

AUTOPOLİPLOİD YEM BİTKİLERİNDE TOHUM ÜRETİMİ ÜZERİNE ANEUPLOİDİNİN ETKİSİ

İlknur AKGÜN Metin TOSUN Sevim SASÖZ

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum

ÖZET: Çeşitlerin devamlılığında en önemli husus üretim esnasında hiçbir genetik değişikliğin ortaya çıkmamasıdır. Bununla birlikte tohumla üretilen türlerde her üretim çemberinde gamet, zigot, tohum ve bitki seviyesinde doğal bir seleksiyon vardır. Yapay autopoliploidlerde özellikle ilk generasyonlarda aneuploidler yüksek oranda bulunmaktadır. Aneuploidler tohum verimini düşürdüğü gibi üretim esnasında ortaya çıkan seleksiyon işlemlerini de etkilemektedir. Yapay olarak elde edilmiş türlerin aneuploidiye karşı toleransları farklı olup, bazı türlerde euploid bitkilerde dengesiz kromozom ayrılışı eğilimi daha fazladır. Euploidlerde görülen bu kararsızlığa çevresel faktörler (hava, polen üretim miktarı, bitki yoğunluğu gibi stres koşulları) önemli derecede etki yapmaktadır. Dengesiz kromozom ayrılışı gösteren gamet ve zigotların canlı kalabilme şansının yüksek olması nedeniyle, bu türlerde aneuploidlerin tamamen populasyon içerisinden seleksiyonla uzaklaştırılması çok zordur.

