



# トルコ科学技術研究協会 マルマラ研究センター

## 食料研究所

### ヘーゼルナッツにおけるアフラトキシンの 発生要因の特定とその防止対策

## 要約

2005年8月15日

トルコ・ヘーゼルナッツ・プロモーション・グループ

## プロジェクト

トルコ科学技術研究協会(TÜBİTAK)・マルマラ研究センターは2005年に「ヘーゼルナッツにおけるアフラトキシンの発生要因の特定とその防止対策」と題するプロジェクトを完了した。このプロジェクトは、トルコ・ヘーゼルナッツ・プロモーション・グループの支援を受け、また、トルコ農業農村省(MARA)とギレスン・ヘーゼルナッツ研究所の協力を得て行われた。

季節的状況の影響を調査するため、研究は2002年から2005年間で3年にわたり繰り返し行われた。サンプル用のヘーゼルナッツは、生産量が非常に多く、異なる標高(0-250 ̄、250-500 ̄、500-750 ̄)に位置する黒海地方の24の地域、合計72カ所の果樹園から採取された。ヘーゼルナッツのサンプルを収集した町は、西黒海地方のカラス、コジャアリ、アクヤズ、ヘンデク、デュズジェ、アクチャコジャ、ジュマイェリ、ギョルヤカ、黒海地方中央部のチャルシャムバ、テルメ、サルパザル、オールドウ、ウンイエ、ファッサ、ペルシェムベ、それに黒海地方東部のブランジャク、ギレスン、ケシャブ、ティレボル、エスピエ、トラブゾン、ベシクデュズ、ワクフィケビルとヨムラである。さらに、収穫、乾燥、保管など収穫後の試験的研究が2002年から2003年にかけてアクチャコジャとギレスンで行われた。

プロジェクトは以下のように要約される:

- 1) 収集したヘーゼルナッツのサンプルすべてについて微生物学的分析(菌の総数および識別)、菌株を生み出すアフラトキシンの識別と分離、アフラトキシン(B1、B2、G1、G2)の分析、および水活量と成分の分析を行った。
- 2) ギレスンとアクチャコジャでは、2002年と2003年の収穫後の各段階でアフラトキシン、水活量と菌の識別、および含水量の分析を行った。
- 3) プロジェクトの結果及び中間報告は多くの国内および国際会議に提出された。
- 4) トレーニング・プログラムが計画され、トルコ農業農村省の協力により、2002年、2003年と2004年にトータルでおよそ3,500人(生産者、取引業者、輸出業者)がトレーニングを受けた。トレーニングの詳細は表1と表2に示されている。

表1:トレーニング詳細

年	講義合計数	農民への講義合計数	参加者合計
2002	28	25	2324
2003	21	18	713
2004	20	20	507

表2:トレーニング詳細

場所	参加者数	年月日	参加者内訳	講師名
2004 年				
Ünye	76	29-Jun-04	Farmer	Dr. F. Seyhan
Fatsa	70	28-Jun-04	Farmer	Dr. F. Seyhan
Giresun	41	13-Jul-04	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Bulancağ	15	14-Jul-04	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Çarşamba-Terme	32	28-Jun-04	Farmer	Dr. F. Seyhan
Keşap	9	14-Jul-04	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Beşikdüzü	7	14-Jul-04	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Perşembe	50	5-Aug-04	Farmer	Dr. F. Seyhan
Yomra	15	12-Jul-04	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Tirebolu	30	13-Jul-04	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Trabzon	19	12-Jul-04	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Vakfikebir	10	13-Jul-04	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Espiye	5	12-Jul-04	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Hendek*	-	29-Jun-04	Farmer	Dr. A. Yılmaz
Kocaali	27	7-Jul-04	Farmer	Dr. A. Yılmaz
Akyazı	7	30-Jun-04	Farmer	Dr. A. Yılmaz
Karasu	27	28-Jun-04	Farmer	Dr. A. Yılmaz
Düzce	21	30-Jun-04	Farmer	Dr. A. Yılmaz
Gölyaka	21	1-Jul-04	Farmer	Dr. A. Yılmaz
Cumayeri	25	7-Jul-04	Farmer	Dr. A. Yılmaz
2003 年				
Akçakoca	98	10-Apr-03	Farmer	Dr. F. Seyhan
Fatsa	76	12-May-03	Villager	Dr. F. Seyhan
Salıpazarı	32	13-May-03	Villager	Dr. F. Seyhan
Perşembe	76	26-May-03	Villager	Dr. F. Seyhan
Samsun	21	27-May-03	Personnel of MARA	Dr. F. Seyhan
Espiye	14	16-Jun-03	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Bulancağ	26	17-Jun-03	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Kocaali	25	17-Jun-03	Farmer	Dr. A. Yılmaz
Akyazı	30	18-Jun-03	Farmer	Dr. A. Yılmaz
Keşap	21	18-Jun-03	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Karapürçek	50	27-Jun-03	Farmer	H. Ölmez
Beşikdüzü	29	19-Jun-03	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Trabzon (merkez)	21	19-Jun-03	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Tirebolu	81	20-Jun-03	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Giresun (merkez)	12	20-Jun-03	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız

