

MISIRDA ZEARALENONE OLUŞUMU ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR¹

INVESTIGATION ON THE FORMATION ZEARALENONE IN CORN

Şennur ÖZKAYA^(*), Oya AŞKIN^(**)

^(*) Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü

^(**) Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü

ÖZET: Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen mısırlarda zearalenon varlığını ve oluşma potansiyelini incelemek amacıyla bu bölgeden 44 adet mısır örneği toplanmıştır. Örnekler Samsun, Ordu ve Trabzon merkezlerinden alınmıştır. Örneklerde zearalenon tayini yanında nem, su aktivitesi ve fungal gelişimle ilgili analizler de yapılmıştır. 44 adet örneğin 21'inin (%47) mısır için sınır nem değeri olan % 15 den fazla nem içerdiği ve benzer şekilde örneklerin % 63 ünün 0,70'in üzerinde su aktivitesine sahip olduğu görülmüştür. *Fusarium* gelişimi için uygun olan nem ve su aktivitesi değeri ise yalnız 1 örnekte saptanmıştır. Örneklerin funguslarla internal enfeksiyonu % 42-100 arasında değişmektedir. Bu fungusların önemli bölümünü tarlada gelişebilen funguslar oluşturmaktadır. Toksikjenik funguslar arasında ise, *Fusarium*lar dominant cins olarak bulunmuştur. Örneklerden izole edilen 42 adet *Fusarium* kültüründen yalnız 2'sinin zearalenon yaptığı belirlenmiştir. Toksin yapan bu iki suş *Fusarium graminearum* olarak tanımlanmıştır. Örneklerin 37 tanesinde (%84) iz miktarlarla 794,4 ppb arasında değişen ve ortalama olarak 199,4 ppb zearalenon bulunmuştur.

SUMMARY: In this study the formation, of zearalenone in corn grown in Blacksea region was investigated. Totally 44 samples were collected from storehouses, local market and growers in Ordu, Trabzon and their vicinities. Zearalenone levels, moisture content and water activity of the samples were determined. Analysis related to the fungal growth within the samples were also carried out. It was detected that the moisture content of the 21 of the 44 corn samples exceeded 15% which was the accepted moisture limit for this particular commodity. Similarly water ativity values of the 63% of the samples were determined to be higher than 0.70. Only one sample was found to have the moisture content and water activity suitable for *Fusarium* growth. The internal fungal infection of corn kernels ranged between 42 and 100%. Most of the isolated moulds were field fungi among the toxigenic types. The growth rate of this particular fungus in corn kernels was 2-7%. Among the 42 *Fusarium* isolates only 2 were found to be zearalenone producers. These strains were identified as *Fusarium graminearum*. Zearalenone was determined in 37 samples (87%) ranging from trace amounts to 794.4 ppb with an average value of 199.4 ppb.

GİRİŞ

Östrojenik özellikte bir mikotoksin olan "zearalenone" özellikle *Fusarium graminearum* (teleomorfu *Gibberella zeae*) olmak üzere çeşitli *Fusarium* türleri tarafından oluşturulmaktadır. Yapılan çeşitli çalışmalarda hububatta, özellikle de mısırdaki diğer ürünlere göre daha fazla zearalenona rastlanmıştır.

Mikotoksin oluşumuna özellikle uygun bir ürün olan mısır, ülkemizde Karadeniz Bölgesi'nde halkın önemli bir gıda maddesi olma özelliğini korumakta ve bir bölümü de hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Özellikle nisbi neminin oldukça yüksek olması nedeniyle ürünlerinde fungal enfeksiyon riski taşıyan bu bölge, mısır ekim alanı ve üretiminde bölgeler arasında ilk sırayı almaktadır.

Belirtilen bu nedenlerle Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen mısırdaki zearalenon düzeyinin saptanması, tüketicinin gıda güvenliği açısından önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışma ile bölge mısırlarında zearalenon düzeyi ve bunu oluşturan fungal etmenler konusunda ilk belirlemelerin yapılması amaçlanmıştır.

