

MAKARNALIK BUĞDAYDA (*Triticum durum* Desf.) GAMA IŞINI VE EMS'İN FARKLI DOZLARININ AYRI AYRI VE BİRLİKTE UYGULANMASININ M₂ BİTKİLERİNDEKİ ETKİLERİ

Cemalettin Y. ÇİFTÇİ¹

Ali ŞENAY²

1) A. Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü ANKARA

2) Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Ankara Nükleer Tarım ve Hayvancılık Araştırma Merkezi İstanbul Yolu Sarayköy ANKARA

ÖZET: Araştırmanın amacı, farklı gama ışını ve EMS dozlarının ayrı ayrı ve birlikte uygulanmasının Kunduru 1149 makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.) çeşidinin M₂ bitkilerinin bazı özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemektir. Bu amaçla, makarnalık buğday tohumlarına 50 Gy, 150 Gy, 250 Gy gama ışını ve % 0.2, % 0.4 EMS dozları ayrı ayrı ve birlikte uygulanmıştır. EMS uygulaması yapılan tohumlara ön ıslatma yapılmamış ve 6 saatlik uygulama süresi sonunda 4 saat süreyle akan su altında yıkanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre; Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidinin M₂ bitkilerinin çıkış oranında kontrole göre % 0.96 - 4.83 arasında azalma belirlenmiştir. Klorofil mutasyonu tipleri yönünden sırasıyla albino > viridis > tigrina > xantha tipleri saptanmıştır. M₂ bitkilerindeki klorofil mutasyonları, mutasyon frekansı ve mutagenik verim birleşik uygulamalarda, özellikle 250 Gy + % 0.2 EMS uygulamasında daha yüksek bulunmuştur.

EFFECTS OF SEPERATE AND COMBINED TREATMENTS OF DIFFERENT DOSES OF GAMMA RAYS AND EMS ON DURUM WHEAT (*Tritium durum* Desf.) IN M₂ GENERATIONS

SUMMARY: The aim of this research was to determine the separete and combine effects of different doses of gamma rays and EMS concentrations on some characteritics of M₂ plants of durum wheat, cv. Kunduru 1149. The seeds of durum wheat, cv. Kunduru 1149 which were irradiated with 50 Gy, 150 Gy and 250 Gy gamma rays and / or treated EMS for 6 hours at 30°C in 0.2 % and 0.4 % concentrated. The seeds were not presoaked before, they were treated for 6 hours with EMS. The seeds were washed in flushing tap water for 4 hours, after treatment with EMS.

According to the results of this research; Emergence rate decreased 0.96-4.83 % in M₂ plants of durum wheat, cv. Kunduru 1149. The chlorophyll mutations and mutation frequency and mutagenic efficiency value were increased after combined treatments when compared to other single gamma rays or EMS treatments. They were highest in the treatment 250 Gy + 0.2% EMS.

GİRİŞ

Mutasyonlar genellikle resesif ve öldürücü olmakla birlikte mutagenler daha geniş popülasyonlara uygulanabildiğinden geniş varyasyon ortaya çıkarmakta ve bu varyasyondan ıslah amaçlarına uygun, olumlu yönde değişim gösteren bitkiler seçilebilmektedir. Yapay mutasyonların yararı ve bunlardan yararlanma düşüncesi ilk olarak 1901 yılında Hugo De Vries tarafından açıklanmış ve bunu diğer araştırmacılar izlemiştir. Stadler (1928) tarafından, arpa ve mısırdaki röntgen ışınları uygulanarak mutasyonların elde edildiği bildirilmiştir (Gaul, 1963). Bugüne kadar, 154 bitki türünde 2306 mutant çeşidin geliştirildiği, bunların 223 adetinin buğdaylardan ve 25 tanesinin makarnalık buğdaylardan oluştuğu bildirilmektedir (Nielen, 2004).

