

Bazı Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) Hatları Üzerinde Yapılan Sitolojik Araştırmalar*

Yaşar KARADAĞ, Uğur BÜYÜKBURÇ

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tokat-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 09.08.1999

Özet : Bu araştırma, ICARDA'dan sağlanan on üç yaygın mürdümük hattından Tokat koşullarında yapılan araştırmalarda ümitvar oldukları saptanan beş yaygın mürdümük hattının (452, 439, 455, 463 ve 38 no'lu) sitolojik özelliklerinin saptanması amacıyla yapılmıştır. Yaygın mürdümük türünün incelenen beş hattında yapılan sitolojik araştırmalar sonucunda $2n=14$ somatik kromozoma sahip olduğu görülmüştür. Bunlardan, sırasıyla 439 ve 455 no'lu hatların II ve V, 452 no'lu hattın II ve VI, 463 no'lu hattın ise II ve IV numaralı kromozomlarının kısa kolları üzerinde ve kısa koldan daha uzun birer satellitin bulunduğu gözlenirken, 38 no'lu hattın hiçbir kromozomunda satellitli yapıya rastlanmamıştır.

Anahtar Sözcükler: *Lathyrus sativus* L., hat, karyogram, idiogram, yaygın mürdümük

Cytological Research on 5 Grass Pea (*Lathyrus sativus* L.) Lines

Abstract : This research was carried out to determine the cytological characteristics of 5 grass pea lines (numbers 452, 439, 455, 463 and 38) selected as being promising for the conditions of Tokat, from 13 lines originating from ICARDA. All of the lines studied had a chromosome number of $2n=14$. It was determined that all chromosomes II and V of lines 439 and 455 carried 1 satellite on their short arms and chromosomes II and VI of the line 452 and the chromosomes II and IV of line 463 also had a satellite on their short arms. The satellites were longer than the short arms of the related chromosomes they were found on. It was observed that none of the chromosomes of line 38 carried any satellite.

Key Words: *Lathyrus sativus* L., line, karyogram, idiogram, grass pea.

Giriş

Mürdümük cinsi, Akdeniz havzası, Anadolu Kafkasya ve Orta Asya'ya kadar uzanan bölgede yayılış göstermekte olup, 160 kadar türü kapsamaktadır (1, 2).

Ülkemizde 58 türünün doğal olarak yetiştiği saptanmıştır (1). Mürdümük tarımı hem tane yem amacıyla, hem de yeşil veya kuru ot elde etmek amacıyla yapılmaktadır (3). Hindistan ve Pakistan'da mürdümük özellikle çeltik tarlalarında kışlık ara ürün bitkisi olarak yetiştirilmektedir. Rusya'da şeker pancarı tarımında yeşil gübre bitkisi olarak kullanılır (3, 4). Mürdümüğün, tohumlarının iri ve beyaz taneli olanları insan gıdası olarak, bol ot verenleri ise yembitkisi olarak önemlidir (5). Beyaz tohumlar sakıncasız olmalarına karşın, koyu ve renkli tohumlar zehirli olup, muhtemelen suda eriyen amidlerden oluşan, miktarı köken ve çeşite göre değişen

Lathyrin kapsamaktadır. Yaklaşık % 28 ham protein içeren tohumlar, genellikle kaynatma ve buğulama suretiyle zararlı etkisini kaybetmektedir. Kaynatma ve buğulama işlemi uygulanan tohumlar özellikle besi hayvanlarının yemlenmelerinde kullanılmaktadır (5).

Sitolojik çalışmalarla ilgili olarak, Zhao et al., (6), *Lathyrus sativus* L'un ikinci ve dördüncü çift kromozomlarının submetasentrik, diğerlerinin ise metasentrik olmak üzere 7 kromozom çiftine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Kar and Sen (7), bazı baklagil türlerinin kök ve embriyo dokularındaki kromozomların karyolojik olarak kıyaslanması amacıyla yürüttükleri denemede, *Lathyrus sativus* L'un somatik kromozom sayısını $2n = 14$ olarak saptamışlar ve kromozom boylarının kök uçlarında 3.5-5.5 μm arasında değiştiğini ve dört adet satellitli kromozom bulunduğunu

* G.O.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalında hazırlanan Doktora Tezinin bir bölümünün özetidir.

* Bu çalışma G.O.Ü. Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

bildirmişlerdir. Ayrıca, kök uçlarında dört çift kromozomda sentromer submedian veya submediana yakın, bir çift kromozomda submedian veya mediana yakın, iki çift kromozomun da satellitli olup, satellitli kromozomların orta kolunun diğer kollardan daha kısa olduğunu bildirmişlerdir.

