (1970 a) *C. tinctorius* L. türünün  $n=12$  kromozomu bulunduğunu tespit etmişlerdir. Morfolojik olarak  $n = 10$  kromozomlu seksiyon üyelerine benzeyen

<sup>1</sup> Gazi Üniv. Eğitim Fak. Biyoloji Eğitimi Bölümü-Ankara

<sup>2</sup> Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü-Ankara

*C. tinctorius* L. (2n=24)'nin n=10 kromozomlularla akrabalığının tetkiki Schank ve Knowles (1964)'in çalışmalarında görülmektedir. Imrie ve Knowles (1970), *C. tinctorius* x *C. flavescens* melezleme çalışmalarında bu türlerin çok yakın akraba olduklarını ve kromozom sayılarını da 2n= 24 olarak bildirmişlerdir.

Aydem (1979), bütün Türkiye'den topladığı *Carthamus* L. genusuna ait türleri 4 seksiyona ayırmıştır. *Carthamus* seksiyonundan *C. flovescens* Willd'in kök ucu hücrelerinde yapılan sitolojik incelemelerde kromozom sayısını 2n=24, diğer *Carthamus* türlerinde ise 2n=20,44,64 arasında değişen sonuçlar bulmuştur. Fakat kromozom morfolojisinde detaya inmemiştir. Daha ziyade morfolojik ve anamotik çalışmalar yapmıştır.

Prasad ve ark. (1990, 1991) anter kültürlerinde en etkili tekniği üretmek için in vitro olarak çalışmalar yapmışlardır. Sitolojik çalışmalarda 0,5-1 cm uzunluğuna erişen kök uçlarını 3:1 etanol:asetik asitte 24 saat fikse ettikten sonra 1 NHC'de 4-5 dk. hidrolize tabi tutmuşlardır. Hematoksilin ile 20 dakika boyayarak ezme preparatlar hazırlamışlardır. Ancak kromozom ölçülerini belirtmedikleri için elde ettiğimiz verileri bu araştırma sonuçlarıyla karşılaştırmak mümkün olmamıştır.

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde aspir yetiştiriciliği ve ıslahı ile ilgili birçok çalışmalar yapılmış ve çeşide aday ümitvar hatlar geliştirilmiştir. Bu çalışma, (*Carthamus tinctorius* L. ) ıslahı ve genetiği ile ilgili çalışmalara yardımcı olacak bir kaynak olması amacıyla yapılmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada yerli ve yabancı orjinli çeşitlerinden geliştirilmiş ve çeşide aday olarak düşünülen ümitvar hatların 1995 yılı tohumluğu incelenmiştir.

A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde 1965 yılından beri aspir yetiştiriciliği ve ıslahı ile ilgili konularda birçok çalışma yapılmıştır. Aspir %50-60 hatta 65 oranında kendine, %30-40 arasında yabancı döllenmiş bir bitkidir. Aspir hem yazlık hem de kışık olarak ekilebilen, sarı, kırmızı, turuncu çiçekli, dikenli ve dikensiz form özelliğindedir. Tarla Bitkileri Bölümünde Oleicleed, Reduced-hull, Partical-hull (American Orjinli), 304 ve 308 (İspanyol Orjinli) çeşitlerinden geliştirilmiş döl ve hatlar üzerinde birçok çalışmalar yapılmış ve melez tohumluk elde edilmiştir. Amerikan orjinli çeşitlerin yağ oranı yüksek, İspanyol orjinli çeşitlerin tohum verimi yüksektir ve kurağa dayanıklıdır. Amerikan çeşitleri kırmızı, turuncu çiçekli, İspanyol çeşitleri ise sarı çiçeklidir.