Bitki ıslahının amacı, en düşük fizyolojik zarar ile en yüksek genetik etkiyi elde etmektir. Bu etkiyi sağlayacak en uygun mutagen dozu ve uygulama yöntemlerinin belirlenmesi M₁ ve M₂ bitkilerinde meydana gelen değişikliklerin saptanmasıyla olasıdır. Mutasyon tekniği ile bitki ıslahı çalışmalarında

mutagenlerin birlikte uygulamaları ile M_1 bitkilerinde ortaya çıkan fizyolojik zarara oranla M_2 bitkilerinde daha yüksek mutasyon frekansının elde edildiği ve mutagenlerin tek uygulamalara göre, daha geniş varyasyon ortaya çıktığı saptanmıştır (Bhatnagar, 1991). Birlikte uygulamalarda gama ışını dozlarının artmasıyla M_2 bitkilerinin çıkış oranında meydana gelen zararında arttığı bildirilmektedir (Peşkircioğlu, 1995).

Mutagenlerin birlikte uygulanmasıyla mutagenlerin tek etkilerinin toplamından daha yüksek etkileri ortaya çıkaran "sinerjik etki", tek etkilerinin toplamı kadar veya birinin etkisinden daha fazla bir etkinin ortaya çıktığı "eklemeli etki", mutagenlerden birinin diğer etkisini engelleyerek tek mutagenin etkisinden de düşük bir etkinin ortaya çıktığı "inhibe edici etki" olmak üzere üç tip etkinin ortaya çıktığı bildirilmektedir (Mehandjiev, 1991).

Mutagen uygulamalarında doz artışı ile M_2 bitkilerinde meydana gelen klorofil mutasyonları oranı (Ünver, 1989) ve dağılımı artmaktadır (Favret, 1963; Singh et al, 1977; Cheng and Gao, 1988; Peşkircioğlu, 1995). Gama ışını ve EMS'ı tek ve birlikte uygulayan Aastveit (1968), doz artışıyla ve birlikte uygulamalarda albino ve viridis klorofil mutasyonu tiplerinin arttığını, Constantin et al (1974) albino, viridis, xantha, tigrina, striata; Prasad (1987) albino, viridis, xantha şeklinde olduğunu bildirmişlerdir.

Çeşitli mutagenleri tek ve birlikte uygulayarak yapılan araştırmalarda birleşik uygulamalarda mutasyon frekansını tek uygulamalara göre daha yüksek bulunmuş (Favret, 1963; Aastveit, 1968; Nagl, 1968; Mehandjiev, 1991; Reddy and Suganthi, 1993; Peşkircioğlu, 1995), aynı şekilde klorofil mutasyon frekansında birleşik uygulamalarda sinerjik etki (Choudhary and Kaul, 1976; Cheng and Gao, 1988; Mihov and Mehandjiev, 1991), eklemeli etki, mutant bitki sayısında sinerjik etki saptamış (Vatsya and Sharma, 1981), M_1 başağında hesaplanan klorofil mutasyon frekansında birleşik uygulamalarda eklemeli, M_2 fidelerinde ise sinerjik etki olduğunu bildirmiştir (Aastveit, 1968; Ando, 1968; Prasad, 1987). Khalatkar and Bhatia (1974), klorofil mutasyon frekansının birleşik uygulamalarda sinerjik olarak arttığını belirtmesine karşın, mutagenik verimin en yüksek klorofil mutasyon frekansı gösteren 300 Gy + EMS uygulamasında en düşük olduğunu saptamıştır.

Bu çalışmada; Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidi tohumlarına, gama ışınları ve EMS'in farklı dozlarının ayrı ayrı ve birlikte uygulanması sonucu M_2 bitkilerinde; çıkış oranı, klorofil mutasyonları, mutasyon frekansı ve mutagenik verimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda, mutagenlerin ayrı ayrı veya birlikte uygulanmasının olumlu ya da olumsuz etkilerinin irdelenmesine çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEMLER

Materyal

Araştırmamızda Kunduru 1149 makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.) çeşidinin M_1 generasyonunun her doz grubundan alınan bitkilerin ana sap başaklarından elde edilen tohumlar kullanılmıştır.

Yöntem

Her doz ve kontrol grubu M_1 bitkileri ana sap başaklarından tesadüfen seçilmiş 20'şer tohum, tek bitki ana başak sırası olarak 1 m'lik sıralara 5 cm sıra üzeri aralıkla ekilmiş ve her 10 sırada 1 kontrol sırası oluşturulmuştur (Anonymous, 1977). M_1 bitkilerindeki steriliteye bağlı olarak; kontrol grubunda 152; % 0.2 EMS grubunda 136; % 0.4 EMS grubunda 136; 50 Gy grubunda 194; 50 Gy + % 0.2 EMS grubunda 147; 50 Gy + % 0.4 EMS grubunda 138; 150 Gy grubunda 159; 150 Gy + % 0.2 EMS grubunda 121; 150 Gy + % 0.4 EMS grubunda 94; 250 Gy grubunda 77; 250 Gy + % 0.2 EMS grubunda 36; 250 Gy + % 0.4 EMS grubunda 22 olmak üzere toplam 1412 tek başak sırası M_2 generasyonunu oluşturmak üzere ekilmiştir.