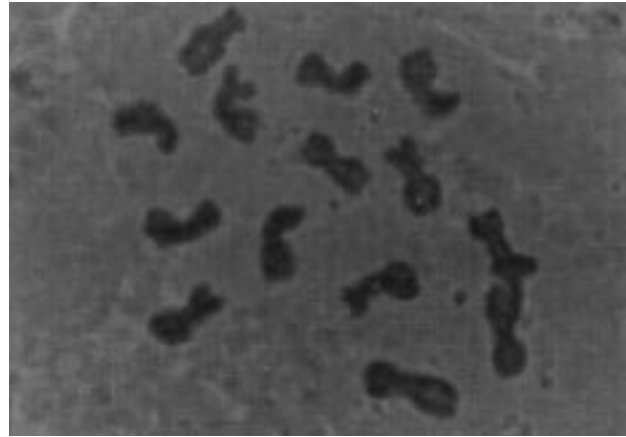
Bu çalışmada, ICARDA'dan temin edilen değişik mürdümük hatlarının kromozom sayısının saptanması ve kromozomların morfolojik özelliklerinin belirlenmesi, dolayısıyla ileride yapılacak ıslah çalışmalarına ışık tutulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada bitki materyali olarak; ICARDA'dan sağlanan on üç yaygın mürdümük hattından Tokat koşullarında denenerek ümitvar oldukları saptanan (8) beş yaygın mürdümük hattı kullanılmıştır. Sitolojik analizler için her hattan 20'şer adet tohum, iç yüzeyleri filtre kağıdı ile kaplı olan petri kutularında çimlendirilmiştir. Çimlenme sonunda 1-1.5 cm uzunluğa erişen kök uçları kesilerek alfa-monobromonaftalin içinde 3 saat ön muameleye tabi tutulduktan sonra, glasiyel asetik asit ile 30 dakika fikse edilip, % 70'lik alkolde buzdolabında depolanmıştır. Alkolden çıkarılan kök uçları su ile yıkandıktan sonra 60 °C'da 1 N HCl içinde su banyosunda 12 dakika hidroliz edilmiş ve feulgende 1 saat süre ile boyanmıştır (9, 10, 11). Boyamayı artırmak için 10 dakika musluk suyunda bekletilen kök uçlarının 1-2 mm'lik koyu mor renk alan uç kısımları kesilerek, lam üzerine alınmış ve % 1'lik aseto-karmin ortamında ezme preparatlar yapılmıştır (12, 13). Mikroskopta inceleme sonucu kromozomları iyi dağılım gösteren ve kromozom yapıları belirgin hücreleri bulduran preparatlar alkol buharı değiş-tokuş yöntemi ile devamlı hale getirilmiştir (12). Ölçümleri yapılan kromozomlardan kol oranı ve oransal boyları birbirine yakın olan homolog kromozomlar olarak belirlenmiştir. Kol oranı; uzun kolun kısa kola bölünmesiyle $R = L/S$, toplam kromozom uzunluğu kısa kol ve uzun kolun uzunluklarının toplanmasıyla $C = L + S$ ve kromozomun oransal boyu; o kromozomun uzunluğunun hücredeki bütün kromozomların uzunluğu toplamına bölünüp 100 ile çarpılması ile saptanmıştır (14). Kromozomların sentromer yerlerine göre adlandırılmasında Levan et al., (15) tarafından kullanılan terminoloji esas alınmıştır.

Araştırma Bulguları

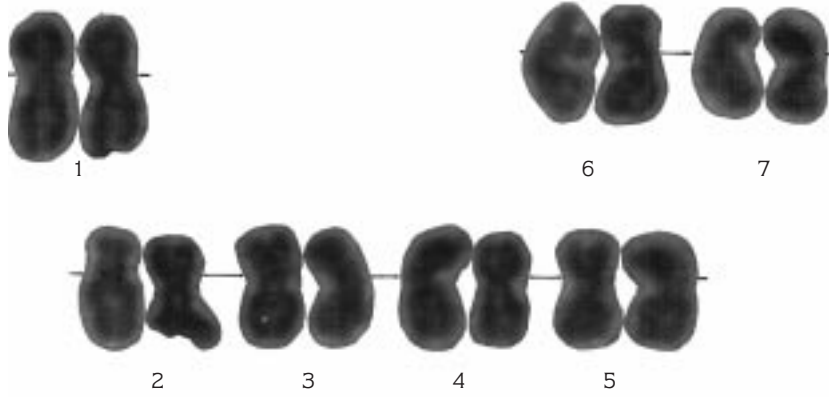
452 no'lu yaygın mürdümük hattında yapılan sitolojik çalışmalar sonucunda, somatik kromozom sayısı $2n = 14$ olarak bulunmuştur (Şekil 1). Bu hattın kromozomları ile ilgili karyogram Şekil 2'de, idiogram ise Şekil 3'de gösterilmiştir. Kromozom morfolojilerine ait ölçümler Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'in incelenmesinden de görüleceği gibi, bu hattın I, III, IV, V ve VII. numaralı kromozomlar median sentromerlidir. II. ve VI. numaralı kromozomlar submediandır. II ve VI numaralı kromozomun kısa kolu üzerinde submedian ve kısa koldan daha uzun bir satellit vardır.