### Araştırmada incelenen dört materyalin özellikleri

I. Materyal: O1.-A-95 hattı:

Amerikan orjinli küçük tohumlu, ince kabuklu, kırmızı çiçekli, yağ oranı %35-40

II. Materyal 308-A-95 hattı:

İspanyol orjinli, kurağa dayanıklı, dikenli, sarı çiçekli, yağ oranı %30-35

III. Materyal N-10-A-95 hattı:

Amerikan ve İspanyol çeşitlerinden açıkta tozlamayla geliştirilmiş dikenli, turuncu çiçekli, yağ oranı %33-36

IV. Materyal Yerli-8 Çeşiti:

Tohum verimi yüksek, dikenli-dikensiz, kırmızı-turuncu çiçekli, yerli populasyonlardan geliştirilmiş kurağa dayanıklı .eşi, yağ oranı %30-35

İncelemeye alınan çeşide aday üç hat ve bir çeşidin tohumluğuna ait 25 adet tohum örneği laboratuvar şartlarında petri kutularında çimlendirilmiş ve kökçüklerin boyu 1-1.5 cm olduğunda kesilerek ön işlem, tesbit, hidroliz ve boyama işlemleri Elçi (1994)'ye göre yapılmıştır. Kök uçları, doymuş alfa-mono bromonaftalin çözeltisi içinde +4 °C'de 16 saat ön işleme tabi tutulmuş tesbit işlemi için glasial asetik asit içinde oda sıcaklığında 30 dk bırakılmıştır. Tesbitten sonra kök uçları 1NHC'de 60 °C'de 10 dk hidroliz edilmiş, %1'lik asetokarmin ile 30 dk boyanarak ezme preparatlar hazırlanmıştır. Bu preparatlar alkol buharı değiş tokuş yöntemi ile devamlı preparat haline getirilmişlerdir. Kromozomları incelemeye elverişli iyi dağılım gösteren hücreler tesbit edilerek fotoğrafları çekilmiştir. Agrandizörde beş hücreye ait filimler büyütülerek çizim yapılmış, hücredeki her kromozomun kısa ve uzun kol boyları kumpas ile ölçülmüş ve bunların toplamından her kromozomun toplam boyu bulunmuştur (Elçi 1994).

Kromozomların kol indeksleri; uzun kolun kısa kola bölünmesi ile,

$$\text{Sentromer İndeksleri; } \frac{\text{Kısa Kol}}{\text{Kısa Kol} + \text{Uzun kol}} \times 100$$

formülüne göre,  
Oransal boyları ise;

$$\frac{\text{Kromozomun toplam boyu}}{\text{Haploid kromozom setinin toplam boyu}} \times 100$$

formülüne göre hesaplanmıştır (Brown 1972).

İdiogram, kromozomlar büyükten başlayarak, kısa kollar yukarıda, uzun kollar aşağıda ve her kromozomun sentromeri aynı hizaya gelmek suretiyle mm cinsinden hazırlanmıştır (Elçi 1994). Sentromer pozisyonlarına göre kromozomlar isimlendirilmiştir (Abraham ve Nagendra 1983).

### Bulgular ve Tartışma

Kök ucu metafaz safhasında yapılan çalışmada üç hat ve bir çeşidin kromozom sayısı 2n=24 olarak bulunmuştur (Şekil 1,3,5,7).

O1.-A-95 hattının kromozom boyları 3.265 µ ile 5.667 µ arasında değişmekte, toplam kromozom uzunluğu 104.862 µ olup, ortalama kromozom uzunluğu 4.369 µ dur.

1. çift kromozom en uzun kromozomdur. Bu çift sentromer pozisyonuna göre medyana yakındır (nm). 3., 4., 5., 6., 7., 10. ve 12. Kromozomlar da medyana yakındır (r.m). 7. çift kromozom satelitlidir. 2., 8., 9. ve 11. çift kromozomlar ise submedyana yakındır (nsm). (Şekil 2, Çizelge 1).

308-A-95 hattının kromozom boyları 3.186  $\mu$  ile 4.768  $\mu$  arasında değişmekte, toplam kromozom uzunluğu 92,958  $\mu$  olup, ortalama kromozom uzunluğu 3,873  $\mu$ 'dur.

1. çift kromozom en uzundur. Sentromer pozisyonuna göre submedyana yakındır (nsm). 3.,4.,5., 7.,9., 10. ve 11. çift kromozomlar da submedyana yakındır (nsm). (Şekil 4, Çizelge 2)

N-10-A-95 hattının kromozom boyları 4,167  $\mu$  ile 5,687  $\mu$  arasında değişmekte, toplam kromozom uzunluğu 119,178  $\mu$  olup, ortalama kromozom uzunluğu 4,965  $\mu$ 'dur. 1. Çift kromozom en uzun kromozomdur. Bu çift sentromer pozisyonuna göre medyana yakındır (nm). 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. ve 9. çift kromozomlar da medyana yakındır (nm). 7., 8. çift kromozomlar satelitlidir. 10., 11. ve 12. çift kromozomlar ise submedyana yakındır (nsm). 11. Çift kromozom ise satelitlidir (Şekil 6, Çizelge 3).