Verilerin elde edilmesi

M₂ bitkilerinin çıkış oranı, M₂ bitkilerinin çıkışı tamamlandıktan sonra sayılması ile saptanmıştır (Peşkirioğlu, 1995). M₂ bitkileri çıkıştan itibaren gözlenmiş ve her tek başak sırasındaki klorofil mutasyonları Gustaffsson (1940) tarafından geliştirilen skalaya göre tanımlanması yapılmıştır. Klorofil mutasyon frekansı M₁ başakları ve M₂ fidelerinde olmak üzere ayrı ayrı hesaplanmıştır. Mutagenik verim, elde edilen mutasyon frekansının, her hangi bir özelliğe mutagen etkisi ile kontrole göre ortaya çıkan azalmaya oranı olarak hesaplanmıştır (Konzak et al, 1965).

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Fiziksel mutagen olarak gama ışınları, kimyasal mutagen olarak EMS'in (*ethyl methane sulphonate*) farklı dozlarının tek ve birlikte uygulanmasının Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidi üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yürütülen bu çalışmada, M₂ generasyonunda çıkış oranı, klorofil mutasyonları, mutasyon frekansı belirlenmiş ve mutagenik verim hesaplanmıştır. Bu özelliklere ilişkin veriler ve değerlendirme sonuçları ayrı başlıklar altında verilmiştir.

M₂ bitkilerinde çıkış oranı

Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidi tohumlarının kontrol ve M₂ bitkilerinden elde edilen çıkış oranına ilişkin ilgili gözlem sonuçları Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1'de görüldüğü gibi, Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidinin M₂ bitkilerinde gama ışını dozlarının artışıyla ve birleşik uygulamalarda çıkış oranının azaldığı görülmektedir. Kontrolde % 98.39 olan çıkış oranı % 0.2 EMS uygulamasında % 97.13 ve % 0.4 EMS uygulamasında % 96.47 olarak saptanmıştır. 50 Gy uygulamasında % 97.45 olan çıkış oranı 50 Gy + % 0.2 EMS uygulamasında % 96.46, 50 Gy + % 0.4 EMS uygulamasında % 95.51 olarak gözlenmiştir. 150 Gy uygulamasında % 95.19 olan çıkış oranı 150 Gy + % 0.2 EMS uygulamasında % 94.55 ve 150 Gy + % 0.4 EMS uygulamasında % 94.25 olarak elde edilmiştir. 250 Gy uygulamasında % 93.96, 250 Gy + % 0.2 EMS uygulamasında % 93.75 ve 250 Gy + % 0.4 EMS uygulamasında % 93.64 olarak belirlenmiştir. Gama ışını uygulamaları ve bunların birleşik uygulamaları karşılaştırıldığında, EMS dozlarındaki artışa bağlı olarak çıkış oranında kontrole göre belirgin bir azalma görülmektedir.

Çizelge 3.1. Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidi tohumlarının kontrol ve M₂ bitkilerinde çıkış oranı ve kontrole göre % azalma

Uygulamalar	Ekilen M ₁ başağı	Ekilen M ₁ tohumu	M ₂ fide sayısı	% Çıkış	% Azalma
Kontrol	152	3040	2991	98.39	-
% 0.2 EMS	136	2720	2642	97.13	1.28
% 0.4 EMS	136	2720	2624	96.47	1.95
50 Gy	194	3880	3781	97.45	0.96
50 Gy + % 0.2 EMS	147	2940	2836	96.46	1.96
50 Gy + % 0.4 EMS	138	2760	2636	95.51	2.93
150 Gy	159	3180	3027	95.19	3.25
150 Gy + % 0.2 EMS	121	2420	2288	94.55	3.90
150 Gy + % 0.4 EMS	94	1880	1772	94.25	4.21
250 Gy	77	1540	1447	93.96	4.50
250 Gy + % 0.2 EMS	36	720	675	93.75	4.72
250 Gy + % 0.4 EMS	22	440	412	93.64	4.83