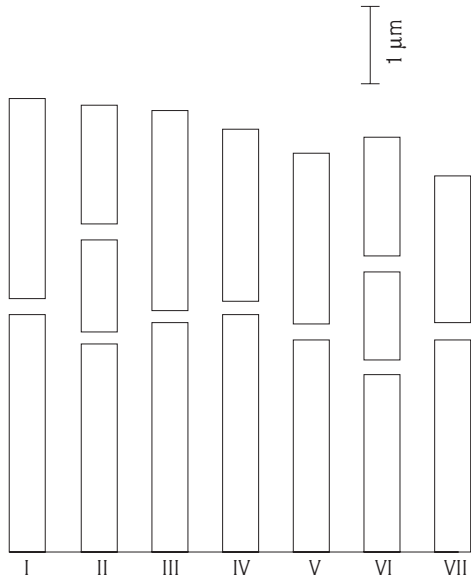
Şekil 1. 452 no'lu yaygın mürdümük hattının metafazdaki somatik kromozomları ($2n = 14$) (x 3000)

439 no'lu yaygın mürdümük hattında yapılan sitolojik çalışmalar sonucunda, somatik kromozom sayısı $2n = 14$ olarak bulunmuştur (Şekil 4). Bu hattın karyogramı Şekil 5'de, idiogramı ise Şekil 6'da gösterilmiştir. Kromozom morfolojilerine ait ölçümler Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde, bu hattın I, III, IV, VI ve VII numaralı kromozomları median (metasentrik), II. ve V. numaralı kromozomlar ise submedian sentromerlidir. İncelenen bu hattın II ve V numaralı kromozomlarının kısa kolu üzerinde submedian ve kısa koldan daha uzun bir satellit vardır. Ayrıca III numaralı kromozomun haploid kromozom takımının en simetrik, II numaralı kromozomun ise en asimetrik olduğu saptanmıştır.

455 no'lu yaygın mürdümük hattında yapılan sitolojik çalışmalar sonucunda, somatik kromozom sayısı $2n = 14$ olarak bulunmuştur (Şekil 7). Bu hattın karyogramı Şekil



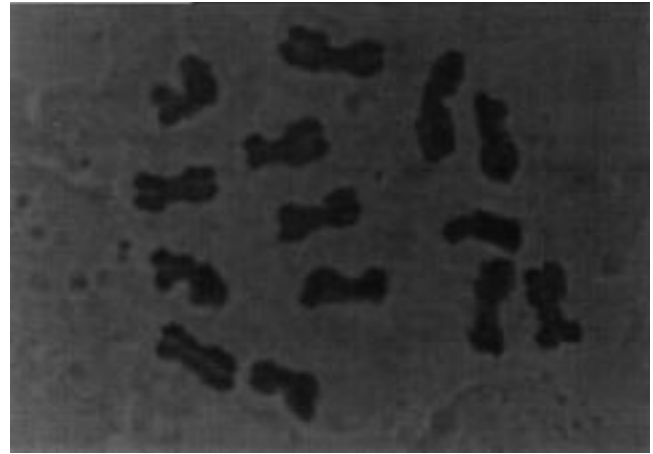
Şekil 2. 452 no'lu yaygın mürdümük hattında karyogram (x 3000)



Şekil 3. 452 no'lu yaygın mürdümük hattında idiogram

Tablo 1. 452 no'lu yaygın mürdümük hattı kromozomlarının morfolojik özellikleri

Kromozom no	Kromozom boyu (µm)			Kol oranı			Oransal boyu		
	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.
I	5,93	5,43	7,17	1,19	1,01	1,54	8,27	7,35	9,28
II	5,65	5,06	6,63	2,44	1,56	3,45	7,35	7,05	7,83
III	5,59	4,86	6,27	1,22	1,01	2,63	7,28	6,91	7,57
IV	5,49	4,83	6,13	1,39	1,09	2,00	7,14	6,86	7,48
V	5,22	4,73	5,73	1,22	1,05	1,49	6,80	6,46	7,13
VI	5,19	4,53	5,84	2,13	1,43	2,94	6,75	5,91	7,00
VII	4,91	4,44	5,27	1,43	1,09	2,08	6,41	5,84	6,69