KAYNAK TARAMASI

Zearalenonun tam olarak tanımlanması, aflatoksinlerin bulunmasıyla birlikte mikotoksinler üzerine çok yönlü çalışmaların yoğunlaştığı 1960'lı yıllara rastlamaktadır. Önce F-2 olarak tanımlanan bu pseudo-östrojenin kimyasal yapısı belirlendikten sonra "zearalenone" olarak da isimlendirilmiş ve doğal olarak oluşan veya sentezlenerek elde edilen birçok türevi ortaya çıkarılmıştır (STOB ve Ark., 1962; PARTHRE ve MIROCHA, 1976; MIROCHA ve Ark., 1974). Zearalenon türevlerinin bazıları uygun miktar ve zamanda kullanıldığında sığırlarda gelişmeyi artırıcı etkiye sahiptir. Bu nedenle de türevlerden biri olan zearalenon

¹ Bu araştırma, Şennur Özkaya tarafından Yrd.Doç.Dr.Oya Aşkın danışmanlığında yapılan yüksek lisans tezinin özetidir.

(zeranol veya ticari adı Ralgro) anabolik ajan olarak kullanılmaktadır (HESELTEINE, 1977; BETİNA, 1989). Zeralenon akut toksisitesi yüksek bir mikotoksin değildir. Ratlarla yapılan subakut toksisite testlerinde de, etkili dozun 5 mg/kg dan itibaren başladığı görülmüştür (HIDY ve ark., 1977). Büyük evcil hayvanlar arasında zeralenona en hassas olanı domuzlardır. Ancak süt sığırları, tavuk ve hindilerin de bu metabolitlerden etkilendiği bilinmektedir (MIROCHA ve ark., 1977). Zeralenon domuzlara verildiğinde öncelikle genital bölgelerde histolojik değişiklikler meydana gelmekte (KURT ve ark., 1969) bunu vulvada büyüme ve ödem oluşumu takip etmektedir. Bu durum vajina ve rektum prolapsına, uterusda büyüme, ödem ve deformasyona, yumurtalıklarda gelişmenin durmasına kadar ilerleyebilmekte ve prolapsın sonucunda ölümler meydana gelmektedir. Genç erkek domuzlarda da, meme bezlerinde genişleme ve testislerde dumurla birlikte dişileşme etkileri görülmektedir (CHRISTENSEN ve ark., 1972; MIROCHA ve ark., 1977; BLANEY ve ark., 1984a). Ayrıca toksinin düşüğe ve kısırlığa yol açabildiği (BULLERMAN, 1979; BLANEY ve ark., 1984a), teratojenik etkisi olduğu (RUDDICK ve ark., 1976), mutajenite ve kanserojenite için yapılan bazı testlere de pozitif cevap verdiği (BALZER, 1977; SCHLATTER, 1988) belirtilmekte, meme tümörleri (SCHOENTAL, 1974) ve rahim kanseri (MARTIN ve KEEN, 1978) ile ilişkili olabileceği ileri sürülmektedir. Food and Drug Administration (FDA) tarafından fareler üzerinde yapılan uzun süreli besleme denemeleri de zeralenon için kanserojen bir potansiyel ortaya koymuştur (UENO, 1985).

Fusariumlar aktif patojen mikroorganizmalar olup, bitkiyi tarlada enfekte ederek hasattan önce birçok hastalığa yol açmaktadırlar ve doğada çok yaygın olarak bulunurlar. *G. zae* mısırın sapından gelişerek sapın zayıflamasına neden olmakta veya koçana kadar ilerleyerek koçan çürümmesine yol açmaktadır (HESELTEINE, 1977). *Fusariumlar* bu nedenle ürünü öncelikle tarlada etkileyen fungusalar olarak tanımlanırlarsa da (CHRISTENSEN ve KAUFMANN, 1969), depolanmış yem ve gıdalarda da yaygın olarak bulunmaktadırlar (CALDWELL ve TUITE, 1974).

Gıda ve yemlerde zeralenon varlığını araştıran çalışmalar, zeralenonun geniş bir iklim kuşağında meydana gelebildiğini ve mikotoksin kontaminasyonuna özellikle duyarlı olduğu belirtilen mısırın zeralenon oluşumu açısından da riskli bir ürün olduğunu göstermektedir (SHOTWELL ve BHAVANISHANKAR ve HESELTEINE, 1983; BLANEY ve ARK., 1984 b; DUTTON ve WESTLAKE, 1985; SHANTHA, 1987; ABBAS ve ark., 1988; TANAKA ve ark., 1988).

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışmada materyal olarak Karadeniz Bölgesi'nden alınan 44 adet mısır örneği kullanılmıştır. Örnekler Samsun, Ordu ve Trabzon il merkezleri ile, bu illere bağlı ilçe ve köylerdeki tüccar, üretici ve fabrika depolarından ve satış yerlerinden alınmıştır. İllerin üretim miktarlarına göre alınan örneklerin 23 adedi Samsun, 15 adedi Ordu ve 6 adedi de Trabzon'a aittir.

