

Sitophilus granarius (L.) (Coleoptera, Curculionidae)'un gamma radyasyonu ile mücadelesinde ortam sıcaklığının etkisi

Aydın Şüzlü TUNÇBILEK*

Summary

The effect of temperature upon the radiation susceptibility of grain weevil, *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera, Curculionidae)

Gamma radiation is an effective way of controlling insects in grain and other stored commodities. The experiment describe examines the lethal and sterilizing response of adult *Sitophilus granarius* to high and low temperature (15 and 30°C) before and after irradiation. This are near the limiting temperatures for ovipositon and close to the extremes likely to be encountered in commercial practice. The rate of death was considerable increased by both high temperature and increasing doses after irradiation. LD_{99,9} value at the high temperature (97 Gy) is lower than the low temperature (188 Gy). Control of these species therefore appears feasible with the levels of irradiation currently approved by the US Food and Drug Administration (20-50 krad) for the treatment of stored grain insects in wheat and wheat flour in the USA.

Giriş

Depolanmış ürünlerin korunmasında diğer savaşım yöntemlerinin yanısıra gamma radyasyonundan yararlanma önemli bir olanaktır. Gamma radyasyonu zararlıları hem kısırlaştırmakta, hem de doğrudan öldürebilmektedir. Ancak radyasyon uygulamasına karar verilirken depolama koşulları, ürünlerin taşınma şekilleri, dışalım ve dışsıtım olanakları göz önüne alınarak prensipler geliştirilmelidir. Tahıllar yetiştirildiği bölgenin konumuna göre ışınlama öncesi, ışınlama sırası ve sonrasındaki depolama ve hatta taşınması sırasında değişik sıcaklıklarda kalabilmektedir.

* Erciyes Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 38039 Kayseri
Alınış (Received) : 10.03.1994

İyonize radyasyonla organizmaların kısırlaştırılması veya öldürülmesi üzerine ortamın sıcaklığının etkili olduğu ve artan doz oranına göre farklılıklar meydana geldiği belirtilmiştir (Patt, 1953'a atfen Pendlebury, 1966). *Saccharomyces cerevisiae* (Endomycetales, Saccharomycetaceae) ışınlama öncesi 52.5°C'ye kadar ısıtıldığında radyasyona duyarlılığının arttığı (Wood, 1954'a atfen Pendlebury, 1966), buna karşılık *Bahlbominus fuscipennis* (Hymenoptera) dişileri ile yapılmış olan çalışmada ışınlamadan önce 2 saat süre ile 36°C sıcaklıkta tutulan dişilerin, 250 000 rad'da radyasyona karşı daha dayanıklı olduğu, fakat daha düşük dozlarda her iki cinsiyette de ölçülebilir bir farklılık gözlenmediği kaydedilmiştir (Baldwin, 1956'e atfen Pendlebury, 1966). Cornwell (1966)'e göre, *Sitophilus granarius* L. (Coleoptera, Curculionidae) erginleri 16 000 rad'la ışınlandığında, zararının çoğalması engellendiği gibi, erginlerde %100 ölüm meydana geldiğini bildirmiştir. Pendlebury (1966)'ye göre, *S. granarius* erginleri üzerine gamma radyasyonunun öldürücü etkisi ışınlama öncesi, ışınlama sırası sıcaklık farklılıkları ile değişmiş, ışınlama sonrası ortam sıcaklığı farkı, böceğin ölüm oranı üzerine önemli bir etki yapmıştır. Özbek et al. (1986), 10 krad'lık dozla ışınlanan *S. granarius* erginlerinin hepsinin öldüğünü, Ignatowicz and Brzostek (1990), *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera, Bruchidae) ile bulaşık fasulye, *S. granarius* ve *S. oryzae* L. (Coleoptera, Curculionidae) ile bulaşık buğday besin ortamları gamma radyasyonu ile ışınlandığında, 60 Gy'lik dozda yaşayan ergin olmasına karşın, çoğalma yeteneklerini kaybetmeleri nedeniyle karantina önlemleri için kabul edilebilir düzeyde olduğunu ortaya koymuşlardır.