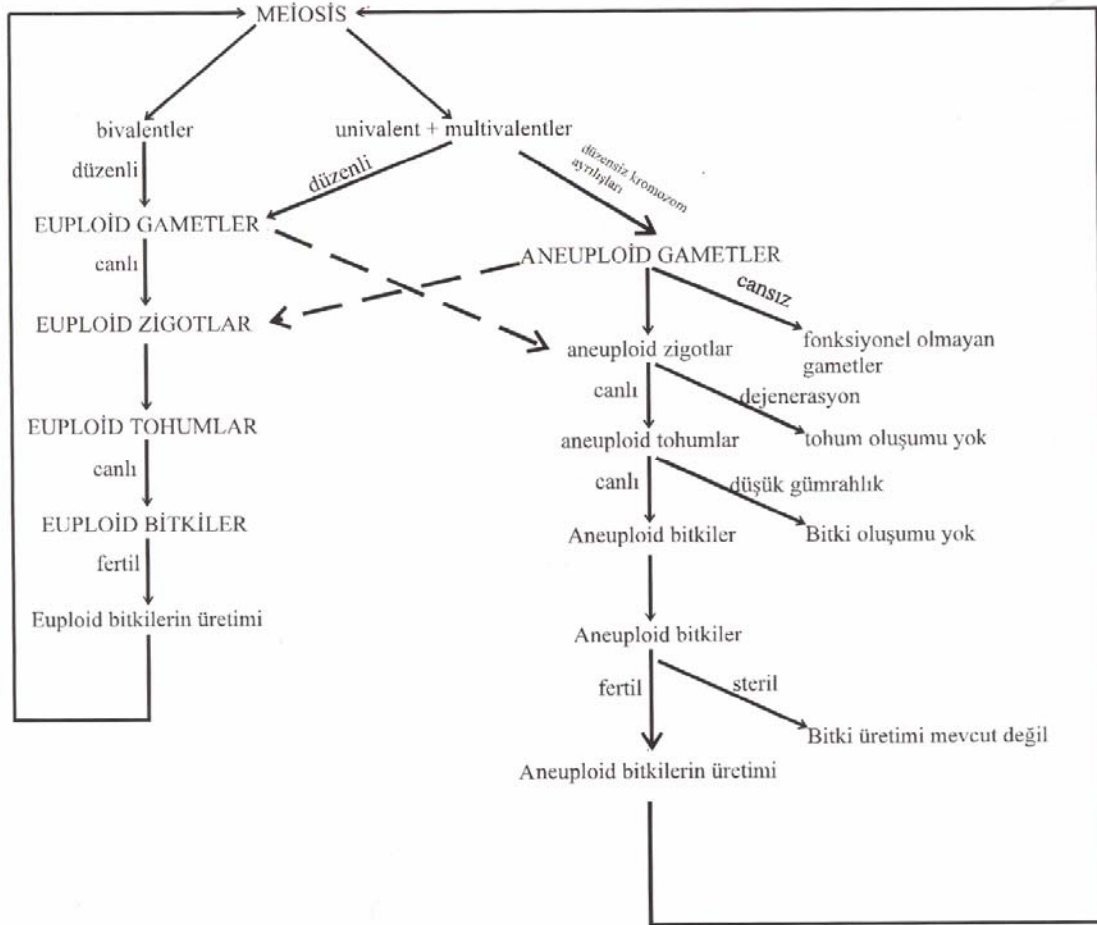
GİRİŞ

Çeşitler yetiştirildikleri sürece sahip oldukları özelliklerini devam ettirmelidir. İyi bir tohum üretimi, tohumun ticari kalitesinin düzenli olarak korunması ile sağlanabilir. Her üretim çemberinde polen taneleri veya yumurta hücreleri arasındaki yarışa, kendine uyumsuzluğa, polen anormalliklerine, zayıf çimlenme, fertilitedeki azalmaya ve bitkiler arasındaki rekabete bağlı olarak doğal bir seleksiyon vardır (Elgersma, 1993). Bitki gelişimini etkileyen çevresel faktörler varyetelerin stabilitesine ve tohum verimine etkilidir. Nitekim Loch (1980), tropikal buğdaygillerde polen kalitesi ve fertilitesi üzerine ışıklanma süresinin etkili olduğunu bildirmiştir. Yine, mutasyonlar bitkilerin tohum tutma oranını etkileyebilmektedir (Marshall ve Ludlam, 1989). Örneğin, diploid çok yıllık çimin kullanıldığı bir denemede, bireysel klonların tohum tutma oranının %8-73 arasında değiştiği ve bu durumun mutasyonlara bağlı olarak meydana geldiği ileri sürülmüştür (Elgersma ve Sniezko, 1988). Autopoliploid türlerde tohum üretimini etkileyen diğer önemli bir faktör ise aneuploidlerin yüksek oranlarda ortaya çıkmasıdır. Yapay autopoliploidlerin birçok üstün özellikleri yanında, meiosis bölünmedeki düzensizlikler ve buna bağlı olarak oluşan düşük tohum tutma ile aneuploid bitkilerin oluşumu gibi bazı önemli sorunları bulunmaktadır. Tetraploidlerde düşük tohum tutmanın aneuploidiye (Klinga 1986 a) veya uyumsuzluk allellerine (Fearson ve ark., 1984) bağlı olduğu ileri sürülmüştür. Uyuşmazlık sistemlerinin getirdiği problem kolayca giderilebilir, ancak kromozom eşlenme sisteminin düzeltilmesi daha zordur (Wilkins, 1991). Bu bitkilerde özellikle homolog kromozom sayısındaki artışa bağlı olarak multivalent ve ünivalent şekillenmeler artmaktadır. Yine, poliploid bitkilerde dölleklığın azalmasına dengelenmemiş gen kombinasyonu veya sitolojik ve fizyolojik uyumun bozulması yanında, aneuploid gametler de neden olabilmektedir. Poliploid bitkilerde dölleklilik, melezlemeler ve seleksiyonla arttırılabilir. Nitekim, colchicine uygulanarak elde edilmiş tetraploid *Trifolium hybridum*'da 7 generasyon seleksiyon yapılmış ve bu süre sonunda fertilitate, diploid bitkilerin döllekliliğine yakın olmuştur (Armstrong ve Robertson, 1956). Aynı şekilde, yapay olarak elde edilmiş tetraploid darılarda (*Pennisetum typhoides* Staph et Hubb; Jauher, 1970) ve çok yıllık çim bitkilerinde (Bugge, 1987) fenotipik seleksiyonla tohum veriminde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Kültürü yapılan birçok yem bitkisi türü (*Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Trifolium pratense* ve *Trifolium hybridum* gibi) diploid olup, doğal autopoliploidleri bilinmemektedir. Bunlardan kolçisinle kromozom sayısı katlanarak elde edilmiş yapay autotetraploidler ticari olarak önemlidir. Diğer taraftan, kolçisinin bir mutagen olarak etkide bulunduğunu gösteren deliller vardır (Hague ve Jones, 1987).