Yöntem

Nem Tayini: Nem analizleri TS 1135 "Tahıl ve Tahıl Mamüllerinde Rutubet Miktarı Tayini" nde (ANONYMOUS, 1972) belirtilen yöntemle yapılmıştır.

Su Aktivitesi Testi:

Örneklerin su aktivitesi, "tuz kristalleri erime yöntemi" ile tayin edilmiştir (NORTHOLD ve HEUVELMAN, 1982).

Funguslarla Enfekte Olmuş Mısır Tanelerinin Sayımı ve *Fusarium* Cinsi Fungusların Belirlenmesi: Mısır tanelerinde gelişmiş olan fungusların sayımını yapmak ve bunların içerisindeki *Fusarium* oranını saptamak amacıyla BLANEY ve ark., (1986) ve ABBAS ve ark. (1988) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır.

Örneklerden İzole Edilen *Fusarium* Kültürlerinin Zeralenon Yapma Güçlerinin Belirlenmesi:

Örneklerden izole edilen *Fusarium* ların zeralenon yapıp yapmadıklarının belirlenmesi amacıyla,

THRANE (1986) tarafından önerilen besiyeri ve inkübasyon koşulları kullanılmış, ekstraksiyon ve kromatografi işlemleri de RICHARDSON ve ark. (1984,1985) na göre yapılmıştır.

Zeralenon Analizleri: Zeralenon standartlarının ve analiz örneğinin hazırlanmasıyla ilgili işlemlerde ANONYMOUS (1990) dan yararlanılmıştır.

Ekstraksiyon ve temizlemede BENNETT ve ark. (1985) nin önerdiği yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem, kloroform-su ekstraksiyonuna ve ortamın bazik ve asidik hale getirilerek temizleme yapılması esasına dayanmaktadır.

Kromatografi işlemi için, yüksek performanslı likit kromatografisi (Perkin Elmer seri 10 HPLC) ve UV dedektörü; ters faz C18 (TRENHOLM, 1984; TURNER ve ark., 1983). Waters "radial-pak resolve" kolonu ve mobil faz olarak da asetonitril-su (60/40) karışımı (TURNER ve ark., 1983) kullanılmıştır. Akış hızı kolon basıncının değişmesine bağlı olarak 1 ml/dak ile 0.7 ml/dak arasında tutulmuştur. Enjeksiyonlar otomatik olarak 20 ul yapılmış ve ilk ölçümler için 254 nm dalga boyu kullanılmıştır.

Zeralenon içerdiğinden şüphe edilen örneklerde doğrulama, 236 ve 274 nm dalga boylarında da ölçüm yapılarak sağlanmıştır. (BENNETT ve ark., 1985; ANONYMOUS, 1990). Şüpheli pikin sözkonusu dalga boylarında iyi bir ayırım göstermediği durumlarda ise ANONYMOUS (1990) da verilen ve ince tabaka kromatografisi ile yapılan doğrulama yöntemi uygulanmıştır.

Zeralenon içeren örneklerde miktar tayini ise aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\text{Zeralenon (ppb)} = \left(\frac{\text{PY}}{\text{PY}'_e} \right) \times \text{enjektte} \quad \times \text{enjektte edilen ekstraktın}$$

$$\text{edilen standart} \quad \text{temsil ettiği örnek miktarı(g)}$$

PY: örneğe ait zeralenon pikinin yüksekliği

PY': örnek pikine en yakın standart pikinin yüksekliği

Çizelge 1. Mısır Örneklerinin % Nem ve Su Aktivitesi ARAŞTIRMA BULGULARI Değerleri