Bulgularımız, Nagl (1965)'in dES ile, Ünver (1989)'un EMS ile yaptıkları çalışmalarında doz artışıyla, Peşkirioğlu (1995)'in gama ışını ve EMS'in tek ve birleşik uygulamalarında gama ışını dozlarının artmasıyla M₂ bitkilerinde çıkış oranının azaldığını, birleşik uygulamalarda M₂ bitkilerinin çıkış oranında meydana gelen zararın arttığını bildirdikleri çalışmalarıyla uyum göstermektedir.

M₂ bitkilerinde klorofil mutasyonlarının dağılımı

Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidi tohumlarının kontrol ve M₂ bitkilerindeki klorofil mutasyonları dağılımına ilişkin gözlem sonuçları Çizelge 3.2'de özetlenmiştir.

Çizelge 3.2'de görüldüğü gibi, Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidinin M₂ bitkilerinde toplam 85 adet klorofil mutasyonu saptanmış ve en fazla 38 adet ile albino tip klorofil mutasyonu gözlenmiş olup, klorofil mutasyonu tiplerini gösteren bitkilerin % 44.71'ini oluşturmaktadır. Viridis tip % 23.53, tigrina tip % 14.12, xantha tip % 11.76 ve diğer tipte klorofil mutasyonları % 5.88 oranında saptanmıştır.

Albino tip klorofil mutasyonu ile xantha tip klorofil mutasyonu sırasıyla 250 Gy + % 0.2 EMS uygulamasında 12 ve 6 adet, viridis tip klorofil mutasyonu 50 Gy gama ışını uygulamasında 6 adet, tigrina tip klorofil mutasyonu 150 Gy + % 0.4 EMS uygulamasında 5 adet olarak gözlenmiştir.

Çizelge 3.2. Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidi tohumlarının kontrol ve M₂ bitkilerinde klorofil mutasyonlarının dağılımı

Uygulamalar	Albino	Xantha	Viridis	Tigrina	Diğer	Toplam	Oran
Kontrol							
% 0.2 EMS							
% 0.4 EMS	3		2			5	5.88
50 Gy	2	1	6			9	10.59
50 Gy + % 0.2 EMS				1		1	1.18
50 Gy + % 0.4 EMS	8		1	2	1	12	14.12
150 Gy	4	1	2	4		11	12.94
150 Gy + % 0.2 EMS		2				2	2.35
150 Gy + % 0.4 EMS			4	5	4	13	15.29
250 Gy	7					7	8.24
250 Gy + % 0.2 EMS	12	6	3			21	24.71
250 Gy + % 0.4 EMS	2		2			4	4.71
Toplam	38	10	20	12	5	85	
% Oran	44.71	11.76	23.53	14.12	5.88		

Bu konuda diğer araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda; Ünver (1989) EMS, Nagl (1968) dES uygulamalarında klorofil mutasyonlarının arttığını, Favret (1963), Choudhary and Kaul (1976), Singh et al (1977), Vatsya and Sharma (1981), Cheng and Gao (1988), Reddy and Suganthi (1993) ve Peşkirioğlu (1995) birleşik uygulamalarda klorofil mutasyonlarının dağılımını daha geniş bulmuşlardır. Aastveit (1968) gama ışını ve EMS'ı tek ve birleşik uygulamış, doz artışıyla ve birlikte uygulamalarda klorofil mutasyonlarının, birlikte uygulamalarda albino ve viridis klorofil mutasyonu tiplerinin arttığını, Constantin et al (1974) fiziksel ve kimyasal mutagenleri tek ve birlikte kullandıkları araştırmalarında, klorofil mutasyonu tiplerinin dağılımının albino, viridis, xantha, tigrina, striata; Prasad (1987) albino, viridis, xantha şeklinde olduğunu bildirmişlerdir. Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidinin M₂ bitkilerinde klorofil mutasyonlarının dağılımı ve tipleri bakımından elde ettiğimiz bulgular diğer araştırmacıların bulgularıyla uyum göstermektedir.