Şekil 4. 439 no'lu yaygın mürdümük hattının metafazdaki somatik kromozomları (2n=14) (x 3000)

8'de, idiogramı ise Şekil 9'da gösterilmiştir. Kromozom morfolojilerine ait ölçümler Tablo 3'de verilmiştir. Tablo 3'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, I, III, IV, VI ve

Tablo 2. 439 no'lu yaygın mürdümük hattı kromozomlarının morfolojik özellikleri

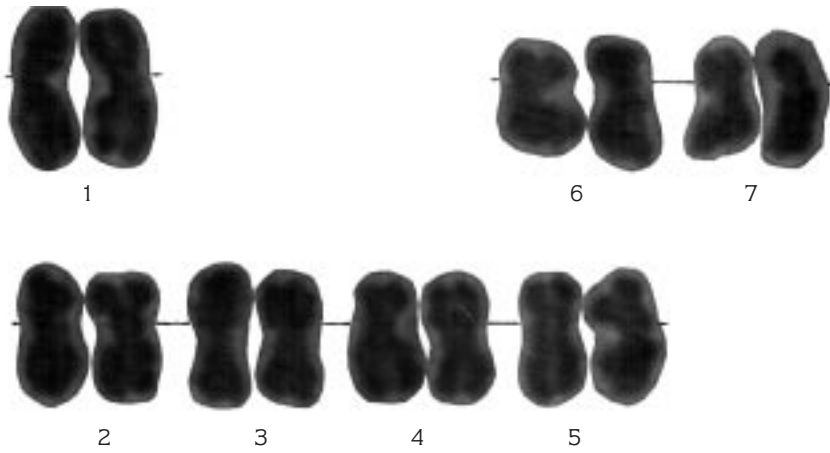
Kromozom no	Kromozom boyu (µm)			Kol oranı			Oransal boyu		
	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.
I	7,18	5,70	8,40	1,23	1,09	1,45	8,38	7,37	9,50
II	6,52	5,64	7,53	2,27	1,67	2,86	7,62	7,02	8,59
III	6,31	5,47	7,36	1,22	1,03	1,72	7,36	6,98	7,90
IV	5,92	4,83	6,83	1,43	1,12	1,96	6,90	6,48	7,08
V	5,89	5,33	6,89	1,96	1,52	2,70	6,88	6,21	7,19
VI	5,71	4,96	6,76	1,30	1,03	1,67	6,66	6,18	7,01
VII	5,26	4,50	6,37	1,27	1,01	2,00	6,15	5,55	6,60

Tablo 3. 455 no'lu yaygın mürdümük hattı kromozomlarının morfolojik özellikleri

Kromozom no	Kromozom boyu (µm)			Kol oranı			Oransal boyu		
	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.
I	7,31	6,10	8,93	1,27	1,02	1,56	8,49	7,46	9,45
II	6,58	6,24	7,63	1,75	1,39	2,70	7,66	6,60	8,85
III	6,53	6,10	7,74	1,19	1,03	1,61	7,60	7,23	7,89
IV	5,98	5,10	7,20	1,32	1,06	1,69	6,94	6,37	7,34
V	5,91	5,50	6,27	2,00	1,49	2,86	6,92	5,61	7,71
VI	5,58	4,80	6,86	1,45	1,03	2,08	6,48	6,00	6,99
VII	5,09	3,80	6,27	1,25	1,04	1,72	5,91	4,75	6,71

463 no'lu yaygın mürdümük hattında yapılan sitolojik çalışmalar sonucunda, somatik kromozom sayısı $2n=14$ olarak bulunmuştur (Şekil 10). Bu hattın kromozomları ile ilgili karyogram Şekil 11'de, idiogram ise Şekil 12'de gösterilmiştir. Kromozom morfolojilerine ait ölçümler Tablo 4'de verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, I, IV, V, VI ve VII numaralı kromozomları median, II ve IV numaralı kromozomların kısa kolu üzerinde ve kısa koldan uzun satelit vardır. Haploid kromozom takımının en simetrik ve en asimetrik kromozomlarının, sırasıyla I ve IV numaralı kromozomlar olduğu belirlenmiştir.