Karasu *	-	2-Jul-03	Farmer	Dr. A. Yılmaz
Çarşamba	30	9-Jul-03	Farmer-Merchant	Dr. F. Seyhan
Ordu	10	10-Jul-03	Merchant-Exporter	Dr. F. Seyhan
Ünye	21	11-Jul-03	Merchant-Villager	Dr. F. Seyhan
Yomra	29	10-Jul-03	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Vakfikebir	11	14-Jul-03	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
2002 年				
Akçakoca	152	10-Apr-02	Farmer	Dr. F.Seyhan
Ordu	135	17-Jun-02	Personnel of MARA	Dr. F.Seyhan
Ünye	60	13-Jun-02	Farmer	Dr. F.Seyhan
Fatsa	60	17-Jun-02	Farmer	Dr. F.Seyhan
Giresun	50	17-Jun-02	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Bulancak	150	18-Jun-02	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Çarşamba-Terme	500	18-Jun-02	Farmer	Dr. F.Seyhan
Ordu	10	18-Jun-02	Farmer	Dr. H.Ölmez
Keşap	40	19-Jun-02	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Beşikdüzü	40	20-Jun-02	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Perşembe	30	20-Jun-02	Farmer	Dr. F.Seyhan
Fatsa	15	20-Jun-02	Merchant	Dr. F.Seyhan
Yomra	50	21-Jun-02	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Tirebolu	82	21-Jun-02	Farmer	Dr. E.Ağel
Trabzon	40	21-Jun-02	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Vakfikebir	41	24-Jun-02	Farmer	Dr. E.Ağel
Espiye	50	24-Jun-02	Farmer	Dr. S. Saklar Ayyıldız
Hendek	75	2-Jul-02	Farmer	Dr. H.Doğan
Kocaali	25	3-Jul-02	Farmer	Dr. H.Doğan
Akyazı	50	4-Jul-02	Farmer	Dr. H.Doğan
Karasu	50	8-Jul-02	Farmer	Dr. H.Doğan
Ordu	28	11-Jul-02	Merchant	Dr. F.Seyhan
Terme	120	12-Jul-02	Farmer-Merchant	Dr. F.Seyhan
Ünye	90	12-Jul-02	Merchant	Dr. F.Seyhan
Düzce	80	25-Jul-02	Merchant-Exporter	Dr. F.Seyhan
Akçakoca	50	20-Agu-02	İmam	Dr. F.Seyhan
Akçakoca	51	3-Sep-02	Villager	Dr. F.Seyhan
Düzce	200	21-Oct-02	Farmer	Dr. H.Doğan

\* 参加者なしのためトレーニング実施せず。

トレーニング・プログラムに加えて、アフラトキシンがヘーゼルナッツに発生するのを防止する対策について、TRT(トルコ国営放送局)トラブズン・ラジオ、TRT2、Ünye(ローカル・ラジオ)、ファッサ(ラジオ・メガ)、デュズジェTV(Öncü TV)などのテレビやラジオを通じて生産者および一般国民に知らせた。

ヘーゼルナッツ生産者をトレーニングするために、トレーニング・プログラムとは別に、黒海地方全域に2002年にはパンフレット7千部、ポスター5千枚が、2003年には1万5千枚のポスターと3万部のパンフレットが作成・配布された。ヘーゼルナッツ生産者はパンフレットやポスターから正しい収穫時期、適切な収穫方法、乾燥方法や保管などアフラトキシン発生防止措置の情報を得ることが出来た。