Yerli-8 çeşidinin kromozom boyları 2,775  $\mu$  ile 3,720  $\mu$  arasında değişmekte, toplam kromozom uzunluğu 80,842  $\mu$  olup, ortalama kromozom uzunluğu 3,368  $\mu$ 'dur. 1. çift kromozom en uzundur. Sentromer pozisyonuna göre submedyana yakındır (nsm). 3., 5., 6. ve 8. çift kromozomlar da submedyana yakındır (nsm). 2., 4., 7., 9., 10., 11. ve 12. çift kromozomlar ise medyana yakındır (nm). (Şekil 8, çizelge 4)

Bu araştırmada incelenen *Carthamus tinctorius* L.'nin üç hat ve bir çeşitinde kromozom sayısı  $2n=24$  olarak bulunmuştur. Darlington ve ark. (1961), Knowles (1970 a), Schank ve Knowles (1964), Imre ve Knowles (1970)'in çalışmalarında da *C. tinctorius* L.'nin kromozom sayısı  $2n=24$  olarak tesbit edildiğinden, bu araştırmanın sonuçları daha önce elde edilen verilerle paralellik göstermiştir.

Darlington ve ark. (1961), *Carthamus* L. türlerinde temel kromozom sayısının  $x = 8-12$  arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ashri (1957), 19 *Carthamus* L. türünde yaptığı çalışmalarda  $2n=20, 24, 44, 64$  arasında değişen sonuçlar elde etmiştir.

Knowles (1958), Khidir ve Knowles (1970 a) *Carthamus tinctorius* L. türünün kromozom sayısını  $2n=24$  olarak bulmuşlardır.

Schank ve Knowles (1964), *C. tinctorius* L.'nin morfolojik olarak  $n=10$  kromozomlu seksiyon üyelerine benzediğini ancak bu türün kromozom sayısının  $2n=24$  olduğunu bildirmişlerdir. Imrie ve Knowles (1970), *C. tinctorius* L.'nin *C. flavescens* gibi  $2n=24$  kromozoma sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı şekilde Aydem (1979)'de *C. flavescens* willd.'in kromozom sayısını  $2n=24$  olarak bulmuşlardır.

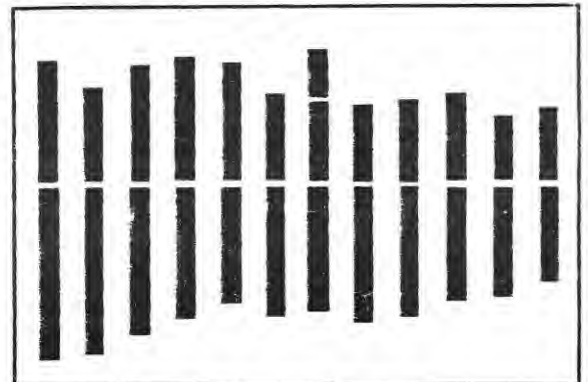
## Sonuç

Bu çalışmada kök uçlarının fikse edilmesinde tespit çözültüsü olarak, hücrenin hayat seyrini birdenbire sona erdiren, kromozomların bitkinin hayattaki durumuna mümkün olduğu kadar yakın olmasını sağlayan glial asetik asit kullanılmıştır. Kökler bu asit içinde, oda sıcaklığında 30 dk bekletilmiştir. Hidroliz için 60 °C'da 1 NHCİ'de en uygun sürenin 10 dk olduğu tespit edilmiştir. Prasad ve ark. (1990, 1991)'nin hidroliz için belirttiği sürelerde denenmiş ancak kök uçlarında yeterli boyanmanın olmadığı görülmüştür. Kök uçlarını boyamada Elçi (1994)'ye göre hazırlanan %1'lik asetokarmin boyası kullanılmış, ısıtma ve vurma süreleri iyi ayarlanarak Kanada balsamı ile daimi preparatlar yapılmıştır. Boyama işleminde feulgen (Elçi 1994) ve hematoksilen (Prasad ve ark. 1990,1991) boyaları da denenmiş, en iyi netice %1'lik asetokarminle boyanan preparatlardan elde edilmiştir.