Işınlanmış böcekler üzerine sıcaklık değişikliklerinin etkileri üzerine ve bu arada depolanmış ürünlerle ilgili çok az araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada düşük ve yüksek sıcaklık ortamlarında (15 ve 30°C) tutulan *S. granarius*'un gamma radyasyonuna duyarlılığının ortaya konulması amaçlanmıştır. Seçilen sıcaklık değerleri zararlının yumurta koyabileceği ve tahılların depolandığı uç sıcaklık değerleri olarak göz önüne alınmış ve sözkonusu zararlının ışınlama öncesi, ışınlama sırası ve ışınlama sonrası sıcaklık farklılıklarının erginlerin gamma radyasyonu hassasiyeti üzerine etkileri incelenmiştir;

Materyal ve Metot

Denemede kullanılan buğdaybiti (*S. granarius*) erginleri Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Nükleer Tarım Araştırma Bölümü'ndeki stok kültürden elde edilmiştir. Böcek besin ortamı olarak Bezostoya ekmeklik buğdayı kullanılmıştır. Sözkonusu buğday, olası istenmeyen zararlıları yok etmek için 75°C sıcaklıkta 2 saat süreyle tutulmuş ve nemi %13 olacak şekilde ayarlanmıştır. Homojen (eşyaşa) bir populasyon elde edildikten sonra 1000 adet ergin alınarak içerisinde 1 kg buğday bulunan kavanozlara aktarılmış ve erginlerin yumurta koymaları için 24 saat süre boyunca sıcaklığı $26 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ve orantılı nemi $\%75 \pm 5$ olan inkübatörde tutulmuştur (Cornwell, 1966). Erginler daha sonra elenerek besin ortamından uzaklaştırılmıştır. Zararlının biyolojisi yumurta evresinden başlayarak ergin oluncaya kadar incelenerek gelişmeler kaydedilmiştir. Gözlemler stereomikroskop altında yapılmıştır.

Zararlı ışınlama öncesi ve sonrası iki sıcaklığın (15 ve 30°C) kombine edildiği ortamlarda tutulmuştur (Cetvel 1). Işınlama esnasında ortam sıcaklığı 21.5°C olarak ölçülmüştür. Erginler 0-200 Gy arasında 0, 40, 80, 120, 150 ve 180 Gy doz düzeylerinde ışınlanmış ve ışınlama kaynağı olarak ⁶⁰Co kaynağı (0.228 Gy/sn) kullanılmıştır. Deneme 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve herbir tekerrürde ise 7-10 günlük 50 adet ergin alınmıştır. Gözlemlere ışınlamadan 28 gün önce başlanmış ve ışınlamadan 56 gün sonra ise son verilmiştir. Bu sırada yaşayan ve ölen erginler, yeni meydana gelen bireyler kaydedilmiştir.

Deneme faktöriyel olarak tesadüf parseller deneme desenine göre düzenlenmiştir. Sonuçlar varyans analizi ve Duncan testi ile analiz edilmiştir. Varyans analizindeki bulgular $\sqrt{x + 1}$ değerine transforme edilerek kullanılmıştır. Ayrıca herbir sıcaklık kombinasyonundaki LD₅₀ ve LD_{99.9} değerlerini bulmada probit analizi yöntemi kullanılmıştır (Finney, 1964).

Cetvel 1. Işınlama öncesi, sırası ve sonrası sıcaklık (°C) kombinasyonları

Sıcaklık kombinasyonu	Işınlama öncesi	Işınlama sırası	Işınlama sonrası
	28 gün	4 saat	56 gün
I	15	21.5	15
II	30	21.5	15
III	15	21.5	30
IV	30	21.5	30

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Işınlama öncesi 15 ve 30°C sıcaklıklarda tutulan böceklerde canlı böcek sayısı bakımından bir farklılık olmazken, yeni birey (F₁) meydana gelmesi yönünden bir farklılık gözlenmiştir. 30°C sıcaklıkta çok sayıda yeni birey meydana gelmesine karşın, 15°C sıcaklıkta hiçbir yeni birey meydana gelmemiştir.