Örnek No	Nem (%)	Su Aktivitesi (aw)	Örnek No	Nem (%)	Su Aktivitesi (aw)
1	15,68	0,68-0,75	23	14,93	0,68-0,75
2	13,94	<0,70	24	14,36	<0,70
3	21,29	0,98	25	14,63	0,68-0,75
4	15,59	0,68-0,75	26	15,07	"
5	16,08	"	27	14,58	<0,70
6	15,19	"	28	14,76	"
7	16,81	0,79-0,81	29	14,17	"
8	16,17	0,68-0,75	30	14,62	<0,70
9	13,50	"	31	15,72	0,68-0,75
10	15,60	"	32	14,70	<0,70
11	13,08	<0,70	33	14,41	0,68-0,75
12	14,97	0,68-0,75	34	14,65	<0,70
13	13,97	<0,70	35	14,42	"
14	13,13	"	36	15,20	0,68-0,75
15	14,85	0,68-0,75	37	14,35	<0,70
16	16,18	"	38	13,92	<0,70
17	14,48	"	39	15,57	0,68-0,75
18	15,34	"	40	15,18	"
19	14,92	<0,70	41	15,13	"
20	15,24	0,68-0,75	42	15,04	"
21	15,71	"	43	14,96	<0,70
22	15,89	"	44	15,22	0,68-0,75

Mısır Örneklerinde Nem ve Su Aktivitesi: Doğu Karadeniz Bölgesi'nden alınan 44 adet örneğe ait % nem ve su aktivitesi değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelgede görüldüğü gibi 44 adet mısır örneğinin 21 adedi (%47) mısır standardında (TS 3415) verilen %15 sınır değerinin üzerinde nem içermektedir. Su aktivitesi değerleri ise benzer şekilde örneklerin önemli bölümünde (%47) pratik olarak küf gelişimi için sınır değer kabul edilen 0,70 in üzerine çıkmıştır.

Samsun ve Ordu'dan alınan mısır örnekleri chikare testi ile karşılaştırıldığında, iki grup arasında su aktivitesi yönünden farklılık görülmüş (p:0,00561), Samsun örneklerinde 0,70'in üzerinde su aktivitesine sahip olanların daha fazla, Ordu örneklerinde ise 0,70 su aktivitesinin altında olanların daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu iki ilin örneklerine ait nem değerlerindeki fark istatistiki olarak 0,05 düzeyinde

önemli bulunmamakla (p=0,0836) birlikte, Samsun örneklerinin nemi (ort=15,33), Ordu örneklerinininkilerden (ort=14,55) biraz daha yüksek görünmektedir. İller arasındaki bu karşılaştırma, örnek sayısının az olması nedeniyle Trabzon örnekleriyle yapılmamıştır.

Mısır Örneklerinde Küf Florası: Mısırdaki küf faaliyetinin boyutunu görmek ve bu faaliyette *Fusarium*ların payını belirleyebilmek üzere yapılan küf sayımlarına ait sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Görüldüğü gibi, mısır tanelerinin küfle internal enfeksiyonu % 42-100 arasında değişmektedir. *Fusarium*lara da mısır tanelerinde en az % 2, en çok % 78 oranlarında ve örneklerin hepsinde rastlanmıştır. *Fusarium*ların ortalama olarak 100 tanenin 25,9'unu enfekte ettiği ve küf enfeksiyonu görülen tanelerin % 32,9'undaki enfeksiyondan *Fusarium*ların sorumlu olduğu görülmüştür. Samsun ili ve çevresinden alınan

Çizelge 2. Mısır Örneklerinin Küfle Enfeksiyon Oranı (%)

Örnek No	Toplam Fungus	Fusarium	Depo Fungus		Örnek No	Toplam Fungus	Fusarium	Depo Fungus	
			Pen.	Asp.				Pen.	Asp.
1	90	12	-	-	23	76	28	10	-
2	74	28	4	-	24	70	16	4	-
3	96	20	-	2	25	80	40	22	2
4	90	40	10	-	26	60	36	16	-
5	90	20	12	-	27	82	50	2	-
6	94	10	4	-	28	94	22	-	-
7	82	2	10	-	29	62	36	-	-
8	98	16	8	-	30	74	38	2	-
9	92	10	-	-	31	98	36	-	-
10	88	20	22	-	32	70	30	6	-
11	96	78	16	-	33	74	12	-	2
12	88	28	2	-	34	86	18	8	2
13	100	24	12	-	35	70	10	4	-
14	100	16	20	2	36	64	14	2	-
15	96	32	-	6	37	48	10	-	-
16	88	38	14	-	38	72	12	-	-
17	75	18	2	-	39	84	42	14	4
18	48	12	32	12	40	64	6	-	-
19	75	42	12	-	41	68	28	6	-
20	82	24	26	-	42	64	32	2	4
21	84	44	10	-	43	42	6	16	-
22	64	46	2	-	44	74	36	10	-