M₂ bitkilerinde mutasyon frekansı

Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidi tohumlarının M₂ bitkilerindeki açılan başak sırası ve mutasyon frekansına ilişkin sonuçlar Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidi tohumlarının M₁ başağı ve M₂ fidelerinde klorofil mutasyon frekansı ve açılan başak sıraları

Uygulamalar	Ekilen M ₁ Başağı	Ekilen M ₂ Bitkisi	Açılan Başak Sırası	Toplam Klorofil Mutas.	Klorofil Mutasyon Frekansı (%)	
					M ₁ Başağı	M ₂ Fidesi
Kontrol	152	3040				
% 0.2 EMS	136	2720				
% 0.4 EMS	136	2720	3	5	3.68	0.19
50 Gy	194	3880	7	9	4.64	0.24
50 Gy + % 0.2 EMS	147	2940	1	1	0.68	0.04
50 Gy + % 0.4 EMS	138	2760	4	12	8.70	0.46
150 Gy	159	3180	9	11	6.92	0.36
150 Gy + % 0.2 EMS	121	2420	1	2	1.65	0.09
150 Gy + % 0.4 EMS	94	1880	4	13	13.83	0.73
250 Gy	77	1540	2	7	9.09	0.48
250 Gy + % 0.2 EMS	36	720	7	21	58.33	3.11
250 Gy + % 0.4 EMS	22	440	2	4	18.18	0.97

Çizelge 3.3'de görüldüğü gibi, farklı uygulamalarda Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidinin M₂ bitkilerinde M₁ başağına göre klorofil mutasyon frekansı, % 0.4 EMS uygulamasında % 3.68, 50 Gy gama ışını uygulamasında % 4.64, 150 Gy gama ışını uygulamasında 6.92, 250 Gy gama ışını uygulamasında % 9.09 olarak hesaplanmıştır. M₂ fidelerine göre mutasyon frekansı ise, % 0.4 EMS uygulamasında % 0.19, 50 Gy'de % 0.24, 150 Gy'de % 0.36 ve 250 Gy'de % 0.48 olarak saptanmıştır.

Birleşik uygulamalarda M₁ başağı temel alınarak hesaplanan klorofil mutasyon frekansı 50 Gy + % 0.2 EMS uygulamasında % 0.68 ve 50 Gy + % 0.4 EMS uygulamasında % 8.70 olarak hesaplanırken, 150 Gy gama ışını birleşik uygulamalarında sırasıyla % 1.65 ve % 13.83, 250 Gy gama ışını birleşik uygulamalarında sırasıyla % 58.33 ve % 18.18 mutasyon frekansı hesaplanmıştır. M₂ fidelerine göre yapılan mutasyon frekansı hesaplamalarında ise, 50 Gy + % 0.2 EMS uygulamasında % 0.04, 50 Gy + % 0.4 EMS uygulamasında % 0.46, 150 Gy + % 0.2 EMS uygulamasında % 0.09, 150 Gy + % 0.4 EMS uygulamasında % 0.73, 250 Gy + % 0.2 EMS uygulamasında % 3.11 ve 250 Gy + % 0.4 EMS uygulamasında % 0.97 olarak elde edilmiştir. Tek uygulamalar ile birlikte uygulamalar karşılaştırıldığında % 0.4 EMS ile olan uygulamalarda tek uygulamalardan daha fazla mutasyon frekansının elde edildiği görülmektedir.

Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidinin M₂ bitkilerinde mutasyon frekansı yönünden elde ettiğimiz sonuçlar, Ünver (1986)'nın EMS dozları ile yaptığı çalışmasında doz artışıyla klorofil mutasyon frekansının da arttığını bildirdiği bulgularla uyum göstermektedir.

Favret (1963), Aastveit (1968), Ando (1968), Nagl (1968), Doll and Sandfaer (1969), Khalatkar and Bhatia (1974), Mehandjiev (1991), Reddy (1992), Chauhan and Patra (1993), Reddy and Suganthi (1993) ve Peşkircioğlu (1995), çeşitli mutagenleri tek ve birlikte uygulayarak yaptıkları araştırmalarında, birleşik uygulamalarda mutasyon frekansını tek uygulamalara göre daha yüksek bulmuşlar, aynı şekilde Choudhary and Kaul (1976), Cheng and Gao (1988), Mihov and Mehandjiev (1991), klorofil mutasyon frekansında birleşik uygulamalarda sinerjik etki, Vatsya and Sharma (1981) eklemeli etki, mutant bitki sayısında sinerjik etki saptamış, Aastveit (1968), Ando (1968) ve Prasad (1987), M₁ başağında hesaplanan klorofil mutasyon frekansında birleşik uygulamalarda eklemeli, M₂ fidelerinde ise sinerjik etki olduğunu bildirmişlerdir.