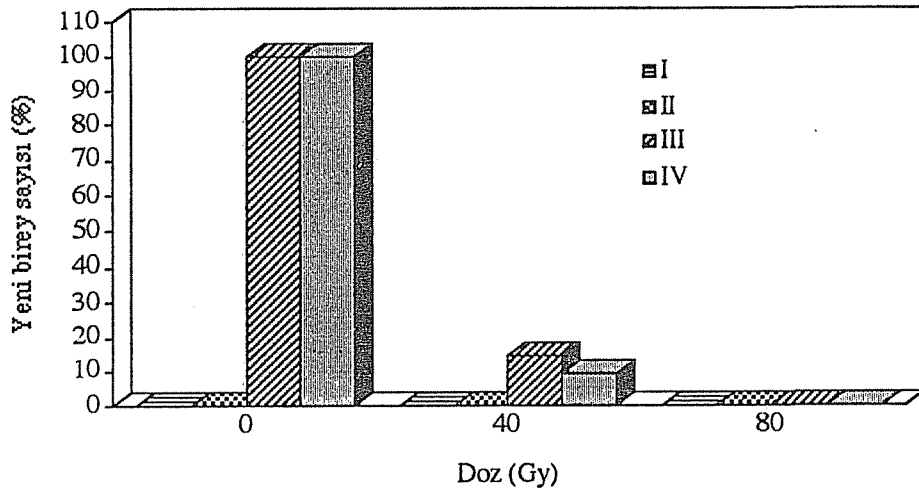
Cetvel 2 ve şekil 1'den de görüldüğü gibi ışınlamadan sonra 15-15°C (I) ve 30-15°C (II) sıcaklık uygulamalarında kontrol dahil tüm dozlarda yeni birey meydana gelmemiştir. 15-30°C (III) ve 30-30°C (IV) sıcaklık ortamlarında tutulan populasyonlarda şahitte %100 yeni birey meydana gelmişken, 40 Gy'de (III) ve (IV) sıcaklık uygulamalarında sırasıyla %14.63 ve %9.11 oranında yeni birey meydana gelmiştir. Dozlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.01). Tüm sıcaklık kombinasyonlarında 80, 120, 150 ve 180 Gy'lerde yeni birey meydana gelmemiştir.

S. granarius erginleri 25-35°C sıcaklık ortamında polietilen tüplerde 15.200 rep'le ışınlanmış bireylerde %99 oranında kısırılık görüldüğü (Cornwell, 1966), *Sitophilus zeamais* (Mots) (Coleoptera, Curculionidae) ve *S. granarius* erginlerinde 5 krad'da kısırılığın başladığını ve 10 krad'da tüm bireylerin kısırlaştığı (Brown et al., 1972) kaydedilmiştir. Daha önce yaptığımız bir çalışmada SD₅₀ (bir populasyonun %50'sini kısırılaştırıcı doz) ve SD_{99.9} (bir populasyonun %99.9'sünü kısırılaştırıcı doz) değerleri sırasıyla, 1.137 krad (11.37 Gy) ve 6.682 krad (66.82 Gy) olarak bulunmuştur (Tunçbilek, 1990).

Cetvel 2. Değişik sıcaklık ortamlarında yetiştirilen *Sitophilus granarius* erginlerinin yeni birey (F₁) meydana getirmesi üzerine gamma radyasyonunun etkisi

Yeni birey sayısı								
Doz (Gy)	15-15°C (I)		30-15°C (II)		15-30°C (III)		30-30°C (IV)	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
0	0.00 a*	0.00	0.00 a	0.00	537.67 c	100.00	574.33 c	100.00
40	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	78.67 b	14.63	52.33 b	9.11
80	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00

* Farklı harflerle gösterilen değerler %1 düzeyinde önemlidir.