Çizelge 3. Mısır Örneklerinde Zeralenon (ZEN) miktarları

Numune No	ZEN Mik. (ppb)	Numune No	ZEN Mik. (ppb)	Numune No	ZEN Mik. (ppb)	Numune No	ZEN Mik. (ppb)
1	390,6	12	260,4	23	48,1	34	iz
2	iz	13	223,9	24	217,4	35	-
3	218,0	14	395,8	25	544,6	36	-
4	385,4	15	38,5	26	-(*)	37	-
5	484,4	16	192,7	27	77,3	38	85,0
6	794,4	17	iz	28	219,6	39	169,0
7	588,8	18	67,7	29	98,9	40	-
8	343,7	19	151,0	30	129,5	41	185,2
9	160,5	20	100,0	31	79,5	42	115,0
10	83,3	21	100,9	32	-	43	-
11	72,9	22	62,5	33	83,3	44	162,0

(*) Tesbit edilebilir miktarda ZEN bulunmadı.

sonuçlarıyla önemli paralellikler göstermektedir. Adı geçen çalışmada, incelenen 36 mısır örneğinin hepsinde % 2-66 arasında ve ort. % 33,6 oranında *Fusarium* saptanmıştır. Toplam küf enfeksiyonunun % 54'ünden de *Fusarium*lar sorumlu bulunmuştur. Bu değerler bizim çalışmamızda bulunanlarla oldukça yakın görünmektedir (Bkz. Çizelge 2). Her iki çalışmada da depo küfleri *Penicillium*lara ve özellikle *Aspergillus*lara daha az rastlanmış, bir başka ifadeyle toksin yapıcı bu 3 cins arasında dominant cins *Fusarium*lar olmuştur. HESSELTINE (1977)'de, yeni hasat edilmiş bir mısırdaki % 50-70 oranında *Fusarium*la internal enfeksiyon görülebileceğini belirtmiştir.

Örneklerin nem su aktivitesi değerleri, çoğunda küf gelişimine izin verecek düzeyde görünüyorsa da *Fusarium*ların faaliyet gösterebileceği kadar yüksek değildir. *Fusarium*lar genellikle 0,88-0,91 su aktivitesi civarında veya % 23'ün üzerindeki nemde mısırlarda (BETINA, 1989) gelişebilmektedir. Örneklerde yağmur altında kalmış 3 no'lu örneğin dışında bu düzeyde bir nemlilik saptanmamıştır. Yörede mısırın koçanlar halinde muhafaza edilmesini sağlayan serenlerde ürün belli ölçüde nem kaybına uğramaktaysa da, bölgenin çok rutubetli bir ortam olması nedeniyle de çoğu kez küf gelişimi yönünden güvenli sınırlara düşmediği görülmektedir. Yukarıda sözü edilen çalışmada (AKKURT, 1990) incelenen ve bizim çalışmamızdan 4 ay önce alınmış aynı yıl ürünü mısırların nem yüzdelerinin de bu çalışmada bulunanlarla benzerlik göstermesi, *Fusarium* enfeksiyonunun hasattan önce gerçekleşmiş olma olasılığını güçlendirmektedir.

BLANEY ve ark. (1984b), *Fusarium* enfeksiyonunu, özellikle de mısırdaki meydana getirdiği sap çürümesiyle teşhis edilen *Gibberella* faaliyetini etkileyen ana faktörün iklim olduğunu belirtmişlerdir.

örneklerde toplam fungus ve depo fungusları, Ordu örneklerinden daha fazla bulunmuştur (sırasıyla $p=0,0228;0,0354$).

Mısır Örneklerinde Zeralenon Analiz Sonuçları: Mısır örneklerinde zeralenon varlığına ilişkin sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge incelendiğinde, örneklerdeki zeralenon miktarının iz düzeyinden 794,4 ppb'ye kadar yükseldiği, fakat hiçbir örnekte 1 ppm düzeyine ulaşmadığı görülecektir. 36 örnekteki zeralenon miktarının ortalaması da 201,4 ppb olmuştur.

Yapılan regresyon analizlerinde nem ve su aktivitesinin, depo fungusu ve *Fusarium*ların zeralenon miktarı üzerinde etkisi görülmezken, toplam fungus enfeksiyonunun zeralenon miktarına ettiği bulunmuştur ($p=0,00151$).

Mısır örnekleri, Samsun ve Ordu'dan alınanlar olarak tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırıldığında ise, Samsun örneklerinin zeralenon içeriklerinin diğerlerinden önemli ölçüde fazla olduğu görülmüştür.