Aneuploidlerin Oluşumu ve Etkileri

Normal (euploid) bitkiler tam genoma ($2n=2x$ diploid, $2n=3x$ triploid, $2n=4x$ tetraploid) sahip iken, aneuploidler temel kromozom sayısından bir veya daha fazla kromozomu farklı genoma sahiptirler. Yapay autopoliploid populasyonlarda aneuploid bitkiler yüksek frekansta ortaya çıkabilir. Aneuploid bitkilerin meydana gelmesinde temel faktör meiosis bölünmedeki düzensizliklerdir (Şekil 1). Autopoliploid bitkilerde homolog kromozom sayısındaki artışa bağlı olarak bivalent eşlenmelerin yanında quadrivalent, trivalent ve ünivalent gibi diğer eşlenme şekilleri de oluşabilmektedir. Metafaz I döneminde görülen bu eşlenme şekilleri düzensiz kromozom ayrılışlarına veya geciken kromozomlara sebep olarak aneuploid gametleri meydana getirirler (Evans ve Rahman, 1990). Bu gametler ya canlı değildir veya canlılıkları düşüktür. Bu durum, döllemeyi ve tohum üretimini etkilemektedir. Nitekim, Ellerström ve Sjödin (1966) aneuploidlerin döllekliliğinde önemli bir azalma saptamıştır. Canlı aneuploid yumurta hücresi veya polen tanesi birleşerek aneuploid zigot ve bitkiler meydana gelmektedir. Aneuploid bitkiler, büyük çoğunlu cansız olan iyi gelişmemiş

buruşuk ve küçük tohum oluşturmaktadırlar (Hagberg ve Ellerström, 1959; Klinga, 1986 a ve b). Bunun nedeni embriyo, endosperm ve ana dokuyu saran hücrelerin kromozom sayıları arasındaki kantitatif ilişkinin bozulmuş olmasıdır. Normalde bu ilişki 2:3:2 oranında olması gerekirken, farklı kromozom sayılarına sahip gametlerin birleşmesiyle oluşan aneuploid bitkilerde bu ilişki bozulacağından tohumlar buruşuk yada zayıf gelişeceklerdir. (Mützing, 1954). Buna karşın, *Trifolium pratense*'de olduğu gibi bazen aneuploid bitkilerin çok fazla tohum verebildikleri ve hatta euploidler kadar gümrah gelişebildikleri bildirilmiştir (Taylor ve Wiseman, 1985). Aynı şekilde, alloheksaploid yüksek çayır yumağında, çok yıllık çimde ve çayır yumağında bir veya iki kromozom eksikliğinin tolere edilebildiği ve aneuploidlerin euploidler kadar gümrah ve fertil oldukları tespit edilmiştir (Elgersma, 1993; Simonsen, 1975).



Şekil 1. Autotetraploidlerin üretimi süresince gerçekleşen seleksiyon seviyesi (Elgersma, 1993).