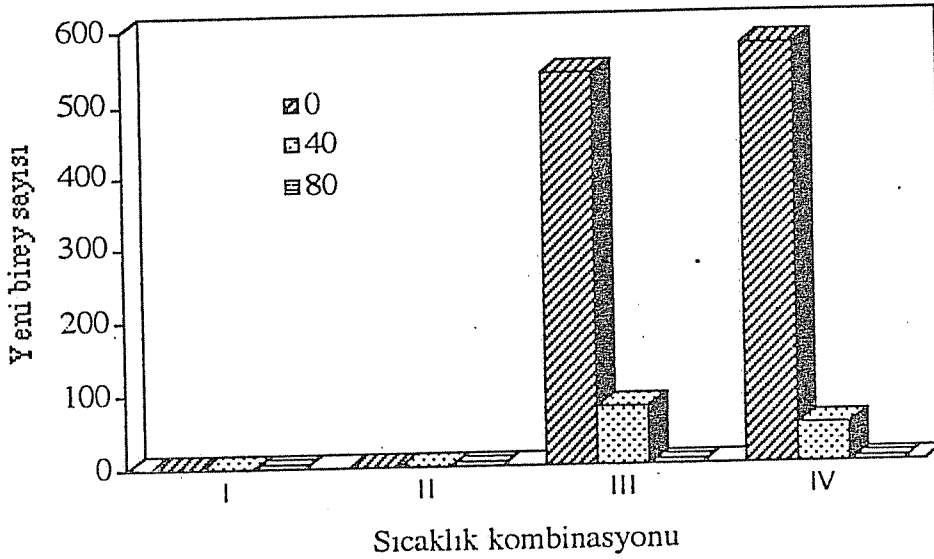
Şekil 1. Çeşitli sıcaklık kombinasyonlarında yetiştirilen *Sitophilus granarius* erginlerinin yeni birey (F₁) oluşturması üzerine radyasyonun etkisi

Cetvel 3 ve Şekil 2'de görüldüğü gibi, ışınlamadan sonra 56'ncı güne kadar yeni birey meydana gelişi aynı doz düzeyinde ve değişik sıcaklık kombinasyonlarında incelendiğinde 0 Gy'de 15-15°C (I) ve 30-15°C (II) sıcaklık uygulamalarında yeni birey meydana gelmemiştir. 15-30°C (III) ve 30-30°C (IV) sıcaklıklarda tutulan populasyonlarda yeni bireyler meydana gelmiştir. (I)-(II) ile (III)-(IV) uygulamaları arasındaki fark önemlidir ($P < 0.01$). 40 Gy'de sadece (III) ve (IV) sıcaklık uygulamalarında yeni bireyler meydana gelmiş ve sözkonusu uygulamalar arasındaki fark önemsizdir ($P < 0.01$). Tüm kombinasyonlarda 80 Gy ve daha yüksek dozlarda hiç yeni birey meydana gelmemiştir.

Cetvel 3. Çeşitli dozlarda ışınlanan *Sitophilus granarius* erginlerinin değişik sıcaklıklarda meydana getirdiği yeni birey sayısı

Sıcaklık (°C)	Doz (Gy)		
	0	40	80
I	0.00 a*	0.00 a	0.00 a
II	0.00 a	0.00 a	0.00 a
III	537.67 b	78.67 b	0.00 a
IV	574.33 b	52.33 b	0.00 a

* Farklı harflerle gösterilen değerler %1 düzeyinde önemlidir.



Şekil 2. Çeşitli dozlarda ışınlanan *Sitophilus granarius* erginlerinin meydana gelen yeni birey (F_1) sayısı

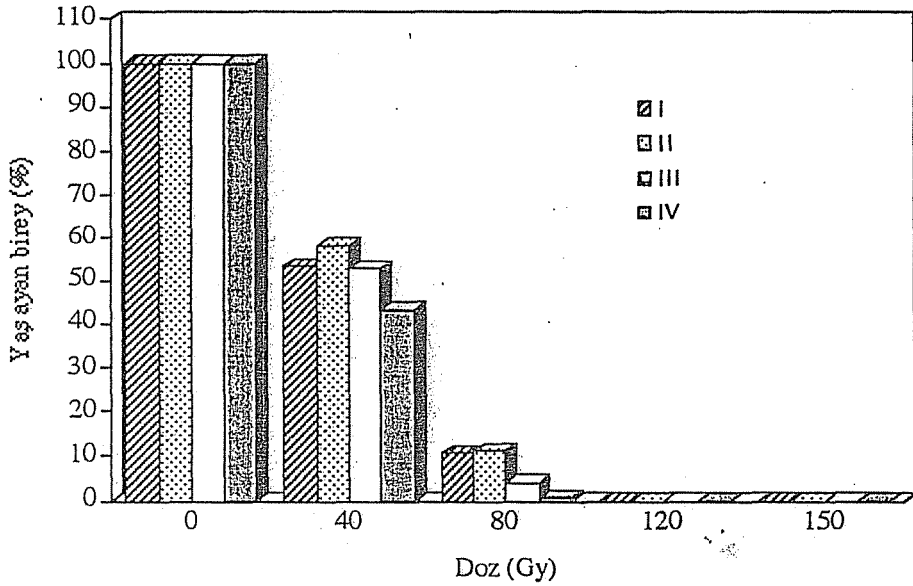
Cetvel 4 ve Şekil 3'de görüleceği gibi, ışınlama sonrası dönemde uygulanan tüm radyasyon dozlarında ergin ölümü gözlenmiş ve ölüm oranı artan radyasyon dozu oranına bağlı olarak artmış, 120 Gy ve daha yukarı dozlarda erginlerin tümü ölmüştür.