TARTIŞMA

Çalışmanın küf florası ile ilgili sonuçları, Samsun ilinde yine 1989 ürünü mısırdaki aflatoksin oluşumu ile ilgili yapılan bir çalışmanın (AKKURT, 1990)

Özellikle mısırın püsküllenme periyodunda yoğun yağış alan bölgelerle zearalenon konsantrasyonu arasında önemli ilişkiler bulunmuştur. Düşük sıcaklığın da *Fusarium* gelişimi için uygun olduğu ifade edilmektedir. Yapılan bu çalışmada da ülkemizin en yağışlı bölgesi olan Karadeniz'de incelenen örneklerin çoğunda zearalenon bulunmuş, buradaki mikotoksin ve özellikle de *Fusarium* toksinleri için önemli bir potansiyeli işaret etmektedir.

36 örnekte saptanan zearalenon ortalama 200 ppb'dir ve örneklerin hiçbiri 1000 ppb'yi geçmemektedir. Avustralya'da mısırlar üzerinde yapılan iki çalışmada da toplam 467 örneğin %85'inde zearalenon bulunmuş, fakat bu örneklerin de hiçbirinde konsantrasyon 1000 ppb'yi aşmamıştır (BLANEY ve Ark., 1984b, 1986). Bazı araştırmacılar, zearalenon için biyolojik olarak önemli düzeyi 1000 ppb olarak belirtmişlerdir. KURT ve ark. (1969), 1 mg/kg'lık zearalenon konsantrasyonundaki yeme karşılık gelen 1 mg'lık günlük dozun, 10 haftalık domuzlarda 8 gün sonra vulvada şişme meydana getirdiğini belirtmişlerdir. UENO (1985)'da, 0,1 mg/kg'lık günlük dozu etkisiz düzey olarak değerlendirmektedir. Bir başka araştırmacı (MARASAS ve ark. 1979) tarafından ise, 500 mg/kg'lık bir günlük tüketimin, biyolojik olarak önemli olacağını ve bu düzeyde zearalenon içeren bir yemin doğurgan hayvanlara ve özellikle de domuzlara yedirilmemesi gerektiği kaydedilmiştir.

Ülkelerin zearalenon için koydukları limitler de önemli farklılıklar göstermektedir. Örneğin Brezilya'da mısır için sınır 200 ppb iken, SSCB'de hububat bitkisel ve hayvansal yağlar için 1000 ppb, Romanya'da da tüm gıdalar için 30 ppb olarak belirlenmiştir (BHAT, 1987). Bu 3 limite göre, çalışmanın bulguları şu şekilde sınıflandırılabilir: 3 tane iz miktarda zearalenon içeren örneğin dışındaki 33 örnek, Romanya'nın gıdalar için koyduğu 30 ppb sınırının üzerinde zearalenon içermektedir. Brezilya'nın mısır için belirlemiş olduğu 200 ppb'nin üzerine ise 36 örneğin 13'ü çıkmakta ve daha öncede belirtildiği gibi SSCB'nin hububatta zearalenon sınırı olan 1000 ppb'yi hiçbir örnek aşmamaktadır.

Bu bulgular, Karadeniz Bölgesinde üretilen mısırların zearalenon oluşumuna uygun olduğunu göstermesi ve bu potansiyeli ortaya çıkarması açısından önem taşımaktadır ve bölge ve ürün yönünden diğer *Fusarium* toksinlerinin de aranması gerekliliğini göstermektedir. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesinde yapılan bir çalışmada da (ACET, 1989) Konya ve Adana ve Bursa'dan alınan 12 mısır örneğinin 5'inde (% 42) ve toplam 99 yem ve yem hammaddesinin 33'ünde zearalenon bulunmuş olması bu toksin üzerinde dikkatlerin yoğunlaşmasını getirmelidir.

Çalışmada dikkati çeken ve Samsun ili yönünden olumsuz olan Samsun ile Ordu arasındaki farklılığı bu çalışmanın sonuçlarıyla açıklayabilmek mümkün değilse de, bunun iller arasında tarım, kurutma ve depolama teknikleri yönünden farklılıklara bağlı olabileceği düşünülmektedir. Bu konuda yapılacak başka araştırmalarda değerlendirilebileceği düşüncesiyle bu farklılık belirtilmiştir.