38 no'lu yaygın mürdümük hattında yapılan sitolojik çalışmalar sonucunda, somatik kromozom sayısı $2n=14$



Şekil 5. 439 no'lu yaygın mürdümük hattında karyogram (x 3000)

Tablo 4. 463 no'lu yaygın mürdümük hattı kromozomlarının morfolojik özellikleri

Kromozom no	Kromozom boyu (µm)			Kol oranı			Oransal boyu		
	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.
I	6,18	5,44	7,50	1,25	1,05	2,00	8,01	7,19	8,80
II	5,88	5,27	6,60	2,04	1,27	2,86	7,64	7,03	8,44
III	5,56	5,10	6,20	1,54	1,14	2,27	7,22	7,04	7,50
IV	5,46	4,57	6,03	2,13	1,75	3,13	7,09	6,30	7,54
V	5,34	4,84	6,04	1,32	1,10	2,13	6,93	6,69	7,21
VI	5,17	4,67	5,80	1,32	1,01	1,67	6,71	6,40	6,93
VII	4,93	4,57	5,77	1,43	1,18	1,89	6,40	5,87	6,77

VII numaralı kromozomlar median, II ve V numaralı kromozomlar ise submedian sentromerlidir. II ve V numaralı kromozomlarının kısa kolu üzerinde satelit (ikincil yapılar) gözlenmiştir.

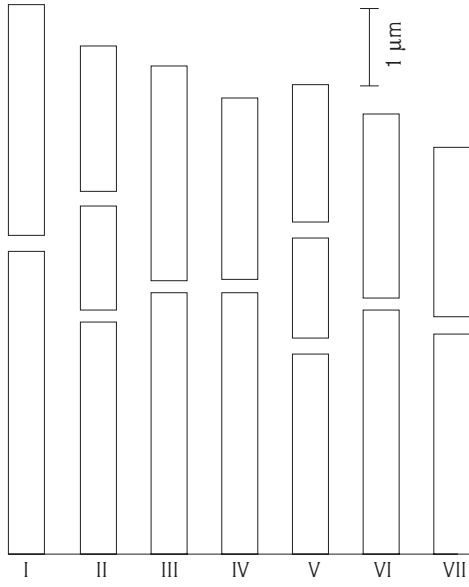
olarak bulunmuştur (Şekil 13). Bu hattın karyogramı Şekil 14'de, idiogramı ise Şekil 15'de gösterilmiştir. Kromozom morfolojilerine ait ölçümler Tablo 5'de verilmiştir. Tablo 5'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, bu hatta ait incelenen kromozomların tümünün median yapıdaki sentromerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Haploid kromozom takımının hiçbirisinde de satelit yapı gözlenmezken, III numaralı kromozomun en simetrik, IV numaralı kromozomun ise en asimetrik olduğu belirlenmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Lathyrus sativus L. türünün incelenen beş hattı kromozom sayısı bakımından bir farklılık göstermemişlerdir. Zaten tür içinde şimdiye kadar yapılmış olan çalışmalar arasında da $2n=14$ kromozom dışında bir sayıya rastlanmamıştır (4, 7, 16, 17, 18, 19, 20). Ancak, incelenen hatların hepsi de aynı kromozom sayısını taşımalarına karşılık, kromozom morfolojisi

Tablo 5. 38 no'lu yaygın mürdümük hattı kromozomlarının morfolojik özellikleri

Kromozom no	Kromozom boyu (µm)			Kol oranı			Oransal boyu		
	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.
I	6,54	5,34	6,80	1,36	1,25	1,53	8,50	7,82	8,53
II	6,00	5,85	6,15	1,47	1,41	1,53	7,75	7,56	7,94
III	5,76	5,68	5,83	1,21	1,18	1,23	7,46	7,36	7,56
IV	5,47	5,35	5,59	1,50	1,46	1,53	7,08	6,93	7,24
V	5,27	5,08	5,45	1,43	1,38	1,48	6,85	6,63	7,08
VI	4,98	4,77	5,19	1,32	1,29	1,35	6,46	6,20	6,71
VII	4,57	4,35	4,79	1,26	1,19	1,33	5,92	5,65	6,19