Işınlamadan 56 gün sonra elde edilen bulgulara göre, herbir sıcaklık kombinasyonunda şahitleriyle (0 Gy) ile karşılaştırıldığında; 40 Gy'de (I) sıcaklık uygulamasında %53.34, (II) uygulamada %58.33 (III)'de %52.77, ve (IV) uygulamasında %43.17 oranında yaşam görülmüştür. 80 Gy'de bu değerler sırasıyla %10.57, %11.10, %4.17 ve %0.71 olarak bulunmuştur. 120 ve 150 Gy'lik dozlarda tüm uygulamalarda hiçbir yaşayan birey kalmamıştır. Işınlama sonrası yaşayan bireylerin dozlar ve sıcaklık kombinasyonları arasındaki ilişki araştırıldığında, herbir doz düzeyinde yaşayan birey sayısı arasındaki fark önemlidir ($P < 0.01$).

Cetvel 4. Değişik sıcaklık ortamlarında yetiştirilen *Sitophilus granarius* erginlerinin ömrü üzerine gamma radyasyonunun etkisi

Yeni birey sayısı								
Doz (Gy)	15-15°C (I)		30-15°C (II)		15-30°C (III)		30-30°C (IV)	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
0	50.00 d	100.00	48.00 d	100.00	48.00 d	100.00	46.33 c	100.00
40	26.67 c	53.34	28.00 c	58.33	25.33 c	52.77	20.00 b	43.17
80	5.33 b	10.57	5.33 b	11.10	2.00 b	4.17	0.33 a	0.71
120	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00
150	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00

* Farklı harflerle gösterilen değerler %1 düzeyinde önemlidir.



Şekil 3. Çeşitli sıcaklık ortamlarında yetiştirilen *Sitophilus granarius* erginlerinin ömrü üzerine radyasyonunun etkisi

Pendlebury (1966), *S. granarius*'un 50-56 günlük erginlerinin radyasyona 2-5 günlük olanlardan daha duyarlı olduğunu belirtmiş, 15°C sıcaklık ortamındaki erginlerin ömrü, yumurta verimi ve fizyolojik yaşı 30°C'de tutulanların yaklaşık 1/4 ü kadar olduğunu belirtmiştir. Brown et al. (1972), ışınlanan *S. granarius* pupalarından 20 krad'a kadar ergin çıkışı olduğunu ve daha yüksek dozlarda çıkış olmadığını kaydetmişlerdir. Brower and Tilton (1973)'a göre, *Tribolium madens* Charpenter ve *T. castaneum* Herbst (Coleoptera, Tenebrionidae) ergin evresinde ışlandıığında, 10

krad ve daha yukarı dozlar her iki türün ömrünü önemli miktarda kısaltmıştır. *T. destructor* Uyttenboogaat erginlerinin 10 krad ve daha yukarı dozlarda ömrünün kısaldığı (Brower, 1975), *T. confusum* Jacquelin du Val. erginleri 0.1, 0.25 ve 0.5 kGy'lik dozlarda ışımlandığında, %100 ölümün ışınlamadan sonra sırasıyla, 23, 21 ve 19 gün sonra meydana geldiği kaydedilmiştir (Zare and Toofanian, 1988).

Herbir sıcaklık kombinasyonunda uygulanan gamma radyasyonu dozları ile elde edilen ölüm değerleri göz önüne alınarak hesaplanan LD₅₀ ve LD_{99,9} değerleri Cetvel 5'de verilmiştir.