Euploidler ve Aneuploidler Arasındaki Dengeyi Etkileyen Faktörler

Bivalentler ve diğer eşlenme şekilleri arasındaki denge Şekil 1'de gösterilmiştir. Aneuploid bitkilerde bivalentlerin oranı euploid bitkilerden daha düşük, buna karşın ünivalent ve multivalent eşlenmelerin oranı daha yüksektir. Genel olarak, bivalentlerin dışındaki eşlenme şekilleri ise aneuploid gametlerin oluşumuna neden olabilmektedir. Bu nedenle, autopoliploid bitkilerde aneuploidlerin seleksiyonla tamamen elemine edilmesi çok zordur. Aneuploidlerin önemli bir kısmı euploidlerden meydana gelmektedir. Fonksiyonel aneuploid gametler normal euploid gametlerle birleşerek aneuploid zigotları dolayısıyla bitkileri üretebilmektedirler.

Türlerin aneuploidiye olan toleransları farklıdır. *Lotus pedunculatus*'da aneuploid gametler fonksiyonel olmadığı için aneuploidlere hiç rastlanmamıştır (Barclay ve Armstrong, 1966). *Lolium* türlerinde ise aneuploidi oranı yönünden geniş bir varyasyon (%6-59) belirlenmiştir (Easton, 1973; Simonsen, 1973; Sağsöz ve ark., 1998). Bunun nedeni, ya aneuploid gametlerin yüksek frekansta bulunması yada aneuploid gamet veya zigotların canlılığının yüksek olmasıdır.

Aneuploidi sıklığı türlere göre farklılık gösterdiği gibi, aynı tür içindeki populasyonlara göre de değişebilmektedir (Klinga, 1986 b). Aneuploid bitkilerin meydana gelmesinde genotip x çevre etkileşimi etkilidir (Romel, 1963). Çevre faktörleri ve üretilen polen miktarı euploid ve aneuploid gametler yada zigotlar arasındaki yarıştı etkileyebilmektedir. Yeterli polen miktarı olduğunda ve polen gelişimi için gerekli optimum koşullar oluştuğunda, polen taneleri arasındaki seleksiyon euploidler lehine gerçekleşmektedir (Elgersma, 1993). Yarışın olmadığı yada çok az olduğu durumlarda aneuploid gametler ve zigotlar canlı kalarak tohum oluşturabilmektedirler (Ellerström ve Sjödin, 1974). Yine, tohumun gelişmesi ve olgunlaşması esnasındaki uygun koşullar, aneuploid tohumların gelişmeleri ve hayatta kalmalarını sağlayarak yüksek tohum veriminin alınmasına da yardımcı olabilmektedirler. Ayrıca, türlerin genetik yapıları bu yarışta etkili olabilmektedir.