LİTERATÜR

- ABBAS, H.K., C.J. MIROCHA, R.A. MERONULK, J.D. POKORNY, S.L. GOULD and T. KOMMEDAHL. 1988. mycotoxins and *Fusarium* spp. Associated with Infected Ears of Corn in Minnesota, Appl. Env. Micr. 54(8). 1930-1933.
- ACET, A., DEMET, Ö., TUNCER, N., COŞKUN, M., TRAŞ, B., TAŞDELEN, H.H., 1989. Karma yem ve hammaddelerinde zearalenon düzeylerinin yüksek performans likit kromatografi yöntemi ile araştırılması: Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 5,1,37-49.
- AKKURT, C., 1991. Değişik Rutubetlerde Depolanan Bazı Mısır Çeşitlerinde Aflotoksin Oluşumu Üzerinde Araştırmalar. H.Ü. Gıda Müh. yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- ANONYMOUS 1972, Tahıl ve mamüllerinde Rutubet Miktarı Tayini, TS 1135.
- ANONYMOUS, 1990, Zearalenol and Zearalenol in Corn. Liquid Chromatographic Method. AOAC Official Methods of Analysis P. 1212.
- BALZER, I., ÖZEGOVIC, L., TUTTE, J. and SCOTT, P., 1977. Panel on Zearalenone: Mycotoxins in human and animal health, J.V. Rodriks, C.W. Inc., Park Forest South, Illinois, 415-417.
- BENNETT, G.A., O.L.SHOTWELL, W.F. KWOLEK, 1985. Liquid Chromatographic Determination of Alpha-Zearalenol and Zearalenone in Corn: Collaborative Study, J. Assoc. Off. Anal. Chem., 68(5), 958-961.
- BETINA, V., 1989, Mycotoxins, Chemical, Biological and Environmental Aspects, Chapter 12, p:437.
- BHAVANISHANKAR, T.N., SHANTHA, T., 1987, Natural Occurrence of *Fusarium* toxins in peanut, sorghum and maize from Mysore (India): J.Sci. Food Agric. 40, 327-332.
- BHAT, R.V. 1987. Review of activities in mycotoxin prevention and control-strategies for improvement based on experience in Asia and Cast Africa: Joint FAO/WHO/UNEP Second International Conference on Mycotoxins, Bangkok, Thailand, 28 September-3 October 1987.