Cetvel 5. Çeşitli dozlarda ışımlanan *Sitophilus granarius*'un LD₅₀ ve LD_{99,9} değerleri

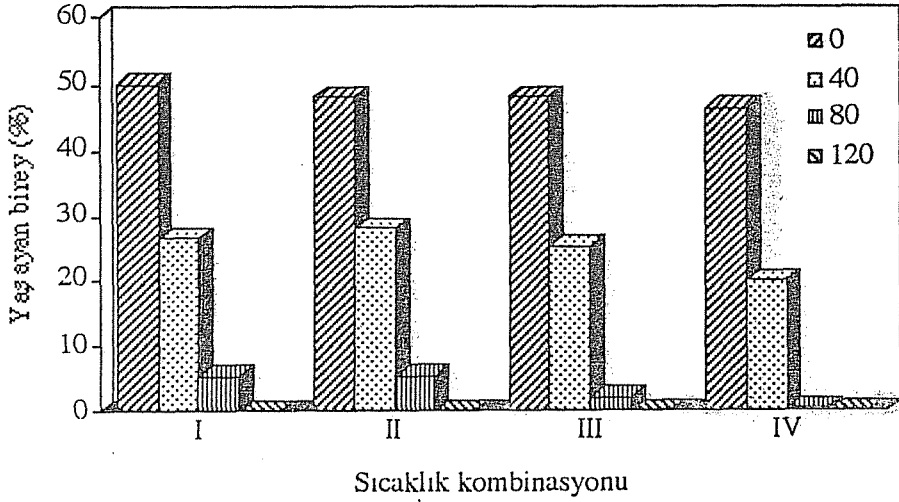
Sıcaklık °C	LD ₅₀ Değeri (Gy)	LD _{99,9} Değeri (Gy)
I (15-15)	38.97 (32.4-46.9)	188.19 (156.3-226.6)
II (30-15)	44.36 (38.7-50.8)	170.21 (148.5-194.8)
III (15-30)	41.14 (36.3-46.7)	130.13 (114.7-147.7)
IV (30-30)	37.97 (33.6-42.8)	96.87 (85.9-109.2)

Cetvel 6 ve Şekil 4'den de görüleceği gibi, 0 Gy'lik dozda (I) ile (II) sıcaklık kombinasyonu arasındaki fark önemli ($P<0.01$) olup diğer uygulamalar arasındaki fark önemsizdir. Buradan anlaşılacağı gibi sıcaklık farkı yaşayan bireyler üzerinde etkili olmuştur. 40 Gy'de en az canlı birey (IV) uygulamasında görülmüş ve bu değer diğer uygulamalardan farklıdır ($P<0.01$). 80 Gy'de, (IV) sıcaklık uygulamasındaki canlı ergin sayısı, (I) ve (II) kombinasyonlarından önemli derecede düşüktür ($P<0.01$). 120 Gy'lik dozda tüm sıcaklık uygulamalarında yaşayan bireylerin hepsi bu süre içerisinde ölmüştür.

Cetvel 6. Çeşitli dozlarda ışımlanan *Sitophilus granarius*'un değişik sıcaklıklardaki ömür uzunluğu

Sıcaklık °C	Doz (Gy)			
	0	40	80	120
I	50.00 b*	26.67 b	5.33 b	0.00 a
II	48.00 ab	28.00 b	5.33 b	0.00 a
III	48.00 ab	25.33 b	2.00 ab	0.00 a
IV	46.33 a	20.00 a	0.33 a	0.00 a

* Farklı harflerle gösterilen değerler %1 düzeyinde önemlidir.



Şekil 4. Çeşitli dozlarda ışınlanan *Sitophilus granarius* erginlerinin değişik sıcaklık kombinasyonlarındaki yaşam düzeyleri

Bu ve bundan önce yapılan çalışmalardan (Özbek et al., 1986; Tunçbilek, 1990) elde edilen sonuçlar, gamma radyasyonunun ambar zararlıları ile savaşında gerek kısırlaştırıcı, gerekse doğrudan öldürücü etkileri nedeni ile önemli bir potansiyele sahip olduğu görülmüştür. Araştırma sonucunda bu türü yok etmek için gerekli olan doz (LD_{99,9} değeri) ABD'nin ambar zararlıları ile mücadelede buğday, un ve un mamülleri için önerdiği doz sınırlarından (20-50 krad) daha düşüktür (Anonymous, 1968). Uygun ışınlama tesisleri kurulduğu takdirde ürünlerde hiçbir toksik madde kalıntısı olmaksızın korunabileceği ortaya konulmuştur.