Özellikle tohumluk satıcıları aneuploidlerin varlığından haberdar değildir. Çünkü tohumluk laboratuvarlarında kromozom sayımları rutin bir işlem olarak yapılmadığından, aneuploidler belirlenmemektedir. Yetiştiriciler ise aneuploidlerin neden olduğu fide ölümleri ve tohum verimi üzerindeki olumsuz etkileri konusunda bilgi sahibi değildirler. Zayıf gelişen aneuploidler, sık biçim uygulamalarında hızlı bir şekilde elemine olmaktadır. Böylece, tesisteki bitki sayısı azalacağından verimde kayıplar meydana gelecektir (Klinga, 1987). Bu durum, tohumluğun ticari değerinin önemli ölçüde düşmesine neden olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Armstrong, J.M., R.W. Robertson, 1956. Studies of colchicine-induced tetraploids of *Trifolium hybridum* L. I. Cross and self-fertility and cytological observations. *Canad. J. Agric. Sci.*, 36:255-266.
- Barclay, P.C., J.M. Armstrong, 1966. Certain aspects of chromosome number and seed size in induced tetraploid pasture plants. *Proceeding X. Inter. Grass. Cong.* p 667-671.
- Bugge, G., 1987. Selection for seed yield in *Lolium perenne* L. *Plant Breeding*, 98: 149-155.
- Easton, H.S., 1973. Performance of aneuploids in a autotetraploid ryegrass population. *New Zealand J. Agric. Research*, 16:35-37.
- Elgersma, A., 1993. Effects of aneuploidy on seed production in autopolyploid forage crops. *Proceeding XVII. Inter. Grass. Cong.* Feb. 8-21, 1993, New Zealand, 1694-1695
- Elgersma, A., R. Sniezko, 1988. Cytology of seed development related to floret position in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Euphytica Supplement*: 59-68.
- Ellerström, S., J. Sjödin, 1966. Frequency and vitality of aneuploids in a population of tetraploid red clover. *Hereditas*, 55:166-182.
- Ellerström, S., J. Sjödin, 1974. Studies on the use of induced autotetraploidy in the breeding of red clover. Part 3. Frequency and behaviour of aneuploids in a tetraploid clover ley. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung*, 71:253-263.
- Evans, G.M. and M.M. Rahman, 1990. The basis of low grain yield and infertility in autotetraploid barley (*Hordeum vulgare*). *Heredity*, 64: 305-313.
- Fearson, C.H., M.D. Hayward, M.J. Laurence, 1984. Self-incompatibility in ryegrass. IX. Cross-compatibility and seed set in autotetraploid *Lolium perenne* L. *Heredity*, 53: 423-434.
- Hagberg, A. and S. Ellerström, 1959. The competition between diploid, tetraploid and aneuploid rye. *Hereditas*, 45: 369-416.
- Hague, L.M., R.N. Jones, 1987. Cytogenetics of *Lolium perenne*. 4. Colchicine induced variation in diploids. *Theor. Appl. Gen.*, 74: 233-241.
- Jauhar, P.P., 1970. Chromosome behaviour and fertility of the raw and evolved synthetic tetraploids of pearl millet, *Pennisetum typhoides* Stapf et Hubb. *Genetica*, 41:407-424.
- Klinga, K., 1986a. Aneuploidy in induced autotetraploid populations of *Festuca pratensis*, *Lolium multiflorum* and *Lolium perenne*. I. The frequency of aneuploids and the performance of the spaced plants in *Lolium multiflorum* and *Lolium perenne*. *Hereditas*, 104:121-130.
- Klinga, K., 1986b. Aneuploidy in induced autotetraploid populations of *Festuca pratensis*, *Lolium multiflorum* and *Lolium perenne*. I. The frequency of aneuploids and the performance of the spaced plants in two autotetraploid populations of *Festuca pratensis*. *Hereditas*, 104:75-83.
- Klinga, K., 1987. Competitive interactions between euploid and aneuploid plants in a simulated perennial sward of tetraploid *Festuca pratensis*. *Hereditas*, 107:249-256.
- Loch, D.S., 1980. Selection of environmental cropping system for tropical grass seed production. *Tropical Grasslands*, 14: 159-168.
- Marshall, C., D. Lundlam, 1989. The pattern of abortion of developing seeds in *Lolium perenne*. *Annals. Botany*, 63:19-27.
- Müntzing, A., 1954. Cytogenetics of accessory chromosomes (B chromosomes). *Caryologia*, 6: 282-301.
- Romel, M., 1963. Aneuploids in some artificially induced polyploids of cultivated plants. *Genetics Today, Proc. XI. Intern. Cong. Genet.* 1:213-214.
- Sağsöz, S., M. Tosun, İ. Akgün, 1998. Frequency of aneuploids in C1 and C2 generations of tetraploid ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Turkish J. Field Crops*, 3:1-4.
- Simonsen, O., 1973: Cyto-genetic investigations in diploid and autotetraploid populations of *Lolium perenne* L. *Hereditas*, 75: 157-188.
- Simonsen, Q., 1975. Cytogenetic investigations in diploid and autotetraploid populations of *Festuca pratensis*. *Hereditas*, 79:73-108.
- Taylor, N.L., E.O. Wiseman, 1985. Methodology and breeding of tetraploid red clover. *Proceedings of the XV. Inter. Grassland Cong.* p 244-245.
- Wilkins, P.W., 1991. Breeding perennial ryegrass for agriculture. *Euphytica*, 52: 201-204.