Favret (1963), gama ışınlarını ilk uygulama olarak kullandığı araştırmasında klorofil mutasyon frekansında sinerjik bir artış belirlemiştir. Khalatkar and Bhatia (1974), klorofil mutasyon frekansının birleşik uygulamalarda sinerjik olarak arttığını belirtmesine karşın, mutagenik verimin en yüksek klorofil mutasyon frekansı gösteren 300 Gy + EMS uygulamasında en düşük olduğunu saptamışlardır. Constantin et al (1974), 100 M₁ başağında elde edilen mutasyon frekansı ve mutant bitki sayılarının birlikte uygulamalarda tek mutagen uygulamalardan daha fazla olduğunu bildirmiştir.

M₂ bitkilerinde mutagenik verim

Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidi tohumlarının kontrol ve M₂ bitkilerindeki mutagenik verime ilişkin sonuçlar Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4'de görüldüğü gibi, % 0.4 EMS uygulamasında 0.234, 50 Gy uygulamasında 0.403, 150 Gy uygulamasında 0.300 ve 250 Gy uygulamasında 0.277 olarak elde edilmiştir. 50 Gy ve 150 Gy gama ışını dozlarının % 0.4 EMS ile birleşik uygulamalarında tek uygulamalardan daha fazla mutagenik verim saptanmıştır. Mutagenik verim en yüksek 250 Gy + % 0.2 EMS uygulamasında 1.458 olarak hesaplanmış, bunu 50 Gy + % 0.4 EMS uygulaması 0.463, 150 Gy + % 0.4 EMS uygulaması 0.404 ile izlemiştir.

Mutasyon tekniği kullanılarak yapılan bitki ıslahı çalışmalarında en yüksek klorofil mutasyon frekansının elde edildiği dozun kullanılması önerilmektedir. Bu öneriye göre, 250 Gy gama ışını tek ve birlikte uygulamalarının en uygun doz olması gerektiği düşünülebilir, ancak mutagenlerin zararlı etkileri olduğu da göz önüne alındığında en yüksek mutasyon frekansı gösteren uygulamaların en yüksek mutagenik verime sahip olmadığı görülebilmektedir. Bu çalışmada, en yüksek mutagenik verim 250 Gy + % 0.2 EMS ve 50 Gy + % 0.4 EMS uygulamalarından elde edilmiştir.

Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidinin M₂ bitkilerinde mutagenik verim yönünden elde ettiğimiz sonuçlar, Konzak et al (1965), Doll and Sandfaer (1969), Mehandjiev (1991), Reddy (1992) ve Peşkirioğlu (1995)'in, çeşitli mutagenlerin tek ve birlikte uygulanmasıyla elde ettikleri bulgular ile benzerlik göstermekte ve mutasyon frekansının birleşik uygulamalarda sinerjik olarak arttığını bildiren Khalatkar and Bhatia (1974) ile elde edilen sonuçlarımız mutasyon frekansı ve mutagenik verim yönünden 250 Gy + % 0.2 EMS uygulamasında uyumlu bulunmuştur.

Çizelge 3.4. Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidi tohumlarının M₂ bitkilerinde mutagenik verim

Uygulamalar	M ₁ bitkilerinde sterilite	M ₁ başağında klorofil mutasyon frekansı	Mutagenik verim
Kontrol	9.51		
% 0.2 EMS	14.98		
% 0.4 EMS	15.74	3.68	0.234
50 Gy	11.50	4.64	0.403
50 Gy + % 0.2 EMS	15.46	0.68	0.044
50 Gy + % 0.4 EMS	18.80	8.70	0.463
150 Gy	23.04	6.92	0.300
150 Gy + % 0.2 EMS	19.43	1.65	0.085
150 Gy + % 0.4 EMS	34.23	13.83	0.404
250 Gy	32.83	9.09	0.277
250 Gy + % 0.2 EMS	40.01	58.33	1.458
250 Gy + % 0.4 EMS	49.13	18.18	0.370