Özet

Depolanmış ürünlerin korunmasında diğer savaşım yöntemlerinin yanısıra gamma radyasyonundan yararlanma önemli bir olanaktır. Gamma radyasyon dozları zararlıları hem kısırlaştırmakta, hem de doğrudan öldürebilmektedir. Denemede kullanılan buğdaybiti (*S. granarius*) erginleri laboratuvar stok kültürlerinden elde edilmiştir. Zararlı iki sıcaklığın (15 ve 30°C) değişik kombinasyonlarında ve %70 orantılı nemde tutulmuştur. Besin ortamı olarak ekmeçlik buğday (Bezostoya) kullanılmıştır. Zararlıın biyolojisi yumurta evresinden başlayarak ergin oluncaya kadar gözlenmiştir. Erginler 0-180 Gy arasında 6 doz düzeyinde ışınlanmış ve ışınlama kaynağı olarak ⁶⁰Co kaynağı (0.228 Gy/sn) kullanılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre 15-15°C ve 30-30°C sıcaklık uygulamalarında şahit dahil tüm dozlarda yeni birey (F₁) meydana gelmezken, 15-30°C ve 30-30°C sıcaklık ortamlarında tutulan populasyonlarda yeni bireyler meydana gelmiş, fakat bu sayı artan radyasyon dozuna bağlı olarak azalmıştır. 80 Gy ve daha yüksek dozlarda tüm sıcaklık kombinasyonlarında hiç yeni birey meydana gelmemiştir.

Literatür

- Anonymous, 1968. Federal Register, Title 21, Subpart G, p.2, Section 211.3003, 2 March 1967.
- Brower, J.H. and E.W. Tilton, 1973. Comparative gamma radiation sensitivity of *Tribolium madens* (Charpenter) and *T. castaneum* (Herbst). *J. Stored Res.*, 9: 93-100.
- Brower, J.H., 1975. Radiosensitivity of *Tribolium destructor*, (Uytenboogaat) (Coleoptera: Tenebrionidae). *J. Stored Res.*, 11: 223-227.
- Brown, G.A., J.H. Brower and E.W. Tilton, 1972. Gamma radiation effects on *Sitophilus zeamais* and *S. granarius*. *J. Econ. Entomol.*, 65: 203-205.
- Cornwell, P.B., 1966. Susceptibility of the grain and rice weevils *Sitophilus granarius* (L.) and *Sitophilus zeamais* (Moths). The Entomology of Radiation Disinfestation of Grain. Pergamon Press, Oxford. 1-19.
- Finney, M.A., 1964. Probit analysis, Second edition, Cambridge University Press London, 317 p. Ignatowicz, S. and G. Brzostek, 1990. Use of irradiation as quarantine treatment for agricultural products infested by mites and insects. *Radiat. Phys. Chem.*, 35 (1-3): 263-267.
- Özbek, N., A.Ş. Tunçbilek ve S. Toraman, 1986. Önemli ambar zararlısı *S. granarius* (L.)'un gamma radyasyonu ile kontrolü. T.A.E.K., Ankara Nükleer Tarım Araştırma Merkezi, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, No: 11, 25 s.
- Pendlebury, J.B., 1966. Influence of temperature upon the radiation susceptibility of *Sitophilus granarius* (L.) in: The Entomology of Radiation Disinfestation of Grain (Edited by P.B. Cornwell). Pergamon Press, Oxford, 27-40.
- Tunçbilek, A.Ş., 1990. "Buğdaybiti (*Sitophilus granarius* L. Curculionidae-Col.)'nin kısırlaştırıcı ve kısırlaştırıcılığı gamma radyasyon dozlarının saptanması". III. Nükleer Bilimler Kongresi (27-29 Eylül 1990, İstanbul) Bildiri Kitabı, Cilt 2, 819-824.
- Zare, Z. and F. Toofanian, 1988. Effect of gamma radiation treatment on the mortality of flour beetle. in: Modern Insect Control: Nuclear Techniques and Biotechnology, IAEA, Vienna, 337-342.