Sonuç olarak, mitoz kromozomlarının detaylı olarak incelenmesi ile bitkilerde değişik metodların denemesinin önem kazandığı ve araştırmacılar arasında hem tartışma hemde mukayese imkanı yaratılarak sitogenetik çalışmalara yeni boyutlar kazandırılacağı söylenebilir. Bu çalışmalar bitki yetiştiriciliği ve ıslahı açısından önemli kaynak oluşturmaktadır.



Şekil 1. 01.-A-95 hattında kromozom dağılımı  $2n=24$  (x1600) Satelitli kromozomlar okla işaretli



Şekil 2: 01.-A-95 hattının idiogramı

Çizelge 1. 01.-A-95 hattında kromozom ölçüleri ve sentromer pozisyonları (nm: medyana yakın, nsm: submedyana yakın).

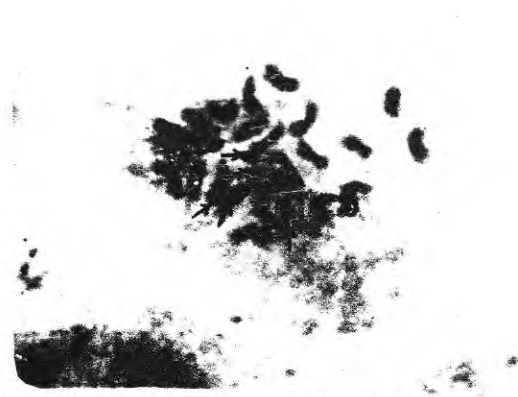
Kromozom çiftleri	Uzun Kol $\mu$	Kısa Kol $\mu$	Kromozom boyu $\mu$	Kol İndeksi	Sentromer İndeksi	Oransal Boy	Sentromer Pozisyonu
1	3 271	2 396	5 667	1.365	42.279	10 808	nm
2	3 311	1 850	5 161	1.789	35 845	9 843	nsm
3	2 808	2 327	5 136	1.206	45 307	9 795	nm
4	2 542	2 414	4 956	1.053	48 708	9 452	nm
5	2 396	2 298	4 694	1.042	48 956	8 952	nm
6	2 474	1 754	4 228	1.410	41 485	8 063	nm
7	2 417	1 739	4 156	1.389	41 843	7 926	nm
8	2 552	1 545	4 097	1 651	37 710	7 814	nsm
9	2 449	1 563	4 012	1 566	38 958	7 651	nsm
10	2 094	1 615	3 709	1 296	43 542	7 074	nm
11	2 058	1 292	3 350	1 592	38 567	6 389	nsm
12	1 731	1 534	3 265	1 128	46 983	6 227	nm

Çizelge 2. 308-A-95 hattının kromozom ölçüleri ve sentromer pozisyonları (nm: medyana yakın, nsm: submedyana yakın)

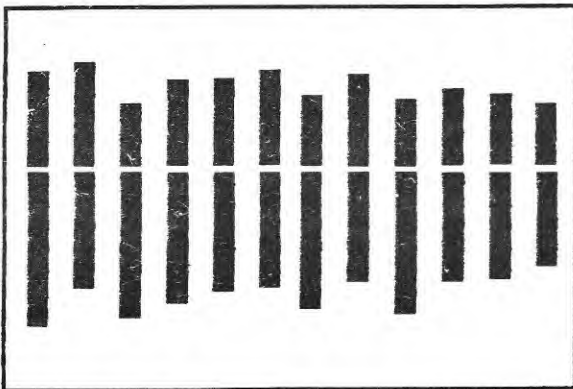
Kromozom çiftleri	Uzun Kol $\mu$	Kısa Kol $\mu$	Kromozom boyu $\mu$	Kol İndeksi	Sentromer İndeksi	Oransal Boy	Sentromer Pozisyonu
1	2 985	1 783	4 768	1 674	37 395	10 258	nsm
2	2 160	1 982	4 142	1 089	47 851	8 911	nm
3	2 838	1 222	4 060	2 322	30 098	8 735	nsm
4	2 452	1 550	4 002	1 581	38 730	8 610	nsm
5	2 248	1 680	3 928	1 338	42 769	8 451	nsm
6	2 136	1 763	3 899	1 211	45 216	8 388	nm
7	2 508	1 376	3 884	1 822	35 427	8 356	nsm
8	2 083	1 800	3 883	1 157	46 355	8 354	nm
9	2 562	1 277	3 839	2 006	33 263	8 259	nsm
10	2 084	1 396	3 480	1 492	40 114	7 487	nsm
11	2 021	1 387	3 408	1 457	40 698	7 332	nsm
12	1 862	1 324	3 186	1 406	41 556	6 854	nm