- BLANEY, B. J., BLOOMFIELD, R.C., and MOORE, C.J., 1984a, Zearalenone in toxication of pigs: Australian Veterinary Journal, 61,1,24-27.
- BLANEY, B.J., C.J. MOORE and A. L. TYLER, 1984b, Mycotoxins and Fungal Damage in Maize Harvested during 1982 in For Month Queensland, Aust. J. Agric. Res., 35, 463-471.
- BLANEY, B.J., M.D. RAMSEY. and A.L. TYLER, 1986, Mycotoxins and Toxicogenic Fungi in Insect-damaged maize Harvested During 1983 in For North Queensland, Aust, J. Agric. Res., 37, 235-244.
- BULLERMAN, L.B., 1979, Significance of mycotoxins to food safety and human health: J. Food Prot. 42, 1,65-86.
- CALDWELL, R.W., and TUIITE, 1974, Zearalenone in freshly harvested corn, Phytopathology, 64,752-753.
- CHRISTENSEN, C.M., MIROCHA, J., NELSON, G.H., and QUAIST, J.F. 1972. Effect on young swine of consumption of rations containing corn invaded by *Fusarium roseum*: Appl. Microbiol. 23,1,202
- CHRISTENSEN, C.M., and KAUFMANN, 1969, Grain Storage: University of Minnesota Press, Minneapolis, 153p.
- DUTTON, M.F., and WESTLAKE, K., 1985, Occurrence of mycotoxins in cereals and animal feedstuffs in Natal, South Africa: J. Assoc. Off. Nat. Chem., 68,5,839-842.
- HESELDTINE, C.W., 1977, Zearalenone Introduction: Mycotoxins in human and animal health, J.W. Hesseltine and M.A. Mehlman (Eds.), Pathotox Publishers, Inc., Park Forest South, Illinois, 341-344.
- HIDY, P.H., BALDWIN, R.S., GREASHAM, R.L., KEITH, C.L., and McMULLEN, J.R., 1977, Zearalenone and some derivatives- Production and biological activities. Adv. Appl. Microbiol., 22,59-82.
- KURT, H.J., NAIRN, M.E., NELSON G.H., CHRISTENSEN, C.M., and MIROCHA, C.J., 1969, Histological changes in the genital tracts of swine fed oestrogenic mycotoxin. Am. J. Vet. Res. 30,551-556.
- MARASAS, W.F.O., RENSBERG, S.I.V., and MIROCHA, C. J., 1979, Incidence of *Fusarium* species and the mycotoxins, deoxynivalenol and zearalenone, in corn produced in esophageal cancer areas in Trankei, J. Afric. Food Chem., 27,5,1108-1112.
- MARTIN, P.M.D., and KEEN, P., 1978, The occurrence of zearalenone in raw and fermented products from Swaziland and Lesotha: Sabouradia, 16,15-22.
- MIROCHA, C.J., SCHAUERMAHER, B., and PARTHRE, S.V., 1974, Isolation, detection, and quantitation of zearalenone in maize and barley: J. Assoc. Off. Anal. Chem., 57, 5, 1104-1110.
- MIROCHA, C.J., PARTHRE, S.V., and CHRISTENSEN, C.M., 1977, Zearalenone-mycotoxins in human and animal health, J.V. Rodricks, C.W. Hesseltine and M.A. Mehlman (Eds), Pathotox Publishers, Inc., Park Forest South, Illinois, 345-364.
- NORTHOLD, M.D., and HEUVELMAN, C.J., 1982, The salt crystal liquefaction test simple method for testing the water activity of foodstuffs: Handbook on rapid detection of mycotoxins OECD.
- PARTHRE, S.V., and MIROCHA, C.J., 1976, Zearalenone and related compounds: Mycotoxins and other fungal related food problems, J.V. Rodricks (Ed.) Am. Chem. Soc., Washington D.C., 178-228.
- RICHARDSON, K.E., HAGLER, G.M., and HAMILTON, F.B., 1984, Method for detecting production of zearalenone, zearalenol, T-2 toxin, and deoxynivalenol by *Fusarium* isolates: Appl. Env. Microbiol., 47,4, 643-646.
- RICHARDSON, K.E., HAGLER, W.M., HANEY, C.A., and HAMILTON, F.B., 1985, Zearalenone and trichothecene production in soybeans by toxigenic *Fusarium*. J. Food Prot., 48,3,240-243.
- RUDDICK, J.A., SCOTT, P.M., and HARRING, J., 1976, Teratological evaluation of zearalenone administered orally to the rat: Bull. Environ. Cont. Toxicol., 15,66, 678-681,
- SCHLATTER, C., 1988, The importance of mycotoxins in foods. Biblihaca. Nutr. Dieta 41,55-65.
- SCHOENTAL, R., 1974, Role of podophyllotoxin in the bedding and dietary zearalenone on incidence of spontaneous tumors in laboratory animals: Cancer Res., 34,2419-2420.
- SHOTWELL, O.L., and HESSELTINE, C.W., 1983, Five year study of mycotoxins in Virginia wheat and dent corn: J. Assoc. Off. Anal. Chem., 66,6,1466-1469.
- STOB, M., BALDWIN, R.S., TUIITE, J., ANDREWS, F.N., GILLETE, K.G., 1962, Isolation of an anabolic, uterotrophic compound from corn infected with *Gibberella zeae*: Nature, 196,1338.
- TANAKA, T., HASEFAWA, A., YAMAMOTO, S., LEE, U., SIGIURA, Y., and UENO, Y., 1988, Worldwide contamination of cereals by the *Fusarium* mycotoxins, nivalenol, deoxynivalenol, and zearalenone. 1. Survey 19 Countries: J. Agric. Food Chem., 36,976-983.
- THRANE, U., 1986. Detection of toxigenic *Fusarium* isolates by thin layer Chromatography: Letters in Appl. Microbiol. 3, 93-96.
- TRENHOLM, H., WARNER, R.M., and FITZPATRICK, O.W., 1989, Rapid, sensitive liquid chromatography: Method for Determination on Alpha-zearalenone and beta-zearalenol in wheat: J. Assoc. Off. Anal. Chem.
- TURNER, G.V., PHILIPS, T.D., HEIDELBAUGH, N. D., and RUSSEL, L.H., 1983. High pressure liquid chromatographic determination of zearalenone in chicken tissues: J. Assoc. Off. Anal. Chem., 66,1,102-104.
- UENO, Y., 1985, The toxicology of mycotoxins, CRC Critical Reviews in Toxicology, 14,2,99-132.