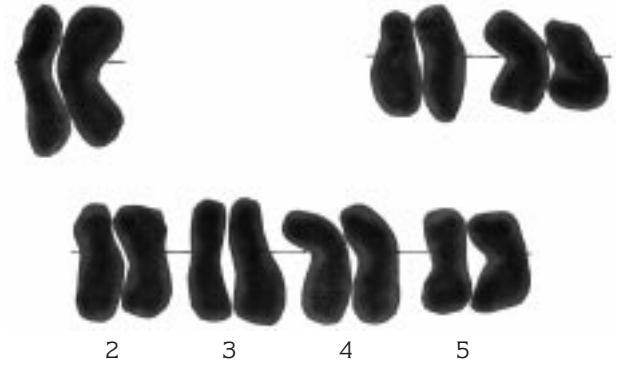


Şekil 6. 439 no'lu yaygın mürdümük hattında idiyogram

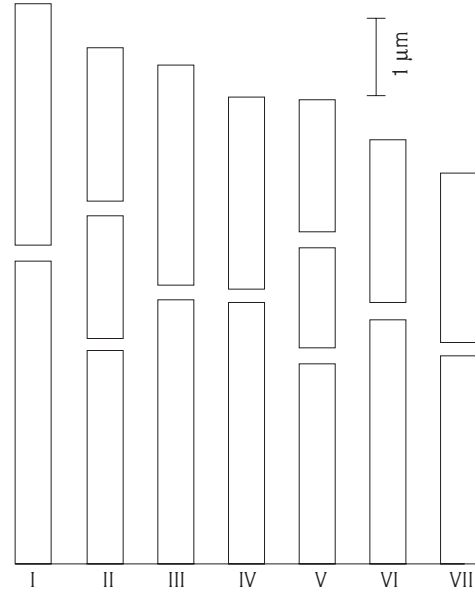
bakımından bazı benzerlikler ve farklılıklar saptanmıştır. 439 ve 455 no'lu hattın II ve V numaralı kromozomları submedian, I, III, IV, VI ve VII numaralı kromozomları ise mediandır. 452 no'lu hattın II, VI; 463 no'lu hattın ise II ve IV numaralı kromozomları submedian olup, diğer kromozomlar median durumdadır. 463 no'lu hattın gösterdiği bu kromozom morfolojisi Zhao et al., (6)'nın saptadığı bulgularla uyum içerisindedir. 38 no'lu hattın kromozomları ise, diğer dört hattın kromozomlarından farklı olup tamamen median yapıdadır. Hatların biri hariç (38 no'lu hat) diğer dördü satellitli olmaları açısından ortak özellik taşımaktadırlar. Buna karşılık satellitin



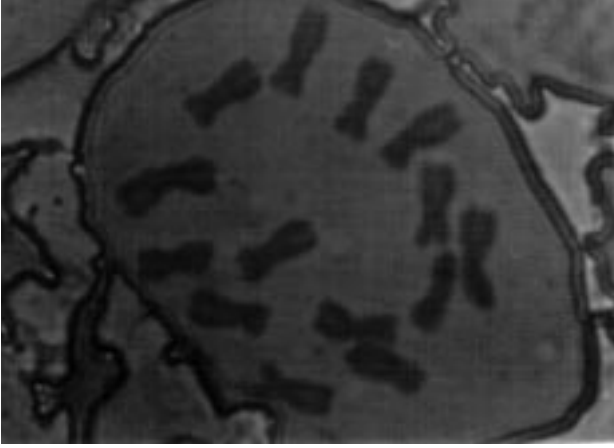
Şekil 7. 455 no'lu yaygın mürdümük hattının metafazdaki somatik kromozomları (2n=14) (x 3000)



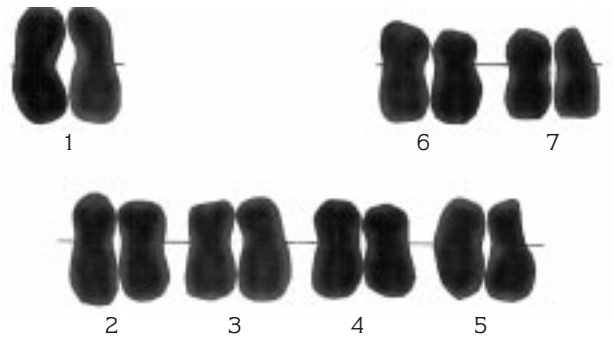
Şekil 8. 455 no'lu yaygın mürdümük hattında karyogram (x 3000)



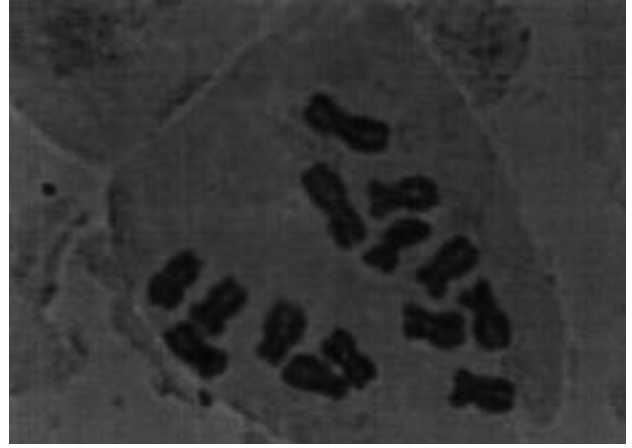
Şekil 9. 455 no'lu yaygın mürdümük hattında idiyogram