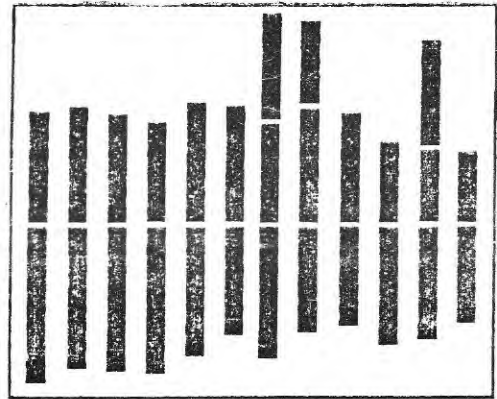
Şekil 3. 308-A-95 hattının kromozom dağılımı  $2n=24(x1600)$



Şekil 5. N-10-A-95 hattında kromozom dağılımı  $2n=24(x1600)$ .  
Satellitli kromozomlar okla işaretli.



Şekil 4. 308-A-95 hattının idiogramı



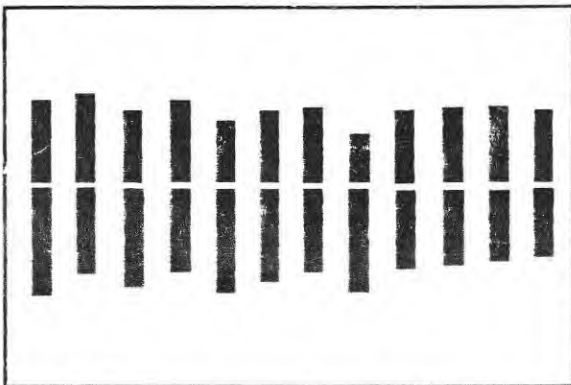
Şekil 6. N-10-A-95 hattının idiogramı

Çizelge 3. N-10-A-95 hattında kromozom ölçüleri ve sentromer pozisyonları (nm: medyana yakın, nsm: submedyana yakın).

Kromozom çiftleri	Uzun Kol $\mu$	Kısa Kol $\mu$	Kromozom boyu $\mu$	Kol İndeksi	Sentromer İndeksi	Oransal Boy	Sentromer Pozisyonu
1	3 282	2 405	5 687	1 304	42 289	9 543	nm
2	3 030	2 450	5 480	1 236	44 708	9 190	nm
3	3 062	2 282	5 344	1 341	42 702	8 968	nm
4	3 102	2 183	5 285	1 420	41 305	8 869	nm
5	2 771	2 420	5 193	1 145	46 601	8 714	nm
6	2 487	2 415	4 902	1 029	49 265	8 226	nm
7	2 745	2 095	4 840	1 310	43 285	8 122	nm
8	2 405	2 195	4 600	1 004	49 895	8 055	nm
9	2 387	2 307	4 694	1 034	49 147	7 877	nm
10	2 897	1 765	4 662	1 641	37 859	7 823	nsm
11	2 860	1 675	4 535	1 707	36 934	7 610	nsm
12	2 508	1 659	4 167	1 511	39 812	6 992	nsm

Çizelge 4. Yerli-8 çeşidinde kromozom ölçüleri ve sentromer pozisyonları (nm: medyana yakın, nsm: submedyana yakın)