SONUÇ

Gama ışını ve EMS'in farklı dozlarının ayrı ayrı ve birlikte uygulandığı Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidi tohumlarının M₂ bitkilerinde ele alınan özelliklerde elde edilen bulgularımız topluca değerlendirildiğinde;

Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidinin M₂ bitkilerinin çıkış oranında farklı gama ışını, EMS dozlarında ve birlikte uygulamalarda uygulamalara göre azalmalar meydana gelmiştir. Klorofil mutasyonlarının dağılımı incelendiğinde ise, toplam 85 M₂ bitkisinde klorofil mutasyonu gözleendiği, en fazla albino tip klorofil mutasyonunun belirlendiği % 44.71, bunu viridis % 23.53, tigrina % 14.12 ve xantha tip klorofil mutasyonlarının % 11.76 takip ettiği görülmektedir. Klorofil mutasyonlarının dozlara göre dağılımında, en fazla klorofil mutasyonu % 24.71 ile 250 Gy + % 0.2 EMS, en az klorofil mutasyonu % 1.18 ile 50 Gy + % 0.2 EMS uygulamasında elde edilmiş, % 0.2 EMS uygulamasında klorofil mutasyonu görülmemiştir.

Mutasyon frekansı, elde edilen klorofil mutasyonlarından M₁ başağı ve M₂ fidelerinde hesaplanmıştır. M₁ başağından hesaplanan mutasyon frekansında en yüksek mutasyon frekansı % 58.33 ile 250 Gy + % 0.2 EMS, en düşük mutasyon frekansı % 0.68 ile 50 Gy + % 0.2 EMS uygulamasında bulunmuştur. M₂ fidelerinden hesaplanan mutasyon frekansı en yüksek % 3.11 ile 250 Gy + % 0.2 EMS, en düşük % 0.4 ile 50 Gy + % 0.2 EMS uygulamasında saptanmıştır.

Mutasyon tekniği kullanılarak yapılan bitki ıslahı çalışmalarında mutagen uygulamalarından düşük fizyolojik zarar ve yüksek mutasyon frekansının ortaya çıkması arzu edilmektedir. Mutasyon frekansının, elde edilen popülasyonda varyasyonun geniş olması anlamına geldiğinden yüksek olması, fizyolojik zararın ise, bitkinin yaşamasını kısıtladığı için popülasyonun daralmasına neden olduğundan düşük seviyede olması istenmektedir. Bu da, mutasyon frekansının fizyolojik zarara oranı olan mutagenik verim kavramını ortaya çıkarmaktadır.

Mutasyon tekniği kullanılarak yapılan bitki ıslahı çalışmalarında en yüksek klorofil mutasyon frekansını ya da en yüksek mutagenik verimi veren uygulamaların kullanılması önerilir. Her uygulamada mutagenlerin zararlı etkilerinin farklı olduğu göz önüne alındığında en yüksek mutasyon frekansını veren uygulamalardan en yüksek mutagenik verim elde edileceği beklenmemelidir. Araştırmamızda en yüksek mutagenik verim mutasyon frekansında olduğu gibi, 250 Gy + % 0.2 EMS uygulamasından elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Aastveit, K.,1968. Effects of Combinations of Mutagens on Mutation Frequency in Barley. Mutation in Plant Breeding II. Proceedings of a Panel, Vienna (11-15 Sept. 1967). Jointly organized by the IAEA and FAO, p.5-14.
- Ando, A. 1968. Mutation induction in rice by radiation combined with chemical protectants and mutagen. Rice Breeding with Induced Mutations II. IAEA, Vienna Technical Reports Series No. 86, pp. 7-15.
- Anonymous, 1977. Manual Mutation Breeding. Technical Reports Series. No 119, IAEA.Vienna.
- Bhatnagar, S. M. 1991. .Induced variability in kabuli Chickpea (Cicer arietinum L.). Plant Mutation Breeding for Crop Improvement, Proceedings of a symposium, Vienna 18-22 June 1990 jointly organized by IAEA and FAO, p. 455-462.