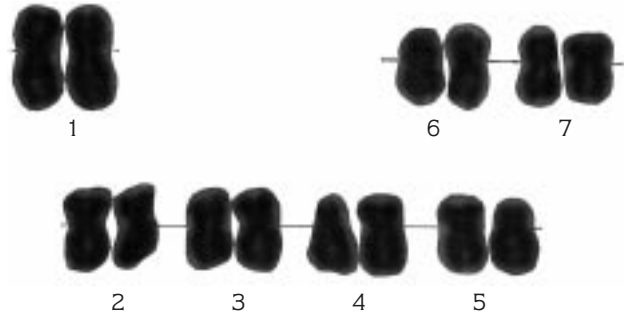
Şekil 10. 463 no'lu yaygın mürdümük hattının metafazdaki somatik kromozomları ($2n=14$) (x 3000)



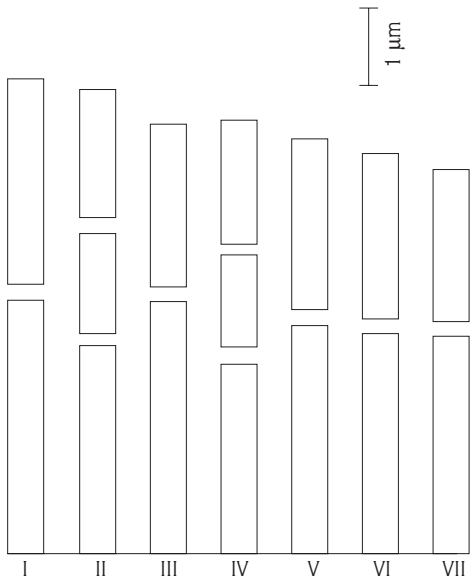
Şekil 11. 463 no'lu yaygın mürdümük hattında karyogram (x 3000)



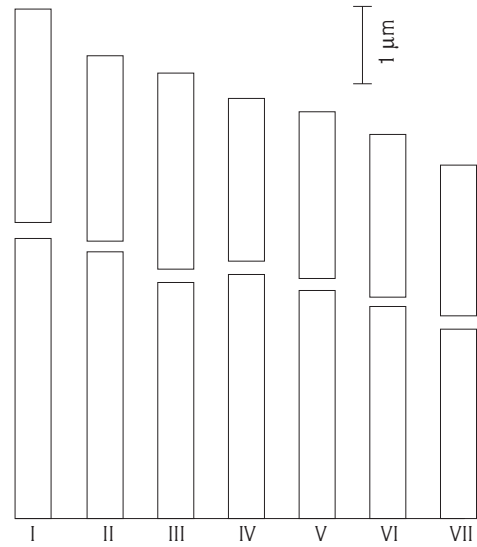
Şekil 13. 38 no'lu yaygın mürdümük hattının metafazdaki somatik kromozomları ($2n= 14$) (x 3000)



Şekil 14. 38 no'lu yaygın mürdümük hattında karyogram (x 3000)



Şekil 12. 463 no'lu yaygın mürdümük hattında idiyogram



Şekil 15. 38 no'lu yaygın mürdümük hattında idiyogram

büyüklüğü ve pozisyonu bakımından farklıdır. 439 ve 455 no'lu hatların her ikisinde de II ve V numaralı kromozomlarının kısa kolu üzerinde satelit mevcuttur. 452 ve 463 no'lu hatlar ise satelit büyüklüğü bakımından birbirlerine benzemektedirler. Ancak, ilkinde satelitler II ve VI numaralı kromozomun kısa kolunda, ikincisinde ise II ve IV numaralı kromozomun kısa kolundadır. Dolayısıyla dört hatta da II numaralı kromozomun kısa kolu üzerinde satelit olup, bu kromozom takımının ikinci büyük kromozomudur. 38 no'lu hat ise diğer dört hattan farklı olup, satelitsiz kromozom yapısına sahiptir. İncelenen dört hatta da (452, 439, 455, 463) iki çift satelitli kromozom saptanmış ve satelitli kromozomların orta kolunun diğer kollardan daha kısa olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar Kar ve Sen (7)'in saptamış olduğu sonuçlarla benzer bulunmuştur. Öte yandan Kumar ve Sinha (19), on yaygın mürdümük çeşidiyle yaptığı çalışmada bütün çeşitlerde kromozomların satelitsiz olduğunu saptamışlardır. Bu

çalışmada da 38 no'lu hatta tespit edilen satelitsiz kromozomların bu araştırmacıların elde ettiği sonuçla uyum içerisinde olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, araştırma bulguları *Lathyrus sativus* türü içerisindeki farklı formların farklı kromozom morfolojisi gösterdiğini ortaya koymuştur. Aynı tür içerisinde kromozom morfolojisi açısından ortaya çıkan bu farklılıkların bu türün evriminden kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim, Chandola and Jain (21), dünyanın farklı yerlerinden topladıkları 36 *Pennisetum typhoides* formunun kromozom morfolojisi açısından çok büyük farklılık gösterdiğini ve bu formlardan özellikle 8 tanesinin diğerlerinden çok farklı olduğunu saptamışlar ve bunların bu tür içindeki en eski formlar olduğu sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar, evrimin ilerlemesi ile türün kromozom uzunluğunda azalma ve simetrik halden asimetrik hale geçiş olduğunu bildirmişlerdir.