Kromozom çiftleri	Uzun Kol $\mu$	Kısa Kol $\mu$	Kromozom boyu $\mu$	Kol İndeksi	Sentromer İndeksi	Oransal Boy	Sentromer Pozisyonu
1	2 185	1 535	3 720	1 423	41 263	9 303	nsm
2	1 960	1 727	3 687	1 134	46 840	9 121	nm
3	2 290	1 312	3 602	1 745	36 424	8 911	nsm
4	1 970	1 564	3 534	1 259	44 255	8 742	nm
5	2 281	1 229	3 510	1 855	35 014	8 683	nsm
6	2 151	1 314	3 465	1 644	37 812	8 597	nsm
7	1 958	1 426	3 384	1 373	42 139	8 371	nm
8	2 257	1 027	3 284	2 197	31 272	8 124	nsm
9	1 721	1 289	3 010	1 490	40 155	7 941	nm
10	1 811	1 377	3 188	1 315	43 193	7 886	nm
11	1 652	1 400	3 052	1 180	45 871	7 550	nm
12	1 430	1 345	2 775	1 063	48 468	6 865	nm

Şekil 7. Yerli-8 çeşidinde kromozom morfolojilerinin iyi görüldüğü bir dağılım  $2n=24$  (x1600)

Şekil 8. Yerli-8 çeşidinin idiogramı

#### Kaynaklar

- Abraham, Z., P.P. Nagendra, 1983. A System of chromosome classification and nomenclature. *Cytologia* 48:95-101
- Ashri, A., 1957. Cytogenetics and morphology of *Carthamus* L. species and hybrids. Ph. D. Thesis Univ. of Calif., Davis.
- Ashri, A. 1973. „ Divergence and evolution in the safflower genus *Carthamus* L. Final Research Report P.L. 480 U.S.D.A.
- Aydem, N., 1979. Türkiye'de yayılan *Carthamus* L. türleri üzerinde morfolojik, anatomik ve sitotaksonomik araştırmalar. Ege Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları No:320
- Bayraktar, N., 1984. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de tabii melezlemenin tohum verimi ve bazı özelliklere etkisi üzerinde araştırmalar. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkiler Bölümü Doktora Tezi, Ankara.
- Brown, V.W., 1972. Textbook of cytogenetics. The C.V. mosby company, Saint Louis
- Claus, E.P., 1960. Pharmacognosy edit. 4th. 163-191 Philadelphia
- Darlington, C.D., A.P., Wylie, 1961. Chromosome atlas of flowering plants. The macmillan Co. New York, 262
- Diñçer, N., 1964. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Zir. İř. Gn. Md. Yayınları D-102
- Elçi, Ş., 1994. Sitogenetikte araştırma yöntemleri ve gözlemler. 100. Yıl Üniversitesi Yayınları, No:18, Van
- Imrie, B.C., P.F., Knowles, 1970. Inheritance studies in interspecific hybrids between *Carthamus flavescens* and *C. tinctorius* Crop. Sci. Vol. 10, July-Aug. 349-352
- Khıldır, O. P.F. Knowles, 1970 a. Cytogenetic studies of *Carthamus* species (Compositae) with 32 pairs of chromosomes, I. Introsectional hybridization. *Amer. J. Bot.* 57(2): 123-129

- Knowles, P.F., 1958. Safflower. *Advances in Agronomy American Society of Agronomy* Vol.10:290-322.
- Prasad, B.R., M.A., Khadeer, P. Seeta, S.Y., Anwar, 1990. Influence of genotype and cold pre-treatment on anther culture response in safflower, *Carthamus tinctorius* L. *Indian Journal of Experimental Biology* Vol 28:924-927
- Parasad, B.R., M.A., Khadeer, P. Seeta, S.Y. Anwar, 1991. In vitro induction of androgenic haploids in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Plant Cell Reports* 10:48-51
- Schank, S.C., P.F., Knowles, 1964. Cytogenetics of hybrids of *Carthamus* species (Compositae) with ten pairs of chromosomes. *Amer Jour Bot.* 51(10):1093-1102
- Toğan, I., N. Aydem, A. Kence, 1979. A numerical taxonomy investigation on the *Carthamus* L. species fo Turkey. *Proc. Sci. Cong. Math. Phys. Biol. Sci. Res. Group. Biol. Sect.* 185-194, Ankara
- Watt, J.M., G., Maria, 1962. Medicinal and poisonous plants of southern and eastern Africa, Ed. 2th. E. and S. Livingstone LTD. Edinburg and London.