## 結果

- 2002年の収穫前調査では、アフラトキシン陽性のサンプルのレベルは非常に低く(0.1-0.77ng/g)、陽性サンプルの割合は全分析サンプルの1.1%に過ぎなかった。2003年と2004年には、最低定量基準を上回るアフラトキシンはどのサンプルからも検出されなかった。
- 収穫後の調査では、アフラトキシンが検出されたのは、収穫時の状況が最も悪いサンプルだけだった。これらのサンプルは、早い時期に収穫を行い、10日間ナイロン製の袋に入れて置いたものと、地面に落ちてから収穫され、ナイロン製の袋に3日間入れられた後、地面で乾燥したものだった。これらのサンプルに収穫してから乾燥させるまでの異なる段階で毒素産生性の菌が検出されたが、検出されたアフラトキシンの最大レベルは0.6ng/gに過ぎなかった。
- テント上での採取、網目状の棚での乾燥、機械乾燥などの提案された収穫技術で毒素産生性の菌を試してみたが、サンプルのいずれからもアフラトキシンは検出されなかった。
- 地面で採取されナイロン製の袋に入れられたサンプルの保管期間にアフラトキシン(最大0.34ng/g)を試してみたが、保管中の水活量レベル(0.82)が低く安定していたため、アフラトキシンレベルが増加することはなかった。

- 2003年と2004年に合計80のサンプルを農家の収穫地域から採取した。これらのサンプルは雨中、あるいは、地面から採集し乾燥するという誤った方法を適用した地域から採取された。そして、採取した80のサンプルのうちの26%からアフラトキシンが検出された。しかし、この2年間で4ng/g以上のアフラトキシンが検出されたのは4%に過ぎなかった。

#### 以上の結果から:

- アフラトキシンは、ヘーゼルナッツを収穫する前の熟成期に発生し得ることが認められた。しかし、検出されたアフラトキシンのレベルは許容レベルを超えるものではなかった。収穫後のアフラトキシンの発生とそのレベルが問題であることが認められた。
- アフラトキシンの発生は、早期の収穫、湿気の多い状態でヘーゼルナッツをナイロン製の袋に入れて保管し、地面で乾燥するなど、収穫後の誤った扱いによって増加した。
- 雨中に乾燥することにより乾燥期間が長引き、その結果、アフラトキシンの発生が増加した(例:農家の収穫地域)。
- アフラトキシンを発生させる菌の割合はプロジェクトの最終年(2004年)に増加した。

#### 提言

アフラトキシン産出菌の成長を防ぐために、収穫期の前後に防止対策を講ずる必要がある。アフラトキシン産出菌の割合およびアフラトキシン発生の増加には季節的状況が大きく影響する。ヘーゼルナッツの生産には、適切な農業方法(GAP)、適切な製造方法(GMP)および適切な保管方法(GSP)を採用する必要がある。

アフラトキシン発生についての重要な対策は収穫後の処理である。ヘーゼルナッツを枯らす、および乾燥する作業は出来るだけ短時間に行う必要がある。これは雨天の状態ではとくに重要である。乾燥は菌が成長できない水分レベル5%、水活量レベル0.70で行う必要がある。アフラトキシン発生のリスクはヘーゼルナッツが急速に乾燥されず、2日間以上水分が7%以上、水活量が0.83以上に保たれた場合に増加する。生産農家と業者が取引を行うときは、ヘーゼルナッツの水分を確認し、水分が5%以上のヘーゼルナッツは購入すべきではない。

トルコのヘーゼルナッツ生産者は一般的に小規模な農園を持つ家族タイプの農家である。農園がより小規模化するのを防ぐための対策(財産相続法や契約農業)が必要である。農家はヘーゼルナッツの生産では生活できないため、適切な農業方法

を怠りがちである。各農家が乾燥機を所有することは経済的またエネルギー消費の点から実現できないが、協同的あるいは集団的な作業により機械乾燥を行うことが出来る。

プロジェクトの結果に見られるように、収穫以前の段階での熟成時にもアフラトキシンの発生はあり得るものの、そのレベルは非常に低く、許容レベルを超えるものではない。これは、どちらかと言えば良い報告である、というのは、季節的な状況をコントロールすることは収穫後の作業をコントロールすることより困難だからである。つまり、枯らす、乾燥する、保管するなど収穫後の作業は、アフラトキシン産出菌を防ぐための適切な農業・製造・保管方法に従って管理しながら行われるべきである。