Kaynaklar

- Davis, P.H., Flora of Turkey and East-Aegean Islands. 3: 78, Edinburgh Univ. Press, 1970.
- Smartt, J., Gene Pools in Grain Legumes. Economic Botany, 38 (1): 24-35, 1984.
- Kiehn, F.A., Reimer, M., Alternative Crops for the Prairies. Research Station, 30-32, Manitoba, 1992.
- Campbell, C.G., Mehra, R.B., Agrawal, S.K., Chen, Y.Z., Abd El-Moneim, A.M., Khawaja, H.I.T., Yadov, C.R., Tay, J.U., Araya, W.A., Current Status and Future Strategy in Breeding Grasspea (*Lathyrus sativus* L.). Euphytica, 73: 167-175, 1994.
- Gençkan, M.S., Yembitkileri Tarımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 467, 249-254, Bornova-İzmir, 1992.
- Zhao, C.X., Lo, X., Yang, G.F., Karyotype Analysis in *Vicia amoena* and *Lathyrus sativus* L. Zhongguo-Caoyuan-Grassland of Chinab. No: 4, 47-50, 1984.
- Kar, K., Sen, S. A., Comparative Karyological Study of Root and Embryo Tissue of a Few Genera of Leguminosae. Cytologia 56: 403-408, Tokyo, 1991.
- Büyükburç, U., İptaş, S., Yılmaz, M., Tokat Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Bazı Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) Hatlarının Verim ve Adaptasyonu Üzerine Bir Araştırma. Türkiye III. Çayır-Mer'a ve Yem Bitkileri Kongresi. 17-19 Haziran, 260-266, Erzurum, 1996.
- Sharma, P.C., Gupta, P.K., Karyotypes in Some Pulse Crops. The Nucleus, 25: 181-185, 1982.
- Hatipoğlu, R., Hesemann, C.U., Gland, A., Çukurova Üniversitesi Kampüsü İçindeki Doğal Mer'alardan Toplanan Domuz Ayırığı (*Dactylis glomerata*) Populasyonunda Sitolojik Araştırmalar. Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 7 (4): 141-156, 1992.
- Karadağ, Y., Yılmaz, G., Çemen (*Trigonella foenum graecum* L.) Bitkisinde Sitolojik Araştırmalar. GÖÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 14 (1), 83-92, 1997.
- Elçi, Ş., Sitogenetikte Araştırma Yöntemleri ve Gözlemler. 100. Yıl Üniversitesi Yayın No: 18, Fen Edebiyat Fakültesi Yayın No: 16, Van, 1994.
- Karadağ, Y., Gülcan, H., Çukurova Bölgesi Doğal Vegetasyonunda Bulunan Bazı Tek Yıllık Yonca Türlerinde (*Medicago scutellata*, *M. orbicularis*, *M. polymorpha*) Sitolojik Araştırmalar. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 21 (2), 121-127, 1997.
- Krikorian, A.D., O'Connor, S.A., Fitter, M.S., Chromosome Number Variation and Karyotype Stability in Cultures and Culture-derived Plants. In: Handbook of Plant Cell Culture Vol. 1, Evans, D.A., Sharp, W.P., Ammirato, P.V. and Yamada, Y. (Eds), PP: 541-581, McMillan Publishing Company, New York, 1983.
- Levan, A., Fredga, K., Sandberg, A.A., Nomenclature for Centromeric Position on Chromosomes. Hereditas 52 (2), 201-220, 1964.
- Rees, H., Hazarika, M.H., Chromosome Evolution in *Lathyrus*, Chromosome Today: 6, 158-165, 1969.
- Löve, A., IOPB Chromosome Number Reports L x II. Taxon 27 (5/6): 519-535, 1978.
- Yamamoto K., Fujiwara, T., Blumenreich, D.I., Karyotype and Morphological Characteristics of Some Species in the *Lathyrus* L., Japan. J. Breed, 34, 273-284, 1984.
- Kumar, U., Sinha, S.S.N., Karyotypic Analysis in Some Varieties of *Lathyrus sativus* L. Genetica Iberica. 41, 161-174, India, 1989.
- Yunus, A.G., Jackson, M.T., Plant Breeding, 106: 319-328, 1991.
- Chandola, R.P., Jain, S.N., Karyomorphological Studies in *Pennisetum typhoides* L. Caryologia 35: 181-196, 1970.