- Cheng, X. and Gao, M. 1988. Biological and genetic effects of combined treatments of sodium Azide, gamma rays and EMS in barley. *Environmental and Experimental Botany*, 28(4):281-284.
- Constantin, M.J., Conger, B.V., Chowdhury, J.B. and Ramage, R.T. 1974. Chlorophyll - deficient mutants in barley: Effects of chemical mutagens on irradiated and non irradiated seeds after various periods of presoaking. *Polyploidy and Induced Mutations in Plant Breeding IAEA, Vienna*, p.53-62.
- Choudhary, D.K. and Kaul, B.L. 1976. Effect of sodium azide on X-rays induced seedling injury, chromosome aberrations and frequency of chlorophyll deficient mutations in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Indian Journal experimental Biology*, 14 : 607 - 609.
- Chauhan, S. P. and Patra, N. K. 1993. Mutagenic effects of combined and single doses of gamma rays and EMS in opium poppy. *Plant Breeding* 110: 342-345.
- Doll, H. and Sandfaer, J. 1969. Mutagenic effect of gamma rays, dES, EMS and various combinations of gamma rays and the chemicals. *Induced Mutations in Plants, Induced Mutations In Plant Proceedings of a symposium, Pullman 14-18 July 1969 Jointly organized by IAEA and FAO*, p.195-206.
- Favret, E. A. 1963. Genetic effects of single and combined treatment of ionizing radiations and ethyl methanesulphonate on barley seeds. 1.st Int. Barley Genetics Symp. Wageningen, pp. 521-536.
- Gustafsson, A. 1940. The mutation system of the chlorophyll apparatus. *Lunds Universitets Arsskrift*, n.f. Avd. 2, Vol. 36 (11), 1-40.
- Gaul, H. 1963. Mutationen in der Pflanzenzuchtung. *Z. Pflanzenzucht* 50:194-207.
- Konzak, C. F. Nilan, R.A., Wagner, J. and Foster R. J. 1965. Efficient Chemical Mutagenesis. *Radiation Botany (Supplement) vol 5*, 49-69.
- Khalatkar, A.S. and Bhatia, C.A.1974. Synergistic effect of combined treatments of gamma radiation and EMS in barley. *Radiation Botany*, 15(3):223-229.
- Mehandjiev, A.D. 1991. Application of experimental mutagenesis in soybean. *Plant mutation Breeding for Crop Improvement, Proceedings of a Symposium, Vienna 18-22 June 1990, Jointly Organized by IAEA and FAO*, vol.1, pp. 407-412.
- Mihov, M. I. M. and Mehandjiev, A. D. 1991. Investigation of mutation variability in lentil (*Lens culinaris* Medic). *Plant Mutation Breeding for Crop Improvement Vol.1*, p. 399-405 *Proceedings of a symposium, Vienna 18-22 June 1990, Jointly organized by IAEA and FAO*.
- Nagl, K. 1968. Mutation experiments in durum wheat. *Mutation Plant Breeding, IAEA / FAO Vienna*, v.II, p. 293-298.
- Nielen, S., 2004. *FAO/IAEA Mutant Variety Database. Mutation Plant Breeding, IAEA / FAO Vienna*,

- Peşkircioğlu, H. 1995. Arpa (*Hordeum vulgare* L.)'ya Uygulanan EMS (*Ethyl Methane Sulphonate*) ve Gama ışınlarının M₁ ve M₂ Bitkilerinin Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s. 93.
- Reddy, V.R.K., 1992. Mutagenic parameters in single and combined treatments of gamma rays, EMS and sodium azide in triticale barley and wheat. *Advances in Plant Sciences*, 5:2, 542-553.
- Reddy, V.R.K. and Suganthi, C.P. 1993. Effect of different ploidy levels on chlorophyll mutations frequency in some cereals. *Advances in plant sciences*, 6:1, 178-191.
- Singh, R.M., Singh, J., Srivastava, A.N. 1977. Mutagenic effects of gamma rays, EMS, and HA in barley. *Barley Genetics Newsletter*, v.7:60.
- Ünver, S. 1989. Arpa'da Uygulanan EMS(*Ethyl Methane Sulphonate*) Dozları, Yıkama Suyu Sıcaklık ve Süresinin M₁ ve M₂ Bitki Özelliklerine Etkileri. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, s.132, Ankara.
- Vatsya, B., Sharma, R.P. 1981. Improvement of effectiveness and efficiency of mutagens through combination treatments of gamma rays and ethylmethane sulphonate in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Nuclear Agricultural and Biology*, India, v. 10(3), p.65-69.